

LABORATORIUM

Pomiar poziomu mocy akustycznej w komorze bezechowej z odbijającą podłogą

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Kraków 2010

Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Wprowadzenie teoretyczne.....	4
2.1. Definicje terminów.....	4
2.2. Wymagania pomiarowe.....	6
2.2.1. Ogólne procedury kwalifikowania komór bezechowych i bezechowych z odbijającą podłogą.....	6
2.2.2. Poziom ciśnienia akustycznego tła.....	8
2.2.3. Temperatura, wilgotność i ciśnienie.....	8
2.2.4. Powierzchnia pomiarowa.....	8
2.2.5. Pozycje mikrofonu.....	9
2.2.6. Warunki i czas pomiarów.....	11
3. Wzory i obliczenia.....	12
3.1. Poprawka uwzględniająca hałas tła.....	12
3.2. Powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego.....	12
3.3. Poziom mocy akustycznej.....	13
3.4. Poziom mocy akustycznej w odmiennych warunkach meteorologicznych.....	14
4. Przebieg ćwiczenia.....	15
5. Sprawozdanie.....	16
5.1. Wstęp teoretyczny.....	16
5.2. Część obliczeniowa.....	16
6. Bibliografia.....	18
7. Załącznik 1.....	19
8. Załącznik 2.....	20

1. Wstęp

Celem tego laboratorium jest zaznajomienie uczestników zajęć z pomiarem poziomu mocy akustycznej na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego, metodą dokładną w komorze bezechowej z odbijającą podłogą. Metodyka wykonywania pomiarów jest zgodna z wymaganiami normy PN-EN ISO 3745:2007 – *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metody dokładne w komorach bezechowych i w komorach bezechowych z odbijającą podłogą* i na jej podstawie wykonano tę instrukcję.

Norma ISO 3745 jest jedną z serii norm ISO 3740 określających różne metody wyznaczania poziomów mocy akustycznej maszyn urządzeń i ich podzespołów. W normie ISO 3745 określona jest metoda laboratoryjna wyznaczania poziomu mocy akustycznej źródeł w komorze bezechowej i komorze bezechowej z odbijającą podłogą o określonych właściwościach akustycznych.

Podczas zajęć wykonany zostanie pomiar poziomu mocy akustycznej w komorze bezechowej z odbijającą podłogą.

2. Wprowadzenie teoretyczne

2.1. Definicje terminów

Chwilowe ciśnienie akustyczne $p(t)$ – wartość zmiennego ciśnienia, które w pewnym momencie czasowym, w pewnym punkcie przestrzeni i w wybranym paśmie częstotliwości pojawia się na tle statycznego ciśnienia atmosferycznego w wyniku obecności fali dźwiękowej. Wyrażony w paskalach.

Ciśnienie akustyczne p – wartość skuteczna chwilowego ciśnienia akustycznego określona w pewnym przedziale czasu i w pewnym punkcie przestrzeni. Wyrażone jest w paskalach.

Poziom ciśnienia akustycznego L_p – dziesięć logarytmów przy podstawie 10 z ilorazu kwadratu wartości skutecznej chwilowego ciśnienia akustycznego i kwadratu akustycznego ciśnienia odniesienia $p_0 = 20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$. Poziomy ciśnienia akustycznego wyrażone są w decybelach. Norma zaleca wskazanie stosowanej charakterystyki częstotliwości lub szerokości zastosowanego pasma częstotliwości oraz charakterystyki czasowej. Np. Poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A, przy charakterystyce czasowej S, jest oznaczony jako L_{pAS} .

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \quad (1)$$

Uśredniony w czasie poziom ciśnienia akustycznego $L_{peq,T}$ – poziom ciśnienia akustycznego ustalonego lub zmiennego dźwięku uśredniony w przedziale czasu T: dziesięć logarytmów przy podstawie 10 z ilorazu uśrednionego w czasie kwadratu chwilowego ciśnienia akustycznego i kwadratu ciśnienia akustycznego odniesienia.

$$L_{peq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (2)$$

Przedział czasu pomiaru - przedział czasu, w którym wyznacza się uśredniony w czasie poziom ciśnienia akustycznego.

Powierzchnia pomiarowa – hipotetyczna powierzchnia o polu S otaczająca źródło, na której położone są punkty pomiarowe. Podczas ćwiczeń laboratoryjnych, ze względu na wybór metody pomiarowej, powierzchnia pomiarowa jest ograniczona przez płaszczyznę odbijającą dźwięk.

Powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego \bar{L}_{pT} – średnia energetyczna uśrednionych w czasie poziomów ciśnienia akustycznego dla wszystkich pozycji mikrofonu na powierzchni pomiarowej z poprawką uwzględniającą hałas tła K_1 .

$$\overline{L}_{pf} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pi}} \right] \quad (3)$$

gdzie:

L_{pf} – powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego, w dB,

L_{pi} – poziom ciśnienia akustycznego z poprawką uwzględniającą hałas tła, w i -tej pozycji mikrofonu, w dB,

N – liczba pozycji mikrofonu.

Moc akustyczna W – ilość energii akustycznej wypromieniowanej przez źródło w jednostce czasu. Wyrażona w watach.

Poziom mocy akustycznej L_w – dziesięć logarytmów przy podstawie 10 z ilorazu mocy akustycznej promieniowanej przez badane źródło i mocy akustycznej odniesienia $W_0 = 1 \text{ pW} = 10^{-12} \text{ W}$. Wyrażony jest w decybelach. Norma zaleca wskazanie stosowanej charakterystyki częstotliwościowej lub szerokości zastosowanego pasma częstotliwości.

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0} \quad (4)$$

Pole swobodne – pole akustyczne w jednorodnym, izotropowym ośrodku bez ograniczeń. W praktyce jest to pole akustyczne, w którym odbicia fal od powierzchni ograniczających są pomijalne w badanym zakresie częstotliwości.

Komora bezechowa – pomieszczenie, w którym uzyskiwane jest pole swobodne.

Pole swobodne nad płaszczyzną odbijającą dźwięk (pole częściowo swobodne) – pole akustyczne w jednorodnym, izotropowym ośrodku w półprzestrzeni nad nieskończoną sztywną płaszczyzną.

Komora bezechowa z odbijającą podłogą – pomieszczenie, w którym występuje pole swobodne nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.

Badany zakres częstotliwości – pasma 1/3-oktawowe o częstotliwościach środkowych od 100 Hz – 10 000 Hz. Norma dopuszcza, w specjalnych przypadkach, zakres częstotliwości szerszy lub węższy niż wskazany powyżej, pod warunkiem, że warunki w pomieszczeniu badawczym i dokładność aparatury są wystarczające do takiego zakresu.

Promień pomiarowy r – promień kulistej lub półkulistej powierzchni pomiarowej.

Hałas tła – hałas pochodzący od wszystkich innych źródeł niż źródło badane. Hałas tła może być spowodowany dźwiękami powietrznymi, drganiami konstrukcji i zakłóceniami elektrycznymi w przyrządach pomiarowych.

Poprawka uwzględniająca hałas tła K_{ti} – poprawka uwzględniająca wpływ hałasu tła na wyniki pomiarów w każdej pozycji mikrofonu. K_{ti} zależy od częstotliwości i jest wyrażona w decybelach.

2.2. Wymagania pomiarowe

2.2.1. Ogólne procedury kwalifikowania komór bezechowych i bezechowych z odbijającą podłogą.

Norma PN-EN ISO 3745 wymaga, aby pomiary poziomu mocy akustycznej wykonać w komorze, w której wcześniej przeprowadzono procedurę klasyfikacji, przedstawioną w Załączniku A do tej normy.

Właściwości komory bezechowej lub bezechowej z odbijającą podłogą kwalifikowane są w drodze porównania przestrzennego spadku poziomu ciśnienia akustycznego dźwięku promieniowanego przez badane źródło, ze spadkiem poziomu ciśnienia akustycznego przy wzroście odległości od źródła zgodnym z prawem odwrotnych kwadratów, który powinien mieć miejsce w idealnym polu swobodnym lub polu częściowo swobodnym.

Do kwalifikowania pomieszczenia używać się powinno źródła dźwięku:

- zwartego z łatwym do określenia środkiem (dla dobrego odniesienia początku torów przemieszczania mikrofonu),
- względnie wszechkierunkowego (dla zapewnienia padania dźwięku w równym stopniu na wszystkie powierzchnie pomieszczenia),
- zdolnego do wytworzenia dostatecznego poziomu mocy akustycznej w zakresie badanych częstotliwości, tak aby otrzymane poziomy ciśnienia akustycznego były o 10 dB wyższe od poziomów ciśnienia akustycznego tła we wszystkich punktach każdego toru przemieszczania mikrofonu, oraz
- o wysokiej stabilności, tak aby promieniowana moc akustyczna nie zmieniała się w czasie pomiarów przeprowadzanych wzdłuż toru przemieszczania mikrofonu.

