

Turku AMK, Kira Circularis -projekti
Yhteistyökumppani: Uusioaines Oy, Tiina Partanen,
tiina.partanen@uusioaines.com, +358 40 560 7562

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 kahdeksalle eri tuotteelle. Jokaisesta tuotteesta mitattiin kolme näytettä, joista raportoidaan mittausten keskiarvo. Näytteiden absorptiosuhde mitattiin taustassa kiinni (ISO 354 Type A).

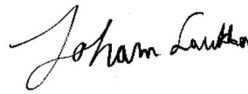
3 TULOKSET

Tulokset ovat liitteessä 1. Tuotekuvaukset on liitteessä 2.

4 ALLEKIRJOITUKSET



Valtteri Hongisto
tutkimusryhmän vetäjä



Johann Laukka
tutkija

Turun ammattikorkeakoulu

Akustiikkalaboratorio

LIITTEET

1. Mittaustulokset
2. Tuotekuvaukset
3. Mittausmenetelmä

LIITE 1 – MITTAUSTULOKSET

Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen standardin ISO 10534-2 mukaan

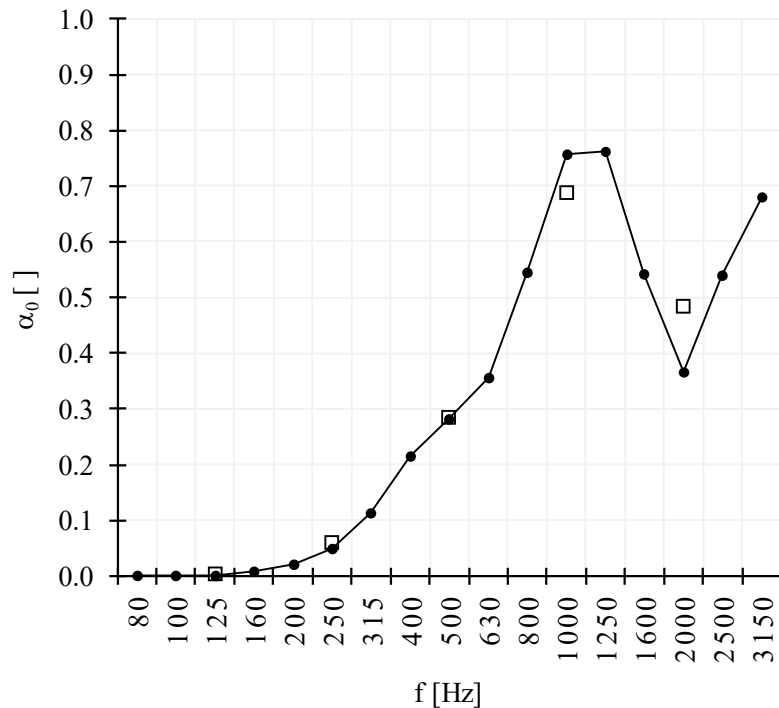
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 50 mm, raekoko 4-10 mm, tiheys 286 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.2 °C
 Ilmanpaine: 1012.0 mbar
Luokka: D ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 22 %

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

f	α_0	α_0
[Hz]	[]	[]
80	0	
100	0.00	
125	0.00	0.00
160	0.01	
200	0.02	
250	0.05	0.06
315	0.11	
400	0.22	
500	0.28	0.29
630	0.36	
800	0.54	
1000	0.76	0.69
1250	0.76	
1600	0.54	
2000	0.37	0.48
2500	0.54	
3150	0.68	



