

## ANALIZA I POMIARY DRGAŃ

Eksperymentalna analiza modalna przeprowadzana jest w celu wyznaczenia częstotliwości drgań własnych, tłumienia oraz postaci drań własnych badanego obiektu. Informacje dotyczące częstotliwości drgań własnych mogą zostać wykorzystane w celu zapobiegania występowaniu stanów rezonansowych już na etapie konstrukcyjnym, bądź w przypadku eksploatowanego już obiektu do wprowadzenia dodatkowej wibroizolacji.

Wyznaczenie postaci drgań własnych dostarcza informacji o formie drgań jakie występują w danej częstotliwości. Forma drgań dla danej częstotliwości pozwala na dobór środków (zmiana sztywności, wprowadzenie tłumienia) oraz miejsca w którym należy je zastosować w celu minimalizacji drgań. Wyznaczanie tłumienia dla obiektu bądź struktury pozwala na uzyskanie parametrów potrzebnych do opisu dynamiki danego układu.

Eksperymentalna analiza modalna polega na wzbudzeniu badanego obiektu, rejestrację sygnału wzbudzenia oraz porównanie go z odpowiedzią obiektu w określonym zakresie częstotliwości. Stosunek odpowiedzi wzbudzonej struktury do sygnału wzbudzającego (siły wzbudzenia) pozwala na wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej (FRF – Frequency Response Function). Sygnałem wzbudzającym w analizie modalnej jest siła przyłożona do obiektu. Odpowiedź układu może być mierzona w formie przemieszczenia, prędkości lub przyspieszenia. Sygnały przebiegów czasowych przekształcane są do dziedziny częstotliwości przy użyciu algorytmów przetwarzania sygnałów opartych na Transformacie Fouriera.

a)



b)

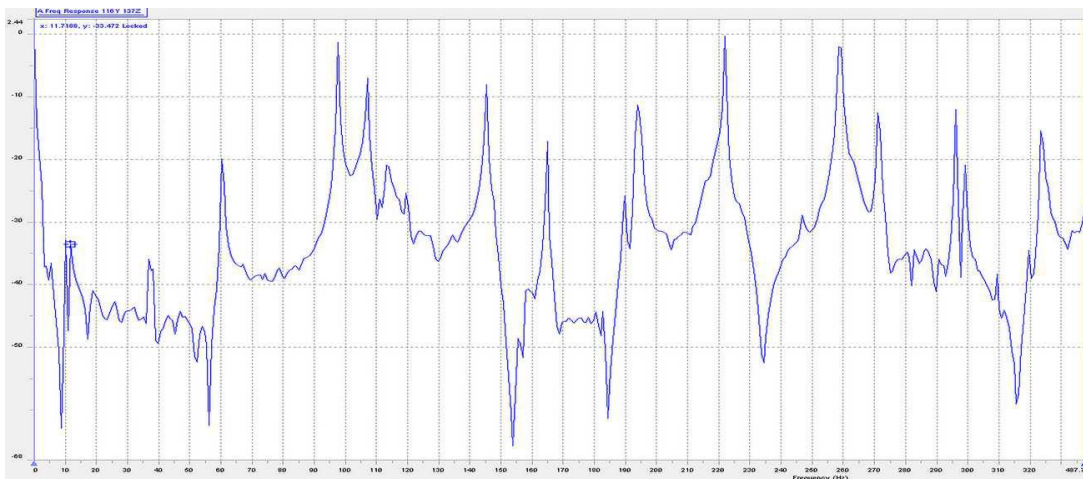


Rys.1 a) młotek modalny, b) wzbudnik elektrodynamiczny

Zależnie od natury badanego obiektu oraz jego skali, stosowane są różne metody wzbudzenia. Rys.1a przedstawia młotek modalny stosowany w pomiarach. Część uderzeniowa wyposażona jest w czujnik siły, który rejestruje sygnał impulsu siły wzbudzającego strukturę. Zaletą młotków modalnych jest ich uniwersalność oraz łatwość zastosowania w warunkach polowych. Rys.1b przedstawia wzbudnik elektrodynamiczny pozwalający na wygenerowanie różnego rodzaju sygnałów wzbudzających tj.: przebiegu sinusoidalnego, losowego, szumu, sygnałów przemiatających oraz impulsowych. Zależnie od natury liniowej bądź nieliniowej badanego obiektu stosowany jest odpowiedni rodzaj sygnału.