Źródło dźwięku testowego powinno być umieszczone tak, aby położenie przyjętego środka akustycznego pokrywało się, tak bardzo jak to tylko możliwe, z punktem określającym środek geometryczny półkulistej powierzchni pomiarowej, najlepiej w środku pomieszczenia. Zaleca się umieszczenie źródła pomiarowego w zagłębieniu podłogi odbijającej.

Płaszczyzna odbijająca powinna rozciągać się 0,75 m poza rzut powierzchni pomiarowej na tę płaszczyznę. Współczynnik pochłaniania dźwięku płaszczyzny odbijającej w przedziale częstotliwości pomiaru powinien być mniejszy niż 0,06. Wymaganie jest to spełnione przez pełną konstrukcję betonową lub pełną konstrukcję lekką przy gęstości nie mniejszej niż 20 kg/m³.

Mikrofon należy przemieszczać wzdłuż co najmniej pięciu prostoliniowych torów przemieszczania, od środka geometrycznego półkulistej powierzchni pomiarowej, w różnych kierunkach. Podstawowymi torami przemieszczania są linie poprowadzone od geometrycznego środka półkulistej powierzchni pomiarowej do narożników pomieszczenia (narożniki przy suficie lub przy podłodze). Cztery z pięciu torów

powinny być podstawowymi torami przemieszczania.

Pomiar poziomu ciśnienia akustycznego powinien być przeprowadzony, poczynając od odległości 0,5 m od akustycznego źródła testowego i kończąc przy kwalifikowanej powierzchni pomiarowej albo poza nią. Pomiar powinien być wykonany wzdłuż każdego toru przemieszczania mikrofonu w równomiernie rozmieszczonych punktach pomiarowych. Wzdłuż każdego toru powinno wykonać się pomiary w przynajmniej 10 punktach pomiarowych. Odległości między punktami pomiarowymi nie powinny przekraczać 0,1 m.

Należy oszacować wartość poziomów ciśnienia akustycznego zgodnie z prawem odwrotnych kwadratów dla każdego kierunku pomiaru zgodnie z następującym wzorem:

$$L_p(r) = 20 \lg \left[\frac{\alpha}{r - r_0} \right] \quad (5)$$

gdzie:

$$\alpha = \frac{\left(\sum_{i=1}^N r_i \right)^2 - N \sum_{i=1}^N r_i^2}{\sum_{i=1}^N r_i \sum_{i=1}^N q_i - N \sum_{i=1}^N r_i q_i} \quad (6)$$

gdzie r_0 jest współliniowym przesunięciem środka akustycznego wzdłuż toru przemieszczania mikrofonu. Jest to miara odległości między środkiem akustycznym źródła i środkiem półkulistej powierzchni pomiarowej i jest dane wzorem:

$$r_0 = - \left[\frac{\sum_{i=1}^N r_i \sum_{i=1}^N r_i q_i - \sum_{i=1}^N r_i^2 \sum_{i=1}^N q_i}{\sum_{i=1}^N r_i \sum_{i=1}^N q_i - N \sum_{i=1}^N r_i q_i} \right] \quad (7)$$

gdzie:

$$q_i = 10^{-0,05L_{pi}}$$

L_{pi} – poziom ciśnienia akustycznego w i -tym punkcie pomiarowym, w dB,

r_i – odległość i -tego punktu pomiarowego od środka półkulistej powierzchni pomiarowej,

N – liczba punktów pomiarowych wzdłuż toru przemieszczania mikrofonu.

Następnie oblicza się odchylenie zmierzonych poziomów ciśnienia akustycznego od prawa odwrotnych kwadratów, za pomocą następującego wzoru:

$$\Delta L_{pi} = L_{pi} - L_p(r_i) \quad (8)$$

gdzie:

ΔL_{pi} – odchylenie od prawa odwrotnych kwadratów, w dB,

L_{pi} – poziom ciśnienia akustycznego w i -tym punkcie pomiarowym, w dB,

$L_p(r_i)$ – poziom ciśnienia akustycznego w odległości r_i oszacowany na podstawie

odwrotności kwadratów, w dB.

