

## POMIAR I PARAMETRY PRZETWARZANIA WŁASNOŚCI MODALNYCH ELEMENTÓW ZESTAWU KOŁOWEGO POJAZDU SZYNOWEGO

Julia MILEWICZ<sup>1</sup>, Tomasz NOWAKOWSKI<sup>2</sup>, Grzegorz M. SZYMAŃSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politechnika Poznańska, Instytut Transportu ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań  
e-mail: julia.milewicz@doctorate.put.poznan.pl

<sup>2</sup>Politechnika Poznańska, Instytut Transportu ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań  
e-mail: tomasz.nowakowski@put.poznan.pl

<sup>3</sup>Politechnika Poznańska, Instytut Transportu ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań  
e-mail: grzegorz.m.szymanski@put.poznan.pl

Badanie układu tarczy wewnętrznej i obręczy koła tramwaju Konstal 105Na miało na celu wyznaczenie parametrów dynamicznych obiektu, takich jak postaci i częstotliwości drgań własnych i ocenę skuteczności stosowania metody przy danych ustawieniach analizy. Eksperyment został przeprowadzony przy użyciu trójosiowych przetworników piezoelektrycznych, przymocowanych wzdłuż promienia koła co 120 stopni, oraz młotka modalnego z aluminiową główką, ponieważ taki materiał pozwolił na pomiar w oczekiwanym szerokim zakresie częstotliwości (do 3 kHz). Zastosowano podejście do badania typu MIMO (multiple-input, multiple-output), z racji wielu punktów wymuszeń i pomiarów drgań [2]. W programie BK Connect wykonano Szybką Transformatę Fouriera (FFT) pomiarów oraz wyznaczono przebiegi wartości funkcji odpowiedzi częstotliwości (FRF) z estymatorem typu H1, zalecanym przy szumach w sygnale wyjściowym [3]. Do ekstrakcji modów z widma częstotliwościowego wykorzystano metodę Rational Fraction Polynomial-Z, stosowaną dla układów o wielu stopniach swobody i niewielkich zakłóceniach [4]. Ponadto wykorzystano metodę Complex Mode Indicator Function, która skutkowałą dekompozycją głównych składowych macierzy wartości FRF, umożliwiając identyfikację poszczególnych modów [1]. Selekcję częstotliwości drgań własnych przeprowadzono na podstawie uzyskanych charakterystyk FRF i CMIF odpowiedzi wibroakustycznej, macierzy korelacji między modami oraz stopniem ich złożoności. Poza określeniem parametrów dynamicznych dokonano także wizualizacji postaci drgań własnych, wykorzystując przygotowany wcześniej model geometryczny. Rezultatem eksperymentu był zbiór kompleksowych informacji o własnościach modalnych badanego obiektu, co pozwoliło na potwierdzenie efektywności wybranej metody analizy.

**Słowa kluczowe:** analiza modalna, FRF, lekki pojazd szynowy, zestaw kołowy

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Allemang R., Brown D., A Complete Review of the Complex Mode Indicator Function (CMIF) with Applications. Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics 2007.
- [2] Farahani A.M., Mahjoob M., Modal Analysis of a Non-rotating Inflated Tire using Experimental and Numerical Methods. International Journal of Engineering Innovation & Research 2018, nr 7, s. 15-21.
- [3] Mitchell L., Improved Methods for the Fast Fourier Transform (FFT) Calculation of the Frequency Response Function. Journal of Mechanical Design 1982, nr 104, s.277–279.
- [4] Omar O., Tounsi N., Ng E.G., Elbestawi M.A., An optimized rational fraction polynomial approach for modal parameters estimation from FRF measurements. Journal of Mechanical Science and Technology 2010, nr 24, s. 831–42.

Finansowanie ze środków przyznanych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki – 0416/SBAD/0003.