

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

Poznań, 25.12.2018

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pana mgr inż. Michała Piotra Drewnioka z Politechniki Śląskiej pt.: Właściwości reologiczne mieszanki samozagęszczalnej a jej parcie boczne na deskowanie

1. Podstawa opracowania opinii

Podstawę opracowania opinii stanowią

- pismo Pani prof. dr hab. inż. Joanny Bzówki, Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej , z dnia 24.10.2018 zlecające wykonanie opinii rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Piotra Drewnioka pt.: Właściwości reologiczne mieszanki samozagęszczalnej a jej parcie boczne na deskowanie,
- mowa o dzieło nr UMC/5207/2018 do wniosku numer 8086/UMC/RBO/2018 z dnia 29 października 2018 zawarta między stronami: Politechnika Śląska , reprezentowana przez Panią Dziekan prof. Joannę Bzówkę a prof. Józefem Jasiczakiem, pracownikiem Politechniki Poznańskiej , na wykonanie ww. opinii.

Przygotowując opinię kierowałem się dostarczonym maszynopisem rozprawy przygotowanym przez mgr inż. M.P. Drewnioka, obowiązującą Ustawą z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z dnia 30.08.2018 r., Poz. 1668, Art.187), 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. Michała Piotra Drewnioka z Politechniki Śląskiej dotyczy – w szerszym kontekście – właściwości reologicznych cementowej mieszanki betonowej, a w węższym – parcia bocznego takiej mieszanki na deskowanie pionowe.

Wpłynęło dnia 21.01.2019 r. 1

Tak więc na tle bardzo szerokich rozważań o reologii mieszanek betonowych określono cel pracy pozornie ograniczony do *określenia zależności pomiędzy parametrami reologicznymi samozagęszczalnej mieszanki betonowej a jej parciem na deskowanie* przy uwzględnieniu jednak *wpływu czynników materiałowych i technologicznych na zmiany właściwości reologicznych mieszanki samozagęszczalnej w czasie, możliwości ich przewidywania i w konsekwencji prognozowania jej parcia na deskowanie*. Takie też mogłyby być tezy pracy, gdyby Autor zechciał je sformułować.

Promotorem pracy jest Pan prof. dr hab. inż. Jacek Gołaszewski, znany w kraju i zagranicą specjalista od technologii budowlanych i modyfikacji właściwości betonu. Tematyka pracy doktorskiej wpisuje się zatem jednoznacznie w naukowe zainteresowania Promotora, a także wcześniejsze prace prof. dr hab. inż. Janusza Szwabowskiego, co świadczy o stworzeniu tzw. szkoły naukowej zakresu reologii mieszanki betonowej w Politechnice Śląskiej a Doktorant jest jej dobrym uczniem.

Należy także podkreślić, że badania zawarte w pracy były współfinansowane przez liczne instytucje, w tym NCN, Europejskie Fundusze Rozwoju Regionalnego, HARSCO i in., stąd szeroki ich zakres i pewna trudność wyboru danych w aspekcie zrealizowania celu pracy.

3. Omówienie rozprawy

Zakres rozprawy jest dość typowy dla prac doktorskich i zawiera: streszczenia, wykaz oznaczeń, wprowadzenie, przegląd literatury, przyjętą metodykę badań, własne badania laboratoryjne, badania poligonowe, interpretacje wyników, podsumowanie, obszerną bibliografię i załączniki – łącznie 255 stron tekstu A4.

Rozprawa składa się z 11 zasadniczych rozdziałów, wstępu, wykazu przyjętych oznaczeń, podsumowania, bibliografii i 8 załączników.

W rozdziale pierwszym opisano istotę i właściwości betonu samozagęszczalnego, metody projektowania oraz właściwości reologiczne mieszanki wraz ze sposobami ich wyznaczania. Rozdział drugi, studialny, przedstawia różne podejścia (normowe i literaturowe) do wyznaczania parcia mieszanki betonowej na deskowanie pionowe z określeniem czynników materiałowych i technologicznych wpływających na wartości parcia. Opisano najnowsze modele parcia mieszanki samozagęszczalnej opracowane przez Khayat'a, Assad'a, Beizel'a i Omran'a i przeanalizowano wartości parametrów występujących w omówionych modelach pod kątem relacji parcia obliczeniowego w

stosunku do rzeczywistego. Rozdział trzeci, także przeglądowy, podkreśla specyfikę składu mieszanek z betonu samozagęszczalnego i wpływ tego składu na właściwości reologiczne mieszanki betonowej. Rozdział ten jest jak gdyby sumą wiedzy i osiągnięć w tym zakresie Zespołu Politechniki Śląskiej.

