

Dr hab. inż. Władysław Gardziejczyk, prof. PB

Białystok, dnia 22.03.2018 r.

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa FALKOWSKIEGO

p.t.: „Właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych emulsją bitumiczną”

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo WBiŚ-200.4030/39/18 z dnia 6.02.2018 r. Pana Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej w Białymstoku, prof. dr hab. inż. Michała Bołtryka, prof. zw. PB.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Recenzowana rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Michała Bołtryka, prof. zw. PB. Praca składa się z dwóch części: części zasadniczej (część I) i załączników (część II). Część I liczy 178 stron i obejmuje wstęp, sześć rozdziałów, podsumowanie i wnioski oraz streszczenie w języku polskim i w języku angielskim. Część II liczy 30 stron i w jej skład wchodzi 52 załączniki.

We wstępie wskazano na potrzebę ciągłego poszukiwania nowych metod w zakresie ochrony konstrukcji betonowych przed agresją środowiskową. Jako jeden ze sposobów proponuje się zastosowanie emulsji bitumicznej do modyfikacji kompozytów cementowych. Przedstawiono także szczegółowy zakres pracy, obejmujący siedem głównych zadań oraz podano informację o finansowaniu badań, miejscu ich realizacji, a także o wdrożeniu zaproponowanych rozwiązań.

W rozdziale 1 omówiono problem trwałości konstrukcji z betonu w ujęciu normowym, ze szczególnym zwróceniem uwagi na wymagania dla betonu nawierzchniowego i konstrukcyjnego w budownictwie drogowym.

Zagadnienia przedstawione w rozdziale 2 stanowią podbudowę do sformułowania problemu badawczego, wskazania tezy oraz celów pracy doktorskiej. Rozważania na temat

struktury betonu, mechanizmów destrukcji mrozowej, możliwości zmian w mikrostrukturze modyfikowanych betonów uzasadniają celowość podjęcia takich badań.

W rozdziale 3 omówiono metodykę badań, podano założenia i program badań doświadczalnych oraz wykorzystane materiały (cement, kruszywa, pasta asfaltowa, emulsja bitumiczna). Zwraca uwagę zwięzłe zaprezentowanie metod badania cech fizycznych i wytrzymałościowych oraz badań mikrostruktury i składu fazowego betonu. W tej części rozprawy zamieszczono również informacje z zakresu wybranych zagadnień z analizy statystycznej, uwzględnionych przy „obróbce” wyników i opracowaniu zależności funkcyjnych.

Przedmiotem rozdziału 4 są wyniki badań podstawowych i ich analiza. Przedstawiono wyniki badań nad wpływem emulsji bitumicznej na właściwości fizyczne betonów cementowych oraz wyniki badań mikrostruktury, składu fazowego i identyfikacji składników krystalicznych w kompozytach cementowych modyfikowanych emulsją bitumiczną przy wykorzystaniu porozymetrii rtęciowej, defraktometrii rentgenowskiej, termicznej analizy różnicowej i skaningowego mikroskopu elektronowego. Wyniki badań i analiz, przedstawione w podrozdziałach 4.3-4.6, pokazały wpływ zastosowanej emulsji bitumicznej na charakterystykę porów i strukturę betonów.

W rozdziale 5 omówiono wyniki badań stosowanych i przedstawiono ich analizę. Podstawą rozważań było zaplanowane doświadczenie trójczynnikowe z pięcioma poziomami zmienności. Jako funkcję obiektu badania przyjęto wielomian drugiego stopnia, a wielkościami wyjściowymi były: konsystencja mieszanki, zawartość powietrza w mieszance, gęstość objętościowa mieszanki, gęstość objętościowa kompozytu cementowego, nasiąkliwość wagowa kompozytu cementowego, wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, wytrzymałość na ściskanie po 120 dniach, wytrzymałość na ściskanie po 200 cyklach zamrażania i rozmrażania. Czynniki zmiennymi były: zawartość anionowej emulsji bitumicznej w stosunku do masy cementu, zawartość upłynniacza na bazie eterów polikarboksylianowych w stosunku do masy cementu oraz współczynnik wodno-cementowy w/c. Optymalizowaną cechą był spadek wytrzymałości na ściskanie po 200 cyklach zamrażania i rozmrażania. Na tej podstawie ustalono optymalną recepturę kompozytu cementowego do zastosowania w warunkach przemysłowych.

