

Prof. dr hab. inż. Antoni Szydło
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Politechniki Wrocławskiej
ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
e-mail: antoni.szydlo@pwr.edu.pl

Wrocław, 2021- 09 - 27

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Patryka Przybylskiego pt: **"Metoda badawcza określania właściwości nawierzchni z betonu wałowanego"**

1. Uwagi formalne

Recenzja rozprawy została opracowana na podstawie pisma zlecającego nr N/00332/2021, 7738 z dnia 13.07.2021 r. z Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT, podpisanego przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport płk. prof. dr. hab. inż. Michała Kędzińskiego.

Promotorem rozprawy jest: prof. dr hab. inż. Jan Marszałek.

Promotorem pomocniczym jest: dr inż. Bogdan Wojewódzki.

2. Tematyka rozprawy

Tematyka rozprawy dotyczy zagadnień związanych z badaniami i analizą technologii oraz właściwości nawierzchni z betonu wałowanego stosowanego w budownictwie infrastruktury transportowej w szczególności w budownictwie drogowym. W Polsce tematyka ta jest rozwijana i nie ma do końca wypracowanych kryteriów stosowania tych nawierzchni. Praca ma charakter aplikacyjny i jest umiejscowiona w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport. Cel i tezy pracy są określone jednoznacznie. Celem pracy jest opracowanie metody przygotowania prób do badań wybranych właściwości betonów wałowanych w zastosowaniu do nawierzchni drogowych. Są to zagadnienia, które są studiowane w administracjach drogowych i instytutach badawczych w światowej technice drogowej i jak dotąd nie mają jednoznacznego rozstrzygnięcia. Temat pracy moim zdaniem został określony trafnie. Tym bardziej, że w Polsce rozwijana jest budowa obiektów infrastruktury transportowej w tym drogowych nawierzchni betonowych.

3. Treść i zakres rozprawy

Praca składa się z 11 rozdziałów przedstawionych na 113 stronach formatu A4. W pracy zestawiono spis wykorzystywanej literatury, zawierającej 38 pozycji,

W rozdziale 1, wstępie, Autor omówił przegląd literatury, tezy cel i zakres pracy. Teza pracy jest sformułowana następująco: *Możliwe jest opracowanie laboratoryjnej metody wykonywania próbek z betonu wałowanego, która odwzorowuje rzeczywiste warunki wbudowywania nawierzchni w celu odpowiedniej kontroli produkcji.*

W rozdziale 2 przedstawił podstawowe wymagania betonu wałowanego do wykonywania nawierzchni drogowych oraz możliwości zastosowania.

W rozdziale 3 przedstawił Doktorant technologię budowy nawierzchni z betonu wałowanego: proces układania, zagęszczania, wykonywanie szczelin, pielęgnację.

W rozdziale 4 przedstawił metody projektowania mieszanek z betonu wałowanego takie jak: Concrete Consistency Method oraz Soil Compaction Method.

W rozdziale 5 Doktorant podał analizę kosztów budowy i utrzymania dla 10, 20, 30 lat okresów życia nawierzchni podatnej oraz z betonu wałowanego.

Rozdział 6 poświęcony jest doborze optymalnego składu betonu wałowanego tj. skład ziarnowy, wilgotność optymalna oraz maksymalna gęstość objętościowa.

W rozdziale 7 Doktorant przedstawił autorską metodę wykonywania próbek betonu w laboratorium, symulującą warunki pracy nawierzchni.

W rozdziale 8 zamieszczono wyniki badań parametrów wytrzymałościowych oraz odporności na cykle zamrażania i odmrażania oraz powierzchniowe złuszczenia na próbkach przygotowanych wg zaproponowanej metody.

Rozdział 9 poświęcony jest analizie wyników badań.

W rozdziale 10 porównano wyniki badań otrzymane w laboratorium z wynikami badań prób pobranych z wykonanej nawierzchni.

Rozdział 11 zawiera podsumowanie pracy. W tekście jest błąd redakcyjny rozdział ten w spisie treści oraz w tekście ma numerację 12.

Ponadto w pracy jest spis literatury oraz streszczenia w języku polskim oraz angielskim.

