

Akademia Górniczo-Hutnicza

im. Stanisława Staszica w Krakowie



Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Katedra Mechaniki i Wibroakustyki

30-059 KRAKÓW, Al. Mickiewicza 30, tel. 12 617 30 64, fax: 12 633 23 14,
kmiw@agh.edu.pl

Raport z badania

Współczynnika pochłaniania dźwięku
w komorze pogłosowej

Kraków, maj 2025 r.

Zleceniodawca: **Bramster Mietła Spółka Komandytowa,
ul. Lasowicka 125, 42-620 Nakło Śląskie**

Wykonawca: **Katedra Mechaniki i Wibroakustyki, AGH w Krakowie,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków**

Umowa nr **5.5.130.936 z dnia 20 maja 2025 r.**

Zespół wykonawców prac:

dr hab. inż. Tadeusz Wszolek, prof. AGH
mgr inż. Marcjanna Czapla

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30, paw. D-1
tel. 12 617-30-64 fax 12 633-23-14
NIP 6750001923

Kierownik tematu

Kierownik Katedry

mgr inż. Marcjanna Czapla

dr hab. inż. Tadeusz Wszolek, prof. AGH

Bez pisemnej zgody Raport z badań nie może być powielany inaczej niż tylko w całości

SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	4
2	OPIS BADANYCH PRÓBEK	4
3	OPIS STANOWISKA DO BADAŃ	7
3.1	APARATURA I METODYKA POMIAROWA	8
3.2	WYNIKI POMIARÓW	10
4	LITERATURA	10
5	KARTY POMIAROWE WSPÓŁCZYNNIKA POCHŁANIANIA DŹWIĘKU W KOMORZE POGŁOSOWEJ	10

1 WSTĘP

Opracowanie zawiera wyniki badań właściwości akustycznych, tj. pogłosowego współczynnika pochłaniania dźwięku α_s ekranu akustycznego.

Pracę wykonano na podstawie zlecenia z 16 maja 2025 r. firmy Bramster Mietła Spółka Komandytowa i przyjęcia zamówienia nr ZP-0003777 z dnia 16 maja 2025 r., zawartych pomiędzy Zamawiającym Bramster Mietła Spółka Komandytowa z siedzibą w Nakle Śląskim, a Katedrą Mechaniki i Wibroakustyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie z siedzibą w Krakowie przy Al. Mickiewicza 30.

Praca swoim zakresem obejmuje:

- Wykonanie badań współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 354:2005 jednej próbki przygotowanej przez Zamawiającego
- Opracowanie kompletnego raportu badań dla próbki

Podstawę merytoryczną opracowania stanowią następujące normy:

- [1]. PN-EN ISO 354:2005. Akustyka. Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej
- [2]. PN-EN ISO 11654:1999. Akustyka -- Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie -- Wskaźnik pochłaniania dźwięku