W rozdziałach 4 , 5 i 6 określono kolejno cele pracy, metodykę badań z określeniem czynników zmiennych (czynniki materiałowe i technologiczne) i stałych (temperatura) oraz przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych. Opisano także stanowisko badawcze do pomiarów rzędnych parcia w postaci słupa o wymiarach 0,2x0,2x1,2 m oraz ściany o wymiarach 0,25x1,0x1,2 m. W rozdziale 6 podano także zestawienia podstawowych rzędnych parcia pomierzonych na 3 wysokościach modelowego słupa i ściany. Te trzy rozdziały obejmują 33 strony druku , podczas gdy cała praca ma ich 255.

W rozdziałach 7 i 8 szczegółowo przeanalizowano właściwości reologiczne 30 różnych zapraw i 30 mieszanek betonowych (3 rodzaje cementu, dwie wartości w/c, 5 rodzajów domieszek) pod kątem granicy płynięcia, lepkości plastycznej , wskaźnika tiksotropii oraz możliwości wystąpienia odwracalnego sztywnienia.

Rozdział 9 pt.: *Wpływ własności reologicznych samozagęszczalnej mieszanki betonowej na wielkość wywieranego przez nią parcia na deskowanie* daje ostatecznie odpowiedź na postawiony cel pracy ale w odniesieniu głównie do modelu słupa , przyjmując rzędne dla ściany jedynie jako poziom odniesienia. Opracowano nomogram do wyznaczania rzędnych parcia dla deskowania ale o ograniczonej wysokości.

Rozdział 10 obejmuje badania poligonowe dotyczące ustalenia rzędnych parcia mieszanki na słup o wysokości 4,2 m z zastosowaniem czujników (umieszczonych także w dolnej części słupa) analogicznie jak we wcześniej wykonanych badaniach laboratoryjnych.

Rozdział 11 jest podsumowaniem całości rozważań i kończy się uwagą o możliwości wykorzystania modelu przy znacznie szerszych przyszłych badaniach z czym, jako recenzent się , zgadzam proponując pewne możliwości rozszerzenia prac w kolejnej części opinii.

5. Ocena pracy

Przedmiot pracy ukierunkowano na opracowanie i doświadczalną weryfikację modeli parcia samozagęszczalnej mieszanki betonowej na deskowanie pionowe. Po 1952 roku powstało wiele teorii parcia mieszanki betonowej na pionowe urządzenia formujące , co

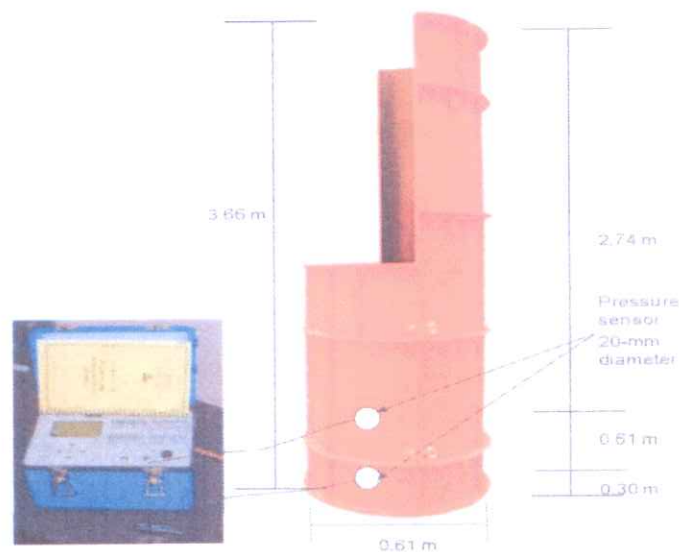
znalazło odbicie w różnych wzorach dotyczących opisu tego zagadnienia , poczynając od pierwszych wzorów S. Rodina , poprzez wzory oparte na badaniach polowych zalecanych przez CIRIA i zależności podawane w podstawowych normach DIN i ACI. W miarę rozwoju technologii modyfikacji właściwości betonu poprzez wprowadzanie w coraz szerszym zakresie dodatków mineralnych i domieszek chemicznych następowała także ewolucja teorii parcia mieszanki betonowej na deskowanie. Tym samym i postać wzorów była coraz bardziej skomplikowana, bo każda modyfikacja mieszanki powodowała wprowadzenie dodatkowego składnika opisującego ten efekt. Przełom w podejściu do wyznaczania zależności opisujących zjawiska parcia mieszanki na deskowania nastąpił po wprowadzeniu do produkcji betonów samozagęszczalnych o specyficznym składzie i dużym stopniu ciekłości, co w praktyce przełożyło się na reologiczne określenie cech cieczy i rejestrację odstępstw od parcia hydrostatycznego. W takim właśnie duchu zrealizowana została praca doktorska Pana M. P. Drewnioka. Jednocześnie chciałbym zaznaczyć, że w latach 2005 - 2018 powstała bardzo bogata literatura na ten temat , a ostatnią pozycją jest poważny raport pt.: Formwork Pressure Measurements and Prediction of High Performance Concrete with Adapted Rheology . David A. Lange, Professor University of Illinois,01.2018.

