

Leszek DULAK¹

BADANIA LABORATORYJNE MAKSYMALNEJ IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ PRZEGRÓD R'_{max}

1. Wprowadzenie

Izolacyjność akustyczna materiałów jest jednym z najbardziej istotnych parametrów fizycznych, mających za zadanie zapewnić odpowiedni klimat akustyczny i komfort osobom przebywającym w pomieszczeniu, wzniesionym przy użyciu tychże materiałów.

Jest to parametr złożony i zależny od wielu czynników, jednak z praktycznych względów w powszechnym użyciu występuje on w postaci podanej przez normy jako: jednoliczbowy wskaźnik izolacyjności od dźwięków powietrznych.

Powyższe uproszczenie całego problemu obliuguje nas do bardzo rzetelnego podejścia do problemu i nakłada na laboratoria zajmujące się tego rodzaju problematyką szereg wymagań i uwarunkowań, jakie należy spełnić. Jednym z nich jest konieczność wyznaczenia maksymalnej możliwej do osiągnięcia wartości izolacyjności akustycznej właściwej R'_{max} .

Parametr ten, dlatego posiada swoją maksymalną wartość, charakterystyczną dla każdego laboratorium gdyż podczas pomiarów, dźwięk przenika również drogami pośrednimi a nie tylko przez badaną próbkę. Istotny wpływ na jego wartość ma również wpływ tła akustycznego w komorze odbiorczej, czyli poziomu ciśnienia akustycznego będącego wynikiem działania niepożądanych czynników zewnętrznych i wewnętrznych. Ich udział powinien być pomijalnie mały w porównaniu z udziałem dźwięku przenikającego przez badaną próbkę.

W opracowaniu tym zajęto się wyznaczeniem teje właśnie, maksymalnej, możliwej do osiągnięcia w Laboratorium Akustyki Budowlanej Politechniki Śląskiej, wartości izolacyjności akustycznej właściwej R'_{max} i porównano ją z wartościami uzyskanymi w innych laboratoriach europejskich.

¹ Mgr inż., Katedra Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail; dulakl@go2.pl

Opis i szkice, zarówno stanowiska, jak i aparatury laboratoryjnej przedstawione zostały w referacie Rafała Żuchowskiego pt.: „Modernizacja akustyczna komór pogłosowych i aparatury badawczej do pomiaru izolacyjności przegród dla potrzeb akredytacyjnych”.

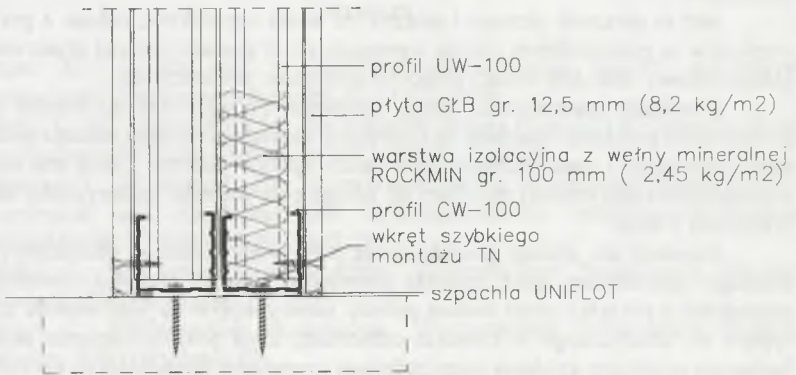
2. Stanowisko laboratoryjne i aparatura pomiarowa

Laboratoryjne stanowisko badawcze do pomiarów izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych składa się z dwóch przyległych komór pogłosowych z otworem badawczym pomiędzy nimi, w którym należy umieścić próbkę. Wymagania dotyczące stanowiska określone zostały normą [1].