2 OPIS BADANYCH PRÓBEK

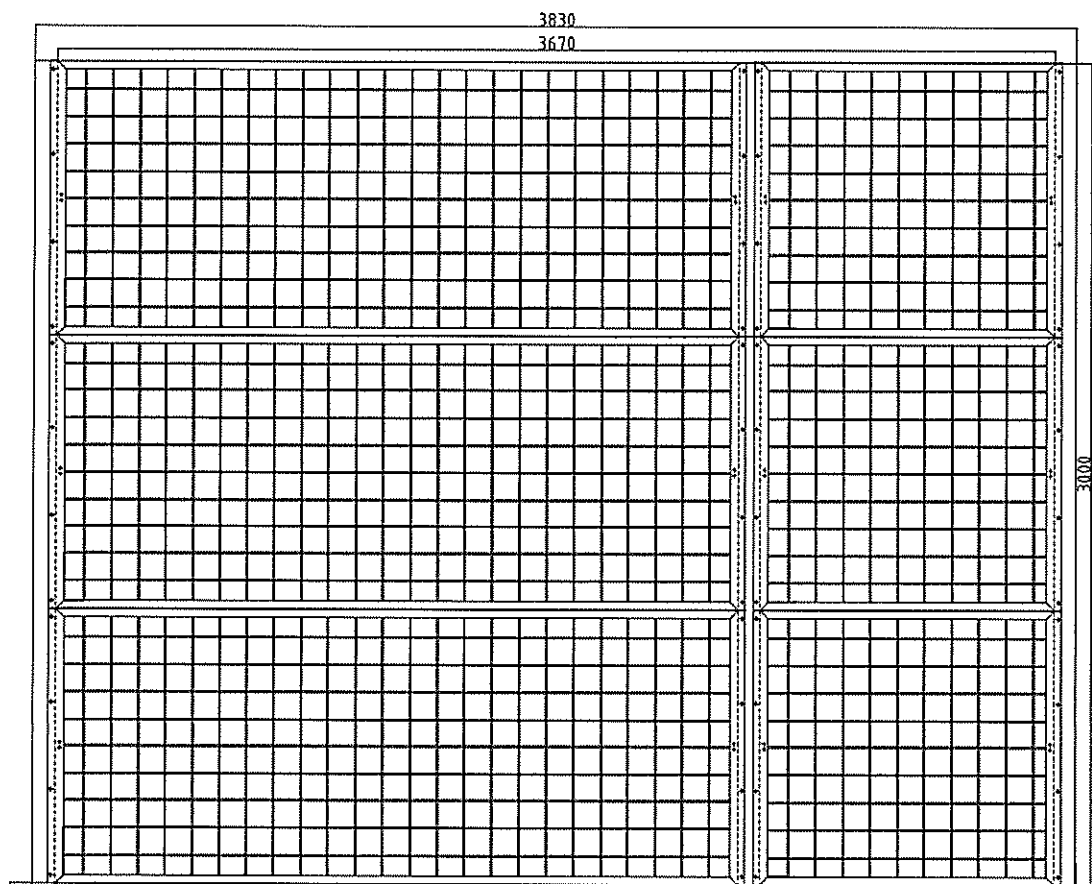
Badania współczynnika pochłaniania dźwięku α_s w warunkach pogłosowych wykonano dla próbki stanowiącej element ekranu akustycznego, przeznaczonego do ograniczania hałasu przenikającego na teren posesji – ogrodzenie akustyczne.

Szkielet panelu stanowi ocynkowana ogniowo podwójna rama stalowa z kątownika zimno-giętego (30-30-2 mm), z siatką o oczkach 100-100 mm, zgrzewaną z pręta o średnicy 5 mm, wspawaną w szkielet. Wewnątrz

znajduje się blacha DX51 o grubości 0,5 mm i masie powierzchniowej 4 kg/m^2 , obłożona obustronnie wełną skalną PETRAPANEL gęstości 130 kg/m^3 . Panele wełny skalnej obłożone są dwiema warstwami ochronnymi z agrowłókniny 50 g/m^2 i siatki PE 300 g/m^2 .

