

Turun ammattikorkeakoulu Kira Circularis -projekti  
Yhteistyökumppani: Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

## 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 seitsemälle eri tuotteelle. Joka tuotteesta toimitettiin kolme vesileikattua näytettä, joista raportoidaan mittausten keskiarvo. Näytteiden absorptiosuhde mitattiin taustassa kiinni (ISO 354 Type A). Kaksi näytteistä mitattiin myös 180 mm ilmaraolla.

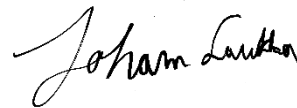
### 3 TULOKSET

Tulokset ovat liitteessä 1. Tuotekuvaukset on liitteessä 2.

### 4 ALLEKIRJOITUKSET



Valtteri Hongisto  
Tutkimusryhmän vetäjä



Johann Laukka  
Tutkija

Turun ammattikorkeakoulu  
Akustiikkalaboratorio

### LIITTEET

1. Mittaustulokset
2. Tuotekuvaukset
3. Mittausmenetelmä

## LIITE 1 – MITTAUSTULOKSET

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

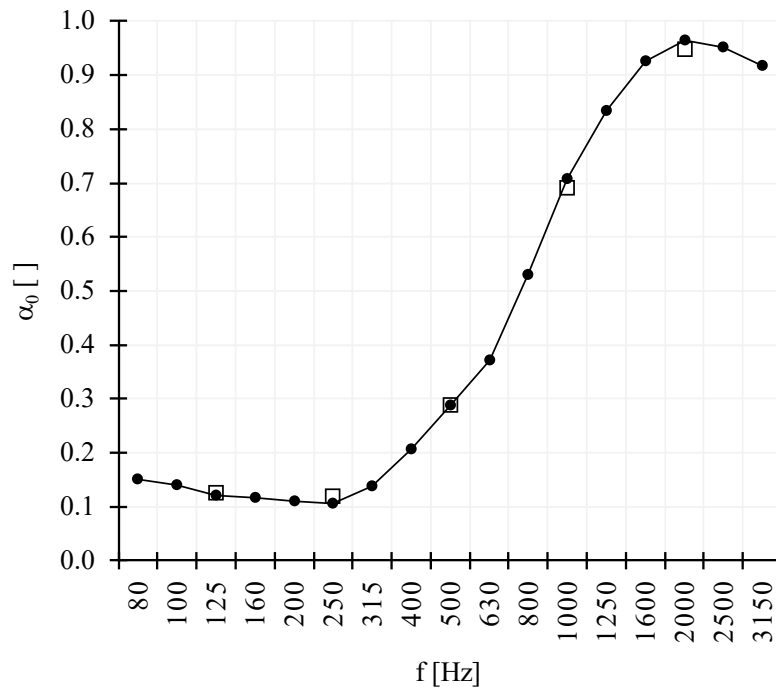
**Näytteen kuvaus** REF20, kokonaispaksuus 20 mm  
Kerros 1: Ecophon Focus 59.4 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 20 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 63,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

**Testipäivä:** 8.9.2025 Huoneilman lämpötila: 22.5 °C  
**Luokka:** D \*\* Ilmanpaine: 1023.7 mbar  
Huoneilman suhteellinen kosteus: 64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.15	
100	0.14	
125	0.12	0.13
160	0.12	
200	0.11	
250	0.11	0.12
315	0.14	
400	0.21	
500	0.29	0.29
630	0.37	
800	0.53	
1000	0.71	0.69
1250	0.83	
1600	0.93	
2000	0.96	0.95
2500	0.95	
3150	0.92	



\*\* 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

REF40, kokonaispaksuus 41 mm  
Kerros 1: Ecophon Master 62.4 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 41 mm

### Näytekoko:

Kiekkokoko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

8.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.5 °C

Ilmanpaine:

