

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Wolki pt. "Optymalizacja składu betonu cementowego modyfikowanego zeolitem naturalnym przeznaczonego na nawierzchnie lotniskowe w aspekcie trwałości konstrukcji"

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Wolki pt. „Optymalizacja składu betonu cementowego modyfikowanego zeolitem naturalnym przeznaczonego na nawierzchnie lotniskowe w aspekcie trwałości konstrukcji” jest pismo Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej prof. dr. hab. inż. Marka Iwańskiego (BD-96/19), z dnia 18 kwietnia 2019 roku.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska opracowana na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej, przez mgr inż. Pawła Wolkę pt.: "Optymalizacja składu betonu cementowego modyfikowanego zeolitem naturalnym przeznaczonego na nawierzchnie lotniskowe w aspekcie trwałości konstrukcji". Promotorem w przewodzie doktorskim jest prof. dr hab. inż. Piotr Nita, a promotorem pomocniczym dr inż. Małgorzata Linek. Praca liczy 138 stron maszynopisu, w tym 74 rysunki i 79 tabel. Składa się z czterech rozdziałów: wstępu, analizy problemu, części doświadczalnej, wniosków oraz spisu literatury, który liczy 127 pozycji. W skład rozprawy doktorskiej wchodzi obszerny załącznik liczący 181 stron, zawierający charakterystykę materiałów wyjściowych, projekty mieszanek betonowych, wyniki badań oraz instrukcję technologiczną wykonywania betonów nawierzchniowych z użyciem zeolitu naturalnego.

3. Ocena rozprawy

3.1. Ocena celowości podjęcia tematu, tezy rozprawy

Tematyka recenzowanej pracy związana z modyfikacją właściwości materiału na bazie cementu, w kierunku uzyskania kompozytów o podwyższonych parametrach użytkowych, poprzez stosowanie do tego celu zeolitów, jest od dłuższego czasu przedmiotem zainteresowania badaczy krajowych jak i zagranicznych. Autor rozprawy dał temu wyraz w bogatym przeglądzie literatury. Zainteresowanie tym tematem i dostrzeżenie w nim pewnych dodatkowych elementów, mogących rozszerzyć aktualny stan wiedzy, uważam generalnie za celowe i słuszne z poznawczego, a także aplikacyjnego punktu widzenia.

Jako główny cel rozprawy Autor traktuje wykazanie, że zastąpienie procentowej ilości cementu w składzie mieszanki betonowej naturalnym zeolitem, pozwala na uzyskanie betonu cementowego, o korzystniejszych właściwościach od betonu tradycyjnego, w którym spoiwem jest cement portlandzki. Nie mniej ważnym celem, występującym jakby w tle, jest ocena możliwości stosowania betonu modyfikowanego zeolitem naturalnym na nawierzchnie lotniskowe.

Autor sformułował dwie tezy. Postawienie jednej lub więcej tez, stanowi dla rozpraw doktorskich część obowiązującego kanonu. Tezy postawione przez Autora są dość oczywiste. Teza „Zeolit naturalny wpływa korzystnie na zmiany parametrów fizycznych i mechanicznych nawierzchniowego betonu” sprawia wrażenie sformułowanej już po poznaniu wyników badań. W tezie I pojęcie: „wielkości produktów hydratacji”, zostało użyte nie do końca właściwie. Powyższe uwagi mają raczej charakter porządkowy i wobec stwierdzenia przeze mnie wcześniej celowości podjęcia badań, nie wpływają na końcową ocenę recenzowanej rozprawy.

3.2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Jak już wspomniałam na wstępie, rozprawa doktorska składa się z czterech rozdziałów. Pierwszy rozdział stanowi wstęp, w którym Doktorant zwrócił uwagę na ostre wymagania dotyczące właściwości mechanicznych i trwałości betonów do budowy lotniskowych nawierzchni betonowych. W związku z tym stwierdził konieczność modyfikacji składu betonu, między innymi dodatkami mineralnymi, w celu otrzymania betonów spełniających powyższe wymagania. Następnie Doktorant przedstawił cel, tezy i zakres rozprawy.

Zakres pracy obejmuje: studia literatury wprowadzające do tematyki rozprawy, koncepcję badań i stosowanej metodyki, ocenę właściwości mieszanek betonowych i stwardniałego betonu z analizą statystyczną, analizę mikrostruktury betonów oraz optymalizację udziału zeolitu w mieszance betonowej. Podsumowanie pracy stanowią

wnioski i instrukcja technologiczna wykonywania betonów nawierzchniowych z użyciem zeolitu naturalnego.

