

Prof. dr hab. inż. Józef Jasiczak
Instytut Konstrukcji Budowlanych
Politechniki Poznańskiej
ul. Piotrowo 6
60-965 Poznań

Poznań, 23.02.2020

R-26/03/2020
Opin. 06.03.2020r

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pana mgr inż. Marka Lehmana z Politechniki Koszalińskiej

pt.: Nośność na ścinanie belek z fibrokompozytu na bazie piasków odpadowych

1. Podstawa opracowania opinii

Podstawę opracowania opinii stanowią

- pismo Pana prof. dr hab. inż. Tadeusza Bohdala , Rektora Politechniki Koszalińskiej , z dnia 20.11.2019 zlecające wykonanie opinii rozprawy doktorskiej mgr inż. Marka Lehmana pt.: Nośność na ścinanie belek z fibrokompozytu na bazie piasków odpadowych ,
- mowa o dzieło Nr DK 82 z dnia 19 listopada 2019 dotycząca wykonania opinii j.w. zawarta między stronami: Politechniką Koszalińską , reprezentowaną przez JM Rektora Politechniki Koszalińskiej prof. Tadeusza Bohdala ; Politechniką Poznańską , której przedstawicielem jest prof. Józef Jasiczak .

Przygotowując opinię kierowałem się dostarczonym maszynopisem rozprawy przygotowanym przez mgr inż. Marka Lehmana , USTAWĄ z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz.1668) a także Ustawą z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669), a szczególnie Art.179. Przewody doktorskie, postępowania habilitacyjne i postępowania nadanie tytułu profesora – zasady przejściowe w brzmieniu: Przewody doktorskie, postępowania habilitacyjne i postępowania o nadanie tytułu profesora wszczęte i niezakończone przed dniem wejścia w życie USTAWY 2.0, są przeprowadzane na zasadach dotychczasowych, z tym że jeżeli nadanie stopnia doktora, stopnia doktora habilitowanego lub tytułu profesora następuje po dniu 30 kwietnia 2019r., stopień lub tytuł nadaje się w dziedzinach i dyscyplinach określonych w przepisach wydanych na podstawie art.5ust.3 tej ustawy.

W związku z tym pisząc opinię o przedłożonej pracy doktorskiej kierowałem się także Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie

doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z dnia 30 września 2016, Nr 0.Poz. 1586).

2. Przedmiot, cel i zakres pracy

Recenzowana praca doktorska Pana mgr inż. Marka Lechmanna z Politechniki Koszalińskiej dotyczy – w szerszym kontekście – możliwości zastosowań w praktyce betonowych konstrukcji drobnokruszywowych z dodatkiem włókien , a w węższym – specyficznie zbadanej ścinanej strefy przypodporowej belek wykonanych z takiego materiału. Tak więc na tle dość szerokich rozważań określono cele pracy jako : przydatność „ metod wymiarowania ścinanych elementów fibrobetonowych wg norm Model Code 2010 i RILEM TC-162-TDF pod względem możliwości ich zastosowania do projektowania na ścinanie elementów wykonanych z fibrokompozytu drobnokruszywowego” oraz „ wykazanie, że włókna stalowe jako zbrojenie rozproszone mogą przyczynić się do poprawy nośności i użytkowości elementów konstrukcyjnych wykonanych z drobnokruszywowego kompozytu ” .

Tak też sformułowano podstawowe tezy pracy.

Promotorem pracy jest Pani dr hab. inż. Wiesława Głodkowska , prof. PK znany w kraju i zagranicą specjalistka od budownictwa betonowego, autorka popularnej monografii Fibrokompozyt drobnokruszywowy – model opisu właściwości i zastosowanie, promotorka kilku prac promocyjnych z tego zakresu. Tematyka pracy doktorskiej wpisuje się zatem jednoznacznie w naukowe zainteresowania Promotora i wcześniejsze Jej prace, co świadczy o tworzeniu tzw. szkoły naukowej.

Zakres rozprawy jest typowy dla prac doktorskich i zawiera: wstęp, przegląd literatury, przyjętą metodykę badań, własne badania laboratoryjne, interpretacje wyników, podsumowanie, bibliografię, streszczenia pracy i załączniki (7 sztuk) – łącznie 246 stron tekstu A4.

3. Omówienie rozprawy

Rozprawa składa się z trzech rozdziałów wstępnych , rozdziału przeglądowego , dwóch rozdziałów przedstawiających program i metodykę badań , obszernego rozdziału zasadniczego z wynikami badań i ich analizą, kolejnego rozdziału aplikującego wyniki badań do nowego sposobu wymiarowania strefy przypodporowej elementów zginanych oraz krótkiego rozdziału ostatniego zawierającego podsumowanie i wnioski.

