

Rozwój pomiarów akustycznych w Głównym Urzędzie Miar

Prace z zakresu metrologii akustycznej zapoczątkowane zostały we wczesnych latach 70-tych, kiedy formalnie Główny Urząd Miar nie istniał, a w jego miejsce – po kilku latach istnienia Centralnego Urzędu Jakości i Miar – utworzono Polski Komitet Normalizacji i Miar. Historia pomiarów akustycznych jest więc o około pół wieku krótsza niż w przypadku innych wielkości. 1 maja 1973 r. w Zakładzie Metrologicznym Elektroniki PKNiM powstało Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych. Tworzył je i kierował nim mgr inż. Bolesław Albiński (elektroakustyk). W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych w dziedzinie pomiarów akustycznych przeważały prace z zakresu metrologii prawnej. Przyrządy stosowane do pomiaru dźwięku: mierniki poziomu dźwięku, kalibratory akustyczne, mikrofony pomiarowe, przedwzmacniacze mikrofonowe, filtry pasmowe i audiometry były wprowadzane na rynek na podstawie tzw. „zatwierdzenia do produkcji seryjnej” – w odniesieniu do polskich producentów oraz dokumentu pod nazwą „zгода na import” – w odniesieniu do producentów zagranicznych. Wszystkie te przyrządy podlegały następnie obowiązkowi legalizacji.

Warszawa, dnia 30.IX.1974r.

Nr zgł. 1/M57/74

ŚWIADCTWO LEGALIZACJI Nr 1/M57/74

Przedmiot legalizacji: Precyzyjny miernik dźwięków impulsowych
typ 2209 nr fabr. 454326

Wytwórca: Briel - Kjaer - DANIA

Zgłoszony przez: Polski Komitet Normalizacji i Miar

ZAKRES POMIARÓW:

1. Sprawdzenie poziomu szumów własnych;
2. Określenie niedokładności dla częstotliwości odniesienia 250 Hz;
3. Określenie niedokładności przełącznika zakresów pomiarowych;
4. Określenie niedokładności skalowania;
5. Sprawdzenie charakterystyk dynamicznych;
6. Określenie niedokładności pomiaru sumy sygnałów;
7. Wyznaczenie elektrycznych charakterystyk częstotliwościowych
A, B, C, D;
8. Wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej w polu swobodnym.

DATA SPRAWDZENIA: 24.IX. - 27.IX.1974r.

WYNIKI SPRAWDZENIA:

1. Poziom szumów własnych: 10 dB/C/
2. Niedokładność dla częstotliwości 250 Hz: $\pm 0,2$ dB
3. Niedokładność przełącznika zakresów pomiarowych

Często- tliwość	1000 Hz										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Pozycja przełącznika dB											
Niedokład- ność dB	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,5

Często- tliwość	315 Hz					8 kHz				
	120	80	70	40	30	120	80	70	40	30
Pozycja przełącznika dB										
Niedokład- ność dB	0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	0	0	-0,1	-0,1	-0,2

Ilustr.1. Pierwsze świadectwo legalizacji miernika poziomu dźwięku wydane przez Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych

Wprowadzenie w Polsce obowiązkowej kontroli metrologicznej przyrządów do pomiarów akustycznych sprawiło, że przyrządy niespełniające wymagań zostały wyeliminowane z rynku. Producenci i sprzedawcy aparatury akustycznej musieli się pogodzić z faktem, że przyrządy bez zatwierdzenia typu nie mogą być wprowadzone na rynek. Wśród specjalistów wykonujących pomiary znacznie wzrosła świadomość, jak ważna jest dokładność charakterystyk metrologicznych przyrządów używanych do wykonywania pomiarów akustycznych.

Kontrola metrologiczna akustycznych przyrządów pomiarowych była początkowo przeprowadzana w Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych usytuowanym w Zakładzie Metrologicznym Elektroniki (Ilustr. 1) oraz w upoważnionych do wykonywania legalizacji laboratoriach Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych dysponowało nowoczesnym, jak na tamte czasy, wyposażeniem firmy Bruel & Kjaer oraz kompetentną kadrą. Byli to inżynierowie elektroakustycy, absolwenci Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej oraz technicy elektronicy.

Wraz ze wzrostem liczby przyrządów do pomiarów akustycznych na rynku pojawiła się potrzeba zwiększenia w Polsce liczby laboratoriów zajmujących się ich legalizacją. Na przełomie lat 70-tych i 80-tych działalność w tym zakresie rozpoczęły Okręgowe Urzędy Miar w Gdańsku i we Wrocławiu. W latach 80-tych w Zakładach Aparatury Akustycznej SONOPAN w Białymstoku (pierwszy polski producent akustycznych przyrządów pomiarowych) oraz w Zakładach ZALMED (producent audiometrów), a także w Zakładach Naprawczych Sprzętu Medycznego utworzono punkty legalizacyjne.

