

Streszczenie

Koncepcja konstrukcji tensegrity została wynaleziona w latach sześćdziesiątych XX wieku. Idea ta znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i sztuki, między innymi z uwagi na atrakcyjną formę architektoniczną. Z punktu widzenia mechaniki stanowi odmianę prętowo-ciężnowych kratownic przestrzennych geometrycznie zmiennych, w których mechanizmy ulegają stabilizacji poprzez sprężenie elementów w konfiguracji samo równoważnego układu sił wewnętrznych. W inżynierii lądowej wzniesiono niewiele obiektów wykorzystujących tę ideę, a jedynie parę z nich znalazło zastosowanie użytkowe dla ludzi.

Za cel rozprawy postawiono zbadanie zachowania się konstrukcji tensegrity na potrzeby projektowania układów nośnych wież przy pomocy własnych narzędzi numerycznych. W celu realizacji tego zagadnienia podjęto badania eksperymentalne na modelach fizycznych przestrzennych modułów T3 wraz z badaniami numerycznymi i symulacjami. Metodą eksperymentalnej analizy modalnej dokonano identyfikacji postaci i częstotliwości drgań własnych podstawowego modułu T3 o 3 zastrzałach i 9 ciężnach – tzw. Simplexa wyposażonego w tensometryczne czujniki siły w ciężnach oraz przeanalizowano jego odpowiedź statyczną na osiowe ściskanie. W badaniach numerycznych analizowano odpowiedź podstawowego modułu T3 w stanie samo-naprężenia oraz pod obciążeniem statycznym stosując trzy różne modele jego opisu. Modele te posłużyły do wykonania optymalizacji masy modułu przy pomocy algorytmów generycznych. Ponadto dokonano symulacji numerycznych odpowiedzi statycznej oraz identyfikacji częstotliwości i postaci drgań własnych pięciu wież zbudowanych z różnych rodzajów modułów tensegrity, o elementach ze stalowych rur okrągłych i z ciężn systemowych. Wykorzystując zbudowane narzędzia numeryczne powstałe na bazie doświadczeń eksperymentalnych oraz symulacji numerycznych, wykonano koncepcyjny projekt wieży z platformą widokową o wysokości 21 m. Wybrano modyfikację podstawowego modułu T3 jako bazę do budowy wieży i dokonano optymalizacji jej masy w stanie samo-naprężenia. Następnie, wybrano lokalizację kompletnej wieży, zebrano obciążenia i wykonano ich kombinacje, wyznaczono siły wewnętrzne i zwymiarowano pręty bazując na stanach granicznych wymaganych w Eurokodach. Ponadto, wykonano analizę parametryczną zachowania dynamicznego wieży, określając jej częstotliwości i postacie drgań własnych.

Zbudowane narzędzia numeryczne umożliwiły zaprojektowanie koncepcyjnej wieży widokowej o konstrukcji tensegrity. Przeprowadzone badania, zarówno eksperymentalne jak i numeryczne, udzieliły wielu cennych informacji niezbędnych do przeprowadzenia procesu

projektowania wieży. Przeprowadzone badania uzupełniają brakujące eksperymenty w literaturze i prezentują postęp w procesie przejścia z bogatych rozważań teoretycznych o tensegrity do praktycznych realizacji w budownictwie.

Słowa kluczowe: tensegrity, wieże, badania eksperymentalne, badania numeryczne, analiza statyczna i dynamiczna, projektowanie, metoda gęstości sił, metoda elementów skończonych