



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 Roll Wall**


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 Roll Wall	
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:	dr inż. Jarosław Rubacha mgr inż. Wojciech Binek	
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

1	Wstęp	3
1.1	Podstawa opracowania	3
1.2	Przedmiot, cel i zakres pracy	3
2	Opis próbki	4
3	Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów	5
4	Wyniki badań	8
5	Karty raportowe	9

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:	Roll Wall Rama ze skelejki i MDF Wypełnienie: włóknina Pokrycie: tkanina tapicerska
Pole powierzchni badanej próbki S [m ²]:	10,9
Wymiary elementów [mm]:	800+600x1300x80
Wymiary próbki [mm]:	
Liczba elementów:	3
Sposób montażu	
Typ montażu:	Dyskretne elementy dźwiękochłonne
Opis montażu:	Elementy ustawiono w pionie w dowolnej konfiguracji na podłodze komory.

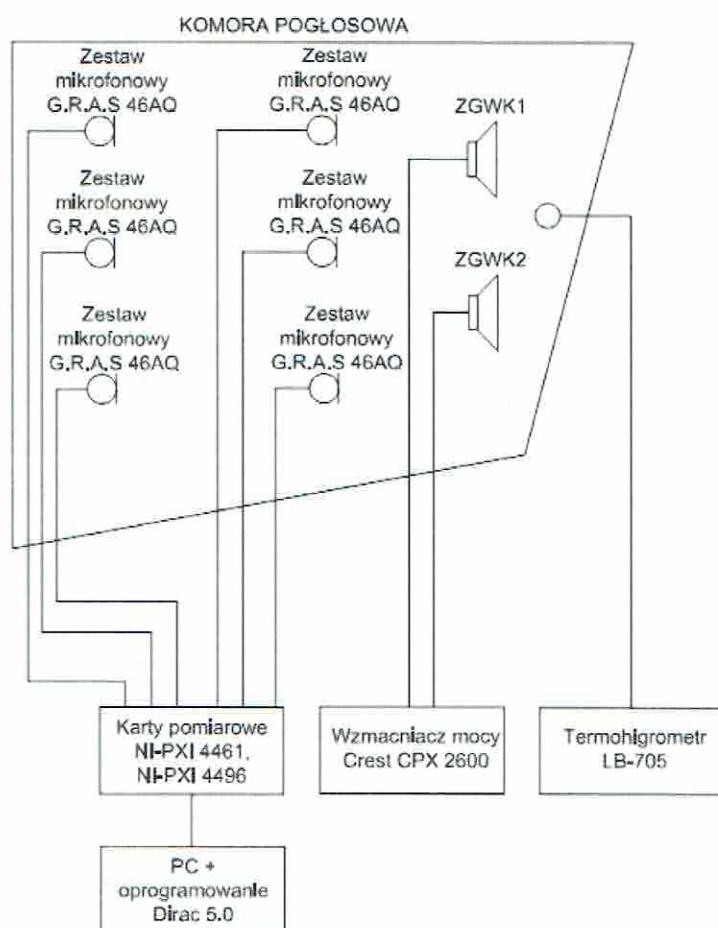


Rysunek 1. Widok próbki w komorze pogłosowej

3 Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów

Warunki pomiarowe	
Temperatura powietrza z próbką: [°C]:	25.4
Temperatura powietrza bez próbki: [°C]:	24.5
Wilgotność względna z próbką[%]:	51.7
Wilgotność względna bez próbki[%]:	45.3
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&K 7841 Dirac 5.0.</p> <p>Wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w obliczono wg normy PN-EN ISO 11654:1999.</p>
Sygnał pomiarowy:	<p>Pusta komora pogłosowa: typ: sinus przestrajany (sweep sine) liczba uśrednień (cykli): 3 czas jednego cyklu: 10,92 s częstotliwość próbkowania: 48 kHz</p> <p>Komora pogłosowa z badaną próbką: 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 ³]:	180,4

