



**dr hab. inż. Tomasz Zdeb, prof. PK**

Katedra Inżynierii Materiałów Budowlanych  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechniki Krakowskiej  
ul. Warszawska 24  
31-155 Kraków  
e-mail: tomasz.zdeb@pk.edu.pl

Kraków, 15 lutego 2024 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej

**mgr inż. Jyoti Rashmi Nayak**

"Analysis of impact of selected natural waste fibres and ashes on properties of mortars"

### 1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą formalną opracowania niniejszej opinii jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej, Pana dr hab. inż. Marcina Staniek, prof. PŚ z dnia 19.01.2024 r., zawierające zlecenie wykonania niniejszej recenzji na podstawie uchwały z dnia 21.12.2023r.

Podstawę merytoryczną stanowi załączony do zlecenia tekst rozprawy doktorskiej mgr inż. Jyoti Rashmi Nayak pod tytułem "Analysis of impact of selected natural waste fibres and ashes on properties of mortars".

Podstawę prawną recenzji stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668).

### 2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr inż. Jyoti Rashmi Nayak pt. "Analysis of impact of selected natural waste fibres and ashes on properties of mortars". Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jerzy Bochen, prof. PŚ, a promotorką pomocniczą – dr inż. Małgorzata Gołaszewska. Rozprawa została przygotowana w Katedrze Procesów Budowlanych i Fizyki Budowli na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

### 3. Charakterystyka formalna rozprawy

Rozprawa doktorska dotyczy możliwości zagospodarowania w zaprawach cementowych i cementowo-wapiennych dwóch rodzajów naturalnych odpadów pochodzenia organicznego. Pierwszy z nich to naturalne włókna jutowe oraz sizalowe pełniące rolę wzmocnienia analizowanych kompozytów w formie zbrojenia

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport  
ul. Warszawska 24  
31-155 Kraków

wpłynęło dnia 22.02.2024  
nr 44 zat.



rozproszonego. Drugi rodzaj materiałów stanowiły dodatki o spodziewanych właściwościach pucolanowych do spoiwa cementowego powstałe w wyniku spalania łusek ryżowych i wyłoków z trzciny cukrowej.

Rozprawa została napisana w języku angielskim i wyedytowana na łącznie 155 stronach formatu A4. Zawiera łącznie 11 rozdziałów poprzedzonych streszczeniem, spisem treści oraz objaśnieniem stosowanych skrótów i symboli. Praca zakończona jest spisem wykorzystanych publikacji, a także spisem tabel i rysunków. Do pracy załączone są również dwa załączniki z wykresami przedstawiającymi uzyskane rezultaty wytrzymałości ścisłania wszystkich kombinacji składów zapraw zawierających dodatki mineralne jak i włókna organiczne.

W rozdziale pierwszym, stanowiącym wstęp do zasadniczej części analizy literatury Autorka nakreśliła bieżące problemy związane z ogólnie pojętym zrównoważonym budownictwem tj. między innymi z emisją CO<sub>2</sub> wynikającą z produkcji cementu i stali. Zwraca także uwagę na wyczerpywanie zasobów naturalnych oraz wciąż niedostatecznym wykorzystaniu surowców wtórnych. Doktorantka zwraca uwagę, że zastosowanie w kompozytach cementowych zarówno włókien naturalnych jak i popiołów pochodzenia roślinnego może nie tylko zmniejszyć ilość emitowanego do atmosfery CO<sub>2</sub> w wyniku ograniczenia stosowania klinkieru, ale również jego częściową sekwestrację w okresie wegetacji roślin. Wartością dodaną podczas wytwarzania tytułowych, proekologicznych zapraw cementowych z udziałem wyżej wspomnianych dodatków jest także możliwy wzrost ich cech mechanicznych.