Rys.2 Komputer pomiarowy z wzmacniaczem wzbudnika



Rys.3 Przykładowy przebieg funkcji odpowiedzi impulsowej FRF (Frequency Response Function).

## PROJEKT- REDUKCJA DRGAŃ AGREGATU HYDRAULICZNEGO

Sygnal generowany przez wzbudnik przenoszony jest poprzez połączenie mechaniczne na pompę zasilacza co stanowi dobre odzwierciedlenie rzeczywistych warunków pracy zasilacza ponieważ głównym źródłem drgań w tym układzie jest pompa hydrauliczna.



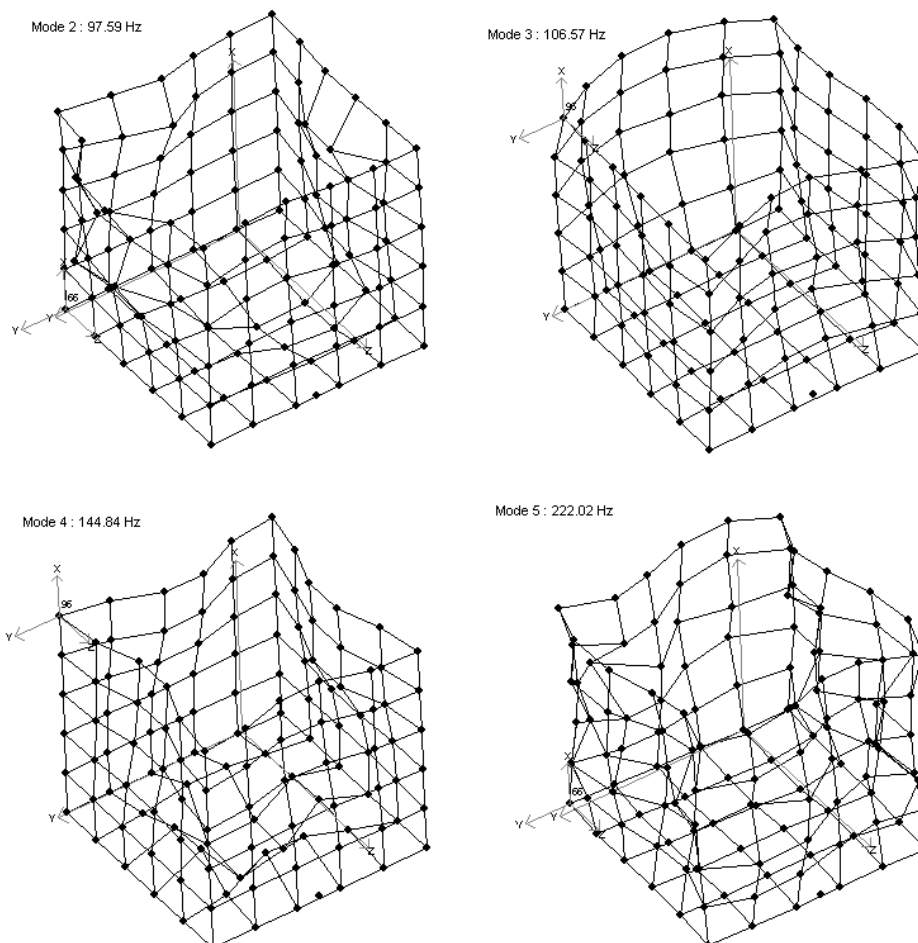
Rys.4 Układ przygotowany do przeprowadzenia analizy modalnej. Obiekt badań: Zasilacz hydrauliczny, Metoda wzbudzania drgań: Wzbudnik elektrodynamiczny.

## PROJEKT- PRZENOSZENIE DRGAŃ W ZBIORNIKU Z OLEJEM

Badania wpływu wypełnienia zbiornika olejem na tłumienie układu, przenoszenie drgań, charakterystykę częstotliwościową oraz zmiany w postaci drgań. Sygnal wymuszający generowany przez wzbudnik zadawany był na strukturę zbiornika gdzie przy pomocy akcelerometru przeprowadzone zostały pomiary przyspieszeń.



