



AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki



***Obliczenia współczynnika pochłaniania dźwięku na podstawie pomiarów
w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005,
wyznaczenie wskaźnika pochłaniania dźwięku wg PN-EN ISO 11654:1999,
wyznaczenie wskaźników NRC oraz SAA wg ASTM C423-23***

Tytuł opracowania:

**Badanie współczynnika pochłaniania dźwięku:
Paneli PET o grubości 9 mm oraz 12 mm**

Zlecniodawca:

**LEDART Sp. z o.o.
Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
Właściciel marki FELTHE
Numer NIP: 5512624551**

Nr umowy:

5.5.130.978

KRAKÓW, październik 2025

Nazwa jednostki wykonującej badania:	AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA im. Stanisława Staszica w Krakowie Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Katedra Mechaniki i Wibroakustyki	
Temat:	Badanie współczynnika pochłaniania dźwięku: Paneli PET o grubości 9 mm oraz 12 mm	
Zlecniodawca:	LEDART Sp. z o.o., Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice Właściciel marki FELTHE, Numer NIP: 5512624551	
Data zlecenia:	21.09.2025	
Data przyjęcia zlecenia:	22.09.2025	
Nr umowy:	5.5.130.978	
Kierownik pracy:	dr inż. Bartłomiej Chojnacki	Podpis:
Wykonawcy:	dr inż. Bartłomiej Chojnacki, dr inż. Klara Chojnacka, mgr inż. Jacek Frączek	
Tel/fax:	(4812) 617-35-17	
E-mail	bchojnacki@agh.edu.pl	
Pieczęć:		

Przedstawione w raporcie wyniki odnoszą się jedynie do badanych próbek

Spis treści

1. Wstęp	4
1.1. Podstawa opracowania	4
1.2. Przedmiot, cel i zakres pracy.....	4
2. Opis badanej próbki	5
3. Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów.....	9
4. Wyniki badań	12
5. Karty raportowe.....	13

1. Wstęp

1.1. Podstawa opracowania

Zlecenie z dnia 21.09.2025 i potwierdzenie przyjęcia zlecenia

WIMIR/kmw/0154-22/2025 z dnia 22.09.2025

- PN-EN ISO 354:2005 - *Akustyka. Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej*
- PN-EN ISO 11654:1999 – *Akustyka. Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie. Wskaźnik pochłaniania dźwięku*
- ASTM C423-23 *Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method*

1.2. Przedmiot, cel i zakres pracy

Przedmiotem pracy było wykonanie badania współczynnika pochłaniania dźwięku próbki dostarczonej przez Zleceniodawcę. Badania wykonano wg normy PN - EN ISO 354:2005. Wartości wskaźnika pochłaniania dźwięku oraz klasy pochłaniania dźwięku określono wg normy PN-EN ISO 11654:1999. Wskaźniki NRC (Noise Reduction Coefficient) oraz SAA (Sound Absorptive Average) obliczono wg normy ASTM C423-23.

Praca obejmowała:

- przygotowanie stanowiska pomiarowego,
- wykonanie pomiarów parametrów akustycznych,
- opracowanie wyników badań.

2. Opis badanej próbki

Opis próbki nr 1	
Nazwa:	Panele PET o grubości 9 mm
Producent:	LEDART Sp. z o.o., Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice Właściciel marki FELTHE, Numer NIP: 5512624551
Opis próbki:	Panele wykonane ze sprasowanego filcu typu PET, grubość 9 mm
Pole powierzchni badanej próbki S [m ²]:	10,24
Wymiary elementów[mm]:	2800 x 1220 x 9 - 3 szt.
Wymiary próbki [mm]:	2800 x 3660 x 9
Sposób montażu:	
Typ montażu:	A
Opis montażu:	Badane panele ułożono swobodnie na podłodze komory. Powierzchni bocznych próbki nie obudowano ramą. Powierzchnię boczną doliczono do całkowitej powierzchni próbki.



Rysunek 1 Sposób zamontowania próbki nr 1 w komorze pogłosowej.

Opis próbki nr 2	
Nazwa:	Panele PET o grubości 12 mm
Producent:	LEDART Sp. z o.o., Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice Właściciel marki FELTHE, Numer NIP: 5512624551
Opis próbki:	Panele wykonane ze sprasowanego filcu typu PET, grubość 12 mm
Pole powierzchni badanej próbki S [m ²]:	10,24
Wymiary elementów[mm]:	2800 x 1220 x 12 - 3 szt.
Wymiary próbki [mm]:	2800 x 3660 x 12
Sposób montażu:	
Typ montażu:	A
Opis montażu:	Badane panele ułożono swobodnie na podłodze komory. Powierzchni bocznych próbki nie obudowano ramą. Powierzchnię boczną doliczono do całkowitej powierzchni próbki.

