

## Laboratorium voor Akoestiek



*Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van absorberende panelen, type: Circle Panel*



## Laboratorium voor Akoestiek

*Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van absorberende panelen, type: Circle Panel*

Opdrachtgever      Brakels Acoustic Solutions B.V.  
                              Heinz Moormannstraat 1D  
                              5831 AS Boxmeer

rapportnummer      A 4131-3-RA-001

datum                 10 december 2021

referentie            TS/RMei/DJ/A 4131-3-RA-001

verantwoordelijke   Th.W. Scheers

opsteller             MSc R. Meijers  
                              085-8228654  
                              r.meijers@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Normstelling en richtlijnen</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Onderzochte constructie</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Metingen</b>	<b>7</b>
4.1	Meetmethode	7
4.2	Meetnauwkeurigheid	8
4.3	Omgevingscondities	9
4.4	Meetresultaten	9

## 1 Inleiding

In opdracht van Brakels Acoustic Solutions B.V. te Boxmeer zijn geluidabsorptiemetingen uitgevoerd aan:

### Circle Panels

De metingen zijn verricht in het Laboratorium voor Akoestiek van Peutz bv te Mook, zie figuur 1.



## 2 Normstelling en richtlijnen

De metingen zijn uitgevoerd conform het kwaliteitshandboek van het Laboratorium voor Akoestiek en de volgende normen:

EN-ISO 354:2003 <sup>1, 2</sup>	Acoustics Measurement of sound absorption in a reverberation room
ISO 11654:1997	Acoustics Sound absorbers for use in buildings Rating of sound absorption
ASTM C423-17	Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method
ISO 20189:2018	Acoustics – Screens, furniture and single objects intended for interior use – Rating of sound absorption and sound reduction of elements based on laboratory measurements

1



Voor het uitvoeren van deze bepalingen is het Laboratorium voor Akoestiek erkend door de Raad voor Accreditatie (RvA).

De RvA is deelnemer in de EA MLA (**EA MLA: European Accreditation Organisation MultiLateral Agreement**: <http://www.european-accreditation.org>).

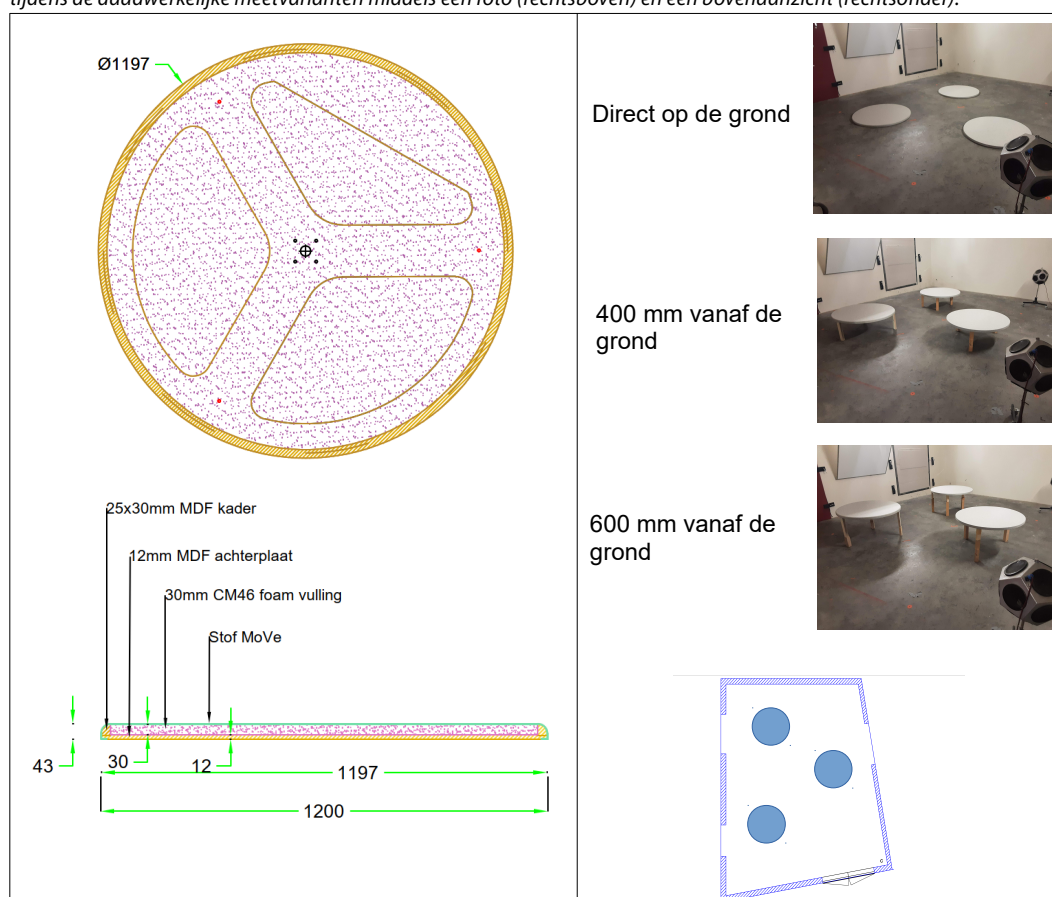
*EA: "Certificates and reports issued by bodies accredited by MLA and MRA members are considered to have the same degree of credibility, and are accepted in MLA and MRA countries."*