3. Systematyka badań

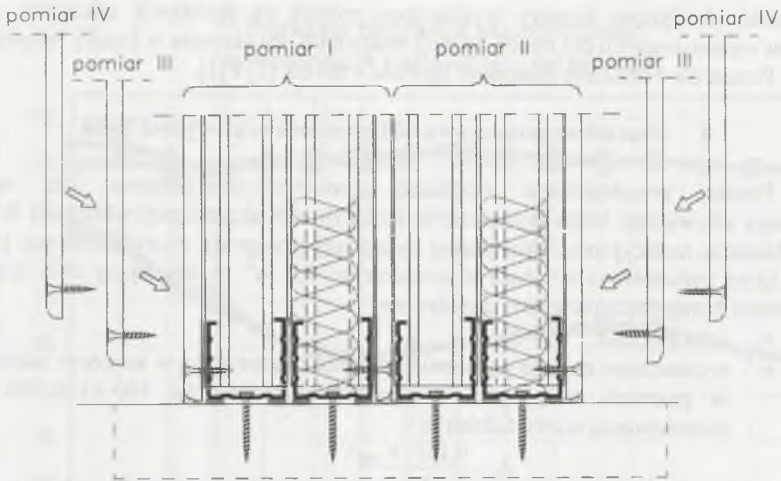
Do badania R'_{max} służy sześć reprezentatywnych konstrukcji, wyszczególnionych w normie [1]. Należy użyć tej, która najbardziej zbliżona jest do elementów zazwyczaj badanych w laboratorium.

W tym przypadku wybrano ścianę typu A, czyli lekką ścianę dwuwarstwową, której budowę przedstawiono na rys.1. Następnie do poniżej przedstawionej konstrukcji należało dostawiać kolejne warstwy w ilości zależnej od uzyskiwanych wartości wskaźnika izolacyjności, aż do momentu, kiedy wartość ta przestanie wzrastać.

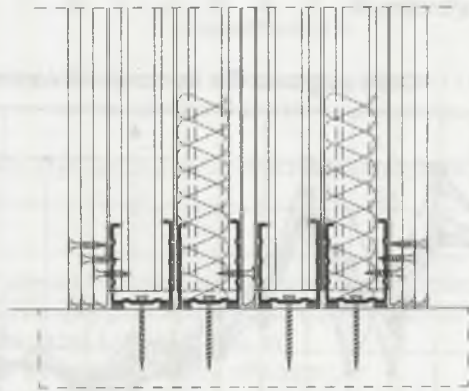


Rys.1. Konstrukcja lekkiej ściany dwuwarstwowej.

Stan ten osiągnięto po dobudowaniu do pokazanej na rys.1 ściany drugiej identycznej i dołożeniu do tak powstałej przegrody, jeszcze dwóch dodatkowych warstw płyt gipsowo-kartonowych po obu jej stronach. Schemat wykonanych czynności oraz końcowy efekt pokazano na rys.2 i rys.3.



Rys.2. Schemat obrazujący dokładanie kolejnych warstw do konstrukcji przegrody przy kolejnych czterech pomiarach izolacyjności akustycznej.



Rys.3. Ostateczna konstrukcja przegrody, dla której osiągnięto maksymalną izolacyjność akustyczną.

Badania laboratoryjne przeprowadzono w komorach nadawczej i odbiorczej wg poniższej procedury zapewniającej zadawalającą powtarzalność.

Komory mają podobne wymiary; objętości równe są $58,0 \text{ m}^3$ komora nadawcza i $65,5 \text{ m}^3$ komora odbiorcza. W każdej z komór znajdowały się 2 elementy rozpraszające, usytuowane w narożach pomieszczeń. W celu dokonania pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego, kula głośnikowa jest umieszczona kolejno w dwu narożach komory naprzeciwko próbki tak, aby z sześciu przypadkowo usytuowanych pozycji mikrofonu w każdej komorze można było wybrać po trzy odczyty dla każdej pozycji głośnika; czas uśredniania dla każdej pozycji mikrofonu i każdego pasma częstotliwości przyjmuje się 15 s. Głośnik zasila się sygnałem białego szumu w pasmach tercjowych. Żadna pozycja mikrofonu nie powinna znajdować się bliżej niż 0,7 m od sąsiedniej pozycji, powierzchni ograniczających lub elementów rozpraszających oraz nie bliżej niż 1,0 m od źródła dźwięku bądź badanej próbki.

Chłonność akustyczna komory wyznaczona została na podstawie odczytów czasu pogłosu wykonywanych dla trzech pozycji mikrofonu, dwukrotnie w każdej pozycji.

Pomiarów i obliczeń dokonano zgodnie z normą [2] i [3].

