

## WYKORZYSTANIE TRANSFORMATY FALKOWEJ DO WYZNACZENIA PRĘDKOŚCI POJAZDU SZYNOWEGO Z UŻYCIEM SYGNAŁU AKUSTYCZNEGO

Daniel MOKRZAN<sup>1</sup>, Tomasz NOWAKOWSKI<sup>2</sup>, Grzegorz M. SZYMAŃSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Transportu, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań  
e-mail: daniel.mokrzan@put.poznan.pl

<sup>2</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Transportu, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań  
e-mail: tomasz.nowakowski@put.poznan.pl

<sup>3</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Transportu, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań  
e-mail: grzegorz.m.szymanski@put.poznan.pl

W pracy zaprezentowano przebieg badań oraz analizę dotyczącą możliwości wykorzystania czasowo-częstotliwościowych metod przetwarzania sygnału akustycznego do wyznaczenia prędkości poruszania się pojazdów szynowych. Przeprowadzono eksperyment w postaci przytorowego testu pass-by ciśnienia akustycznego emitowanego przez przejeżdżające tramwaje stanowiące tabor Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Poznaniu. Zarejestrowany sygnał przetworzono następnie z wykorzystaniem Ciągłej Transformaty Falkowej (CWT), co w rezultacie pozwoliło uzyskać charakterystykę czasowo-częstotliwościową. Zaobserwowano, że w paśmie częstotliwościowym powyżej 500 Hz poziom ciśnienia akustycznego w dostrzegalny sposób zwiększa się w momencie, gdy stanowisko pomiarowe jest mijane przez wózki badanego pojazdu, w porównaniu do czasu, gdy rejestrowane jest poruszanie się samego pudła. Dzięki temu możliwe było umiejscowienie na charakterystyce czasowo-częstotliwościowej okresu jaki minął między przejazdem poszczególnych wózków. Zestawiając to ze znajomością wymiarów konstrukcyjnych badanego pojazdu możliwe było wyznaczenie jego prędkości poruszania się. W dalszych krokach dokonano porównania wyników przetworzenia sygnału z wykorzystaniem różnych falek bazowych, a także porównano pasma częstotliwości pod kątem największej wrażliwości na zmiany w poziomie ciśnienia akustycznego generowanego przez przejeżdżający wózek. Do walidacji wyników eksperymentu wykorzystano fotokomórki umiejscowione po obu stronach toru pomiarowego, które generowały napięcie w momencie, kiedy przejeżdżał między nimi badany pojazd co pozwalało na wyznaczenie jego średniej prędkości poruszania się. Efektem przeprowadzonych badań było sformułowanie algorytmu wyznaczającego prędkość pojazdu na podstawie czasu jaki upłynął pomiędzy zidentyfikowaniem w sygnale składowych odpowiadających przejazdom kolejnych wózków. W wyniku przeprowadzonej weryfikacji potwierdzono skuteczność dowodzonej metody, a także jej dalszy potencjał rozwojowy w aspekcie detekcji np. zestawów kołowych.

**Słowa kluczowe:** ciągła transformata falkowa, sygnał akustyczny, wyznaczenie prędkości, pojazdy szynowe

### BIBLIOGRAFIA

- [1] R. B. Randall, *Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications*, Wiley, New Delhi, 2011, pp. 67–71.
- [2] P. Chatterjee, E. O'Brien, Y. Li, A. Gonzalez, Wavelet domain analysis for identification of vehicle axles from bridge measurements. *Computers & Structures*. 84(28) (2006) 1792-1801. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2006.04.013>.
- [3] S. Tao, Z. Caiyou, W. Yuhang, G. Xin, W. Liuchong, Vibration transmission characteristic analysis of the metro turnout area by constant-Q nonstationary Gabor transform. *Measurement and Control*. 53(9-10) (2020) 1739-1750. <https://doi.org/10.1177/0020294020952466>.

*Badania oraz opracowanie wyników sfinansowano z subwencji Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach zadania badawczego numer 0416/SBAD/003.*