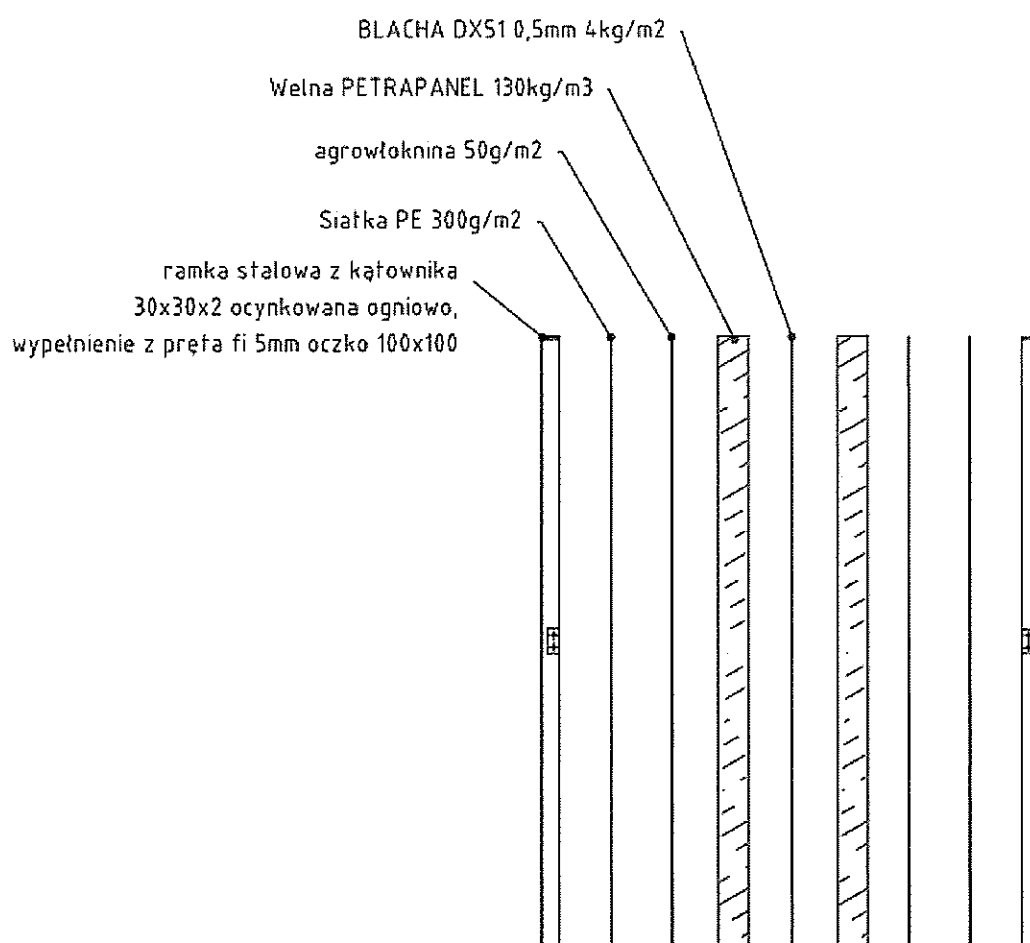
UWAGA: Podane powyżej rodzaje i parametry techniczne materiałów warstw dźwiękochłonnych podaje producent badanego panelu. Zespół wykonujący badania nie sprawdza czy podane informacje są zgodne z rzeczywistością.

Dostarczona do badań próbka ma wymiary 3830 mm na 3000 mm, a ogólną konstrukcję pokazano na rys. 2.1.



Rys.2.1. Układ ogólny próbki do pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku

Opis warstw i ich układu w przekroju zamieszczono na rysunku 2.2.



Rys.2.2. Układ ogólny próbki do pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku

Podstawowe wymiary próbki 3870 x 3000 mm, złożonej z 6 modułów, łącznie **powierzchnia próbki wynosiła 11,49 m²**.

Stosunek długości do szerokości próbki wyniósł 0,78. Powyższe parametry mieszczą się w wymaganiach normy [1], wg której wartość ta powinna zawierać się w przedziale 0,7 do 1, zaś powierzchnia próbki powinna zawierać się w przedziale 10 do 12 m².

Skrajne elementy (powierzchnia boczna) próbki osłonięto drewnianą ramą z desek sosnowych o grubości 20 mm. Rama spełnia wymagania określone w normie [1]. Rama ściśle przylegała do materiału dźwiękochłonnego, łączenia zabezpieczono taśmą izolacyjną.

3 OPIS STANOWISKA DO BADAŃ

Całość badań wykonano w komorze pogłosowej z zespołu komór pogłosowych w Katedrze Mechaniki i Wibroakustyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

