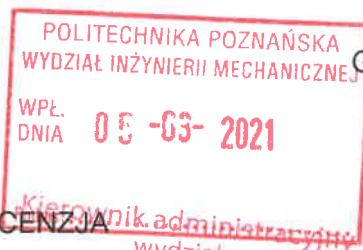


dr hab. inż. Marcin Kujawa, prof PG
e-mail: marcin.kujawa@pg.edu.pl



Gdańsk, 26.02.2021

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Wstawskiej
pod tytułem:
„Belki na podłożu sprężystym o zmiennych właściwościach”

Podstawa opracowania:

Pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej z dnia 22.12.2020 roku wraz z egzemplarzem pracy doktorskiej, napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Krzysztofa Magnuckiego.

1. Ogólne omówienie pracy

Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest analiza stateczności belek swobodnie podpartych jednorodnych i trójwarstwowych na podłożu sprężystym o zmiennych właściwościach geometrycznych. Praca ma charakter analityczno-numeryczny.

Omawiana rozprawa składa się z czterech rozdziałów, podsumowania wraz ze wskazaniem kierunków dalszych badań i kolejno spisów: rysunków, tabel oraz literatury. Rozprawa liczy w sumie 164 strony (w tym 6 pierwszych stron to strona tytułowa, podziękowania, spis treści, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz ważniejszych oznaczeń).

Rozdział pierwszy to wstęp wraz z przeglądem literatury, w którym obszernie omówiono (w sumie 28 stron) klasyczne modele belek jednorodnych i trójwarstwowych na podłożu sprężystym.

W rozdziale drugim bardzo krótko przedstawiono cel i zakres pracy (w sumie 2 strony).

Rozdział trzeci to opis zaproponowanych w pracy dwóch modeli analitycznych wraz z przykładami numerycznymi (w sumie 48 stron, a w tym co najmniej 32 strony wyników analiz zestawionych w tablicach i na wykresach).

Rozdział czwarty poświęcono opisowi badań numerycznych z zastosowaniem MES (program SolidWorks) oraz porównaniu rozwiązań MES z wynikami obliczeń z wykorzystaniem zaproponowanych w pracy modeli analitycznych (w sumie 45 stron, a w tym co najmniej 33 strony wyników analiz zestawionych w tablicach i na wykresach).

Następnie bardzo krótko podsumowano wyniki badań i sformułowano wnioski końcowe (w sumie 1 strona) oraz wskazano kierunki dalszych badań (w sumie 1 strona).

Na koniec zamieszczono spis rysunków (w sumie 8 stron), tabel (w sumie 15 stron) i literatury (w sumie 10 stron). Piśmiennictwo obejmuje 146 pozycji literatury.

W pracy zamieszczono aż 65 stron dublujących się zestawień wyników analiz numerycznych w postaci tablicach i wykresów. Tego typu informacje, jeżeli są niezbędne, można było załączyć na końcu dysertacji tak, by nie zaburzały całej struktury pracy.

2. Analiza treści, ocena pracy i uwagi krytyczne (merytoryczne i redakcyjne)

Podjęty przez Doktorantkę temat badawczy jest zagadnieniem ważnym zarówno z punktu widzenia praktyki inżynierskiej, jak i celów poznawczych.

W części pierwszej mającej charakter kompilacyjny Autorka stara się syntetycznie przedstawić i przeanalizować istniejący stan wiedzy w zakresie modelowania belek jednorodnych i trójwarstwowych na podłożu sprężystym.

Opisując klasyczne modele począwszy od modelu jednoparametrowego Winklera przez modele dwu- i trójparametrowe, Doktorantka raz stosuje opis dwu, a innym razem jednowymiarowy lub wcale nie odnosi się do przestrzeni opisu (patrz strona 9 wzór (8)). Dodatkowo Autorka nie ilustruje graficznie i w czytelny sposób nie opisuje omawianych modeli np. ugięcie belki raz oznaczane jest literą w w innym razem literą v (patrz strona 8 wzór (2) i (3), w rozdziale trzecim ponownie jest użyta litera v). Podobna sytuacja ma miejsce z literą k (patrz wzór (1) na stronie 7 i (3) na stronie 37). Uważam, że zastosowana numeracja wzorów powinna być w formacie (Rozdział.Wzór), tak by powołania na te zależności były czytelne w kontekście całej pracy.