** 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

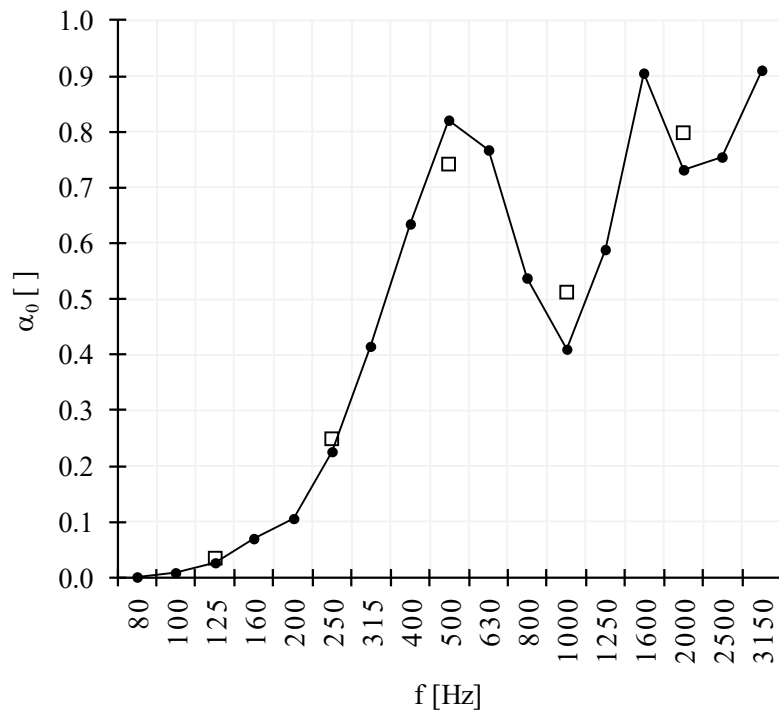
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 100 mm, raekoko 4-10 mm, tiheys 289 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.2 °C
 Ilmanpaine: 1012.0 mbar
Luokka: D ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 22 %

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

f	α_0	α_0
[Hz]	[]	[]
80	0	
100	0.01	
125	0.03	0.03
160	0.07	
200	0.11	
250	0.23	0.25
315	0.41	
400	0.64	
500	0.82	0.74
630	0.77	
800	0.54	
1000	0.41	0.51
1250	0.59	
1600	0.91	
2000	0.73	0.80
2500	0.75	
3150	0.91	



** 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

FOAMIT

Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 200 mm, raekoko 4-10 mm, tiheys 278 kg/m³

Näytekokko:

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:

Uusioaines Oy, Tiina Partanen

p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä:

17.2.2025

Huoneilman lämpötila:

20.2 °C

Ilmanpaine:

1012.0 mbar

Luokka:

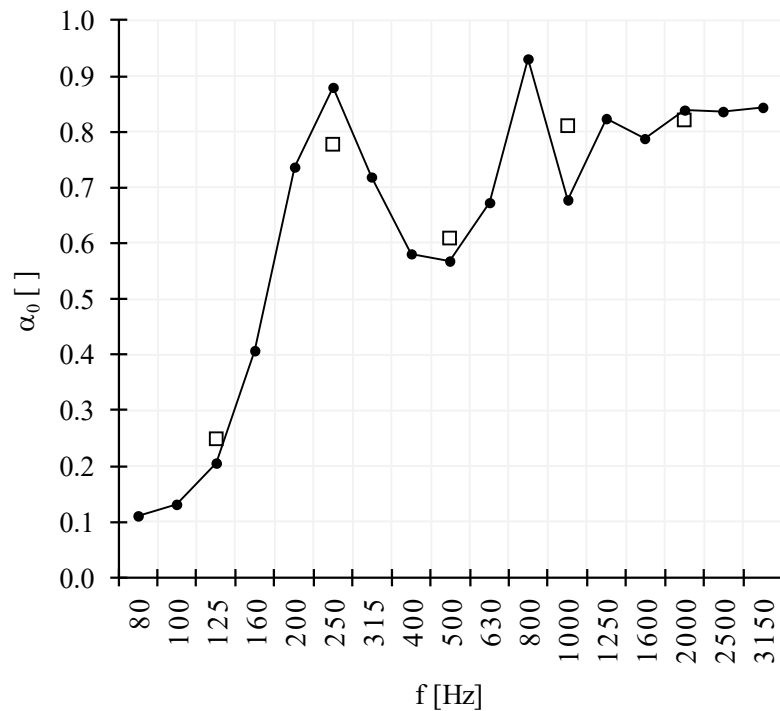
C **

Huoneilman suhteellinen kosteus:

22 %

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

f [Hz]	α_0 []	α_0 []
80	0.11	
100	0.13	
125	0.21	0.25
160	0.41	
200	0.74	
250	0.88	0.78
315	0.72	
400	0.58	
500	0.57	0.61
630	0.67	
800	0.93	
1000	0.68	0.81
1250	0.82	
1600	0.79	
2000	0.84	0.82
2500	0.84	
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

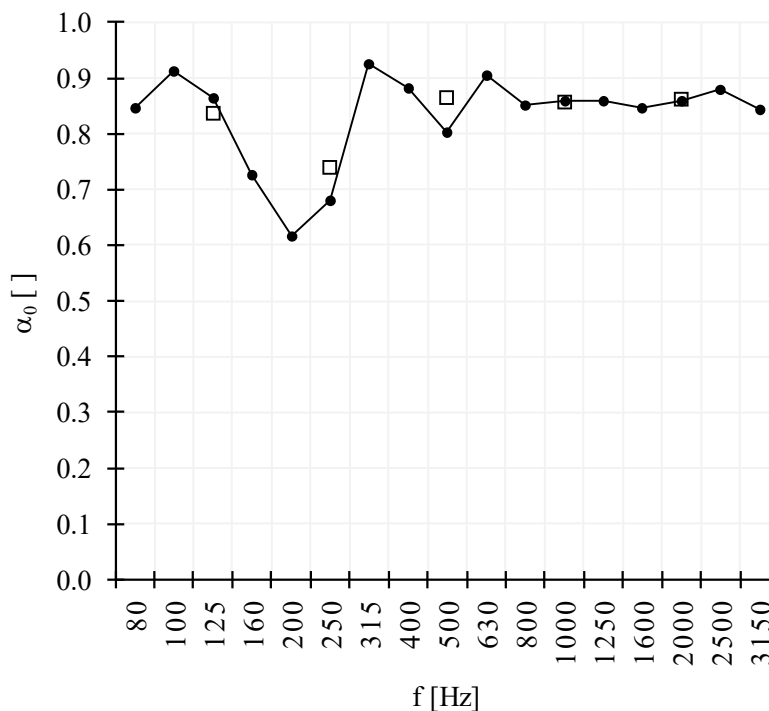
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 400 mm, raekoko 4-10 mm, tiheys 304 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.2 °C
 Ilmanpaine: 1012.0 mbar
Luokka: B ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 22 %

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

f [Hz]	α_0 []	α_0 []
80	0.85	
100	0.91	
125	0.86	0.84
160	0.73	
200	0.62	
250	0.68	0.74
315	0.93	
400	0.88	
500	0.80	0.86
630	0.91	
800	0.85	
1000	0.86	0.86
1250	0.86	
1600	0.85	
2000	0.86	0.86
2500	0.88	
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

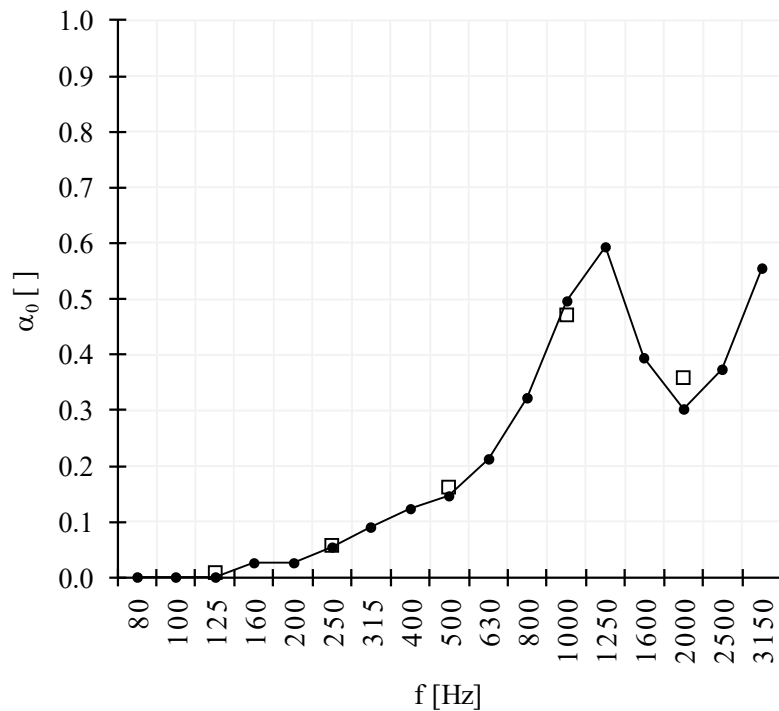
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 50 mm, raekoko 4-20 mm, tiheys 237 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.4 °C
 Ilmanpaine: 1013.3 mbar
Luokka: E** Huoneilman suhteellinen kosteus: 23 %

