

Turku AMK, Kira Circularis -projekti  
Yhteistyökumppani: Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki,  
[sami.luhtaanmaki@ewona.fi](mailto:sami.luhtaanmaki@ewona.fi), 0400 542 547

## AKUSTISEN ABSORPTIOSUHTEEN MÄÄRITYS STANDARDIN ISO 10534-2 MUKAAN

### 1 TILAAJA

Turku AMK, Kira Circularis -projekti

### 2 TARKOITUS

Tarkoitus oli määrittää akustinen absorptiosuhde ISO 10534-2 mukaan kuudelle eri tuotteelle. Joka tuotteesta toimitettiin kolme näytettä (vesileikattu kiekko, halkaisija 61,50 mm), joista raportoidaan mittausten keskiarvo. Näytteiden absorptiosuhde mitattiin taustassa kiinni (ISO 354 Type A).

### 3 TULOKSET

Tulokset ovat liitteessä 1. Tuotekuvaukset on liitteessä 2.

### 4 ALLEKIRJOITUKSET



Valtteri Hongisto  
tutkimusryhmän vetäjä



Reijo Alakoivu  
tutkimusinsinööri

Turun ammattikorkeakoulu  
Tekniikka ja liiketoiminta, Rakennusteollisuus  
akustiikka

### LIITTEET

1. Mittaustulokset
2. Tuotekuvaukset
3. Mittausmenetelmä

## LIITE 1 – MITTAUSTULOKSET

### Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

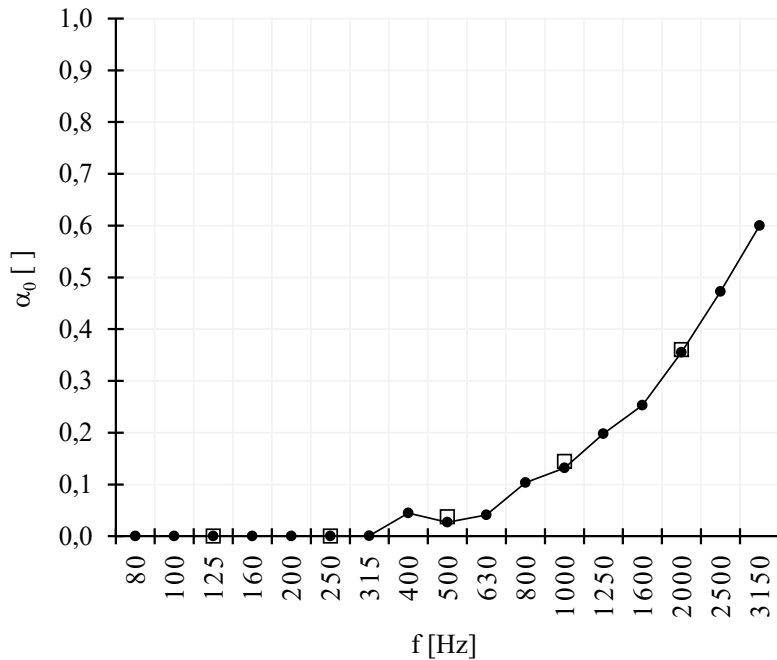
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 musta silittämätön, N1-N3  
Kerros 1: Polyester 163 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 8.9 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 **Huoneilman lämpötila:** 21,5 °C  
**Luokka:** E \*\* **Ilmanpaine:** 1020,7 mbar  
**Huoneilman suhteellinen kosteus:** 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,00
315	0,00	
400	0,04	
500	0,03	0,04
630	0,04	
800	0,10	
1000	0,13	0,14
1250	0,20	
1600	0,25	
2000	0,36	0,36
2500	0,47	
3150	0,60	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