W rozdziale 6 zaprezentowano badania przemysłowe obejmujące rozwiązania z wykorzystaniem wyników opracowanych w ramach realizowanej pracy doktorskiej. Na podkreślenie zasługuje przeprowadzenie kompleksowych badań (wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu, nasiąkliwości, wodoszczelności,

mrozoodporności, ścieralności) na próbkach betonu wykonanych z mieszanek przeznaczonych bezpośrednio do wbudowania (i wbudowanych) w nawierzchnie dróg dojazdowych i nawierzchni placu manewrowego na terenie terminalu kontenerowego.

Rozprawa doktorska zawiera podsumowanie i wnioski. Jednak w odróżnieniu od pozostałych rozdziałów, napisanych w sposób bardzo zwięzły, w podsumowaniu zamieszczono niektóre treści, które powinny się znaleźć w innych częściach pracy (np. szczegółowe omawianie zrealizowanych celów powinny być podsumowaniem w poszczególnych rozdziałach rozprawy, a nie w podsumowaniu końcowym. Wnioski podzielono na cztery kategorie: ogólne, poznawcze, praktyczne i rozwojowe. Zbędną kategorią wydają się być wnioski ogólne. Zawarte w nich informacje podano w częściowo w podsumowaniu, a szczegóły dotyczące opracowanego kompozytu należało umieścić w innej kategorii wniosków. Zapisy zawarte we wnioskach poznawczych przeplatają się z wnioskami praktycznymi. We wnioskach poznawczych należało skupić uwagę nad naukowymi rezultatami przeprowadzonych rozważań, np. rozpoznanie mechanizmu kształtowania struktury i porów w betonach modyfikowanych emulsją bitumiczną, a we wnioskach praktycznych – nad zaleceniami dla praktyki budowlanej. We wnioskach rozwojowych celowym byłoby wskazanie dalszych kierunków badań w szerszym ujęciu, bez sugerowania już na tym etapie konkretnych rozwiązań i przewidywanych osiągnięć.

Wnioski poznawcze i praktyczne sformułowano w sposób zbyt drobiazgowy. Połączenie niektórych z nich w jeden wniosek pozwoliłoby w sposób bardziej jednoznaczny wyróżnić osiągnięcia Autora uzyskane w ramach realizacji rozprawy doktorskiej.

Wykaz literatury obejmuje 168 pozycji, w tym 22 pozycje w języku angielskim, 1 pozycję w języku niemieckim i 1 pozycję w języku rosyjskim. Wykaz zawiera 57 norm, 10 pozycji – są to informacje techniczne nt. domieszek do mieszanki betonowej. Doktorant jest autorem 8 pozycji wśród wymienionych publikacji i współautorem jednego artykułu (w czasopiśmie z listy A - MNiSW (lista filadelfijska)).

W załącznikach podano wyniki badań i wyniki analiz statystycznych. Załącznik nr 1 potwierdza udział Doktoranta w projekcie „Stypendia dla doktorantów województwa podlaskiego” realizowanym przez Urząd Marszałkowski Województwa Podlaskiego, a Załącznik nr 2 jest listem referencyjnym potwierdzającym wdrożenie wyników pracy naukowej Doktoranta przy realizacji nawierzchni w Innowacyjnym Multimodalnym Terminalu Kontenerowo-Przeładunkowym w Wolnym Obszarze Celnym w Małaszewiczach Małych koło Terespoła.

Układ rozprawy doktorskiej, poza podsumowaniem i wnioskami, jest bardzo czytelny.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Aktualność tematu

Dążenie do poprawy trwałości konstrukcji betonowych, z uwzględnieniem agresywnego wpływu środowiska stanowi o aktualności problemu analizowanego w rozprawie doktorskiej. Przeprowadzone rozszerzone badania, z uwzględnieniem nowoczesnej aparatury i metod badawczych, potwierdzają kompleksowe podejście do rozwiązania zadania. W ramach analizy wyników, zarówno w zakresie badań podstawowych i badań stosowanych, przy wykorzystaniu podstaw z zakresu planowania eksperymentu, potwierdzono wiarygodność i adekwatności opracowanych modeli.