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

f	α_0	α_0
[Hz]	[]	[]
80	0.00	
100	0.00	
125	0.00	0.01
160	0.03	
200	0.03	
250	0.06	0.06
315	0.09	
400	0.12	
500	0.15	0.16
630	0.21	
800	0.32	
1000	0.50	0.47
1250	0.59	
1600	0.39	
2000	0.30	0.36
2500	0.37	
3150	0.55	



** 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

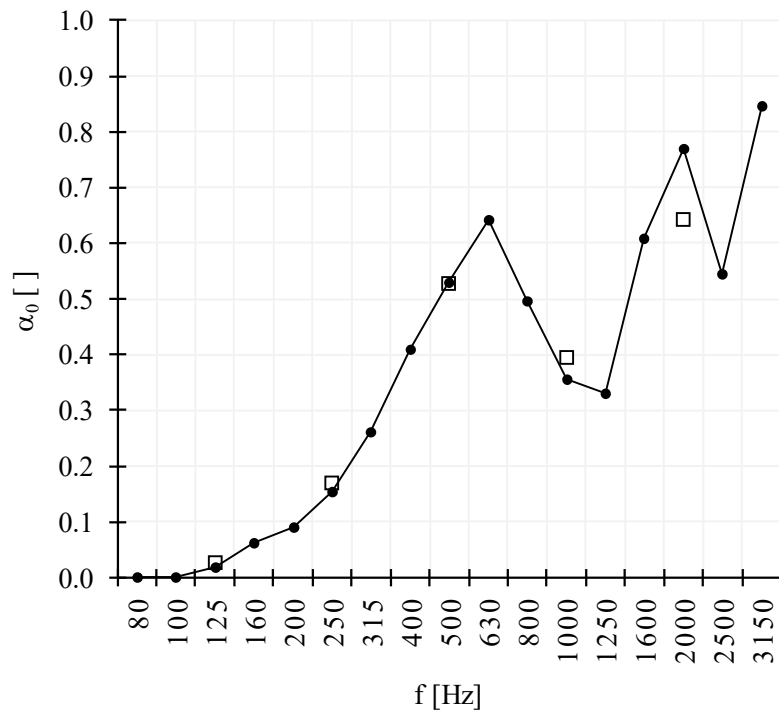
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 100 mm, raekoko 4-20 mm, tiheys 204 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.5 °C
 Ilmanpaine: 1013.3 mbar
Luokka: D ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 23 %

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

f	α_0	α_0
[Hz]	[]	[]
80	0.00	
100	0.00	
125	0.02	0.03
160	0.06	
200	0.09	
250	0.15	0.17
315	0.26	
400	0.41	
500	0.53	0.53
630	0.64	
800	0.50	
1000	0.36	0.39
1250	0.33	
1600	0.61	
2000	0.77	0.64
2500	0.54	
3150	0.85	