- 2 In deze norm is aangegeven dat in het rapport bij iedere meting de gemiddelde nagalmtijd van de lege nagalmkamer en van de nagalmkamer met het te onderzoeken materiaal per frequentieband aangegeven dient te worden. Om de opdrachtgever niet te belasten met een grote reeks cijfers welke niet relevant zijn om de kwaliteit van het product te beoordelen, zijn deze in dit rapport weggelaten. Uiteraard kunnen deze cijfers op verzoek van de opdrachtgever achteraf nog verstrekt worden.

## 3 Onderzochte constructie

Onderstaande gegevens zijn verstrekt door de opdrachtgever en/of verkregen uit eigen waarnemingen. In de schematische aanduidingen zijn ook de afmetingen en materialen aangegeven.

f1 Schematische weergave van de Circle Panels inclusief materialen en afmetingen (links). Plaatsing van de Circle Panels tijdens de daadwerkelijke meetvarianten middels een foto (rechtsboven) en een bovenaanzicht (rechtsonder).



In de gekozen meetopstelling wordt de hoeveelheid absorptie  $A$  ( $m^2$ ) van 3 akoestische elementen (met afmetingen van 1,20 m diameter en dikte 43 mm) bepaald en weergegeven per element. Het gaat om drie varianten, waarbij de opbouwhoogte varieert.

Vervolgens wordt de absorptiewaarde ook bepaald per product, met als resultaat  $\alpha_{obj}$ . Overigens geldt in dit geval dat twee van de panelen een scherpe bovenrand hebben en één van de panelen een afgeronde bovenkant.

*De gepresenteerde resultaten gelden alleen voor de hier beproefde monsters onder de laboratorium omstandigheden zoals omschreven. Het laboratorium kan geen uitspraak doen over de representativiteit van de onderzochte monsters. Voorliggend rapport is geldig zolang de toegepaste constructies en/of materialen ongewijzigd zijn.*

## 4 Metingen

### 4.1 Meetmethode

De metingen zijn uitgevoerd volgens ISO 354 in de nagalmkamer van het Laboratorium voor Akoestiek van Peutz bv te Mook. De eigenschappen van de nagalmkamer worden in figuur 2 van dit rapport weergegeven.

Door middel van nagalmmetingen wordt van de nagalmkamer de nagalmtijd bepaald in twee situaties:

- wanneer de nagalmkamer leeg is;
- wanneer in de nagalmkamer het te onderzoeken materiaal is opgesteld.

Door het inbrengen van het te onderzoeken materiaal zal de nagalmtijd in de nagalmkamer in het algemeen korter worden.

De afname van de nagalmtijd is een maat voor de ingebrachte hoeveelheid absorptie.

Berekeningen en metingen worden uitgevoerd in 1/3octaaf bandbreedte van 100 tot 5000 Hz, overeenkomstig de normen. Waar van toepassing worden uit deze tertsbandwaarden octaafbandwaarden berekend.

Uit de nagalmmetingen van de lege nagalmkamer wordt het in de lege nagalmkamer aanwezige equivalente geluidabsorptieoppervlak  $A_1$  (per frequentieband) berekend volgens vergelijking 1 en uitgedrukt in  $m^2$ .

$$A_1 = \frac{55,3V}{cT_1} - 4Vm_1 \quad (1)$$

waarin :

$V$  = volume van de lege nagalmkamer [ $m^3$ ]

$T_1$  = de nagalmtijd in de lege nagalmkamer [sec.]

$m_1$  = "power attenuation coefficient" in de lege nagalmkamer,  
berekend volgens vergelijking 3 [ $m^{-1}$ ]

$c$  = de snelheid van geluid in lucht, berekend volgens vergelijking 2 [m/s]

$$c = 331 + 0,6t \quad (2)$$

waarin :

$t$  = temperatuur; de formule geldt voor temperaturen tussen 15 and 30 °C [°C]

$$m = \frac{\alpha}{10 \log(e)} \quad (3)$$

waarin :

$\alpha$  = "attenuation coefficient" berekend volgens ISO 9613-1

Op analoge wijze wordt het equivalente geluidabsorptieoppervlak  $A_2$  na het aanbrengen van het te onderzoeken monster volgens vergelijking 4 berekend en uitgedrukt in  $m^2$

$$A_2 = \frac{55,3 V}{c T_2} - 4 V m_2 \quad (4)$$

waarin :

c en V dezelfde betekenis hebben als in vergelijking 1 en

$T_2$  = de nagalmtijd in de nagalmkamer na aanbrengen van het te onderzoeken monster [sec]