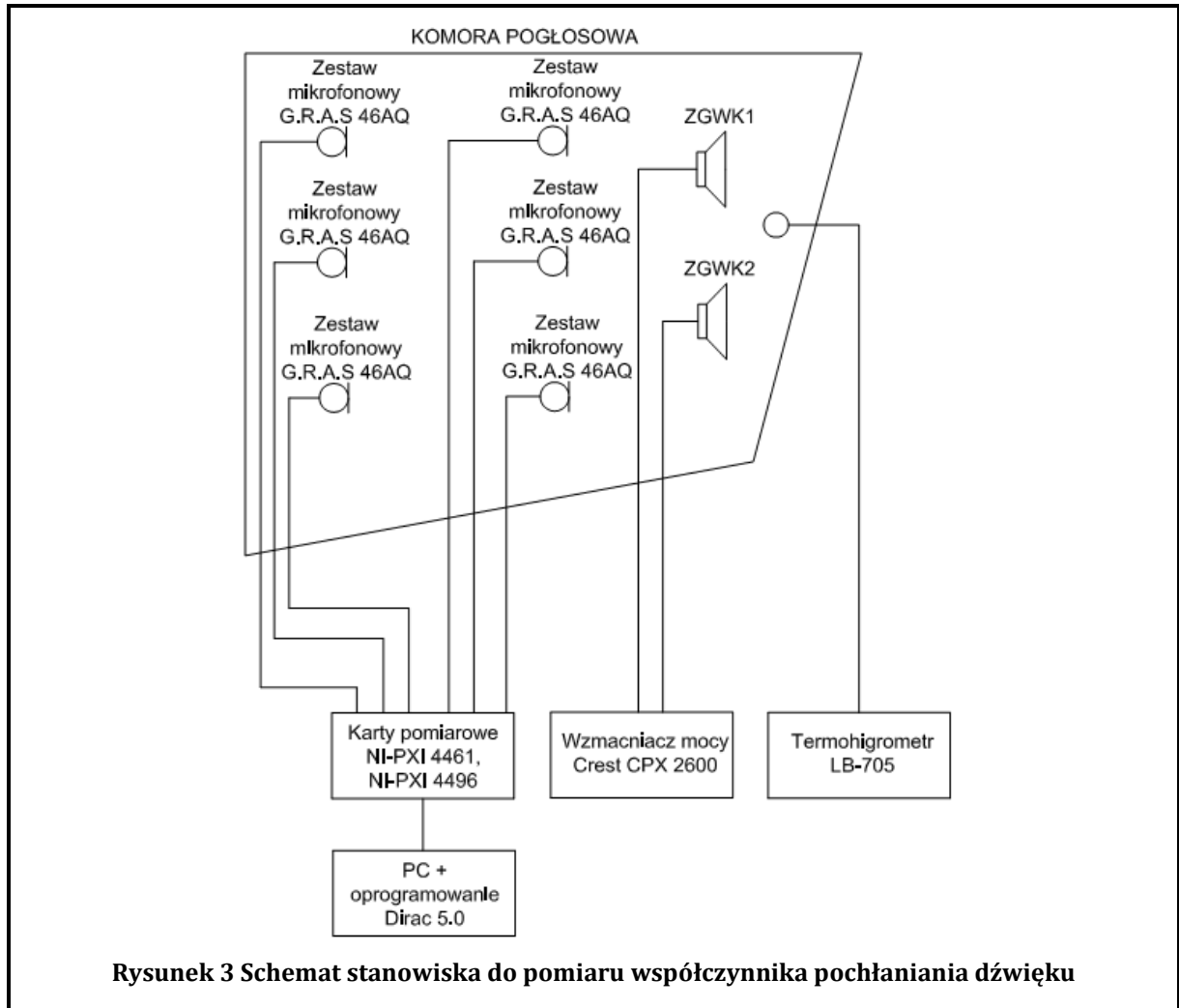


Rysunek 2 Sposób zamontowania próbki nr 2 w komorze pogłosowej.

3. Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów

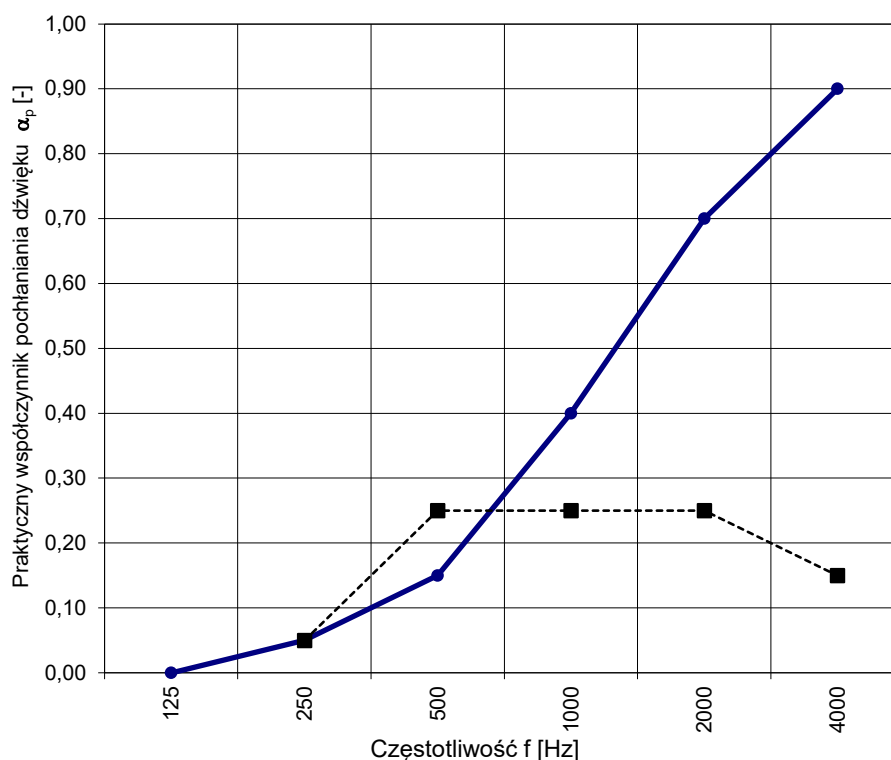
Warunki pomiarowe	
Temperatura powietrza – komora z próbką [°C]:	wg. kart raportowych
Temperatura powietrza – komora bez próbki [°C]:	wg. kart raportowych
Wilgotność względna – komora z próbką [%]:	wg. kart raportowych
Wilgotność względna – komora bez próbki [%]:	wg. kart raportowych
Opis metody pomiaru	
Metoda pomiaru:	Pomiar i obliczenia współczynnika pochłaniania dźwięku przeprowadzono wg normy PN-EN ISO 354:2005. Czas pogłosu T_1 i T_2 wyznaczono metodą całkowania odpowiedzi impulsowej na podstawie analizy odpowiedzi impulsowych przy użyciu oprogramowania B&K 7841 Dirac 5.0. Wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w obliczono wg normy PN-EN ISO 11654:1999. Wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w obliczono wg normy PN-EN ISO 11654:1999. Wskaźniki NRC i SAA obliczono wg normy ASTM C423-23.
Sygnal pomiarowy:	<u>Pusta komora pogłosowa:</u> typ: sinus przestrajany (sweep sine) liczba uśrednień (cykli): 3 czas jednego cyklu: 10,92 s częstotliwość próbkowania: 48 kHz <u>Komora pogłosowa z badaną próbką:</u> typ: sinus przestrajany (sweep sine) liczba uśrednień (cykli): 3 czas jednego cyklu: 10,92 s częstotliwość próbkowania: 48 kHz

Stanowisko pomiarowe:	
Objętość komory pogłosowej [m³]:	180,4
Pole powierzchni ograniczających komorę pogłosową [m²]:	193,6
Liczba elementów rozpraszających w komorze:	8
Aparatura pomiarowa:	
Źródła dźwięku:	Liczba źródeł dźwięku: 2 (w stałych pozycjach) Typ: ZGWK1, ZGWK2 Rodzaj: Dwunastościenne źródła wszechkierunkowe
Mikrofony pomiarowe:	Typ: G.R.A.S. 46AQ Liczba: 6 (w stałych pozycjach)
Liczba niezależnych punktów pomiarowych:	12
Analizator/rejestrator:	System pomiarowy NI PXI-1082e: Karty pomiarowe NI PXI-4461, NI PXIe-4496 Komputer przemysłowy NI PXI-8108 z oprogramowaniem LabView 2011 oraz B&K 7841 Dirac 5.0
Termohigrometr:	LB-701 z panelem odczytowym LB-705