Odchylenie to powinno zawierać się w dopuszczalnym zakresie przedstawionym w tabeli 1.

Tabela 1: Największe dopuszczalne odchylenie zmierzonych wartości poziomów ciśnienia akustycznego od wartości teoretycznych wyznaczonych przez prawo odwrotnych kwadratów.

Częstotliwość pasma 1/3-oktawowego [Hz]	Dopuszczalne odchylenie [dB]
≤ 630	$\pm 2,5$
od 800 do 5000	$\pm 2,0$
≥ 6300	$\pm 3,0$

2.2.2. Poziom ciśnienia akustycznego tła

Poziom ciśnienia akustycznego tła powinien być przynajmniej o 10 dB niższy od poziomu ciśnienia akustycznego wytwarzanego przez badane źródło we wszystkich pozycjach mikrofonu na powierzchni pomiarowej i w każdym paśmie częstotliwości badanego zakresu.

2.2.3. Temperatura, wilgotność i ciśnienie

Temperatura powietrza podczas wykonywani pomiarów powinna mieścić się w granicach od 15 °C do 30 °C.

W zakresie temperatur od 15 °C do 30 °C największa poprawka wpływu wilgotności wynosi w przybliżeniu 0,04 dB i może być pominięta.

2.2.4. Powierzchnia pomiarowa

Przy pomiarach w komorze bezechowej z odbijającą podłogą powierzchnia półkulista powinna mieć środek na podłodze, w miejscu rzutu akustycznego środka źródła dźwięku. Ponieważ położenie akustycznego środka źródła dźwięku często jest nieznane, przyjęty środek akustyczny (np. środek geometryczny wymiarów źródła) powinien być jasno opisany w sprawozdaniu z pomiarów. Promień półkulistej powierzchni pomiarowej powinien być równy lub większy od każdej z poniższych wielkości:

- dwukrotności największego wymiaru źródła lub potrójnej odległości akustycznego środka źródła od jego rzutu na powierzchnię odbijającą, w zależności od tego, która z tych wielkości jest większa,
- $\lambda/4$ ($1/4$ długości fali) odpowiadającej najniższej przyjętej w pomiarach częstotliwości, i
- 1 m.

Nie należy stosować pozycji mikrofonu leżącego poza obszarem spełniającym

wymagania kwalifikacyjne pomieszczenia.

W przypadku źródeł dźwięku o niewielkich wymiarach i małym poziomi hałasie przeznaczonych do pomiaru w ograniczonym zakresie częstotliwości promień półkulistej powierzchni pomiarowej może być mniejszy niż 1m, lecz nie mniejszy niż 0,5m. Promień mniejszy niż 1m może jednak wymusić ograniczenia co do zakresu częstotliwości przyjętych w pomiarach.

2.2.5. Pozycje mikrofonu

Norma PN-EN ISO 3745:2007 dopuszcza następujące pozycje mikrofonów:

- stałe pozycje mikrofonu na półkulistej powierzchni pomiarowej (w komorze bezechowej z odbijającą podłogą),
- stałe pozycje mikrofonu na kulistej powierzchni pomiarowej (w komorze bezechowej),
- współśrodkowe kołowe tory przemieszczania w płaszczyznach równoległych (przy pomiarach w komorze bezechowej lub bezechowej z odbijającą podłogą),
- południkowe tory łukowe (przy pomiarze w komorze bezechowej i bezechowej z odbijającą podłogą),
- tor spiralny (przy pomiarze w komorze bezechowej i bezechowej z odbijającą podłogą),
- Inne układy położenia mikrofonu.