1023.7 mbar

### Luokka:

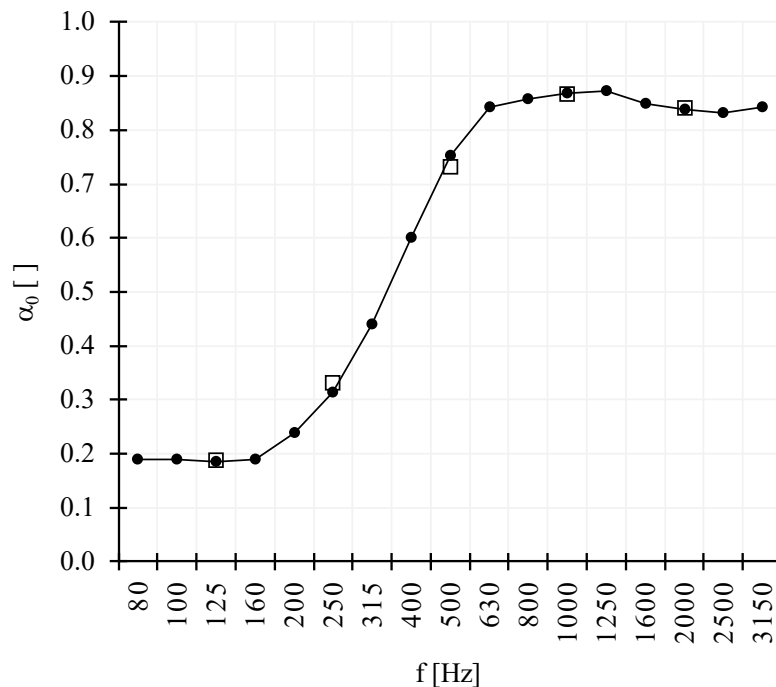
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.19	
100	0.19	
125	0.18	0.19
160	0.19	
200	0.24	
250	0.31	0.33
315	0.44	
400	0.60	
500	0.75	0.73
630	0.84	
800	0.86	
1000	0.87	0.87
1250	0.87	
1600	0.85	
2000	0.84	0.84
2500	0.83	
3150	0.84	



\*\* 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

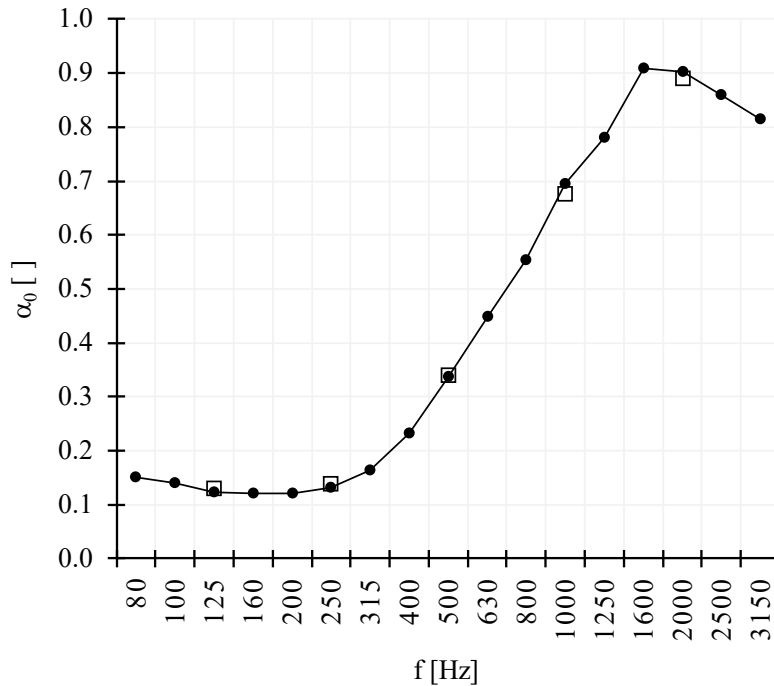
**Näytteen kuvaus** PK420, kokonaispaksuus 22 mm  
Kerros 1: Puukuitu 121.1 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 22 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 63,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaaaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.fi