3.2. Teza pracy

Teza pracy w brzmieniu „*W wyniku modyfikacji betonu cementowego domieszkami lub dodatkami bitumicznymi oraz skutecznego sposobu zagęszczania mieszanki betonowej istnieje możliwość zapewnienia trwałości betonu w konstrukcji w klasie ekspozycji XF i XD przez minimum 50 lat*” ma znaczenie zarówno poznawcze jak i praktyczne. Uzyskane wyniki, poparte testami statystycznymi, uzasadniają poprawność takiego podejścia do rozwiązania sformułowanego problemu oraz stanowią, że teza pracy została udowodniona.

3.3. Ocena programu badań

Program i zakres badań oceniam pozytywnie. Dokonanie przeglądu literatury (krajowej i zagranicznej) pod względem wcześniejszych osiągnięć i istniejących zapisów stanowiło podstawę do opracowania programu badań. Autor w poszczególnych etapach pracy nad tematem zrealizował niezbędne pomiary, przeprowadził wymagane analizy oraz sformułował zadania do rozważań w kolejnych krokach.

3.4. Uzyskane wyniki i najważniejsze naukowe osiągnięcia

Uzyskane wyniki badań i przeprowadzone analizy z wykorzystaniem testów statystycznych oceniam pozytywnie. Do najważniejszych osiągnięć rozprawy należy zaliczyć:

- rozpoznanie mechanizmu kształtowania struktury i porów betonów cementowych modyfikowanych emulsją asfaltową,
- opracowanie zależności funkcyjnych pomiędzy podstawowymi charakterystykami kompozytów cementowych a zawartością emulsji bitumicznej, upłynniacza i współczynnika wodno-cementowego,

- ustalenie optymalnej zawartości emulsji bitumicznej, upłynniacza i współczynnika wodno-cementowego przy której spadek wytrzymałości po 200 cyklach zamrażania i rozmrażania jest najmniejszy.

3.5. Uwagi krytyczne

3.5.1. Uwagi ogólne

- 1) W wykazie literatury w języku angielskim (22 pozycje) wymieniono 5 pozycji autorstwa pracowników Politechniki Białostockiej. Pozostałe z tych pozycji są to opracowania z lat 1967-2010 – czy w zagranicznych ośrodkach naukowo-badawczych obecnie nie prowadzi się badań w temacie rozprawy doktorskiej, czy takie dane są publikowane ?
- 2) Wyniki badań porozymetrycznych, podane w załączniku Z4, należało umieścić w pkt. 4.3.

3.5.2. Uwagi szczegółowe

- 1) Okres trwałości 50 lat – w odniesieniu do konstrukcji budowlanych pracujących w czasie eksploatacji pod takim samym obciążeniem przyjęte założenie jest słuszne; jest także słuszne w odniesieniu do nawierzchni na placach manewrowych. W wypadku nawierzchni dróg samochodowych wyższych klas technicznych (ze stale wzrastającym ruchem samochodowym) założenie o 50-cio letnim okresie trwałości, przy przyjmowanym okresie projektowym przy wymiarowaniu konstrukcji nawierzchni równym 30 lat, jest założeniem dyskusyjnym, a nawet niespójnym z nośnością nawierzchni drogowej.
- 2) W pracy są podawane różne (nawet zdecydowanie różne) zawartości cementu w mieszance betonowej. Zabrakło bardziej szczegółowego komentarza (ustosunkowania się) do podawanych wartości z punktu widzenia wyników badań.
- 3) W jakim stopniu wykorzystano uzyskane rezultaty w pracy doktorskiej we wskazanych realizacjach (zauważa się pewne różnice pomiędzy zaleceniami wynikającymi z przeprowadzonych badań (np. ustalone optymalne wartości x_1 , x_2 i x_3 - wzór 5.13) a specyfikacją betonu zastosowanego w realizacjach – tabela 3.15).
- 4) W ramach implementacji kompozytów cementowych modyfikowanych emulsją bitumiczną stosowano w ich składzie zbrojenie rozproszone – czy ma to wpływ i jaki na trwałość konstrukcji nawierzchni?
- 5) W tytule pracy wskazuje się na właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych emulsją bitumiczną. We wstępnej części pracy jest mowa ogólnie o trwałości betonu, a badania, analiza wyników, a także realizacje dotyczą głównie nawierzchni z betonu

cementowego. W pracy zabrakło wskazania innych zastosowań opracowanej technologii, ewentualnie planowanych realizacji.