$m_2$  = "power attenuation coefficient" in de nagalmkamer na aanbrengen van het te onderzoeken monster, berekend volgens vergelijking 3 [ $m^{-1}$ ]

Het equivalente geluidabsorptieoppervlak A van het onderzochte monster wordt berekend volgens vergelijking 5 en uitgedrukt in  $m^2$

$$A = A_2 - A_1 \quad (5)$$

Wanneer het een monster betreft met een aaneengesloten oppervlak van 10 à 12,6  $m^2$  dan dient de geluidabsorptiecoëfficiënt  $\alpha_s$  te worden berekend volgens vergelijking 6:

$$\alpha_s = \frac{A}{S} \quad (6)$$

waarin:

S = het oppervlak van het onderzochte monster [ $m^2$ ]

#### 4.2 Meetnauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de berekende absorptiecoëfficiënten kan getalsmatig worden uitgedrukt in termen van herhaalbaarheid (binnen één laboratorium) en reproduceerbaarheid (tussen verschillende laboratoria).

De herhaalbaarheid is de waarde waaronder het absolute verschil tussen twee enkelvoudige meetresultaten, die zijn verkregen :

- met eenzelfde methode,
- met een identiek meetobject,
- onder gelijkblijvende omstandigheden van het laboratorium, uitvoering, apparatuur in een kort tijdsinterval, met een waarschijnlijkheid van 95% wordt verwacht te liggen.

Om inzicht te krijgen in de herhaalbaarheid van de absorptiemetingen in de nagalmkamer van Peutz bv te Mook zijn metingen uitgevoerd conform ISO 354: 2003 en is de herhaalbaarheid berekend volgens ISO 354:1985 Annex C.



Uit de berekende resultaten blijkt dat in het frequentiegebied van 100 t/m 200 Hz en bij 5000 Hz de herhaalbaarheid (r) maximaal 0,21 is. Voor de frequenties van 250 t/m 4000 Hz bedraagt de herhaalbaarheid maximaal  $r = 0,09$ .

#### 4.3 Omgevingscondities

In onderstaande tabel 4.1 zijn de ten tijde van de geluidabsorptiemetingen gemeten omgevingscondities weergegeven.

t4.1 Omgevingscondities tijdens de metingen d.d. 1-11-2021

nagalmkamer	temperatuur [°C]	barometrisch druk [kPa]	relatieve vochtigheid [%]
leeg	17,7	99,6	59,6
Gevuld met 3 Circle Panels	17,4	99,5	52,0

#### 4.4 Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemetingen worden weergegeven in onderstaande tabel 4.2. Gemeten is in tertsbanden. De resultaten van de octaafbanden ontstaan door rekenkundige middeling van de resultaten van de tertsbanden.

## t4.2 meetresultaten absorptiemetingen van Circle Panels

Variant record nr.	Geluidabsorptie $A_{obj}$ [m <sup>2</sup> ]					
	Direct op de grond #186		Op 400 mm hoogte #112		Op 600 mm hoogte #149	
Zie figuur	3		4		5	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,1		0,3		0,3	
125	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,3
160	0,1		0,2		0,2	
200	0,4		0,8		0,8	
250	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	0,8
315	0,7		1,0		0,8	
400	0,8		0,9		1,1	
500	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
630	1,2		1,3		1,3	
800	1,3		1,4		1,4	
1000	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5
1250	1,3		1,6		1,7	
1600	1,3		1,7		1,7	
2000	1,3	1,3	1,6	1,6	1,7	1,7
2500	1,2		1,6		1,6	
3150	1,2		1,6		1,6	
4000	1,2	1,2	1,5	1,5	1,6	1,6
5000	1,2		1,5		1,6	

De gegeven absorptiewaarden mogen niet als materiaalconstanten gezien worden, daar de absorptie niet alleen afhangt van het materiaal zelf. De wijze van aanbrengen, de grootte van het materiaaloppervlak en de plaats ervan in de ruimte, beïnvloeden mede de absorptie.

Aanvullend op de hiervoor gegeven absorptie  $A_{obj}$  per element is conform de norm ISO 20189 de absorptiecoëfficiënt  $\alpha_{obj}$  waarde te bepalen. De definitie hiervan is:

$$\alpha_{obj,k} = \frac{A_{obj,k}}{S_{omhullend}} \quad [7]$$

$\alpha_{obj}$  wordt bepaald door de geluidsabsorptie (A) te delen door het aangestraalde oppervlak per product. Daartoe wordt een omhullende rechthoek gebruikt. Gezien de afmetingen van de Circle Panels 1197 mm diameter en 43 mm dik) komt dit neer op een omhullend

(rechthoekig) oppervlak dat verschilt per variant. In het geval van de circle panels op hoogte wordt ook het ondervlak meegerekend tot de omhulde oppervlakte.