**Testipäivä:** 8.9.2025 Huoneilman lämpötila: 22.5 °C  
Ilmanpaine: 1022.1 mbar  
**Luokka:** D\*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 66 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.15	
100	0.14	
125	0.12	0.13
160	0.12	
200	0.12	
250	0.13	0.14
315	0.16	
400	0.23	
500	0.34	0.34
630	0.45	
800	0.55	
1000	0.69	0.68
1250	0.78	
1600	0.91	
2000	0.90	0.89
2500	0.86	
3150	0.81	



\*\* 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

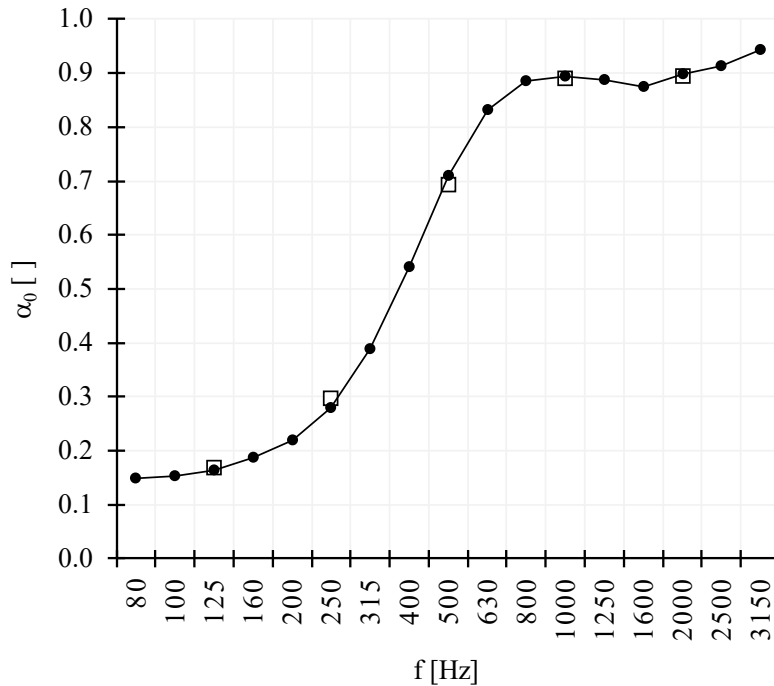
**Näytteen kuvaus** PK481, kokonaispaksuus 48 mm  
Kerros 1: Puukuitu 136.9 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 48 mm

**Näytekoko:** Kiekko, halkaisija 63,50 mm  
**Näytteiden määrä:** Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo  
**Mittalaite** B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto  
**Tilaaaja:** Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti  
**Yhteistyökumppani:** Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

**Testipäivä:** 9.9.2025 Huoneilman lämpötila: 22.4 °C  
Ilmanpaine: 1021.5 mbar  
**Luokka:**  C \*\* Huoneilman suhteellinen kosteus: 65 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.15	
100	0.15	
125	0.16	0.17
160	0.19	
200	0.22	
250	0.28	0.30
315	0.39	
400	0.54	
500	0.71	0.69
630	0.83	
800	0.89	
1000	0.89	0.89
1250	0.89	
1600	0.87	
2000	0.90	0.89
2500	0.91	
3150	0.94	



\*\* 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

PK483, kokonaispaksuus 47 mm  
Kerros 1: Puukuitu 131.3 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 47 mm

### Näytekoko:

Kiekkokoko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

9.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.8 °C

Ilmanpaine:

1021.9 mbar

### Luokka:

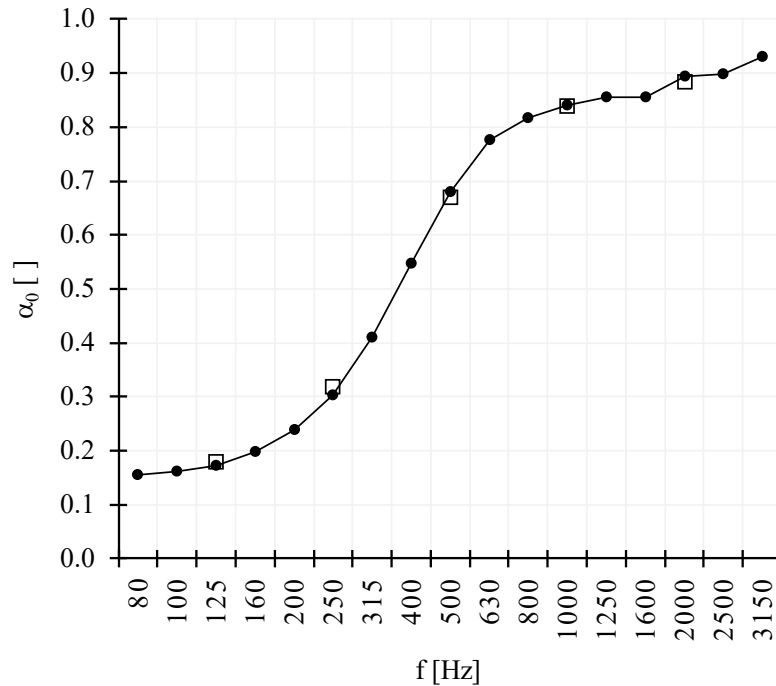
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.16	
100	0.16	
125	0.17	0.18
160	0.20	
200	0.24	
250	0.30	0.32
315	0.41	
400	0.55	
500	0.68	0.67
630	0.78	
800	0.82	
1000	0.84	0.84
1250	0.86	
1600	0.86	
2000	0.89	0.88
2500	0.90	
3150	0.93	



\*\* 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

PK483 + palosuoja, kokonaispaksuus 47 mm  
Kerros 1: Puukuitu + palosuoja 134.9 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 47 mm

### Näytekokko:

Kiekko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

9.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.8 °C

Ilmanpaine:

1022.1 mbar

### Luokka:

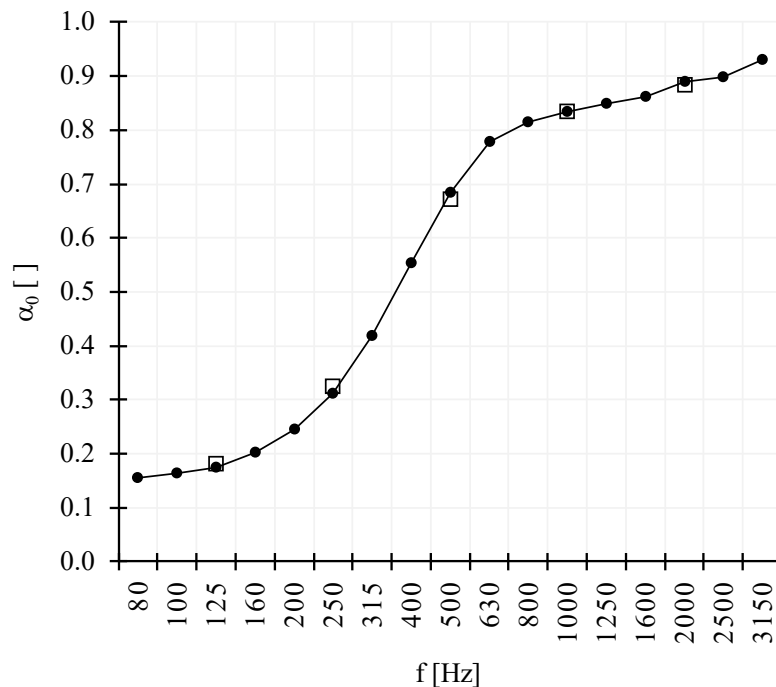
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.16	
100	0.16	
125	0.17	0.18
160	0.20	
200	0.24	
250	0.31	0.32
315	0.42	
400	0.55	
500	0.68	0.67
630	0.78	
800	0.82	
1000	0.83	0.83
1250	0.85	
1600	0.86	
2000	0.89	0.88
2500	0.90	
3150	0.93	