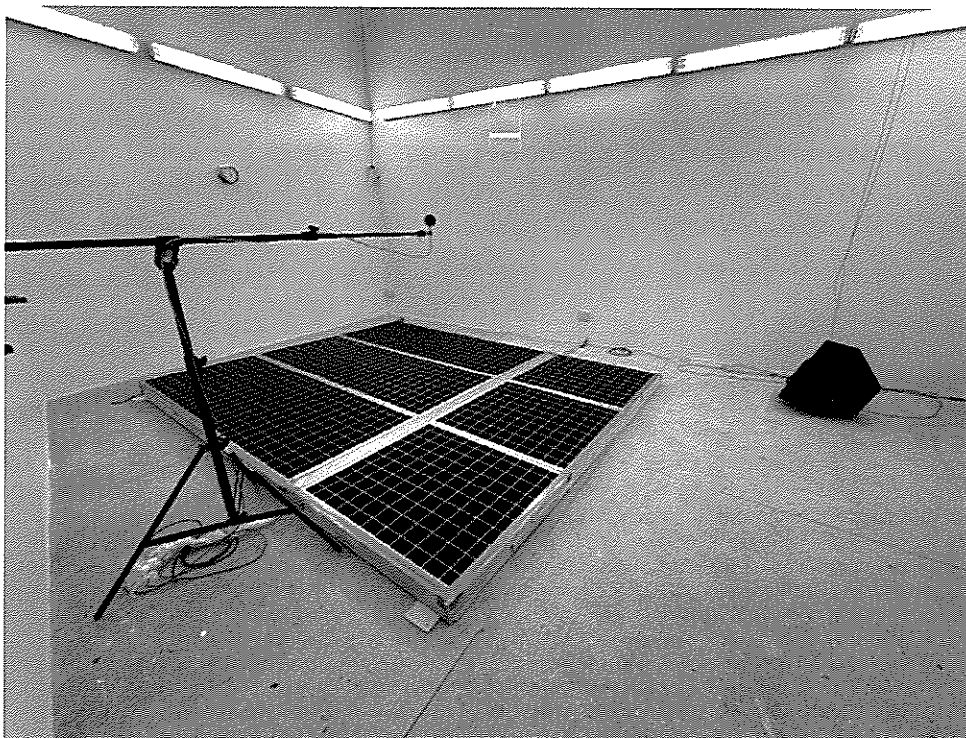
Parametry komory pogłosowej:

- objętość – 176,9 m³
- całkowita powierzchnia - 185,8 m²

Badana próbka położona była na podłodze komory, zgodnie z zaleceniami normy PN- EN ISO 354:2005. Montaż typu B wg załącznika (normatywnego) B przedmiotowej normy. W trakcie pomiaru (z zamontowaną próbką i bez próbki) w komorze panowały następujące warunki środowiskowe:

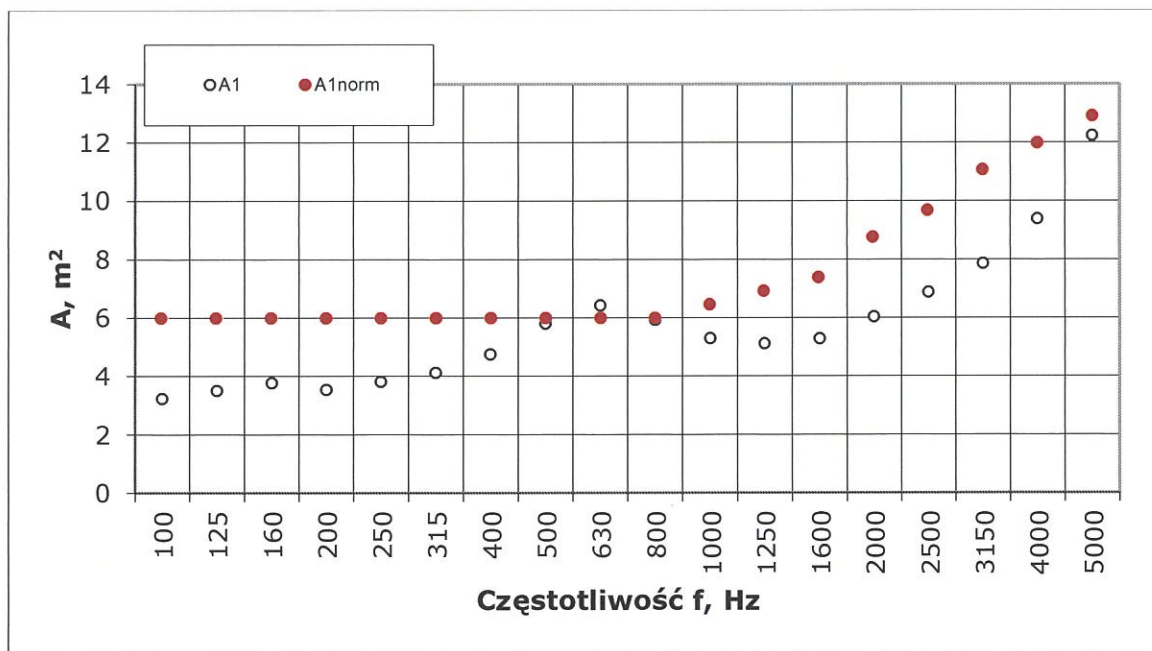
- temperatura 20,9 st. C
- wilgotność względna: 51%
- ciśnienie atmosferyczne 995 hPa

