

	<h1>Pomiary hałasu w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi</h1>	<h1>Z1</h1>
---	---	-------------

Wymagania wstępne:

1. Podstawowe definicje w akustyce: drgania, dźwięk, hałas, ciśnienie akustyczne itd.
2. Równoważny poziom dźwięku A, równoważny poziom dźwięku w czasie ekspozycji, poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy, dzienna ekspozycja na hałas

Cel ćwiczenia:

Wyznaczenie równoważnego poziomu dźwięku A, $L_{Aeq,T}$, w pomieszczeniu wymagającym komfortu akustycznego. Komfort określony jest przez dopuszczalną wartość poziomu dźwięku A przy wykorzystaniu metody orientacyjnej.

Opis stanowiska laboratoryjnego:

1. Sonometr - miernik poziomu natężenia dźwięku (rys. 1) Miernik mierzy natężenie dźwięku w zakresie 30-130 dB z dokładnością 1.4 dB w zakresie częstotliwości 31.5 Hz-8 kHz. Posiada on wysokiej jakości mikrofon elektretowy i statyw w komplecie a jego obudowa wykonana jest z antypoślizgowego tworzywa. Urządzenie ma pamięć ostatniego, minimalnego, maksymalnego i średniego odczytu oraz interfejs USB umożliwiający podłączenie miernika do komputera i dzięki dołączonej aplikacji można wyniki pomiarów oglądać na ekranie komputera, zobrazować na wykresach oraz zapisać w pliku.



Rysunek 1

Sonometr DT-8852 (cyfrowy miernik poziomu natężenia dźwięku) przeznaczonym do zastosowań w przemyśle, biurach, badaniach ruchu itp. Jest zgodny z międzynarodową normą IEC61672-1, dotyczącą mierników pomiaru dźwięku.



Rysunek 2

Duży (44x58mm) 4-ro - cyfrowy podświetlany wyświetlacz LCD do odczytu pomiarów.

2. Przymiar metrowy niezbędny do wykonania planu pomieszczenia oraz wyznaczenia położenia punktów pomiarowych.
3. Stoper

Pomiar poziomu głośności dźwięku należy wykonać metodą orientacyjną. Metodę pomiaru dźwięku A przenikającego z zewnątrz do pomieszczeń budynków przeznaczonych do przebywania ludzi określa norma PN-87/B-02156 (*Akustyka budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w pomieszczeniach*). Czas oceny T poziomu dźwięku A, w budynkach mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego oraz szpitalach i sanatoriach należy wybrać w dzień (w godzinach 6.00 – 22.00 nieprzerwanie przez najniekorzystniejszych 8 h) i w nocy (w godzinach 22.00 – 6.00 nieprzerwanie przez najniekorzystniejsze 0.5 h). W budynkach użyteczności publicznej jako czas oceny T należy przyjmować czas, w którym pomieszczenie użytkowane jest przez daną grupę ludzi zgodnie z jego przeznaczeniem. Jeśli pomieszczenie użytkowane jest w czasie dłuższym niż 8 h jako czas oceny T należy przyjąć najniekorzystniejsze 8 h. Czas oceny T należy tak dobrać, aby występowały w nim wszystkie zmiany poziomu dźwięku charakterystyczne dla danej sytuacji lub źródła hałasu.

W pomieszczeniach zamkniętych pomiary należy wykonywać przy zamkniętych drzwiach i oknach. Podczas pomiarów w pomieszczeniu mogą przebywać tylko dwie osoby obsługujące miernik oraz należy wyłączyć źródła hałasu. Punkty pomiarowe powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 1 m od ściany lub powierzchni silnie odbijającej, 1.2 m nad podłogą i 1.5 m od okien. Mikrofon powinien być umieszczony w odległości 0.5 m od obsługującego go z membraną skierowaną ku sufitowi. Liczba punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza niż 3.

