

Laboratorium voor Akoestiek



Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van roomdividers, fabriek Brakels Acoustic Solutions BV



Laboratorium voor Akoestiek

Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van roomdividers, fabrikaat Brakels Acoustic Solutions BV

opdrachtgever Brakels Acoustic Solutions BV
 Heinz Moormannstraat 1D
 5831 AS BOXMEER

rapportnummer A 3421-1-RA-001

datum 1 maart 2018

referentie TS/JK/HT/A 3421-1-RA-001

verantwoordelijke Th.W. Scheers

opsteller J. Konings
 +31 24 3570775
 j.konings@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, info@peutz.nl, www.peutz.nl

opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033

lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon – sevilla

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Normstelling en richtlijnen	5
3 Onderzochte constructie	6
3.1 Gemeten varianten	7
4 Metingen	9
4.1 Meetmethode	9
4.2 Meetnauwkeurigheid	10
4.3 Omgevingscondities	11
4.4 Meetresultaten	11

1 Inleiding

In opdracht van Brakels Acoustic Solutions BV te Boxmeer zijn geluidabsorptiemetingen uitgevoerd aan:

roomdividers

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



Voor het uitvoeren van bovengenoemde metingen 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 Normstelling en richtlijnen

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

ISO 354:2003¹ Acoustics Measurement of sound absorption in a reverberation room
N.B. De norm ISO 354 is binnen alle landen van de EU aanvaard als Europese Norm EN ISO 354:2003

Uit de meetresultaten welke in tertsen van 100 tot 5000 Hz worden weergegeven kunnen ook enkele ééngetalsaanduidingen worden berekend. Hiervoor worden de volgende normen gebruikt:

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

¹ 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.

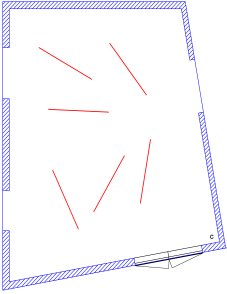
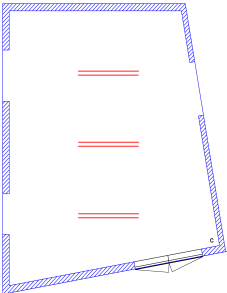
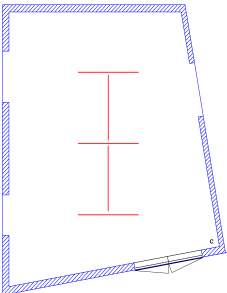
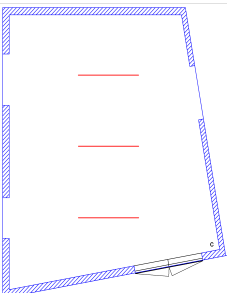
3 Onderzochte constructie

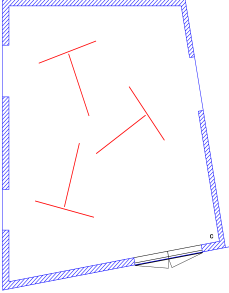
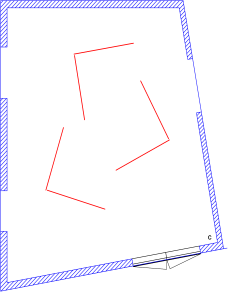
Onderstaande gegevens zijn verstrekt door de opdrachtgever en/of verkregen uit eigen waarnemingen.



3.1 Gemeten varianten

De gemeten Roomdivider is in een aantal verschillende opstellingen met een variërend aantal elementen onderzocht. Hierbij is zoveel mogelijk aangesloten bij een mogelijke opstelling in een praktijksituatie, te weten:

<p>Variant 1:</p> <p>6 roomdividers</p> <p>Random in ruimte geplaatst</p>	
<p>Variant 2:</p> <p>6 roomdividers</p> <p>2 roomdividers tegen elkaar. Dit 3 maal achter elkaar.</p>	
<p>Variant 3:</p> <p>5 roomdividers</p> <p>3 roomdividers achter elkaar met daartussen onder 90 graden 2 roomdividers.</p>	
<p>Variant 4:</p> <p>3 roomdividers</p> <p>3 roomdividers achter elkaar</p>	