4. Procedura pomiarowo-obliczeniowa oraz wyniki badań

Poniżej przedstawiono procedurę pomiarowo-obliczeniową oraz wyniki dotyczące pierwszego etapu wyznaczenia izolacyjności akustycznej właściwej R'_{max} , czyli badania izolacyjności akustycznej właściwej przegrody dwuwarstwowej jak na rys.1, którą zabudowano w otwór o powierzchni $9,6 \text{ m}^2$, rozdzielający obie komory. Zmierzono następujące parametry akustyczne:

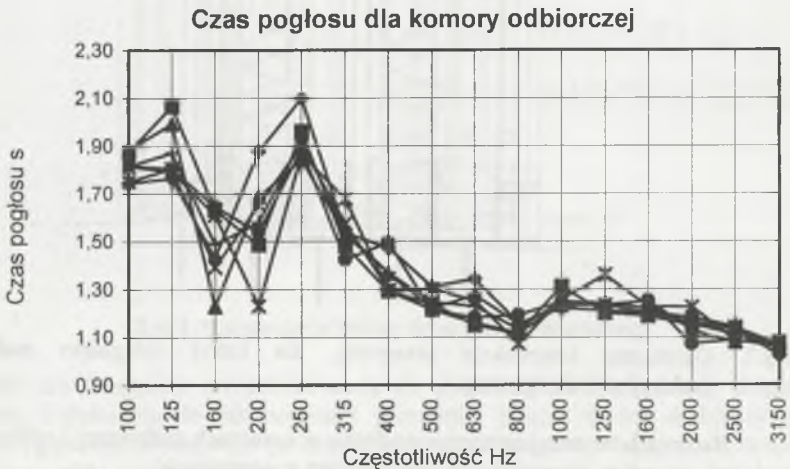
- czas pogłosu,
- wyznaczono na jego podstawie chłonność akustyczną w komorze odbiorczej w pasmach tercjowych w zakresie częstotliwości 100-3150 Hz przy zastosowaniu wzoru Sabine'a:

$$A = \frac{0,163 \cdot V}{T} \text{ m}^2 \quad (1)$$

A – chłonność akustyczna komory, m^2

V – objętość komory, m^3

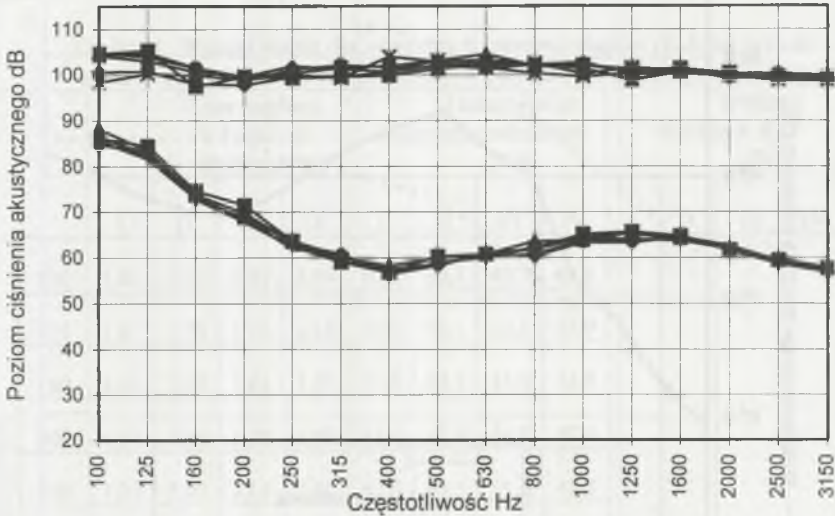
T – czas pogłosu komory, s.



Rys.4. Czas pogłosu w komorze odbiorczej, (pomiar I).

- zmierzono poziom ciśnienia akustycznego w komorze nadawczej i odbiorczej w pasmach tercjowych w zakresie częstotliwości 100-3150 Hz,

**Poziomy ciśnienia akustycznego
w komorach nadawczej i odbiorczej**



Rys.5. Poziomy ciśnienia akustycznego w komorach nadawczej i odbiorczej, dla sześciu losowo wybranych punktów, (pomiar I).

- na podstawie uzyskanych danych obliczono izolacyjność akustyczną właściwą:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A} \quad \text{dB} \quad (2)$$

