

Dr hab. inż. Mirosław Graczyk, prof. IBDiM

Warszawa, 17.09.2021r.

Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Ul. Instytutowa 1

03-302 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Patryka Przybylskiego

pt.

METODA BADAWCZA OKREŚLANIA WŁAŚCIWOŚCI NAWIERZCHNI Z BETONU WAŁOWANEGO

1. PODSTAWA WYKONANIA RECENZJI

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport” Wojskowej Akademii Technicznej (pismo Nr WYCH/N/00331/2021 z dnia 13.07.2021r.).

2. PODSTAWA MERYTORYCZNA RECENZJI

Podstawą opracowania recenzji była rozprawa doktorska pt. „METODA BADAWCZA OKREŚLANIA WŁAŚCIWOŚCI NA WIERZCHNI Z BETONU WAŁOWANEGO”, wydana 2021 roku na Wojskowej Akademii Technicznej.

3. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA ROZPRAWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Patryka Przybylskiego dotyczy technologii betonu wałowanego stosowanego do budowy nawierzchni w aspekcie opracowania nowych, autorskich metod badań laboratoryjnych, adekwatnych do stosowania w celu oceny cech betonu wałowanego.

Autor postuluje tezę pracy:

Możliwe jest opracowanie laboratoryjnej metody wykonywania próbek z betonu wałowanego, która odwzorowuje rzeczywiste warunki wbudowania nawierzchni, w celu odpowiedniej kontroli produkcji.

Do uzasadnienia przedstawionej tezy pracy Doktorant przyjął cztery cele pracy:

- Opracowanie metody wykonywania próbek z betonu wałowanego w laboratorium wraz z zaprojektowaniem i wykonaniem odpowiednich form.
- Zbadanie podstawowych właściwości betonu wałowanego przy pomocy autorskiej metody w laboratorium oraz porównanie wyników badań z wynikami próbek wyciętych z rzeczywistej nawierzchni.
- Wskazanie istotnego doraźnego badania wilgotności mieszanki betonowej w trakcie wbudowywania.
- Określenie zakresu zastosowania betonu wałowanego.

Pracę można podzielić na dwie części: wstępno-opisową i merytoryczną. Część pierwsza obejmuje 2 streszczenia, wstęp oraz rozdziały 2 - 4, gdzie przedstawiono opis technologii betonu wałowanego stosowanego do budowy dróg. Część główna merytoryczna przedstawiona została w rozdziałach 5-12. W niej Autor przedstawił proces realizacji głównego celu dysertacji tzn. analizę ekonomiczną wykonywania dróg z betonu wałowanego, projektowanie mieszanki, opracowanie metody badań i badania laboratoryjne próbek recepturowych i próbek pobranych z rzeczywistych nawierzchni ulic.

Pierwsza część - część wstępna, zawiera „Streszczenie” pracy w dwóch językach - polskim i angielskim, „Wstęp”, w którym podano uzasadnienie podjęcia w dysertacji przedmiotowej tematyki oraz rozdziały 2 – 4. W kolejności doktorant przedstawił w rozdziale 2 pt. „Nawierzchnie betonowe – charakterystyka i wymagania” ogólny opis technologii betonu wałowanego z podaniem wymagań do wykonywania nawierzchni drogowych w tej technologii. Następnie w rozdziale 3 pt. „Technologia budowy nawierzchni z betonu wałowanego” opisany został cały proces technologiczny wykonania nawierzchni z betonu wałowanego. W kolejnym rozdziale 4 pt. „ Metody i założenia do projektowania mieszanek z betonu wałowanego” pokazano projektowanie grubości płyty betonowej nawierzchni oraz założenia i metody projektowania mieszanek wraz z projektowaniem składu mieszanki betonu wałowanego.

