

wpłynęło 06.05.2019r.
M. Kasper

Dr hab. inż. Jacek HULIMKA prof. PŚ
Politechnika Śląska
Katedra Inżynierii Budowlanej
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice

Gliwice, kwiecień 2019 r.

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ PANA MGRA INŻ. MARIUSZA CZABAKA „MODELE MATEMATYCZNE I BADANIA EKSPERYMENTALNE ZESPOLONYCH BELEK DREWNIANO-BETONOWYCH”

Podstawa formalna i przedmiot recenzji

Niniejszą recenzję opracowałem na prośbę Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej, Pana profesora Zbigniewa Zembatego, wyrażoną w piśmie z dnia 18 marca 2019 roku, nawiązującym do uchwały Rady wymienionego Wydziału, podjętej w dniu 13 marca 2019 r.

Formalną podstawą recenzji jest umowa nr NBS-13 / 19 Teta 009/19.

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana magistra inżyniera Mariusza Czabaka pt. „Modele matematyczne i badania eksperymentalne zespolonych belek drewniano-betonowych”. Praca ta została przygotowana na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej pod kierunkiem Pana dra hab. inż. Zbigniewa Perkowskiego prof. PO jako promotora.

Opiniowana dysertacja zawarta jest w jednym tomie, liczącym 178 stron.

Problematyka rozprawy

Jako tematykę rozprawy Doktorant wybrał zagadnienia związane z modelowaniem zespolonych belek złożonych z drewnianego środka i górnej półki ze zbrojonego betonu. Jest to zagadnienie słabo rozpoznane w zakresie elementów obciążonych doraźnie (jednorazowo), a prawie niebadane w zakresie obciążeń cyklicznych oraz długotrwałych. Pomimo tego elementy takie są często stosowane w praktyce, zwłaszcza podczas remontów i modernizacji stropów drewnianych w istniejących budynkach. W tym aspekcie problem nośności i sztywności elementów zespolonych poddanych obciążeniom zmiennym i długotrwałym jest istotny z punktu widzenia możliwości bezpiecznego, a jednocześnie

ekonomicznego ich projektowania. Szczególnie cenna jest tu możliwość wiarygodnego oszacowania zachowania się belek w czasie przy użyciu analizy MES wykonanej na podstawie wyników badań nieniszczących.

W powyższym kontekście Doktorant pięć celów pracy (zastępujących tu tezy), a mianowicie (w skrócie):

- (1) sformułowanie układu równań całkowo-różniczkowych opisujących przemieszczenia belek zespolonych, z uwzględnieniem podatności złącza, cech reologicznych materiałów konstrukcyjnych i oddziaływań cieplno-wilgotnościowych,
- (2) wykonanie badań modelu w skali naturalnej przy cyklicznie wzrastającym obciążeniu, w celu analizy zmian parametrów materiałowych i sztywności złącza,
- (3) przeprowadzenie analizy uszkodzeń belki na podstawie zmian częstotliwości drgań swobodnych,
- (4) wykonanie badań modeli w skali naturalnej pod obciążeniem długotrwałym, w celu identyfikacji parametrów reologicznych,
- (5) przeprowadzenie analizy wpływu cech reologicznych drewna i betonu na redystrybucję naprężeń w elemencie zespolonym, wraz z opracowaniem algorytmu obliczeniowego.

W opisanym stanie rzeczy temat badawczy podjęty przez Doktoranta należy uznać jako aktualny i ważny.

Treść rozprawy

Treść rozprawy zawarta jest w sześciu rozdziałach, uzupełnionych wykazem cytowanej literatury (149 pozycji + 17 norm), listą publikacji Autora, spisem rysunków i spisem tablic.

Rozdział 1 (23 strony) zaczyna się od wprowadzenia i przeglądu literatury z zakresie modelowania, badań i diagnostyki drewniano-betonowych konstrukcji zespolonych. Następnie, na podstawie krytycznej analizy dostępnych materiałów, Autor formułuje cele pracy oraz pokrótce opisuje jej zakres.

W rozdziale 2 (38 stron) Autor przedstawia szczegółowe opisy podstawowych cech drewna i betonu, sposoby ich badania, modele reologiczne oraz sposoby wykonywania połączeń w układach zespolonych.

