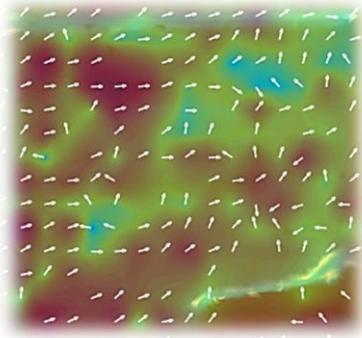


Materiały informacyjne dotyczące mobilnego stanowiska do wizualizacji pola akustycznego źródeł hałasu z wykorzystaniem bezpośredniego pomiaru prędkości akustycznej w polu bliskim

2.G.06 Mobilne stanowisko do wizualizacji pola akustycznego źródeł hałasu z wykorzystaniem bezpośredniego pomiaru prędkości akustycznej w polu bliskim



Grzegorz Szczepański
Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych
Pracownia Aktywnych Metod Redukcji Hałasu
2019 r.

Pierwszym elementem procesu ograniczenia zagrożenia hałasem na stanowisku pracy jest identyfikacja źródeł emisji hałasu oraz ocena jego parametrów. Identyfikacja elementu maszyny emitującego hałas umożliwia podjęcie działań mających na celu usunięcie źródła bądź zastosowania rozwiązań przeciwhałasowych.

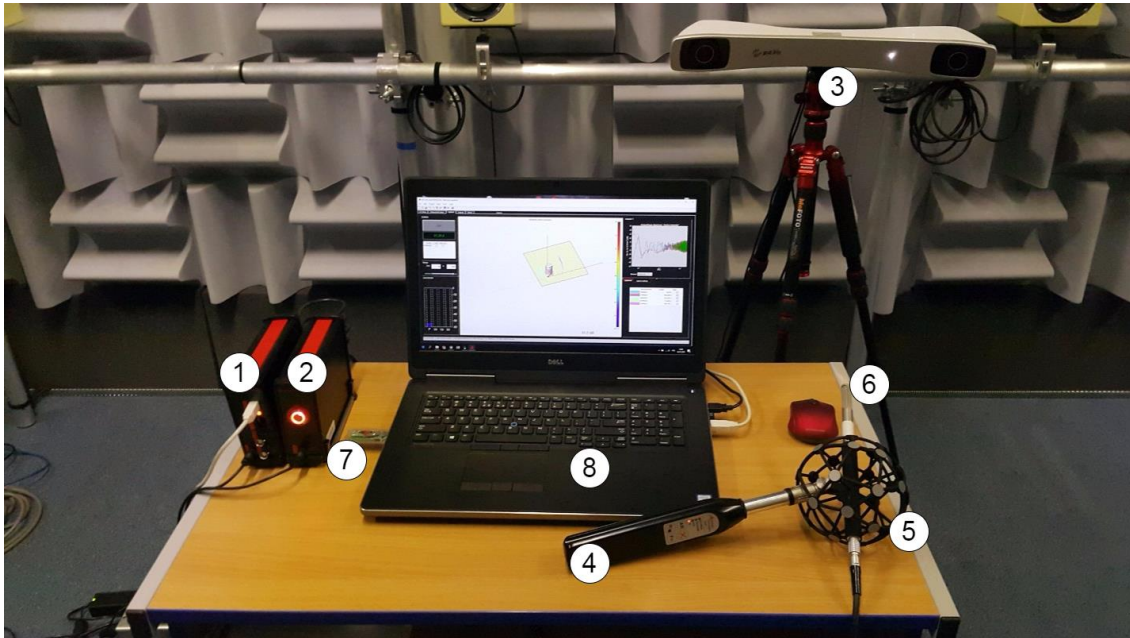
Mobilne stanowisko do wizualizacji pola akustycznego źródeł hałasu wykorzystuje bezpośredni pomiar prędkości akustycznej w polu bliskim. Mobilne stanowisko oparte zostało na systemie pomiarowym Scan & Paint 3D firmy Microflown Technologies. Umożliwia ono wykonanie trójwymiarowych hologramów prędkości akustycznej, ciśnienia akustycznego oraz natężenia dźwięku. Stanowisko może być wykorzystywane do lokalizacji źródeł dźwięku zarówno małych obiektów (typu: silnik elektryczny, pompa próżniowa) oraz dużych maszyn przemysłowych. Zakres częstotliwości, dla których można wykonać poszczególne pomiary wynosi:

