



AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA  
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki



*Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej  
wg PN-EN ISO 354:2005*

Tytuł opracowania:

**Badania współczynnika pochłaniania  
dźwięku oraz równoważnego pola po-  
wierzchni dźwiękochłonnej – panele  
dźwiękochłonne Alberi Screen**


Zleceniodawca:

**Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznania**

Numer umowy:

**5.5.130.855**

KRAKÓW lipiec 2018

Nazwa jednostki wykonującej badania:	AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA im. Stanisława Staszica w Krakowie  Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Katedra Mechaniki i Wibroakustyki	
Temat:	Badania współczynnika pochłaniania dźwięku oraz równoważnego pola powierzchni dźwiękochłonnej – panele dźwiękochłonne Alberi Screen	
Zleceniodawca:	Bejot Sp. z o.o. ul. Wybickiego 2a, Manieczki 63-112 Brodnica k/Poznań	
Data zlecenia:	23.07.18	
Nr przyjęcia zlecenia:	WIMiR/KMiW/0154-36/2018	
Data przyjęcia zlecenia:	23.07.18	
Numer umowy:	5.5.130.855	
Kierownik pracy:	dr hab. inż. Tadeusz Kamisiński prof. AGH	Podpis: 
Wykonawcy:	mgr inż. Wojciech Binek mgr inż. Jacek Frączek	
Telefon	(4812) 617-35-17	
E-mail:	kamisins@agh.edu.pl	
Pieczęć:	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	

**Przedstawione w raporcie wyniki odnoszą się jedynie do badanych próbek.**

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
1.1	Podstawa opracowania . . . . .	3
1.2	Przedmiot, cel i zakres pracy . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Opis próbki</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Wyniki badań</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Karty raportowe</b>	<b>10</b>

# 1 Wstęp

## 1.1 Podstawa opracowania

Zlecenie z dnia 23.07.18 oraz potwierdzenie przyjęcia zlecenia nr WIMiR/KMiW/0154-36/2018 z dnia 23.07.18.

Polskie Normy:

- PN-EN ISO 354:2005 - Akustyka. Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej
- PN-EN ISO 11654 – Akustyka. Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie. Wskaźnik pochłaniania dźwięku

## 1.2 Przedmiot, cel i zakres pracy

Przedmiotem pracy było wykonanie badania współczynnika pochłaniania dźwięku oraz równoważnego pola powierzchni dźwiękochłonnej 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.

Praca obejmowała:

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

## 2 Opis próbki

Opis próbki	
Nazwa i opis:	<b>Alberi Screen</b> Wypełnienie: - taśma filcowa 3mm, - włóknina 7mm, - płyta MDF 10mm, - włóknina 7mm, - taśma filcowa 3mm, Pokrycie: filc dekoracyjny 3mm
Pole powierzchni badanej próbki S [m <sup>2</sup> ]:	11,2
Wymiary elementów [mm]:	-
Wymiary próbki [mm]:	-
Liczba elementów:	3
Sposób montażu	
Typ montażu:	Dyskretnie elementy dźwiękochłonne
Opis montażu:	Elementy ustawiono w pionie w dowolnej konfiguracji na podłodze komory.