Circle panels op de vloer:  $4 * 1,197 * 0,043 + 1,197^2 = 1,6 \text{ m}^2$

Circle panels op 400 mm hoogte:  $4 * 1,197 * 0,043 + 2 * 1,197^2 = 3,1 \text{ m}^2$

Circle panels op 600 mm hoogte:  $4 * 1,197 * 0,043 + 2 * 1,197^2 = 3,1 \text{ m}^2$

Het resultaat is gegeven in onderstaande tabel 4.3.

t4.3 rekenresultaten meetresultaten absorptiemetingen

Variant	Direct op de grond	Op 400 mm hoogte	Op 600 mm hoogte
frequentie [octaafbanden]	$\alpha_{\text{obj,k}}$	$\alpha_{\text{obj,k}}$	$\alpha_{\text{obj,k}}$
125	0,05	0,10	0,10
250	0,30	0,30	0,25
500	0,60	0,35	0,40
1000	0,80	0,50	0,50
2000	0,80	0,50	0,55
4000	0,75	0,50	0,50

Th. Scheers  
Hoofd Laboratorium voor Akoestiek

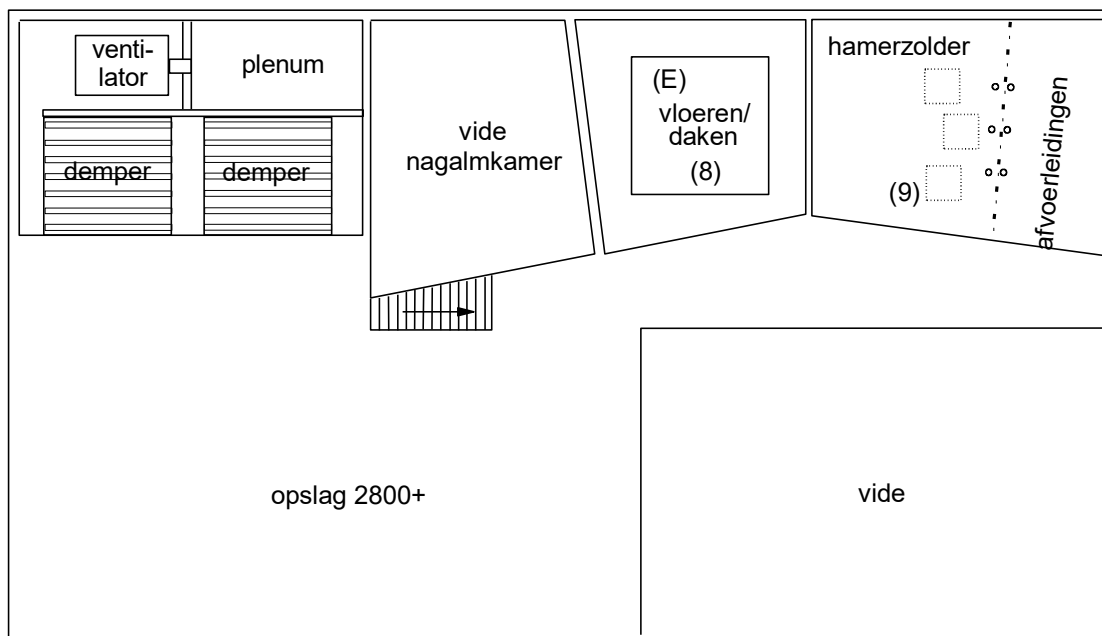
dr. ir. M.L.S. Vercammen  
Directie

Dit rapport bevat 11 pagina's en 5 figuren

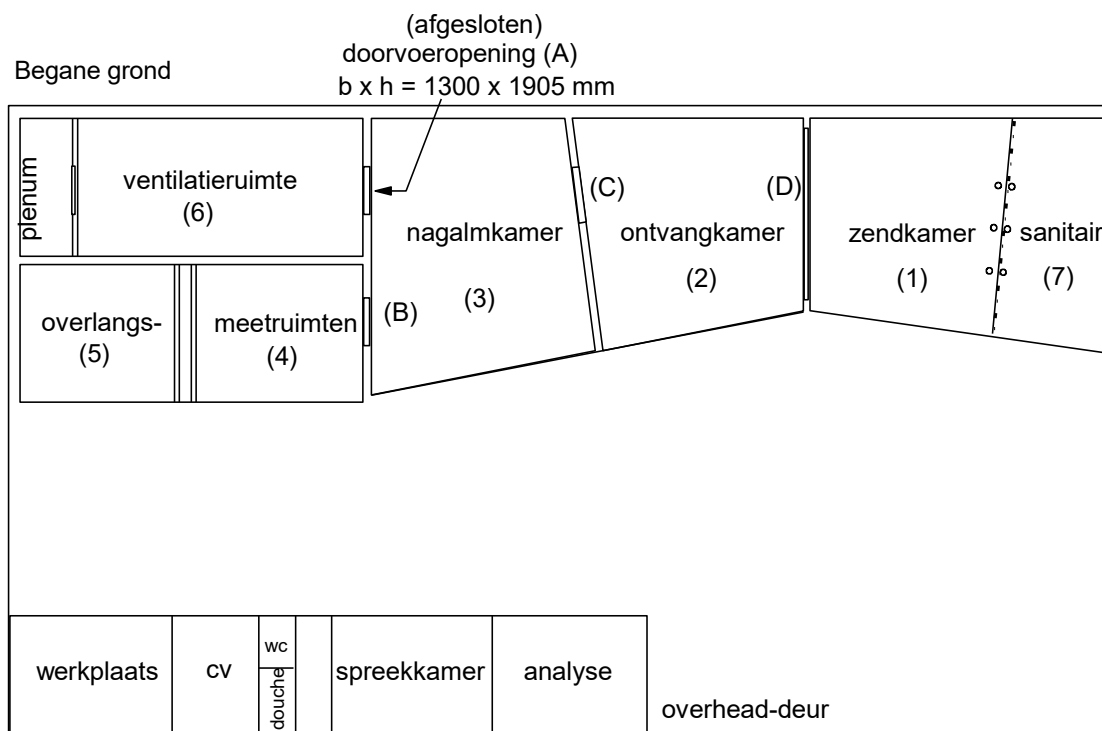
PEUTZ bv  
Lindenlaan 41, NL-6584 AC MOLENHOEK (LB)

## OVERZICHT

Verdieping

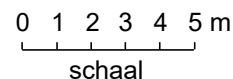


Begane grond



MEETOPENINGEN (b x h in mm):

