

Lublin, 05.10.2023r.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Wojciech Franus
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechniki Lubelskiej
Nadbystrzycka 40
20-617 Lublin
Tel. kom. +48 606 303 403
E-mail: w.franus@pollub.pl

Adresat Recenzji:

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Rada Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport
Politechnika Rzeszowska
ul. Poznańska 2
35-084 Rzeszów

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marii Pietras

pt.: *„Właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych dodatkami pylistymi
a morfologia powierzchni przelomu”*

1. Podstawa formalna

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowi uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Rzeszowskiej z dnia 12 lipca 2023 roku podpisana przez Przewodniczącego Rady Pana prof. dra hab. inż. Tomasza Siwowskiego.

2. Tematyka rozprawy

Tematyka rozprawy dotyczy rozpoznania zależności pomiędzy właściwościami mechanicznymi a morfologią powierzchni przelomów kompozytów cementowych, w których

jako substytut cementu zastosowano: metakaolinit lub zeolit w ilości od 5% do 14% w stosunku do masy początkowej cementu.

Pomimo stosunkowo dużej ilości prac w zakresie stosowania różnego rodzaju substytutów cementu w produkcji materiałów budowlanych Autorka podjęła próbę znalezienia obszarów badawczych, które powinny zostać uzupełnione nową wiedzą i z tej próby doskonale się wywiązała. Zwłaszcza w zakresie powiązania właściwości badanych materiałów z ich strukturą opisaną parametrami właściwymi dla geometrii fraktalnej.

Wybrana tematyka rozprawy jest niezwykle aktualna i wpisuje się w całej rozciągłości 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.

3. Układ redakcyjny pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Marii Pietras ma typowy układ pracy studialno-badawczej. Praca ujęta jest w 8 rozdziałach, poprzedzonych spisem treści i wykazem ważniejszych oznaczeń stosowanych w rozprawie a zakończona bibliografią, wykazem norm oraz streszczeniami w językach polskim i angielskim. Całość zawiera 150 stron formatu A4. Część pierwszą rozprawy, studialną stanowi wprowadzenie do tematu i przedstawienie stanu wiedzy na podstawie studium literatury oraz cel, zakres i tezy pracy (rozdziały 1-3), a część druga – doświadczalna, obejmuje metodykę przeprowadzonych badań ich wyniki, analizy i wnioski końcowe (rozdziały 4-8).

Rozdział pierwszy stanowi, krótkie 1-stronicowe wprowadzenie w tematykę rozprawy. W rozdziale 2 (27 stron) Autorka w oparciu o literaturę tematu przedstawiła podstawowe informacje dotyczące wybranych dodatków pylastych zastosowanych w recenzowanej pracy. Rozpoczyna od krótkiego opisu metakaolinitu a następnie przechodzi do oceny wpływu tego dodatku na wytrzymałość na ściskanie, zginanie i odporność na pękanie kompozytów o matrycy cementowej oraz odporność na korozję chlorkową, siarczanową, wodoprzepuszczalność, porowatość i morfologię powierzchni przełamów uzyskanych kompozytów. Podobną strategię opisu autorka stosuje względem drugiego dodatku czyli zeolitu, który wykorzystuje w swoich badaniach a mianowicie zeolitu. Jednak w przypadku tego materiału opisy są znacząco rozbudowane w stosunku do metakaolinitu. Autorka omawia właściwości tej grupy minerałów, ich budowę, klasyfikację i podział ze względu na