Rozdział drugi został podzielony na dwie części i oparty głównie o analizę norm europejskich dotyczących zapraw murarskich i tynkarskich. W pierwszej części Autorka przedstawiła kierunki zastosowań tego rodzaju kompozytów cementowych w budownictwie, ich rolę, podział oraz właściwości technologiczne, fizyczne i mechaniczne istotne z punktu widzenia aplikacyjnego. W podsumowaniu Autorka zwraca uwagę na możliwości ingerencji w wybrane cechy przedmiotowych tworzyw w wyniku stosowania włókien naturalnych oraz popiołów pochodzenia roślinnego. W części drugiej zamieszczono podstawowe informacje dotyczące właściwości zapraw cementowych i cementowo-wapiennych m. in. rolę poszczególnych składników oraz ich typowe proporcje.

Trzecia część pracy to zasadnicza analiza doniesień literaturowych dotyczących wpływu różnego rodzaju dodatków do zapraw cementowych na ich wybrane właściwości. Choć rozdział ten został podzielony na 4 podrozdziały, to de facto składa się z dwóch części, w których Autorka analizuje bieżące doniesienia dotyczące właściwości kompozytów zawierające zbrojenie rozproszone w postaci włókien naturalnych, ale także jako pewnego rodzaju zbrojenia referencyjnego – włókien polipropylenowych. W części tej można doszukać się bogato udokumentowanej prezentacji nie tylko właściwości samych włókien, ale także ich składu chemicznego, istotnie wpływającego na współpracę z matrycą cementową, a także ich wpływu na właściwości technologiczne, fizyczne i mechaniczne zapraw i betonów. W drugiej części przegląd literatury dotyczy możliwości wykorzystania surowców wtórnych jako suplementów cementu głównie w zaprawach. Zakres charakterystyki surowców obejmuje głównie popioły powstałe w wyniku spalania odpadów pochodzenia roślinnego, jednak na tle ogólnie znanych w technologii betonu dodatków mineralnych jak popiół lotny, metakaolinit czy żużel wielkopiecowy.



Autorka pracy skupia swoją uwagę na właściwościach, analogicznie jak w przypadku włókien, technologicznych fizycznych i mechanicznych kompozytów cementowych.

Rozdział 4 zatytułowany „Aims and scope of the thesis” zawiera podsumowanie przeglądu literatury i wpływające z tego faktu cele prowadzonych badań. Na tej podstawie sformułowano jedną tezę rozprawy stanowiącą punkt wyjściowy do zaprezentowanego zarysu programu badawczego. Został on podzielony na dwie niezależne części dotyczące oceny właściwości zapraw zawierających zbrojenie rozproszone pochodzenia roślinnego oraz popioły pochodzące ze spalania łusek ryżowych i wyłoków z trzciny cukrowej.

W rozdziałach 5 – 7 Doktorantka charakteryzuje materiały wykorzystane do wytwarzania analizowanych zapraw oraz powołując się na odpowiednie normy, opisuje metody badań wykorzystane podczas oceny właściwości proekologicznych zapraw cementowych i cementowo-wapiennych. Oprócz podstawowych badań cech mieszanek i materiałów stwardniałych tj. konsystencji, napowietrzenia, skurczu od wysychania i właściwości mechanicznych, wykorzystuje bardziej zaawansowane instrumentalne metody pozwalające określić zmiany na poziomie mikrostrukturalnym kompozytów tj. mikroskopię skaningową SEM oraz porozymetrię rtęciową MIP. Ostatnia część omawianego zakresu rozprawy stanowi chronologiczny przebieg etapów badawczych oraz tabele zawierające składy wariantów zapraw będących przedmiotem badań Doktorantki.

Rozdział ósmy oraz dziewiąty stanowią zasadniczą część rozprawy, w których Autorka prezentuje wyniki badań zapraw zawierających zbrojenie rozproszone wytworzone z włókien naturalnych tj. jutowe oraz sizalowe oraz włókien sztucznych – polipropylenowych. Prezentacja wyników badań zawiera wszystkie elementy wskazane wcześniej w planowanym programie badawczym. W przypadku opisu wyników badań zastosowania w zaprawach popiołów pochodzących ze spalania łusek ryżowych oraz wyłoków z trzciny cukrowej jako suplementów cementu konfiguracja prezentacji uzyskanych rezultatów jest analogiczna.