- (B) 1000 x 2200 mm
- (C) 1500 x 1250 mm
- (D) 4300 x 2800 mm
- (E) 4000 x 4000 mm



PEUTZ bv  
Lindenlaan 41, 6584 AC MOLENHOEK (LB)

**NAGALMKAMER**

De nagalmkamer voldoet aan de in ISO 354:2003 gestelde eisen.

Verdere gegevens:

volume nagalmkamer V : 214 m<sup>3</sup>  
oppervlak St (wanden + vloer + plafond) : 219 m<sup>2</sup>

diffusie: door de vorm van de ruimte en door het aanbrengen van 6 gekromde en 2 vlakke reflecterende panelen met een totaal oppervlak van ca. 13 m<sup>2</sup> is een voldoende diffusie bereikt.

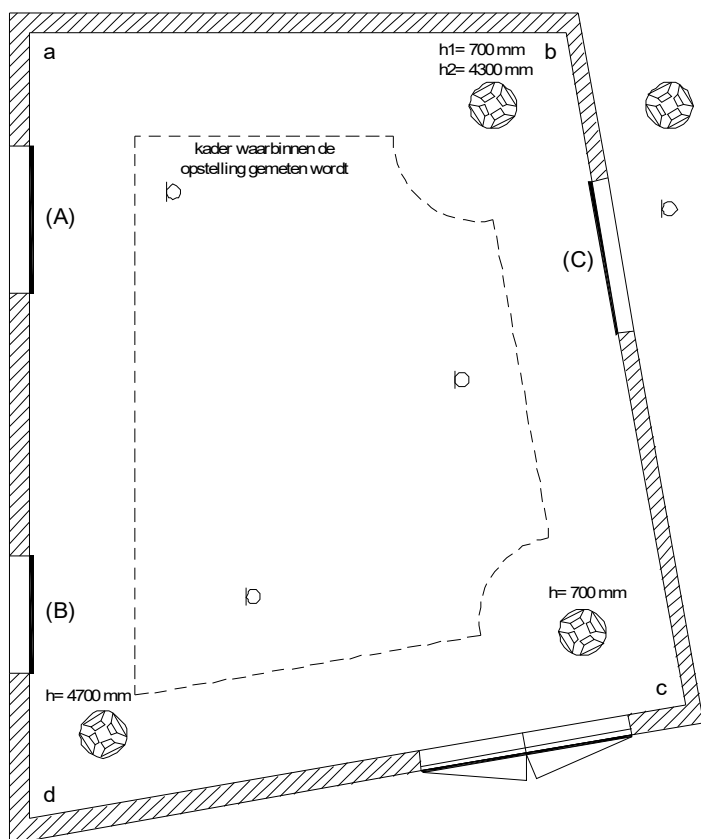
nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 01-11-2021

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	8,91	7,33	6,92	6,50	4,68	3,01	sec.

herhaalbaarheid r (1/1 oct.) c.f. ISO 354:1985 annex C (zie hoofdstuk 4.2 van dit rapport).

r bij hoge $\alpha$	0,13	0,04	0,04	0,02	0,02	0,08	-
r bij lage $\alpha$	0,09	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	-

plattegrond



luidspreker (4x)

microfoon (3x)