W każdym punkcie pomiarowym należy wyznaczyć równoważny (średni, ekwiwalentny) poziom natężenia dźwięku przenikający do pomieszczeń (wykonując minimum $n \geq 3$ serie pomiarowe uwzględniające wszystkie charakterystyczne zmiany dźwięku) zgodnie ze wzorem (1) jeśli wykorzystywany sonometr ma opcje całkowania sygnału.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (1)$$

gdzie T - całkowity czas pomiaru, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$, $p(t)$ – ciśnienie akustyczne w chwili t .

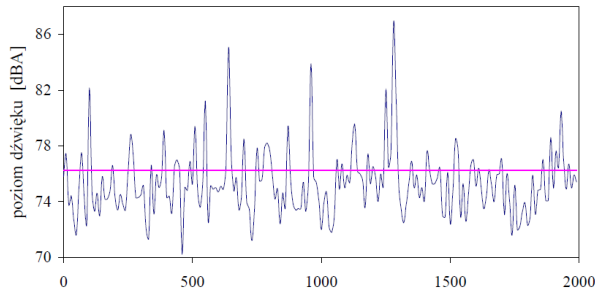
Jeśli nie dysponujemy takim miernikiem to należy odczytać wskazania sonometru, co Δt w okresie czasu pomiaru T i równoważny poziom hałasu obliczyć jako średnią arytmetyczną (dla hałasu ustalonego (2)) lub logarymiczną (dla hałasu nieustalonego (3)).

$$L_{Aeq,T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (2)$$

L_i - poziom natężenia dźwięku wyznaczony, co Δt w czasie pomiaru T .

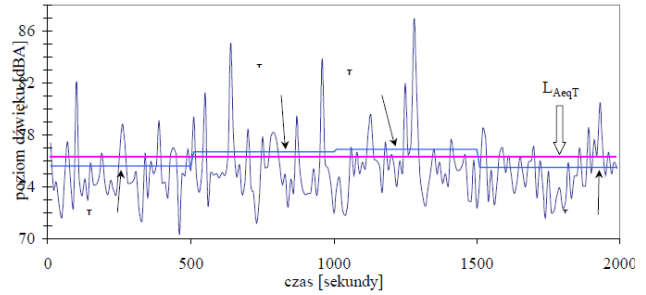
$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right] \quad (3)$$

Wyznaczony równoważny poziom dźwięku należy porównać do normatywu określonego normą PN-87/B-02151/02 (Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.)



Wykres 1

Poziom dźwięku sygnału zmiennego w czasie, $L_{pA}(t)$, oraz jego równoważny poziomy dźwięku A, $L_{Aeq,T}$ (linia prosta)



Wykres 2

Równoważny poziom dźwięku A, $L_{Aeq,T}$ dla czasu T wynoszącego 2000 s oraz poziomy równoważne, (i)
 L_{Aeq,T_i} dla $T_i = 500$ s ($i = 1, \dots, 4$)

W czasie T_e narażenia (ekspozycji) pracownika należy wyznaczyć równoważny poziom dźwięku A wykonując $k \geq 3$ serii pomiarowych, każda w czasie T_i (próbka hałasu powinna być reprezentatywna dla oceny ekspozycji na hałas) w czasie T, a czas odcinków pomiarowych Δt powinien zależeć od zmienności hałasu i obejmować pełen cykl wykonywanych czynności, minimalny czas trwania pomiaru Δt powinien wynosić 15 s, a dla hałasu nieustalonego kilka minut). Korzystając ze średniej arytmetycznej wyznaczyć równoważny poziom dźwięku w czasie ekspozycji:

$$L_{Aeq,Te} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k L_{Aeq,T_j} \quad (4)$$

lub gdy poszczególne wyniki pomiaru L_{Aeq,T_i} charakteryzują się większym rozrzutem (więcej niż o 5 dB), obliczamy średnią logarytmiczną ze wzoru:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log \left[\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k 10^{0.1 L_{Aeq,T_j}} \right] \quad (5)$$

gdzie

L_{Aeq,T_j} - równoważny poziom dźwięku w każdej serii pomiarowej

$L_{Aeq,Te}$ - równoważny poziom dźwięku w czasie ekspozycji

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy oblicza się ze wzoru:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_o} \right) \quad (6)$$

gdzie

T_e - czas ekspozycji

T_o - czas odniesienia 8h (480 min)

