



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 pochłaniania dźwięku
budek telefonicznych Quadra Phonebox**

Zleceniodawca:

**Bejot sp. z o.o.,
ul. Wybickiego 2A, Manieczki,
63-112 Brodnica**

Nr umowy:

5.5.130.542

KRAKÓW marzec 2017

Nazwa jednostki wykonującej badania:	AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA im. Stanisława Staszica w Krakowie Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Katedra Mechaniki i Wibroakustyki	
Temat:	Badania pochłaniania dźwięku budek telefonicznych Quadra Phonebox	
Zleceniodawca:	Bejot sp. z o.o., ul. Wybickiego 2A, Manieczki, 63-112 Brodnica	
Data zlecenia:	02.03.2017	
Data przyjęcia zlecenia:	WIMiR/KMiW/0154-19/2017	
Nr przyjęcia zlecenia:	06.03.2017	
Nr umowy:	5.5.130.542	
Kierownik pracy:	dr inż. Jarosław Rubacha	Podpis:
Wykonawcy:	dr inż. Artur Flach dr inż. Adam Pilch	
Tel/fax:	(4812) 617-35-17	
E-mail	jrubacha@agh.edu.pl	
Pieczęć:		

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..	7
4. Wyniki badań	9

1. Wstęp

1.1. Podstawa opracowania

Zlecenie z dnia 02.03.2017r. oraz potwierdzenie przyjęcia zlecenia nr WIMiR/KMiW/0154-19/2017 z dnia 06.03.2017r.

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 były badania parametrów akustycznych budek telefonicznych Quadra Phonebox, wyprodukowanych przez Zleceniodawcę. Celem pracy było określenie współczynnika pochłaniania dźwięku oraz równoważnego pola powierzchni dźwiękochłonnej pojedynczego elementu.

Praca obejmowała:

- przygotowanie stanowiska pomiarowego
- wykonanie niezbędnych pomiarów parametrów akustycznych foteli
- opracowanie wyników badań

2. Opis badanej próbki

Opis próbki:	
Nazwa:	Quadra Phonebox,
Producent:	Bejot sp. z o.o., ul. Wybickiego 2A, Manieczki, 63-112 Brodnica
Budowa budki telefonicznej:	Ścianki: Tapicerowane tkaniną. Ramowa konstrukcja wypełniona włókniną bawełnianą. Siedzisko: Tapicerowane tkaniną. Konstrukcja skrzyniowa obita pianką, otwarta od dołu, Daszek: Tapicerowany tkaniną. Konstrukcja skrzyniowa obita pianką, Baza: Skrętne koła,
<p>The drawing shows a perspective view of the booth on the left with dimensions F: 710 and C: 1635. To the right are two side views. The left side view shows dimensions A: 450, B: 400, and M: 710. The right side view shows dimensions M: 710. The booth has a rectangular body with a flat top and a base with casters. The interior shows a seat and a backrest.</p>	

Rysunek 1 Wymiary badanych elementów

Pole powierzchni badanej próbki S [m²]:	15,4 Jako pole powierzchni próbki przyjęto sumę powierzchni górnej i bocznych prostopadłościanu opisującego bryłę badanego elementu
Wymiary elementów [mm]:	1635 x 710 x 710
Liczba elementów:	3
Sposób montażu:	
Opis montażu:	Badane elementy ustawiono na podłodze komy pogłosowej

