

dr hab. inż. Marta Kadela, prof. Instytutu
Instytut Techniki Budowlanej
ul. Filtrowa 1
00-611 Warszawa
e-mail: m.kadela@itb.pl

Warszawa, 13 grudnia 2024 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Adam Chleboś** pt.:

„Kształtowanie właściwości cementowo-polimerowych zaprawa uszczelniających”

Promotor: dr hab. inż. Wacław Brachaczek, prof. UBB

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie uchwały nr 85/35/II/2023/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Uniwersytetu Bielsko-Bialskiego z dnia 3 października 2024 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów pracy doktorskiej mgr inż. Adama Chlebosia oraz zgodnie z prośbą Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny, dr. hab. inż. Janusza Fabii, prof. UBB, sformułowaną w piśmie nr W2-K_21/20/2024 z dnia 4 października 2024 r.

2. Ocena zasadności podjęcia tematu

Tematyka pracy dotyczy materiałów przeznaczonych do wykonywania hydroizolacji, przy czym tematyka ta skupia się wokół kilku bardzo ważnych zagadnień, a mianowicie zagadnień związanych z wpływem wilgoci na budynki, wykorzystanie składników pochodzenia odpadowego oraz redukcja emisji CO₂ poprzez ograniczenie udziału w składzie badanych zapraw cementu portlandzkiego CEM I. Powyższe zagadnienia są bardzo aktualne w świetle poszukiwania nowych rozwiązań wpisujących się w zagadnienia zrównoważonego rozwoju jak również w szczególności z uwagi na ostatnie wydarzenia występowania zjawisk ekstremalnych (powodzi).

W analizowanej pracy Kandydat podejmuje ważne zagadnienie określenia wpływu dodatków mineralnych, takich jak granulowany żużel wielkopiecowy, popiół lotny krzemionkowy czy zmielony wapień, na właściwości cementowo-polimerowej zaprawy uszczelniającej. Pomimo, że dodatki mineralne są często przedmiotem badań kompozytów cementowych, to brakuje danych dotyczących wpływu ubocznych produktów przemysłowych na właściwości zapraw uszczelniających, w szczególności na właściwości modyfikowanych kompozytów cementowych stricte związanych z ich zastosowaniem w aspekcie hydroizolacji. W tym zakresie niniejsza praca stanowi duży krok w stanie wiedzy z zakresu zapraw uszczelniających i wpisuje je w zagadnienia niskoemisyjnych wyrobów budowlanych.

Kandydat przedstawił także wytyczne stosowania opracowanych zapraw uszczelniających, co stanowi praktyczny aspekt proponowanych rozwiązań i umożliwia ich aplikację w środowisku budowlanym.

Osobną kwestię stanowi fakt, że Kandydat do oceny wpływu modyfikatorów polimerowych na mikrostrukturę zaprawy stosował stosunkowo nowe, zaawansowane metody

badawcze. Badania zostały przeprowadzone przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowa SEM-EDS. Przeprowadzenia takich badań oraz analizy ich wyników wymaga dużej wiedzy oraz umiejętności poszukiwania. Wpisuje się również w umiejętność wykorzystywania nowoczesnych technik badawczych

Mając powyższe na uwadze należy stwierdzić, iż podjęty temat rozprawy jest zarówno ważny i cenny z naukowego punktu widzenia, jak i posiada wartość użyteczną.

3. Krótka charakterystyka i zakres pracy

Przedstawiona do recenzji praca ma charakter pracy badawczej. Rozprawa została przedstawiona na 139 stronach maszynopisu formatu A4, które obejmują część zasadniczą (111 stron), składającą się z 8 rozdziałów, w tym przeglądu literatury, celu i przyjętych tez rozprawy, części badawczej oraz wniosków. Poza tym w pracy zamieszczono spis literatury (4 strony) oraz streszczenia w języku polskim i angielskim (4 strony), jak również bibliografia (11 stron) i spis ilustracji (4 strony), tabel (1 strona) oraz dorobek naukowy Kandydata (4 strony). W rozprawie zawarto 49 rysunków i 11 tablic.

Rozdział 1 i 2 stanowią odpowiednio streszczenie przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej w języku polskim i angielskim.

Rozdział 3 (*Wstęp*) stanowi bardzo zwięzłe wprowadzenie w tematykę przedmiotu rozprawy i zasadność jego podjęcia.