Zależność między dzienną ekspozycją na hałas $E_{A,Te}$, a poziomem ekspozycji $L_{EX,8h}$ (odniesionym do 8-godzinnego dnia pracy), jest określona następującym wzorem:

$$E_{A,Te} = 1.15 \cdot 10^{-5+0.1L_{EX,8h}} \left[Pa^2 s \right] \quad (7)$$

Wartość normatywna poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy wynosi 85 dB ($L_{EX,8h} \leq 85$ dB) a odpowiadająca mu maksymalna dopuszczalna ekspozycja dzienna $E_{A,Te}$ wynosi $3,64 \cdot 10^3 Pa^2 s$.

Równoważny poziom dźwięku A w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy $L_{Aeq,Te}$, nie powinien przekraczać wartości podanych w tabeli 1.

Równoważny poziom dźwięku A w czasie pobytu Wyniki pomiarów poziomu dźwięku A
pracownika na stanowisku pracy L_{Aeq,T_e}

Tabela 1

L. p.	Stanowisko pracy	Równoważny poziom
1	W kabinach bezpośredniego sterowania bez łączności telefonicznej, w laboratoriach ze źródłami hałasu, w pomieszczeniach z maszynami i urządzeniami liczącymi, maszynami do pisania, dalekopisami i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	75
2	W kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną używaną w procesie sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	65
3	W pomieszczeniach: administracyjnych, biur projektowych, do prac teoretycznych, opracowania danych i innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	55

Tabela 2

H	T	Δt	L_i	$L_{Aeq,T}$
[m]	[min]	[ms]	[dB]	[dB]
...				
		
...				
		
...				...
		

Przebieg ćwiczenia:

Kolejność wykonywanych czynności:

1. Sporządzić w skali plan obszaru, w którym będą wykonywane pomiary z naniesieniem położenia punktów pomiarowych i źródła hałasu.
2. Zapoznać się z instrukcją obsługi sonometru *DT-8852*.
3. Wykorzystując sonometr wyznaczyć poziom natężenia dźwięku L_i w czasie T , co czas Δt .
4. Pomiar z punktu 3 powtórzyć w każdym z wybranych miejsc, co najmniej 3 razy.
5. Uzyskane wyniki zapisać w tabeli pomiarowej.
6. Zapisać niepewności pomiarowe.

Opracowanie ćwiczenia:

1. Obliczyć równoważny poziom natężenia dźwięku (wzór (2) lub (3) w zależności czy dźwięk jest ustalony czy też nie) w każdym z wybranych miejsc pomiarowych.
2. Obliczyć równoważny poziom natężenia dźwięku w czasie ekspozycji (wzór (4) lub (5)) w każdym z wybranych miejsc pomiarowych.
3. Obliczyć poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy (wzór (6)) w każdym z wybranych miejsc pomiarowych.

4. Obliczyć dzienną ekspozycję na hałas (wzór (7)).

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Plan pomieszczenia w skali wraz z zaznaczonymi miejscami pomiarowymi oraz naniesionym położeniem źródła hałasu.
2. Tabela z wynikami pomiarów i obliczeń.
3. Obliczenia.
4. Podsumowanie.
5. Dyskusję otrzymanych wyników wraz z oceną zagrożenia hałasem.

Literatura:

1. Uzarczyk A., *Czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy*, ODDK Gdańsk, 2009
2. Szydłowski H., *Pracownia fizyczna*, Wyd. V, PWN, Warszawa 1980
3. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, PWN, 2003
4. Taylor J. R., *Wstęp do analizy błędów pomiarowych*, PWN 1999
5. Dryński T., *Ćwiczenia laboratoryjne*, PWN, Warszawa 1976