<p>Variant 5:</p> <p>6 roomdividers</p> <p>3 maal een T-opstelling random in de ruimte (enkele T-opstelling bestaat uit 2 roomdividers)</p>	
<p>Variant 6:</p> <p>6 roomdividers</p> <p>3 maal een L-opstelling random in de ruimte (enkele L-opstelling bestaat uit 2 roomdividers)</p>	

In de gekozen meetopstellingen wordt de hoeveelheid absorptie A (m^2) voor een individuele roomdivider (met afmetingen van 1,8 m x 1,25 m) bepaald.

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 :

α = "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

$$A_2 = \frac{55,3V}{cT_2} - 4Vm_2 \quad (4)$$

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 α_s te worden berekend volgens vergelijking 6:

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

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. 24-01-2018*

nagalmkamer	temperatuur [°C]	barometrisch druk [kPa]	relatieve vochtigheid [%]
leeg	17,1	101,7	54,2
variant 1 t/m 6	16,7 – 17,1	101,5 – 101,7	54,2 – 57,0

4.4 Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemetingen worden weergegeven in onderstaande tabellen 4.2, 4.3 en in de figuren 3 t/m 8. Gemeten is in tertsbanden. De resultaten van de octaafbanden ontstaan door rekenkundige middeling van de resultaten van de tertsbanden.

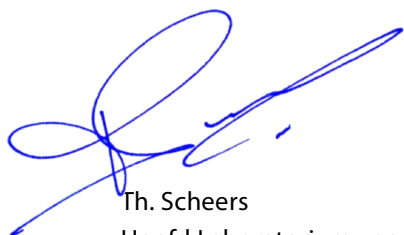
t4.2 meetresultaten absorptiemetingen

geluidabsorptie A [m ²] per element						
variant nr.	1		2		3	
record nr.	#77		#224		#114	
figuur nr.	3		4		5	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,6		0,9		0,7	
125	1,1	0,9	1,4	1,4	0,8	0,9
160	1,1		2,0		1,3	
200	1,2		2,3		1,3	
250	1,6	1,6	2,7	2,8	1,5	1,6
315	1,8		3,3		1,9	
400	2,3		3,7		2,1	
500	2,5	2,5	4,0	3,9	2,5	2,4
630	2,8		3,8		2,6	
800	3,0		3,8		2,6	
1000	2,9	3,0	3,9	3,8	2,6	2,6
1250	3,0		3,7		2,7	
1600	2,9		3,7		2,8	
2000	3,0	3,0	3,8	3,8	2,9	2,8
2500	3,1		3,8		2,8	
3150	3,0		3,7		2,9	
4000	3,0	3,0	3,6	3,6	2,8	2,8
5000	3,0		3,6		2,8	

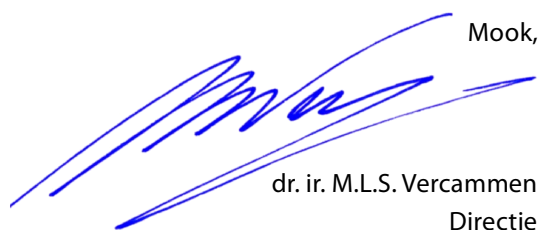
t4.3 meetresultaten absorptiemetingen

geluidabsorptie A [m ²] per element						
variant nr.	4		5		6	
record nr.	#261		#151		#262	
figuur nr.	6		7		8	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,5		0,8		0,7	
125	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0
160	1,5		1,2		1,2	
200	1,5		1,4		1,5	
250	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6
315	2,2		1,8		1,9	
400	2,7		2,3		2,3	
500	3,2	3,1	2,5	2,5	2,7	2,6
630	3,3		2,7		2,8	
800	3,4		2,9		3,0	
1000	3,5	3,4	2,8	2,8	3,0	3,0
1250	3,3		2,8		3,1	
1600	3,3		2,9		2,9	
2000	3,4	3,4	2,9	3,0	3,1	3,0
2500	3,5		3,1		3,2	
3150	3,5		3,0		3,2	
4000	3,3	3,4	2,9	2,9	3,2	3,2
5000	3,4		2,9		3,1	