** 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

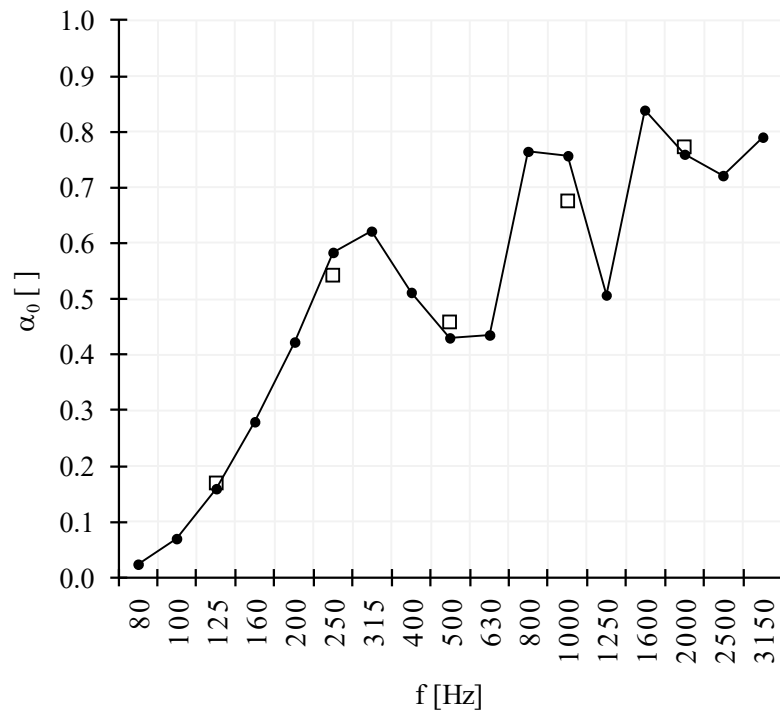
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 200 mm, raekoko 4-20 mm, tiheys 212 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.7 °C
 Ilmanpaine: 1013.3 mbar
Luokka: D ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 23 %

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

f	α_0	α_0
[Hz]	[]	[]
80	0.02	
100	0.07	
125	0.16	0.17
160	0.28	
200	0.42	
250	0.58	0.54
315	0.62	
400	0.51	
500	0.43	0.46
630	0.44	
800	0.76	
1000	0.76	0.68
1250	0.51	
1600	0.84	
2000	0.76	0.77
2500	0.72	
3150	0.79	



** 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

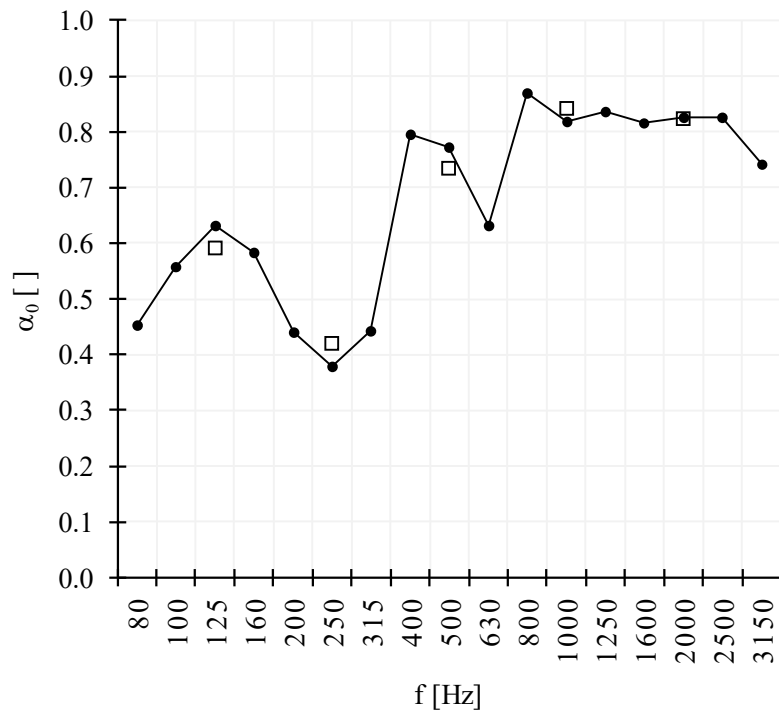
Näytteen kuvaus Kerros 1: FOAMIT vaahtolasimurske 400 mm, raekoko 4-20 mm, tiheys 202 kg/m³

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: Uusioaines Oy, Tiina Partanen
 p. +358 40 560 7562, tiina.partanen@uusioaines.com