L_1 – poziom przeciętnego ciśnienia akustycznego w komorze nadawczej, dB,

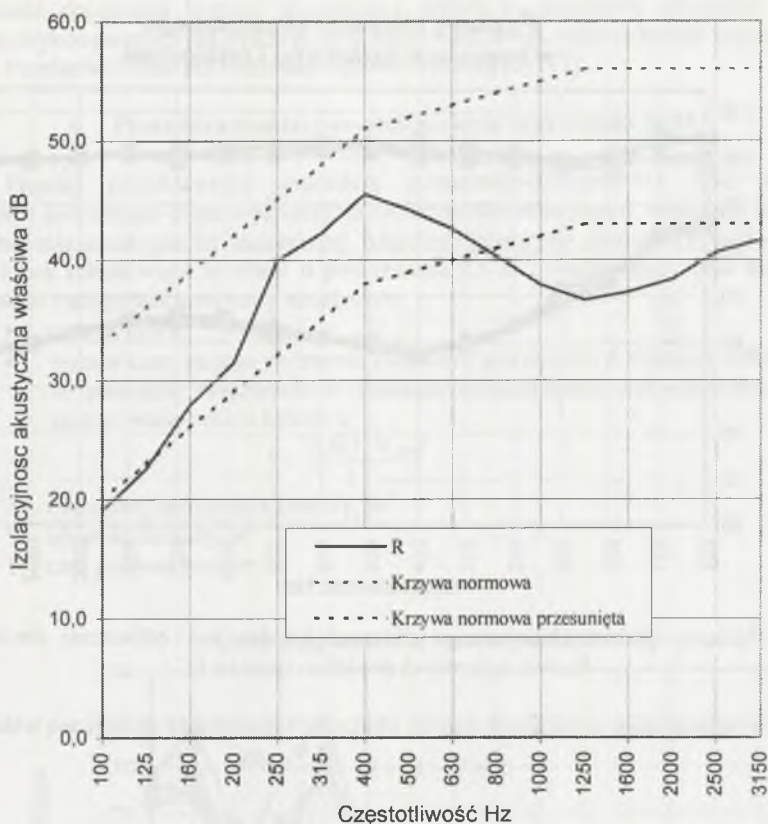
L_2 – poziom przeciętnego ciśnienia akustycznego w komorze odbiorczej, dB,

S – pole powierzchni badanej próbki, m^2

A – chłonność akustyczna komory odbiorczej, m^2

- wyznaczenie ważonego wskaźnika R_w

Ażeby ocenić wyniki pomiaru w pasmach tercjowych, podane z dokładnością do 0,1 dB, należy przesuwac właściwą krzywą odniesienia skokowo co 1 dB w kierunku krzywej pomiarowej, aż suma niekorzystnych odchyłek podzielona przez ilość tercji będzie możliwie jak największa lecz nie przekroczy wartości 2,0 dB. Niekorzystne odchylenie dla danej częstotliwości występuje wtedy, gdy wynik pomiaru jest mniejszy od wartości odniesienia. Uwzględnia się jedynie niekorzystne odchylenia. Wartość, w dB, krzywej odniesienia dla 500 Hz, po przesunięciu jej zgodnie z tą procedurą, jest wartością wskaźnika ważonego R_w .



Rys.6. Izolacyjności akustyczna właściwa, ważony wskaźnik $R_w = 39$ dB, (pomiar I).

Dla rozpatrywanej ścianki wartość ważonego wskaźnika R_w wyniosła 39 dB.

Powtarzalność wyników pomiaru izolacyjności akustycznej jest zgodna z ustaleniami normowymi [4].

Ze względu na konieczność ograniczenia objętości referatu wyniki dla kolejnych etapów badania R_{max} , przedstawiono w postaci tabelarycznej. W tabelicy nr 1 umieszczono również wyniki pomiaru pierwszego, które przedstawione zostały już wcześniej za pomocą wykresów.

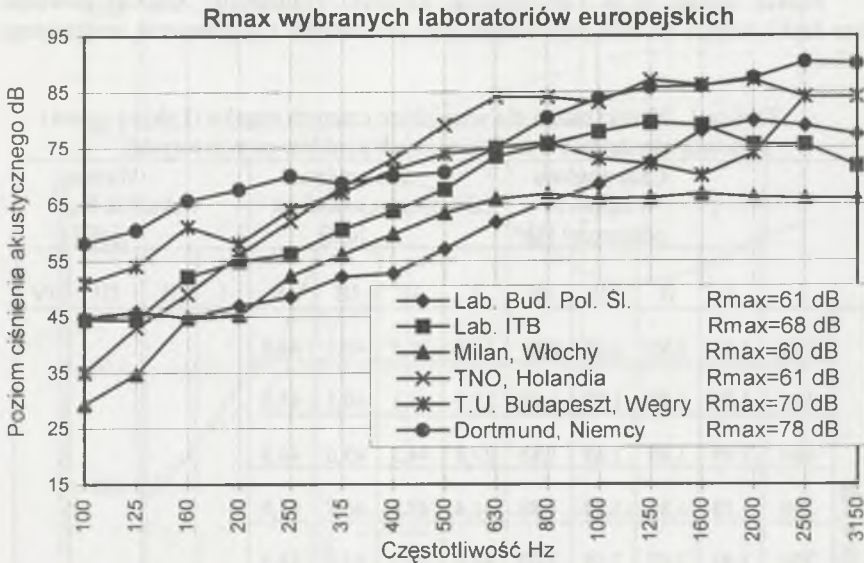
W powyższej tabelicy cyfry rzymskie oznaczają kolejne etapy wyznaczenia R_{max} , polegające na dobudowywaniu dodatkowych warstw do istniejącej przegrody celem osiągnięcia maksymalnej wartości R_w . Wartość tą osiągnięto dla trzeciej z kolei modyfikacji, co potwierdził pomiar izolacyjności właściwej dla czwartej z modyfikacji, jej wartość nie zmieniła się i wyniosła tyle samo, co dla konstrukcji z poprzedniego pomiaru, czyli 61 dB.