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



Th. Scheers
Hoofd Laboratorium voor Akoestiek



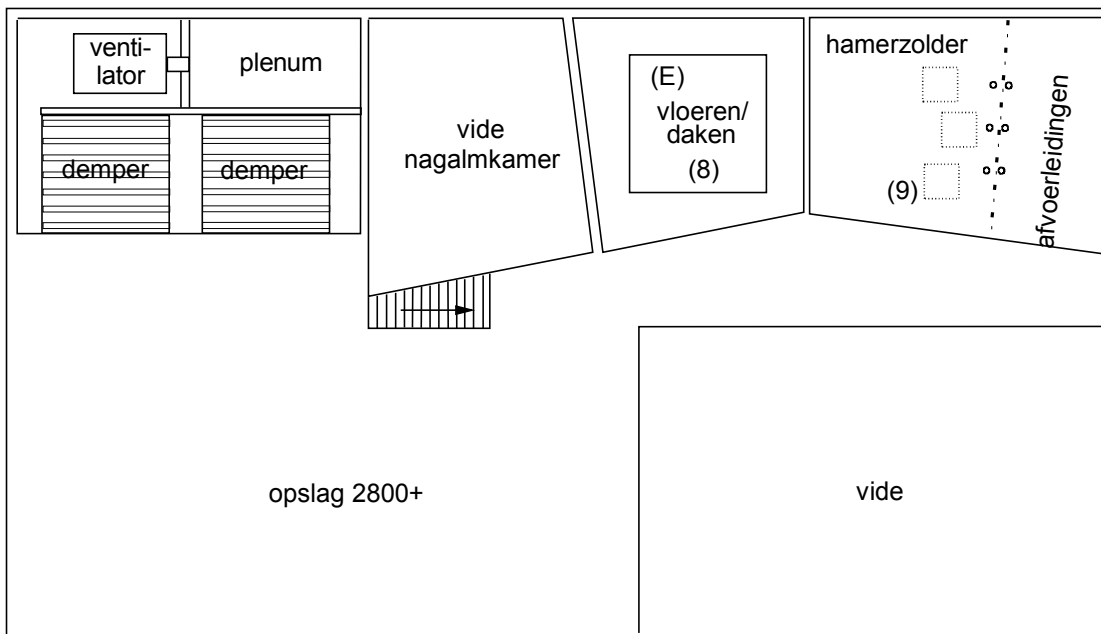
Mook,
dr. ir. M.L.S. Vercammen
Directie

Dit rapport bevat 13 pagina's en 8 figuren.

