

Doktorant: mgr inż. Dominik Smyczek

Promotor: dr inż. hab., prof. PŚ Beata Łaźniewska-Piekarczyk

## Abstract

This dissertation addresses the possibility of producing geopolymer mortars using the addition of glass and mineral wool waste and assessing the effect of this addition on the properties of the obtained geopolymer. The thesis was divided into two main parts. The first part is dedicated to the analysis of accessible literature sources describing the present state of knowledge in the subject area and the second part is dedicated to the own research. In the literature review part, attention was focused on the problem of mineral wool waste management. The wool production process is also discussed in detail, taking into account the waste generated during the production cycle. The importance of the wool waste stream coming from the assembly or demolition of buildings is also highlighted. The literature analysis provides an overview of the described recycling methods for wool waste. This was followed by a description of the geopolymer manufacturing process and an analysis of the raw materials described in the literature sources that can be used to manufacture geopolymers. The information available in the literature on mineral wool-based geopolymers was also analyzed. Concluding on the existing information on the properties of geopolymers made from mineral wool waste, a research gap was identified. This dissertation is a form of filling this gap.

The second part of the thesis devoted to the author's research was divided into two research blocks. Block I was dedicated to preliminary research, involved mainly in the description of the process of preparation and pulverizing of wool waste to a form acceptable for use in alkali activation. Block II, focused on fundamental research, was concerned directly with testing the geopolymer samples obtained. The studies concerned the evaluation of mechanical properties, insulating properties, resistance to sulphate environment and analysis of the possibility of immobilization of harmful substances by geopolymer mortars. The results obtained enhanced the knowledge of the mechanical properties of wool waste-based geopolymers and the agents that shape these characteristics. The results of this work confirm the improved flexural strength of geopolymer binders, where the use of wool fibers can serve as additional micro-reinforcement to improve this mechanical property. The evaluation of the insulating properties provided information that the right direction to reduce the thermal transmittance is the foamed geopolymer production technique. The results of this dissertation also provided information on the excellent resistance to the sulphate environment of wool based geopolymers. Analysis of the ability of geopolymers to immobilize harmful substances has shown that they can be excellent immobilizers of harmful substances including phenol and formaldehyde.

Dominik Smyczek  
16.09.2024 r.

Doktorant: mgr inż. Dominik Smyczek

Promotor: dr inż. hab., prof. PŚ Beata Łażniewska-Piekarczyk

## Streszczenie

W niniejszej rozprawie podjęto problematykę możliwości wytwarzania zapraw geopolimerowych z wykorzystaniem dodatku odpadu wełny szklanej i mineralnej oraz oceny wpływu tego dodatku na właściwości uzyskanego geopolimeru. Praca została podzielona na dwie zasadnicze części. Część pierwszą poświęconą analizie dostępnych źródeł literaturowych opisujący obecny stan wiedzy w przedmiotowym zakresie oraz część drugą poświęconą badaniom własnym. W części dotyczącej analizy literatury zwrócono uwagę na problem związany z zagospodarowaniem odpadu wełny mineralnej. Omówiono szczegółowo proces produkcyjny wełny z uwzględnieniem odpadów powstających w cyklu produkcyjnym. Podkreślono również znaczenie strumienia odpadów wełny pochodzącego z demontażu lub rozbiórki budynków. Analiza literatury zawiera przegląd opisanych metod recyklingu odpadu wełny. Następnie dokonano opisu procesu wytwarzania geopolimerów oraz analizy opisanych w źródłach literaturowych surowców, które mogą być wykorzystane do wytwarzania geopolimerów. Przeanalizowano również dostępne w literaturze informacje na temat geopolimerów na bazie wełny mineralnej. Konkludując dostępne informacje na temat właściwości spoiw geopolimerowych wykonanych na bazie odpadów wełny mineralnej stwierdzono pewną lukę badawczą. Niniejsza rozprawa doktorska jest formą uzupełnienia tej luki.

Druga część pracy poświęcona badaniom własnym została podzielona na dwa bloki badawcze. Blok I poświęconym badaniom wstępnym, czyli pracom przygotowawczym związanym głównie z opisem procesu przygotowania oraz rozdrobnienia odpadu wełny do postaci możliwej do zastosowania w aktywacji alkalicznej. Blok II poświęcony badaniom zasadniczym dotyczył już bezpośrednio badań uzyskanych próbek geopolimeru. Badania dotyczyły oceny właściwości mechanicznych, właściwości izolacyjnych, odporności na środowisko siarczanowe oraz analizę możliwości immobilizacji substancji szkodliwych przez zaprawy geopolimerowe. Uzyskane wyniki pogłębiły wiedzę na temat właściwości mechanicznych geopolimerów na bazie odpadów wełny oraz czynników kształtujących te cechy. Wyniki pracy potwierdzają doskonałą wytrzymałość na zginanie spoiw geopolimerowych, gdzie wykorzystanie włókien wełny może pełnić rolę dodatkowego mikrozbrojenia poprawiając tą właściwość mechaniczną. Ocena właściwości izolacyjnych dostarczyła informacji, iż właściwym kierunkiem w celu obniżenia współczynnika przenikania cieplnego jest technika wytwarzania pianogeopolimerów. Wyniki niniejszej pracy doktorskiej dostarczyły również informacji na temat doskonałej odporności na środowisko siarczanowe geopolimerów wytworzonych na bazie wełny izolacyjnej. Analiza zdolności zatrzymywania substancji szkodliwych przez geopolimery ukazała, iż mogą one być doskonałym immobilizatorem substancji szkodliwych takich jak fenol czy formaldehyd.

Dominik Smyczek, 16.09.2024 r.