Rozdział 3 (18 stron) zawiera opisy modeli obliczeniowych – począwszy od metody uproszczonej i metody γ , do modelu belki dwuwarstwowej. Ten ostatni przedstawiono tu w pięciu kolejnych wersjach o różnym stopniu rozbudowania.

W rozdziale 4 (30 stron) Autor omawia wykonane przez siebie badania modelowe. Składają się na nie: badania belki obciążonej przyrostowo-cyklicznie do zniszczenia oraz



badania czterech belek pod obciążeniem stałym. Zarówno opisy modeli, stanowisk i procedur badawczych, jak i uzyskanych wyników są tu bardzo szczegółowe. Wyniki przedstawione są w sposób czytelny i dokładnie omówione.

W rozdziale 5 (24 strony) opisano w sposób szczegółowy wykonane obliczenia i uzyskane na ich podstawie wyniki. Na podkreślenie zasługuje, między innymi, wykonanie analizy wrażliwości (często pomijane w podobnych opracowaniach), a także zastosowany aparat obliczeniowy. Należy tu podkreślić bardzo dobrą zgodność wyników obliczeń i pomiarów w badaniach modelowych, świadcząca o wiarygodności opracowanych modeli obliczeniowych.

W rozdziale 6 (6 stron) przedstawiono krótkie podsumowanie pracy i plany Autora w zakresie przyszłych działań naukowych.

Merytoryczna ocena rozprawy

Już na początku tej części recenzji stwierdzam, że opiniowaną rozprawę doktorską Pana magistra inżyniera Mariusza Czabaka oceniam pozytywnie. Za taką oceną przemawiają poniższe argumenty.

- Temat rozprawy jest dobrany trafnie, ma bowiem zarówno znaczenie poznawcze, jak i bezpośrednie odniesienie do praktyki projektowej. Jest to, w moim pojęciu, szczególnie cenne, świadczy bowiem o umiejętności sformułowania tematu badawczego powiązanego z rzeczywistymi problemami konstrukcyjnymi.
- Autor wykazał dobrą znajomość poruszanej tematyki, wyrażoną w krytycznym przeglądzie stanu wiedzy. Wnioski z tego przeglądu posłużyły Autorowi do sformułowania celów (tez) pracy i zaplanowania badań.
- Program badań i obliczeń został prawidłowo dobrany i umiejętnie zrealizowany. Na szczególne podkreślenie zasługuje tutaj wykonanie szczegółowych badań własnych, w tym długotrwałych.
- Wyniki badań i analiz zostały przedstawione w sposób szczegółowy, co pozwala na ich wykorzystanie przez innych badaczy i wykonanie odrębnych analiz.
- Autor wykazał się umiejętnością prawidłowego i logicznego wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników badań i analiz. Jest to cenna umiejętność, bowiem najlepiej nawet opracowane wyniki bez odpowiedniej interpretacji pozostają jedynie zbiorem liczb i wykresów.
- Autor udowodnił możliwość numerycznej oceny zachowania się belek zespolonych drewniano-betonowych w dłuższym okresie czasu, z uwzględnieniem zjawisk reologicznych i warunków termiczno-wilgotnościowych,

- Autor w sposób uczciwy zaprezentował także te wyniki i analizy, które nie wykazywały zadowalającej wzajemnej zgodności.

Wśród szczegółowych osiągnięć poznawczych pracy wymienić należy:

- wykazanie możliwości wyznaczenia modułów sprężystości warstw i sztywności ich połączenia na podstawie danych geometrycznych (ugięcia, krzywizna, poślizg) i prędkości fal ultradźwiękowych w warstwie betonu,
- sformułowanie układu równań opisujących zachowanie się belki drewniano-betonowej, z uwzględnieniem rzeczywistej podatności styku i wpływów niemechanicznych,
- wykonanie badań długotrwałych, nadal kontynuowanych,
- wyznaczenie parametrów reologicznych na podstawie danych z pomiarów przemieszczeń,
- ocenę rzeczywistych wartości naprężeń w przekroju belki zespolonej, z uwzględnieniem ich zmian w czasie,
- wykazanie możliwości wiarygodnego prognozowania zachowania się belek zespolonych drewno-beton w dłuższych okresach użytkowania w warunkach naturalnych.