W 1982 r., po śmierci inż. Albińskiego, kierownikiem Laboratorium został mgr inż. Tadeusz Wąsala. Pomimo że zadania GUM w dziedzinie akustyki były w tym okresie skupione przede wszystkim na zapewnieniu w Polsce prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych, nie zaniedbano problemu spójności pomiarowej. W początkowym okresie działalności pomiary wykonywane w GUM były powiązane z wzorcami producenta wyposażenia pomiarowego – firmy Bruel & Kjaer. Na początku lat 80-tych podjęto pierwsze udane próby odtwarzania jednostki ciśnienia akustycznego poprzez wzorcowanie mikrofonów pomiarowych metodą wzajemności. Pozwoliło to na nawiązanie współpracy międzynarodowej, ograniczonej ze względu na ówczesną sytuację polityczną Polski do krajów tzw. obozu socjalistycznego. Przeprowadzono też pierwsze międzynarodowe porównania dwustronne z instytucjami metrologicznymi Bułgarii, NRD i Węgier.

Zmiany ustrojowe w Polsce po roku 1989, reaktywowanie Głównego Urzędu Miar (po rozwiązaniu PKNMij) oraz *ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach* rozpoczęły nowy etap w rozwoju metrologii akustycznej w Polsce. W 1991 r. powstało Samodzielne Laboratorium Akustyki i Drgań, które przejęło wszystkie zadania związane z zapewnieniem w kraju spójności pomiarowej w dziedzinie akustyki i drgań mechanicznych. Kierownikiem Laboratorium została mgr inż. Maria Szelaż. Początkowo dość dużą część działalności Laboratorium stanowiła nadal metrologia prawna – zatwierdzenie typu i legalizacja przyrządów do pomiaru dźwięku oraz uwierzytelnienie niektórych przyrządów (obowiązkowe i nieobowiązkowe). Uwierzytelnienie przyrządów, wprowadzone w celu wykazania powiązania wskazań przyrządu z wzorcem pierwotnym jednostki miary, było niejako pierwszym krokiem w kierunku wprowadzenia wzorcowania przyrządów w miejsce ich prawnej kontroli metrologicznej.

Jednocześnie zaczęły się w GUM rozwijać i nabierać coraz większego znaczenia prace z zakresu metrologii naukowej. Ogromną rolę odegrały tu staże i szkolenia zagraniczne w National Physical Laboratory w Wielkiej Brytanii oraz w Physikalisch-Technische Bundesanstalt w Niemczech, w których uczestniczyli w latach dziewięćdziesiątych metrologi – akustycy z GUM. Wiedza uzyskana w kontaktach ze specjalistami z wiodących w dziedzinie metrologii akustycznej instytucji metrologicznych w Europie, zapoznanie się ze stosowanymi tam metodami oraz nowoczesnym wyposażeniem pomiarowym, a także z organizacją laboratoriów zostały wykorzystane w procesie budowania nowoczesnego laboratorium w GUM. Podjęto decyzję o budowie stanowiska wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego, zweryfikowano i zaplanowano rozbudowę łańcucha powiązań w dziedzinie akustyki, rozpoczęto proces automatyzacji stanowisk pomiarowych, zaprojektowano i zbudowano komorę ciśnieniową do badania wpływu ciśnienia statycznego na wyniki pomiarów akustycznych, włączono się czynnie do współpra-

cy międzynarodowej, a także rozpoczęto prace nad wprowadzeniem w laboratorium systemu jakości.

Wraz z postępującym rozwojem kraju i towarzyszącym mu szybkim podnoszeniem się poziomu techniki, a także wraz ze wzrostem świadomości technicznej użytkowników przyrządów pomiarowych stopniowo ograniczano w Polsce listę przyrządów w dziedzinie akustyki objętych obowiązkiem prawnej kontroli metrologicznej. Dodatkowo tendencja światowa, polegająca na przeniesieniu odpowiedzialności za stan wyposażenia pomiarowego z organów państwa na użytkowników sprawiła, że dotychczasową prawną kontrolę metrologiczną zaczęto zastępować wzorcowaniem przyrządów. GUM był na te zmiany przygotowany zarówno technicznie, jak i pod względem kadrowym. Ponadto do działających już w dziedzinie akustyki Okręgowych Urzędów Miar w Gdańsku i Wrocławiu dołączył Okręgowy Urząd Miar w Łodzi, a laboratoria akustyczne Głównego Instytutu Górniczo-Hutniczego i Akademii Górniczo-Hutniczej uzyskały akredytację. W późniejszym okresie akredytację w zakresie wzorcowania mierników poziomu dźwięku uzyskały również dwa prywatne laboratoria związane z obsługą stacji kontroli pojazdów. GUM kontynuując swoją dotychczasową działalność zapewniał tym laboratoriom powiązanie z wzorcem podstawowym jednostki ciśnienia akustycznego, organizował szkolenia metrologiczne oraz porównania międzylaboratoryjne. W rezultacie nastąpił w Polsce znaczący postęp w zakresie zapewnienia rzetelności i jednolitości pomiarów akustycznych.