Rys.5 Badania wpływu oleju na drgania zbiornika



Rys.6 Postacie drgań własnych dla struktury zbiornika przedstawionego na rys.5

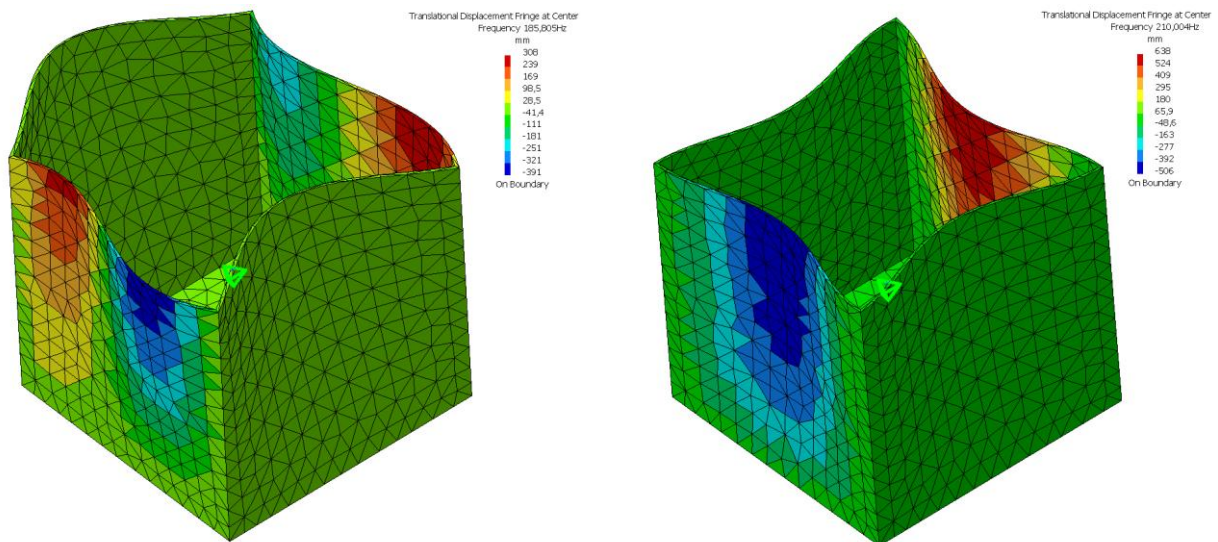
Wymuszenie generowane przez wzbudnik przenoszone było poprzez tłok zanurzony w cieczy. Odpowiedź wywołaną poprzez zanurzony w oleju tłok rejestrowano na strukturze zbiornika akcelerometrem.



Rys.7 Badania przenoszenia drgań z poprzez olej na strukturę zbiornika.

