

STRESZCZENIE

ANALIZA ODZIAŁYWANIA WIATRU NA UKŁAD BUDYNEK-RUSZTOWANIE

W pracy przedstawiono analizę oddziaływania wiatru na budynek z rusztowaniem fasadowym. Zgodnie z problemem naukowym postawionym we wstępie, analizowanym zagadnieniem było obciążenie wiatrem rusztowań fasadowych (bez zakryć ochronnych) ustawionych przy budynkach o pełnych elewacjach bez otworów. Pracę rozpoczęto od klasyfikacji najczęściej występujących na rynku rusztowań oraz opisu normowych zaleceń dotyczących oddziaływania wiatru. Skupiono się na procedurze wyznaczania obciążenia wiatrem podając sposób określania poszczególnych parametrów definiujących obciążenie. Wykonano kompleksowy przegląd literatury dotyczący oddziaływania wiatru na rusztowania, z podziałem na: badania modelowe, badania in-situ oraz symulacje numeryczne.

Jako podstawowe narzędzie prac badawczych, wybrano Obliczeniową Mechanikę Płynów – CFD, a wyniki symulacji były porównywane z pomiarami in-situ. Niezbędne zatem było opisanie podstaw CFD, ze zwróceniem szczególnej uwagi na modele wykorzystane w obliczeniach prezentowanych w niniejszej rozprawie.

Oryginalna część rozprawy doktorskiej dotyczy badań in-situ i symulacji CFD. Badania w skali naturalnej przeprowadzono na kilkudziesięciu rusztowaniach fasadowych wzniesionych w różnych rejonach Polski. Na podstawie wykonanych pomiarów prędkości i kierunku wiatru, przedstawiono analizę rozkładu czasowego i przestrzennego prędkości wiatru oraz porównano zmierzone 10-minutowe wartości z wyznaczonymi według podejścia normowego.

Pozostałe analizy wykonano wykorzystując CFD. Przeprowadzono procedurę walidacyjną wyboru odpowiedniego modelu turbulencji na podstawie obliczeń przepływu płaskiego przekrojów: jednego, dwóch i dziesięciu słupków. Wyniki porównano z danymi dostępnymi w literaturze. Wybrany model turbulencji został następnie zastosowany do symulacji opływu wokół wybranego budynku z rusztowaniem. Dalszą walidację modelu CFD przeprowadzono na podstawie badań in-situ zrealizowanych samodzielnie na wybranym obiekcie. Wykonano szereg analiz parametrycznych obejmujących zmiany kąta natarcia wiatru, poziom odwzorowania szczegółów elewacji, a także różne odstępki między rusztowaniem i budynkiem.

Na podstawie przeprowadzonych badań w skali naturalnej oraz symulacji, sformułowano główne wnioski. Przede wszystkim stwierdzono, że symulacje CFD mogą być użyte do analizy przepływów wokół układu budynek-rusztowanie. Zauważono, że rusztowanie ustawione przy budynku nie powoduje zwiększenia działania wiatru na elewację budynku, a decydujący wpływ na obciążenie wiatrem rusztowania ma opływ budynku wynikający z jego kształtu. Bardzo istotne jest stwierdzenie, że przy skomplikowanych kształtach budynku oszacowanie obciążenia wiatrem rusztowania można przyjąć na podstawie analizy CFD opływu wokół samego budynku. Słupki stojące w wewnętrznym rzędzie przy budynku są mniej obciążone. Niezależnie od kąta natarcia wiatru, dominującym kierunkiem działania na słupki rusztowania jest kierunek równoległy do fasady. Największe wartości wektorów prędkości występują przy słupkach znajdujących się w okolicy naroży budynku. Słupki wysunięte poza krawędź budynku są narażone na znacznie większe działanie wiatru niż pozostałe. Zjawisko przesłaniania słupków występuje tylko wtedy, gdy kierunek wiatru jest równoległy do linii ich ustawienia, a więc nie powinno być uwzględniane w obliczeniach, ponieważ w rzeczywistości kierunek wiatru nie jest stały.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE WIND ACTION ON BUILDING-SCAFFOLDING SYSTEM

The work presents an analysis of the wind impact on a building-scaffolding system. The analyzed issue, specified as the scientific problem, was the wind load of façade scaffoldings without protective cladding, mounted at buildings with no openings. The work began with the classification of the most common scaffoldings on the market and the description of the standard recommendations regarding the impact of wind. The focus was on the wind load procedure, specifying the method of determining individual parameters defining the load. A comprehensive literature review concerning the impact of wind on scaffoldings was carried out, divided into model and in-situ tests, as well as numerical simulations.

The Computational Fluid Dynamics – CFD was selected as the basic research tool. The simulation results were validated using in-situ measurements. Therefore, it was necessary to describe the basics of CFD, paying special attention to the used models.

The original part of the doctoral dissertation concerned in-situ studies and CFD simulations. Full-scale research was carried out on dozens of facade scaffoldings erected in various regions of Poland. Based on the measurements of wind speed and wind direction, the analysis of time and spatial distribution of wind speed was presented. The measured 10-minute values were compared with those determined according to the standard approach.

Other analyzes were performed using CFD. A validation procedure was carried out to select the appropriate turbulence model based on the calculation of the 2D flow of one, two and ten scaffolding stands sections. The results were compared with the data available in the literature. The selected turbulence model was then used to simulate the flow around the building with scaffolding. A series of parametric analyzes were carried out, including changes in the wind attack angle, level of building façade details, various spacing between the scaffolding and the building.

Based on the conducted in-situ tests and CFD simulations, main conclusions were formulated. First of all, it was found that simulations can be used to analyze flows around the building-scaffolding system. It was noticed that the scaffolding placed next to the building did not increase the effect of wind load on the façade of the building, and the flow pattern of the building resulting from its shape had a decisive influence on the wind load of the scaffolding. It is very important to state that for complex building shapes, the scaffolding wind load

estimation can be based on CFD analysis of the flow around the building itself. In addition, the stands located in the first row next to the building were less loaded. Regardless of the angle of attack, the dominant wind load direction on the scaffolding stands is parallel to the façade. The largest values of velocity vectors occur near the stands located at the corners of the building. Stands located beyond the edge of the building are exposed to a much larger wind than others, even those at the corner. The shielding effect of scaffolding elements occurs only if the wind direction is parallel to the line of their setting, so it should not be included in the calculations, because in reality the wind direction is not constant.