

Prof. dr hab. inż. Jerzy Hoła
Politechnika Wrocławska
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
e-mail: jerzy.hola@pwr.edu.pl

Wrocław, 09 października 2019 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Justyny Tworzewskiej

pt.: „Analiza procesu powstawania i rozwoju rys w belkach żelbetowych z zastosowaniem optycznego systemu pomiarowego 3D typu ARAMIS”.

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi Uchwała Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 12 czerwca 2019 roku, oraz pismo z dnia 09 września 2019 roku, znak BD – 198/19 podpisane przez Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury PŚk Pana prof. dra hab. inż. Marka Iwańskiego.

2. Przedmiot i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Tworzewskiej pt.: „Analiza procesu powstawania i rozwoju rys w belkach żelbetowych z zastosowaniem optycznego systemu pomiarowego 3D typu ARAMIS”. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. PŚk. Rozprawa ta, mająca charakter badawczo - teoretyczny i licząca 194 strony składa się z 10 rozdziałów i zawiera 106 rysunków i 97 tabel. Literatura liczy łącznie 117 pozycji (8 pozycji doktorantki – 7 współautorskich), w tym 10 pozycji norm.

Rozprawę rozpoczyna streszczenie, w językach polskim i angielskim, po którym zamieszczono wykaz zastosowanych symboli i oznaczeń.

Rozdział 1 zawiera wprowadzenie, po którym – w rozdziale 2 – sformułowano trzy cele pracy.

W rozdziale 3, nazwanym opis procesu zarysowania w literaturze przedstawiono w kolejności: zachowanie belek żelbetowych pod wpływem działania obciążenia, przyczyny powstania rys, definicję rysy, wielkości opisujące zarysowanie w żelbetowych

SEKRETARIAT DZIEKANA

Wpłynęło dnia 10.10.2019

Podpis Aneta Sadura-Joń

belkach zginanych (moment rysujący, rozstaw rys, szerokość rys), metody badawcze powstawania i rozwoju rys z rozbiciem na pomiary szerokości i długości rys oraz ich lokalizacji. Opisano także w tym rozdziale proces powstawania rys jako zjawisko losowe. Rozdział zakończono podsumowaniem i tezami pracy.

W rozdziale 4 podano opis badań. Opisano w kolejności: stanowisko badawcze, aparaturę badawczą, elementy badawcze, szczegółowy program badań belek serii I i II, badania towarzyszące.

Rozdział 5 nazwano zastosowanie optycznego systemu pomiarowego do badania procesu zarysowania. Podano w nim niezbędne informacje odnośnie do systemu optycznego 3D, powierzchni badanej tym systemem, wykonywania pomiarów.

W rozdziale 6 zamieszczono uzyskane wyniki badań. W pierwszej kolejności przedstawiono rezultaty badań belek I serii, po nich podano rezultaty badań towarzyszących, a następnie podano wyniki badania szerokości rys belek żelbetowych II serii.

W rozdziałach 7 – 9 dokonano kolejno: analizy procesu zarysowania pod kątem momentu rysującego i zastosowania w badaniach systemu optycznego (7), analizy procesu zarysowania pod kątem odległości między rysami i intensywności zarysowania (8), analizy procesu zarysowania pod kątem szerokości rysy (9).

W rozdziale 10 sformułowano wnioski, po których zamieszczona została literatura.

Po zapoznaniu się z recenzowaną rozprawą stwierdzam, że jej treść jest zgodna z tytułem, a przyjęty układ i uporządkowanie treści jest logiczne i czytelne. Rozprawa napisana jest bardzo dobra polszczyzną. Zilustrowano ją dużą liczbą rysunków i tabel. Dobór pozycji bibliograficznych jest trafny i wystarczający. Zwraca uwagę bardzo staranne, wręcz perfekcyjne zredagowanie rozprawy.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i sformułowanych celów

Przystępując do oceny doboru tematu rozprawy i postawionych celów chciałbym rozpocząć od nie odkrywczego stwierdzenia, że powstawanie rys w żelbecie pod wpływem obciążenia jest zjawiskiem nieuniknionym, naturalnym dla tego powszechnie stosowanego materiału konstrukcyjnego. Powstawanie tych rys i ich rozwój badany jest

praktycznie od zarania żelbetu, po dziś dzień. Mówiąc w dużym skrócie dzieje się tak między innymi dlatego, że wraz z upływem czasu następują zmiany w asortymencie stosowanych do wykonywania konstrukcji żelbetowych betonów i stali zbrojeniowej. Materiały te charakteryzują się coraz to wyższymi parametrami wytrzymałościowymi. Ma to wpływ na charakter i rozwój rys w elementach z takich materiałów wykonanych, a znajomość tego jest niezbędna nie tylko do analizy zachowania się elementów żelbetowych pod wpływem danego rodzaju obciążenia ale również do oceny trwałości konstrukcji żelbetowych. Doskonalone są także wraz z upływem czasu aparatura badawcza, metody i metodyka obserwacji powstawania i rozwoju rys pod wpływem różnego rodzaju obciążeń, w tym pomiaru szerokości i odległości między rysami. Dlatego wiedza w przedmiotowym temacie wymaga ciągłego poszerzania, uaktualniania i doprecyzowywania na drodze badawczej. Wiedza ta przyczynia się też niewątpliwie do udoskonalania metod obliczeniowych konstrukcji żelbetowych i jak to Autorka podkreśliła we wprowadzeniu do rozprawy, jest ona również użyteczna w poszukiwaniu nowych rozwiązań wymiarowania elementów żelbetowych opartych na naukowo uzasadnionych założeniach teoretycznych.