- lokalizacja źródeł emisji dźwięku, pomiar prędkości akustycznej: 40 Hz – 10 kHz;
- pomiar natężenia dźwięku oraz mocy akustycznej 400 Hz – 10 kHz;
- pomiar ciśnienia akustycznego 40 Hz – 10 kHz.

Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego możliwy do zmierzenia wynosi 110 dB, a prędkości akustycznej 135 dB. System pomiarowy stanowiący zasadniczy element stanowiska pomiarowego składa się z trzech podsystemów: systemu pomiarowego, systemu śledzenia lokalizacji sondy oraz systemu skanowania powierzchni badanego obiektu.

Elementem pomiarowym jest sonda anemometryczna, umożliwiająca bezpośredni pomiar wielkości wektorowych charakteryzujących pole akustyczne (prędkości akustycznej w trzech ortogonalnych kierunkach) oraz wyznaczenie i obrazowanie rozkładu energetycznego pola akustycznego generowanego przez obiekty o dowolnym kształcie. Badania wykonywane są w miejscu zainstalowania (funkcjonowania) maszyny. W fazie początkowej wykonywany jest skan maszyny (bądź jej elementu) umożliwiający uzyskanie trójwymiarowego modelu maszyny w programie komputerowym. Następnie za pomocą akustycznej sondy natężeniowej skanowana jest przestrzeń wokół maszyny w celu pozyskania danych o emitowanym hałasie. Proces pomiarowy jest zależny od wielkości i właściwości maszyny, lecz często jest czasochłonny i może trwać do kilku godzin. Wyniki pomiarów prezentowane są w formie barwnych grafik, obrazujących emisję i propagację hałasu wokół maszyny, co pozwala zidentyfikować główne źródła hałasu w maszynie. Dane mogą być również prezentowane w formie wykresów i postaci liczbowej.

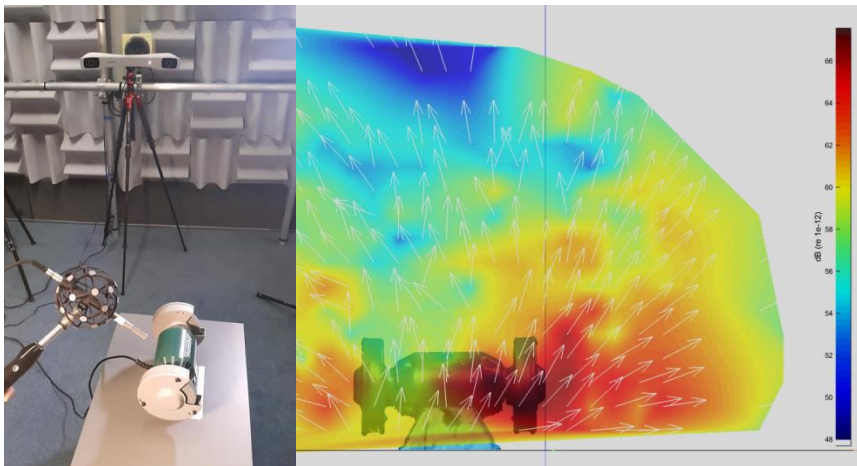
Identyfikacja źródeł hałasu ma kluczowe znaczenie w ocenie projektowanych, modernizowanych lub istniejących maszyn i urządzeń oraz zabezpieczeń przeciwhałasowych. Widok przedstawiający mobilne stanowisko zaprezentowano na Rys.1.