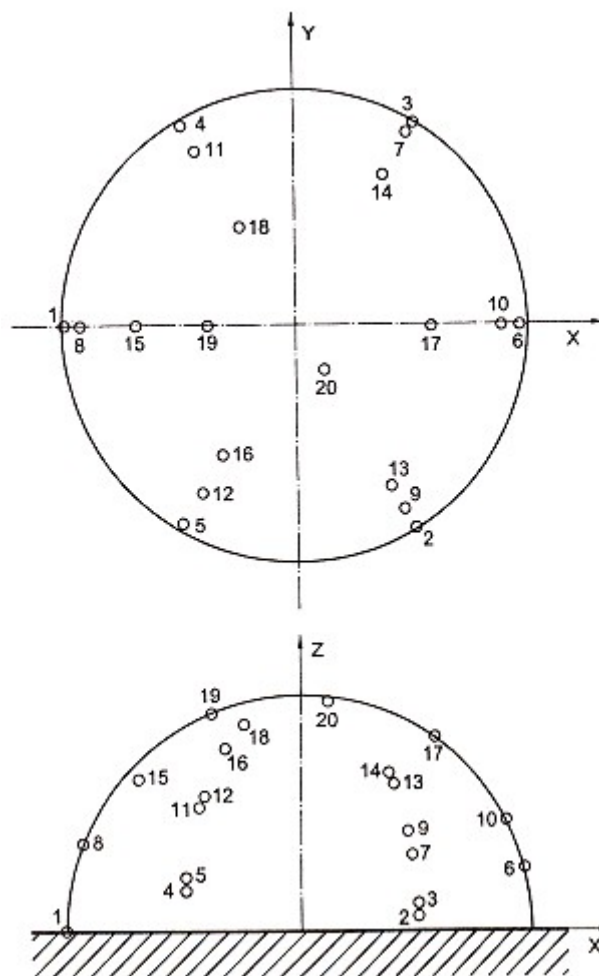
Podczas zajęć pomiary będą przy użyciu pierwszej metody.

Przy pomiarach tych należy stosować 20-punktowy układ pozycji mikrofonu.

Na rysunku 1 przedstawiono położenie 20 pozycji mikrofonu odpowiadających równym polom powierzchni półkuli o promieniu r . Współrzędne tych punktów (x,y,z) w układzie współrzędnych o środku odpowiadającym rzutowi akustycznego środka źródła na płaszczyznę odbijającą dźwięk podano w tabeli 2.

Tabela 2: Pozycje mikrofonu w polu swobodnym nad płaszczyzną odbijającą dźwięk

Nr	x/r	y/r	z/r
1	-1,00	0,00	0,025
2	0,50	-0,86	0,075
3	0,50	0,86	0,125
4	-0,49	0,85	0,175
5	-0,49	-0,84	0,225
6	0,96	0,00	0,275
7	0,47	0,82	0,325
8	-0,93	0,00	0,375
9	0,45	-0,78	0,425
10	0,88	0,00	0,475
11	-0,43	0,74	0,525
12	-0,41	-0,71	0,575
13	0,39	-0,68	0,625
14	0,37	0,64	0,675
15	-0,69	0,00	0,725
16	-0,32	-0,55	0,775
17	0,57	0,00	0,825
18	-0,24	0,42	0,875
19	-0,38	0,00	0,925
20	0,11	-0,19	0,975



Rysunek 1: Pozycje mikrofonu na powierzchni półkuli.

2.2.6. Warunki i czas pomiarów

Warunki środowiska mogą mieć niekorzystny wpływ na mikrofon stosowany w pomiarach. Należy unikać wpływu tych warunków (np. silnych pól elektrycznych lub magnetycznych, podmuchów powietrza usuwanego z mierzonego sprzętu) przez właściwy wybór i umieszczenie mikrofonu.

Poziom ciśnienia akustycznego powinien być mierzony w przedziale czasu typowym dla pracy mierzonego źródła. W każdej pozycji mikrofonu pomiary poziomu ciśnienia akustycznego powinny być przeprowadzone z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej A i/lub w każdym pasmie częstotliwości pomiarowych.

Następujące wielkości powinny zostać uśrednione w przedziale czasu obejmującym przynajmniej jeden lub kilka pełnych okresów pracy źródła:

- poziomy ciśnienia akustycznego skorygowane charakterystyką częstotliwościową A i/lub poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach podczas pracy badanego źródła,
- poziomy ciśnienia akustycznego skorygowane charakterystyką

częstotliwościową A i/lub poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach hałasu tła.

Czas pomiaru powinien wynosić co najmniej 30 s dla pasm o częstotliwości środkowej 160 Hz i poniżej. Czas pomiaru powinien wynosić co najmniej 10 s przy pomiarze poziomów ciśnienia akustycznego skorygowanych charakterystyką częstotliwościową A oraz poziomów w pasmach o częstotliwości środkowej 200 Hz i powyżej.

Dodatkowo należy mierzyć warunki meteorologiczne występujące w czasie przeprowadzania pomiarów (ciśnienie atmosferyczne, temperatura, wilgotność względna powietrza w pobliżu źródła).