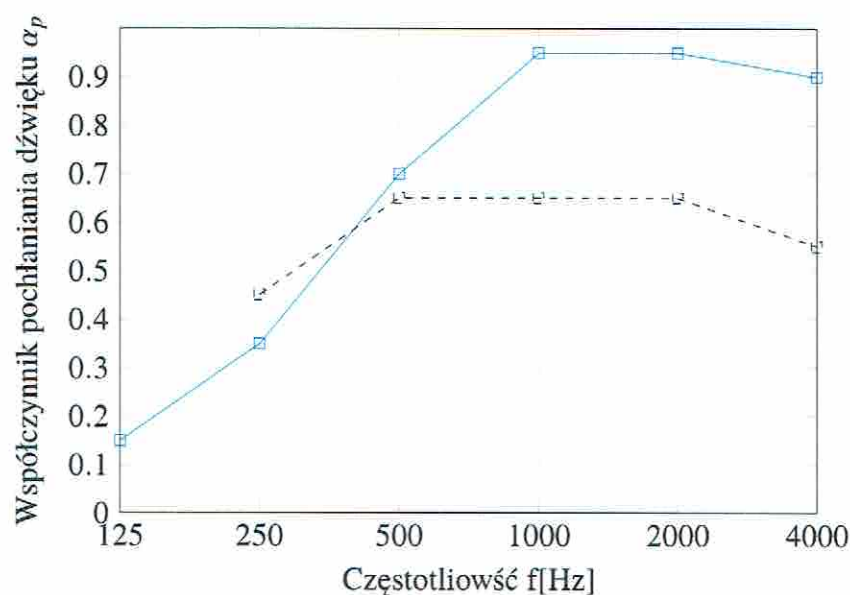
Pole powierzchni ograniczających komorę pogłosową [m^2]:	193,6
Liczba elementów rozpraszających w komorze:	5
Aparatura pomiarowa	
Źródła dźwięku:	Liczba źródeł dźwięku: 2 (w stałych pozycjach) Typ: ZGWK1, ZGWK2 Rodzaj: Dwunastościenne źródła wszechkierunkowe
Mikrofony pomiarowe:	Typ: G.R.A.S. 46AQ Liczba: 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
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 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 3. Wykres praktycznego współczynnika i przesunięta krzywa odniesienia dla zbadanej próbki

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono wartość wskaźnika pochłaniania dźwięku $\alpha_w = 0,65(MH)$. Zgodnie z załącznikiem B normy PN-EN ISO 11654:1999 zbadanej próbce przypisano **klasę pochłaniania dźwięku C**.

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:
Roll Wall – panele dźwiękochłonne 800+600x1300x80

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

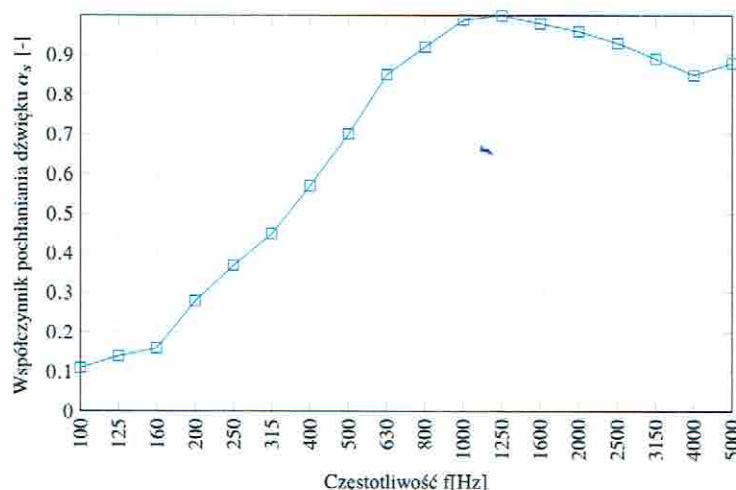
Opis próbki:
Rama ze skelejki i MDF
Wypełnienie: włókna
Pokrycie: tkanina tapicerska

Data pomiaru: 26.07.18

Warunki pomiaru:
Wymiar całkowity [mm]:
Wymiar elementu [mm]: 800+600x1300x80
Liczba elementów [szt.]: 3
Powierzchnia [m^2]: 10,9
Typ montażu: Dyskretnie elementy dźwiękochłonne

Temperatura z próbką t [$^{\circ}C$]: 25,4
Temperatura bez próbki t [$^{\circ}C$]: 24,5
Wilgotność względna z próbką [%]: 51,7
Wilgotność względna bez próbki [%]: 45,3
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]	α_s	α_p
100	11.27	7.64	0.11	0.15
125	8.00	5.67	0.14	
160	8.31	5.50	0.16	
200	9.39	4.73	0.28	0.35
250	10.09	4.18	0.37	
315	9.62	3.63	0.45	
400	9.08	3.06	0.57	0.70
500	8.05	2.56	0.70	
630	8.09	2.23	0.85	
800	7.24	2.04	0.92	0.95
1000	6.67	1.89	0.99	
1250	5.99	1.83	1.00	
1600	4.88	1.73	0.98	0.95
2000	4.41	1.69	0.96	
2500	3.90	1.65	0.93	
3150	3.41	1.60	0.89	0.90
4000	2.89	1.53	0.85	
5000	2.36	1.37	0.88	
Klasa pochłaniania: C				
α_w : 0,65(MH)				



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 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 6750001029

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

Badana wykonał:
dr inż. Jarosław Rubacha
mgr inż. Wojciech Binek



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:
Roll Wall – sound absorbing panels 800+600x1300x80

