

Recenzja
Pracy 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 stanowi pismo z dnia 18.04.2019 r. Pana Prof. dr hab. inż. Marka Iwańskiego, Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej informujące o powołaniu mnie w dniu 13.02.2019 r. przez Radę Wydziału na recenzenta pracy doktorskiej Pana mgr. inż. P. Wolki. Kandydat stara się o uzyskanie stopnia naukowego doktora z dziedziny nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo.

2. Ocena celowości podjęcia tematu, trafności sformułowania tytułu i celu pracy.

Rozwój nauki o materiałach zawdzięczamy głównie wprowadzaniu coraz to nowszych i nowocześniejszych metod badawczych, ale również zastosowaniu chemii budowlanej i dodatków mineralnych pozwalających na modyfikację struktury i mikrostruktury materiałów, a tym samym wpływu na ich właściwości i trwałość. Tak pojawiły się nowe rodzaje cementów i dodatków pucolanowych jak: metakaolinit, zeolity naturalne, popioły fluidalne i nanokrzemionka. Najczęściej stosowanym materiałem w konstrukcjach budowlanych jest beton. Praktycznie do nowoczesnych lotniskowych nawierzchni stosuje się wyłącznie beton, który musi charakteryzować się oprócz podstawowych właściwości jak: duża wytrzymałość, ograniczony skurcz i mała ścieralność, dodatkowymi właściwościami takimi, jak: duża odporność na obciążenia statyczne i dynamiczne oraz na środki odladzające. Tak duże wymagania wynikają z wielu przyczyn, do najważniejszych należy zaliczyć przede wszystkim jego trwałość oraz bezpieczeństwo pasażerów.

W Polsce w ostatnich latach intensywnie rozbudowuje się istniejące lotniska i buduje nowe. W związku z tym rozwijają się intensywnie prace naukowo-badawcze w Instytutach branżowych i Uczelniach nad doskonaleniem technologii i właściwości tego betonu. W związku z tym praca doktorska mgr. inż. Pawła Wolki dobrze wpisuje się w aktualny kierunek badań, którego celem jest polepszenie trwałości tego betonu nawierzchniowego. Kandydat po analizie danych literaturowych zagranicznych i krajowych przyjął za cel pracy badania wpływu zeolitu na właściwości mieszanki i nawierzchniowego betonu lotniskowego.

Teza pracy jest prawidłowo sformułowana, natomiast cel pracy mógłby być precyzyjniej określony. Nie mam uwag merytorycznych do tytułu pracy, ale może powinien być nieco krótszy.

3. Ocena merytoryczna pracy

Praca składa się z trzech części:

- literaturowej,
- doświadczalnej,
- wniosków.

Kandydat dodatkowo do pracy dodał załącznik zawierający większą ilość tabel i wykresów niż w manuskrypcie pracy doktorskiej, który jest integralną częścią pracy doktorskiej.

Na wstępie oceny chciałbym podkreślić wysoką jakość edytorską pracy. Szczególnie bardzo dobrą czytelność przedstawionych wyników w formie wykresów, rysunków oraz tabel.

Część literaturowa pracy stanowi 30% całego tekstu opracowania, co moim zdaniem jest właściwe. Spis literatury obejmuje 120 pozycji, a 25 pozycji to normy i instrukcje. Znaczna część pozycji literaturowych to najnowsze publikacje z renomowanych czasopism zagranicznych takich jak Cement Concrete and Research, Cement and Concrete Composites, Construction and Building Materials oraz z materiałów światowych konferencji jak np. Kongresy Chemii Cementu. Mgr inż. P. Wolka nie pominął również znaczących krajowych czasopism jak np. Cement Wapno Beton oraz autorów polskich prac doktorskich dotyczących tego tematu, w tym dwie prace obronione na Politechnice Świętokrzyskiej. Na wyróżnienie zasługują rozdziały 2.2.4. oraz 2.2.5, które podsumowują stan wiedzy z zakresu stosowania zeolitu do betonów na świecie i w kraju.

Do uwag ogólnych do tej części pracy zaliczyłbym:

- lepsze było by przedstawienie danych literaturowych np. które wyniki co do ilości stosowania zeolitu są porównywalne ze sobą, a które nie i dlaczego;
- brak podjęcia próby głębszej interpretacji powyższych wyników;
- przy charakterystyce zeolitów brak danych jaką metodą określano powierzchnię właściwą.

Szkoda, że w części literaturowej autor pracy w niewielkim stopniu poruszył tematykę stosowania i oddziaływania odladzających organicznych środków chemicznych na beton. W części doświadczalnej swojej pracy przecież stosował te związki chemiczne do badań betonu zawierającego zeolit.