4. Ocena strony redakcyjnej rozprawy

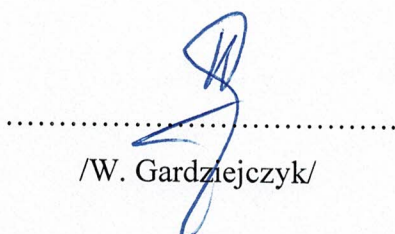
Praca doktorska pod względem redakcyjnym została opracowana na dobrym poziomie. W tekście rozprawy występują drobne błędy stylistyczne, stwierdzono występowanie się tzw. literówek oraz nieścisłości w oznaczeniach, podpisach tabel i rysunków oraz błędne odniesienia do niektórych pozycji literatury. Poniżej podano kilka przykładów:

- niezbyt precyzyjny tytuł punktu 2.1 „Struktura porowatości betonu” ,
- „frakcje pyliste” czy „frakcje pylaste” ? – str. 39, 6 wiersz od góry,
- „.... nie pochodzącymi z wody ...” – w tabeli 1.2 czy „.... nie pochodzącymi z wody ...” – 1 wiersz pod tabelą 1.2 - ?,
- w tabeli 1.9 przy niektórych właściwościach, w wymaganiach nie podano jednostek,
- zapisy „.... w każdym m³” czy „... w jednym m³ ..” (str. 35, 39, ..) - nie są poprawne,
- str. 45 - pozycja literatury [106] nie jest rozprawą doktorską,
- „Uśrednione wartości OK” (str. 47, pierwszy wiersz od dołu) – ?
- str. 53 - „etery polikarboksyłanowe” czy „etery polikarboksyłowe” - ?,
- str. 55, 2 wiersz od dołu – powinno być „... 3.1 i 3.2.”,
- str. 62, 18 wiersz od góry – niepoprawny skrót „...dł. 54 mm,...”,
- str. 67, 4-5 wiersz od góry: „.... napełniano wypełniano ..” - ?,
- str. 86, 7 wiersz od dołu – powinno być „...w tabeli 4.7 ...”,
- str. 134, 1 wiersz od dołu – „Na rys. 6.3 przedstawiono drogi dojazdowe z kompozytów cementowych w trakcie użytkowania” – Autor miał na myśli raczej rys. 6.8.
- str. 144 – podpis rysunku 6.14,
- str. 148. – jak rozumieć zapis „Trafność tej decyzji potwierdziły badania autora opisane w rozdziale 6, jak i późniejsza publikacja innych autorów [13]” – pozycja [13] jest z 1967 roku- !!!!!.

Na podkreślenie zasługuje strona graficzna pracy, starannie opracowane tabele, rysunki i dokumentacja fotograficzna. Czytelne zestawienia wyników testów statystycznych umożliwiają stosunkowo łatwą ich analizę.

5. Podsumowanie

Praca stanowi rozwiązanie postawionego problemu naukowego i wnosi istotny wkład w doskonalenie rozwiązań w zakresie modyfikacji betonu cementowego domieszkami i dodatkami w celu zapewnienia trwałości konstrukcji w związku z agresywnym wpływem czynników środowiskowych. Autor wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, „obróbki” uzyskanych wyników i ich analizy. Doktorant dobrze opanował stosowanie metod statystycznych w ocenie i interpretacji wyników badań. Podane w recenzji uwagi krytyczne nie wpływają w istotny sposób na ogólną i merytoryczną oceną rozprawy. Zdaniem recenzenta, przedłożona przez mgr. inż. Krzysztofa Falkowskiego rozprawa p.t.: „Właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych emulsją bitumiczną” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. RP Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym, **przedkładam wniosek Radzie Naukowej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej o dopuszczenie rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.**



.....
/W. Gardziejczyk/