W rozdziale 10 Autorka zawarła 19 głównie szczegółowych wniosków dotyczące przebiegu całości zrealizowanego programu badawczego. Dwa ostatnie o charakterze bardziej ogólnym odnoszą się do postawionej w rozprawie tezy. Ostatnia, jedenasta część rozprawy dotyczy istotnych dla rozwoju tego rodzaju kompozytów badań planowanych w przyszłości.

W pracy zawarto 21 tabel oraz 30 rysunków, które za pewne wymagały od Doktorantki poświęcenia znaczących nakładów pracy na ich przygotowanie.

Stwierdzam, że układ całej rozprawy, kolejność prezentowanych wyników w rozdziałach 8 i 9, sposób ich prezentacji jest logiczny i czytelny. Ponadto dobór pozycji literaturowych jest wystarczający i dobrze dopasowany do tematyki rozprawy.



#### 4. Ocena merytoryczna rozprawy

##### 4.1. Ocena wyboru tematu rozprawy, określenia jej celu i sformułowania tezy

Tytuł rozprawy „Analysis of impact of selected natural waste fibers and ashes on properties of mortars” dobrze odzwierciedla jej zawartość, chociaż praca dotyczy raczej wybranych właściwości tych kompozytów tj. podstawowych cech technologicznych, mechanicznych rozszerzonych o analizę mikrostruktury. Temat rozprawy doskonale wpisuje się w trend zrównoważonego budownictwa na poziomie wytwarzania proekologicznych materiałów budowlanych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że koncepcja Autorki zastosowania w zaprawach cementowych popiołów powstałych ze spalania materiałów pochodzenia roślinnego może przynieść bardzo korzystny efekt ograniczonej ilości emisji CO<sub>2</sub> ze względu na zbliżony poziom do ilości pochłoniętej w trakcie wegetacji roślin. Ponadto bezpośrednie zastosowanie naturalnych włókien jutowych i sisalowych będzie wpływało ujemnie na bilans emisji CO<sub>2</sub> w całościowym rozliczeniu produkcji tego rodzaju proekologicznych zapraw. Moim zdaniem w rozprawie zabrakło ilościowego ujęcia tego zagadnienia, pomimo już bogatej w tej dziedzinie literatury. Uważam, że w trakcie obrony niniejszej rozprawy doktorskiej Kandydatka powinna szerzej przedyskutować to zagadnienie.

Rozprawa jest oparta na jednej tezie, w której Autorka zakłada, że zarówno obecność naturalnych włókien jak i popiołów pochodzenia roślinnego wpływają na właściwości fizyczne, mechaniczne i mikrostrukturę zapraw cementowych. Wydaje się to dość oczywiste i nie wymagające dowodu, tym bardziej że nie definiuje w jaki sposób - to znaczy, czy poprawi, czy pogorszy te właściwości. W drugiej części tezy Autorka przyjmuje, że przy pewnym optymalnym poziomie udziału włókien i popiołów możliwe jest osiągnięcie korzystnego ich wpływu na wybrane właściwości. W tym przypadku wydaje się, że należałoby sprecyzować cechy, w których spodziewany jest korzystny efekt obecności analizowanych dodatków.

##### 4.2. Ocena ogólnej wiedzy Kandydatki w zakresie dyscypliny

Zakres literatury bezpośrednio związany z zagadnieniami dotyczącymi wykorzystania w kompozytach cementowych popiołów oraz zbrojenia rozproszonego pochodzenia roślinnego, z którym Doktorantka się zapoznała i przeanalizowała jest godny uznania, bowiem składa się ze 181 pozycji. Ponad 27% cytowanych prac pochodzi z ostatnich 5 lat, a ponad połowa tj. 52% z ostatnich 10 lat, co również dodatkowo potwierdza zainteresowanie wielu ośrodków badawczych tą tematyką w ostatnim okresie oraz dowodzi aktualności problemu badawczego stanowiącego przedmiot niniejszej rozprawy doktorskiej.

Autorka w sposób uporządkowany i klarowny opisuje dotychczasowy stan wiedzy, właściwie operując nomenklaturą charakterystyczną dla technologii kompozytów cementowych. Zawartość poszczególnych rozdziałów nie budzi większych zastrzeżeń.