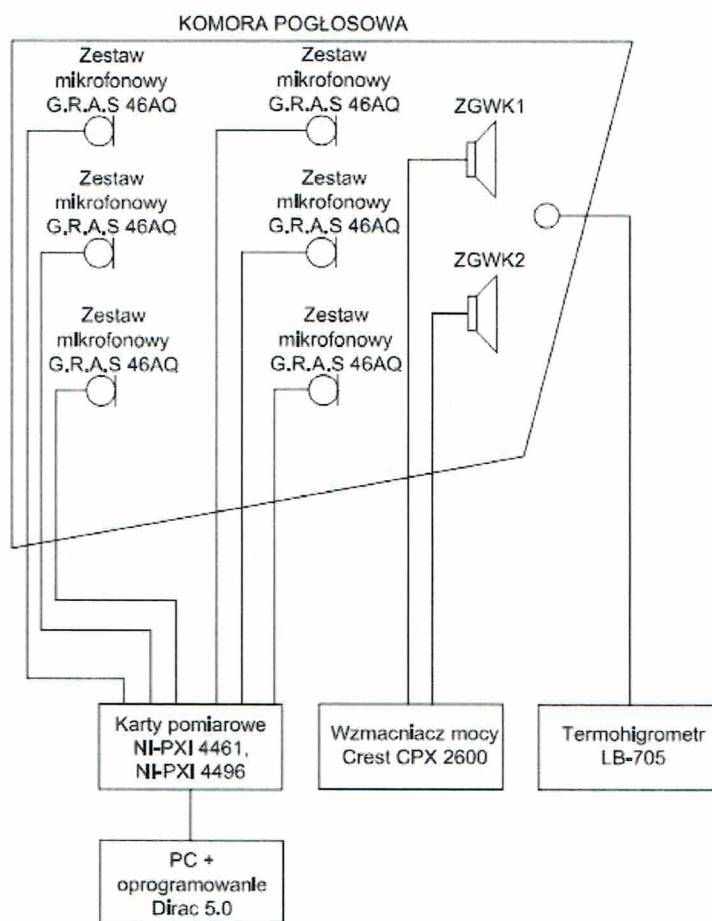


Rysunek 1. Widok próbki w komorze pogłosowej

### 3 Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów

Warunki pomiarowe	
Temperatura powietrza z próbką: [°C]:	25.4
Temperatura powietrza bez próbki: [°C]:	25.4
Wilgotność względna z próbką[%]:	50.3
Wilgotność względna bez próbki[%]:	51.8
Opis metody pomiaru	
Metoda pomiaru:	<p>Pomiar i obliczenia współczynnika pochłaniania dźwięku przeprowadzono wg normy PN-EN ISO 354:2005. Czas pogłosu T1 i T2 wyznaczono metodą całkowania odpowiedzi impulsowej na podstawie analizy odpowiedzi impulsowych przy użyciu oprogramowania B&amp;K 7841 Dirac 5.0.</p> <p>Wskaźnik pochłaniania dźwięku <math>\alpha_w</math> obliczono wg normy PN-EN ISO 11654:1999.</p>
Sygnał pomiarowy:	<p><b>Pusta komora pogłosowa:</b>                      typ: sinus przestrajany (sweep sine)                      liczba uśrednień (cykli): 3                      czas jednego cyklu: 10,92 s                      częstotliwość próbkowania: 48 kHz</p> <p><b>Komora pogłosowa z badaną próbką:</b>                      typ: sinus przestrajany (sweep sine)                      liczba uśrednień (cykli): 3                      czas jednego cyklu: 10,92 s                      częstotliwość próbkowania: 48 kHz</p>
Stanowisko pomiarowe	
Objętość komory pogłosowej [m <sup>3</sup> ]:	180,4

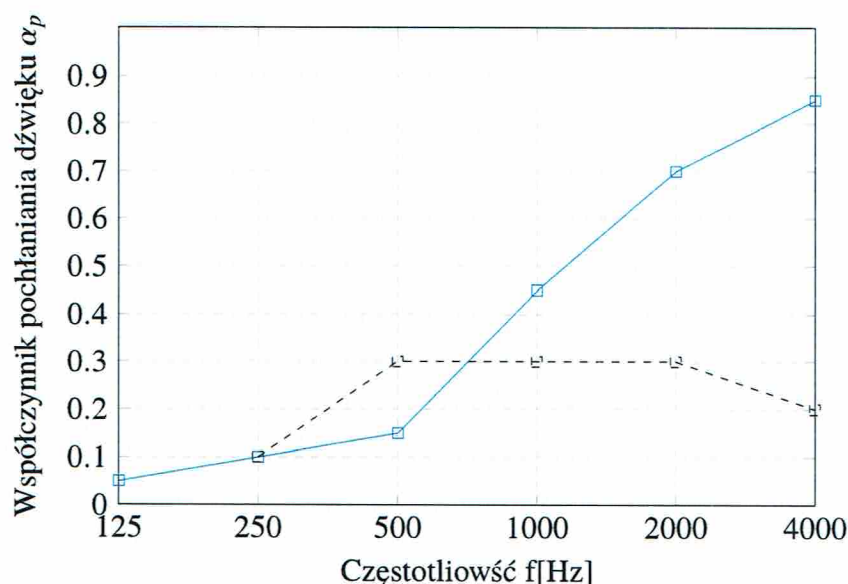
Pole powierzchni ograniczających komorę pogłosową [ $m^2$ ]:	193,6
Liczba elementów rozpraszających w komorze:	5
<b>Aparatura pomiarowa</b>	
Źródła dźwięku:	Liczba źródeł dźwięku: 2 (w stałych pozycjach) Typ: ZGWK1, ZGWK2 Rodzaj: Dwunastościenne źródła wszechkierunkowe
Mikrofony pomiarowe:	Typ: G.R.A.S. 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
Termo-higrometr:	LB-701 z panelem odczytowym LB-705