Przegląd literatury choć obszerny zawiera niestety wiele dziwnych sformułowań, błędów stylistycznych i edytorskich, co ostatecznie sprawia, że treść pracy jest miejscami zupełnie nieczytelna i chaotyczna.

Oto kilka przykładów:

- „*utwierdzenie przegubowe*” str. 11
- „*Wartość bezwymiarowego współczynnika podłoża k* ” str. 11
- „*siła punktowa*” str. 11
- „*w stosunku do głębokości ziaren*” str. 13
- „*Charakterystyka belki o długości około 50 mm była podobna do tej uzyskanej dla belki o nieskończonych wymiarach*” str. 17
- „*belkę utwierdzoną na równo oddalonych od siebie sprężystych podparciach*” str. 17
- „*Dla dynamicznych badań belek na nieliniowym podłożu*” str. 18
- „*Matryca sztywności*” str. 19
- „*Projektowanie tych elementów pozwoliło na optymalizację metod analitycznych i numerycznych*” str. 20
- „*Delaminacji połączonej z lokalnym wyboczeniem okładzin, a także utracie stateczności miejscowej - marszczenie okładziny*” str. 21
- „*Idealny materiał rdzenia powinien mieć strukturę anizotropową o dużej sztywności i wytrzymałości*” str. 24
- „*Najbardziej optymalny pod względem ekonomicznym*” str. 25
- „*Materiały dielektryczne... Należą do nich takie materiały jak polimery, a także odkryty kilka lat temu grafen*” str. 25
- „*zmniejszają się wartości siły krytycznej w belce*” str. 28
- „*Wraz ze zwiększeniem się wartości stałej sprężyn tworzących podłoże sprężyste, znacząco zwiększa się wyboczenie.*” str. 28

Czytając pracę, nie można się oprzeć wrażeniu, iż Doktorantka w sposób nieumiejętny tłumaczy teksty z wykorzystaniem ogólnie dostępnego programu (np. Google Translator) umożliwiającego tłumaczenie tekstów z języka angielskiego na polski, stąd w pracy pojawiły się między innymi takie określenia jak: „*matryca sztywności*” zamiast macierz sztywności, „*tryb wyboczenia*” zamiast postać wyboczenia, „*wyboczenie miejscowe*” zamiast wyboczenie lokalne, „*wyboczenie ogólne*” zamiast wyboczenie globalne.

W rozdziale drugim przedstawiono cel i zakres dysertacji. Uważam, że niepotrzebnie wydzielono tę część nazywając ją rozdziałem. Dużo lepiej byłoby gdyby określenie celu i zakresu pracy wynikało bezpośrednio z wprowadzenia i opisu istniejącego stanu wiedzy w zakresie tematu badań i było częścią rozdziału pierwszego. Niestety związek ten nie został w pracy jasno wskazany. Wyraźne wskazanie oryginalnych elementów pracy jest sprawą kluczową każdej dysertacji.

Główną wartość rozprawy Pani mgr inż. Iwony Wstawskiej stanowi rozdział trzeci, w którym przedstawiono oryginalne rozwiązanie w postaci dwóch modeli matematycznych opisujących zachowanie ściskanych osiowo belek swobodnie podpartych, jednorodnej oraz trójwarstwowej, na podłożu sprężystym o zmiennych właściwościach. Niestety w przypadku opisu modeli analitycznych zabrakło szczegółowego i klarownego przedstawienia poszczególnych części wyprowadzenia. Czytelnik może więc odnieść wrażenie pewnego braku ciągłości i związków pomiędzy poszczególnymi elementami wyprowadzenia. Szczególnie mało przejrzysty jest opis rozwiązania w przypadku belki trójwarstwowej.