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

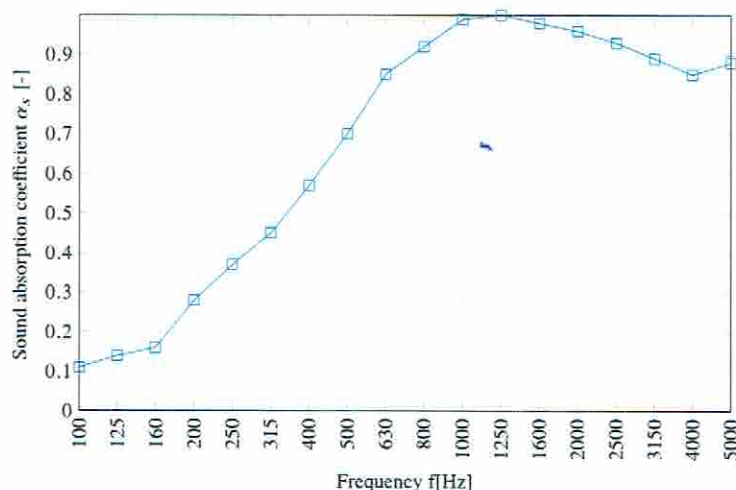
Sample description:
Plywood, MDF frame
Filling: nonwoven
Covering: upholstery fabric

Test date: 26.07.18

Conditions:
Sample size [mm]:
Element size [mm]: 800+600x1300x80
Element number [no.]: 3
Sample area [m²]: 10,9
Mounting method: Discrete sound absorbers

Temperature with sample t [°C]: 25.4
Temperature without sample t [°C]: 24.5
rel. humidity with sample [%]: 51.7
rel. humidity without sample [%]: 45.3
Microphone positions: 6
Loudspeaker positions: 2
Diffusors number: 5
Chamber volume [m³]: 180,4
Walls area [m²]: 193,6

f [Hz]	T ₁ [s]	T ₂ [s]	α_s	α_p
100	11.27	7.64	0.11	0.15
125	8.00	5.67	0.14	
160	8.31	5.50	0.16	
200	9.39	4.73	0.28	
250	10.09	4.18	0.37	0.35
315	9.62	3.63	0.45	
400	9.08	3.06	0.57	
500	8.05	2.56	0.70	0.70
630	8.09	2.23	0.85	
800	7.24	2.04	0.92	
1000	6.67	1.89	0.99	0.95
1250	5.99	1.83	1.00	
1600	4.88	1.73	0.98	
2000	4.41	1.69	0.96	0.95
2500	3.90	1.65	0.93	
3150	3.41	1.60	0.89	
4000	2.89	1.53	0.85	0.90
5000	2.36	1.37	0.88	



Absorption class: C
 α_w : 0,65(MH)

α_s Sound absorption coefficient PN-EN ISO 354:2005
 α_p Practical sound absorption coefficient PN-EN ISO 11654:1999
 α_w Weighted sound absorption coefficient PN-EN ISO 11654:1999
 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 Wibroakustyki
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30, paw. D-1
tel. 12 617-30-64, fax 12 633-28-14
NIP 6750001922

Project manager:
dr hab. inż. Tadeusz Kamiński prof. AGH
kami@agh.edu.pl

Technical specialist:
dr inż. Jarosław Rubacha
mgr inż. Wojciech Binek



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

Zleceńodawca:
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

Data pomiaru: 26.07.18

Nazwa badanej próbki:
Roll Wall – panele dźwiękochłonne 800+600x1300x80

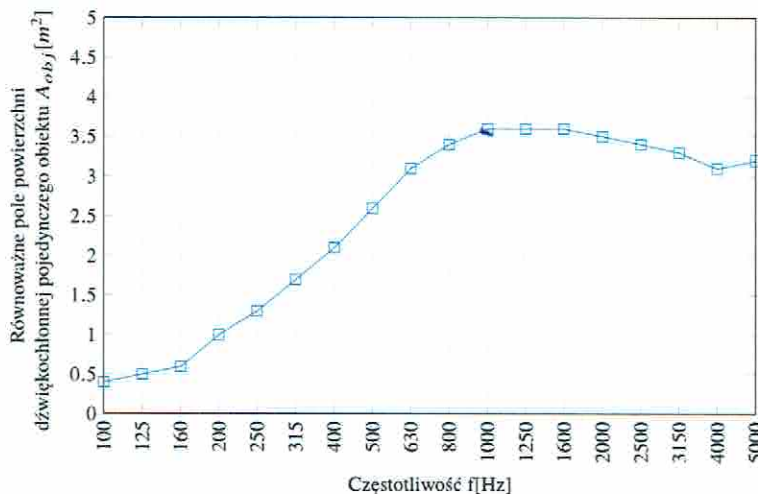
Producent:
Bejot Sp. z o.o.
ul. Wybickiego 2a, Manieczki
63-112 Brodnica k/Poznań