Rysunek 2. Schemat stanowiska do pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku

## 4 Wyniki badań

Zgodnie z normą PN-EN ISO 354:2005 wartości współczynnika pochłaniania dźwięku  $\alpha_s$  zaokrąglono z dokładnością do 0,01. Wartości praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku  $\alpha_p$  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  $\alpha_w$  wyznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 11654:1999 na podstawie przesuniętej krzywej odniesienia dla 500 Hz.



Rysunek 3. Wykres praktycznego współczynnika i przesunięta krzywa odniesienia dla zbadanej próbki

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono wartość wskaźnika pochłaniania dźwięku  $\alpha_w = 0,30(H)$ . Zgodnie z załącznikiem B normy PN-EN ISO 11654:1999 zbadanej próbce przypisano **klasę pochłaniania dźwięku D**.

Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej pojedynczego elementu  $A_{obj}$  wyznaczono na podstawie zależności:

$$A_{obj} = A_T/n,$$

gdzie:  $A_T$  – równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej próbki,  $n$  – liczba elementów.

## 5 Karty raportowe

Wyniki badań współczynnika pochłaniania dźwięku przedstawiono w postaci kart raportowych wg normy PN-EN ISO 354:2005. Zawierają one informacje dotyczące wyników badań próbki pomiarowej oraz stanowiska pomiarowego.



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

Zleceniodawca:  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

## Świadectwo z Badań Akustycznych

### Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005

**Nazwa badanej próbki:**  
Alberi Screen – panele dźwiękochłonne -

**Producent:**  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

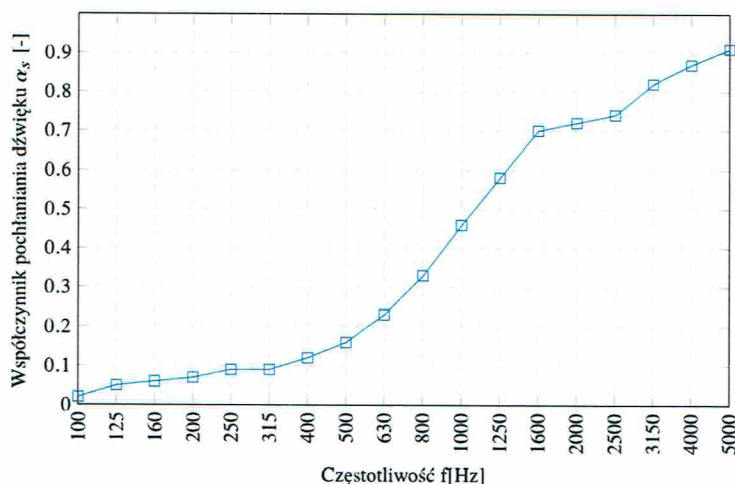
**Opis próbki:**  
Wypełnienie:  
- taśma filcowa 3mm,  
- włóknina 7mm,  
- płyta MDF 10mm,  
- włóknina 7mm,  
- taśma filcowa 3mm,  
Pokrycie: filc dekoracyjny 3mm

Data pomiaru: 25.07.18

**Warunki pomiaru:**  
Wymiar całkowity [mm]: -  
Wymiar elementu [mm]: -  
Liczba elementów [szt.]: 3  
Powierzchnia [ $m^2$ ]: 11,2  
Typ montażu: Dyskretne elementy dźwiękochłonne

Temperatura z próbką  $t$  [ $^{\circ}C$ ]: 25,4  
Temperatura bez próbki  $t$  [ $^{\circ}C$ ]: 25,4  
Wilgotność względna z próbką [%]: 50,3  
Wilgotność względna bez próbki [%]: 51,8  
Liczba mikrofonów: 6  
Liczba źródeł dźwięku: 2  
Liczba elem. rozpraszających: 5  
Objętość komory pogłosowej [ $m^3$ ]: 180,4  
Powierzchnia całkowita komory [ $m^2$ ]: 193,6