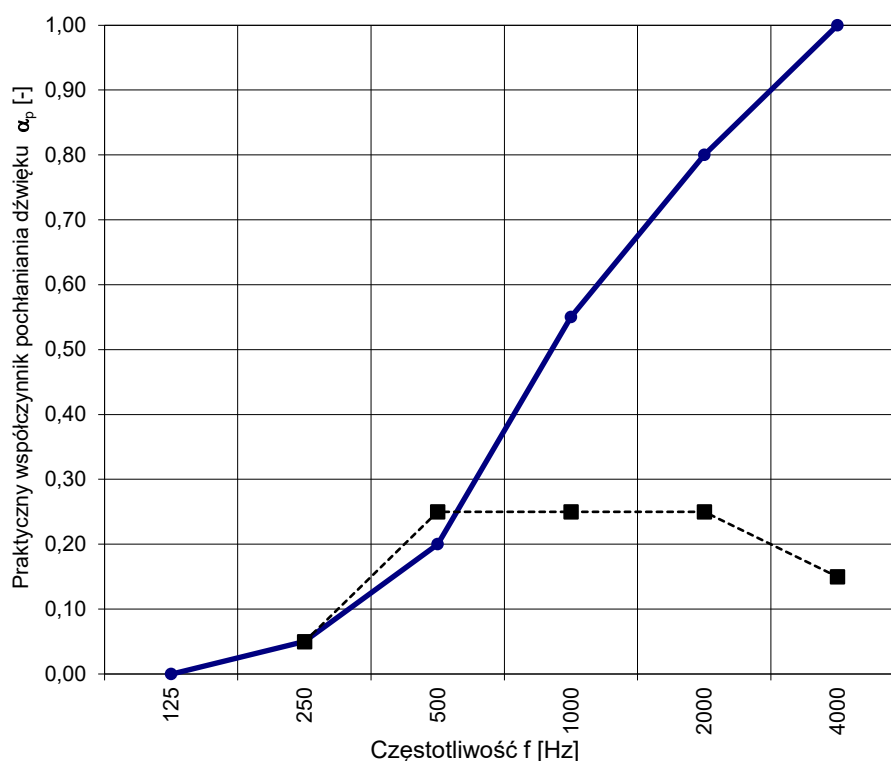
4. Wyniki badań

Zgodnie z normą PN-EN ISO 354:2005 wartości współczynnika pochłaniania dźwięku α_s zaokrąglono z dokładnością do 0,01. Wartości praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku α_p zgodnie z normą PN-EN ISO 11654:1999 obliczono dla każdego i -tego pasma oktawowego 125Hz do 4kHz, jako wartość średniej arytmetycznej współczynników pochłaniania dźwięku dla pasm 1/3-oktawowych znajdujących się w danej oktawie. Wartości średnie obliczone zostały z dokładnością do dwóch miejsc dziesiętnych i zaokrąglone z dokładnością do 0,05. Wartość wskaźnika pochłaniania dźwięku α_w wyznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 11654:1999 na podstawie przesuniętej krzywej odniesienia dla 500 Hz.



Rysunek 4 Wykres praktycznego współczynnika i przesunięta krzywa odniesienia dla zbadanej próbki nr 1

Na podstawie normy PN-EN ISO 11654:1999 wyznaczono wartość wskaźnika pochłaniania dźwięku **$\alpha_w=0,25(H)$** Zgodnie z załącznikiem B do normy zbadanej próbce przypisano **klasę pochłaniania dźwięku E**. Wartości wskaźników **NRC=0,30** oraz **SAA=0,31** obliczono według normy ASTM C423-23.



Rysunek 5 Wykres praktycznego współczynnika i przesunięta krzywa odniesienia dla zbadanej próbki nr 2

Na podstawie normy PN-EN ISO 11654:1999 wyznaczono wartość wskaźnika pochłaniania dźwięku **$\alpha_w=0,25(MH)$** Zgodnie z załącznikiem B do normy zbadanej próbce przypisano **klasę pochłaniania dźwięku E**. Wartości wskaźników **NRC=0,40** oraz **SAA=0,40** obliczono według normy ASTM C423-23.