3.3. Merytoryczna ocena rozprawy

Przechodząc do oceny rozprawy trzeba stwierdzić, że ma ona klasyczny układ. Po krótkim wprowadzeniu Autor przechodzi do przeglądu literatury przedmiotu (rozdział 2, pt. „Analiza problemu”). W tej części wystarczająco sprawnie przedstawił konstrukcję betonowej nawierzchni lotniskowej oraz wymagania dla betonu przeznaczonego do stosowania na nawierzchnie lotniskowe. Wykorzystując obszerny materiał bibliograficzny przedstawił stan wiedzy na temat zeolitów naturalnych, ich struktury, systematyki, właściwości i zastosowania w materiałach na bazie cementów. Pozytywnie należy ocenić podsumowanie obecnego stanu wiedzy na temat zastosowania zeolitów i wskazanie głównych czynników mających wpływ na właściwości materiałów cementowych z ich dodatkiem.

W części doświadczalnej (rozdział 3), na wstępie Autor przedstawił koncepcję i zakres badań własnych. W koncepcji badań uwzględnił trzy etapy: badania wstępne, badania zasadnicze i optymalizację składu mieszanek betonowych. Rezultatem etapu wstępnego było wyselekcjonowanie materiałów do projektu mieszanek referencyjnych (ponad 100 próbnich zarobów), pomocnych do realizacji badań zasadniczych. Realizując dwa kolejne etapy badań, przyjął stosowanie granicznej zawartości zeolitu 15% mas. (w ilości 5 %, 10% i 15 % w stosunku do masy cementu) oraz czterech rodzajów kruszyw: bazaltowego, granitowego, kwarcytowego i amfibolitu. Nasuwa się pytanie, dlaczego Doktorant w określeniu maksymalnej zawartości zeolitu w cemencie, na podstawie pomiaru konsystencji, nie wykorzystał bardziej skutecznych superplastyfikatorów na bazie polikarboksylianów, tylko stosował plastyfikator lignosulfonianowy.

Rozdział pt.: „Program badań” poświęcono zwięztemu i przejrzystemu opisowi programu badań stwardniałego betonu. Warto podkreślić, że Doktorant przygotował do badań ponad 900 próbek betonowych. Tak więc postawił sobie bardzo ambitny plan obejmujący badania 16 mieszanek betonowych o różnym składzie. Umożliwiło to wiarygodną optymalizację ich składu.

Prezentację wyników badań, Autor poprzedził charakterystyką materiałów wykorzystanych do sporządzenia mieszanek betonowych oraz opisem metod badań mieszanki betonowej i stwardniałego betonu. Niektóre badania można było z powodzeniem pominąć, np. badania mikroskopowe stosowanego cementu.

Następny etap pracy dotyczy projektowania i wykonania mieszanek betonowych. (rozdział 3.1.3 -3.1.5.). Zaprojektowane mieszanki, o czym wspomniano wcześniej różniły się zawartością zeolitu oraz rodzajem kruszywa. W tym zakresie Recenzent nie ma większych uwag. Doktorant założył, że w projektowanych mieszankach, z różną

zawartością zeolitu, nie zmienia się wodożądność mieszanki (powinno być wodożądność spoiwa). Mam pytanie na jakiej podstawie Doktorant dobierał ilość plastyfikatora (od 0.7 % do 1.1 %) w mieszankach betonowych, różniących się rodzajem kruszywa, jak i domieszki napowietrzającej. Z danych zamieszczonych w załączniku 3-A, Tab. 46 – 49, widać wyraźny wpływ ilości plastyfikatora na konsystencję mieszanki (opad stożka). Mam także pytanie odnośnie procedury przygotowania mieszanki betonowej, czy jest wynikiem doświadczeń Doktoranta w tym zakresie ?

Kolejny rozdział (3.1.6.) Doktorant poświęcił zwięztemu i przejrzystemu opisowi stosowanych metod badawczych. Do jego treści nie mam zastrzeżeń. Pozytywnie podkreślić należy bardzo szeroki zakres badań doświadczalnych betonów (rozdział 3.3). Doktorant dokonał oceny wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu, wytrzymałości na zginanie, wytrzymałości na odrywanie, określił nasiąkliwość betonu, odporność na ścieranie, mrozoodporność, przeprowadził także badania mikrostruktury matrycy cementowej przy wykorzystaniu mikroskopii skaningowej. Na uwagę zasługuje fakt wykonania przez Doktoranta obliczeń statystycznych otrzymanych wyników wytrzymałości i cech fizycznych betonów za pomocą analizy wariancji ANOVA. Obliczenia wykonał dla badanych zawartości zeolitu po czasach do 90 dni.

