

	Ocena zagrożenia hałasem na stanowisku pracy	Z2
---	---	-----------

Wymagania wstępne:

1. Podstawowe definicje w akustyce: drgania, dźwięk, hałas, ciśnienie akustyczne itd.
2. Charakterystyka metod wyznaczania poziomu ciśnienia akustycznego emisji hałasu.
3. 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, równoważnego poziomu dźwięku w czasie ekspozycji, poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy, dziennej ekspozycja na hałas oraz ocena zagrożenia hałasem w odniesieniu do dopuszczalnych wartości poziomu hałasu z wykorzystaniem 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 niezbędny do wykonania planu pomieszczenia oraz wyznaczenia położenia punktów pomiarowych (ich odległości od źródła hałasu).

3. Stoper

Wymagania ogólne dotyczące przeprowadzania pomiarów hałasu określają normy PN-N-01307:1994, PN ISO 9612:2004.

Pomiar poziomu głośności dźwięku należy wykonać metoda orientacyjną. Należy ustalić rodzaj hałasu (ciągły, przerywany, impulsowy). Dla hałasu ustalonego (zmiana poziomu głośności jest mniejsza niż 5 dB) należy określić poziom dźwięku A, natomiast dla hałasu nieustalonego (zmiana poziomu głośności jest większa lub równa 5 dB) maksymalne i minimalne poziomy dźwięku A.

Zgodnie z PN-N-01 307 i PN ISO 9612 pomiary należy przeprowadzać na stanowiskach pracy. W pomieszczeniach zamkniętych pomiary należy wykonywać przy zamkniętych drzwiach i oknach. Jeżeli badania dotyczą stanowiska pracy mikrofon powinien być umieszczony w miejscach, gdzie zwykle znajduje się głowa pracownika. Jeśli obecność pracownika w czasie pomiarów jest niezbędna (np. do obsługi maszyny), mikrofon powinien być umieszczony w odległości 0.1 m od ucha narażonego na wyższe poziomy

ciśnienia akustycznego. Zaleca się umieszczenie mikrofonu w odległości nie mniejszej niż 1 m od ściany lub powierzchni silnie odbijającej, 1.2 m nad podłogą i 1.5 m od okien. Czas pomiarów wykonywanych w celu określenia wielkości narażenia pracownika na hałas jest znormalizowany do całej dniówki, ale celem ograniczenia czasu pomiarów może on być krótszy, jeśli jest reprezentatywny dla zmian hałasu na danym stanowisku pracy.

Należy wyznaczyć równoważny (średni, ekwiwalentny) poziom natężenia 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 logarytmiczną (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 .

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

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 na danym stanowisku pracy 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:

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

gdzie

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

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

k – liczba serii pomiarowych w czasie T_e

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:

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

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

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

Wartość normatywna poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzinnego dnia pracy wynosi 85 dB ($L_{EX,8h} \leq 85\text{dB}$) a odpowiadająca mu maksymalna dopuszczalna ekspozycja dzienna $E_{A,Te}$ wynosi $3,64 \cdot 10^3 \text{ Pa}^2\text{s}$. Równoważny poziom dźwięku A w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy $L_{Aeq,Te}$, nie powinien przekraczać wartości podanych w tabeli 1.

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, na co najmniej dwóch wysokościach.
5. Oszacować czas przebywania pracowników na danym stanowisku pracy (w minutach).
6. Uzyskane wyniki zapisać w tabeli pomiarowej (tab. 2).
7. 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)).
5. Narysować wykres zależności równoważnego poziomu natężenia dźwięku w czasie ekspozycji w funkcji odległości od źródła hałasu dla dwóch wysokości wraz z zaznaczeniem niepewności pomiarowych.

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
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, PWN