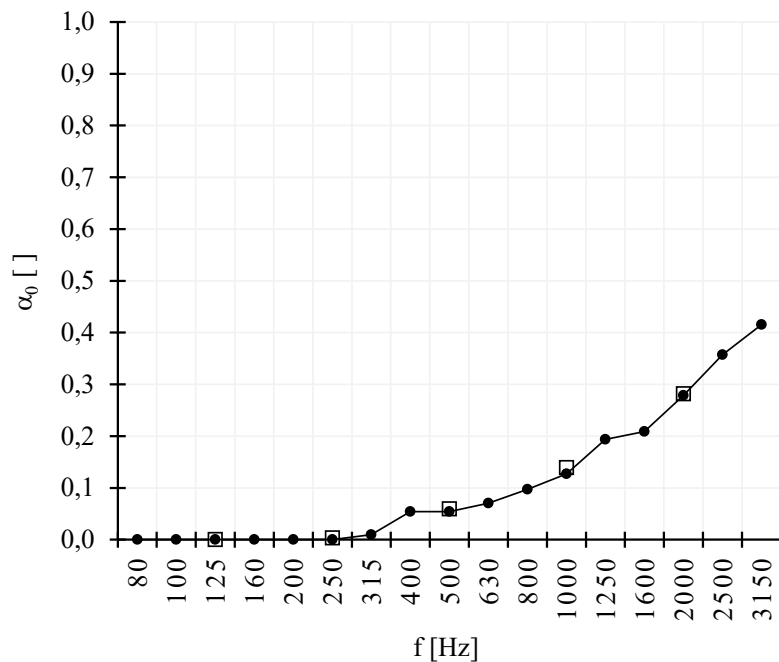
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 valkoinen silittämätön, O1-O3  
Kerros 1: polyester 101 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 9.1 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaaaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 Huoneilman lämpötila: 21,5 °C  
Ilmanpaine: 1020,7 mbar  
**Luokka:** E \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,00
315	0,01	
400	0,05	
500	0,05	0,06
630	0,07	
800	0,10	
1000	0,13	0,14
1250	0,19	
1600	0,21	
2000	0,28	0,28
2500	0,36	
3150	0,42	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

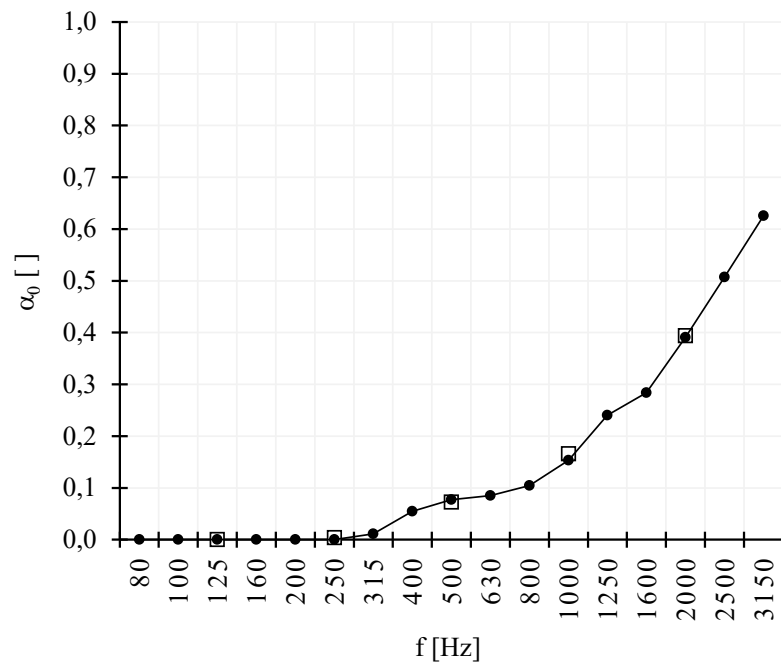
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 musta silitetty, P1-P3  
Kerros 1: Polyester 138 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 10.1 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaaaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 Huoneilman lämpötila: 21,5 °C  
Ilmanpaine: 1020,7 mbar  
**Luokka:** E \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f	$\alpha_0$	$\alpha_0$
[Hz]	[ ]	[ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,00
315	0,01	
400	0,05	
500	0,08	0,07
630	0,09	
800	0,10	
1000	0,15	0,17
1250	0,24	
1600	0,28	
2000	0,39	0,39
2500	0,51	
3150	0,63	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