Część drugą dysertacji rozpoczyna rozdział 5 pt. „ Analiza aspektów ekonomicznych betonu wałowanego”, w którym Autor dokonał przykładowego porównania kosztów wykonania

odcinka nawierzchni z betonu wałowanego i betonu asfaltowego. W następnym 6 rozdziale pt. „Zaprojektowanie optymalnej mieszanki betonu wałowanego” przedstawiono projektowanie trzech składów mieszanek betonu wałowanego i dokonano wyboru mieszanki optymalnej. Kolejny rozdział 7 pt. „Opracowanie laboratoryjnej metody wykonania próbek do badań betonu wałowanego” Autor poświęcił opracowaniu nowej, autorskiej procedury przygotowania próbek laboratoryjnych, która ma odzwierciedlać wykonanie rzeczywistej nawierzchni z betonu wałowanego. W rozdziale 8 pt. „Opis przeprowadzonych badań betonu wałowanego” przedstawione zostały badania laboratoryjne wykonane na próbkach betonu wałowanego, które są istotne dla betonów stosowanych do budowy nawierzchni drogowej. Rozdział 9 pt. „Interpretacja uzyskanych wyników badań” opisuje wyniki i ocenę przeprowadzonych badań betonu tj. wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu, odporności na zamrażanie / rozmrażanie z udziałem soli odładzającej. W ostatnim rozdziale merytorycznym Autor przedstawił analizę porównawczą wyników badań betonu wałowanego na próbkach laboratoryjnych i na wyciętych z rzeczywistej nawierzchni ulic. Przeprowadzona analiza udowodniła postawioną w dysertacji tezę.

Rozdział, kończący pracę numerowany jest jako 12, nosi tytuł „Zakończenie”. Obejmuje podsumowanie całości pracy z opisem potwierdzenia tezy pracy. Pracę kończy „Wykaz literatury” z 38 pozycjami.

Praca mieści się na 113 stronach. W pracy zamieszczono 77 rysunków i 33 tabele.

Rozprawa ma charakter badawczo–technologiczno-analityczny.

4. OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

Technologia wykonania nawierzchni z betonu wałowanego odbiega od częściej stosowanej na drogach technologii betonu cementowego. Natomiast beton wałowany często jest używany jako podbudowa w konstrukcji nawierzchni drogowych i lotniskowych. Niewątpliwą zaletą tej technologii jest możliwość szybszego oddania do eksploatacji w krótkim czasie.

Podjęta przez Doktoranta tematyka pracy jest bardzo istotna i ważna, przede wszystkim ze względu na konieczność przebudowy i budowy nowych dróg samorządowych w Polsce. Dotyczy to głównie dróg gminnych i powiatowych, często o kategorii ruchu KR1, KR2. Ważnym elementem pracy jest opracowanie przez Doktoranta metody badawczej betonu

wałowanego na próbkach laboratoryjnych, która właściwie odzwierciedla rzeczywiste wykonanie nawierzchni w tej technologii.

Należy zauważyć, że obecnie nie ma metody badawczej wykonywania próbek z betonu wałowanego w laboratorium, która w sposób właściwy odzwierciedlałaby wykonywanie tego typu nawierzchni na budowie, szczególnie w aspekcie zgęszczania walcami tego typu mieszanki.

Rozprawa doktorska mgr inż. Patryka Przybylskiego pt. „Metoda badawcza określania właściwości nawierzchni z betonu wałowanego” obejmuje rozwiązanie problemu odwzorowania warunków wbudowywania betonu wałowanego w badaniach laboratoryjnych. Teza dysertacji dotyczy potencjalnej możliwości opracowania laboratoryjnej metody wykonywania próbek z betonu wałowanego, która odwzorowuje rzeczywiste warunki wbudowania nawierzchni, w celu odpowiedniej kontroli produkcji.

Należy pochwalić cenną inicjatywę podjętą przez Doktoranta wykonania pracy badawczej odnoszącej się do tego istotnego problemu betonu wałowanego, który może z powodzeniem być stosowany do budowy nawierzchni dróg lokalnych .

