

**Silesian University of Technology**

Faulty of Civil Engineering

Department of Building Processes and Building Physics

**PhD Dissertation**

**Analysis of impact of selected natural waste fibers and ashes  
on properties of mortars**

Author: **MSc Eng. Jyoti Rashmi Nayak**

Doctoral School, Silesian University of Technology

Supervisor: dr hab. inż. Jerzy Bochen prof PŚ,

Assistant supervisor: dr inż. Małgorzata Gołaszewska

Discipline: Civil Engineering, Geodesy and  
Transport

Department of Building Processes and Building  
Physics

Gliwice, 2023

## Streszczenie Pracy doktorskiej

Niniejsza rozprawa doktorska, w której przedstawione są badania nad odnawialnymi, przyjaznymi dla środowiska materiałami budowlanymi, ma za cel przyczynić się do rozwoju w dziedzinie materiałów budowlanych. Badane materiały są tworzone m.in. z odpadowego popiołu z biomasy, takiego jak popiół z łusek ryżowych, popiół z wyłoków z trzciny cukrowej oraz mączki wapiennej jako dodatków do cementu, a także włókien naturalnych z materiałów odpadowych, takich jak juta i sizal, oraz polipropylen. Długoterminowe cele obejmują opracowanie innowacyjnych, ekologicznych materiałów budowlanych wpisując się w obszar związany z wykorzystaniem naturalnych materiałów odpadowych i ich recyklingiem, czyli ochroną środowiska i zrównoważonym budownictwem.

Pierwszą część badań przeprowadzono w celu zbadania właściwości fizycznych, mechanicznych i mikrostrukturalnych zapraw z włókien naturalnych z juty, sizalu i polipropylenu, które są powszechnie dostępne w Azji. Następnie dokonano przeglądu porównania wpływu materiałów odpadowych: juty i sizalu z włóknem polipropylenowym na właściwości zaprawy. W badaniu opracowano kompozytowy materiał cementowy wzmocniony włóknami, z cementem jako podstawowym spoiwem, a także z wapnem cementowym i cementem z domieszką uplastyczniającą (APA), aby sprawdzić możliwość praktycznego zastosowania. Następnie przeprowadzono testy konsystencji w celu sprawdzenia wpływu włókien na zachowanie cementu stabilizowanego różnymi spoiwami cementowymi. W drugiej części badań wykonano zaprawy zastępując cement popiołem z łusek ryżu, popiołem z wyłoków trzciny cukrowej i mączką wapienną w ilości 5%, 10 i 15%. Następnie przeanalizowano wyniki w celu sprawdzenia możliwego zastosowania. W badaniach zbadano wybrane właściwości zapraw, w tym zawartość powietrza, konsystencję, wytrzymałość na ścislenie, wytrzymałość na zginanie i skurcz. Aby uzyskać charakterystykę mikrostruktury, przeprowadzono testy skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i porozymetrii rtęciowej (MIP).

Praca składa się z dwóch zasadniczych części: studialnej i badawczej, które rozdzielone są na 11 rozdziałów zawierających: studia literaturowe, prezentację, analizę i dyskusję wyników oraz wnioski. Pierwsze trzy rozdziały obejmują wprowadzenie, wymagania stawiane zaprawom tynkarskim i murarskim oraz studia literaturowe. Studia literaturowe dotyczą przeglądu publikacji prac badawczych na temat wpływu dodatków odpadowych zastosowanych w dysertacji, na właściwości fizyczne i mechaniczne, w tym skurcz zapraw. Studia te pozwoliły na uchwycenie braków co umożliwiło określenie zakresu podjętych badań. Na tej podstawie w kolejnym rozdziale (rozdział 4) określony został cel, zakres pracy i teza pracy. Przyjęto tezę, że naturalne odpadowe włókna (jutowe i sizalowe) i popioły (z łusek ryżowych i trzciny cukrowej) wpływają na właściwości zapraw, zarówno mechaniczne jak i fizyczne, w tym mikrostrukturalne. Następnie autorka przedstawiła zastosowane metody badawcze (r.5) i użyte do badań materiały (r.6,7). W dalszych rozdziałach (r.8,9) przedstawiono wyniki i analizę badań właściwości zapraw o różnych modyfikacjach składu.

Wyniki uzyskane w przeprowadzonych badaniach pokazują, że dodatek włókien jutowych i dodatkowych materiałów cementowych (SCM) może poprawiać właściwości kompozytów cementowych. Co więcej, dodatek włókien jutowych zwiększa wytrzymałość na ścislenie i rozciąganie w porównaniu z zaprawą bez włókien, a także poprawia badane właściwości świeżej zaprawy. Badania mikrostrukturalne wykazały lepszą przyczepność włókien jutowych niż innych badanych rodzajów włókien. Zastosowanie popiołu z biomasy poprawia natomiast właściwości mechaniczne zaprawy, co skutkuje możliwością przygotowania materiałów budowlanych zgodnych z zasadą zrównoważonego rozwoju. Zastosowanie popiołu z łusek ryżowych i wyłoków z trzciny cukrowej wykazało poprawę zarówno wytrzymałości na ścislenie, jak i na zginanie przy poziomie

substytucji cementu 10%. Można zauważyć, że popiół z wytlóków trzciny cukrowej działa bardziej jak materiał wypełniający, a tym samym zmniejsza pęknięcia i puste przestrzenie w matrycy cementowej. Przeprowadzone badania wykazały korzystne właściwości uzyskanych zapraw z dodatkiem naturalnych materiałów odpadowych, takich jak włókna juty czy popiół. Materiały takie można uznać za ekologiczne i przyjazne dla środowiska w ich zastosowaniu w budownictwie.

Jyoti Rashmi Nayak  
11/12/2023