(afgesloten) testopeningen  
(breedte x hoogte in mm)  
(A): 1300 x 1800  
(B): 1000 x 2200  
(C): 1500 x 1250

hoogte bij:  
a: 5573 mm  
b: 5102 mm  
c: 5000 mm  
d: 5580 mm

0 1 2 m

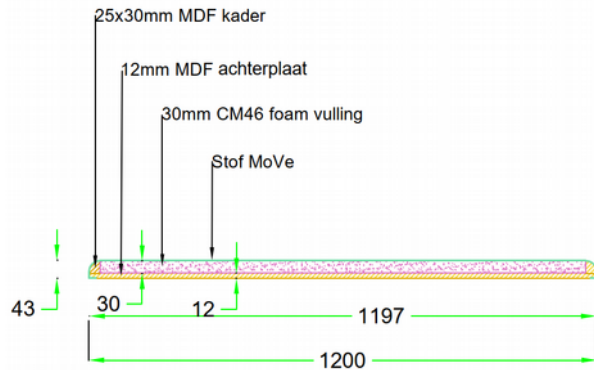
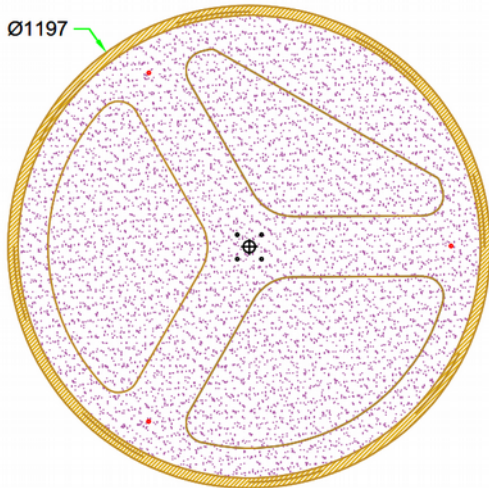
Absorb, versie 5.9 mode 7, bestandsnaam: a4131 E#:3-38 T<sub>1</sub> = 17,7 °C p<sub>1</sub> = 99,6 kPa h<sub>1</sub> = 59,6 %

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003



Opdrachtgever: Brakels Acoustic Solutions B.V.

#4: Circle panel, rechtreeks op vloer, 3 stuks



Absorb, versie 5.9 mode 9, PM:JK, bestandsnaam: a4131 E#:3-38 F#:150-185 A#:186 T<sub>1</sub> = 17,7 °C T<sub>2</sub> = 17,5 °C p<sub>1</sub> = 99,6 kPa p<sub>2</sub> = 99,5 kPa h<sub>1</sub> = 59,6 % h<sub>2</sub> = 52,5 %

- 1/3 oct.
- \* 1/1 oct.

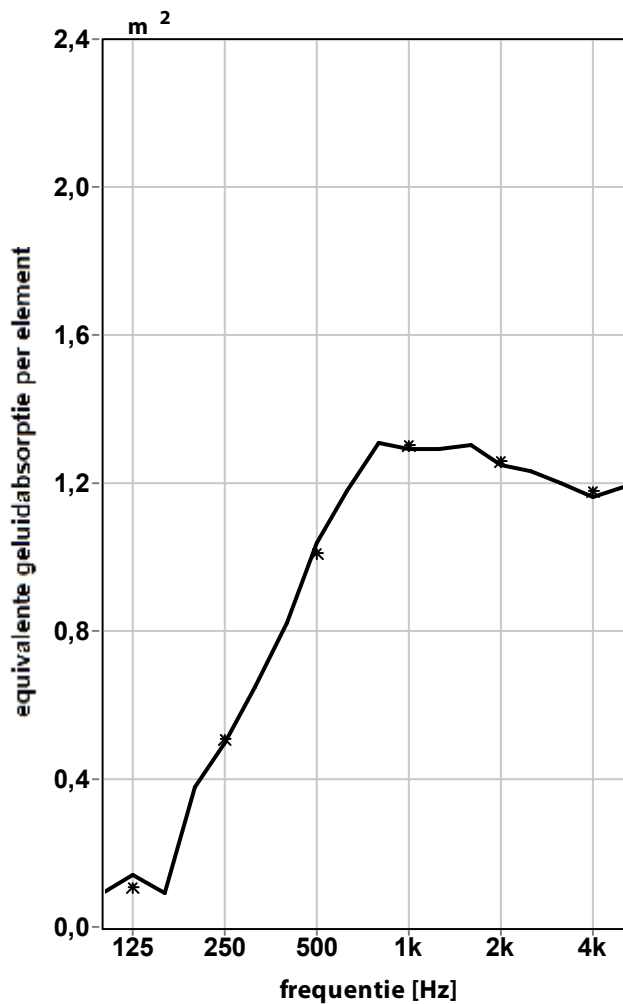
volume nagalmkamer: 214 m<sup>3</sup>

aantal elementen: 3

gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf



1/3 oct.	0,1	0,4	0,8	1,3	1,3	1,2
	0,1	0,5	1,0	1,3	1,3	1,2 m <sup>2</sup>
	0,1	0,7	1,2	1,3	1,2	1,2
1/1 oct.	0,1	0,5	1,0	1,3	1,3	1,2 m <sup>2</sup>