## **OBLICZENIOWA ANALIZA MODALNA**

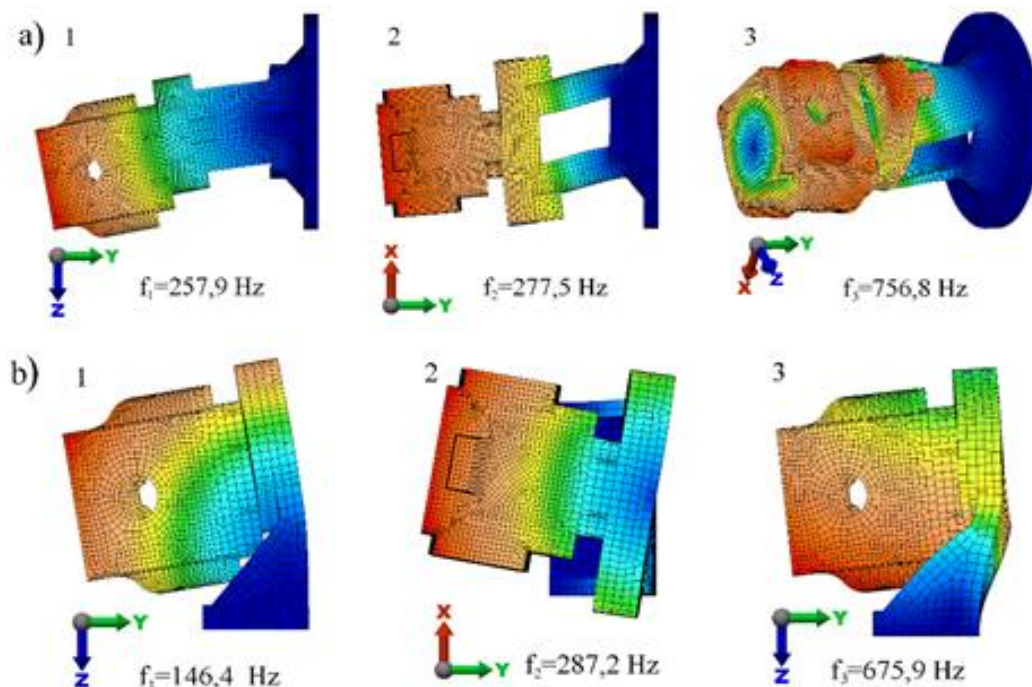
Podobnie jak w przypadku eksperymentalnej analizy modalnej, obliczeniowa analiza modalna przeprowadzana jest w celu wyznaczenia częstotliwości oraz postaci drgań własnych. Znaczna część oprogramowania komputerowego wykorzystuje metodę elementów skończonych w celu wyznaczenia charakterystyki częstotliwościowej danego obiektu. Przeprowadzenie symulacji wymaga przygotowania modelu geometrycznego badanego obiektu. Stosując Metodę Elementów Skończonych (MES) tworzony jest model obliczeniowy na podstawie geometrii obiektu oraz wiązania wynikające z konstrukcji badanego obiektu.



Rys.8 Przykładowe wyniki symulacyjnej analizy modalnej zbiornika przedstawionego na rys.5

## PROJEKT- ANALIZA MODALNA- OKREŚLENIE WPŁYWU ZAMOCOWANIA POMP WYPOROWYCH

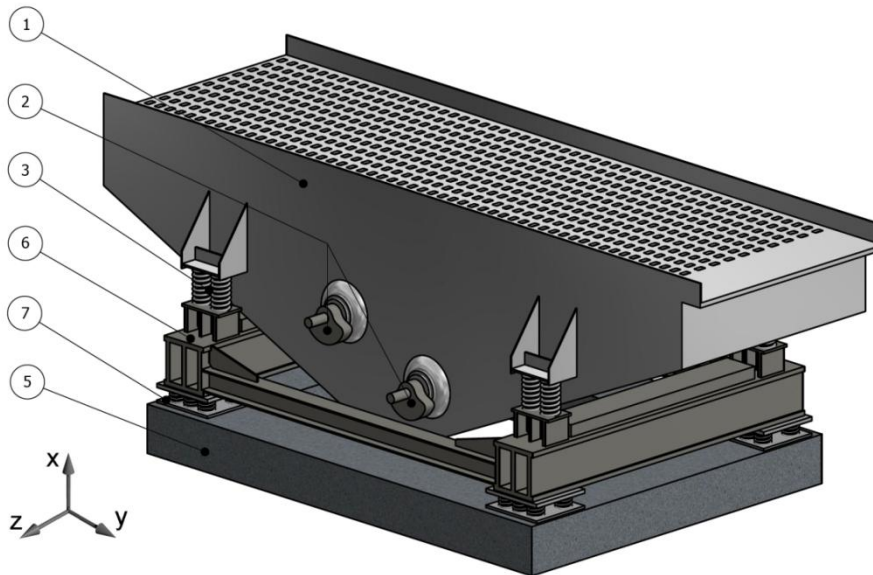
W ramach projektu przeprowadzono obliczenia mające na celu określenie wpływu zamocowania pomp wyporowej na częstotliwości drgań własnych. Analiza modalna dla różnych sposobów zamocowania pomp wyporowych wykazała, że zamocowanie ma istotny wpływ na drgania własne układu pompa- konsola mocująca i stąd również na hałas emitowany do otoczenia. Na rys. 9 przedstawione są postaci drgań własnych dla wybranych częstotliwości drgań własnych.