4. Ocena rozprawy

Recenzowana rozprawa mgr inż. Patryka Przybylskiego dotyczy ważnego problemu występującego w drogownictwie nie tylko polskim ale również światowym związanego z oceną właściwości betonów wałowanych w zastosowaniu do budowy obiektów infrastruktury transportowej w tym drogowych nawierzchni betonowych. Są to istotne badania decydujące o wprowadzeniu do budownictwa drogowego nowej technologii wykonywania próbek laboratoryjnych. Doktorant podjął się trudnego i ambitnego zadania badawczego, którego efekty w praktyce mogą być widoczne w nawierzchniach drogowych po kilkuletnim okresie eksploatacji. Praca ta moim zdaniem ma ważne znaczenie poznawcze i techniczne dla rozwoju technologii betonów stosowanych w obiektach infrastruktury transportowej. Problem ma również aspekt ekonomiczny, gdyż przedwczesne degradacje nawierzchni drogowych prowadzą do wzrostu nieprzewidywanych kosztów w zakresie utrzymania.

Doktorant w celu udowodnienia postawionej tezy wykonał obszerny program badań w warunkach laboratoryjnych, jak i terenowych. Zaprojektował mieszanki z betonu wałowanego wykonując kilka recept, wykorzystując metodę maksymalnej gęstości objętościowej oraz optymalnej wilgotności. Zaproponował metodę wykonywania próbek do badań pozwalających na określenie cech fizycznych i wytrzymałościowych. Metoda ta pozwala na wykonywanie wielkowymiarowych próbek, które są formowane w podobny sposób jak podczas wbudowywania na budowie. Urządzenie to symuluje pracę walców zagęszczających mieszanki podczas wbudowywania. Dotychczasowa praktyka wykonywania próbek była identyczna jak betonów tradycyjnych. Doktorant metodycznie i systematycznie udowadniał tezę. W tym celu pobrał próbki z kilku realizacji *in situ* nawierzchni drogowych na terenie Warszawy. Porównał wyniki badań z próbkami wykonywanymi w laboratorium, metodą zaproponowaną przez Doktoranta. Badania porównawcze odniósł do: wytrzymałości na ścislenie, wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu oraz mrozoodporności przy udziale soli odladzających. Różnica z wyników badań nie przekraczała 10% dla wytrzymałości na ścislenie i rozciąganie przy rozłupywaniu. Natomiast przy badaniu odporności na mrozoodporność przy udziale soli odladzających różnica wynosiła 1%. Jest to bardzo interesująca zbieżność z praktycznego punktu widzenia, gdyż metoda laboratoryjna jeżeli chodzi o formułowanie powierzchni zewnętrznych próbek jest zbliżona do warunków *in situ*. Dodatkowo Doktorant wykonał analizę kosztów życia nawierzchni konstrukcji nawierzchni z mieszanki mineralno-asfaltowej oraz betonu wałowanego dla kategorii ruchu

KR1. Z analizy tej wynika, że koszty utrzymania nawierzchni z betonu wałowanego są znacznie niższe niż nawierzchni podatnej.

Doktorant wnioski formułował wykorzystując własne zbiory wyników badań. Przedstawione w zakończeniu pracy wnioski opierają się o rezultaty badań wykonanych w laboratorium i na rzeczywistych obiektach, stanowiąc ich uogólnienie. Interesująca jest zaproponowana przez Doktoranta metoda zagęszczania próbek, aczkolwiek mam pewne uwagi do niej o których się wypowiem w następnym punkcie recenzji. Prezentowana w rozprawie bibliografia odnosi się do zagadnień studiowanych w pracy.

5. Uwagi merytoryczne i pytania do Doktoranta

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy nasuwają się następujące uwagi merytoryczne i pytania do Doktoranta na które oczekuję odpowiedzi podczas obrony:

- 1) W pracy brak jest przeglądu literatury związanego z metodami badań betonów wałowanych. Chciałbym ażeby podczas obrony Doktorant przedstawił taki przegląd, głównie w odniesieniu do badań światowych.
- 2) Brak jest w pracy podsumowania stanu wiedzy i wskazanie na własny kierunek badań.
- 3) Daje się zauważyć brak w pracy szacowania wolnych przestrzeni oraz nasiąkliwości w uformowanych w laboratorium próbach zaproponowaną metodą oraz z pobranych prób z nawierzchni.
- 4) Brak jest określenia gęstości objętościowej zagęszczonych próbek w proponowanej przez Doktoranta metodzie zagęszczania. Parametr ten potrzebny jest do oceny zagęszczenia w stosunku do gęstości maksymalnej określonej np. wg badań Proctora.
- 5) Jaka była rola Doktoranta przy realizacji wskazanych w pracy nawierzchni, gdzie wbudowywany był beton wałowany? Szkoda, że Doktorant nie pokusił się w pracy dokonać oceny stanu tych obiektów, chociażby wizualnej.
- 6) W pracy daje się odczuć brak analiz statystycznych, chociażby weryfikacji hipotez statystycznych, które pomogłyby na obiektywną ocenę wpływu różnych parametrów. Wprawdzie w rozdziale 1.1. Doktorant wspomina o analizie statystycznej wyników badań, jednakże w efekcie w pracy widoczna jest tylko średnia.