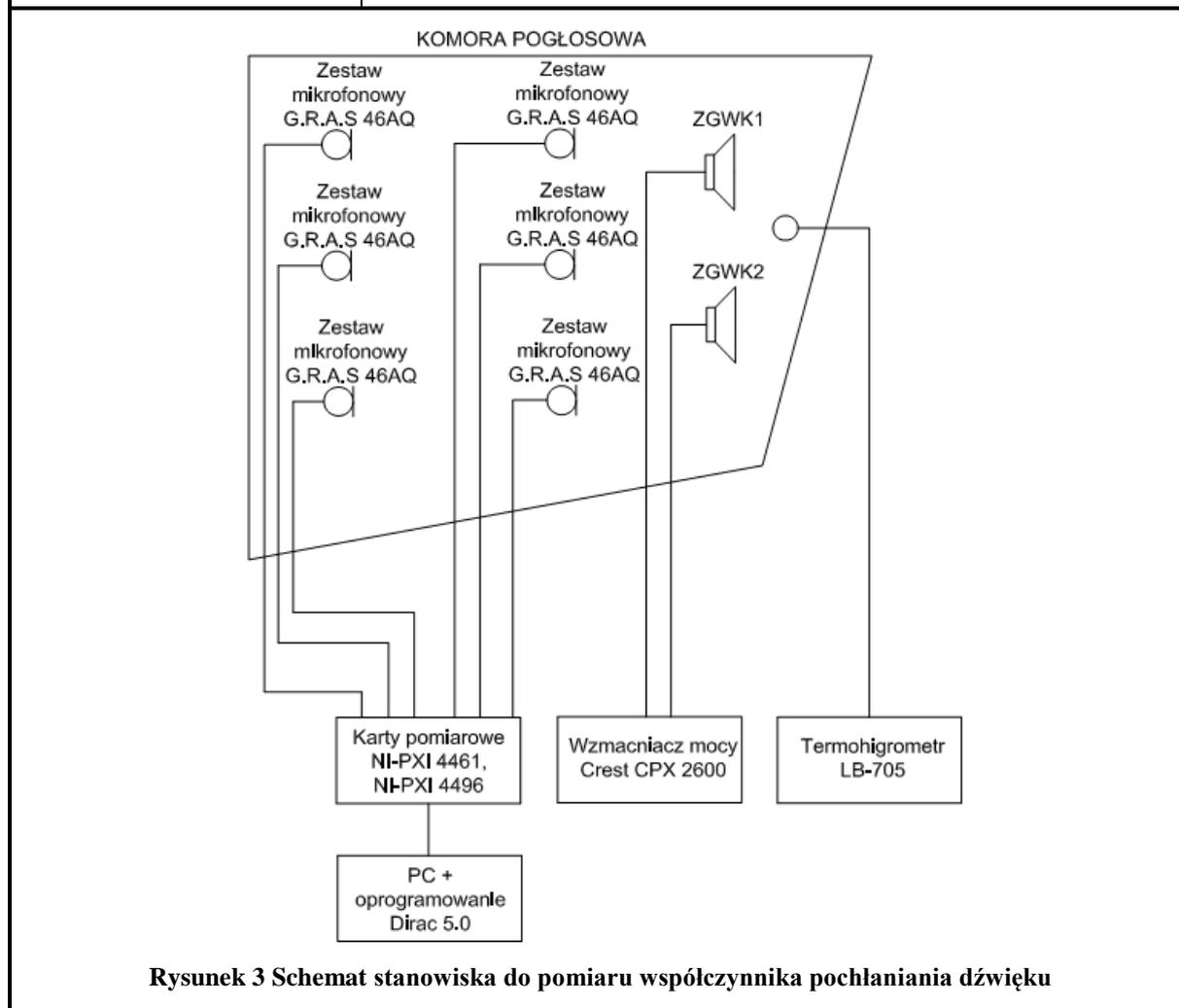


Rysunek 2 Budki telefoniczne Quadra Phonebox ustawione do badań w komorze pogłosowej

3. Warunki pomiarowe, stanowisko pomiarowe i sposób przeprowadzenia pomiarów

Warunki pomiarowe:	
Temperatura powietrza [°C]:	wg. kart pomiarowych
Wilgotność względna [%]:	wg. kart pomiarowych
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.
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:	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 3 Schemat stanowiska do pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku

4. Wyniki badań

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

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.



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

Zleceńdodaw ca:
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:

Data pomiaru:

06-03-2017

Quadra Phonebox

Producent:

Warunki pomiaru:

BEJOT SP. Z O.O.

Wymiar całkowity [mm]:

-

ul. Wybickiego 2a, Manieczki

Wymiar elementu [mm]:

1635x710x710

63-112 Brodnica k/Poznań

Ilość elementów [szt.]:

3

Powierzchnia [m²]:

15,4

Sposób montażu:

na podłodze komory

Temperatura z próbką t [°C]:

23,6

Temperatura bez próbki t [°C]:

23,6

Wilgotność względna z próbką h [%]:

33,7

Wilgotność względna bez próbki h [%]:

33,7

Liczba mikrofonów:

6

Liczba pozycji źródła dźwięku:

2

Liczba elem. rozpraszających:

5

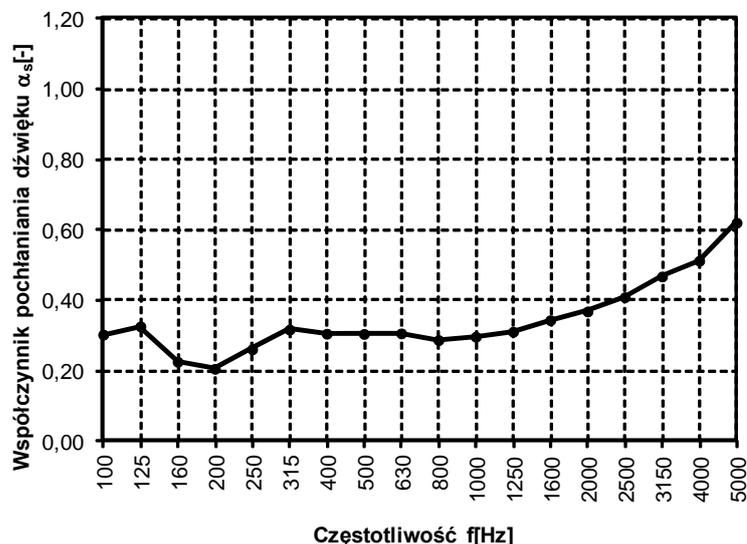
Objętość komory pogłosowej [m³]:

180,4

Powierzchnia całkowita komory [m²]:

193,6

f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	10,20	3,87	0,30	0,30
125	7,68	3,30	0,32	
160	6,98	3,81	0,22	
200	7,80	4,22	0,20	0,25
250	8,65	3,94	0,26	
315	8,53	3,50	0,32	
400	8,24	3,53	0,30	0,30
500	7,74	3,44	0,30	
630	7,78	3,44	0,30	
800	7,10	3,41	0,29	0,30
1000	6,64	3,25	0,30	
1250	5,94	3,00	0,31	
1600	4,96	2,61	0,34	0,35
2000	4,33	2,35	0,37	
2500	3,71	2,06	0,41	
3150	3,20	1,79	0,47	0,55
4000	2,52	1,50	0,51	
5000	2,02	1,22	0,62	



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)

Klasa pochłaniania: D

$\alpha_w=0,35(H)$

Pieczęć:

Kierownik tematu:

dr inż. Jarosław Rubacha
jrubacha@agh.edu.pl

Badania wykonał:

dr inż. Artur Flach
dr inż. Adam Pilch



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

Zleceńdawa ca:
BEJOT SP. Z O.O.
ul. Wybickiego 2a, Manieczki
63-112 Brodnica k/Poznania

Świadectwo z Badań Akustycznych

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

Nazwa badanej próbki: **Quadra Phonebox** Data pomiaru: **06-03-2017**

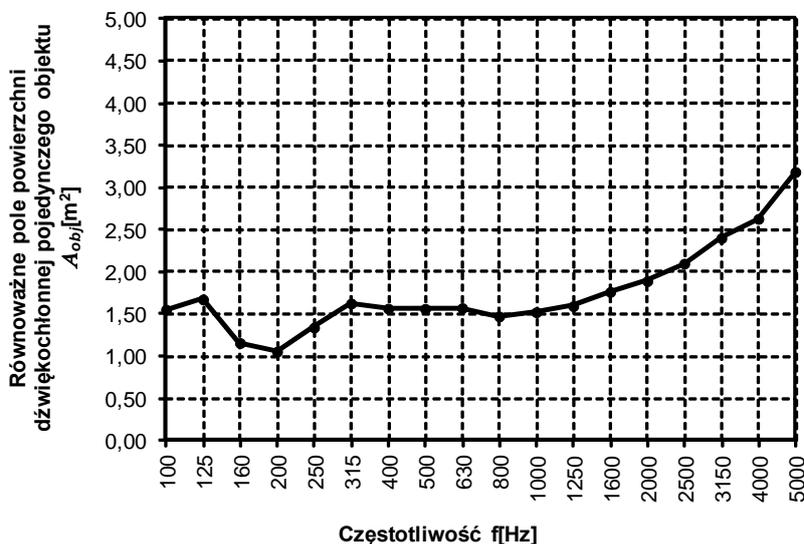
Quadra Phonebox

Producent:
BEJOT SP. Z O.O.
ul. Wybickiego 2a, Manieczki
63-112 Brodnica k/Poznania

