

Szczecin, 28.06.2020 r.

Prof. dr hab. inż. Ryszard Buczkowski
Katedra Mechaniki Konstrukcji
Wydział Techniki Morskiej i Transportu
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Klaudii Juszczyk-Andraszyk **Dynamika smukłych konstrukcji stalowych pod obciążeniem o charakterze stochastycznym**, promotor: prof. dr hab. inż. Marcin Kamiński

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowiło pismo prof. dr. hab. inż. Marka Lefika, Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej z dnia 11.05.2020 r.

2. Opis rozprawy

Praca dotyczy analizy niezawodności smukłych konstrukcji stalowych, gdzie obciążenie ma charakter stochastyczny (oddziaływanie zmiennego w czasie wiatru).

Celem rozprawy było przeprowadzenie krytycznej analizy dotychczasowego stanu wiedzy ze zwróceniem szczególnej uwagi na zagadnienia optymalizacji i niezawodności lekkich konstrukcji stalowych. Istotą pracy była analiza niezawodności takich konstrukcji (stalowy komin i wieże telekomunikacyjne). Znaczącym wkładem jest przeprowadzenia pomiarów konstrukcji pełnowymiarowych, wskazując na nośność wyboczeniową elementów konstrukcji jako czynnik decydujący o jej niezawodności.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie w tematykę. Przedstawiono tu przedmiot, cele i zakres pracy. W rozdziale 2 przedstawiono przegląd literatury. W drugiej części tego rozdziału przedstawiono rozwiązania projektowe wieżowych stacji bazowych. Omówiono geometrię wież kratowych i rodzaje wykratowania ścian. W odniesieniu do stacji bazowych zaprezentowano rozwiązania stosowane w praktyce, umożliwiające umieszczanie na wieżach

urządzeń telekomunikacyjnych, takie jak anteny i moduły radiowe. Zaprezentowano kilka konstrukcji wieżowych wraz z rozwiązaniami ich wzmocnienia.

Rozdział 3 stanowi szczegółowe omówienie badania niszczącego konstrukcji wieżowej w jej naturalnej skali. Zaprezentowano wyniki badań nośności wyboczeniowej i porównano je z wynikami obliczonymi na podstawie kodów projektowych. Omówiono metodę symulacyjną Monte Carlo, metodę półanalityczną oraz uogólnioną metodę perturbacji stochastycznej, która stanowi podstawową technikę wykorzystaną w rozprawie. Rozdział kończy prezentacja zagadnienia aproksymacji odpowiedzi konstrukcji metodą najmniejszych kwadratów oraz analiza wrażliwości funkcji aproksymacyjnej.

Rozdział 5 zawiera opis obliczeń szacowania niezawodności konstrukcji komina i wież telekomunikacyjnych przy uwzględnieniu obciążenia o charakterze stochastycznym. Bardziej interesująca jest druga część, w której podjęto tematykę niezawodności kratowej wieży telekomunikacyjnej. Analizowana konstrukcja miała wymiary konstrukcji pełnoskalowej. Celem analizy było określenie zależności od czasu wskaźnika fluktuacji niezawodności przy losowym wzbudzeniu wiatrem.

Jako podstawową metodę zastosowano tu metodę perturbacji stochastycznej. Jako metody referencyjne wykorzystano metodę Monte Carlo i metodę półanalityczną. Obliczono statystyki rozkładu prawdopodobieństwa w odniesieniu do sił ściskających w wybranym krawężniku wieży oraz wskaźniki niezawodności Hasofer-Linda. W trzeciej części rozdziału przedstawiono obliczenia niezawodności kratowej wieży telekomunikacyjnej. Celem obliczeń było określenie wpływu funkcji wzbudzenia na odpowiedź konstrukcji oraz wyznaczenie niezawodności w wybranych punktach czasowych. Warunkiem determinującym niezawodność była tutaj nośność połączeń (połączenie kołnierzowe pomiędzy krawężnikami segmentów oraz połączenie skratowania z krawężnikiem). Na końcu rozdziału omówiono problem niezawodności wieży telekomunikacyjnej w odniesieniu do jej stanu granicznego. Obliczano wskaźniki niezawodności w odniesieniu do przemieszczeń wierzchołka wieży. Poziomą niezawodność oszacowano metodami pierwszego i drugiego rzędu (β_{FORM} i β_{SORM}). Stwierdzono dobrą zgodność stochastycznej metody elementów skończonych z metodą MC i metodą półanalityczną.