Po lekturze rozdziału trzeciego pracy (moim zdaniem rozdziału kluczowego dysertacji) nasuwają mi się następujące pytania podstawowe:

- *Czym kierowano się przy wyborze ogólnej postaci funkcji $c(x)$ opisującej właściwości podłoża? Jak wyglądają przebiegi funkcji $c(x)$ przy wymiernych wartościach współczynnika k ? Przedstawienie tych postaci funkcji $c(x)$ wydaje się kluczowe ze względu na klarowność opisu.*
- *Rozwiązanie problemu utraty stateczności nie sprowadza się nigdy jedynie do wyznaczenia wartości siły krytycznej ale także, określenia odpowiadającej tej sile postaci wyboczenia. Jak*

wyglądają postacie wyboczenia uzyskane z rozwiązania analitycznego dla przyjętych danych? W żadnym miejscu w pracy nie zostały one pokazane, dlaczego?

- Jak dobierano wartości współczynników m i n opisujących postacie funkcji ugięcia $v(x)$? Jaki wpływ na rozwiązanie, to jest postacie wyboczenia, mają te współczynniki? Ten aspekt rozwiązania (może jako oczywisty?) nie został nigdzie w pracy opisany.
- Czy zasadnym jest wykonywanie obliczeń z wykorzystaniem zaproponowanych modeli matematycznych przy wartościach współczynnika n różnych od zera, gdy wyjściowy model belki zakłada jej swobodne podparcie (patrz rys. 2 na stronie 37)?
- Jakie założenia ograniczające przyjęto w zaproponowanych modelach analitycznych? Jakie zalety i wady mają zaproponowane modele matematyczne?

Rozdział czwarty dotyczy badań numerycznych z wykorzystaniem MES. Analizę numeryczną przeprowadzono w celu potwierdzenia poprawności zaproponowanego w pracy modelu analitycznego.

Opis modeli numerycznych, w tym modeli MES, niestety nie zawiera wszystkich niezbędnych informacji. W szczególności w opisie nie wskazano: rodzaju analizy, rodzaju elementu skończonego, parametrów belki (nie podano nawet wymiarów przekrojów poprzecznych), parametrów podłoża, sposobu modelowania połączenia belka-podłoże. W opisie modelu nie zbadano także wpływu gęstości siatki elementów skończonych czy rzędu zastosowanych elementów skończonych na wynik analizy (wartość siły krytycznej, postaci wyboczenia). Analiza zbieżności (ze względu na gęstość siatki i ze względu na rząd elementu) jest elementem niezbędnym każdej analizy numerycznej z zastosowaniem MES.

Przedstawione w rozdziale czwartym wyniki badań numerycznych są tym samym mało wiarygodne. W związku z tym kluczowy wniosek końcowy o poprawności zaproponowanego modelu matematycznego także budzi wątpliwości.

Drobnych błędów edytorskich i pozostałych pomniejszych redakcyjnych pozwoliłem sobie w recenzji dodatkowo nie przytaczać.

3. Podsumowanie i wniosek końcowy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej Autorka podjęła się rozwiązania aktualnego zagadnienia naukowego dotyczącego utraty stateczności belek jednorodnych i trójwarstwowych na podłożu sprężystym o zmiennych właściwościach geometrycznych.

Przedstawiona rozprawa Doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie ważnego problemu naukowego, w opracowaniu którego Doktorantka - pomimo wielu znaczących uchybień w opisie rozwiązania - wykazała się jednak dostateczną ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Iwony Wstawskiej pt.: „*Belki na podłożu sprężystym o zmiennych właściwościach*” odpowiada w stopniu dopuszczającym warunkom stawianym przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. Nr 65 poz.595) rozprawom doktorskim w zakresie nauk technicznych i na tej podstawie **stawiam wniosek o przyjęcie i dopuszczenie pracy mgr inż. Iwony Wstawskiej do publicznej obrony.**