Warunki pomiaru:
Wymiar całkowity [mm]: -
Wymiar elementu [mm]: **1635x710x710**
Ilość elementów [szt.]: **3**
Powierzchnia [m²]: **15,4**
Sposób montażu: **na podłodze komory**

Temperatura z próbką t [°C]: **23,6**
Temperatura bez próbki t [°C]: **23,6**
Wilgotność względna z próbką h [%]: **33,7**
Wilgotność względna bez próbki h [%]: **34,2**
Liczba mikrofonów: **6**
Liczba pozycji źródła 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	10,20	3,87	1,55
125	7,68	3,30	1,67
160	6,98	3,81	1,15
200	7,80	4,22	1,05
250	8,65	3,94	1,33
315	8,53	3,50	1,62
400	8,24	3,53	1,56
500	7,74	3,44	1,56
630	7,78	3,44	1,57
800	7,10	3,41	1,47
1000	6,64	3,25	1,52
1250	5,94	3,00	1,59
1600	4,96	2,61	1,76
2000	4,33	2,35	1,88
2500	3,71	2,06	2,09
3150	3,20	1,79	2,39
4000	2,52	1,50	2,62
5000	2,02	1,22	3,18



α_s Współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 354:2005)
 α_p Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku wg (PN-EN ISO 11654:1999)
 T_1, T_2 Czas pogłosu komory pustej, z próbką (PN-EN ISO 354:2005)

Pieczęć:

Kierownik tematu:
dr inż. Jarosław Rubacha
jrubacha@agh.edu.pl

Badania wykonał:
dr inż. Artur Flach
dr inż. Adam Pilch



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/Poznania

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

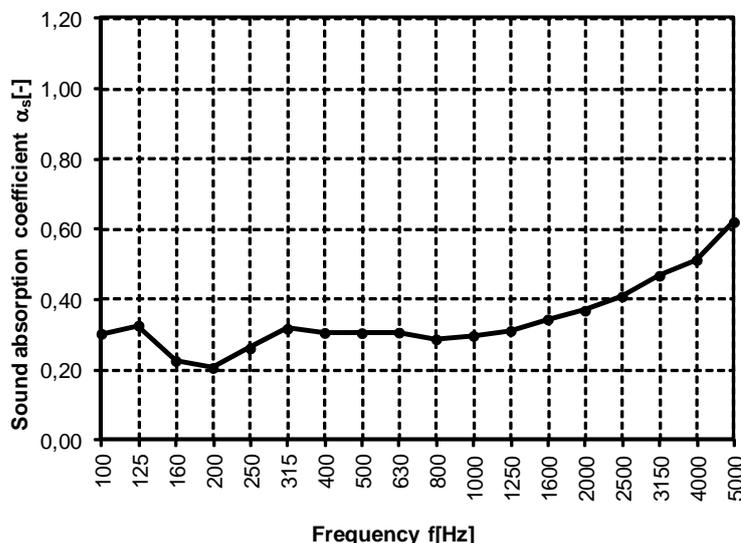
Sample: **Quadra Phonebox** Test Date: **06-03-2017**

Producer:
BEJOT SP. Z O.O.
ul. Wybickiego 2a, Manieczki
63-112 Brodnica k/Poznania

Conditions:
Sample size [mm]: -
Element size [mm]: **1635x710x710**
Elements number: **3**
Sample area [m²]: **15,4**
Mounting method: **placed on the floor**

Temperature with sample *t* [°C]: **23,6**
Temperature without sample *t* [°C]: **23,6**
rel. humidity with sample *h* [%]: **33,7**
rel. humidity without sample *h* [%]: **34,2**
Microphone positions: **6**
Loudspeaker positions: **2**
Diffusors number: **5**
Chamber Volume *V* [m³]: **180,4**
Walls area [m²]: **193,6**