3. Wzory i obliczenia

3.1. Poprawka uwzględniająca poziom tła

Poziomy ciśnienia akustycznego tła należy zmierzyć jedną z metod opisujących dopuszczalne sposoby mierzenia mocy akustycznej (w naszym przypadku stałe punkty pomiarowe na półkuli pomiarowej) w czasie, w którym źródło badane nie pracuje. Jeśli poziomy hałasu tła L''_{pi} w każdej pozycji mikrofonu, w każdym pasmie pomiarowym, są od 10 dB do 20 dB niższe od poziomów ciśnienia akustycznego L'_{pi} mierzonych w czasie pracy źródła, należy skorygować wartość poziomów L'_{pi} ze względu na wpływ hałasu tła. Zmierzone poziomy ciśnienia akustycznego powinny zostać skorygowane ze względu na wpływ hałasu tła przez odjęcie poprawki K_{li} , która jest obliczana dla każdego pasma częstotliwości i pozycji mikrofonu zgodnie z poniższym wzorem:

$$K_{li} = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \Delta L_i}) \quad (9)$$

gdzie:

$$\Delta L_i = L'_{pi} - L''_{pi} \quad (10)$$

co prowadzi do wynikowego skorygowanego poziomu ciśnienia akustycznego, L_{pi} :

$$L_{pi} = L'_{pi} - K_{li} \quad (11)$$

Jeśli poziomy hałasu tła są niższe o więcej niż 20 dB od poziomów ciśnienia akustycznego mierzonych w czasie pracy źródła, nie stosuje się poprawki.

W przypadku źródeł dźwięku wytwarzających niskie poziomy ciśnienia akustycznego, poziom hałasu tła może być mniejszy niż 10 dB poniżej tych poziomów w kilku pasmach w badanym zakresie częstotliwości, w czasie pracy źródła. W takim przypadku największa poprawka stosowana w tych pasmach powinna wynosić 0,5 dB. W przypadku zamieszczania takich danych należy jasno wskazać, że dane te odpowiadają górnej granicy poziomu mocy akustycznej badanego źródła.

3.2. Powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego

Poziom mocy akustycznej źródła L_w obliczane jest z powierzchniowego poziomu ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p\bar{f}}$, uśrednionego na powierzchni – w naszym przypadku – półkuli. Powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego, $\bar{L}_{p\bar{f}}$, obliczany jest na podstawie przestrzennego uśrednienia kwadratu ciśnienia akustycznego na półkulistej powierzchni pomiarowej. Przy wyznaczaniu powierzchniowego poziomu ciśnienia akustycznego, dla naszych pozycji pomiarowych według punktu 2.2.5. gdzie

rozmieszczenie pozycji mikrofonu odpowiada równym polom powierzchni, stosuje się wzór:

$$\bar{L}_{pf} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pi}} \right) \right] \quad (12)$$

gdzie:

\bar{L}_{pf} – powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego, w dB,

L_{pi} – poziom ciśnienia akustycznego z poprawką uwzględniającą hałas tła w i -tej pozycji mikrofonu, w dB,

N – liczba pozycji mikrofonu.

3.3. Poziom mocy akustycznej

Poziom mocy akustycznej L_W źródła w polu swobodnym nad płaszczyzną odbijającą, w meteorologicznych warunkach odniesienia 23 °C i $1,01325 \cdot 10^5$ Pa, oblicza się z następującego wzoru:

$$L_W = \bar{L}_{pf} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) + C_1 + C_2 \quad (13)$$

gdzie:

$$C_1 = -10 \lg \left[\frac{B}{B_0} \sqrt{\frac{313,15}{273,15 + \theta}} \right] \quad (14)$$

$$C_2 = -15 \lg \left[\frac{B}{B_0} \cdot \frac{296,15}{273,15 + \theta} \right] \quad (15)$$

gdzie:

\bar{L}_{pf} – powierzchniowy poziom ciśnienia akustycznego na półkulistej powierzchni pomiarowej, w dB,

$S = 2 \pi r^2$ – pole powierzchni półkulistej powierzchni pomiarowej (o promieniu r),

$S_0 = 1 \text{ m}^2$,

B – ciśnienie atmosferyczne występujące w czasie pomiarów, w Pa,

B_0 – ciśnienie atmosferyczne odniesienia $1,01325 \cdot 10^5$ Pa,

θ – temperatura powietrza podczas pomiarów, w °C

Wzór (13) stosuje się w zakresie temperatur od 15 °C do 30 °C.