$f$ [Hz]	$T_1$ [s]	$T_2$ [s]	$\alpha_s$	$\alpha_p$
100	11.21	10.43	0.02	0.05
125	7.97	6.90	0.05	
160	8.21	6.95	0.06	
200	9.40	7.51	0.07	
250	10.12	7.54	0.09	
315	9.56	7.18	0.09	0.10
400	9.10	6.40	0.12	
500	8.05	5.31	0.16	
630	8.06	4.70	0.23	
800	7.26	3.73	0.33	0.45
1000	6.64	3.05	0.46	
1250	6.03	2.56	0.58	
1600	4.97	2.11	0.70	
2000	4.47	1.98	0.72	
2500	4.00	1.86	0.74	0.70
3150	3.62	1.68	0.82	
4000	2.99	1.48	0.87	
5000	2.50	1.32	0.91	



$\alpha_s$  Współczynnik pochłaniania dźwięku wg PN-EN ISO 354:2005  
 $\alpha_p$  Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku wg PN-EN ISO 11654:1999  
 $\alpha_w$  Wskaźnik pochłaniania dźwięku wg PN-EN ISO 11654:1999  
 $T_1, T_2$  Czas pogłosu komory pustej, z próbką wg PN-EN ISO 354:2005

**Pieczątka:** **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:**  
dr hab. inż. Tadeusz Kamiński prof. AGH  
kamisins@agh.edu.pl

**Badana wykonał:**  
mgr inż. Wojciech Binek  
mgr inż. Jacek Frączek



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

Client:  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

## Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation chamber according to PN-EN ISO 354:2005

**Sample:**  
Alberi Screen – sound absorbing panels -

**Producer:**  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

**Sample description:**

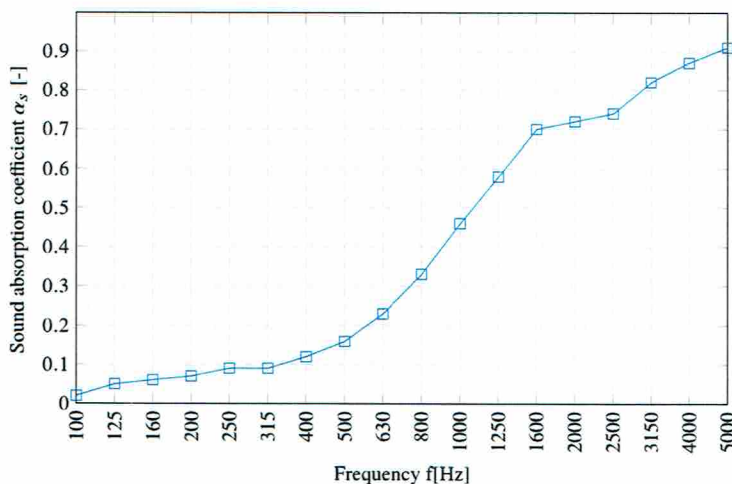
**Filling:**  
- felt tape 3mm,  
- nonwooven 7mm,  
- MDF plate 10mm,  
- nonwooven 7mm,  
- felt tape 3mm,  
**Covering:** decorative felt 3mm

**Test date:** 25.07.18

**Conditions:**  
Sample size [mm]: -  
Element size [mm]: -  
Element number [no.]: 3  
Sample area [ $m^2$ ]: 11,2  
Mounting method: Discrete sound absorbers

Temperature with sample  $t[^\circ C]$ : 25.4  
Temperature without sample  $t[^\circ C]$ : 25.4  
rel. humidity with sample [%]: 50.3  
rel. humidity without sample [%]: 51.8  
Microphone positions: 6  
Loudspeaker positions: 2  
Diffusors number: 5  
Chamber volume [ $m^3$ ]: 180,4  
Walls area [ $m^2$ ]: 193,6

$f[Hz]$	$T_1[s]$	$T_2[s]$	$\alpha_s$	$\alpha_p$
100	11.21	10.43	0.02	0.05
125	7.97	6.90	0.05	
160	8.21	6.95	0.06	
200	9.40	7.51	0.07	0.10
250	10.12	7.54	0.09	
315	9.56	7.18	0.09	
400	9.10	6.40	0.12	0.15
500	8.05	5.31	0.16	
630	8.06	4.70	0.23	
800	7.26	3.73	0.33	0.45
1000	6.64	3.05	0.46	
1250	6.03	2.56	0.58	
1600	4.97	2.11	0.70	0.70
2000	4.47	1.98	0.72	
2500	4.00	1.86	0.74	
3150	3.62	1.68	0.82	0.85
4000	2.99	1.48	0.87	
5000	2.50	1.32	0.91	