<i>f</i> [Hz]	<i>T</i> ₁ [s]	<i>T</i> ₂ [s]	α_s	α_p
100	10,20	3,87	0,30	
125	7,68	3,30	0,32	0,30
160	6,98	3,81	0,22	
200	7,80	4,22	0,20	
250	8,65	3,94	0,26	0,25
315	8,53	3,50	0,32	
400	8,24	3,53	0,30	
500	7,74	3,44	0,30	0,30
630	7,78	3,44	0,30	
800	7,10	3,41	0,29	
1000	6,64	3,25	0,30	0,30
1250	5,94	3,00	0,31	
1600	4,96	2,61	0,34	
2000	4,33	2,35	0,37	0,35
2500	3,71	2,06	0,41	
3150	3,20	1,79	0,47	
4000	2,52	1,50	0,51	0,55
5000	2,02	1,22	0,62	



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 Reverberation time of the empty chamber and with sample PN-EN ISO 354:2005

Absorption class: D
 $\alpha_w=0,35(H)$

Stamp:

Project manager:
dr inż. Jarosław Rubacha
jrubacha@agh.edu.pl

Technical specialist:
dr inż. Artur Flach
dr inż. Adam Pilch



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/Poznania

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

Sample: **Quadra Phonebox** Test Date: **06-03-2017**

Producer:

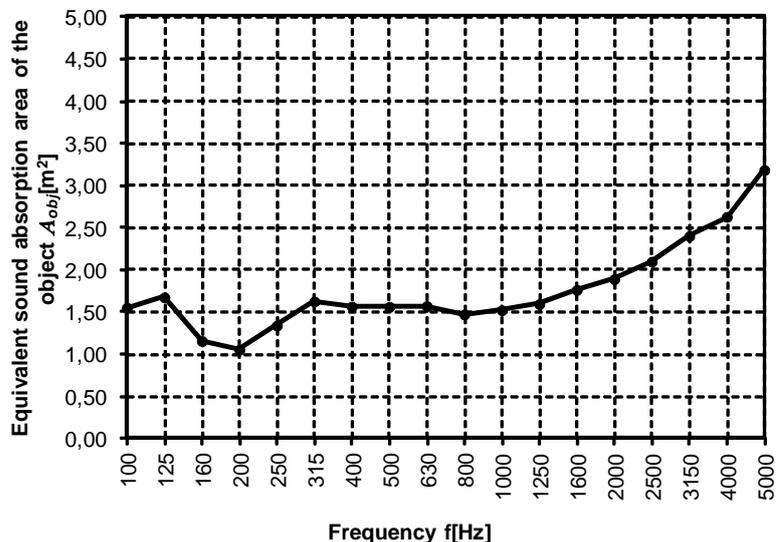
BEJOT SP. Z O.O.
ul. Wybickiego 2a, Manieczki
63-112 Brodnica k/Poznania

Conditions:

Sample size [mm]: -
Element size [mm]: **1635x710x710**
Elements number: **3**
Sample area [m²]: **15,4**
Mounting method: **placed on the floor**

Temperature with sample *t* [°C]: **23,6**
Temperature without sample *t* [°C]: **23,6**
rel. humidity without sample *h* [%]: **33,7**
rel. humidity with sample *h* [%]: **34,2**
Microphone positions: **6**
Loudspeaker positions: **2**
Diffusors number: **5**
Chamber Volume *V* [m³]: **180,4**
Walls area [m²]: **193,6**

<i>f</i> [Hz]	<i>T</i> ₁ [s]	<i>T</i> ₂ [s]	<i>A</i> _{obj} [m ²]
100	10,20	3,87	1,55
125	7,68	3,30	1,67
160	6,98	3,81	1,15
200	7,80	4,22	1,05
250	8,65	3,94	1,33
315	8,53	3,50	1,62
400	8,24	3,53	1,56
500	7,74	3,44	1,56
630	7,78	3,44	1,57
800	7,10	3,41	1,47
1000	6,64	3,25	1,52
1250	5,94	3,00	1,59
1600	4,96	2,61	1,76
2000	4,33	2,35	1,88
2500	3,71	2,06	2,09
3150	3,20	1,79	2,39
4000	2,52	1,50	2,62
5000	2,02	1,22	3,18



α_s Sound absorption coefficient (PN-EN ISO 354:2005)

α_p Practical sound absorption coefficient (PN-EN ISO 11654:1999)

T_1, T_2 Reverberation time of the empty chamber and with sample (PN-EN ISO 354:2005)

Stamp:

Project manager:

dr inż. Jarosław Rubacha
jrubacha@agh.edu.pl

Technical specialist:

dr inż. Artur Flach
dr inż. Adam Pilch