W rozdziale 4 (*Przegląd literatury*) omówione zostały wpływ wilgoci na degradację budynku, sposoby oddziaływania wilgoci na budynek, mechanizm zawilgocenia murów, materiały do wykonywania izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych. Ponadto w rozdziale tym szeroko zostało przedstawione zagadnienie cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających, wskazując tutaj na ich istotę, wymagania normowe oraz charakterystykę składników takich zapraw.

W rozdziale 5 określono *cel, tezy i zakres pracy*, wskazując jako główny cel dysertacji opracowanie uniwersalnej receptury jednokomponentowej cementowo-polimerowej zaprawy uszczelniającej przeznaczonej do wykonywania pionowych i poziomych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych z wykorzystaniem dodatków mineralnych.

Rozdział 6 (*Część materiałowa*) stanowi opis składników zaprawy uszczelniającej. W sposób zwięzły przedstawiono odpowiednio cement, wapno hydratyzowane, modyfikatory polimerowe, kruszywa, domieszki i mikrobrojenie. Ponadto wypisano i przedstawiono skład chemiczny stosowanych w badaniach dodatków mineralnych, tj. granulowanego żużla wielkopieczowego, popiołu lotnego krzemionkowego, pyłu krzemionkowego, zmielonego wapienia.

W rozdziale 7 (*przygotowania i skład próbek zapraw uszczelniających*) przedstawiono program prac badawczych. Następnie opisano kolejno przygotowanie suchych mieszanek, ciekłych składników zapraw dwukomponentowych oraz mieszanie zapraw z wodą lub komponentem płynnym. W dalszej części podano skład receptury do określania wpływu modyfikatorów polimerowych oraz do określania wpływu dodatków mineralnych..

W rozdziale 8 (*Metodyka badań*) przedstawiono opis stosowanych metod badawczych. Przedstawiono opis pomiaru konsystencji, wodoszczelności, przyczepności do podłoża. Ponadto opisano badanie zdolności do mostkowania pęknięć, badanie mikrostruktury, badanie

porowatości i badanie porowatości po kondycjonowaniu w komorze starzeniowej, jak również pomiar odkształcalności poprzecznej.

Rozdział 9 (Wyniki badań i dyskusja) stanowi główną część pracy badawczej. W pierwszej części przedstawiono wyniki pierwszego etapu badawczego tj. doboru odpowiedniego modyfikatora polimerowego i jego udziału masowego w składzie zaprawy uszczelniającej. W tym zakresie rozpatrzono wpływ modyfikatora polimerowego na konsystencję, szczelność, przyczepność i mikrostrukturę zaprawy oraz zdolność zaprawy do mostkowania pęknięć.

W drugiej części natomiast sprawdzono wpływ dodatków mineralnych pochodzenia odpadowego na właściwości zaprawy uszczelniającej. Stosowano dodatki w ilości 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% i 15% masowych cementu CEM I. W tym zakresie rozpatrzono wpływ dodatków mineralnych na konsystencję zaprawy, zdolność zaprawy do mostkowania rys podłoża oraz szczelność, przyczepność, porowatość i elastyczność zaprawy. Przeprowadzono także analizę wpływu dodatków mineralnych w składzie spoiwa na trwałość zaprawy określoną jako zmiana porowatości powierzchniowej po dojrzewaniu w komorze starzeniowej. Ponadto przeprowadzono ocenę jednoczesnego wpływu dwóch dodatków mineralnych na szczelność i przyczepność zaprawy uszczelniającej.

W **rozdziale 10 (Praktyczne aspekty dotyczące zapraw uszczelniających)** przedstawiono sposób przeprowadzenia zabiegu hydroizolacji przy użyciu cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających. Wytyczne te zostały opracowane na bazie własnego doświadczenia zdobytego przez Kandydata podczas pracy w laboratorium badań i rozwoju producenta materiałów budowlanych, zwłaszcza w czasie opracowywania receptur cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających.

Praca została zakończona wnioskami, podanymi w **Rozdziale 11**. Kandydat w sposób zwięzły przedstawił wnioski z przeprowadzonego programu badawczego.

W pracy powołano się na 137 pozycji literaturowych, z których większość prac to prace, opublikowane w ciągu ostatnich 20 lat. Wśród podanych pozycji Kandydat jest autorem i/lub współautorem sześciu publikacji, natomiast 16 pozycji to dokumenty normatywne.