W rozdziale 6 opisano analizy numeryczne komina oraz trzech wież różniących się wysokością. Celem obliczeń była kalibracja współczynników bezpieczeństwa na podstawie wskaźników

niezawodności. Rozdziały końcowe, 7 i 8 zawierają wnioski końcowe oraz są spisem literatury i norm projektowych.

3. Uwagi i spostrzeżenia

Głównym celem rozprawy była analiza niezawodności smukłych konstrukcji stalowych (kominy i wieże komunikacyjne) przy zastosowaniu pełnej analizy dynamicznej. Wyznaczano wskaźniki niezawodności w wybranym przedziale czasowym w odniesieniu do losowej prędkości wiatru oraz odpowiedzi konstrukcji (wyznaczenie sił przekrojowych w krawężnikach). Obliczono statystyki rozkładu prawdopodobieństwa sił ściskających w wybranym krawężniku wieży oraz obliczono wskaźniki niezawodności Hasofer-Linda w odniesieniu do całego analizowanego spektrum. Należy jednak zaznaczyć, że szacowanie poziomu niezawodności odbywa się znanymi metodami pierwszego i drugiego rzędu. Ciekawym spostrzeżeniem jest uwaga autorki, że probabilistyczna analiza numeryczna (metoda perturbacji stochastycznej) jest skuteczna w komputerowym modelowaniu konstrukcji inżynierskich. Jak powiedziano, metoda ta jest szczególnie użyteczna w tych przypadkach, gdzie dysponuje się statystykami eksperymentalnymi własności mechanicznych i parametrów geometrycznych. Na szczególne podkreślenie zasługuje wykonanie pełnoskalowych badań niszczących konstrukcji wieżowej, wykorzystane w tworzeniu i kalibracji modelu skończenie elementowego.

W kontekście analizy numerycznej na podkreślenie zasługuje optymalizacja funkcji aproksymacyjnej zestaw danych wejściowych. Potwierdzono tezę, że zasadne są obliczenia niezawodności smukłych konstrukcji kratowych przy wykorzystaniu analizy dynamicznej przy uwzględnieniu losowego charakteru obciążenia wiatrem.

Autorka nie przytacza kilku ważnych pozycji z opisywanej tematyki:

1. J. Murzewski, Bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych, Arkady, Warszawa, 1970.
2. Cz. Szymczak, Elementy teorii projektowania, PWN, Warszawa, 1998.
3. T.A. Cruse, Reliability-based Mechanical Design, Marcel Dekker, 1997, New York).
4. P. Marek, M. Gustar, T. Anagnos, Simulation-based Reliability Assessment for Structural Engineers, CRC Press, Boca Raton 1996.
5. A. Haldar, S. Mahadevan, Reliability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis, Wiley, New York, 2000.


Ocena dokonań autorki w tym zakresie na tle innych osiągnięć jest więc nieco utrudniona.

4. Podsumowanie

W recenzowanej rozprawie przeprowadzono i opisano procedury numeryczne służące do szacowania niezawodności smukłych konstrukcji wieżowych. Przeprowadzono badania eksperymentalne niszczenia takich konstrukcji i zweryfikowano je obliczeniami przy pomocy metody stochastycznych elementów skończonych.

Trzeba podkreślić, że praca jest starannie napisana. Dobór przykładów obliczeniowych jest właściwy a odpowiedni komentarz do uzyskanych wyników jest jasny i zrozumiały.

Mając na uwadze złożoność oraz pracochłonność zadań podjętych w rozprawie, uważam, że rozprawa doktorska p.t. Dynamika smukłych konstrukcji stalowych pod obciążeniem o charakterze stochastycznym autorstwa mgr. inż. Klaudii Juszczyk-Andraszyk spełnia z nadmiarem wymagania stawiane w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 ze zmianami) i może stanowić podstawę o ubieganie się przez nią o stopień naukowy doktora w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport, wnosząc zatem o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

 28.06.2020r.