Według mojej opinii pewien niedosyt pozostawia fakt braku dyskusji na temat efektywności zbrojenia rozproszonego pochodzenia roślinnego. Sposób zniszczenia i pracy włókien po zarysowaniu matrycy jest kluczowy dla tego rodzaju kompozytów, zwłaszcza w sytuacji utraty wilgotności, a co za tym idzie prawdopodobnego skurczu włókien i w efekcie redukcji ich przyczepności względem matrycy. Problem ten dyskutowany jest w literaturze.

W rozprawie także nie poruszono problemu korozji biologicznej, która może być główną przyczyną ograniczenia trwałości tego rodzaju kompozytów, jednak trzeba zaznaczyć, iż Autorka jest tego świadoma bowiem jak podaje w rozdziale 11 pt. „Future work”, planuje zagadnienia z ogólnie pojętą problematyką trwałości rozwinąć.

Z kolei odnosząc się do dodatków stanowiących suplementację spoiwa cementowego, jak podaje literatura w obydwu przypadkach materiałów RHA (Rice Husk Ash) oraz SCBA (SugarCane Bagasse Ash) można spodziewać się właściwości pucolanowych. Ta podstawowa właściwość stricte jednak nie została przedyskutowana pomimo szerokiego zakresu możliwości weryfikacji tej cechy, choćby poprzez badania mechaniczne (określenie współczynnika WAP), czy chemiczne np. metodą Frattiniego lub Chapelle.

Z pewnością istotną cechą materiałów budowlanych zawierających dodatki pochodzenia roślinnego będzie oporność przyszłych wyrobów na działanie wysokiej temperatury w warunkach pożarowych. Moim zdaniem problem ten także nie powinien pozostać w rozprawie bez komentarza.

Powyższe uwagi krytyczne nie wpływają na pozytywną ocenę zakresu wiedzy Doktorantki w dyscyplinie, jednak mogą służyć jako pretekst do szerszej dyskusji tych zagadnień podczas obrony.

#### **4.3. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**

Na podstawie przeanalizowanej literatury, Doktorantka zaprojektowała program badań składający się z dwóch niezależnych etapów, w których poddaje analizie wpływ obecności naturalnych włókien jutowych i sisalowych, a następnie popiołów powstałych ze spalania odpadów pochodzenia roślinnego na właściwości zapraw cementowych, cementowych z domieszką środka napowietrzającego oraz cementowo-wapiennych.

Autorka klarownie opisała schemat postępowania w trakcie realizowanych badań od wykonania kompozytów, aż po oznaczenie cech technologicznych, mechanicznych i mikrostrukturalnych dojrzałych materiałów. W sposób logiczny zaprojektowała warianty kolejnych kompozytów tak, aby możliwa była weryfikacja postawionej w rozprawie tezy. Należy podkreślić znaczący wkład pracy Autorki jaki włożyła w wykonanie badań, wytwarzając 27 wariantów zapraw o zróżnicowanym składzie pod względem udziału dodatków mineralnych RHA, SCBA, mączki wapiennej oraz 14 wariantów zapraw zawierających zmienny udział naturalnych włókien jutowych i sisalowych, a także sztucznych wytworzonych na bazie polipropylenu.

Prezentacja wyników badań jest czytelna, ułożona w logiczny ciąg. Wszystkie uzyskane rezultaty zostały opisane i poddane dyskusji. Autorka praktycznie we wszystkich przypadkach rozdziałów dotyczących analizy



wyników badań odwołuje się do zaczerpniętych z literatury, niekiedy potwierdzając obserwowane tendencje lub im zaprzeczając, co potwierdza jej biegłość w podjętej w rozprawie tematyce. Doktorantka również stara się doszukać mechanizmów tłumaczących opisywane zjawiska, co świadczy o zrozumieniu zachodzących pomiędzy składnikami kompozytów zależności.