Opis próbki:
Rama ze sklejki i MDF
Wypełnienie: włókna
Pokrycie: tkanina tapicerska

Warunki pomiaru:
Wymiar całkowity [mm]:
Wymiar elementu [mm]: 800+600x1300x80
Liczba elementów [szt.]: 3
Powierzchnia [m²]: 10,9
Typ montażu: Dyskretnie elementy dźwiękochłonne

Temperatura z próbką t [°C]: 25,4
Temperatura bez próbki t [°C]: 24,5
Wilgotność względna z próbką [%]: 51,7
Wilgotność względna bez próbki [%]: 45,3
Liczba mikrofonów: 6
Liczba źródeł dźwięku: 2
Liczba elem. rozpraszających: 5
Objętość komory pogłosowej [m³]: 180,4
Powierzchnia całkowita komory [m²]: 193,6

f [Hz]	T ₁ [s]	T ₂ [s]	A _{obj} [m ²]
100	11.27	7.64	0.4
125	8.00	5.67	0.5
160	8.31	5.50	0.6
200	9.39	4.73	1.0
250	10.09	4.18	1.3
315	9.62	3.63	1.7
400	9.08	3.06	2.1
500	8.05	2.56	2.6
630	8.09	2.23	3.1
800	7.24	2.04	3.4
1000	6.67	1.89	3.6
1250	5.99	1.83	3.6
1600	4.88	1.73	3.6
2000	4.41	1.69	3.5
2500	3.90	1.65	3.4
3150	3.41	1.60	3.3
4000	2.89	1.53	3.1
5000	2.36	1.37	3.2



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

T₁, T₂ Czas pogłosu komory puste, z próbką wg PN-EN ISO 354:2005

Pieczęć:

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

Badana wykonał:

dr inż. Jarosław Rubacha
mgr inż. Wojciech Binek



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:
Roll Wall – sound absorbing panels 800+600x1300x80

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

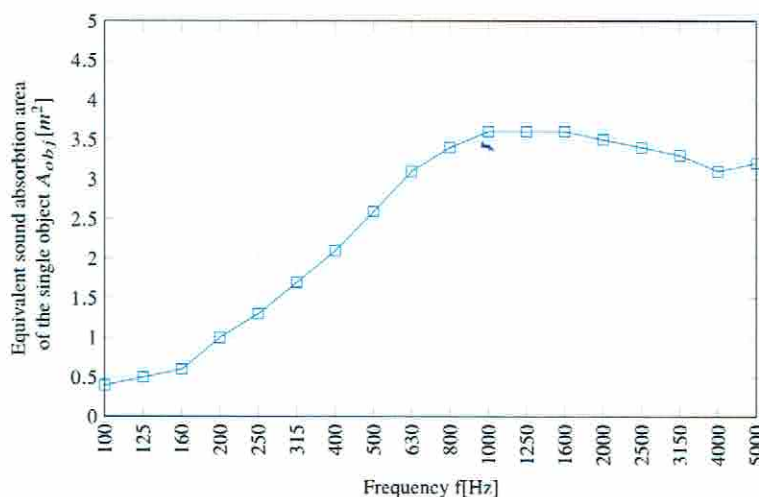
Sample description:
Plywood, MDF frame
Filling: nonwoven
Covering: upholstery fabric

Test date: 26.07.18

Conditions:
Sample size [mm]: 800+600x1300x80
Element size [mm]: 3
Element number [no.]: 10.9
Sample area [m²]: 3
Mounting method: Discrete sound absorbers

Temperature with sample t [°C]: 25.4
Temperature without sample t [°C]: 24.5
rel. humidity with sample [%]: 51.7
rel. humidity without sample [%]: 45.3
Microphone positions: 6
Loudspeaker positions: 2
Diffusors number: 5
Chamber volume [m³]: 180.4
Walls area [m²]: 193.6

f [Hz]	T ₁ [s]	T ₂ [s]	A _{obj} [m ²]
100	11.27	7.64	0.4
125	8.00	5.67	0.5
160	8.31	5.50	0.6
200	9.39	4.73	1.0
250	10.09	4.18	1.3
315	9.62	3.63	1.7
400	9.08	3.06	2.1
500	8.05	2.56	2.6
630	8.09	2.23	3.1
800	7.24	2.04	3.4
1000	6.67	1.89	3.6
1250	5.99	1.83	3.6
1600	4.88	1.73	3.6
2000	4.41	1.69	3.5
2500	3.90	1.65	3.4
3150	3.41	1.60	3.3
4000	2.89	1.53	3.1
5000	2.36	1.37	3.2



A_{obj} Element equivalent sound absorption area PN-EN ISO 354:2005
T₁, T₂ 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 6790001923

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

Technical specialist:
dr inż. Jarosław Rubacha
mgr inż. Wojciech Binek