Testipäivä: 17.2.2025 Huoneilman lämpötila: 20.7 °C
 Ilmanpaine: 1013.2 mbar
Luokka: C ** Huoneilman suhteellinen kosteus: 23 %

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

f [Hz]	α_0 []	α_0 []
80	0.45	
100	0.56	
125	0.63	0.59
160	0.58	
200	0.44	
250	0.38	0.42
315	0.44	
400	0.80	
500	0.77	0.73
630	0.63	
800	0.87	
1000	0.82	0.84
1250	0.84	
1600	0.82	
2000	0.83	0.82
2500	0.82	
3150	0.74	



** 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. FOAMIT vaahtolasimurske -näytteiden mitat.

<u>Raekoko (mm):</u>	<u>Massa (g)</u>	<u>Paksuus (mm)</u>	<u>Halkaisija (mm)</u>	<u>Tiheys kg/m³</u>
4-10	45	50	63.5	286
4-10	91	100	63.5	289
4-10	176	200	63.5	278
4-10	385	400	63.5	304
4-10	38	50	63.5	237
4-20	65	100	63.5	204
4-20	134	200	63.5	212
4-20	256	400	63.5	202



Kuva L2.1 Toimitetut näytteet F20 (raekoko 4-20 mm) ja F10 (raekoko 4-10 mm)

Mittaus tehtiin pystyasennossa olevassa impedanssiputkessa, jolloin näytteen paksuus voitiin säätää halutuksi kaatamalla putken pohjalle taustapintaa vasten tarvittava määrä rakeita.

Paksuus putkessa mitattiin työntömitalla.

Massa mitattiin kaatamalla mitattu tuote vaa'alla olevaan astiaan.

Raekokoja ei tarkistusmitattu, vaan raekokoalue on Uusioaines Oy:n raportoima.

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 & Kjær 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.

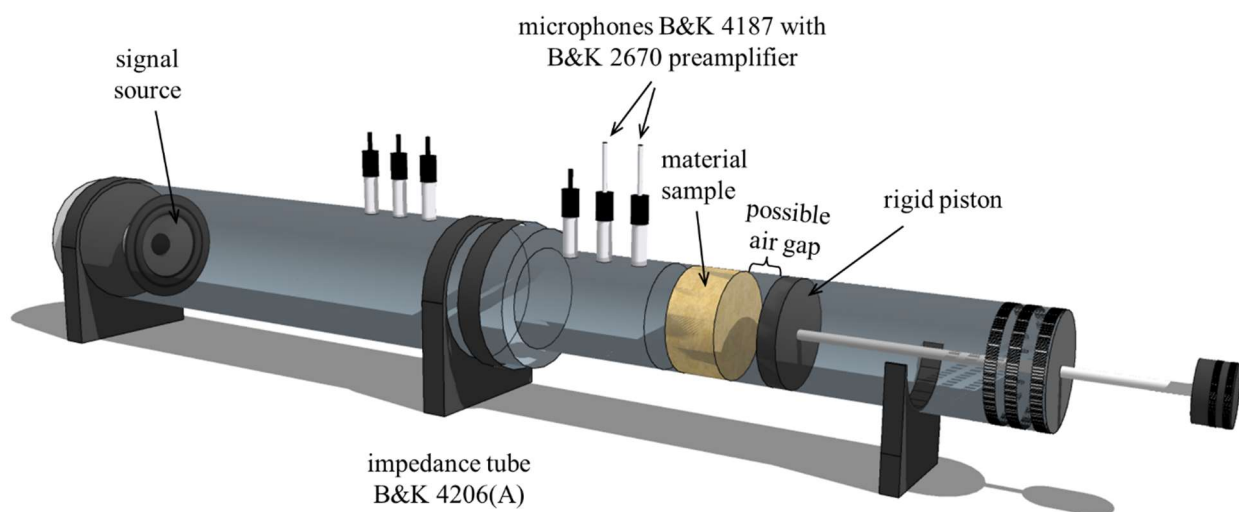


Fig. 1. The impedance tube.



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.