Istotnym niedociągnięciem ze strony Autorki pracy jest brak informacji dotyczącej rzeczywistej jednorodności uzyskanych rezultatów zwłaszcza w kwestii właściwości mechanicznych zapraw. Przyjmując przedział ufności na poziomie 95%, założyła jedynie, że wartość rzeczywista analizowanej cechy znajduje się w przedziale  $\pm 5\%$  od wartości średniej, co nie koniecznie musi być prawdą zwłaszcza przy próbie losowej składającej się z 3 lub 6 pomiarów. Ponadto takie podejście nie daje obrazu jednorodności badanej cechy. W rozdziale 5 „Testing methods”, Doktorantka co prawda wspomina o wyznaczaniu wartości współczynnika zmienności wybranych cech, jednak zabrakło tutaj konsekwencji i wyznaczenia jego wartości.

W rozdziałach 8.7 oraz 9.7 Autorka weryfikuje zależność pomiędzy wytrzymałością na ściskanie i wytrzymałością na rozciąganie przy zginaniu twierdząc słusznie, że w przypadku wartości współczynnika korelacji  $R$  powyżej 0,9 można sądzić o silnej zależności pomiędzy cechami. Jednak w dalszej części rozważań w trakcie analizy uzyskanych wyników dyskusja dotyczy de facto współczynnika determinacji  $R^2$ , co jest oczywistym niedopatrzeniem. Choć zachodzi oczywista relacja matematyczna pomiędzy wartościami tych współczynników, to jednak dotyczą opisu różnych parametrów statystycznych. Nie wiadomo także czy do analizy wzięto wszystkie pojedyncze rezultaty wytrzymałości, czy jedynie wartości średnie.

Dosyć dyskusyjna również wydaje się być reprezentatywność próbek do badania rozkładu porowatości w materiałach zwłaszcza zawierających włókna. Ze względu na niewielką ich objętość do około  $2\text{cm}^3$  trudno mieć przekonanie, że udział włókien będzie uśredniony. Ponadto warto także zwrócić uwagę, że na wykresach zawierających wyniki badań MIP, porównywanie bezpośrednio rozkładu wielkości porów materiałów o zróżnicowanej gęstości właściwej (gęstości szkieletu) prezentowanej w jednostkach  $\text{mL/g}$ , prowadzi często do błędnego wnioskowania. Zasadniczo porowatość materiałów wyrażana jest w %, a więc objętość porów odnoszona jest do objętości badanego materiału.

#### **4.4. Ocena rozwiązania problemu naukowego**

Bez wątplenia wartościowym aspektem rozprawy jest poszerzenie wiedzy w zakresie wdrażania zasady zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Doktorantka wykazała, że możliwe jest wykorzystanie włókien naturalnych jak i popiołów pochodzenia roślinnego, które nie tylko zmniejszają emisję  $\text{CO}_2$  w wyniku ograniczenia ilości stosowanego klinkieru w zaprawach cementowych, ale również w ogólnym bilansie mogą prowadzić do częściowej jego sekwestracji w okresie wegetacji roślin. Jak Autorka wykazała, właściwie zaprojektowany skład zapraw cementowych z udziałem włókien naturalnych lub popiołów pochodzenia roślinnego może prowadzić do poprawy cech mechanicznych kompozytów.



## 5. Uwagi szczegółowe

Autorka wykazała dużą dbałość o stronę redakcyjną i edytorską swojej pracy. Struktura kolejnych rozdziałów jest logiczna i przejrzysta. Doktorantka poprawnie operuje nomenklaturą charakterystyczną dla technologii materiałów budowlanych. Prezentowane wykresy są czytelne i estetyczne. Poniżej wymienione uwagi krytyczne nie obniżają ogólnej oceny rozprawy.

- 1) W przeglądzie literatury zdarzają się miejsca, w których relacjonowanie wyników badań jest nieprecyzyjne np. nie wiadomo o jaki materiał chodzi lub jaki dodatek został użyty czy też w jakich warunkach kompozyt dojrzewał. Pojawia się także błędnie użycie jednostek np. dotyczących wielkości cząstek popiołów czy zakresu pracy maszyny wytrzymałościowej.
- 2) Wiedza zawarta w rozdziale 2 została głównie oparta na normach, co nie jest zarzutem, a wręcz uważam to słuszne dokonanie pewnego rodzaju podsumowania kryteriów, podziałów czy ocenianych właściwości. Natomiast w opinii recenzenta przy opisie poszczególnych cech zapraw czy ich rodzajów należałoby normy te konsekwentnie powoływać. Ponadto w rozdziale tym w przypadku kilku akapitów brak jest powołania na jakąkolwiek literaturę.
- 3) W rozdziale 3.2.2.1. „Physical properties of natural fibers”, bardzo niewiele jest informacji o właściwościach fizycznych włókien, natomiast pojawia się w szerokim zakresie opis wpływu włókien naturalnych na właściwości mieszanek cementowych z ich udziałem. Zatem tytuł podrozdziału powinien raczej zostać zweryfikowany.