pochodzenie, stosunek Si/Al, wielkość porów, typ przestrzeni sorpcyjnej, kończąc kierunkami zastosowania tych materiałów. W tej części pracy znajdują się liczne powtórzenia treści zawartych w poszczególnych podrozdziałach, wiele informacji jest zbędnych dla czytelnika który zainteresowany jest zastosowaniem tej grupy minerałów z technologiach produkcji materiałów budowlanych. Niestety Doktorantka cytuje w tej części pracy informacje błędnie podane przez innych autorów np. „... poza złożami klinoptylolitu w Polsce (Sudety) dostępne są ...”. Jedyne w Polsce potencjalne złoża zeolitów znajdują się w jednostce skolskiej Karpat fliszowych na SE od Rzeszowa. Wystąpienia w Sudetach mają charakter ciekawostek mineralogicznych, nie tworzą nagromadzeń, których eksploatacja i przeróbka przynosi korzyści ekonomiczne – czyli złóż mineralnych. Istotną składową podrozdziału o zeolitach jest przedstawienie wpływu ich dodatku na wytrzymałość na ściskanie i zginanie kompozytów o matrycy cementowej. Autorka omawia też wpływ ich dodatku na porowatość betonu, odporność na korozję siarczanową i morfologię powierzchni przełomów. Część teoretyczną pracy kończy rozdział zatytułowany „Cel, zakres i tezy pracy”. W mojej opinii rozdział ten powinien zostać znacząco przebudowany. Akapit zatytułowany „Wprowadzenie do tezy pracy” powinien być podsumowaniem części literaturowej, z uwagi na to, że Autorka przedstawia w nim obszary wiedzy, które należy rozwinąć i zbadać na potrzeby rozwiązania postawionego problemu naukowego. Reasumując, rozdział „Cel, zakres i tezy pracy” powinny rozpoczynać prawidłowo postawione przez Doktorantkę tezy (które aktualnie znajdują się na końcu tego rozdziału):

Teza 1.

Zmiany zachodzące w strukturze kompozytów cementowych modyfikowanych dodatkami wpływają na morfologię przełomów i parametry mechaniczne.

Teza 2.

Istnieje możliwości rozpoznawania wpływu dodatków modyfikujących na parametry mechaniczne kompozytów cementowych na podstawie wyników badań wytrzymałości na rozciąganie, połączonych z wynikami badań chropowatości powierzchni przełomu i wymiaru fraktalnego.

Pozostałe części tego rozdziału czyli cel główny który brzmi: „Uzyskanie wyników wskazujących na korelacje między wynikami badania morfologii przełomów kompozytów cementowych z ich właściwościami mechanicznymi” oraz cele szczegółowe i zakres prac badawczych są poprawne.

Część doświadczalna pracy składa się z charakterystyki zaprawy i materiałów zastosowanych w badaniach, przyjętej metodyki badań, wyników badań oraz ich analizy. Ta część pracy jest ogólnie poprawna, a jedynie co można przypisać Doktorantce to regularność pojawiania się w tekście sentencji słownych w opisie poszczególnych rezultatów badań przez co czytelnik może być przedstawionymi treściami uśpiony. W mojej opinii rozdział „Analiza wyników badań wymaga również odniesienia się Autorki do wyników badań uzyskanych przez innych autorów.

Mimo bardzo wartościowych elementów dysertacji doktorskiej Pani mgr Marii Pietras w treści pracy znajdują się błędy terminologiczne, sformułowania żargonowe oraz drobne błędy językowe zaznaczone w wersji drukowanej pracy. Jedyny błąd, który pozwolę sobie skomentować to pisownia minerału zeolitowego tj. klinoptylolitu – zgodnie z przyjętą nomenklaturą i obowiązującymi w mineralogii nazwami polskimi minerałów powinno się pisać klinoptilolit (Andrzej Manecki, Encyklopedia minerałów, Kraków 2004).

Poza powyższymi drobnymi uchybieniami praca jest zredagowana starannie i napisana poprawną polszczyzną. Moje drobne uwagi, do strony redakcyjnej nie obniżają oceny rozprawy jako wartościowego opracowania naukowego.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter studialno-badawczy. Po wprowadzeniu w problematykę rozprawy, rozpoznaniu literaturowym tematu, sformułowaniu tezy i celów pracy Autorka zrealizowała bardzo obszerny i wielokierunkowy program badawczy, pozwalający na rozwiązanie istotnego problemu naukowego. Tematyka rozprawy jest aktualna i jak wykazała Autorka mimo szerokich badań prowadzonych na świecie, a także w macierzystym ośrodku Doktorantki wiele zagadnień jest jeszcze nie wyjaśnionych a opinie badaczy nie zawsze są zbieżne. Celem rozprawy było wykazanie korelacji między wynikami badania morfologii przełomów kompozytów cementowych a ich właściwościami mechanicznymi. Analizowano wpływ zastąpienia części cementu poprzez metakaolinit i zeolit na wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu oraz wytrzymałość na osiowe rozciąganie kompozytów o matrycy cementowej. Stosunkowo nowym i rzadko opisywanym w literaturze przedmiotu elementem badawczym recenzowanej pracy była analiza wybranych parametrów morfologicznych powierzchni przełomów zapraw ze szczególnym uwzględnieniem wymiaru fraktalnego.