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

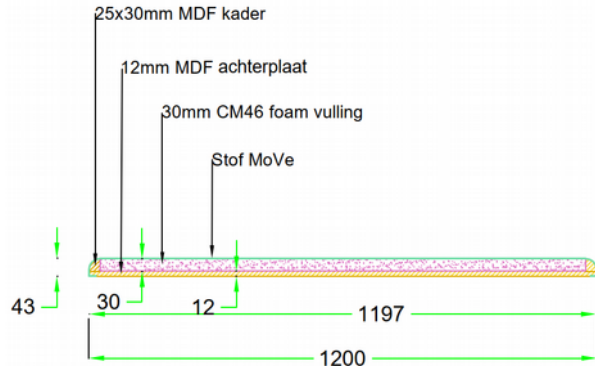
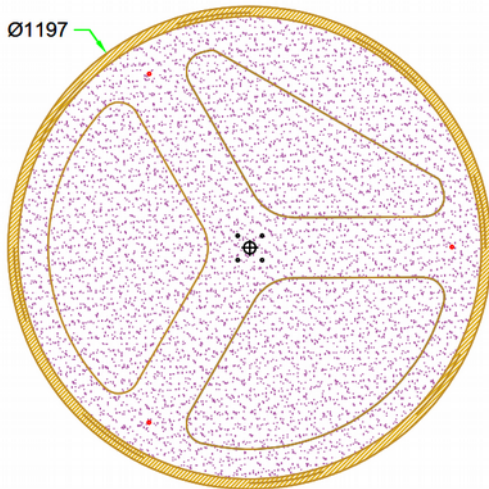
Mook, gemeten op 01-11-2021

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003



Opdrachtgever: Brakels Acoustic Solutions B.V.

#2; Circle panel, 400 mm spouw, 3 stuks



Absorb, versie 5.9 mode 9, PM: JK, bestandsnaam: a4131 E#: 3-38 F#: 76-111 A#: 112 T<sub>1</sub> = 17,7 °C T<sub>2</sub> = 17,4 °C p<sub>1</sub> = 99,6 kPa p<sub>2</sub> = 99,5 kPa h<sub>1</sub> = 59,6 % h<sub>2</sub> = 52,0 %

- 1/3 oct.
- \* 1/1 oct.

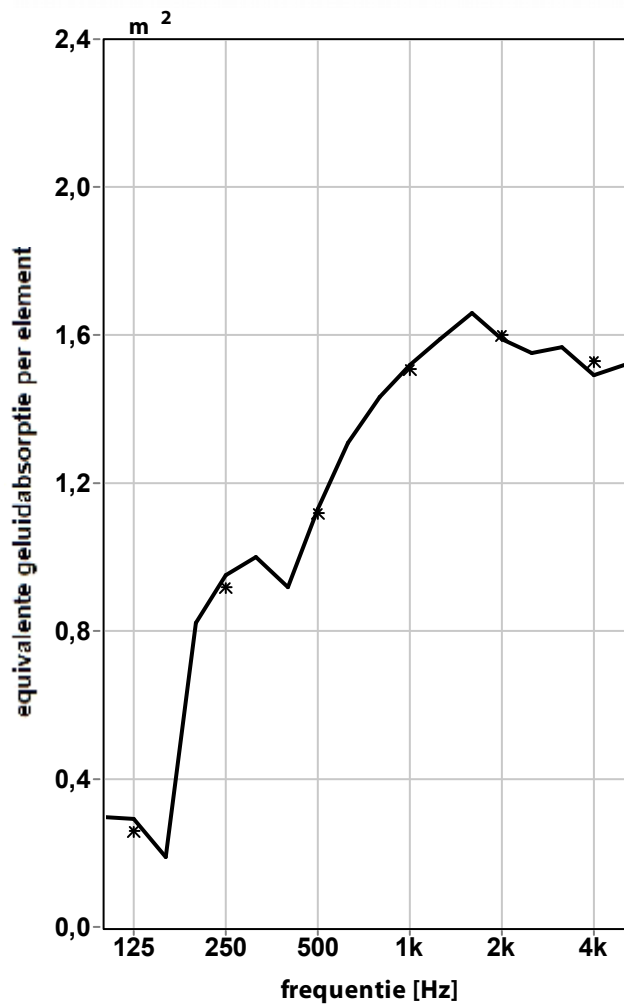
volume nagalmkamer: 214 m<sup>3</sup>

aantal elementen: 3

gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf



1/3 oct.	0,3	0,8	0,9	1,4	1,7	1,6
	0,3	1,0	1,1	1,5	1,6	1,5 m <sup>2</sup>
	0,2	1,0	1,3	1,6	1,6	1,5
1/1 oct.	0,3	0,9	1,1	1,5	1,6	1,5 m <sup>2</sup>