Przedmiotem rozważań jest fibrokompozyt drobnokruszywowy z piasków odpadowych opracowany w Katedrze Konstrukcji Betonowych. Potwierdzono jego bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i zaproponowano jego wykorzystanie przy formowaniu betonowych elementów konstrukcyjnych. Przeprowadzone w rozdziale 4 studia literaturowe wykazały jednak, że istniejące metody wymiarowania na ścinanie nie ujmują wielu aspektów i są poprawne jedynie dla części badań eksperymentalnych. Wiedząc o tych zastrzeżeniach zaproponowano w rozdziałach 5 i 6 doświadczalną ocenę metod wymiarowania na ścinanie elementów fibrobetonowych wg prenormy Model Code 2010 oraz RILEM-TC-162-TDF pod kątem możliwości zastosowania tych metod do wymiarowania na ścinanie belek wykonanych z opracowanego i badanego fibrokompozytu. Przeprowadzono więc badania eksperymentalne, które zostały podzielone na badania wiodące i uzupełniające. Badania wiodące obejmują pomiar sił obciążających, ugięć, rejestrację odkształceń strzemion oraz odkształceń bocznych powierzchni belek w skali naturalnej, a także morfologię rys strefy przypodporowej. Badania uzupełniające obejmują określenie wytrzymałości na ściskanie i wytrzymałości resztkowych fibrokompozytu, a także określenie wytrzymałości na rozciąganie, oznaczenie granicy plastyczności oraz modułu sprężystości stali zbrojeniowej prętów głównych i strzemion. Analiza badań wiodących obejmuje ocenę wpływu włókien na nośność strefy przypodporowej przy działaniu sił poprzecznych badanych belek. W zakresie stanu granicznego użyteczności analizie poddano wpływ włókien na siłę rysująca, szerokość rozwarcia oraz ich rozstaw i ilość. Wyniki badań potwierdziły, że dodatek włókien zwiększa nośność belek na ścinanie i umożliwia redukcję ścinanego zbrojenia konwencjonalnego oraz wpływa na zmniejszenie szerokości rys ukośnych. Dokonano także obliczeń teoretycznych nośności na ścinanie według metod Model Code 2010 oraz metody RILEM-TC-162-TDF i porównano z nośnościami eksperymentalnymi. W wyniku przeprowadzonej analizy wykazano, że wyżej wymienione metody w niewystarczający sposób opisują nośności na ścinanie. Mając już własne bogate spostrzeżenia oraz znając wnioski wynikające z badań innych autorów potwierdzono w rozdziale 8 możliwość wykorzystania metody RILEMTC-162-TDF oraz Model Code 2010 do wymiarowania na ścinanie belek wykonanych fibrokompozytu drobnokruszywowego na bazie piasków odpadowych z uwzględnieniem autorskich współczynników korekcyjnych podanych w Tabeli 8.1

Całość podsumowano w rozdziale 9 podkreślając wnioski wynikające z badań i zwracając uwagę na możliwości dalszych poszukiwań.

4. Uwagi ogólne i dyskusyjne

Opisując współczesną nam kategorię „beton” rozróżnia się dwie podstawowe grupy materiałowe tj. najnowsze drobnokruszywowe Reactive Powder Concrete (RPC) i Ultra High Performance Concrete (UHPC) (betony z proszków reaktywnych i betony ultra wysoko wartościowe) oraz tradycyjne , ale o ukierunkowanych właściwościach (np. samozagęszczalne SCC, posadzkowe z dodatkiem włókien, drogowe, mostowe itp.). Betony z pierwszej grupy osiągają bardzo wysokie wytrzymałości na ściskanie (RPC 200 – 800 MPa) dzięki specyficznym zabiegom technologicznym oraz ściśle przestrzeganej recepturze obejmującej w 1 m³ około : 880 kg cementu, 220 kg pyłu krzemionkowego, 150 l wody, 28 kg superplastyfikatora, 1100 kg kruszywa drobnego (do 1,25 mm) , 150 kg włókien stalowych. Jakkolwiek od 1996 roku wykonano na świecie już kilkaset obiektów z tego betonu, to ciągle nie ma jednoznacznych kryteriów wymiarowania takich konstrukcji, a do określenia nośności ucieka się bardzo często do badań modelowych.

Konstrukcje z pozostałych betonów tradycyjnych są wykonywane od około 1900 roku , posiadają szczegółowe procedury obliczeniowe i sprecyzowane cechy mechaniczne.

Na tle tej ogólnej klasyfikacji współczesnych betonów fibrokompozyt przyjęty przez Autora o recepturze dla 1 m³ betonu : cement – 420 kg, kruszywo drobne 1570 kg, woda – 160 l, pył krzemionkowy 21 kg, plastyfikator 16,8 kg, włókno stalowe 94,5 kg lokuje się za RPC i UHPC ale wyraźnie przed betonem zwykłym. Na podkreślenie zasługuje duża zawartość włókien stalowych , których wprowadzie w betonach o ekstra cechach jest o połowę więcej, ale w betonach posadzkowych dwa razy mniej (maksymalnie do 45 kg). Uzyskano więc nowy materiał o oryginalnych właściwościach i różnych możliwościach zastosowań z tym, że zakres wykorzystania w przemyśle budowlanym jest szeroki , ale zakres nośności elementów wymaga zastosowań niestandardowych procedur obliczeniowych lub wręcz także badań modelowych, czym także zainteresowany jest Autor dysertacji.