Pragnę już na wstępie mojej recenzji podkreślić, że założony cel udało się Autorce w pełni zrealizować. Sformułowane przez Doktorantkę tezy: „Zmiany zachodzące w strukturze kompozytów cementowych modyfikowanych dodatkami wpływają na morfologie przełomów i parametry mechaniczne” oraz „Istnieje możliwości rozpoznawania wpływu dodatków modyfikujących na parametry mechaniczne kompozytów cementowych na podstawie wyników badań wytrzymałości na rozciąganie, połączonych z wynikami badań chropowatości powierzchni przełomu i wymiaru fraktalnego” zostały udowodnione. Przyjęta koncepcja badań była przemyślana, a zaplanowany program szeroki. Doktorantka wyodrębniła w nim 6 etapów. Etap I obejmował opracowanie planu eksperymentu oraz statystycznej analizy wyników badań dla zapraw modyfikowanych metakaolinitem lub zeolitem. Następnie Autorka przygotowała 9 różnych receptur zapraw modyfikowanych wyżej wymienionymi dodatkami oraz zaprawę porównawczą. Etapy III i IV obejmują badania wytrzymałościowe zaprojektowanych kompozytów po 28 i 90 dniach dojrzewania oraz badania fraktograficzne w tym fraktalne powierzchni przełomów próbek powstałych po zniszczeniu. Te etapy razem z etapem V, który obejmował opracowanie wyników z uwzględnieniem analizy statystycznej, badaniem jednorodności wariancji, istotności współczynników funkcji aproksymacyjnej i jej adekwatności względem wyników badań należy uznać za zasadniczy wkład Doktorantki w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, i jednocześnie pozwalający na udowodnienie założonych tez rozprawy. Ostatni etap VI obejmował opracowanie wniosków.

Realizując tak szeroki zakres badań Autorka uzyskała olbrzymią bazę interesujących wyników, niestety w analizach nie zostało wiele aspektów rozpatrzonych i uwzględnionych w wnioskach końcowych. Uważam, że Autorka powinna to wziąć pod uwagę w dalszej działalności badawczej i wykorzystać przy opracowaniu publikacji.

Do głównych osiągnięć naukowych uzyskanych przez Doktorantkę w wyniku realizacji rozprawy doktorskiej zaliczam:

1. Poszerzenie wiedzy na temat możliwości zastosowania metakaolinitu i zeolitów jako substytutów cementu w projektowaniu właściwości kompozytów cementowych.
2. Udowodnienie, że zmiany w strukturze kompozytów spowodowane zastosowaniem wyżej wymienionych dodatków pylistych wpływają na morfologię powierzchni przełomów i parametry mechaniczne.

3. Wykazanie, że efektem wprowadzenia do kompozytów cementowych badanych dodatków jest ujednoczenie ich mikrostruktury. Bez względu na to czy dany dodatek wykazał wpływ na właściwości wytrzymałościowe czy tylko sprawdzał się jako równoważnik cementu, to w badaniach morfologii powierzchni przełomów uzyskuje się zmniejszenie chropowatości ocenianej wartością wymiaru fraktalnego.
4. Potwierdzenie istnienia zależności między wytrzymałością na ściskanie zapraw modyfikowanych metakaolinitem lub zeolitem oraz wytrzymałością na rozciąganie przy zginaniu tych zapraw, a uzyskanymi zmianami morfologii powierzchni przełomów powstałych w tychże badaniach i określonych wartością wymiaru fraktalnego, są uzyskane wartości współczynników korelacji.
5. Zastosowana metoda wskaźnika pojemności informacyjnej jako metoda doboru zmiennych objaśniających do modelu statystycznego potwierdziła, że stosunek woda/spoiwo i wymiar fraktalny profilu chropowatości to najistotniejsze czynniki opisujące zależność między wytrzymałością a morfologią przełomów badanych zapraw.