Po tym wprowadzeniu chciałbym poddać pod dyskusję ocenianą rozprawę doktorską.

5.1. Stanowisko badawcze. W pracy przyjęto dwie formy mające symulować betonowany słup (wymiary 0,2x0,2x1,20 m) i ścianę (0,25x1,0x1,2 m). Czujniki ciśnienia do pomiarów rzędnych parcia umieszczono w przypadku słupa na wysokościach 0,135 m, 0,375 m i 0,750 m od podstawy , a w przypadku ściany na wysokościach 0,135 m, 0,450 m i 0,750 m od podstawy. Po przeciwległej stronie , na wysokości 0,14 m umieszczono czujnik pomiaru sztywnienia mieszanki. Zasadnym byłoby przyjęcie rozstawu czujników na tym samym poziomie a wymiarów poprzecznych deskowania słupa 0,25x0,25 m tak jak grubości ściany (0,25 m), by mieć wspólną bazę porównawczą dla wyników parcia dla słupa i ściany. Nieefektywne jest przyjmowanie poziomów z trzema cyframi znaczącymi, bo w zestawieniach tabelarycznych i tak są zaokrąglenia w górę, by mieć by mieć dwie cyfry znaczące (Tab. 7.1, 7.2, 8.1). Dlaczego badana wysokość warstwy mieszanki w przypadku słupa wynosiła 1,20 m a w przypadku ściany tylko 1,0 m, co także jest utrudnieniem przy porównywaniu wyników.

5.2. Wpływ skali form na wyniki oznaczeń wartości parcia. Z porównań wartości parcia dla tych samych prędkości betonowania zdaniem Doktoranta wynika, że parcie występujące w modelu słupa jest mniejsze, niż w przypadku ściany. Różnica może być pozorna , bowiem

w przypadku słupa o małym przekroju może wystąpić poczwórny efekt ściany, stąd mniejsze wartości parcia. Problem ten rozpatrywał Kavya Vallurupalli z University of Illinois (2017) badając wartości parcia dla trzech słupów o rzucie kołowym i średnicach 10", 6" i 4". Przy tych samych warunkach betonowania największe wartości parcia zanotowano przy słupach o największych średnicach. Problem betonowania w słupie o przekroju kołowym docenili także znani badacze Ahmed Omran and Kamal Khayat w pracy: Models to Predict Form Pressure Exerted by SCC – Results of Six Field Campaigns (2016) używając stanowiska pokazanego na rysunku 1.



Rys.1

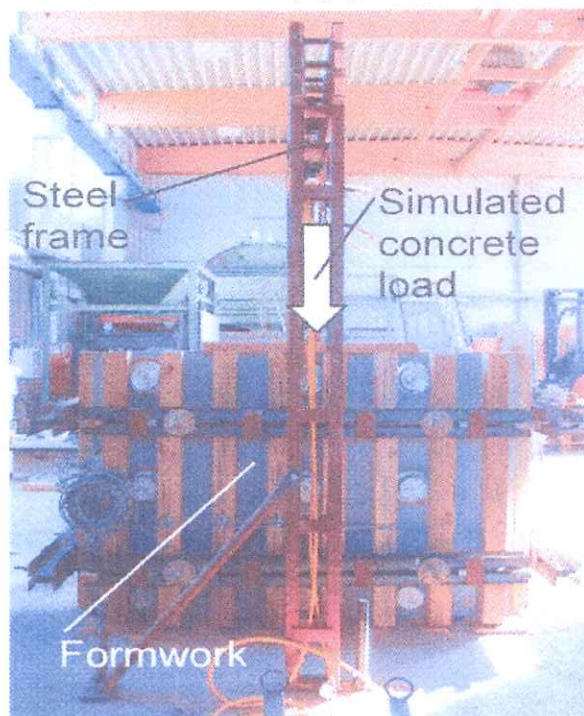
Średnica formy wyniosła 0,61 m a czujniki ciśnienia umieszczono w odległościach 0,30 m i 0,91 m od spodu formy. Przy takich wymiarach formy łatwo o uogólnienia i przeniesienie wyników badań parcia z modelu na rzeczywiste wymiary deskowań.