Dlatego należy wyraźnie powiedzieć, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej jest aktualny i bardzo dobrze wpisujący się w sygnalizowany wyżej obszar tematyczny. Za zasadne uznaję podjęcie przez Autorkę rozprawy rozwiązywania na drodze badawczej, ale również i obliczeniowej, oryginalnego ambitnego zadania naukowego, sprecyzowanego w trzech celach na stronie 20, obejmującego:

- analizę procesu powstawania i rozwoju rys powstających na skutek dominującego działania momentu zginającego podczas obciążenia belek żelbetowych do zniszczenia w sposób monotonicznie rosnący, zmienny i cyklicznie zmienny, z zastosowaniem wyników uzyskanych za pomocą systemu optycznego,
- analizę szerokości rys prostopadłych do osi elementu uzyskanych z badań w porównaniu z szerokościami obliczonymi wg EC2 oraz uproszczonego wzoru, (zaproponowanego przez Goszczyńskich),
- ocenę możliwości wykorzystania nowoczesnej aparatury jaką jest system optyczny typu ARAMIS w badaniach procesu zarysowania belek żelbetowych.

Podsumowując uważam, że podjęty przez Autorkę rozprawy temat zasługuje na zdecydowanie pozytywną ocenę bo jest aktualny i interesujący poznawczo i aplikacyjnie. Na identyczną ocenę zasługują sformułowane w rozprawie cele, które są zasadne i oryginalne.

3.2. Tezy pracy

W rozprawie sformułowano pięć tez (rozdział 3, s. 57). Tezy są oryginalne i prawidłowo sformułowane, a zrealizowany zakres badań doświadczalnych i krytyczna analiza uzyskanych rezultatów oraz przeprowadzone obszerne analizy procesu zarysowania badanych belek żelbetowych potwierdzają ich prawdziwość. Zdaniem recenzenta tezy zostały udowodnione, a odpowiedzi potwierdzające ich prawdziwość zawarte są w rozdziale 10 (wnioski) na stronach 183 – 184.

3.3. Ocena wartości naukowej rozprawy

Ocenę wartości naukowej rozprawy rozpoczynam od stwierdzenia, że wykonane przez Autorkę własne badania doświadczalne zostały prawidłowo zaplanowane, z punktu założonych celów i sformułowanych tez. Opisy stanowiska badawczego i aparatury badawczej, elementów badawczych i programu badań są pełne i precyzyjne. Metodyka pomiarów z zastosowaniem systemu optycznego została wyczerpująco opisana i nie budzi zastrzeżeń. Zrealizowane badania belek I serii i belek żelbetowych II serii także zostały bardzo dobrze opisane i udokumentowane. Uzyskane zostały wiarygodne, wartościowe, oryginalne rezultaty, które przedstawiono w sposób jasny i czytelny w formie tabelarycznej i w formie graficznej. W mojej opinii dokonana został przez Autorkę właściwa interpretacja i wnikliwa krytyczna analiza uzyskanych rezultatów badań, poparta analizami obliczeniowymi i na tej podstawie sformułowane zostały szczegółowe wnioski cząstkowe (w rozdziałach 7 -9) oraz zasadne i precyzyjne wnioski końcowe.

Po analizie rozprawy uważam, że do głównych osiągnięć naukowych Autorki można zaliczyć między innymi:

- opracowanie oryginalnego programu dwuetapowych badań doświadczalnych wstępnych i zasadniczych, i konsekwentne jego zrealizowanie, w efekcie którego uzyskano szereg wartościowych wyników przyczyniających się do rozszerzenia wiedzy w temacie objętym rozprawą,