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

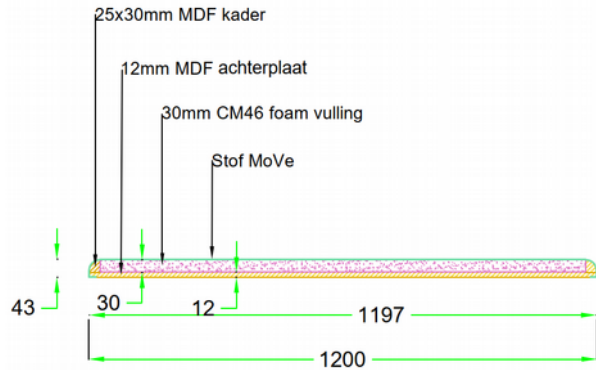
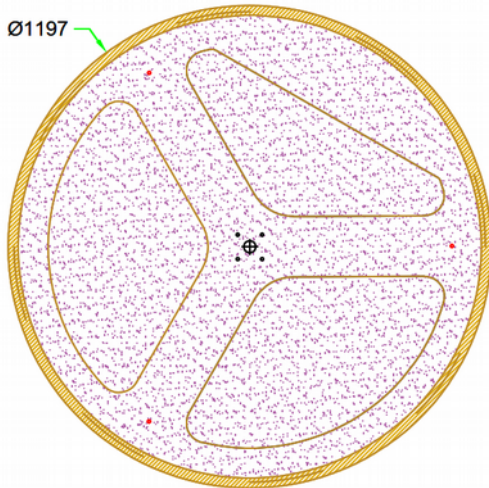
Mook, gemeten op 01-11-2021

## EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003



Opdrachtgever: Brakels Acoustic Solutions B.V.

#3; Circle panel, 600 mm spouw, 3 stuks



Absorb, versie 5.9 mode 9, PM: JK, bestandsnaam: a4131 E#: 3-38 F#: 113-148 A#: 149 T<sub>1</sub> = 17,7 °C T<sub>2</sub> = 17,5 °C p<sub>1</sub> = 99,6 kPa p<sub>2</sub> = 99,5 kPa h<sub>1</sub> = 59,6 % h<sub>2</sub> = 52,7 %

- 1/3 oct.
- \* 1/1 oct.

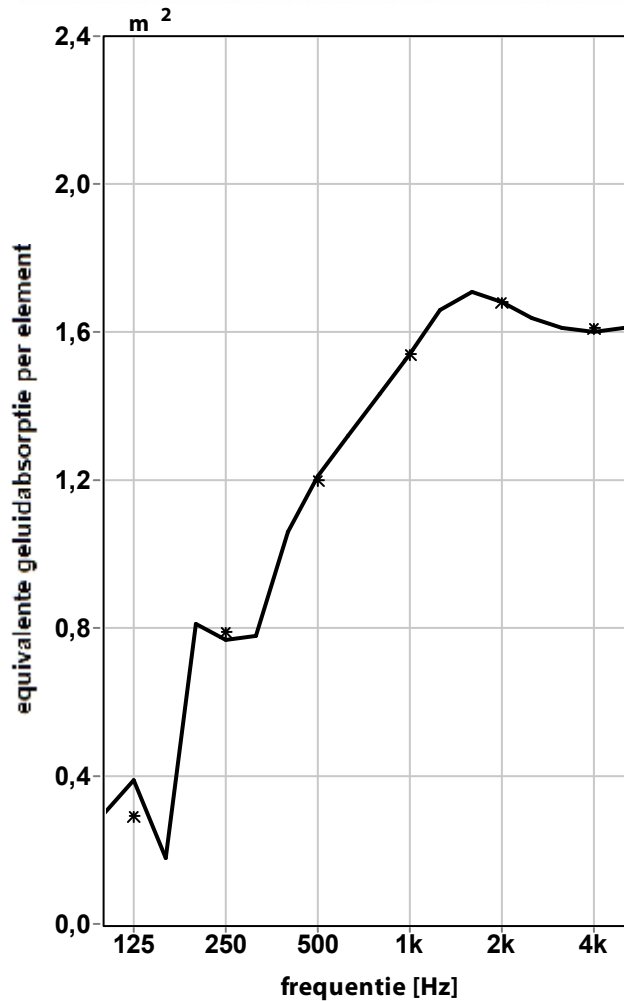
volume nagalmkamer: 214 m<sup>3</sup>

aantal elementen: 3

gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf



	0,3	0,8	1,1	1,4	1,7	1,6
1/3 oct.	0,4	0,8	1,2	1,5	1,7	1,6 m <sup>2</sup>
	0,2	0,8	1,3	1,7	1,6	1,6
1/1 oct.	0,3	0,8	1,2	1,5	1,7	1,6 m <sup>2</sup>

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, gemeten op 01-11-2021