W tym samym rozdziale, Doktorantka powołując się na literaturę [22], w pierwszej części akapitu twierdzi, że obecność włókien naturalnych redukuje urabialność mieszanek, natomiast w podsumowaniu pojawia się informacja, że jednak ją poprawia w wyniku absorpcji wody ze względu na obecność ligniny w strukturze włókien. Jaka jest opinia Doktorantki w tej kwestii?

- 4) Z analogiczną sytuacją jak w przypadku tytułu rozdziału 3.2.2.1. mamy do czynienia w rozdziale 3.2.2.2. „Mechanical properties of natural fibers”. Tytuł wskazuje na opis właściwości mechanicznych włókien, tym czasem dotyczy on de facto kompozytów cementowych z udziałem włókien naturalnych.
- 5) Podobny problem jak wyżej opisałem w punktach 3 i 4 występuje w przypadku rozdziałów dotyczących właściwości fizycznych i mechanicznych włókien polipropylenowych tj. 3.3.1.1., 3.3.1.2. oraz popiołów tj. 3.4.2.1. i 3.4.2.2.
- 6) W tabeli 2 na stronie 14 wartości modułu sprężystości zostały sformatowane jako daty np. 6-Apr.
- 7) Ważny z punktu widzenia charakterystyki właściwości włókien naturalnych, znajdujący się na stronie 15 wykres 1 naprężenie-odkształcenie nie został przez Autorkę zinterpretowany ani skomentowany. Jakie ważne informacje dla rozprawy Autorka zamierzała z niego wydobyć?



- 8) Na stronie 20 w rozdziale 3.4. pojawił się dwukrotnie ten sam akapit dotyczący neutralności względem emisji CO<sub>2</sub> „bio-popiołów”. Przytaczane pozycje literaturowe są inne tj. [60] i [61] oraz [62] i [63].
- 9) Bardzo ciekawy, poglądowy wykres dotyczący składu chemicznego dodatków mineralnych do cementu przedstawiała Doktorantka na rysunku oznaczonym Fig. 2. Jednak, uważam, że znając skład chemiczny popiołów powstałych ze spalania substancji organicznych, o których mowa w rozdziale 3.4.1., korzystne byłoby ich zaprezentowanie na tle ogólnie znanych dodatków we wspomnianym trójkącie Gibbsa.
- 10) W tabeli 3 w rozdziale 3.4.2.2. prezentowane tendencje nie zostały w tekście w żaden sposób przez Autorkę skomentowane. Nie jest jasne jakie wnioski Autorka zamierzała z niej wyciągnąć.
- 11) W metodyce badań w rozdziale 5.3. zawarte informacje dotyczące wyznaczania modułu sprężystości wydają się być zbędne, skoro Autorka nie planowała realizacji takich badań.
- 12) W rozdziale 6 „Materials”, zostały opisane składniki stanowiące spoiwo wytwarzanych kompozytów - cement portlandzki CEM I o klasie wytrzymałości 42,5 oraz spoiwo wapienne. O ile Autorka zdefiniowała ich skład chemiczny, o tyle w opisie zabrakło podstawowych cech użytkowych wybranego cementu, a także informacji dotyczących rodzaju spoiwa wapiennego, czy zastosowano go w formie wapna gaszonego czy palonego. Ponadto podany skład chemiczny podany jest jedynie w około 90%. Nie wiadomo, co stanowi pozostałą część spoiwa wapiennego.
- 13) W tabeli 6 w rozdziale 6.3. „Waste additives”, skład chemiczny popiołu SCBA przekracza 100%, natomiast w przypadku RHA podany został skład w około 80%. Zastanawia również wartość gęstości właściwej obydwu dodatków, który jest jednakowy i wynosi 2,43 g/cm<sup>3</sup>. Czy trzykrotnie większa zawartość węgla w SCBA nie wpłynie na zmianę wartości tej cechy? W jaki sposób oznaczono gęstość właściwą tych materiałów oraz jak oznaczano zawartość węgla?
- 14) W rozdziale 6 „Materials”, podrozdziały od 6.3.1. do 6.3.4. dotyczące opisu właściwości zastosowanych w badaniach popiołów z wycieczyn z trzciny cukrowej i łusek ryżowych oraz włókien naturalnych i sztucznych, stanowią szeroko zakrojoną analizę literatury dotyczącą ich zastosowania w materiałach budowlanych. Wydaje się więc, że skąd inąd te interesujące informacje, powinny znaleźć się w części poświęconej analizie literatury, a nie w części badawczej. Według mojej opinii zabrakło w tym przypadku pełniejszej charakterystyki zastosowanych komponentów analizowanych zapraw.
- 15) W kluczowej dla rozprawy tabeli 8 brakuje jednostek w jakich Autorka podaje proporcje składników. Nie jest także jasne na jaką objętość projektowano mieszankę. Z analizy podanych proporcji nie wynika, że składy odnoszą się do 1m<sup>3</sup> materiału, jak to najczęściej w literaturze zostało przyjęte. Zmienne wartości w/c w przypadku CM i CA sugerują, zróżnicowaną ilość wody w składzie, co może utrudniać analizę porównawczą otrzymanych rezultatów. Wydaje się, że w tabeli należałoby podkreślić, np. w postaci dodatkowej kolumny, stałą wartość wskaźnika w/s, gdzie w skład spoiwa należy włączyć składniki RHA, SCBA, LS.



