

## **Streszczenie**

Profile stalowe są podstawowymi komponentami wielu układów mechanicznych. Konstrukcje tworzone z takich profili spawanych charakteryzuje wysoka sztywność statyczna, jednak mają one niskie właściwości tłumiące względem innych istniejących rozwiązań. Jednym ze sposobów polepszenia właściwości dyssypacyjnych takich konstrukcji jest wypełnienie ich materiałem o wysokim współczynniku tłumienia, np. polimerobetonem opartym na żywicy epoksydowej. Jednak wypełnienie całej konstrukcji tym materiałem wiąże się ze znacznym zwiększeniem masy całkowitej konstrukcji. W związku z tym w pracy zaproponowano wypełnianie profili stalowych mieszanką polimerobetonową tylko we wskazanych obszarach. Profile takie mogą być modelowane jako elementy belkowe dla których znane są rozwiązania równań ruchu opisanego funkcjami ciągłymi.

W pracy przedstawiono metodykę modelowania belki wielosegmentowej, dla której kolejne przedziały mają różne właściwości materiałowe i geometrię przekroju. Do realizacji tego zadania zastosowano ciągły model analityczny składający się z równań ruchu umożliwiających wyznaczenie wartości poprzecznych, skrętnych oraz wzdłużnych częstotliwości drgań własnych, odpowiadających im postaci drgań oraz częstotliwościowych funkcji przejścia. Rozważania przeprowadzono z zastosowaniem teorii: Eulera-Bernoulli'ego, Timoshenki oraz uwzględniając teorię de Saint Venanta dla skręcania. Wyniki uzyskane na podstawie opracowanych modeli zostały porównane z wynikami uzyskanymi metodą elementów skończonych oraz modelem modalnym rzeczywistego obiektu.

Badania doświadczalne przeprowadzono dwuetapowo, najpierw przeprowadzono weryfikację i walidację zastosowanej metodyki modelowania, a następnie badania dla czterech różnych konfiguracji wypełnień.

W ostatniej części pracy przedstawiono zastosowanie opracowanej metody do utworzenia algorytmu wyznaczającego korzystną konfigurację wypełnienia polimerobetonem w wybranych segmentach profilu w zależności od założonego celu oraz zdefiniowanych parametrów wejściowych. Wykreślono również częstotliwościowe funkcje przejścia dla belek segmentowych. W tym celu zastosowano metodę sprzęgania receptancji liniowych dla substruktur.

Utylitarność przedstawionej metodyki poparto również analizą trójelementowej ramy portalowej, dla której dobrano wypełnienia w taki sposób, że uzyskano obniżenie maksymalnej amplitudy funkcji receptancji w założonym zakresie częstotliwości o około 40 %, przy obniżeniu masy profilu poziomego o prawie 50 %.

## **Abstract**

Steel profiles are the basic components of many mechanical systems. Structures made of such welded profiles are characterized by high static stiffness, but they have low damping properties compared to other existing components. One of the ways to improve the dissipation properties of such structures is to fill them with a material with a high damping coefficient, e.g. polymer concrete based on epoxy resin. However, filling the entire structure with this material is associated with a significant increase in the total weight of the structure. Therefore, it is proposed in this paper to fill steel profiles with a polymer concrete only in the indicated areas. Such profiles can be modeled as beam elements for which solutions to the equations of motion described by continuous functions are known.

The paper presents a methodology for modeling a multi-segment beam, for which successive intervals have different material properties and cross-sectional geometry. To accomplish this task, a continuous analytical model consisting of equations of motion was used to determine the values of transverse, torsional and longitudinal eigenfrequencies, corresponding eigenmodes and frequency response functions. Considerations were carried out using the theory of: Euler-Bernoulli beam theory, Timoshenko beam theory and de Saint Venant's theory for torsion. The results obtained on the basis of the developed models were compared with the results obtained by the finite element method and the modal model of the real object.

Experimental studies were carried out in two stages, first verification and validation of the applied modeling methodology, and then tests for four different configurations of fillings.

The last part of the work presents the application of the developed method to create an algorithm that determines the favorable configuration of the polymer concrete filling in selected segments of the profile, depending on the assumed goal and defined input parameters. Frequency response functions for multistep beams were also plotted. For this purpose, the method of receptance coupling for substructures was used.

The utilitarian nature of the presented methodology was also supported by the analysis of the three-element portal frame, for which the fillings were selected in such a way that the maximum amplitude of the receptance function in the assumed frequency range was reduced by about 40%, while the weight of the horizontal profile was reduced by almost 50%.