Do nielicznych szczegółowych uwag zaliczyłbym, skróty myślowe, nazewnictwo niektórych właściwości, dla przykładu podaję niektóre z nich;

- str. 22 – zdanie zaczynające się od: „W konsekwencji zeolityprodukty hydratacji, w formie związków ...o rosnącej wytrzymałości.” – skrót myślowy;
- str. 23 – drugi wiersz od góry „cement rzymski” – skąd taka nazwa?
- str. 36 – zdanie zaczynające się od: „W ciągu pierwszych... w stosunku do pozostałych
- często podawane są niewłaściwe nazwy jak ciężar właściwy, zamiast masa właściwa.

Sugeruję autorowi pracy, aby przy publikacji swoich wyników badań zastosował się do powyższych uwag.

Podsumowując część literaturową uważam, że została ona opracowana właściwie. Stwierdzam, że mimo niewielu uchybień autor pracy ma bardzo dobre rozeznanie w danych literaturowych, a tym samym zna warunki, w jakich można zastosować zeolit do betonów nawierzchniowych na lotniskach.

Właściwe zrozumienie danych literaturowych pozwoliło autorowi pracy przedstawić właściwą tezę pracy, co wcześniej już podkreśliłem. Do swojej tezy przedstawił cele cząstkowe i dobrał właściwe metody badawcze do jej zrealizowania. Jak zwykle w pracach doktorskich część doświadczalna stanowi najbardziej wartościowe opracowanie, gdyż jest próbą dołożenia małych „cegielek” do nauki z zakresu poznawczego i aplikacyjnego. Tak jest również w przypadku pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Pawła Wolki.

Opracowana koncepcja badań podzielona została na następujące etapy:

- Etap I – badania surowców oraz założeń projektowych mieszanek betonowych;
- Etap II – badania właściwości mieszanek betonowych i właściwości betonów;

- Etap III – optymalizacja składu mieszanek betonowych i właściwości betonu przeznaczonego do wykonywania betonowych nawierzchni lotniskowych.

Do realizacji tych etapów badań autor zastosował w większości metody normowe PN-EN. Do badań mikrostruktury i struktury stosował mikroskop skaningowy, który był wyposażony w przystawkę rentgenowską EDS i specjalistyczną aparaturę do badań składu ziarnowego.

Zdaniem recenzenta tak dobrane metody badań są w zasadzie właściwe, chociaż do pełniejszej analizy wyników badań wskazane byłoby tutaj wykonanie zglądów do mikroskopii optycznej i do metody BSC stosowanej w mikroskopii skaningowej, czy też porozymetrii rtęciowej, skład chemiczny powinien być określony metodą np. fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Powierzchnia właściwa to nie tylko metoda Blaine'a, ale również metoda BET (np. do określenia powierzchni zeolitów).

Każdy z tych etapów badań kończy się podsumowaniem całościowym (I etap) oraz cząstkowymi dotyczącymi badań danej właściwości betonu. Praca kończy się rozdziałem: optymalizacja składu, wnioski oraz instrukcja technologiczna wykonywania betonów nawierzchniowych z użyciem zeolitu naturalnego.

W pierwszym etapie badań autor wykonał bardzo dużą ilość, bo ponad 100 zarobów próbnych mieszanki betonowej, zmieniając ilości poszczególny jej składników. Do badań zastosował cement portlandzki CEM I 42,5 N – MSR/NA, kruszywo granitowe i bazaltowe, piasek naturalny oraz domieszki chemiczne: uplastyczniającą i napowietrzającą oraz zeolit zastępujący cement w ilościach 5, 10, i 15% (dotyczy to II etapu). Charakterystyka normowa tych składników przede wszystkim została przedstawiona w załączniku do pracy – surowce te spełniały wymagania normowe. Badania te pozwoliły autorowi pracy na wybranie najbardziej optymalnego składu mieszanki betonowej do drugiego etapu badań. W etapie tym mgr inż. P. Wolka przyjął prawidłowe założenia spełniające wymagania dla betonu nawierzchniowego: $w/c = 0,40$, ilość cementu = 370 kg/m^3 oraz założenie, że otrzymany beton będzie miał najniższą klasę C 30/37 wymaganą przez normę NO-17-A204;2015 (skład referencyjny). W mieszance tej zastępował cement zeolitem w ilości 5, 10, 15%. Przeprowadził badania właściwości mieszanki i samego betonu. W etapie III rozszerzył składy mieszanek o dodatkowe dwa rodzaje kruszyw: amfibolit i kwarcyt.