Ponadto w tabeli 8 podano informację o zastosowaniu cementu CEM II, natomiast wcześniej opisana charakterystyka cementu odnosi się do CEM I. Pojawił się także błąd w składzie kompozytu referencyjnego CA. Podana wartość w/c+L powinna wynosić 0,69, a nie 0,44. Podobny błąd pojawia się również w tabeli 9.

- 16) Ze względu na znacznie zróżnicowaną gęstość włókien naturalnych i PP ( $PP=0,91 \text{ g/cm}^3$ ,  $S=1,58 \text{ g/cm}^3$ ), stosowanie ich w jednakowej proporcji masowej powoduje ich znaczące zróżnicowanie w dozowaniu w ujęciu objętościowym. Trudno porównywać ich wpływ na właściwości uzyskanych kompozytów.
- 17) Niektóre ze sformułowań znajdujących się we wnioskach szczegółowych wydają się zbyt oczywiste lub nie potwierdzone w trakcie badań, jak np. to dotyczące wzrostu zawartości powietrza w mieszankach zaprawowych po dodaniu środka APA (Air entraining Plasticizing Admixture) lub fakt, że APA wpływa na postawanie krystalicznych struktur w matrycy kompozytu.

## 6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Tematyka ocenianej rozprawy jest aktualna i stanowi obiekt zainteresowań wielu badaczy, co zostało potwierdzone analizą cytowanej literatury. Doktorantka wniosła duży wkład nowej wiedzy dotyczącej technologii materiałów budowlanych wykorzystujących składniki pochodzenia roślinnego, wpisującej się w trend zrównoważonego rozwoju w budownictwie.

Jak wykazano powyżej rozprawa doktorska Pani mgr inż. Jyoti Rashmi Nayak spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 art. 187) w zakresie: i) ogólnej wiedzy Kandydatki w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, zwłaszcza w subdyscyplinie inżynierii materiałów budowlanych, ii) umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, iii) rozwiązania postawionego problemu naukowego. Biorąc pod uwagę wszystko co wyżej, wnioskuję o dopuszczenie przedłożonej rozprawy do publicznej obrony.

✓ dr hab. inż. Tomasz Zdeb  
prof. Politechniki Krakowskiej