

Sposoby uwzględniania wpływu charakterystyk metrologicznych mierników poziomu dźwięku na niepewność pomiaru wielkości charakteryzujących hałas

Danuta Dobrowolska

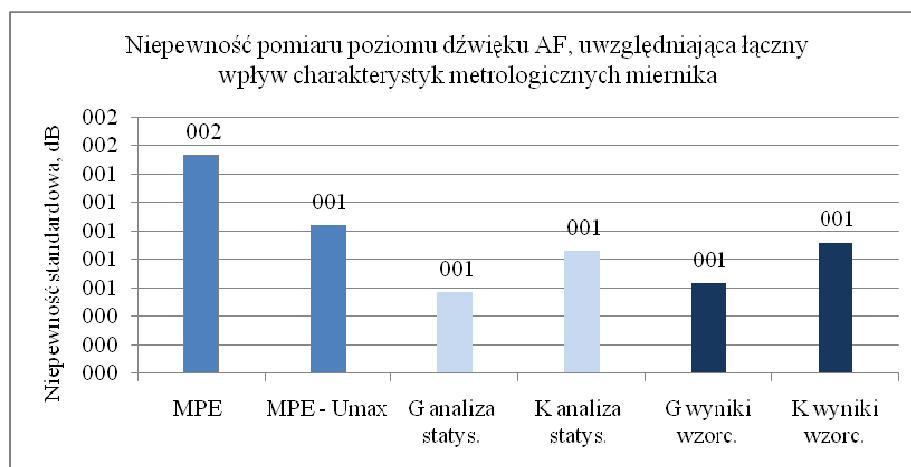
Ocena hałasu bez wiedzy na temat niepewności przeprowadzonych pomiarów poziomu dźwięku jest niepełna, bowiem niepewność niesie ze sobą informację o jakości wyniku i charakteryzuje możliwy rozrzut wartości, który można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej. Na niepewność pomiaru poziomu dźwięku może wpływać wiele czynników: metoda pomiarowa, miejsce wykonywania pomiarów, tło akustyczne, warunki środowiskowe, biegłość operatora, a także aparatura pomiarowa, której wpływ na niepewność jest rozważany w niniejszym opracowaniu.

Miernik poziomu dźwięku jest podstawowym przyrządem do pomiaru wielkości charakteryzujących hałas. Potrzeba obiektywnych pomiarów, uwzględniających jednocześnie sposób percepcji dźwięków przez ucho ludzkie, doprowadziła do standaryzacji i stworzenia już na początku lat 60-tych XX wieku umownego modelu miernika, który był następnie doskonalony wraz z postępem technologicznym. Rzeczywisty miernik poziomu dźwięku różni się w mniejszym lub większym stopniu od znormalizowanego modelu miernika idealnego. Odchylenia jego charakterystyk metrologicznych od wartości docelowych mogą powstawać już w fazie projektowania, następnie w procesie produkcji, a w końcu wskutek eksploatacji i starzenia się przyrządu. Aktualne wymagania dotyczące błędów dopuszczalnych, jak też dopuszczalnych zmian wskazań miernika wskutek oddziaływania różnych czynników fizycznych są określone w normie PN-EN 61672-1. Producenci deklarują zgodność charakterystyk miernika z wymaganiami dla określonej klasy dokładności. W Polsce, zgodnie z ustawą Prawo o miarach, zgodność ta powinna być dodatkowo potwierdzona w czasie badań typu przeprowadzanych przed wprowadzeniem przyrządu na rynek. Wybrane charakterystyki mierników są wyznaczane i oceniane w czasie wzorcowań okresowych. Wyniki wzorcowań dostarczają danych na temat rzeczywistych błędów charakterystyk oraz ich zmienności w czasie. Ze względu na złożoność sygnałów rzeczywistych, które mierzy miernik, wyniki te nie mogą jednak służyć do korygowania wyników pomiaru poziomu dźwięku jako poprawki. Natomiast mogą być one wykorzystane do oszacowania wpływu niedoskonałości charakterystyk miernika na niepewność pomiaru poziomu dźwięku.

Zaproponowano model matematyczny pomiaru poziomu dźwięku uwzględniający różne wielkości wpływające na wynik pomiaru, w tym opisane za pomocą poprawki związanej z błędem regulacji i wzorcowania miernika za pomocą kalibratora akustycznego oraz poprawki wynikającej z niedoskonałości charakterystyk metrologicznych miernika, a także modele matematyczne wyznaczenia tych poprawek. Przedstawiono sposoby szacowania niepewności wielkości wpływających, a w szczególności zaproponowano i porównano trzy

różne podejścia do szacowania składowych niepewności pomiaru poziomu dźwięku związanych z charakterystykami metrologicznymi mierników, wykorzystujące: wartości dopuszczalne błędów określone w normie PN-EN 61672-1 dla mierników danej klasy dokładności, dane wynikające z analizy statystycznej wyników wzorcowania okresowego mierników określonego typu oraz wyniki wzorcowania okresowego określonego egzemplarza miernika. Omówiono również sposób uwzględniania wpływu szumów własnych miernika na niepewność pomiaru poziomu dźwięku o małych wartościach.

Na rysunku poniżej przedstawiono wyniki oszacowania łącznego wpływu niedoskonałych charakterystyk metrologicznych mierników na niepewność pomiaru poziomu dźwięku A uśrednionego wykładniczo ze stałą czasową F, uzyskane różnymi metodami. Wyniki te uwzględniają wpływ wielkości fizycznych oddziałujących na miernik w pełnym dopuszczalnym zakresie zmian, tj. ciśnienia statycznego (85 – 108) kPa, temperatury (-10 – +50) °C i wilgotności (25 – 90) % oraz przy maksymalnych dopuszczalnych wpływach zakłóceń elektromagnetycznych i napięcia zasilania, jak też w ograniczonych zakresach zmian tych wielkości, tj. ciśnienia statycznego (95 – 105) kPa, temperatury (0 – 30) °C oraz przy braku wpływu zakłóceń elektromagnetycznych i napięcia zasilania. W obu przypadkach do obliczeń przyjęto wartości dopuszczalne błędów charakterystyki kierunkowości określone dla kątów padania z przedziału $\pm 30^\circ$ i częstotliwości do 4 kHz. Niepewności związane z oddziaływaniem czynników fizycznych na miernik oraz wpływem kierunkowości charakterystyki mikrofonu szacowano na podstawie błędów dopuszczalnych (MPE) określonych w normie PN-EN 61672-1 dla klasy dokładności 1 oraz na podstawie błędów pomniejszych o określoną w ww. normie maksymalną, akceptowalną niepewność ich wyznaczenia (U_{\max}).



Wykazano, że szacowanie składowej niepewności pomiaru poziomu dźwięku uwzględniającej wpływ niedoskonałych charakterystyk metrologicznych mierników, przeprowadzone na podstawie błędów dopuszczalnych, może prowadzić do znacznego przeszacowania niepewności w przypadku mierników dobrej jakości. Stwierdzono również, że oszacowanie niepewności związanej z charakterystyką kierunkowości miernika wymaga indywidualnego podejścia w zależności od stosowanej metody, widma hałasu, wzajemnego usytuowania miernika i źródła dźwięku. Podkreślono, że przy szacowaniu niepewności związanych z oddziaływaniem różnych czynników fizycznych na miernik warto skorzystać z wiarygodnych danych producenta, o ile są dostępne.