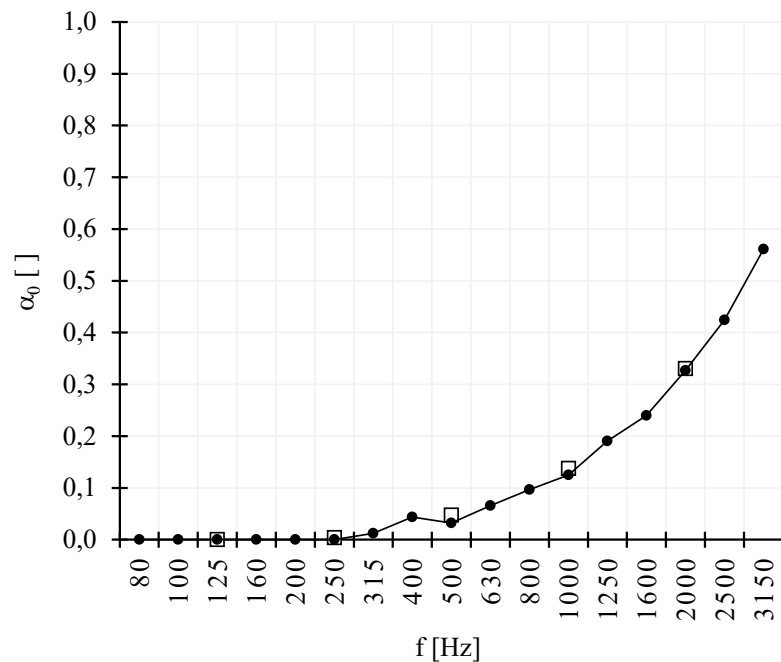
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 valkoinen silitetty, Q1-Q3  
Kerros 1: Polyester 149 kg/m<sup>3</sup>, 9.1 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 Huoneilman lämpötila: 21,5 °C  
Ilmanpaine: 1020,7 mbar  
**Luokka:** E \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f	$\alpha_0$	$\alpha_0$
[Hz]	[ ]	[ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,00
315	0,01	
400	0,04	
500	0,03	0,05
630	0,07	
800	0,10	
1000	0,13	0,14
1250	0,19	
1600	0,24	
2000	0,33	0,33
2500	0,42	
3150	0,56	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

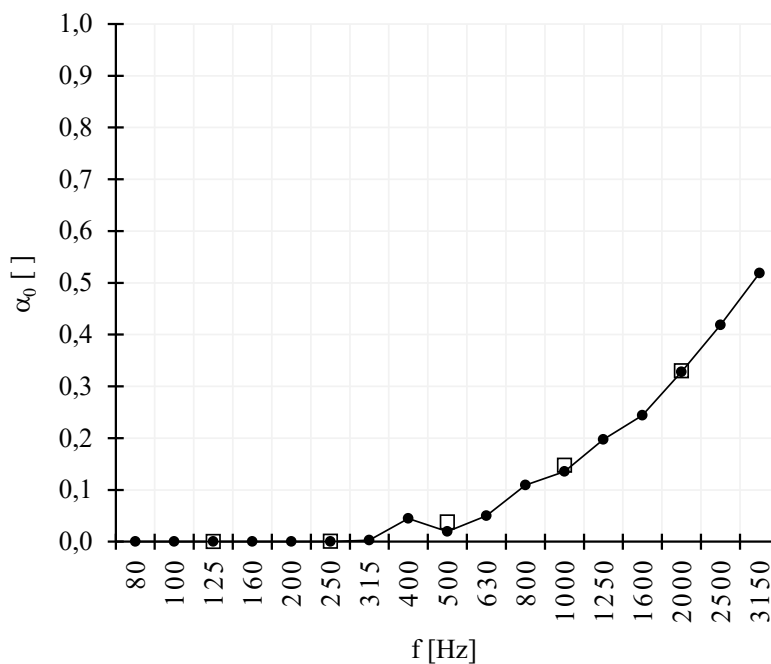
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 ruskeavalkomusta silitetty, R1-R3  
Kerros 1: Polyester 128 kg/m<sup>3</sup>, paksuus

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaaaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 Huoneilman lämpötila: 21,5 °C  
Ilmanpaine: 1020,7 mbar  
**Luokka:** E \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f	$\alpha_0$	$\alpha_0$
[Hz]	[ ]	[ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,00
315	0,00	
400	0,04	
500	0,02	0,04
630	0,05	
800	0,11	
1000	0,14	0,15
1250	0,20	
1600	0,24	
2000	0,33	0,33
2500	0,42	
3150	0,52	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