Rys. 1. Widok mobilnego stanowiska (1-Moduł akwizycji danych SCOUT V2, 2-Układ kondycjonujący MFPA-4, 3-Stereoskopowa kamera podczerwieni PST-Iris, 4- pilot operatora, 5-sferyczny znacznik lokalizacji sondy, 6-sondra USP REGULAR, 7-moduł radiowej transmisji danych, 8-komputer z dedykowanym oprogramowaniem VELO.

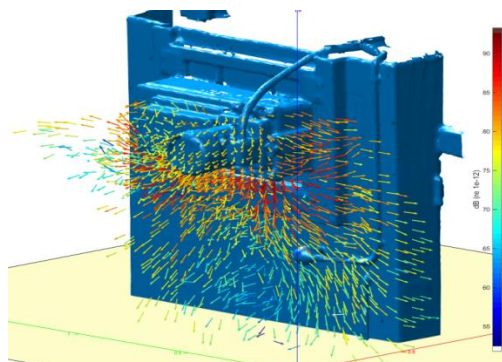
W ramach badań przeprowadzonych w CIOP-PIB przeprowadzono szereg analiz możliwości wykorzystania mobilnego stanowiska do realizacji badań w warunkach

laboratoryjnych oraz warunkach rzeczywistych. Badano m. in. wpływ zakłóceń (elektromagnetycznych, termicznych oraz przepływu masowego ośrodka) na rozdzielczość wizualizacji i dokładność pomiaru prędkości akustycznej w polu bliskim. Wyniki analiz posłużyły do opracowania procedury obrazowania prędkości akustycznej, ciśnienia oraz natężenia dźwięku metodą skaningową. Procedura została zweryfikowana poprzez pilotażowe badania laboratoryjne z wykorzystaniem źródeł rzeczywistych. Badania dotyczyły promieniowania hałasu oraz wpływu zmiany parametrów analiz zarejestrowanych sygnałów na otrzymywane wyniki. Przykładowe wizualizacje przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe badania promienia hałasu szlifierki (po lewej stronie) oraz przykładowa wizualizacja natężenia dźwięku emitowanego przez szlifierkę (po prawej stronie).

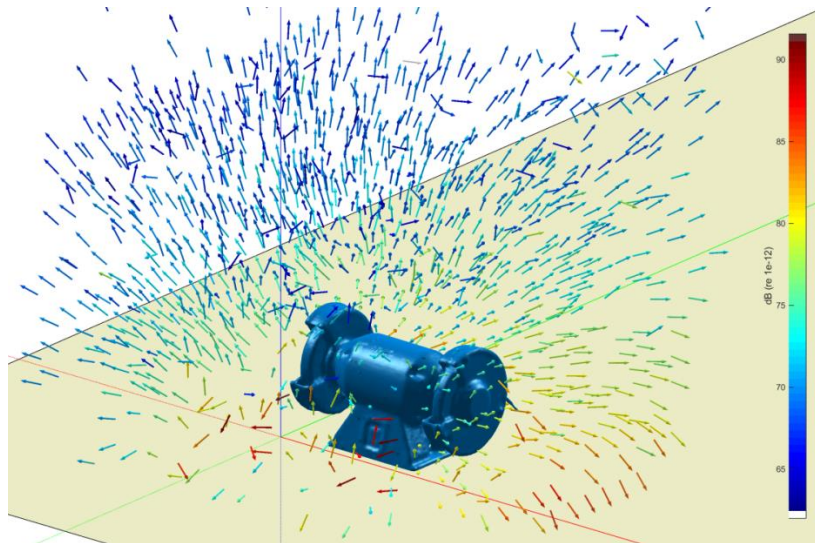
Badania w warunkach rzeczywistych umożliwiły udoskonalenie procedury oraz przystosowanie mobilnego stanowiska do wsparcia przedsiębiorstw w zakresie wykonywaniem badań emisji hałasu maszyn i urządzeń. Przykład wizualizacji uzyskanej w badaniach w warunkach rzeczywistych przedstawiono na rys. 3.