5. Uwagi dyskusyjne i krytyczne

Na wstępie chciałbym podkreślić, że przedstawione w niniejszym punkcie uwagi dyskusyjne i krytyczne odnośnie recenzowanej rozprawy zostały podane w charakterze pewnego rodzaju uporządkowania przedstawionych treści z nadzieją, że mogą być przydatne i zostaną wykorzystane w trakcie opracowywania publikacji naukowych kierowanych do czasopism z tej tematyki.

Kilka uwag krytycznych podano już w punkcie 3 przy recenzowaniu układu redakcyjnego poszczególnych rozdziałów pracy.

Mimo bardzo pozytywnej oceny merytorycznej wartości rozprawy doktorskiej, z obowiązku recenzenta poruszę też zagadnienia dyskusyjne, które moim zdaniem powinny być rozwinięte przez Doktorantkę podczas publicznej obrony:

1. Co skłoniło Autorkę do stosowania w tytule i treści pracy słowa „przełom”, czy bardziej właściwym sformułowanie byłoby przełam (co prawda zarezerwowane dla cech fizycznych minerałów).
2. Doktorantka opisując zeolity (fragment tekstu ze strony 19) „Zeolity to naturalne minerały wulkaniczne o szeregu wyjątkowych właściwościach. Unikalność tych

właściwości jest spowodowana charakterystyczną krystalicznością, strukturą zeolitu, a także składem mineralogicznym tej skały”. Nasuwa się zatem pytanie: „czy zeolit jest minerałem czy skałą”?

3. Czy przed rozpoczęciem badań kompozytów cementowych nie powinna być przeprowadzona pełna charakterystyka mineralogiczna obu dodatków?
4. W podrozdziale 7.2.1. Analiza wyników badań wymiaru fraktalnego, str. 118-119 Doktorantka pisze „Odrębnym zagadnieniem było zauważalne zmniejszanie się wymiaru fraktalnego wraz z wydłużaniem okresu dojrzewania zaprawy przy jednoczesnym wzroście wytrzymałości na ściskanie oraz wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i przy rozłupywaniu. Zmniejszenie wartości wymiaru fraktalnego może być wówczas spowodowane dalszymi reakcjami zarówno hydratacji cementu, jak i reakcjami zastosowanych dodatków z produktami powstałymi w wyniku hydratacji cementu”. Poruszone zagadnienie ewentualnej czułości wymiaru fraktalnego na zmiany zachodzące w czasie ma duże znaczenie poznawcze i użytkowe w szerszym poznaniu zjawiska pęknięcia kompozytów z zastosowanymi dodatkami. Szkoda, że Autorka nie poszerzyła tej analizy. Pozostaje również pytanie czy złagodzenie linii profilowej ewentualnie profilu chropowatości świadczy (zawsze) o poprawie jednorodności materiału? Czy stwierdzenie to nie powinno zostać poparte innymi wynikami badań (m. in. SEM)?

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując niniejszą recenzję uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marii Pietras jest pracą wartościową i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Realizacja zaplanowanego przez Doktorantkę programu badań potwierdza, że jest Ona doświadczonym badaczem i ma dużą wiedzę dotyczącą projektowania i badania kompozytów cementowych. Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marii Pietras w przedmiotowym temacie wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport w zakresie modyfikacji materiałów cementowych.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne zawarte w recenzji nie obniżają bardzo wysokiej oceny merytorycznej rozprawy, mogą natomiast być pomocne Autorce przy przygotowywaniu fragmentów swej dysertacji do publikacji i do planowania dalszych badań.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Marii Pietras pt. „Właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych dodatkami

pylistymi a morfologia powierzchni przełomu” **spełnia ustawowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim** określone w Ustawie z dnia 3 lipca 2018 roku, przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669), art.14 ust.1, pkt.1, ust.2 pkt.2 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. Nr. 65, poz. 595 z późn. zm.), rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodzie doktorskim...(Dz.U. poz.261) i w związku z tym **wniosuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej.**



Prof. dr hab. inż. Wojciech Franus