Analizując wyniki badań muszę stwierdzić, że mgr inż. P. Wolka na same przygotowanie próbek betonowych musiał poświęcić bardzo dużo czasu – w tych dwóch

etapach badań wykonał ponad 900 sztuk próbek, co daje około cztery m³, doliczając jeszcze pierwszy etap, to będzie około 5 m³ – w sumie doktorant pracował na „dwa etaty”.

Muszę przyznać, że autor tej pracy nie zmarnował tego czasu, gdyż uzyskał wiele interesujących wyników badań o charakterze poznawczym i aplikacyjnym. Wykazał, że zeolit klinoptilolitowy niezależnie od rodzaju zastosowanego kruszywa modyfikuje, szczególnie w późniejszym okresie czasu twardnienia, mikrostrukturę warstwy kruszywo – zaczyn, która przy zastąpieniu 10% cementu zeolitem staje się bardziej zwarta i słusznie autor pracy uzasadnia to efektem pucolanowym zeolitu. Aplikacyjna część w znacznej mierze ma charakter wdrożeniowy, gdyż autor pracy wykazał, że zeolit w ilości do 10%, a nawet do 15%, jako zamiennik cementu pozwala otrzymać lotniskowe betony nawierzchniowe wyższych klas niż najniższa 30/37, która to spełniała już wszystkie wymagania normowe.

Dodatkowo na wyróżnienie zasługuje wykonana analiza statystyczna wyników badań, zastosowana na początku do każdej właściwości betonu, a następnie pozwalająca autorowi pracy na podstawie analizy regresji liniowej ustalić optymalną ilość zeolitu do wybranych składów i właściwości betonu nawierzchniowego.

Autor przy realizacji części doświadczalnej udowodnił, że warsztat badawczy ma bardzo dobrze opanowany, a konsekwentnie prowadzona cząstkowa analiza wyników badań poszczególnych właściwości betonu pozwoliła zrealizować założony program badań i udowodnić tezę pracy. Na podstawie uzyskanych wyników badań przedstawił właściwe wnioski, można by było jednak z wniosku drugiego i siódmego zrezygnować.

Należy podkreślić, że mgr inż. P. Wolka wykonał bardzo dużą ilość badań i można byłoby na ich podstawie, po częściowej zmianie programów badań przedstawić dwie prace doktorskie.

Recenzja nie byłaby pełna, gdyby nie przedstawiono do tej części pracy uwag o charakterze ogólnym i szczegółowym.

Do uwag ogólnych zaliczyłbym:

- brak przedstawienia w I etapie bardziej szczegółowego programu badań;
- brak opisu niektórych metod badawczych np. rozkładu porów i ich wielkości w betonie;
- brak końcowego podsumowania wszystkich etapów badań – sądzę, że pozwoliłoby to autorowi na pełniejszą interpretację uzyskanych wyników w świetle przeprowadzonej analizy statystycznej.

Z uwag szczegółowych pominię te o charakterze stylistycznym i gramatycznym, których jest niewiele - wymienię zaś te, które zawierają skróty myślowe lub pomyłki, co do metod badawczych:

- nie podaje się nazw np. cementowni, kopalń;
- str. 41, tab. 7 – składu chemicznego nie określa się metodą EDS;
- str. 46, tab. 9 – jaką metodą określono powierzchnie właściwą zeolitu?
- str.98, rys.67 – autor pisze „...że w badaniach odnotowano czas reakcji” – w jaki sposób?
- str. 99. – niezbyt czytelna tablica 61, co oznacza „s”?
- str. 102 – jak oznaczano wielkość i ilość porów?
- str. 103 – zdanie zaczynające się od „Badania mikroskopowe betonów ...z uwzględnieniem wielkości porów i mikropęknięć oraz wielkości ...” – jak szacowano te wielkości pod względem ilościowym?

4. Podsumowanie i wniosek końcowy.

Pomimo niektórych krytycznych i polemicznych uwag, uważam, że praca mgr. inż. P. Wolki wyróżnia się dużą starannością wykonanych badań oraz tym, że ma ona w wielu aspektach charakter wdrożeniowy i w wkomponowuje się dobrze w nową Ustawę o stopniach i tytułach naukowych.

Autor wykazał przy realizacji tej pracy, że ma bardzo duże predyspozycje do samodzielnego prowadzenia badań w przyszłości.

Na dodatkowe podkreślenie zasługuje również fakt, że mgr inż. P. Wolka na podstawie otrzymanych wyników wskazuje na nowe kierunki badań w zakresie betonów nawierzchniowych.

Biorąc to wszystko pod uwagę stwierdzam, że rozprawa Pana mgr. inż. Pawła Wolki spełnia wymogi ustawy o stopniach i tytułach naukowych. W związku z tym stawiam wniosek do Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