Doktorant na początku pracy przedstawił opis procesu technologicznego i metody projektowania konstrukcji oraz doboru składu mieszanki betonu wałowanego. Następnie, co godne jest podkreślenia, umiejętnie dokonał analizy aspektów ekonomicznych, przeprowadzając porównanie kosztów budowy , utrzymania i remontów drogi o kategorii ruchu KR1 z betonu wałowanego z drogą bitumiczną, uwzględniając LLC (koszty cyklu życia nawierzchni), czyli kosztów budowy, utrzymania i remontów nawierzchni drogowej. Kolejnym etapem było pokazanie metod projektowania betonu wałowanego.

W głównej części merytorycznej pracy przedstawiony został proces iteracyjnego projektowania optymalnego składu mieszanki betonu wałowanego. Skład optymalny ustalono badając trzy składy mieszanek. W celu określenia optymalnego składu wykonano badania, które polegały na doborze ziarnowym kruszyw i uzyskaniu maksymalnej gęstości nasypowej stosu okruszowego oraz na ustaleniu wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej mieszanki betonu wałowanego.

Następnie, co ważne, Doktorant opracował laboratoryjną metodę wykonywania próbek z betonu wałowanego, obejmując również zaprojektowanie autorskiej formy do przygotowania

próbek. Istotne jest też, że Autor umiejętnie dobrał odpowiednią maszynę (Asphalt Roller Compactor) do zagęszczania próbek, która odzwierciedla rzeczywiste układanie i wałowanie warstwy betonu wałowanego w nawierzchni. Właściwie wyznaczona została też, odpowiednia do oddziaływania walców drogowych, siła do zagęszczenia mieszanki. W efekcie podjętej procedury Autor uzyskał płyty betonowe o wymiarach: 51 cm x 41 cm x 15 cm, z których następnie wycięto próbki sześciennie o boku 15 cm do badań laboratoryjnych. Należy podkreślić, że ten etap pracy jest bardzo istotny dla opracowania właściwej procedury wykonywania nawierzchni z betonu wałowanego. Ważne jest tutaj, że mieszanka betonowa o klasie konsystencji V0 (według Ve-Be) rozkładana jest przy użyciu zestawów maszyn, typowych dla robót bitumicznych i zagęszczana walcem. Taki sposób wykonania przysparza wielu problemów w trakcie budowy. Wynika to głównie z problemu braku właściwego powiązania badań i wyników laboratoryjnych z technologią wykonywania betonu wałowanego w czasie rzeczywistej budowy dróg. Do chwili obecnej nie dysponowano metodą badawczą wykonywania próbek z betonu wałowanego w laboratorium, która we właściwy sposób odzwierciedlałaby wykonywanie tego typu nawierzchni na budowie. Doktorant umiejętnie rozwiązał ten problem podając własną metodę wykonania takich próbek.

Kolejnym etapem pracy było wykonanie na próbkach podstawowych badań do określenia własności wałowanego betonu nawierzchniowego. Doktorant przeprowadził następujące badania: badanie wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu oraz odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej. Interpretacja wyników badań wykazała zgodność zaprojektowanego betonu do zastosowania do dróg o kategorii ruchu KR1 – KR2. Godny zauważenia jest fakt, że Doktorant uczestniczył w wykonywaniu kilku nawierzchni z betonu wałowanego. Autor dokonał ciekawej analizy porównawczej wyników badań z próbek laboratoryjnych i próbek wyciętych z rzeczywistej nawierzchni ulicy Warszawy, a wykonanych według tej samej recepty na beton wałowany. Z przeprowadzonej analizy wynika, że różnice między wynikami obu partii próbek mieszczą się w przedziale od 1 do 10%, w zależności od rodzaju badania. I tak przy badaniu wytrzymałości na ściskanie wyniki wyższe o ok. 10% uzyskano na próbkach laboratoryjnych, przy badaniu wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu różnica wyniosła ok. 10% na korzyść próbek odwierconych z konstrukcji ulicy, natomiast przy określaniu odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wyniki były wyrównane z lepszym o 1% wynikiem dla próbek z nawierzchni.