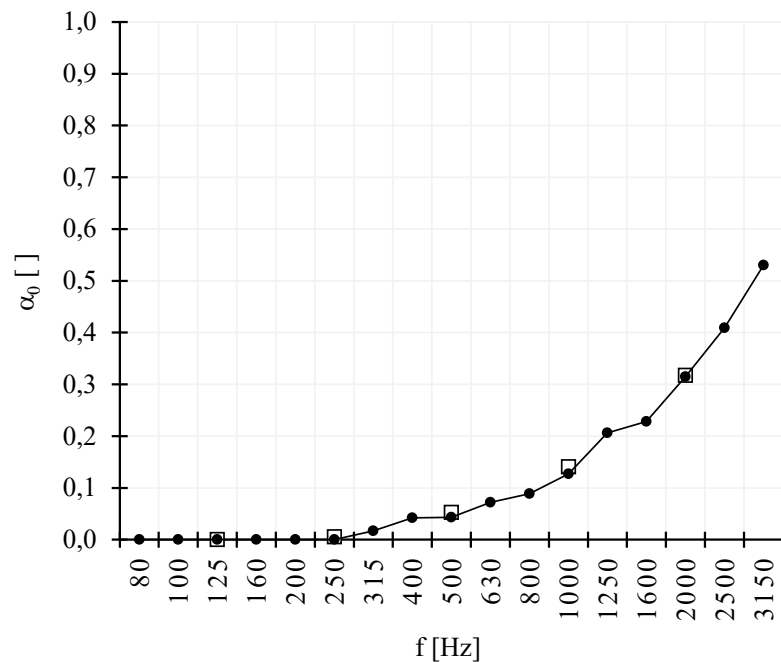
**Näytteen kuvaus** Acustica 10 maalattu vaalea väri (harmaa/beige), harmaa pintaan, S1-S3  
Kerros 1: Polyester 137 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 9.8 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 61,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Ewona Finland Oy, Sami Luhtaanmäki  
sami.luhtaanmaki@ewona.fi, 0400 542 547

**Testipäivä:** 21.11.2024 Huoneilman lämpötila: 21,5 °C  
Ilmanpaine: 1020,7 mbar  
**Luokka:** E \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 36 %

### Tulokset taajuuskaistoittain (1/3-oktaavit ja 1/1- oktaavit)

f	$\alpha_0$	$\alpha_0$
[Hz]	[ ]	[ ]
80	0	
100	0,00	
125	0,00	0,00
160	0,00	
200	0,00	
250	0,00	0,01
315	0,02	
400	0,04	
500	0,04	0,05
630	0,07	
800	0,09	
1000	0,13	0,14
1250	0,21	
1600	0,23	
2000	0,31	0,32
2500	0,41	
3150	0,53	



\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.  
Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## LIITE 2 – TUOTEKUVAUKSET

### Kira Circularis. Ewona Finland Oy. Testisarja 1 Toimitettu 7.11.2024

01. Acustica 10 musta silittämätön N1–N3
02. Acustica 10 valkoinen silittämätön O1–O3
03. Acustica 10 musta silitetty P1–P3
04. Acustica 10 valkoinen silitetty Q1–Q3
05. Acustica 10 ruskeavalkomusta silitetty R1–R3
06. Acustica 10 maalattu vaalea väri (harmaa/beige), harmaa pintaan S1–S3

#### Taulukko 2.1. Tuotteiden mitat.

Tuote	Näyte	Halkaisija (mm)	Korkeus (mm)	Paino (g)	Tilavuus (m3)	Tiheys (kg/m3)
Acustica 10 musta silittämätön	N1	61,5	8,8	3,99	2,6141E-05	152,6
Acustica 10 musta silittämätön	N2	61,5	9,02	4,61	2,67946E-05	172,0
Acustica 10 musta silittämätön	N3	61,5	8,88	4,31	2,63787E-05	163,4
Acustica 10 valkoinen silittämätön	O1	61,5	9,08	2,48	2,69728E-05	91,9
Acustica 10 valkoinen silittämätön	O2	61,5	9,2	3,15	2,73293E-05	115,3
Acustica 10 valkoinen silittämätön	O3	61,5	8,9	2,56	2,64381E-05	96,8
Acustica 10 musta silitetty	P1	61,5	10	4,25	2,97057E-05	143,1
Acustica 10 musta silitetty	P2	61,5	10,2	4	3,02998E-05	132,0
Acustica 10 musta silitetty	P3	61,5	10,18	4,16	3,02404E-05	137,6
Acustica 10 valkoinen silitetty	Q1	61,5	9,2	4,2	2,73293E-05	153,7
Acustica 10 valkoinen silitetty	Q2	61,5	8,9	3,58	2,64381E-05	135,4
Acustica 10 valkoinen silitetty	Q3	61,5	9,12	4,26	2,70916E-05	157,2
Acustica 10 ruskeavalkomusta silitetty	R1	61,5	9,4	3,51	2,79234E-05	125,7
Acustica 10 ruskeavalkomusta silitetty	R2	61,5	9,25	3,52	2,74778E-05	128,1
Acustica 10 ruskeavalkomusta silitetty	R3	61,5	9,42	3,63	2,79828E-05	129,7
Acustica 10 maalattu vaalea väri (harmaa/beige)	S1	61,5	9,78	3,88	2,90522E-05	133,6
Acustica 10 maalattu vaalea väri (harmaa/beige)	S2	61,5	9,78	3,89	2,90522E-05	133,9
Acustica 10 maalattu vaalea väri (harmaa/beige)	S3	61,5	9,81	4,14	2,91413E-05	142,1



Kuva L2.1 Mittaussarjan 1 näytteet: Q1, S1, N1, O1, R1, P1.