Na podstawie badań stwardniałego betonu Doktorant generalnie wykazał wpływ dodatku zeolitu na zwiększenie wytrzymałość na ściskanie, rozłupywanie i na odrywanie. Należy podkreślić, że Doktorant badał powyższe parametry dla różnych ilości zeolitu w próbkach, z różnym rodzajem kruszywa i po różnym czasie dojrzewania, ponadto dla każdego rodzaju próbek wykonał analizy statystyczne. Zwraca uwagę ogromna ilość wyników badań, które analizował. Dodatkowo wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu badał na próbkach o kształcie cylindrycznym i sześciennym. Wyniki badań wytrzymałości i cech fizycznych betonów Doktorant także interpretował przy wykorzystaniu mikroskopii skaningowej. Na przykład największą wytrzymałość na ściskanie, jaką osiągają betony z największą ilością zeolitu (15 % mas.), po 28 dniach, zarówno w betonie z kruszywem bazaltowym jak i granitowym, Doktorant wyjaśnił wpływem zeolitu na mikrostrukturę matrycy cementowej.

Doktorant wykazał brak istotnych różnic w wytrzymałości na zginanie betonów, ze wzrostem zawartości zeolitu. Stwierdził jednak, że betony z kruszywem bazaltowym osiągają większą wytrzymałość na zginanie, niż betony z kruszywem granitowym. Wskazany był by komentarz w tej sprawie.

Znaczące zmniejszenie głębokości penetracji wody pod ciśnieniem do betonu ze zwiększeniem zawartości zeolitu w cemencie, większe w przypadku betonu z kruszywem granitowym (z 61mm do 22mm), wymaga komentarza w świetle wyników badań nasiąkliwości betonu. Nasiąkliwość betonu z kruszywem bazaltowym jest porównywalna dla próbek z różną ilością zeolitu i wynosi około 3 %, podczas gdy

pórbki betonu z kruszywem granitowym wykazują nieco większą nasiąkliwość (około 4 %) i nieznaczne jej zmniejszenie (z 4.2 % do 3.8 %), ze wzrostem zeolitu.

Wykazanie przez Doktoranta odporności betonów z dodatkiem zeolitu na działanie mrozu, metodą zwykłą i bardziej ostrą metodą na złuszczenie z użyciem mrówczanu potasu, pozwoliło Doktorantowi na stwierdzenie, że pod tym względem beton z dodatkiem zeolitu może być stosowany na nawierzchnie lotniskowe. Natomiast wpływ zeolitu na zmniejszenie odporności na ścieranie betonu, w aspekcie jego wpływu na wzrost wytrzymałości na ściskanie i zmniejszenie porowatości matrycy cementowej, wymaga głębszej analizy.

Trzeba podkreślić, że Doktorant przeprowadził szerokie badania mikrostruktury badanych betonów (rozdział 3.4.). Analizując ilość i rodzaj tworzących się produktów hydratacji oraz porowatość matrycy cementowej, starał się powiązać te czynniki z właściwościami mechanicznymi i fizycznymi betonów, modyfikowanych dodatkiem zeolitu. Szeroki opis tworzących się faz i struktur w matrycy cementowej, w wyniku hydratacji cementu w tym rozdziale, zdaniem Recenzenta, można by pominąć.

Część doświadczalną pracy kończy rozdział pt.: „Optymalizacja”, w którym Doktorant ustalił optymalną zawartość zeolitu w mieszance betonowej przy wykorzystaniu analizy regresji liniowej, ze względu na wybrane parametry stwardniałego betonu takie jak: gęstość, wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie, nasiąkliwość, penetrację wody pod ciśnieniem, spadek wytrzymałości i ubytek masy po 200 cyklach badania mrozoodporności. Analizę przeprowadził dla betonów zawierających 4 różne zawartości zeolitu i 4 różne kruszywa, oprócz bazaltu i granitu, uwzględnił także betony zawierające kruszywo kwarcytowe i amfibolitowe.

Pracę kończą wnioski, które korespondują z wynikami badań i generalnie zostały sformułowane prawidłowo. Wniosek 6 wymaga uściślenia, a w wniosku 7 należałoby pominąć informację o właściwościach absorpcyjnych zeolitu, których Doktorant nie badał.

Na uwagę zasługuje fakt, że recenzowana praca ma także aspekt praktyczny. Na podstawie uzyskanych wyników badań betonów, zawierających w swoim składzie zeolit, Doktorant opracował instrukcję technologiczną, dotyczącą zasad projektowania i wykonania betonów nawierzchniowych płyty lotniska. Instrukcję zawarł w końcowej części załącznika, w którym przedstawił także obszerne uzupełnienie wyników badań prezentowanych w zasadniczej części pracy.