\*\* 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

PK484, kokonaispaksuus 48 mm  
Kerros 1: Puukuitu 123.6 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 48 mm

### Näytekoko:

Kiekkokoko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

9.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.6 °C

Ilmanpaine:

1021.6 mbar

### Luokka:

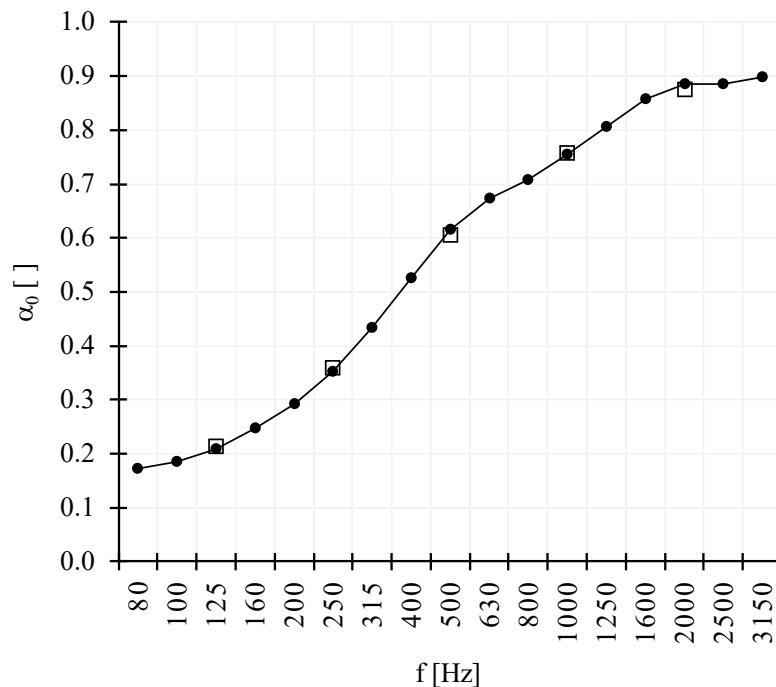
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.17	
100	0.19	
125	0.21	0.21
160	0.25	
200	0.29	
250	0.35	0.36
315	0.43	
400	0.53	
500	0.61	0.60
630	0.67	
800	0.71	
1000	0.76	0.76
1250	0.81	
1600	0.86	
2000	0.88	0.88
2500	0.89	
3150	0.90	



\*\* 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

REF20, kokonaispaksuus 200 mm  
Kerros 1: Ecophon Focus 59.4 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 20 mm  
Kerros 2: Ilmarako 180 mm

### Näytekoko:

Kiekkokoko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

8.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.5 °C

Ilmanpaine:

1023.7 mbar

### Luokka:

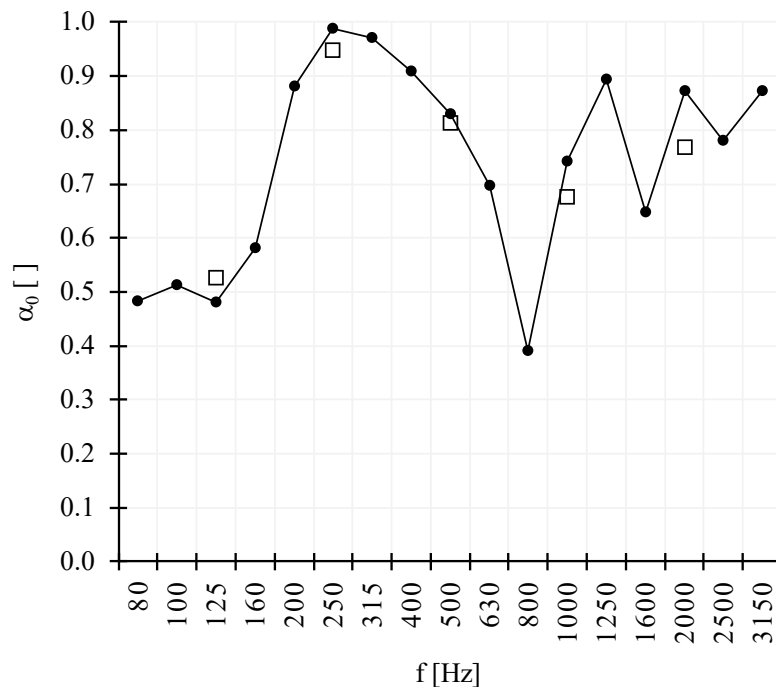
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