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

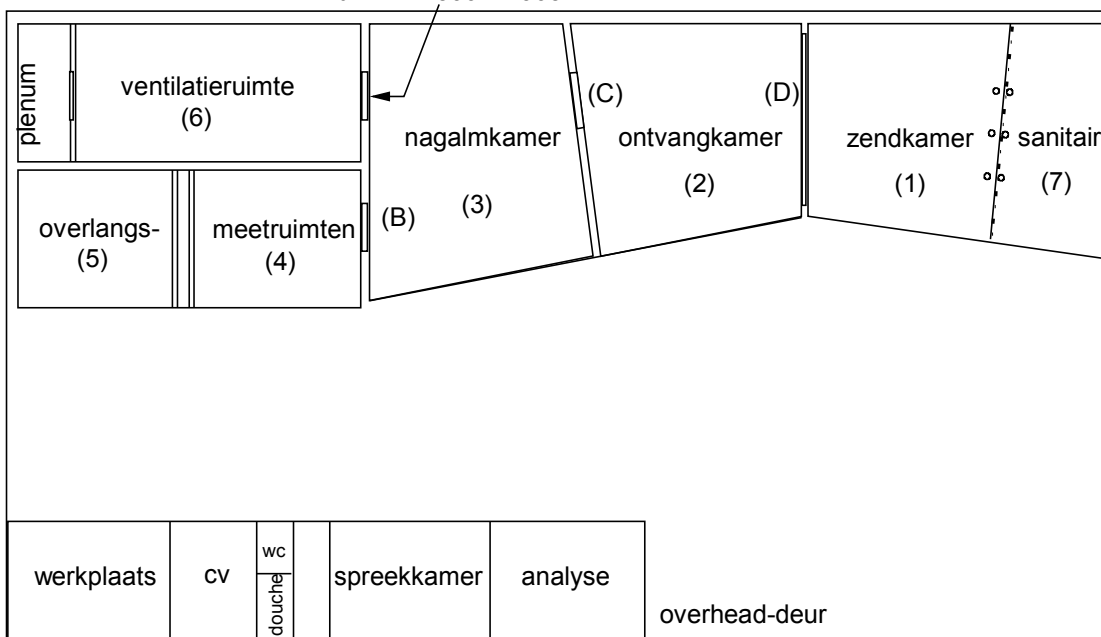
OVERZICHT

Verdieping



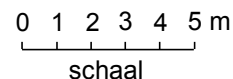
Begane grond

(afgesloten)
doorvoeropening (A)
b x h = 1300 x 1905 mm



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 V : 214 m³

oppervlak S_t (wanden + vloer + plafond) : 219 m²

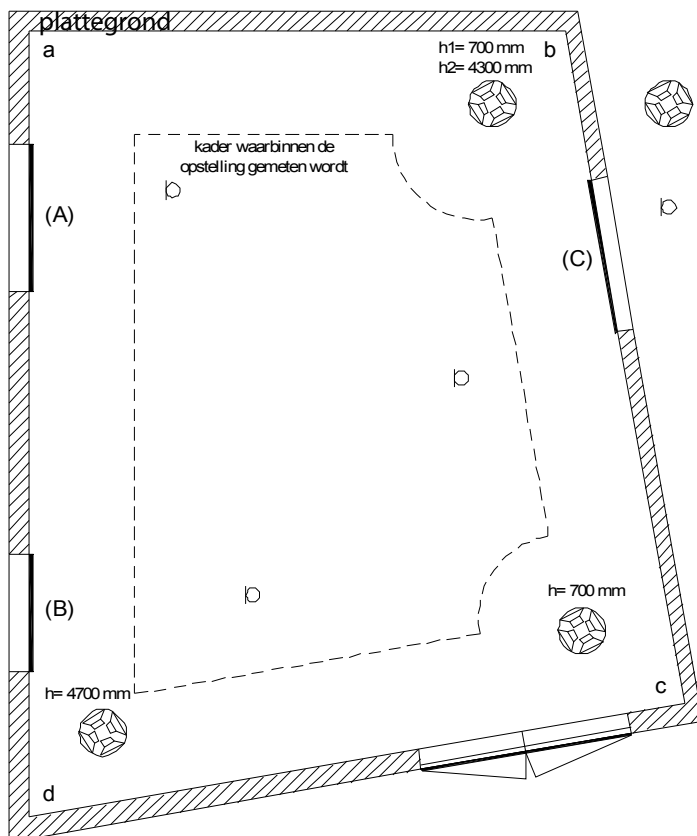
diffusie: door de vorm van de ruimte en door het aanbrengen van 6 gekromde en 2 vlakke reflecterende panelen met een totaal oppervlak van ca. 13 m² is een voldoende diffusie bereikt.

nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 24-01-2018

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	7,18	6,09	5,88	5,21	3,98	2,60	sec.