Przedstawiony materiał doświadczalny, co chcę mocno podkreślić, jest bardzo obszerny. Mnogość rozpatrywanych właściwości badanych betonów, od cech mechanicznych betonów, nasiąkliwości, głębokości penetracji wody pod ciśnieniem, odporności na ścieranie, mrozoodporności do mikrostruktury oraz zróżnicowanie ich składu (różna zawartość zeolitu, różne rodzaje kruszywa), stanowiły na etapie dokonywania końcowej syntezy, bardzo poważne wyzwanie dla Doktoranta. Umiejętnie wykorzystał, także do tego celu, metody statystyczne.

Generalnie część doświadczalną rozprawy oceniam bardzo pozytywnie.

4. Uwagi szczegółowe

Poniżej przedstawiam kilka uwag szczegółowych, o różnym stopniu ważności, które nasunęły mi się podczas lektury tekstu rozprawy.

- W pracy stosowane są nazwy komercyjne domieszek, plastyfikatora i domieszki napowietrzającej, nie jest to właściwe,
- Dlaczego do upłynnienia mieszanki betonowej stosowano plastyfikator, a nie zastosowano bardziej skutecznych superplastyfikatorów np. na bazie polikarboksyланów,
- Krzywe rozkładu uzarnienia zeolitu (rys. 14, rys. 15 – str. 44, str. 45), znacznie się różnią, z rys. 14 wynika, że około 60 % ziaren stanowią ziarna o średnicy poniżej 5 um, natomiast z rys. 15, wynika że jest ich około 30 %, który wynik należy uznać za poprawny, podpis rys. 15 jest niewłaściwy
- Str. 44, 10⁹, największy udział ziaren w przedziale 20-70 um, nie oznacza największego zagęszczenia ziaren.
- Str. 89, 11^d, stwierdzenie, że różnice nasiąkliwości betonów zawierających zeolit z kruszywem bazaltowym i granitowym związane są z charakterystyką nasiąkliwości stosowanego kruszywa jest dyskusyjne, biorąc pod uwagę nieznaczne różnice nasiąkliwości tych kruszyw. Różnica nasiąkliwości dla frakcji 8/16 wynosi 0.1 %, dla frakcji 2/8 – 0.3 %.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

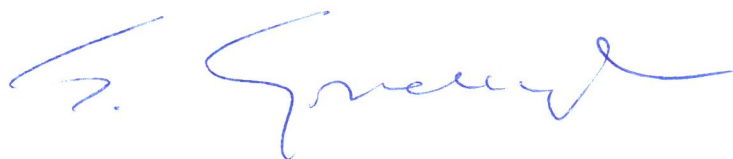
Podsumowując mogę stwierdzić, że postawione przez Doktoranta tezy pracy: zakładająca wpływ zeolitu naturalnego na mikrostrukturę stwardniałego betonu cementowego oraz teza zakładająca korzystny wpływ na zmiany parametrów fizycznych i mechanicznych nawierzchniowego betonu zostały udowodnione, cel pracy został osiągnięty. Rozprawa napisana jest poprawnie pod względem formalnym i merytorycznym.

Doktorant zrealizował szeroki program badawczy przy wykorzystaniu dobrze dobranych metod badawczych. Zaczynając od opracowania receptur mieszanek betonowych, wykonał badania właściwości mechanicznych, cech fizycznych i mikrostruktury betonów zawierających zeolit naturalny. Przeprowadził staranną analizę uzyskanych wyników badań, wykorzystując także analizę statystyczną, w celu określenia optymalnej zawartości zeolitu w cemencie, ze względu na najlepsze parametry stwardniałego betonu.

Rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Wolki wnosi elementy nowości naukowej, w poznaniu zagadnień wpływu zeolitu naturalnego w cemencie na właściwości betonu, a także wskazuje na możliwości wykorzystania betonu modyfikowanego dodatkiem zeolitu na nawierzchnie lotniskowe.

Podsumowując, stwierdzam z pełnym przekonaniem, że przedłożona rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Pawła Wolki pt. „Optymalizacja składu betonu cementowego modyfikowanego zeolitem naturalnym przeznaczonego na nawierzchnie lotniskowe w aspekcie trwałości konstrukcji”, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, w związku z powyższym stawiam wniosek do Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej o dopuszczenie mgr.inż. Pawła Wolki do publicznej obrony pracy.

Jednocześnie biorąc pod uwagę całokształt dokonań Doktoranta, stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Gmerek', is written in a cursive style.