**Absorption class: D**  
 $\alpha_w: 0,30(H)$

$\alpha_s$  Sound absorbtion coefficient PN-EN ISO 354:2005  
 $\alpha_p$  Practical sound absorbtion coefficient PN-EN ISO 11654:1999  
 $\alpha_w$  Weighted sound absorbtion coefficient PN-EN ISO 11654:1999  
 $T_1, T_2$  Chamber reverberation time while empty and with sample PN-EN ISO 354:2005

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

**Project manager:**  
dr hab. inż. Tadeusz Kamisiński prof. AGH  
kamisins@agh.edu.pl

**Technical specialist:**  
mgr inż. Wojciech Binek  
mgr inż. Jacek Frączek



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

Zleceniodawca:  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

## Świadectwo z Badań Akustycznych

### Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg PN-EN ISO 354:2005

**Nazwa badanej próbki:**  
Alberi Screen – panele dźwiękochłonne -

**Producent:**  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

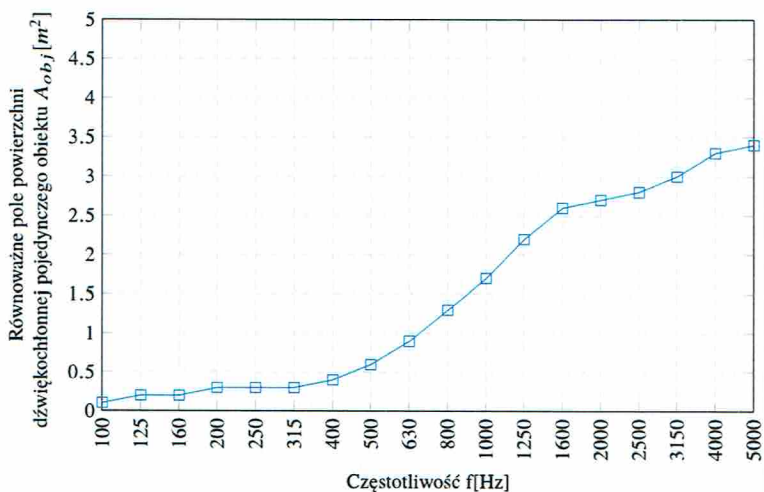
**Opis próbki:**  
Wypełnienie:  
- taśma filcowa 3mm,  
- włóknina 7mm,  
- płyta MDF 10mm,  
- włóknina 7mm,  
- taśma filcowa 3mm,  
Pokrycie: filc dekoracyjny 3mm

Data pomiaru: 25.07.18

**Warunki pomiaru:**  
Wymiar całkowity [mm]: -  
Wymiar elementu [mm]: -  
Liczba elementów [szt.]: 3  
Powierzchnia [ $m^2$ ]: 11,2  
Typ montażu: Dyskretne elementy dźwiękochłonne

Temperatura z próbką  $t$  [ $^{\circ}C$ ]: 25,4  
Temperatura bez próbki  $t$  [ $^{\circ}C$ ]: 25,4  
Wilgotność względna z próbką [%]: 50,3  
Wilgotność względna bez próbki [%]: 51,8  
Liczba mikrofonów: 6  
Liczba źródeł dźwięku: 2  
Liczba elem. rozpraszających: 5  
Objętość komory pogłosowej [ $m^3$ ]: 180,4  
Powierzchnia całkowita komory [ $m^2$ ]: 193,6

$f$ [Hz]	$T_1$ [s]	$T_2$ [s]	$A_{obj}$ [ $m^2$ ]	
100	11.21	10.43	0.1	0.2
125	7.97	6.90	0.2	
160	8.21	6.95	0.2	
200	9.40	7.51	0.3	0.3
250	10.12	7.54	0.3	
315	9.56	7.18	0.3	
400	9.10	6.40	0.4	0.6
500	8.05	5.31	0.6	
630	8.06	4.70	0.9	
800	7.26	3.73	1.3	1.7
1000	6.64	3.05	1.7	
1250	6.03	2.56	2.2	
1600	4.97	2.11	2.6	2.7
2000	4.47	1.98	2.7	
2500	4.00	1.86	2.8	
3150	3.62	1.68	3.0	3.2
4000	2.99	1.48	3.3	
5000	2.50	1.32	3.4	



$A_{obj}$  Równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej pojedynczego obiektu wg PN-EN ISO 354:2005