64 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.48	
100	0.51	
125	0.48	0.52
160	0.58	
200	0.88	
250	0.99	0.95
315	0.97	
400	0.91	
500	0.83	0.81
630	0.70	
800	0.39	
1000	0.74	0.68
1250	0.89	
1600	0.65	
2000	0.87	0.77
2500	0.78	
3150	0.87	



\*\* 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

PK420, kokonaispaksuus 200 mm  
Kerros 1: Puukuitu 121.1 kg/m<sup>3</sup>, paksuus 22 mm  
Kerros 2: Ilmarako 180 mm

### Näytekoko:

Kiekkokoko, halkaisija 63,50 mm

### Näytteiden määrä:

Tulos on 3 näytteelle tehdyn mittauksen keskiarvo

### Mittalaite

B&K 4206A, Matlab analyysiohjelmisto

### Tilaaaja:

Turun ammattikorkeakoulu, Kira Circularis- projekti

### Yhteistyökumppani:

Fiberwood Oy, Kimmo Huttunen  
p. +358 40 864 9003, kimmo.huttunen@fiberwood.com

### Testipäivä:

8.9.2025

Huoneilman lämpötila:

22.7 °C

Ilmanpaine:

1021.9 mbar

### Luokka:

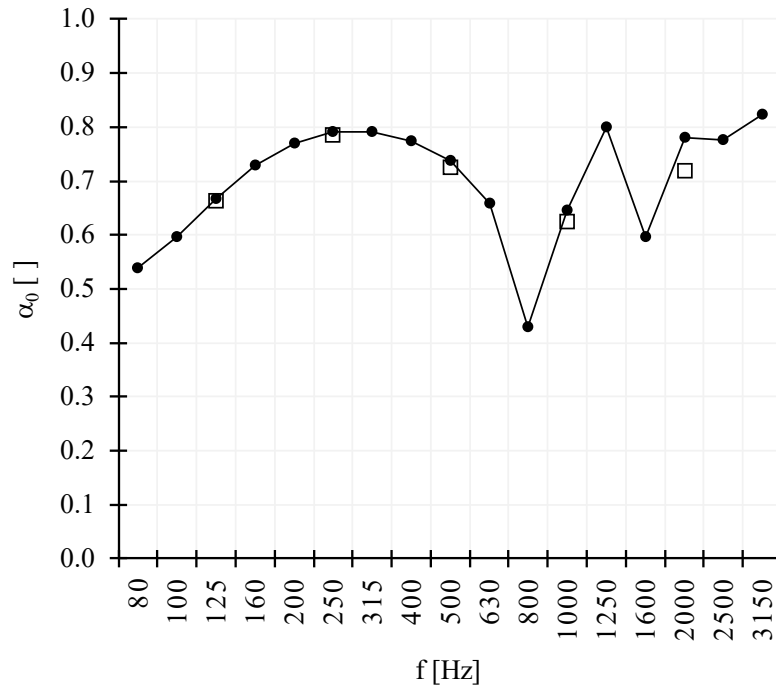
C \*\*

Huoneilman suhteellinen kosteus:

65 %

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

f [Hz]	$\alpha_0$ [ ]	$\alpha_0$ [ ]
80	0.54	
100	0.60	
125	0.67	0.66
160	0.73	
200	0.77	
250	0.79	0.78
315	0.79	
400	0.77	
500	0.74	0.72
630	0.66	
800	0.43	
1000	0.64	0.63
1250	0.80	
1600	0.60	
2000	0.78	0.72
2500	0.78	
3150	0.82	