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

r bij hoge α	0.13	0,04	0,04	0,02	0,02	0,08	-
r bij lage α	0,09	0.02	0.01	0.02	0.02	0,04	-



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

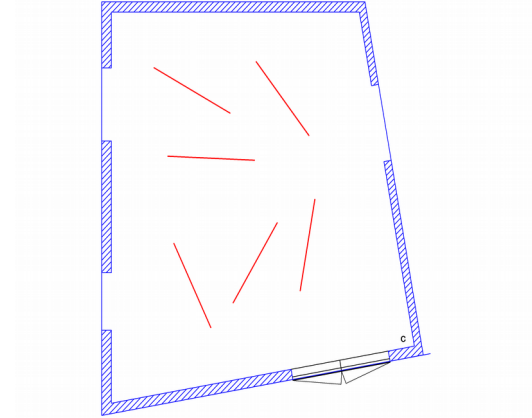
0 1 2 m

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003

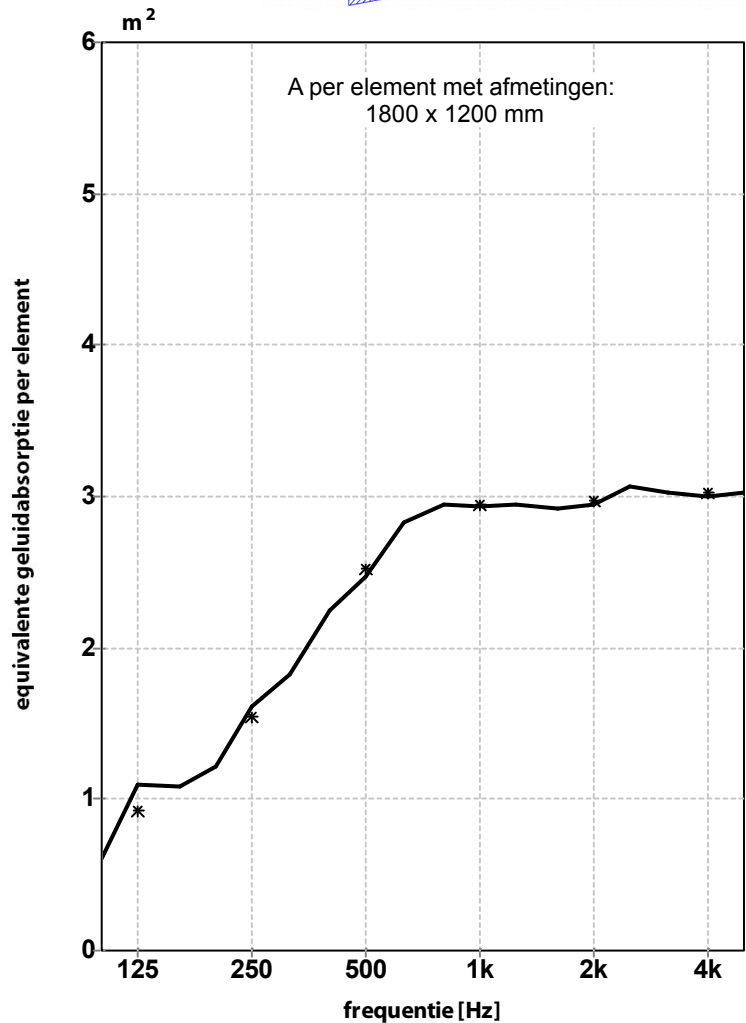


opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#1; 6 roomdividers, random in ruimte geplaatst



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.



volume nagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 6

gemeten in:

Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

	0,61	1,21	2,25	2,95	2,92	3,02
1/3 oct.	1,10	1,61	2,47	2,94	2,95	3,00
	1,08	1,83	2,83	2,95	3,06	3,03
1/1 oct.	0,93	1,55	2,52	2,95	2,98	3,02