$T_1, T_2$  Czas pogłosu komory puste, z próbką wg PN-EN ISO 354:2005

**Pieczęć:**  
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 6750001823

**Kierownik tematu:**  
dr hab. inż. Tadeusz Kamiński prof. AGH  
kaminsins@agh.edu.pl

**Badana wykonał:**  
mgr inż. Wojciech Binek  
mgr inż. Jacek Frączek



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

Client:  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

## Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation chamber according to PN-EN ISO 354:2005

**Sample:**  
Alberi Screen – sound absorbing panels -

**Producer:**  
Bejot Sp. z o.o.  
ul. Wybickiego 2a, Manieczki  
63-112 Brodnica k/Poznań

**Sample description:**

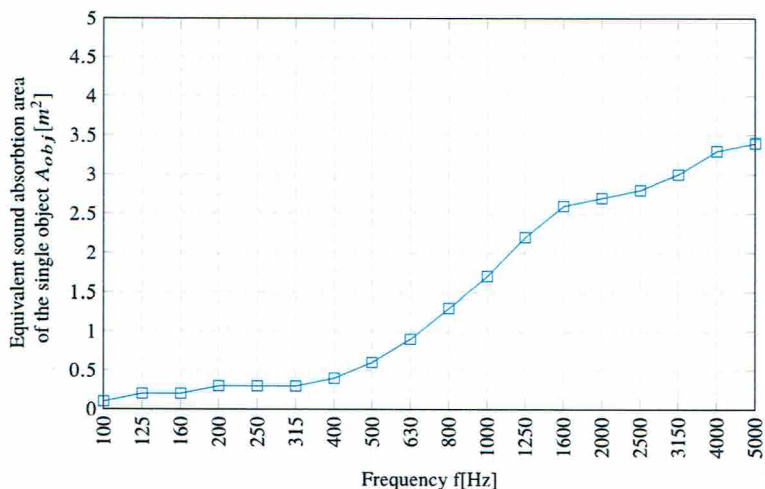
Filling:  
- felt tape 3mm,  
- nonwooven 7mm,  
- MDF plate 10mm,  
- nonwooven 7mm,  
- felt tape 3mm,  
Covering: decorative felt 3mm

Test date: 25.07.18

Conditions:  
Sample size [mm]: -  
Element size [mm]: -  
Element number [no.]: 3  
Sample area [m<sup>2</sup>]: 11.2  
Mounting method: Discrete sound absorbers

Temperature with sample  $t$  [°C]: 25.4  
Temperature without sample  $t$  [°C]: 25.4  
rel. humidity with sample [%]: 50.3  
rel. humidity without sample [%]: 51.8  
Microphone positions: 6  
Loudspeaker positions: 2  
Diffusors number: 5  
Chamber volume [m<sup>3</sup>]: 180.4  
Walls area [m<sup>2</sup>]: 193.6

$f$ [Hz]	$T_1$ [s]	$T_2$ [s]	$A_{obj}$ [m <sup>2</sup> ]	
100	11.21	10.43	0.1	0.2
125	7.97	6.90	0.2	
160	8.21	6.95	0.2	
200	9.40	7.51	0.3	0.3
250	10.12	7.54	0.3	
315	9.56	7.18	0.3	
400	9.10	6.40	0.4	
500	8.05	5.31	0.6	0.6
630	8.06	4.70	0.9	
800	7.26	3.73	1.3	
1000	6.64	3.05	1.7	
1250	6.03	2.56	2.2	1.7
1600	4.97	2.11	2.6	
2000	4.47	1.98	2.7	
2500	4.00	1.86	2.8	
3150	3.62	1.68	3.0	3.2
4000	2.99	1.48	3.3	
5000	2.50	1.32	3.4	



$A_{obj}$  Element equivalent sound absorption area PN-EN ISO 354:2005  
 $T_1, T_2$  Chamber reverberation time while empty and with sample PN-EN ISO 354:2005

**Stamp:**  
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
im. Stanisława Staszica w Krakowie  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
Katedra Mechaniki i Vibroakustyki  
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30, paw. D-1  
tel. 12 617-30-64 fax 12 633-23-14  
NIP 6760001923

**Project manager:**  
dr hab. inż. Tadeusz Kamisiński prof. AGH  
kamisins@agh.edu.pl

**Technical specialist:**  
mgr inż. Wojciech Binek  
mgr inż. Jacek Frączek