



P O L I T E C H N I K A Ś L Ą S K A
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA

PRACA MAGISTERSKA

Temat:

Analiza pracy konstrukcji napiętych

Wykonujący pracę magisterską

inż. Karol SZCZOTKA

imię i nazwisko

Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie

specjalność

Budownictwo Miejskie i Przemysłowe

profil dyplomowania

255543

numer albumu

Kierujący pracą magisterską

prof. dr hab. inż. Ryszard WALENTYŃSKI

imię i nazwisko, tytuł/stopień naukowy

Ocena pracy: _____

Kat. arch. pracy: _____

Rok akademicki 2016/2017

1.	CEL I ZAKRES PRACY	7
2.	WSTĘP	9
2.1	RYS HISTORYCZNY	11
2.2	PRZYKŁADY WYBRANYCH KONSTRUKCJI MEMBRANOWYCH	15
3.	KLASYFIKACJA KONSTRUKCJI MEMBRANOWYCH	17
3.1	POWŁOKI NAPIĘTE KRAWĘDZIOWO.....	17
3.2	KONSTRUKCJE PNEUMATYCZNE.....	18
3.3	WSTĘPNIE NAPIĘTE SIATKI CIĘGNOWE I BELKI CIĘGNOWE	21
4.	MATERIAŁY	25
4.1	MEMBRANY.....	25
4.2	WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE MEMBRAN.....	34
5.	UJĘCIA NORMOWE.....	39
5.1	WYTYCZNE AMERYKAŃSKIE [33].....	40
5.2	WYTYCZNE NIEMIECKIE [32] [29]	43
6.	OBCIĄŻENIA	45
6.1	OBCIĄŻENIA STAŁE	45
6.2	OBCIĄŻENIA ZMIENNE.....	46
7.	ANALIZA NUMERYCZNA MEMBRANY	49
7.1	DANE WYJŚCIOWE	49
7.2	ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ	52
7.3	ANALIZA "FORM FINDING"	55
7.4	ANALIZA CFD	60
7.5	PORÓWNANIE WYNIKÓW ANALIZY CFD.....	72
7.6	OBLICZENIA STATYCZNO WYTRZYMAŁOŚCIOWE.....	74
7.7	PORÓWNANIE OTRZYMANYCH WYNIKÓW.....	83
8.	PODSUMOWANIE.....	87
9.	ZAŁĄCZNIKI	93
9.1	Z1 KOMENTARZ DO BUDOWY MODELU W CFD SIMULATION	93
9.2	Z2 TABELARYCZNE ZESTAWIENIE WYNIKÓW DLA PKT. 7.5	95
10.	BIBLIOGRAFIA	97
10.1	KSIĄŻKI I ARTYKUŁY.....	97
10.2	NORMY.....	98
10.3	MATERIAŁY POMOCNICZE	98

Abstrakt:

Praca dyplomowa pt. „Analiza konstrukcji napiętych” porusza podstawowe aspekty projektowania membranowych konstrukcji napiętych. Z uwagi na złożoność zagadnienia, w pracy poruszono podstawowe zagadnienia, które mają wpływ na cały etap projektowania i wykonywania membrany.

W ramach pracy wykonano analizę przekrycia membranowego amfiteatru w Wiśle. Dokładny zakres pracy obejmuje:

- analizę form finding celem znalezienia powierzchni minimalne z wykorzystaniem programu Dlubal RFEM
- analizę CFD z wykorzystaniem programów Robot SAP oraz CFD Simulation
- obliczenia statyczno wytrzymałościowe membrany z wykorzystaniem programu Dlubal RFEM
- porównanie otrzymanych wyników z opracowaniem projektanta przekrycia

Całe obliczenia membrany opierają się na wykorzystaniu modułu RF-Form Finding oraz możliwości wykonania analizy dużych deformacji w oprogramowaniu Dlubal. Za pomocą dostępnych narzędzi możliwy był łatwy eksport geometrii która była wykorzystana do analiz CFD.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z amerykańskimi wytycznymi do projektowania konstrukcji membranowych ASCE/SIE 55-10. Dodatkowo wykorzystano możliwość definicji macierzy sztywności membrany wymuszając ortotropową pracę przekrycia.

W wyniku analizy określono maksymalne i minimalne przemieszczenia membrany, określono siły wewnętrzne oraz sprawdzono warunki nośności poszycia. Dodatkowo przedstawiono ważne aspekty doboru parametrów wejściowych, które rzutują na ostateczny rezultat, a których błędne przyjęcie może doprowadzić do poważnych błędów projektowych.

Summary:

Diploma thesis „ Analysis of tensile structures” describes a basic aspects of design tensile structures. Due to complexity problem, thesis describes basic aspects that affect to design, manufacture and membrane erection.

Within thesis calculated part of tensile structure of Amphitheatre in Wisła. Range of analysis include:

- form-finding analysis to find form with minimum energy using Dlubal RFEM,
- CFD analysis using Robot SAP and CFD Simulation,
- static calculation using Dlubal RFEM
- comparison of the results with original results.

All calculations are based on RF-Form Finding module and large deformation analysis ability in Dlubal software. Using available tools, it was easy to export geometry that was used for CFD Simulation.

Calculations were performed according with ASCE/SIE 55-10 standard. Additional, used orthotropic material, manual defined by stiffness matrix.

As a analysis results calculated maximum and minimum membrane displacement, internal forces and verified design condition. In addition, described important aspects of input data selection that affect to the final results and which can lead to serious fail.