

**Tytuł:** Operacyjna analiza modalna w badaniach kratowych mostów kolejowych pod próbnym obciążeniem dynamicznym

**Autor:** Grzegorz Poprawa

**Słowa kluczowe:** operacyjna analiza modalna, próbne obciążenia, mosty kratowe, mosty kolejowe, dynamika mostów

**Streszczenie:** Identyfikacja właściwości dynamicznych jest ważnym i aktualnym problemem w inżynierii budowlanej. W mostownictwie tego typu informacje pozyskiwane są często w trakcie próbnego obciążenia dynamicznego. Rola tych badań jest wciąż źle rozumiana. Ich celem powinna być weryfikacja założeń projektowych, aktualizacja modelu numerycznego i określenie początkowych parametrów konstrukcji do wykorzystania w cyklu życia obiektu mostowego. Najczęściej stosowane proste metody badawcze nie sprawdzają się w przypadku złożonych konstrukcji, jakimi są np. kratowe mosty kolejowe. Złożoność odpowiedzi dynamicznej tego typu mostów wymaga zastosowania adekwatnych narzędzi badawczych, jak np. operacyjna analiza modalna (OMA).

Opisane w pracy badania miały na celu zastosowanie OMA w specyficznych warunkach rutynowych próbnych obciążeń dynamicznych. Badania te są niepowtarzalną okazją do uzyskania informacji o konstrukcji w stanie nieuszkodzonym. Przedmiotem opisanych badań są kratowe mosty kolejowe z jazdą dołem i skratowaniem typu Warena. Są to jedne z największych obiektów mostowych na polskich liniach kolejowych. Konstrukcje te cechuje specyficzna forma odpowiedzi dynamicznej, której identyfikacja z wykorzystaniem typowego podejścia badawczego, czyli prostej analizy sygnałów, prowadzi często do błędów. Doświadczenia zebrane na mostach kratowych będzie można częściowo przenieść na inne duże mosty kolejowe.

Zastosowane w pracy podejście polegało na realizacji kilku eksperymentów identyfikacyjnych rzeczywistych konstrukcji poddawanych próbnemu obciążeniu, a OMA stanowiła rozszerzenie standardowego programu badań. Do identyfikacji parametrów modalnych wykorzystano algorytm podprzestrzeni stochastycznej w wariancie bazującym na wstępnej estymacji funkcji korelacji. Obserwacje poczynione we wcześniejszym eksperymencie wpływały na program kolejnego. Badania programowano również pod kątem obserwacji specyficznego zachowania związanego z zastosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi. Przebadane przez autora liczne mosty innego typu, umożliwiły uogólnienie wniosków na szerszą grupę obiektów (mosty drogowe, mosty dla pieszych, inne systemy konstrukcyjne).

Zauważono wspólne cechy odpowiedzi dynamicznej kratowych mostów kolejowych. Często obserwowany był problem bliskiego położenia pierwszych postaci drgań własnych, giętej pionowej i skrętnej. Ich jednoznaczna identyfikacja prostszymi metodami badawczymi byłaby niemożliwa i mogłaby prowadzić do błędów we wnioskowaniu o dynamicznych właściwościach konstrukcji. Zaobserwowano interakcję dynamiczną dwóch niezależnych przęseł kratowych. Stwierdzono, że identyfikacja sześciu do ośmiu podstawowych częstotliwości i postaci drgań własnych oraz odpowiadającego im tłumienia przy użyciu OMA jest zwykle możliwa. Na podstawie zebranych doświadczeń zaproponowano wypracowany przez autora sposób postępowania z tego typu obiektami przy stosowaniu OMA.

W pracy wykazano, że operacyjna analiza modalna jest metodą identyfikacyjną dobrze pasującą do badań odbiorczych dużych mostów kolejowych. Jej wykorzystanie pozwala na jednoznaczną identyfikację podstawowych parametrów modalnych w znacznie szerszym zakresie niż dotychczas stosowane metody badawcze oparte na analizie sygnałów. Największe korzyści są w przypadku użytkowanych już obiektów, gdyż identyfikacja ich właściwości dynamicznych może odbywać się przy wykorzystaniu jako źródeł wzbudzenia drgań oddziaływań środowiska. Oddziaływania te przestają być niepożądanym zanieczyszczeniem sygnałów pomiarowych i stają użytecznym i darmowym źródłem sił wymuszających, dostępnym bez potrzeby zamykania ruchu i użycia kosztownych pojazdów próbnych (lokomotywy, pociągi).