Rys.9 Przykładowe wyniki symulacyjnej analizy modalnej: analiza wpływu typu zamocowania pompy zębatej na częstotliwości drgań własnych przez postaci drgań: a) mocowanie kołnierzowe, b) mocowanie na podporze.

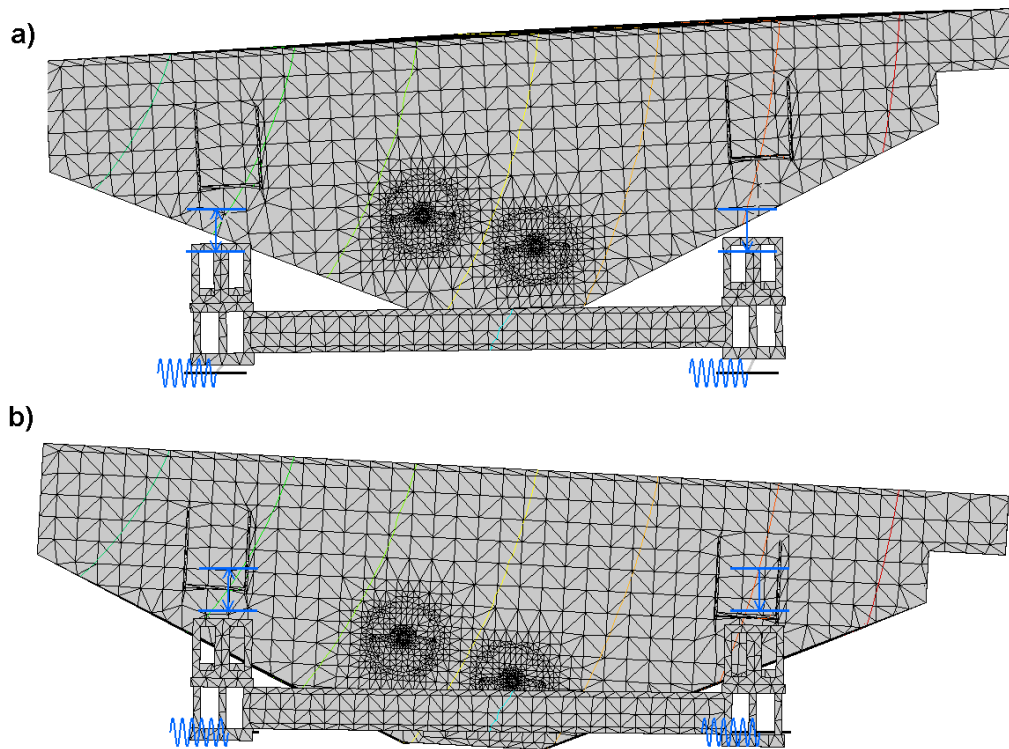
## PROJEKT- ANALIZA DRGAŃ PRZENOŚNIKA WIBRACYJNEGO

Przenośniki wibracyjne służą do transportu materiałów sypkich lub np. oddzielenia pozostałości formy od odlewów. W rozpatrywanym przenośniku wymuszenie drgań stanowią dwie niewyważone masy obracające się z prędkością obrotową silnika elektrycznego (1500 obr/min, 25 Hz) rys. 10.



Rys. 10: Widok przenośnika wibracyjnego 1- obudowa, 2-masy wirujące, 3- sprężyny, 5- fundament, 6-rama (masa balastowa), 7- wibroizolator.

Zbudowany został model przy pomocy Metody Elementów Skończonych (MES) rys. 11, który umożliwił określenie częstotliwości drgań własnych oraz dobór systemu dwustopniowej wibroizolacji przenośnika wibracyjnego. Wyniki obliczeń porównano z wynikami pomiarów drgań na przenośniku wibracyjnym. Zaproponowano wibroizolacja posiada efektywność w pełnym zakresie częstotliwości na poziomie 95 %.



Rys.11 Przykładowe postacie drgań własnych przenośnika wibracyjnego wraz z systemem wibroizolacji a) dla częstotliwości 1,8 Hz b) dla częstotliwości 5,4 Hz