4. Ocena formalna (Ocena programu, zakresu pracy i problemu naukowego)

Przedstawiona do recenzji praca ma charakter badawczy i obejmuje ważne zagadnienia naukowe z zakresu opracowania receptury jednokomponentowej cementowo-polimerowej zaprawy uszczelniającej przeznaczonej do wykonywania pionowych i poziomych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych z wykorzystaniem dodatków mineralnych.

Celem oryginalnego rozwiązania postawionego problemu naukowego przyjęty został obszerny program badawczy, który był podzielony na dwa etapy, w których odpowiednio przedmiotem analizy był:

- a) dobór odpowiedniego modyfikatora polimerowego i jego udziału masowego w składzie zaprawy uszczelniającej,
- b) sprawdzenie wpływu dodatków mineralnych pochodzenia odpadowego na właściwości zaprawy uszczelniającej.

Każdorazowo Kandydat wykonał szereg badań laboratoryjnych, m.in. badanie konsystencji, szczelności, przyczepności oraz zdolności zaprawy do mostkowania pęknięć. Ponadto przedmiotem analizy była mikrostruktura zaprawy. Przeprowadzono także analizę wpływu dodatków mineralnych w składzie spoiwa na trwałość zaprawy określoną jako zmiana porowatości powierzchniowej po dojrzewaniu w komorze starzeniowej. Ponadto przeprowadzono ocenę jednoczesnego wpływu dwóch dodatków mineralnych na szczelność i przyczepność zaprawy uszczelniającej.

Na podstawie wyników badań, Kandydat opracował recepturę zaprawy wzorcowej poprzez dobór odpowiedniego modyfikatora polimerowego. Zadanie to wykonał bazując na badaniach wpływu modyfikatorów polimerowych na podstawowe właściwości zapraw uszczelniających. Następnie Pan mgr inż. Adam Chleboś opracował zmodyfikowaną recepturę zaprawy uszczelniającej z dodatkami mineralnymi. W tym celu analizował wpływ dodatków mineralnych, stanowiących składniki pochodzenia odpadowego jako zamiennika cementu portlandzkiego CEM I, z uwagi na właściwości tej zaprawy.

Każdy etap został wnikliwie opisany w pracy, a wyniki przeanalizowane. Analizy te zostały przygotowane odpowiednim warsztatem pracy w zakresie analizy literatury dotyczącej analizy zagadnienia oddziaływania wilgoci na budynek, w tym również materiałów do wykonywania izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych. Na szczególną uwagę w tym zakresie zasługuje analiza przedstawionego zagadnienie cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających, wskazująca na ich istotę, wymagania normowe oraz charakterystykę składników takich zapraw.

Wszystkie prace badawcze wykonane w przedstawionej do oceny dysertacji zostały udokumentowane licznymi fotografiami oraz analizą danych przedstawioną w formie graficznej. Przeprowadzony w odpowiednich krokach program badawczy wskazuje na duży potencjał Kandydata. W tym miejscu należy podkreślić, że każde z tych zagadnień wymagało odpowiedniej pracy, przygotowania i analizy danych.

Mając powyższe na uwadze uznaje się zarówno program prac badawczych za właściwy i kompleksowy, zawierający podejście badawcze, a zarazem inżynierskie.

Zakres pracy obejmuje szerokie spectrum od projektowania receptur wzorcowych oraz receptur zapraw cementowo-polimerowych z dodatkami mineralnymi pochodzenia odpadowego poprzez przeprowadzenie badań laboratoryjnych mieszanki i stwardniałego zmodyfikowanego kompozytu cementowego. Równocześnie informacje przedstawione są w sposób zwięzły, zakres pracy jest odpowiednio ułożony, a poszczególne tematy/rozdziały, bezpośrednio z siebie wynikają.

Przedstawiony przez Kandydata w dysertacji problem naukowy dotyczący opracowania receptury jednokomponentowej cementowo-polimerowej zaprawy uszczelniającej przeznaczonej do wykonywania pionowych i poziomych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych z wykorzystaniem dodatków mineralnych został moim zdaniem w sposób oryginalny rozwiązany. Pan mgr inż. Adam Chleboś, bazując na własnych wynikach badań laboratoryjnych, opracował receptury takich zapraw, co stanowi oryginalne osiągnięcie Kandydata. Należy także podkreślić kompleksowe podejście Kandydata do realizowanego tematu w zakresie wykonanych badań laboratoryjnych i analizy wyników badań. Ponadto Pan mgr inż. Adam Chleboś opracował metodę przeprowadzania zabiegu hydroizolacji przy użyciu cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających, co stanowi wyjątkowy wkład doktoranta

o potencjalne aplikacyjnym. W tym miejscu należy wskazać, że rozwiązanie to zostało wdrożone w rzeczywistym obiekcie budowlanym, co zostało przedstawione w dysertacji.

