

## STRESZCZENIE

### **ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA WIEŻ KRATOWYCH W UJĘCIU PROBABILISTYCZNYM**

Przedmiotem rozważań niniejszej rozprawy jest *analiza statyczno-wytrzymałościowa wież kratowych i wież typu tensegrity w ujęciu probabilistycznym*. Podstawową metodą badawczą zastosowaną w pracy do analizy niezawodności jest metoda systemowa, a za miarę niezawodności posłużył wskaźnik niezawodności  $\beta$ . Zasadniczy cel pracy stanowi zastosowanie podejścia systemowego do analizy niezawodności wież kratowych standardowych i niestandardowych.

W pracy scharakteryzowano ogólnie zagadnienie niezawodności konstrukcji. Omówiono normowe oraz probabilistyczne podejście, a także dokonano szczegółowej charakterystyki ujęcia systemowego w analizie niezawodności konstrukcji kratowych. Ponadto dokonano szczegółowego opisu teoretycznego dotyczącego analizowanych w pracy konstrukcji typu tensegrity.

W ramach rozdziałów oryginalnych, analizowano pod kątem niezawodności wieże kratowe standardowe oraz niestandardowe. Analizę standardowych wież kratowych podzielono na dwa etapy: analizę modelu niezawodnościowego oraz analizę niezawodności wraz z wyznaczeniem wskaźnika niezawodności  $\beta$ . Dla standardowych wież kratowych zbadano wpływ na niezawodność: stopnia statycznej niewyznaczalności, ilości segmentów powtarzalnych, typu wykratowania, zastosowanego rozkładu prawdopodobieństwa obciążenia zmiennego, awarii pojedynczych elementów, a także dokonano oceny użyteczności analizy niezawodności w ujęciu systemowym, w porównaniu do metody aproksymacyjnej FORM. Dla niestandardowych wież kratowych typu tensegrity dokonano oceny wpływu wstępniego sprężenia na wskaźnik niezawodności.

Na potrzeby analizy niezawodności wież kratowych opracowano autorskie programy w środowisku Mathematica. Do analizy standardowych wież kratowych sporządzono program oparty na metodzie elementów skończonych, umożliwiający przeprowadzenie identyfikacji mechanizmów występujących w wieżach kratowych (system szeregowy, równoległy lub mieszany) oraz obliczenie wskaźnika niezawodności  $\beta$ . Przy analizie struktur tensegrity wykorzystano programy obejmujące model geometrycznie nieliniowy. Programy te wykorzystują stacjonarny opis Lagrange'a oraz metodę Newtona-Raphsona. Z kolei w celu obliczenia wskaźnika niezawodności metodą FORM wykorzystano program Numpress Explore, opracowanym w IPPT PAN.

## SUMMARY

### **STATIC AND STRENGTH ANALYSIS OF TRUSS TOWERS IN A PROBABILISTIC APPROACH**

The subject of this dissertation is *the static and strength analysis of truss towers and tensegrity towers in probabilistic terms*. The basic research method used in the work for the analysis of reliability is the system method, and the reliability index  $\beta$  was used as the measure of reliability. The main purpose of the study is to apply a system approach to the reliability analysis of standard and non-standard truss towers.

The paper characterizes the general issue of structure reliability. Standard and probabilistic approaches are discussed, and a detailed characterization of the system approach in the analysis of the reliability of truss structures is made. In addition, a detailed theoretical description of the tensegrity structures analyzed in the study was made.

As part of the original chapters, standard and non-standard truss towers were analyzed in terms of reliability. The analysis of standard truss towers was divided into two stages: the analysis of the reliability model and the reliability analysis along with the determination of the reliability index  $\beta$ . For standard truss towers, the impact on reliability was examined: the degree of static indeterminacy, the number of repeating segments, the type of truss topology, the applied variable load probability distribution, failure of individual elements, and the usefulness of the reliability analysis in a systemic approach was assessed, compared to the FORM approximation method. For non-standard tensegrity towers, the impact of prestressing on the reliability index was assessed.

In order to analyze the reliability of truss towers, proprietary programs in the Mathematica environment were developed. For the analysis of standard truss towers, a program was developed based on the finite element method, enabling the identification of mechanisms occurring in truss towers (serial, parallel or mixed system) and the calculation of the reliability index  $\beta$ . In the analysis of tensegrity structures, programs with a geometrically non-linear model were used. These programs use the Lagrange description and the Newton-Raphson method. In turn, in order to calculate the reliability index using the FORM method, the Numpress Explore program, developed at IPPT PAN, was used.