5.3. Przekazywanie na mieszankę obciążenia pionowego symulującego parcie mieszanki dla deskowania wyższego niż model wyjściowy. Badacze parcia mieszanki betonowej SCC na deskowanie stosują w ostatnich latach uproszczenie, polegające na wykonaniu stosunkowo niskiego modelu formy z czujnikami ciśnienia umieszczonymi w dolnej jej części i symulowanie parcia na deskowanie wyższe (w przypadku modelu pokazanego na rys.1 aż do 13 m wysokości) poprzez dociążanie wcześniej ułożonej warstwy siłą równoważną ciężarowi mieszanki zalegającej na symulowanej wysokości deskowania. Pomiar ciśnienia działającego na czujniki w dolnej części deskowania pokazują zwiększone rzędne parcia. Powstają dwa pytania:

- czy można przy takim stanowisku badawczym określić maksymalną rzędną składowej poziomej parcia przy deskowaniu o wysokości np. 4,2 m,

- jaki był mechanizm przykładania dodatkowego obciążenia dla deskowania w wielokrotnie wyższej wysokości formy niż wysokość modelu.

Mark Beitzel na przykład dociągał model ściany poprzez układ pokazany na rysunku 2.



Rys. 2 Stanowisko badawcze o wymiarach 1,5x2,0 m wg artykułu Modeling Fresh Concrete Pressure of Normal and Self-Compacting Concrete. Marc Beitzel , Institute of Building Process and Environmental Technology, Trier, Germany (2010)

5.4. Możliwości wykorzystania badań w zastosowaniach budowlanych. Niezwykle szeroki zakres badań 30 rodzajów zapraw i 30 rodzajów mieszanek betonowych o cechach samozagęszczalnych stwarza nadzieje na sformułowanie wyraźnych zaleceń dotyczących wyznaczenie rzędnych parcia takich mieszanek na deskowanie pionowe. Czy kwintesencją pracy są dwa nomogramy pokazane na rys.9.15 i 10.13 ? Jak należy z nich korzystać przy betonowaniu np. ściany o wysokości np. 5,40 m? Dlaczego po tak obszernych badaniach nie podjęto próby sformułowania zależności funkcyjnej do obliczenia rzędnych parcia jak to zrobili na przykład cytowani już Omran i Khayat podający zależność typu :

$$P_{max} = \gamma H / 100 [98 - 3.82H + 0.63R + 11D_{min} - 0.021 V \tau_{0rest@15min}] \times f_{MSA} \times f_{WP}, \text{ kPa}$$

uzyskaną na podstawie kilkuset pomiarów rzędnych parcia używając do tego celu stanowiska o wysokości 0,7m z czujnikami w dolnej części formy .

6. Wniosek końcowy

Oceniana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michała Piotra Drewnioka ma dobre podstawy naukowe i szerokie możliwości aplikacyjne, co udowodniono w 9 i 10 rozdziale pracy. Stanowi samodzielnie wykonane obszernie opracowanie naukowe pod kierunkiem promotora będące oryginalnym rozwiązaniem problemu. Problematyka ta dotyczy wpływu i zakresu modyfikacji mieszanek betonowych o wysokiej ciekłości w aspekcie ich parcia na deskowanie pionowe.

O posiadaniu przez Kandydata ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport (dawniej budownictwo) świadczy umiejętność przygotowania planu i zrealizowania badań w stosunku do potrzeb przemysłu budowlanego oraz umiejętność wskazania granic zastosowań modyfikacji. Kandydat posiadał także umiejętność samodzielnego prowadzenia badań laboratoryjnych i aplikacyjnych w ramach podjętej pracy naukowej.

Oceniając **pozytywnie** całość dokonań Pana mgr inż. Michała Piotra Drewnioka 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 , że Rada Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej może skierować pracę do publicznej obrony.