Obecnie jedynie mierniki poziomu dźwięku podlegają w Polsce obowiązkowi kontroli metrologicznej, ograniczonej do zatwierdzenia typu. Poza tym wszystkie przyrządy służące do pomiaru i analizy dźwięku, tj. mierniki poziomu dźwięku w zakresie częstotliwości słyszalnych, infradźwiękowych i ultradźwiękowych, filtry pasmowe stanowiące wyposażenie tych mierników, indywidualne mierniki ekspozycji na dźwięk, kalibratory akustyczne, mikrofony pomiarowe – laboratoryjne i robocze, a także przyrządy służące do pomiarów audiometrycznych, tj. symulatory ucha, sprzęgacze mechaniczne oraz audiometry są wzorcowane. Potrzeby w tym zakresie są duże i mają tendencję wzrostową. Wynikają one z jednej strony z narastających zagrożeń środowiska naturalnego i środowiska pracy przez hałas, z drugiej natomiast – z obowiązujących przepisów prawnych europejskich i krajowych. Wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej wprowadzono do prawodawstwa polskiego dyrektywy UE ukierunkowane na zwiększenie efektywności walki z hałasem. Najważniejsze z nich dotyczą:

- oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku,
- emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń,
- minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników narażonych na ryzyko spowodowane hałasem, a także
- hałasu wytwarzanego przez maszyny.

Warto też wspomnieć, że wszelkie pojazdy silnikowe (w tym ciągniki rolnicze i leśne oraz przyczepy), a także statki powietrzne podlegają ocenie pod kątem wytwarzanego hałasu w procesie homologacji lub certyfikacji. Realizacja postanowień dyrektyw europejskich wymaga rzetelnych i wiarygodnych pomiarów hałasu. Pociąga to za sobą konieczność powiązania wyników pomiarów hałasu z wzorcami jednostki ciśnienia akustycznego oraz określa znaczącą rolę Głównego Urzędu Miar w tym zakresie.

W całym omawianym tu okresie metrologia akustyczna w Polsce starała się nadążyć za światowym postępowaniem i być liczącym się partnerem we współpracy międzynarodowej. Bardzo ważnym momentem umożliwiającym skuteczne włączenie się Polski do międzynarodowego systemu metrologicznego była budowa w 1998 r. stanowiska wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego (Ilustr. 2), zrealizowana dzięki przedakcesyjnym funduszom Unii Europejskiej w ramach programu PHARE Quality promotion. Wzorzec ten nie tylko zapewnił w Polsce spójność pomiarową na poziomie europejskim i światowym, ale też umożliwił udział



Ilustr. 2. Stanowisko wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego

w porównaniach kluczowych organizowanych przez Międzynarodową Konferencję Miar (CIPM), a następnie zgłoszenie i uznanie zadeklarowanych najlepszych możliwości pomiarowych (CMC) w ramach porozumienia „Wzajemne uznawanie państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne” (MRA CIPM). Budowa wzorca zapoczątkowała też trwającą do dziś współpracę ze specjalistami – akustykami z National Physical Laboratory z Wielkiej Brytanii (projektantami i wykonawcami wzorca) w zakresie odtwarzania jednostki ciśnienia akustycznego.

Od 1996 r. GUM brał aktywny udział w pracach Komitetu Technicznego ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań TC AUV EUROMET (obecnie EURAMET) szybko zdobywając uznanie dla osiągnięć polskiej metrologii akustycznej na forum międzynarodowym. Uznanie wyrażało się między innymi powierzeniem pracownikowi GUM, Pani Marii Szeląg, pełnienia w latach 2001 – 2005 przez dwie kadencje funkcji przewodniczącej TC AUV.