## METHODS

The normal incidence sound absorption coefficient is determined with an impedance tube using the transfer function method according to the standard ISO 10534-2. In this method, a chirp excitation signal is played through a loudspeaker attached at one end of the tube (Fig. 1). The test specimen is attached to the other end of the tube. Sound propagates as a plane wave in the tube below a certain frequency, which depends on the diameter of the tube. The sound wave reflects from the specimen (material sample + possible air gap), and the superposition of the incoming and reflected sound waves is measured with two microphones near the test specimen. The complex acoustic transfer function between the microphones is determined, from which the normal incidence sound absorption coefficients are calculated.

The internal diameter of the impedance tube (Brüel & Kjaer 4206A) was 63.5 mm, see Fig. 2. Sound pressure in the tube was measured using two pressure microphones (1/4" Brüel & Kjaer 4187 equipped with preamplifier Brüel & Kjaer 2670 and a GRAS-12AA microphone amplifier) mounted to the sidewall of the tube. Spacing of the microphones was either 31.8 mm (160–3150 Hz) or 63.5 mm (80–2440 Hz). The measurement was performed using both the microphone spacings so that the results were reported within 80–3150 Hz. Chirp excitation signal generated by the measurement computer was used as the measurement signal. The signal was amplified with a power amplifier (Brüel & Kjaer 2716C). The transfer function was calculated from the microphone signals. AD and DA conversions were made using ESI MAYA 22 USB sound card. The calibration of the microphones and the cables was checked before the measurements with a sound level calibrator (Brüel & Kjaer 4231).

Analyses were conducted using a MATLAB code and frequency resolution 1.46 Hz. The results were averaged into one-third octave bands and octave bands.

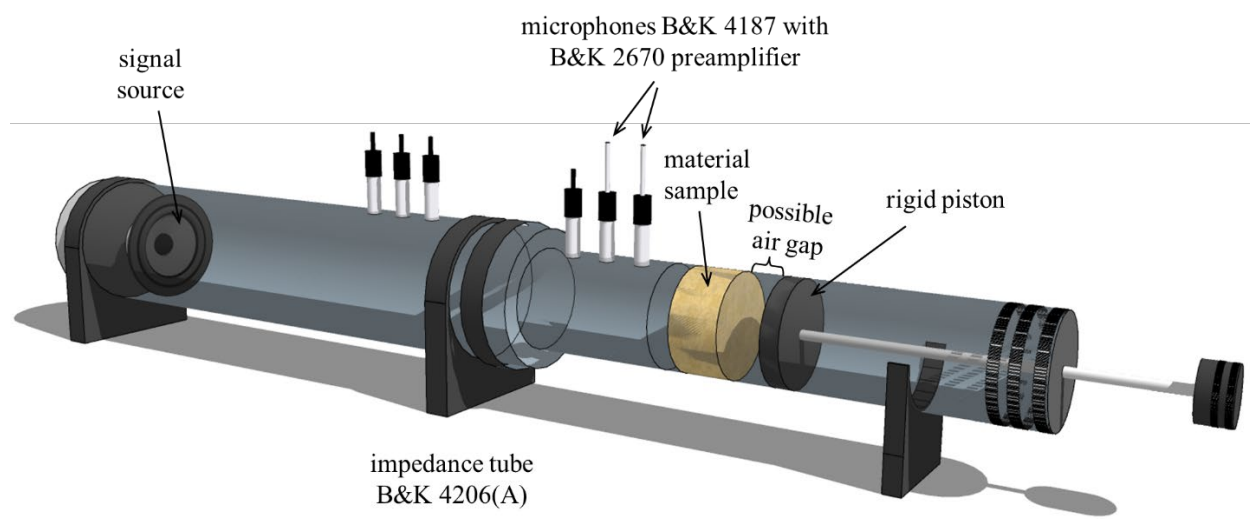


Fig. 1. The impedance tube.



Fig. 2. An example of test piece installation in the sample tube.

## REFERENCES

ISO 10534-2: 1998(E) Acoustics Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes, International Organization for Standardization, 1998, Genève, Switzerland

SFS-EN ISO 11654:1997 (E) Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption, International Organization for Standardization, 1997, Genève, Switzerland.