Widok próbki na podłodze komory pokazano na zdjęciu na rys.3.1.



Rys.3.1. Widok przygotowanej do badań próbki pomiarowej w komorze pogłosowej

Wyniki sprawdzenia dyfuzyjności komory w postaci pomiarów równoważnych powierzchni dźwiękochłonnych w pasmach 1/3 oktawy pokazano na rysunku 3.2 oraz w tabeli 1.



Rys.3.2. Porównanie wartości normowej [1] i zmierzonej w komorze pogłosowej chłonności akustycznej A_1 , w której wykonane były pomiary współczynnika pochłaniania dźwięku. Wartości normowe skorygowano do objętości rzeczywistej komory, $V=176,9 \text{ m}^3$.

Tabela 1: . Porównanie wartości normowej [1] i zmierzonej w komorze pogłosowej chłonności akustycznej A_1 , w której wykonane były pomiary współczynnika pochłaniania dźwięku. Wartości normowe skorygowano do objętości rzeczywistej komory, $V=176,9 \text{ m}^3$

Częstotliwość f, Hz	A_1	$A_{1\text{norm}}$
100	3,2	6,0
125	3,5	6,0
160	3,8	6,0
200	3,5	6,0
250	3,8	6,0
315	4,1	6,0
400	4,7	6,0
500	5,8	6,0
630	6,4	6,0
800	5,9	6,0
1000	5,3	6,5
1250	5,1	6,9

Częstotliwość f , Hz	A_1	A_{1norm}
1600	5,3	7,4
2000	6,0	8,8
2500	6,9	9,7
3150	7,9	11,1
4000	9,4	12,0
5000	12,2	12,9

3.1 Aparatura i metodyka pomiarowa

Wszystkie badania przeprowadzono za pomocą analizatora Nor850 jako podstawowego urządzenia – analizatora dźwięku oraz generatora sygnału wymuszającego do pomiaru czasu pogłosu.

Pomiary wykonano zgodnie z wymaganiami normy [1] przy dwóch położeniach głośnika (źródła dźwięku) i 12 położeniach mikrofonu (punktach pomiarowych) w każdym położeniu źródła. Łącznie w każdym pomiarze współczynnika pochłaniania zarejestrowano 5 krzywych zaniku, więcej niż minimalne wymagania normowe. Jako metodę pomiaru czasu pogłosu zastosowano metodę szumu przerywanego

Obliczano współczynnik pochłaniania dźwięku w pasmach 1/3 oktawy od 100 Hz do 5 kHz według algorytmów rozdziału 8.1 normy [1], na wykresach dodatkowo podano wartości czasu pogłosu pustej komory (T_1) i komory z badaną próbką (T_2) oraz niepewność pomiaru uwzględniającą rozrzuty statystyczne wartości pomiaru czasu pogłosu T_1 i T_2 w danym paśmie częstotliwości.

Ponadto, zgodnie z zaleceniami normy [1] wyznaczono jednolicebowy wskaźnik pochłaniania dźwięku wg PN-EN ISO 11654:1999 [2] α_w oraz niezbędne do jego obliczenia wartości praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku α_p wg algorytmów podanych w punktach 4 i 5 normy [2].