Udział metrologów z GUM przy tworzeniu Komitetu Doradczego ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań (CCAUV) Międzynarodowej Konferencji Miar (CIPM), a następnie aktywna działalność w tym Komitecie została uwieńczona w 2004 r. członkostwem GUM w CCAUV. W 2008 r. Pani Maria Szeląg, która reprezentowała GUM w CCAUV od początku działalności Komitetu do dnia Jej przejścia na emeryturę, została w szczególny sposób wyróżniona przez kie-



Ilustr. 3. Dyplom dla przedstawiciela Polski w Komitecie Doradczym ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań (CCAUV) Międzynarodowej Konferencji Miar (CIPM)

rownictwo Międzynarodowego Biura Miar (BIPM). Jej wielkie zaangażowanie w tworzenie, a następnie pracę Komitetu zostało zauważone, docenione i uhonorowane przyznaniem dyplomu (Ilustr. 3).

Nie sposób nie zauważyć aktywności metrologów akustyków GUM w pracach Komitetu Technicznego ds. Elektroakustyki TC29 Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) przy opracowywaniu nowoczesnych norm międzynarodowych dotyczących wzorców akustycznych i przyrządów do pomiaru dźwięku oraz w pracach Komitetu Technicznego *Przyrządy do pomiarów dźwięku i drgań mechanicznych* Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML) przy opracowywaniu wszystkich zaleceń OIML dotyczących badania i oceny akustycznych przyrządów pomiarowych. Doświadczenia zdobyte w ramach prac normalizacyjnych na forum międzynarodowym były następnie wykorzystywane w pracach Komitetu Technicznego KT 105 ds. Elektroakustyki i Rejestracji Dźwięku i Obrazu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego przy tłumaczeniu norm europejskich.

Następnym liczącym się osiągnięciem polskiej metrologii akustycznej była budowa w GUM w latach 2006–2007 stanowiska oraz opracowanie metody wzorcowania aparatury akustycznej w zakresie częstotliwości infradźwiękowych. Konsekwencją tej pracy było zgłoszenie w Komitecie Technicznym TC AUV EURAMET propozycji projektu badawczego pt. „*Methods and instruments for traceable pressure calibration of acoustical measuring equipment within frequency range 0,5 Hz to 30 Hz*” (Opracowanie metody i stanowiska pomiarowego do wzorcowania aparatury akustycznej w warunkach ciśnieniowych w zakresie częstotliwości od 0,5 Hz do 30 Hz), przewidzianego do ewentualnej realizacji w ramach EMRP. Projekt cieszy się coraz większym zainteresowaniem ze względu na problem zwalczania hałasu infradźwiękowego w środowisku naturalnym.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że możliwości GUM w dziedzinie akustyki zostały potwierdzone w 2006 r. w pomyślnie zakończonym procesie akredytacji usług pomiarowych z udziałem eksperta zagranicznego.

Jak dużą rolę odgrywa i ma do odegrania w przyszłości metrologia akustyczna, szczególnie przy rozwiązywaniu problemów dotyczących ochrony środowiska naturalnego przed hałasem może świadczyć fragment listu prof. Andrew J. Wallarda – Dyrektora Międzynarodowego Biura Miar – opublikowanego w 2007 r. z okazji Światowego Dnia Metrologii, poruszającego znaczenie pomiarów w środowisku naturalnym w dobie powszechnej globalizacji. W liście tym autor pisze m.in., cyt.: (tłum. GUM)

„... Metrologia i środowisko naturalne to jednak nie jest jedynie jakość powietrza i zmiany klimatyczne, lecz dużo więcej ... Hałas jest nieodłącznym elementem naszego środowiska naturalnego. Narażenie na długotrwałe działanie hałasu, na przykład w głośnym miejscu pracy, może powodować utratę słuchu. Szumy impulsowe, takie jak dźwięk narzędzia pneumatycznego, hałas powodowany przez maszynę lub głośnych sąsiadów, mogą niektórych szczególnie irytować. Różni ludzie mają różne poziomy tolerancji hałasu, więc ta dziedzina metrologii, podobnie jak percepcja koloru, jest fascynującą mieszaniną obiektywnych pomiarów i subiektywnej reakcji indywidualnych osób. Do nas wszystkich dociera hałas pochodzący z dróg lub wywoływany przez samoloty, zatem wszyscy mamy świadomość tego, że badania hałasu wokół lotnisk mają kluczowe znaczenie przy planowaniu nowych lotnisk lub ich rozbudowy. Chociaż minimalna różnica ciśnienia akustycznego słyszalna zwykle przez ludzkie ucho wynosi około 1 dB, to przyrządy pomiarowe muszą być w stanie przeprowadzać dokładniejsze pomiary. W przypadku certyfikacji samolotów, gdzie w grę wchodzi ogromne sumy pieniędzy, różnica zaledwie 0,1 dB może zadecydować o dopuszczeniu lub nie samolotu do eksploatacji na dużym międzynarodowym lotnisku”

Danuta Dobrowolska

kierownik Laboratorium Akustyki i Drgań
Zakładu Mechaniki i Akustyki