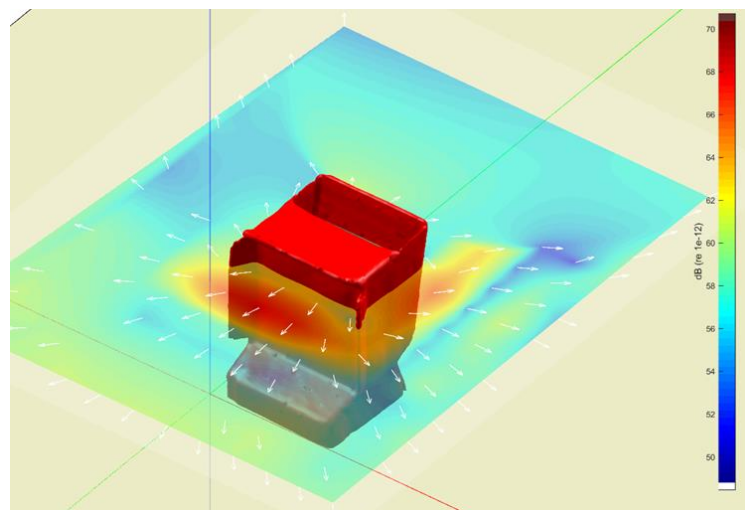
Rys. 3. Wizualizacja rozkładu wektorowego natężenia dźwięku emitowanego przez piec.

Mobilne stanowisko wykorzystywane jest do badań promieniowania dźwięku i przepływu energii akustycznej wokół źródeł. Umożliwia uzyskanie różnego rodzaju wizualizacji rozkładu energetycznego hałasu emitowanego przez źródło w polu bliskim i

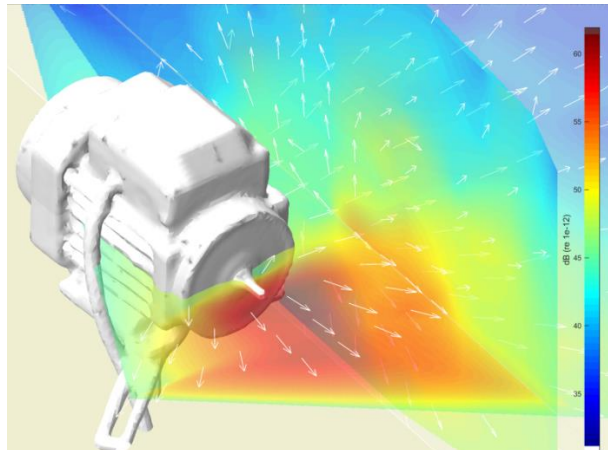
dalekim. Pierwszym z nich jest wizualizacja rozkładu natężenia dźwięku emitowanego przez źródło w przestrzeni 3D (przykład przedstawiono na Rys. 3). Umożliwia ona uzyskanie ogólnego obrazu przepływu energii akustycznej. Drugim rodzajem wizualizacji jest zrzutowanie wybranych parametrów pola akustycznego (poziomu ciśnienia akustycznego, natężenia dźwięku lub prędkości akustycznej dla wybranego kierunku) na wybraną płaszczyznę pomiarową (przykład przedstawiono na Rys.4) lub kombinacją wizualizacji kilku płaszczyzn (przykład przedstawiono na Rys.5).



Rys. 3. Wizualizacja rozkładów 3D natężenia dźwięku emitowanego przez szlifierkę.



Rys. 4. Wizualizacja natężenia dźwięku emitowanego przez odsysacz oparów dla płaszczyzny prostopadłej do otworu wlotowego.



Rys. 5. Wizualizacja natężenia dźwięku emitowanego przez silnik elektryczny dla złożenia dwóch prostopadłych płaszczyzn.

Stanowisko jest wykorzystywane do wspierania przedsiębiorców w detekcji źródeł hałasu stacjonarnego wspomagając wprowadzanie na rynek maszyn i urządzeń o niskiej emisji hałasu do otoczenia, ze szczególnym uwzględnieniem stanowisk pracy.

Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy