

## Streszczenie rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska jest poświęcona obciążeniu wiatrem budowli na przykładzie chłodni kominowej. Na początku pracy znajduje się przegląd literatury w zakresie charakterystyki przepływu wiatru w atmosferze poniżej wiatru gradientowego oraz jak wiatr oddziałuje na konstrukcje. Zostały zaprezentowane podejścia obliczeniowe według różnych norm do projektowania konstrukcji, w tym Eurokodu 1-1-4, normy Amerykańskiej ASCE 7-10 i innych. Wykonano również przegląd literatury w zakresie stosowanej metodologii prowadzenia badań w tunelach aerodynamicznych, z uwzględnieniem metod generowania stref przyściennych – Atmospheric Boundary Layer (ABL). Zostały przedstawione wybrane metody pomiarowe do określania prędkości oraz ciśnienia wiatru. W pracy podano również podstawowe prawa i równania z zakresu dynamiki płynów oraz przedstawiono wybrane modele turbulencji.

Rozprawa ma charakter obliczeniowo-badawczy, z większym naciskiem na obliczeniową część. Prace zostały podzielone na 3 główne części: badania laboratoryjne, obliczenia numeryczne (CFD) odwzorowujące badania oraz obliczenia CFD pełnoskalowego modelu chłodni kominowej. Rozważania są prowadzone dla jednej geometrii budowli wzorowanej na chłodni kominowej na terenie Elektrowni Opole, o wysokości 185 m.

Badania laboratoryjne zostały wykonane na Politechnice Śląskiej, przy asyście ekspertów z Instytutu Techniki Ciepłej. Model chłodni kominowej został zbadany wewnątrz tunelu aerodynamicznego, z komorą badawczą o długości 2,8 m. Zastosowano model badawczy pomniejszony w skali 1:400, o średnicy ok. 20 cm. Zbadane zostały różne prędkości przepływu od 2,5 do 18,5 m/s, co wynika z możliwości technicznych tunelu aerodynamicznego. Zaniechano generowania warstwy przyściennej (ABL), a sam model został umieszczony na przygotowanym stole. W ten sposób uniknięto ekspozycji modelu na turbulentny przepływ w rejonach przyściennych tunelu. Do pomiarów została wykorzystana technika PIV (Particle Image Velocimetry), a uzyskane obrazy zostały przetworzone na pola prędkości w wybranych przekrojach przy pomocy oprogramowania Dynamic Studio.

Lwią część rozprawy stanowią obliczenia numeryczne (CFD) odwzorowujące samo badanie w tunelu aerodynamicznym. W ramach wstępnych analiz wykonano proste modele do badania prostych przypadków (walec, przepływ w pustym tunelu). We właściwych obliczeniach została odwzorowana geometria tunelu (komora badawcza oraz fragmenty wlotu i wylotu) oraz samego modelu badawczego. Przeprowadzono szereg analiz wrażliwości na istotne parametry (w tym siatkę i założoną wielkość kroku czasowego). Pola prędkości obliczone numerycznie zostały porównane z wielkościami uzyskanymi w badaniach, w celu weryfikacji modelu obliczeniowego. Na podstawie obliczeń zostały również zestawione siły nośne, oporu oraz rozkłady ciśnienia na powierzchni. W obliczeniach zauważono, że geometria tunelu ma bardzo istotny wpływ na otrzymane wielkości, a wyniki badań nie mogą być bezpośrednio przeniesione na badany obiekt. Model chłodni został również odniesiony do modelu walca, zbudowanego według tych samych założeń, w celu wykazania różnic.

W ostatniej części przeprowadzono obliczenia pełnoskalowego modelu chłodni kominowej o wysokości 185 m. Na podstawie obliczeń zostały wyznaczone wielkości oporu, siły nośnej oraz rozkład ciśnienia na powierzchni płaszcza poszycia chłodni. W pracy podjęto próbę matematycznego opisu rozkładu, która wykorzystywała szereg Fouriera oraz interpolację liniową. W ramach obliczeń wykazano, że przepływ wokół chłodni kominowej różni się zauważalnie od przepływu wokół walca oraz że wiatr inaczej oddziałuje na chłodnię, a inaczej na walec.

Do przeprowadzenia obliczeń zostało wykorzystane oprogramowanie Ansys Fluent, a obliczenia dużych modeli były prowadzone na klastrze obliczeniowym Ares w sieci PL-Grid. Interpretacje wyników oraz aproksymację wykonano z zastosowaniem oprogramowania Wolfram Mathematica. Dodatkowo do analizy statystycznej wyników z programu Fluent został napisany przeznaczony do tego program konsolowy w języku C#.

29.09.2025

Maciej Wiśniowski