Podsumowując, Kandydat wykazał się przygotowaniem do prowadzenia prac badawczych, analizy wyników oraz umiejętnością wskazania potencjału aplikacyjnego analizowanego w pracy zagadnienia. Świadczy to o gotowości Kandydata do uzyskania stopnia doktora nauk technicznych.

5. Ocena w zakresie redakcji naukowej

Praca jest napisana poprawnym językiem. Kandydat przedstawia sformułowany problem badawczy w jasny sposób i bardzo przystępny językowo, stosując poprawną terminologię. Dokumentacja fotograficzna z badań oraz przedstawione wyniki w formie graficznej w dużej liczbie ułatwiają odbiór przez czytelnika i podnoszą wartość merytoryczną rozprawy doktorskiej.

Kandydat nie ustrzegł się jednak drobnych błędów, takich jak brak podrozdziału 9.1 czy brak zakresu pracy. Niemniej jednak nie wpływają one w sposób istotny na wartość przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej.

Praca składa się z odpowiednio wydzielonych części pracy. Niedoskonałość stanowi nazwanie tytułu rozdziału 10 jako Praktyczne aspekty dotyczące zapraw uszczelniających, podczas gdy są to wytyczne stosowania opracowanych zapraw uszczelniających, stanowiących również osiągnięcie Kandydata.

6. Uwagi krytyczne i pytania recenzentki do pracy

W tym miejscu chcę zaznaczyć, że przedstawioną do recenzji pracę uważam za bardzo wartościową i potrzebną w zakresie wyrobów budowlanych stosowanych do wykonywania pionowych i poziomych izolacji przeciwwilgociowych oraz przeciwwodnych. Zastosowanie w składzie cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających składników pochodzenia odpadowego stanowi duży krok w stanie wiedzy z zakresu zapraw uszczelniających i wpisuje je w zagadnienia niskoemisyjnych wyrobów budowlanych.

Pan mgr inż. Adam Chleboś nie przedstawił jednak zbiorczego zestawienia danych, wskazując który dodatek mineralny i w jakiej zawartości decyduje o sukcesie proponowanego rozwiązania. Wiąże się z tym kolejne zachodzące pytanie o kierunki dalszego modyfikowania tego kompozytu i ich zasadność. Zdaniem recenzentki przedstawione zagadnienie powinno być rozważane w kontekście również właściwości mechanicznych i trwałościowych. Czy Kandydat prowadził takie badania? Jak wyniki tych badań mogą wpłynąć na proponowane zastosowanie opracowanych cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających z dodatkami mineralnymi?

Kandydat nie przedstawił wyników cząstkowych dla poszczególnych badań. Odchylenie standardowe zostało przedstawione wyłącznie na rysunkach (rys. 39 i rys. 40). Czy otrzymany rozrzut wyników badań laboratoryjnych dla poszczególnych badań był znaczny czy nieznaczny?

Ponadto kandydat nie przedstawił dalszych kierunków prac badawczych, stąd zachodzi pytanie o dalsze prace badawcze, jakie Kandydat zamierza realizować.

Bardzo proszę o uzupełnienie tych informacji w trakcie publicznej obrony.

7. Ocena końcowa

Zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) rozprawa doktorska powinna prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, jak również powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej. Stwierdzam, że warunki te w odniesieniu do rozprawy **mgr. inż. Adama Chlebosia** pt.: *„Kształtowanie właściwości cementowo-polimerowych zaprawa uszczelniających”* zostały spełnione. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Adama Chlebosia** do publicznej obrony. Ponadto z uwagi na osiągnięcie naukowe o znacznym potencjale aplikacyjnym w zakresie wykorzystania cementowo-polimerowej zaprawy uszczelniającej do wykonywania pionowych i poziomych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych z wykorzystaniem dodatków mineralnych, wykazany warsztat Kandydata w zakresie stosowania zaawansowanych technik pomiarowych, jak również mając na uwadze znaczny dorobek naukowy Pana mgr. inż. Adama Chlebosia wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Samodzielne Stanowisko
ds. Projektów Badawczych

dr hab. inż. Marta Kadela, prof. ITB