3.2 Wyniki pomiarów

Wyniki pomiarów pogłosowego współczynnika pochłaniania dźwięku α_s w zakresie częstotliwości od 100 Hz do 5 kHz, w pasmach 1/3 oktaowych o częstotliwościach środkowych określonych w PN-EN ISO 266:2000 [3] badanej próbki przedstawiono na dwóch arkuszach pomiarowych, na który zawarto:

- Nazwę, numer i podstawowe parametry badanej próbki
- Krótki opis stanowiska badawczego, daty pomiarów, warunków meteo i rodzaju użytego sygnału pomiarowe
- Wyniki pomiaru współczynnika pochłaniania zawarto na dwóch arkuszach: (1) – wykres współczynnika pochłaniania alfa wg PN-EN ISO 354:2005 [1] oraz (2) – wyniki obliczeń parametrów pochłaniania wg normy PN-EN ISO 11654:1999 [2].

4 LITERATURA

- [1]. PN-EN ISO 354:2005. Akustyka. Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej
- [2]. PN-EN ISO 11654:1999. Akustyka -- Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie -- Wskaźnik pochłaniania dźwięku
- [3]. PN-EN ISO 266:2000, Akustyka - Zalecane częstotliwości pomiarowe.

5 KARTY POMIAROWE WSPÓŁCZYNNIKA POCHŁANIANIA DŹWIĘKU W KOMORZE POGŁOSOWEJ



Karta wyników pomiarów oraz wyników obliczonych pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005

Jednostka wykonująca pomiary:	Nr serii/Nr próbki:	Identyfikator
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie	1/1	1/2025
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki		data pomiarów:
Nazwa badanego elementu:		27 maja 2025

Ekran akustyczny

Opis badanej próbki (pole powierzchni S , sposób montażu i rozmieszczenie w komorze pogłosowej, zdjęcia):

Blacha DX51 gr 0,5 mm, wełna skalna PETRAPANEL (obustronnie) 130 kg/m³, agrowłókna 50 g/m², siatka PE 300 g/m², siatka stalowa o oczkach 100-100 mm z pręta o średnicy 5 mm, podwójna rama stalowa z kątownika zimnogiętego (30-30-2 mm) ocynkowana ogniowo.

Pole powierzchni próbki **11,49 m²**

Stanowisko badawcze:

Kształt komory pogłosowej:	kształt zbliżony do sześcianu ze wszystkimi parami ścian nierównoległych		
Elementy rozpraszające:	wiszące pojedyncze elementy z pleksi		
Liczba pozycji mikrofonu:	12		
Liczba pozycji źródła dźwięku:	2		
Wymiary komory pogłosowej:	S=185,8 m ²	V=176,9 m ³	
Rodzaj użytego sygnału:	szum przerywany		
Warunki meteo:	51%	20,9 °C	995 hPa

Wyniki pomiarów:

Średni czas pogłosu T20			Pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku	
f [Hz]	T ₁ [s]	T ₂ [s]	alfa	niep.
100	8,83	3,69	0,39	0,20
125	8,13	3,20	0,47	0,23
160	7,57	2,99	0,50	0,19
200	8,06	2,61	0,64	0,23
250	7,48	2,33	0,73	0,22
315	6,93	2,19	0,78	0,17
400	6,01	1,90	0,89	0,18
500	4,92	1,67	0,98	0,22
630	4,44	1,61	0,98	0,20
800	4,81	1,67	0,97	0,15
1000	5,38	1,75	0,95	0,12
1250	5,57	1,82	0,92	0,11
1600	5,39	1,82	0,90	0,11
2000	4,73	1,74	0,90	0,09
2500	4,14	1,66	0,89	0,09
3150	3,63	1,56	0,90	0,10
4000	3,04	1,43	0,92	0,10
5000	2,33	1,22	0,97	0,11

alfa - współczynnik pochłaniania dźwięku, niep. - niepewność pomiarowa, poszerzona

Zamawiający:

BRAMSTER Mietła Spółka Komandytowa
ul. Lasowicka 125, 42-620 Nakło Śląskie

Kierownik jednostki

dr hab. inż. Tadeusz Wszolek, prof. AGH

Kierownik tematu (badań)

mgr inż. Marcjanna Czapla



Karta wyników pomiarów oraz wyników obliczonych pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005

Jednostka wykonująca pomiary:	Nr serii/Nr próbki:	Identyfikator
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie Katedra Mechaniki i Wibroakustyki	1/1	1/2025 data pomiarów: 27 maja 2025