5. Karty raportowe

Wyniki badań współczynnika pochłaniania dźwięku przedstawiono w postaci karty raportowej wg normy PN-EN ISO 354:2005. Zawiera ona informacje dotyczące wyników badań próbki pomiarowej oraz stanowiska pomiarowego.



Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Tel/fax. (4812) 617-35-17

Zleceniodawca:

LEDART Sp. z o.o.
ul. Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
NIP 5512624551
Właściciel marki FELTHE

Świadectwo z Badań Akustycznych

Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005, ASTM C423-23

Nazwa badanej próbki:

Data pomiaru:

22.09.2025

Panele PET 9 mm

Producent:

LEDART Sp. z o.o.

Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice

Właściciel marki FELTHE

Opis próbki:

Panele wykonane ze sprasowanego filcu typu PET, grubość 9 mm

Warunki pomiaru:

Wymiar całkowity [mm]:

2800 x 3660 x 9

Wymiar elementu [mm]:

2500x1220x9 3szt.+ 300x1220x9 3szt.

Ilość elementów [szt.]:

2500x1220x9 3szt.+ 300x1220x9 3szt.

Powierzchnia [m²]:

10,24

Sposób montażu:

A

Temperatura z próbką t [°C]:

23,3

Temperatura bez próbki t [°C]:

23,3

Wilgotność względna z próbką h [%]:

41,8

Wilgotność względna bez próbki h [%]:

41,8

Liczba mikrofonów:

6

Liczba pozycji źródła dźwięku:

2

Liczba elem. rozpraszających:

8

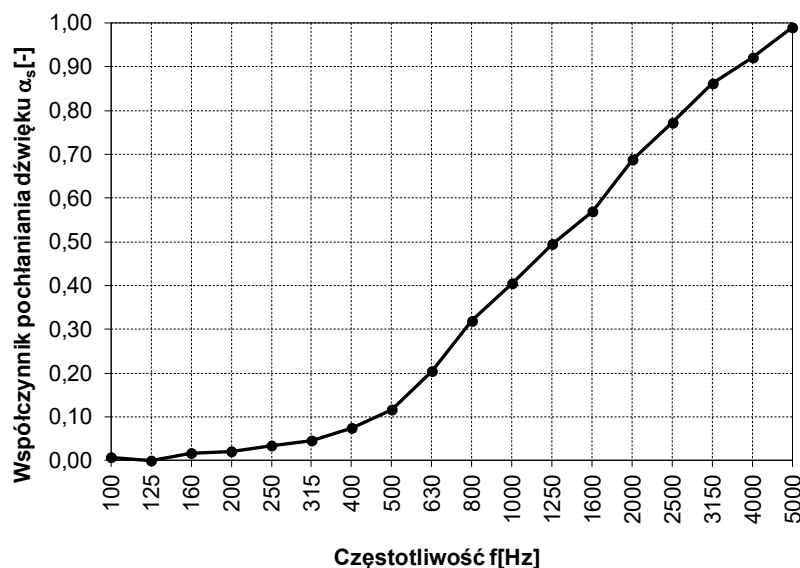
Objętość komory pogłosowej [m³]:

180,4

Powierzchnia całkowita komory [m²]:

193,6

f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	14,14	13,66	0,01	0,00
125	8,88	9,23	0,00	
160	8,55	8,14	0,02	
200	9,28	8,70	0,02	0,05
250	9,92	8,85	0,03	
315	9,43	8,17	0,05	
400	7,20	6,04	0,07	0,15
500	5,98	4,79	0,12	
630	6,04	4,19	0,20	
800	6,18	3,62	0,32	0,40
1000	6,08	3,23	0,40	
1250	5,69	2,83	0,49	
1600	5,03	2,48	0,57	0,70
2000	4,60	2,16	0,69	
2500	4,17	1,94	0,77	
3150	3,59	1,70	0,86	0,90
4000	3,08	1,53	0,92	
5000	2,57	1,34	0,99	



α_s Współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 354:2005)

α_p Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 11654:1999)

α_w Wskaźnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 11654:1999)

T_1, T_2 Czas pogłosu komory pustej, z próbką (PN-EN ISO 354:2005)

NRC Noise reduction coefficient wg ASTM C423-23

SAA Sound absorptive average wg ASTM C423-23

Klasa pochłaniania: E

$\alpha_w=0,25(H)$ PN-EN ISO 11654

NRC= 0,30 ASTM C423-23

SAA= 0,31 ASTM C423-23

Pieczęć:

Kierownik tematu:

dr inż. Bartłomiej Chojnacki

Badania wykonał:

dr inż. Klara Chojnacka

mgr inż. Jacek Frączek



AGH University of Krakow
Faculty of Mechanical Engineering and Robotics
Department of Mechanics and Vibroacoustics
Al. Mickiewicza 30, 30-059 KRAKÓW
Tel/fax. (4812) 617-35-17

Client:
LEDART Sp. z o.o.
ul. Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
NIP 5512624551
Właściciel marki FELTHE

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room according to ISO 354:2003, ASTM C423-23

Specimen:

Test Date:

22.09.2025

PET acoustic panel 9 mm

Producer:

Conditions:

LEDART Sp. z o.o.

Sample size [mm]: **2800 x 3660 x 9**

Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice

Element size: [mm]: **2500x1220x9 3szt.+ 300x1220x9 3szt.**

Właściciel marki FELTHE

Elements number: **2500x1220x9 3szt.+ 300x1220x9 3szt.**

Specimen scheme:

Sample area [m²]: **10,24**

Acoustic felt panels manufactured from the fibers of PET, 9 mm depth

Mounting method: **A**

Temperature - with sample t [°C]: **23,3**

Temperature - without sample t [°C]: **23,3**

rel. humidity - with sample h [%]: **41,8**

rel. humidity - without sample h [%]: **41,8**

Microphone positions: **6**

Loudspeaker positions: **2**

Diffusors number: **8**

Chamber Volume V [m³]: **180,4**

Walls area [m²]: **193,6**

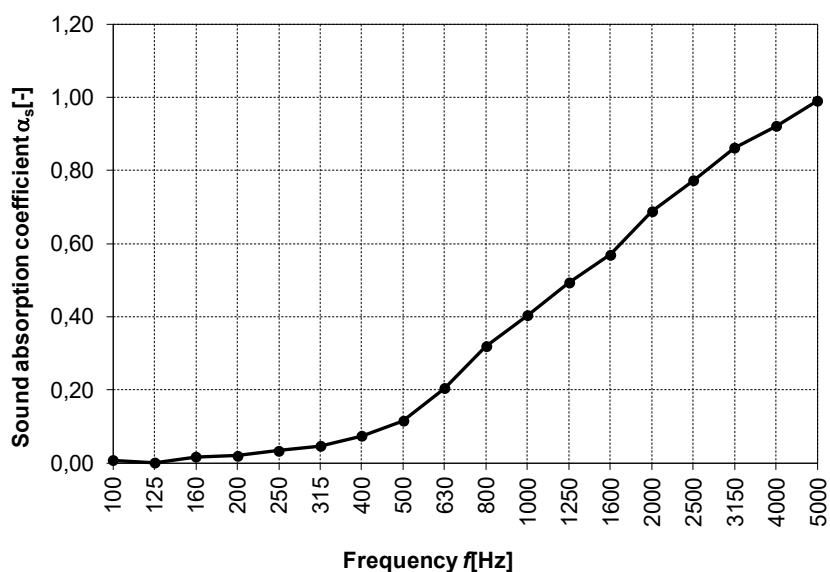
f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	14,14	13,66	0,01	0,00
125	8,88	9,23	0,00	
160	8,55	8,14	0,02	
200	9,28	8,70	0,02	0,05
250	9,92	8,85	0,03	
315	9,43	8,17	0,05	
400	7,20	6,04	0,07	0,15
500	5,98	4,79	0,12	
630	6,04	4,19	0,20	
800	6,18	3,62	0,32	0,40
1000	6,08	3,23	0,40	
1250	5,69	2,83	0,49	
1600	5,03	2,48	0,57	0,70
2000	4,60	2,16	0,69	
2500	4,17	1,94	0,77	
3150	3,59	1,70	0,86	0,90
4000	3,08	1,53	0,92	
5000	2,57	1,34	0,99	

Absorption class: E

$\alpha_w=0,25(H)$ EN ISO 11654

NRC= 0,30 ASTM 423C-23

SAA= 0,31 ASTM 423C-23



α_s Sound absorption coefficient ISO 354:2003

α_p Practical sound absorption coefficient ISO 11654:1997

α_w Weighted sound absorption coefficient ISO 11654:1997

T_1, T_2 Reverberation time of the empty chamber and with sample ISO 354:2003

NRC Noise reduction coefficient ASTM C423-23

SAA Sound absorptive average ASTM C423-23

Stamp:

Project manager:

dr inż. Bartłomiej Chojnacki

Technical specialist:

dr inż. Klara Chojnacka
mgr inż. Jacek Frączek



Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Tel/fax. (4812) 617-35-17

Zleceńodawca:

LEDART Sp. z o.o.
ul. Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
NIP 5512624551
Właściciel marki FELTHE

Świadectwo z Badań Akustycznych

Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005, ASTM C423-23

Nazwa badanej próbki:

Data pomiaru:

22.09.2025

Panele PET 12 mm

Producent:

LEDART Sp. z o.o.

Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice

Właściciel marki FELTHE

Opis próbki:

Panele wykonane ze sprasowanego filcu typu PET, grubość 12 mm

Warunki pomiaru:

Wymiar całkowity [mm]:

2800 x 3660 x 12

Wymiar elementu [mm]:

2800 x 1220 x 12

Ilość elementów [szt.]:

3

Powierzchnia [m²]:

10,24

Sposób montażu:

A

Temperatura z próbką t [°C]:

23,3

Temperatura bez próbki t [°C]:

23,3

Wilgotność względna z próbką h [%]:

41,8

Wilgotność względna bez próbki h [%]:

41,8

Liczba mikrofonów:

6

Liczba pozycji źródła dźwięku:

2

Liczba elem. rozpraszających:

8

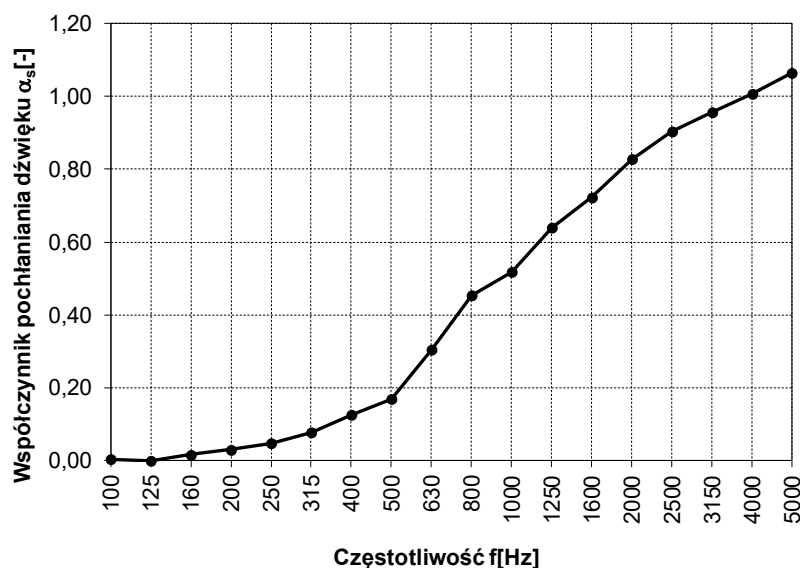
Objętość komory pogłosowej [m³]:

180,4

Powierzchnia całkowita komory [m²]:

193,6

f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	14,12	13,78	0,00	0,00
125	8,88	9,27	0,00	
160	8,55	8,13	0,02	
200	9,27	8,41	0,03	0,05
250	9,92	8,46	0,05	
315	9,43	7,47	0,08	
400	7,20	5,42	0,13	0,20
500	5,97	4,38	0,17	
630	6,04	3,64	0,30	
800	6,18	3,07	0,45	0,55
1000	6,08	2,85	0,52	
1250	5,69	2,47	0,64	
1600	5,03	2,18	0,72	0,80
2000	4,59	1,94	0,83	
2500	4,16	1,77	0,90	
3150	3,57	1,60	0,96	1,00
4000	3,05	1,45	1,01	
5000	2,53	1,29	1,06	



α_s Współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 354:2005)

α_p Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 11654:1999)

α_w Wskaźnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 11654:1999)

T_1, T_2 Czas pogłosu komory pustej, z próbką (PN-EN ISO 354:2005)

NRC Noise reduction coefficient wg ASTM C423-23

SAA Sound absorptive average wg ASTM C423-23

Klasa pochłaniania: E

$\alpha_w=0,25$ (MH) PN-EN ISO 11654

NRC= 0,40 ASTM C423-23

SAA= 0,40 ASTM C423-23

Pieczęć:

Kierownik tematu:

dr inż. Bartłomiej Chojnacki

Badania wykonał:

dr inż. Klara Chojnacka

mgr inż. Jacek Frączek



AGH University of Krakow
Faculty of Mechanical Engineering and Robotics
Department of Mechanics and Vibroacoustics
Al. Mickiewicza 30, 30-059 KRAKÓW
Tel/fax. (4812) 617-35-17

Client:
LEDART Sp. z o.o.
ul. Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
NIP 5512624551
Właściciel marki FELTHE

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room
according to ISO 354:2003, ASTM C423-23

Specimen:

Test Date:

22.09.2025

PET acoustic panel 12 mm

Producer:

Conditions:

LEDART Sp. z o.o.
Wojska Polskiego 72, 34-100 Tomice
Właściciel marki FELTHE

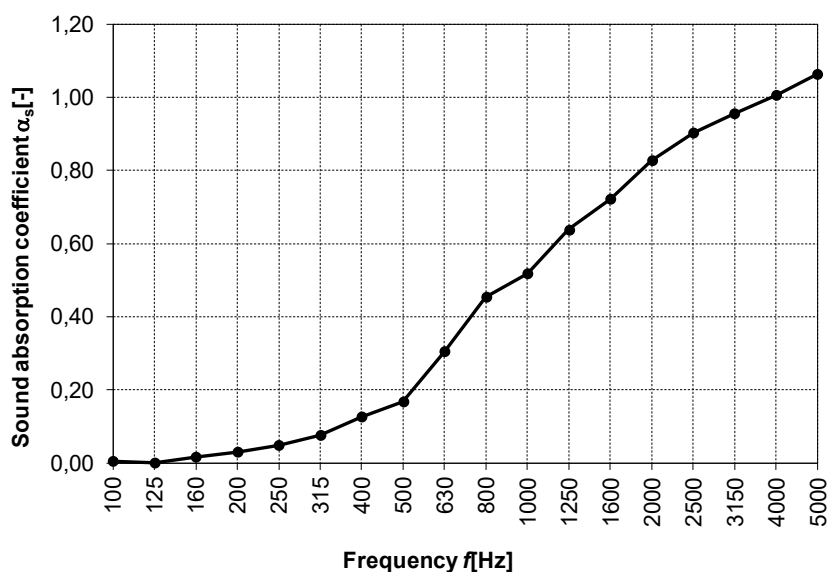
Sample size [mm]: **2800 x 3660 x 12**
Element size: [mm]: **2800 x 1220 x 12**
Elements number: **3**
Sample area [m²]: **10,24**
Mounting method: **A**

Specimen scheme:

Acoustic felt panels manufactured from the fibers of PET, 12 mm depth

Temperature - with sample t [°C]: **23,3**
Temperature - without sample t [°C]: **23,3**
rel. humidity - with sample h [%]: **41,8**
rel. humidity - without sample h [%]: **41,8**
Microphone positions: **6**
Loudspeaker positions: **2**
Diffusors number: **8**
Chamber Volume V [m³]: **180,4**
Walls area [m²]: **193,6**

f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	14,12	13,78	0,00	0,00
125	8,88	9,27	0,00	
160	8,55	8,13	0,02	
200	9,27	8,41	0,03	0,05
250	9,92	8,46	0,05	
315	9,43	7,47	0,08	
400	7,20	5,42	0,13	0,20
500	5,97	4,38	0,17	
630	6,04	3,64	0,30	
800	6,18	3,07	0,45	0,55
1000	6,08	2,85	0,52	
1250	5,69	2,47	0,64	
1600	5,03	2,18	0,72	0,80
2000	4,59	1,94	0,83	
2500	4,16	1,77	0,90	
3150	3,57	1,60	0,96	1,00
4000	3,05	1,45	1,01	
5000	2,53	1,29	1,06	



α_s Sound absorption coefficient ISO 354:2003

α_p Practical sound absorption coefficient ISO 11654:1997

α_w Weighted sound absorption coefficient ISO 11654:1997

T_1, T_2 Reverberation time of the empty chamber and with sample ISO 354:2003

NRC Noise reduction coefficient ASTM C423-23

SAA Sound absorptive average ASTM C423-23

Absorption class: E

$\alpha_w=0,25$ (MH) EN ISO 11654

NRC= 0,40 ASTM 423C-23

SAA= 0,40 ASTM 423C-23

Stamp:

Project manager:

dr inż. Bartłomiej Chojnacki

Technical specialist:

dr inż. Klara Chojnacka
mgr inż. Jacek Frączek