- dokonanie analizy porównawczej uzyskanych rezultatów w zakresie pomiaru szerokości rys, w badanych belkach żelbetowych metodami tradycyjną i z zastosowaniem nowoczesnego systemu optycznego 3D typu ARAMIS,
- jednoznaczne wykazanie na drodze badawczej, że proces powstawania i rozwoju rys w badanych belkach żelbetowych, w całym zakresie obciążenia monotonicznie rosnącego oraz obciążenia zmiennego i obciążenia cyklicznie zmiennego, aż do zniszczenia elementu można analizować w sposób ciągły stosując nowoczesny optyczny system 3D ARAMIS,
- wykazanie na podstawie analiz statystycznych uzyskanych rezultatów badań, że odległości między rysami w belkach żelbetowych nie zależą od sposobu obciążania i od przyczyny zniszczenia (zginanie, ścinanie),
- opisanie procesu zarysowania w badanych zginanych belkach żelbetowych, na odcinku stałego momentu, empiryczną funkcją gęstości zarysowania,
- wyróżnienie trzech „przebiegów” przyrostu szerokości rys w badanych belkach żelbetowych niszczonych na zginanie: liniowego do 0,9 wyężenia, z pojedynczym załamaniem odpowiadającemu przekroczeniu w stali zbrojeniowej poziomowi obciążenia powodującego proporcjonalnie odkształcenia, z podwójnym załamaniem gdzie drugiemu załamaniu odpowiada uplastycznienie stali zbrojeniowej,
- wyprowadzenie wzoru na szacowanie odcinka biernego o długości $2a_0$ w zakresie obciążeń użytkowych dla belek żelbetowych niszczonych na zginanie oraz na zginanie ze ścinaniem, pozwalającego w sposób uproszczony obliczyć szerokość rys według uproszczonego wzoru zaproponowanego przez Goszczyńskich.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Czytając rozprawę nasunęły mi się następujące, bardzo nieliczne, uwagi krytyczne i dyskusyjne oraz sugestie i pytania do Autorki:

- a) W rozprawie tezy powinny zostać moim zdaniem wyraźniej wyeksponowane poprzez umieszczenie w osobnym rozdziale, tak jak zrobiono to w przypadku celów pracy.
- b) W podrozdziale 3.2 nie było potrzeby wprowadzania podrozdziału 3.2.1, jedyne w podrozdziale 3.2.
- c) Na s. 18, 17 wd powinno być: ... szalunków systemowych, a jest, ... rusztowań systemowych.

- d) Jak poprawnie powinno brzmieć zdanie na s. 41, 7wd?
- e) Na rys. 4.13 i 4.15 powinny zostać opisane etapy obciążania (patrz celem porównania na rys. 4.14 i 4.16) o których jest mowa w tekście na s. 67 i 68; podpis pod rysunkiem 6.5 warto było poszerzyć o informację ... dla próbek kostkowych 1 – 6 (bez tej informacji nie wiadomo co oznaczają na tym rysunku cyfry 1- 6); podpisy pod rysunkami 9.1 – 9.4 wymagają korekty (patrz na opis osi poziomej).
- f) Zdanie na s. 114, 1 wg wymaga korekty, moim zdaniem brakuje w nim słowa przestojów. Korekty wymaga także zdanie na s. 143, 3 wg, brakuje w nim słowa sposobu.
- g) W nawiązaniu do ostatniego zdania na s. 168, cyt. „W tab. 9.10 brakuje wyników dla belki A20-2 ponieważ wartości znacznie odbiegały od pozostałych, zostały więc pominięte w analizie” koniec cyt., proszę powiedzieć czy udało się ustalić co było tego przyczyną.
- h) W poz. Lit. 71, 72, 79, 83 opis bibliograficzny nie jest pełny, brakuje Wydawcy.
- i) Jakie kierunki dalszych badań widzi Autorka?

5. Wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Justyny Tworzewskiej rozwiązuje postawione oryginalne zadanie naukowe dotyczące analizy procesu powstawania i rozwoju rys w belkach żelbetowych z zastosowaniem optycznego systemu pomiarowego 3D typu ARAMIS.

Stwierdzam, że sformułowane w rozprawie cele i tezy są zasadne i oryginalne. Cele zostały osiągnięte, a tezy udowodnione.

Autorka rozprawy wykazała się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem, umiejętnością programowania i prowadzenia badań doświadczalnych. Zrealizowała moim zdaniem obszerny zakres badań, otrzymała wiarygodne i wartościowe rezultaty które przeanalizowała i krytycznie oceniła, wzbogacając je przeprowadzonymi analizami obliczeniowymi. Na tej podstawie sformułowała zasadne wnioski. Świadczy to o Jej bardzo dobrym przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo – badawczych.

Uwagi krytyczne zawarte w punkcie 4 recenzji nie obniżają wartości merytorycznej i ogólnej bardzo pozytywnej oceny rozprawy. Mają one charakter dyskusyjny, ale również

porządkowy i powinny być użyteczne dla Autorki przy przygotowywaniu artykułów do czasopism naukowych.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa wnosi w przedmiotowym temacie istotny twórczy wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie uprawianej przez Autorkę, ma znaczenie naukowe a także aplikacyjne.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, iż recenzowana rozprawa spełnia wymogi ustawowe odnośnie do prac doktorskich zawarte w Ustawie o tytule i stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 roku (Dz. U. Nr 65, poz. 595) oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22.09.2011 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. nr 204, poz. 1200) **i stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Ponadto zgłaszam wniosek o wyróżnienie rozprawy. Za wyróżnieniem przemawiają moim zdaniem: bardzo dobrze opisane i udokumentowane badania eksperymentalne wykonane z wykorzystaniem wysoce nowoczesnej aparatury, uzyskane wartościowe i oryginalne rezultaty badań wnikliwie i krytycznie przeanalizowane, duże znaczenie naukowe i aplikacyjne uzyskanych rezultatów i ponadto, wręcz perfekcyjne zredagowanie rozprawy mogące stanowić wzór dla innych młodych badaczy.