Nazwa badanego elementu:

Ekran akustyczny

Opis badanej próbki (pole powierzchni S , sposób montażu i rozmieszczenie w komorze pogłosowej, zdjęcia):

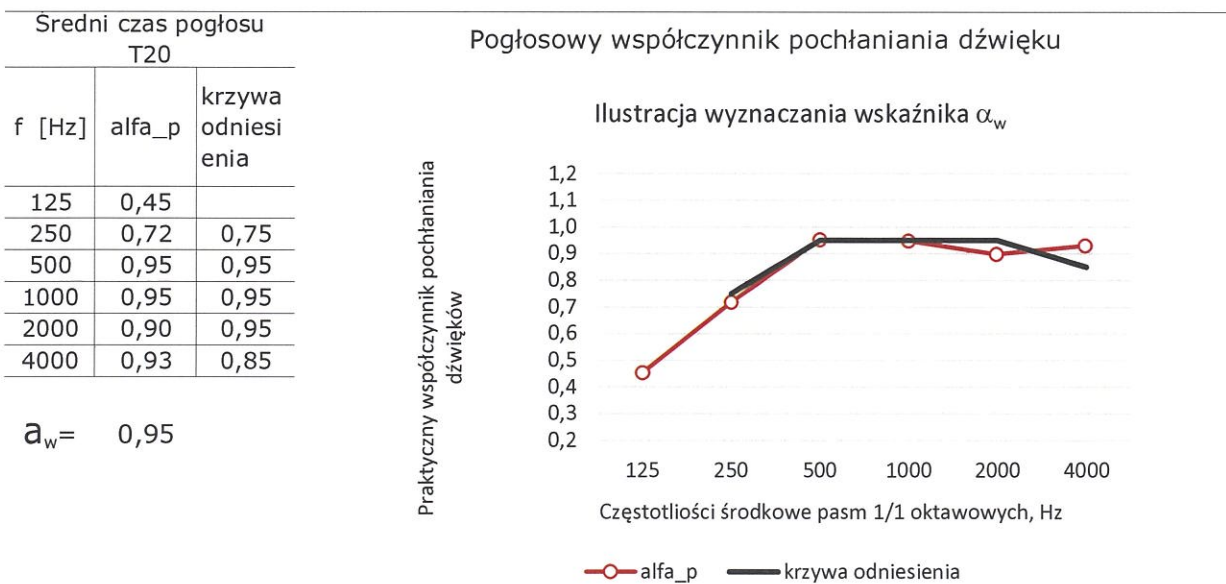
Blacha DX51 gr 0,5 mm, wełna skalna PETRAPANEL (obustronnie) 130 kg/m³, agrowłoknina 50 g/m², siatka PE 300 g/m², siatka stalowa o oczkach 100-100 mm z pręta o średnicy 5 mm, podwójna rama stalowa z kątownika zimno-giętego (30-30-2 mm) ocynkowana ogniowo.

Pole powierzchni próbki **11,49 m²**

Stanowisko badawcze:

Kształt komory pogłosowej:	kształt zbliżony do sześcianu ze wszystkimi parami ścian nierównoległych		
Elementy rozpraszające:	wiszące pojedyncze elementy z pleksi		
Liczba pozycji mikrofonu:	12		
Liczba pozycji źródła dźwięku:	2		
Wymiary komory pogłosowej:	$S=185,8 \text{ m}^2$	$V=176,9 \text{ m}^3$	
Rodzaj użytego sygnału:	szum przerywany		
Warunki meteo:	51%	20,9 °C	995 hPa

Wyniki obliczeń parametrów wg PN-EN ISO 11654:1999



alfa_p - praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku wyrobu dźwiękochłonnego

Zamawiający:

BRAMSTER Mietła Spółka Komandytowa
ul. Lasowicka 125, 42-620 Nakło Śląskie

Kierownik jednostki

T. Wszółek

dr hab. inż. Tadeusz Wszółek, prof. AGH

Kierownik tematu (badań)

Marcjanna Czapla

mgr inż. Marcjanna Czapla