- 7) W zaproponowanej przez Doktoranta aparaturze do zagęszczania próbek betonu jest kilka opcji sterowania w celu uzyskania wymaganego zagęszczenia są to: określenie wymaganej (zadanej) wysokości próbek przy stałym obciążeniu lub zmienna siła przykładana cyklicznie. Jakie jest zdanie Doktoranta na ten temat. Szkoda, że w pracy nie podano warunków i kryteriów zagęszczania tych próbek.
- 8) Jakie jest zdanie Doktoranta odnośnie stosowania szczelin w nawierzchniach z betonu wałowanego?

6. Uwagi redakcyjne

Podczas studiowania pracy nasunęły mi się uwagi redakcyjne z których jako najważniejsze, moim zdaniem, podaję poniżej:

- 1) Brak cytowania przy powoływaniu się na doświadczeniu różnych krajów np. str. 9 p.1.1.
- 2) Uważam, że wyniki badań betonów z budów powinny znaleźć się w załączniku. Poza tym należałoby je oznaczyć jako tabele a w pracy oznaczone są jako rysunki.
- 3) Wg mnie tabele 10.2 do 10.4 są rysunkami a nie jak nazwał Autor tabele.
- 4) Brak rozdziału 11. W pracy i spisie treści rozdział 11 nazwany jest jako rozdział 12.
- 5) Ponadto zauważono w pracy szereg innych omyłek redakcyjnych, wynikających może z niezbyt starannej korekty pracy.

Mam nadzieję, że przy ewentualnej publikacji wyników badań Autor wyeliminuje w/w uwagi redakcyjne.

7. Osiągnięcia zawarte w rozprawie

Biorąc pod uwagę całość przedstawionej rozprawy stwierdzam, że dotyczy ona ważnego zagadnienia związanego z oceną technologii projektowania betonów wałowanych używanych w budownictwie drogowym. Badania Doktoranta pozwoliły na opracowanie metody formowania próbek w laboratorium dla betonów wałowanych. Metoda ta pozwala na symulowanie warunków zagęszczania stosowanych na budowie. W ten sposób uzyskiwane próbki do badań odzwierciedlają warunki pracy w warstwach nawierzchniowych. Dotychczasowa praktyka korzystała z technik stosowanych przy tradycyjnych betonach cementowych. Opracowana metoda pozwala na zwiększenie trwałości analizowanych obiektów. Tym samym jest konkurencyjna w stosunku do stosowanych dotychczas metod.

Autor do realizacji celów pracy i udowodnienia postawionych tez wykonał obszerny program badań, zbierając dane empiryczne w warunkach laboratoryjnych oraz obserwacjach *in situ*.

W sposób czytelny metodami naukowymi, na podstawie wyników obserwacji zebranych w badaniach laboratoryjnych oraz obserwacjach *in situ*, Doktorant rozwiązał zadanie naukowe. Zaproponował metodę przygotowania próbek do badań właściwości fizycznych i wytrzymałościowych betonów wałowanych. Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia prac badawczych i rozwiązywania problemów naukowych.

Podane powyżej uwagi nie umniejszają wartości rozprawy jako całości i mam nadzieję, że zostaną wyjaśnione podczas obrony pracy.

8. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska mgra inż. Patryka Przybylskiego pt: "Metoda badawcza określania właściwości nawierzchni z betonu wałowanego", stanowi rozwiązanie problemu naukowego i wskazuje na dobry poziom wiedzy Doktoranta z dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport, a także na umiejętność prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata. Stwierdzam, że opiniowana rozprawa spełnia wszystkie wymagania określone przez ustawę wg której procedowana jest recenzowana praca doktorska.

Przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie niniejszą recenzję z wnioskiem o przyjęcie pracy jako rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie jej do publicznej obrony.