Celem porównania wyniku, jaki otrzymano w naszym laboratorium z osiągnięciami innych jednostek europejskich, przedstawiono poniżej wykres, na którym zamieszczono wyniki z podobnych badań przeprowadzonych w tychże laboratoriach w ramach międzynarodowego programu. Dane pochodzą z materiałów ogólnie dostępnych drogą internetową [5].

Należy dodać, że w Laboratorium Akustyki Politechniki Śląskiej powzięto dalsze kroki, mające na celu poprawienie jego parametrów i poprawienie osiągniętego wyniku.

Tablica 1. Wyniki badań dla wszystkich czterech etapów (kolejne wyniki stanowią uśrednienie z sześciu różnych punktów pomiarowych).

		Czas pogłosu w komorze odbiorczej [s]				Izolacyjność akustyczna właściwa [dB]				Ważony wskaznik R_w [dB]			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Częstotliwości środkowe pasm tercjowych	100	1,81	1,99	2,00	2,64	19,0	30,7	40,7	44,8	$R_w=39$ dB	$R_w=59$ dB	$R_w=61$ dB	$R_w=61$ dB
	125	1,87	1,78	1,78	2,18	22,5	34,1	40,5	45,9				
	160	1,49	1,89	1,88	1,85	27,8	44,3	45,0	44,8				
	200	1,58	1,86	1,88	1,89	31,4	47,8	46,8	47,0				
	250	1,93	2,07	2,05	2,00	40,0	49,3	51,0	48,5				
	315	1,54	1,82	1,72	1,73	42,2	52,3	53,7	52,1				
	400	1,37	1,53	1,50	1,49	45,5	55,2	54,7	52,7				
	500	1,25	1,56	1,60	1,61	44,2	59,7	58,3	57,0				
	630	1,23	1,77	1,77	1,62	42,6	63,2	62,2	61,7				
	800	1,13	1,78	1,78	1,59	40,3	68,0	68,3	65,3				
	1000	1,25	1,77	1,77	1,60	37,9	69,4	70,1	68,4				
	1250	1,24	1,70	1,68	1,62	36,6	72,8	74,6	72,4				
	1600	1,22	1,58	1,60	1,52	37,3	76,1	78,9	78,1				
	2000	1,15	1,45	1,44	1,43	38,4	76,9	79,6	79,8				
	2500	1,11	1,37	1,38	1,34	40,6	74,0	77,7	78,9				
	3150	1,06	1,24	1,25	1,24	41,7	73,0	76,3	77,3				



Rys.7. Porównanie maksymalnej izolacyjności właściwej uzyskanej w Laboratorium Akustyki Politechniki Śląskiej z wynikami innych laboratoriów akustycznych.

Literatura

- [1] PN-EN ISO 140-1:1999 Akustyka – Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Wymagania dla laboratoryjnych stanowisk badawczych bez przenoszenia bocznego.
- [2] PN-83/B-02154.03 Akustyka budowlana – Pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych elementów budowlanych.
- [3] PN-87/B-02151.03 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.
- [4] PN-83/B-02154.02 Akustyka budowlana – Pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Ustalenia dotyczące dokładności.
- [5] Measurements & Testing Program 1990-1994. Intercomparison of Laboratory Measurements of Airborne Sound Insulation of Walls.

LABORATORY MEASUREMENT OF MAXIMUM SOUND INSULATION FACADES R'max.

Summary

In the case of research into elements about very good insulating proprieties, the qualification of participation of transfer side would be desirable. Because this is unpractical, in accordance with requirements PN EN 20140-3, one should qualify maximum sound transmission loss, which can be measured in laboratory without significant influence of transfer side R' max.