3.4. Poziom mocy akustycznej w odmiennych warunkach meteorologicznych

Poziom mocy akustycznej L'_w , który będzie promieniowany przez te samo źródło w różnych warunkach meteorologicznych B' i θ' , oblicza się na podstawie L_w :

$$L'_w = L_w + 15 \lg \left[\frac{B'}{B_0} \left(\frac{296,15}{273,15 + \theta'} \right) \right]$$

4. Przebieg ćwiczenia

Uczestnik zajęć zapoznaje się z torem pomiarowym przygotowanym do pomiarów.

Przedstawione zostają podstawy obsługi miernika typu SVAN 912E wystarczające do samodzielnego wykonania pomiarów oraz zapisania wyników.

Uczestnicy zajęć ustalają:

- na podstawie danych z kwalifikowania komory bezekowej z odbijającą podłogą z załącznika 2 i niniejszej instrukcji, jak duży jest możliwy obszar roboczy,
- promień półsfery pomiarowej r zgodnie z informacjami w tej instrukcji,
- czas pomiaru,
- umiejscowienie badanego źródła.

Uczestnicy przeprowadzają procedurę kalibracji toru pomiarowego.

Następnie wykonuje się pomiar ciśnienia akustycznego w odpowiedniej ilości punktów pomiarowych oraz w odpowiednich miejscach (według instrukcji).

Pomiar z każdego punktu jest zapisywany do pliku w pamięci analizatora pod dowolną nazwą, zapisywaną w karcie, której wzór jest przedstawiony w Załączniku 1. Zapisane pliki uczestnicy otrzymują w wersji elektronicznej.

Uczestnicy odczytują i zapisują warunki atmosferyczne podczas wykonywania pomiarów.

Prowadzący podpisuje kartę pomiarową, wpisując do niej temperaturę i wilgotność, dla której należy policzyć L'_w (poziom mocy akustycznej w odmiennych warunkach meteorologicznych), kartę tą należy dołączyć do sprawozdania.

Uczestnikom zajęć przedstawia się zautomatyzowany pomiar poziomu ciśnienia akustycznego przy użyciu zaprojektowanego do tego prototypowego manipulatora. Dane z pomiaru studenci otrzymują w wersji elektronicznej i wykonują na podstawie nich analogiczne obliczenia poziomu mocy akustycznej.

Podczas gdy manipulator automatycznie mierzy poziomy ciśnienia akustycznego w poszczególnych punktach, uczestnicy są zaznajamiani z obsługą programu SVAN PC służącego do odczytu plików z analizatora SVAN 912 E.

5. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno składać się z informacji ogólnych oraz z części obliczeniowej.

5.1. Informacje ogólne

W tej części powinno się zamieścić:

- opis badanego źródła,
- warunki pracy,
- warunki posadowienia,
- szkic położenia źródła dźwięku, pozycji mikrofonów oraz obszaru roboczego w komorze bezchowej, oraz
- schemat toru pomiarowego.

5.2. Część obliczeniowa

W części powinny być zawarte następujące elementy:

- karta pomiarowa uzupełniona podczas zajęć i podpisana przez prowadzącego,
- tabelaryczne zestawienie wyników z pomiarów,
- poprawka uwzględniająca hałas tła (o ile potrzebna),
- obliczenie powierzchniowego poziomu ciśnienia akustycznego,
- obliczenie poziomu mocy akustycznej,
- obliczenie poziomu mocy akustycznej w warunkach podanych przez prowadzącego,
- *dotatkowo: Skorygowany poziom mocy akustycznej w pasmach wg Załącznika H normy PN-EN-ISO 3745:2007 i/lub Obliczenie wskaźnika kierunkowości i zysku kierunkowego według Załącznika I do tej samej normy.*

6. Bibliografia

1. PN-EN ISO 3745:2007 – *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metody dokładne w komorach bezechowych i w komorach bezechowych z odbijającą podłogą.*
2. PN-EN ISO 3740:2003 – *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu -- Wytyczne stosowania norm podstawowych.*

7. Załącznik 1

Temperatura: °C

Wilgotność względna: %

Ciśnienie atmosferyczne: Pa

Nr pomiaru:	Nazwa pliku:	Nr pomiaru:	Nazwa pliku:
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

Dane do obliczenia poziomu mocy akustycznej w odmiennych warunkach meteorologicznych:

Temperatura: °C

Ciśnienie atmosferyczne: Pa