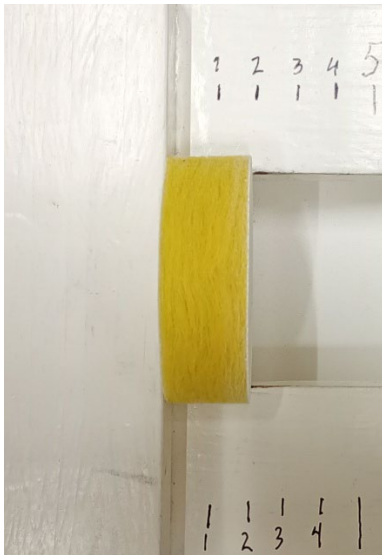
\*\* Luokka ei suoraan vastaa ISO 11654 mukaista määritettyä absorptioluokkaa.

Se tulisi määrittää ISO 354 mukaan tehdyillä mittauksilla alueella 200-5000 Hz.

## LIITE 2 – TUOTEKUVAUKSET

Taulukko 2.1. Näytteiden mitat.

	<u>Massa (g)</u>	<u>Paksuus (mm)</u>	<u>Halkaisija (mm)</u>	<u>Tiheys kg/m<sup>3</sup></u>
<b>REF 20</b>	3.80	20.20	63.5	59.4
<b>REF 40</b>	8.07	40.85	63.5	62.4
<b>PK420</b>	8.60	22.41	63.5	121.1
<b>PK481</b>	20.90	48.22	63.5	136.9
<b>PK483</b>	19.37	46.57	63.5	131.3
<b>PK483 + palosuoja</b>	20.08	46.98	63.5	134.9
<b>PK484</b>	18.85	48.17	63.5	123.6



Kuva L2.1 REF 20, kokonaispaksuus 20 mm.



Kuva L2.2 REF 40, kokonaispaksuus 41 mm.



Kuva L2.3 PK420, kokonaispaksuus 22 mm.



Kuva L2.4 PK481, kokonaispaksuus 48 mm.



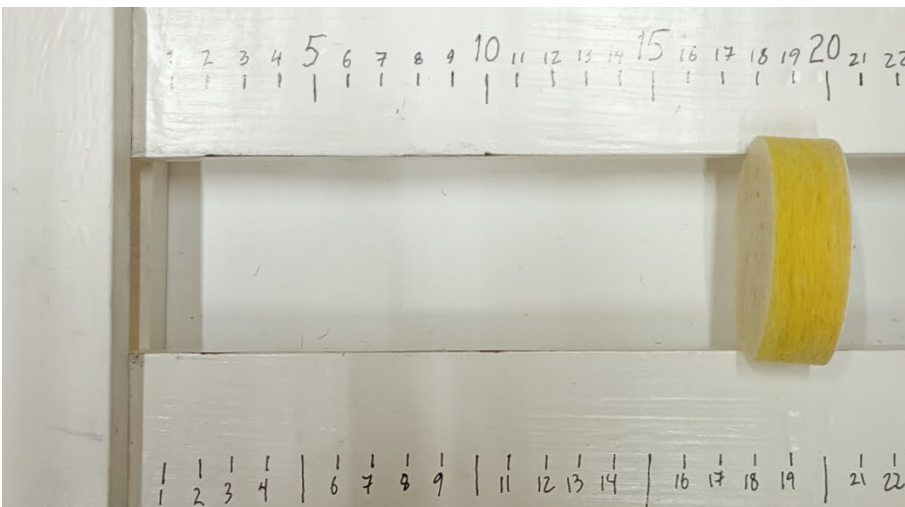
Kuva L2.5 PK483, kokonaispaksuus 47 mm.