Według Doktoranta uzyskane rezultaty z badań potwierdzają, że zaproponowana metoda badań laboratoryjnych próbek właściwie odwzorowuje wykonywanie betonu wałowanego w nawierzchni drogowej. Tym samym udowodniona została teza pracy mówiąca o możliwości wykonywania próbek w laboratorium, które by odzwierciedlały rzeczywisty stan wykonania betonu wałowanego przy budowie dróg.

5. Dyskusyjne uwagi do rozprawy

Analiza rozprawy pozwala także na przedstawienie uwag dyskusyjnych i krytycznych, takich jak:

1. W pracy przedstawiono bardzo ograniczony przegląd literatury w zakresie stanu wiedzy w przedmiocie tematyki dysertacji.
2. W zestawieniu literatury występuje 38 pozycji, które zostały wykorzystane w dysertacji z czego liczba pozycji zagranicznych to tylko 10 pozycji. Stąd może wynikać przesłanka, lub nawet błędny wniosek, że ta technologia jest rzadko stosowana.
3. Może w dalszych badaniach w określaniu bardzo ważnego w technologii betonu wałowanego parametru wilgotności optymalnej zgodnie z normą „EN 13286-1 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część I Metody badań laboratoryjnej referencyjnej gęstości wilgotności” zamiast stosować zmodyfikowaną metodę Proctora, zasadnym byłoby zastosować metodę np. wg „EN 13286-3 - Zagęszczenie wibracyjne z kontrolą parametrów” lub „EN 13286-4 - Młot wibracyjny”, które lepiej odzwierciedlają zagęszczanie walcem wibracyjnym.
4. Brak rozdziału 11
5. Uwagi redakcyjne: pojawia się w tekście język potoczny nie techniczny np. str. 10 – jak wspomniałem, 12 – wysokich klas, specjalne szlifowanie [powinno być: rowkowanie lub fakturowanie nawierzchni metodą „grinding”, zwane też w literaturze mikrofrezowaniem lub „diamond grinding” lub „grooving”, które jest stosowane przede wszystkim w celu poprawy odprowadzenia wody opadowej z powierzchni i zabiegania zjawisku aquaplanningu oraz poprawie współczynnika tarcia]; str. 17 – mit o tej technologii; str. 24 - nie są konieczne kotwy i dyble [powinno być: nie stosuje się dybli kotew (dyble służą przenoszeniu obciążeń między płytami betonowymi)].

Inne uwagi redakcyjne: str. 29 zamiast: tabeli 4.1 powinno być 3.1.; w tabeli 4.1 str. 30 temperatura betonu 50°C powinno być 5°C. Dla czytelności tabeli 4.2 napisy powinny znajdować się w środku nad kolumnami, których dotyczą, a nie w kolumnie bocznej –

lewej. Str. 36 aplikujemy wodę nie wilgotność. Podpis pod rysunkiem 4.6 określający przelicznik psi na Pa powinien znajdować się na końcu podpisu w nawiasie. Tab. 10.3 jest Mpa, a powinno być MPa.

Reasumując, uważam, że przedstawiona rozprawa doktorska jest osiągnięciem naukowym Autora, a stwierdzone niedociągnięcia nie wpływają na jej poziom merytoryczny.

6. WNIOSEK KOŃCOWY

Doktorant zrealizował postawione w celach pracy problemy badawcze, wykorzystał do tego właściwe metody analiz i badań, wnosząc ciekawe naukowe autorskie elementy. Praca jest ważna ze względu na jej niewątpliwe walory użytkowe. Uzyskane rezultaty są możliwe do bezpośredniego praktycznego zastosowania.

Oceniana przez mnie rozprawa doktorska mgr inż. Patryka Przybylskiego pt. „Metoda badawcza określania właściwości nawierzchni z betonu wałowanego” spełnia warunki stawiane pracom doktorskim określone w art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z 20 lipca 2018 roku (Dz. U z 2021 r. poz. 478 z późniejszymi zmianami)”.

Wnoszę o jej przyjęcie i Autora o dopuszczenie do jej publicznej obrony.