Stąd w obszernym rozdziale 7 przedstawiono szeroki program własnych badań laboratoryjnych typowych elementów budowlanych z próbą dopasowania obecnych metod wymiarowania konstrukcji do określenia nośności wzbogaconymi o własne ustalenia wynikające z wykonanych prac. Wielokrotnie Autor podkreślał, że nie wszystkie procedury obliczeniowe są jednoznaczne i konieczne są dalsze badania. Patrząc szerzej podobne badania nad fibrokompozytami z dużą ilością włókien prowadzone są w wielu krajach z nadziejami wyeliminowania ścinanego zbrojenia tradycyjnego w elementach sprężonych na rzecz zbrojenia rozproszonego. Obiecujące wyniki uzyskano m.in. w Poznaniu projektując sprężony dźwigar stropowy o rozpiętości 30 m ze zbrojeniem rozproszonym zamiast

tradycyjnego w strefie przypodporowej i półce teownika. W kraju może o tendencji wyeliminowania zbrojenia tradycyjnego w strefie przypodporowej świadczyć także praca M. Słowik : *Nośność na ścinanie zginanych elementów żelbetowych bez zbrojenia poprzecznego* , Lublin 2016 .

5. Ocena pracy

Przedmiot pracy ukierunkowano na opracowanie i wdrożenie pewnych procedur wymiarowania ścinanej przypodporowej strefy belek specyficznie wzbogaconej w matrycy drobnokruszywowej stalowym włóknem rozproszonym.

Czynnikami zmiennymi w badaniach belek głównych o wymiarach 0,15x0,20x1,65 m z takim samym we wszystkich przypadkach zbrojeniem ściskany 2#12 i rozciągany 2#16, 2#20 były : dodatek włókna stalowego 0% lub przyjęty w pozostałych przypadkach 1,2 %, brak strzemion lub ich stosowanie z #4,5 mm co 0,09 lub 0, 12 m. Łącznie wykonano i zbadano 20 belek z takiego samego betonu, z takim samym zbrojeniem dolnym i górnym ale z różnym sposobem zbrojenia strefy ścinanej. Takie podejście miało dać odpowiedź na rolę włókien w strefie ścinanej i możliwość wyeliminowania strzemion. Hipotezę taką „wzmocniono” badaniami wytrzymałości resztkowych na belkach 0,15x0,15x0,70 m bez włókien i z włóknami 1,2% w matrycy cementowej i uzyskano jej potwierdzenie.

Uzyskanie tak jednoznacznego wyniku w efekcie dobrze zaprojektowanego eksperymentu uważam za główny sukces Doktoranta. Osiągnięcie to bezpośrednio rzutuje na w pełni pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej.

6. Wniosek końcowy

Oceniana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Marka Lehmana ma dobre podstawy naukowe i szerokie możliwości aplikacyjne, co udowodniono w 8 rozdziale pracy. Stanowi samodzielnie wykonane opracowanie naukowe pod kierunkiem promotora będące oryginalnym rozwiązaniem problemu. Problematyka ta dotyczy możliwości zastosowań przemysłowo produkowanego drobnokruszywowego fibrokompozytu cementowego do produkcji belek przy wariantowo wymiarowanej ścinanej strefie przypodporowej.

O posiadaniu przez Kandydata ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport świadczy umiejętność przygotowania planu i zrealizowania badań w stosunku do potrzeb przemysłu budowlanego oraz umiejętność wskazania granic i zakresu stosowania powszechnie przyjętych metod wymiarowania konstrukcji dla betonów drobnokruszywowych . Kandydat posiadał także umiejętność samodzielnego prowadzenia

badań laboratoryjnych , prac projektowych i aplikacyjnych w ramach podjętej pracy naukowej.

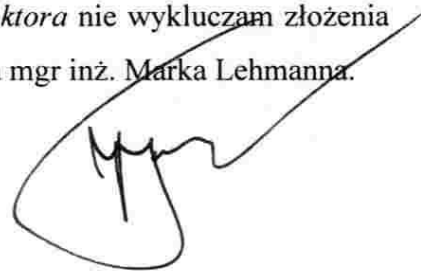
Oceniając pozytywnie całość dotychczasowych dokonań Pana mgr inż. Marka Lehmana oraz biorąc pod uwagę wymagania Art.187 U S T A W Y z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z dnia 30.08.2018 r., Poz. 1668) w brzmieniu :

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej,

2.Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, **oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych** w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne,

stwierdzam, iż Rada Dyscypliny Wydziału Inżynierii Lądowej , Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej może skierować pracę do publicznej obrony.

Po pozytywnym przebiegu obrony pracy doktorskiej przed *Komisją do przeprowadzania czynności w postępowaniach w sprawie nadania stopnia doktora* nie wykluczam złożenia na piśmie wniosku o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marka Lehmana.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Lehman', is written over the bottom right portion of the text. The signature is stylized and somewhat cursive.