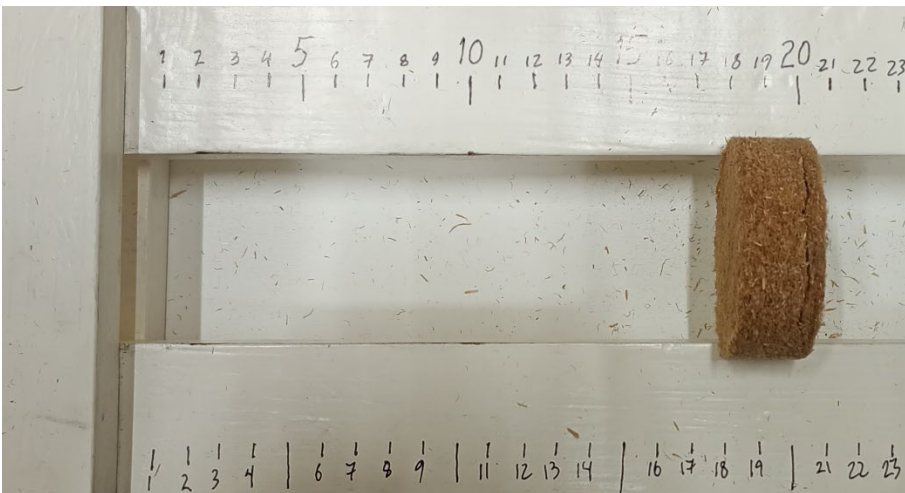
Kuva L2.6 PK483 + palosuoja, kokonaispaksuus 47 mm.



Kuva L2.7 PK484, kokonaispaksuus 48 mm.



Kuva L2.8 REF 20 + ilmarako, kokonaispaksuus 200 mm.



Kuva L2.9 PK420 + ilmarako, kokonaispaksuus 200 mm.

## 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.

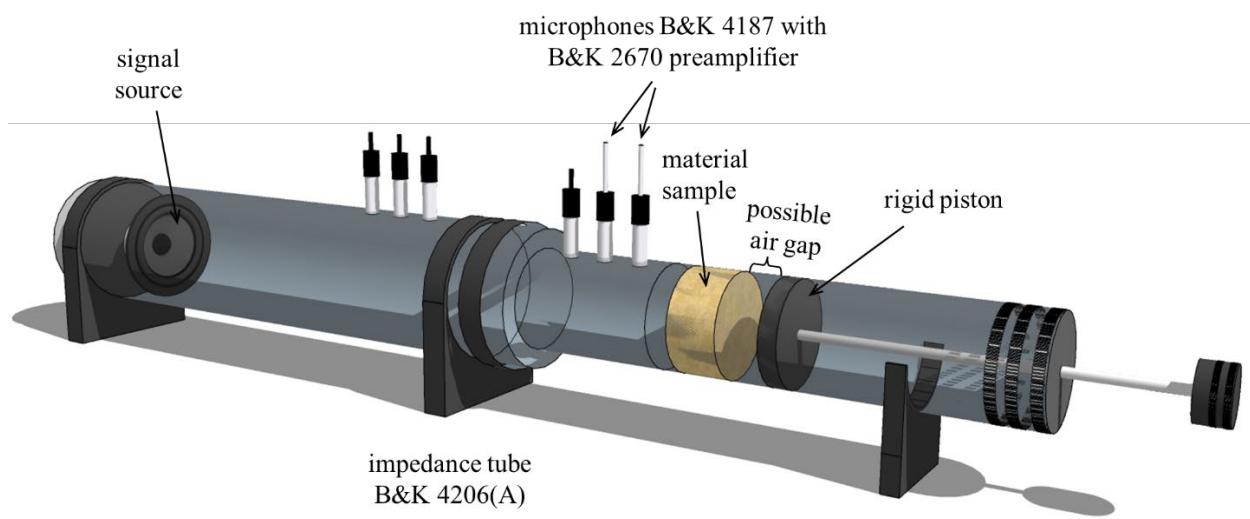


Fig. 1. The impedance tube.



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.