Obowiązkiem recenzenta jest także sformułowanie pytań i uwag krytycznych, w tym o charakterze dyskusyjnym. W recenzowanej pracy jest ich bardzo mało, niemniej parę zagadnień należy poruszyć – przedstawiono je poniżej.

- Bazowanie na wynikach pojedynczego eksperymentu (a tak Autor postąpił w przypadku modelu z cyklicznym przyrostem obciążeń) jest ryzykowne, zwłaszcza w przypadku tak "kapryśnego" materiału, jak drewno. Jest to zresztą widoczne w badaniach długotrwałych, gdzie jeden z modeli wyraźnie "odstaje" od trzech pozostałych.
- W paru miejscach Autor stosuje dane materiałowe uzyskane z literatury. Często jest to uzasadnione, niemniej część danych można było bez trudu uzyskać z badań – przykładem może być współczynnik Poissona dla betonu.
- W praktyce opisane stropy wykonywane są z ciągłą, wieloprzęsłową płytą żelbetową, co może znacznie utrudnić jednoznaczną interpretację wyników badań nieniszczących. Autor ma zresztą świadomość tego faktu, co wyraził w opisie kierunków dalszych badań. Jak zatem Autor ocenia możliwość diagnozowania nośności i sztywności takich stropów?



- W warunkach potrzeby modernizacji istniejącego stropu zespolonego mamy do czynienia z belkami drewnianymi użytkowanymi pod znacznym obciążeniem stałym przez kilkadziesiąt lat. Jak, zdaniem Autora, wpłynie to na zachowanie się stropu zespolonego w zakresie zjawisk reologicznych w układzie "stare drewno" – "nowy beton"?
- Autor opisuje wykonane badania jako pozbawione "efektu skali". W praktyce typowy strop na belkach drewnianych (a taki może być modernizowany do układu zespolonego) ma rozpiętość 5 – 6 m i złożony jest z belek o przekroju rzędu 200 × 240 mm w rozstawie od 0,8 do 1,0 m. Jak Autor ocenia efekt skali w przypadku rzeczywistym, w odniesieniu do badanego?
- Rozwiązanie obciążenia długotrwałego w postaci pojemników z wodą trudno uznać za autorskie – a tak jest ono opisane w tekście).

W zakresie edytorskim praca stoi na bardzo dobrym poziomie i naprawdę trudno doszukać się w niej "słabych punktów". Do nielicznych należą:

- drobne błędy interpunkcyjne,
- pojedyncze "literówki" - recenzentowi udało się znaleźć dwie (str. 99 i 103),
- naprzemienne stosowanie w opisach jednostek [cm] i [mm] (w paru miejscach),
- zastosowanie terminu "nośność" zamiast "wytrzymałość" (w jednym miejscu),
- podobnie, słowo "ilość" w miejsce prawidłowego – "liczba",
- pojedyncze błędy w odmianie nazwisk.

Cytowane wyżej drobne niedociągnięcia nie zaburzają czytelności opracowania, a ich liczba jest znikoma wobec objętości pracy.

W tym miejscu trzeba podkreślić język jakim napisana została praca – bardzo precyzyjny, a jednocześnie bogaty. W obecnej rzeczywistości jest to przypadek rzadki i godny najwyższego uznania.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując niniejszą recenzję stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana magistra inżyniera Mariusza Czabaka pt. „Modele matematyczne i badania eksperymentalne zespolonych belek drewniano-betonowych” stanowi cenny wkład w rozwój wiedzy w zakresie możliwości bezpiecznego, a jednocześnie ekonomicznego projektowania drewniano-betonowych stropów zespolonych

Pomimo sformułowanych wcześniej nielicznych uwag krytycznych uważam recenzowaną pracę za oryginalną i cenną, spełniającą wymagania stawiane w Ustawie

z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Ponadto, co istotne, recenzowana praca w pełni udowadnia spełnienie przez Doktoranta wymagań stawianych na ósmym poziomie uczenia się (wg Europejskich Ram Kwalifikacji) w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji.

Tym samym wnoszę o dopuszczenie Pana magistra inżyniera Mariusza Czabaka do publicznej obrony przedmiotowej rozprawy doktorskiej.


.....
dr hab. inż. Jacek Hulimka prof. PŚ