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

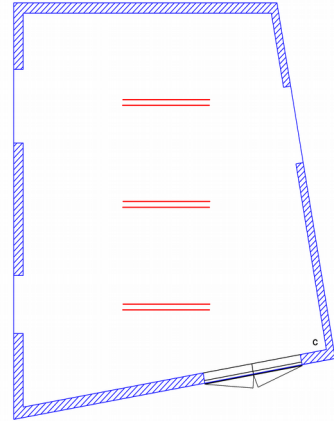
Mook, gemeten op 24-01-2018

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003

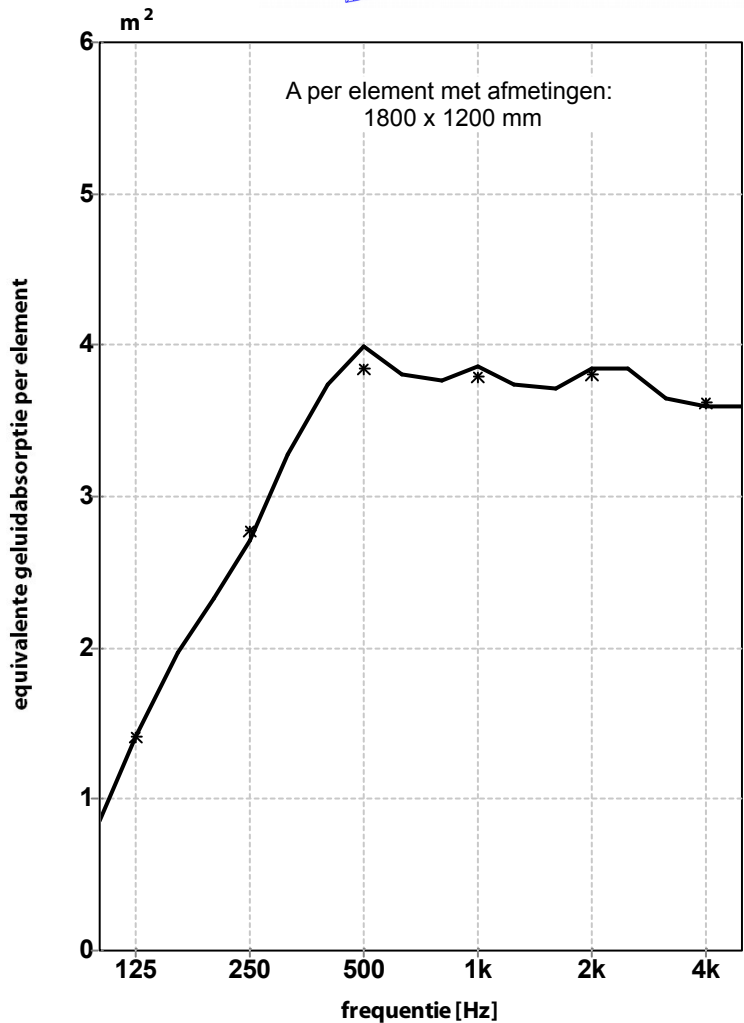


opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#2; 3 roomdividers , 2 stuks tegen elkaar (dubbele dikte), hoh ca. 2m



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.



	0,86	2,33	3,74	3,77	3,72	3,65
1/3 oct.	1,42	2,71	3,99	3,86	3,84	3,60
	1,97	3,28	3,81	3,74	3,84	3,60
1/1 oct.	1,42	2,77	3,85	3,79	3,80	3,62

volume nagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 3

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

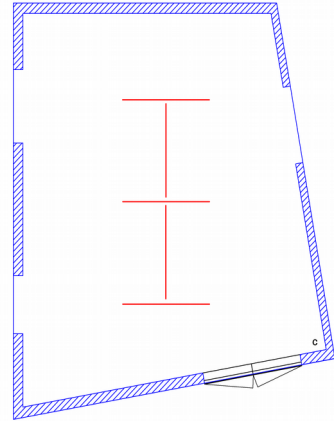
Mook, gemeten op 24-01-2018

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003



opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#3; 5 roomdividers, 3 roomdividers achter elkaar met daartussen onder 90 graden 2 roomdividers



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.

Absorb, versie 5.8.4 mode 9, PM: JK, bestandsnaam: a3421 E#:5-40 F#:78-113 A#:114 T₁ = 17,1 °C T₂ = 17,0 °C p₁ = 101,7 kPa p₂ = 101,5 kPa h₁ = 54,2 % h₂ = 54,9 %

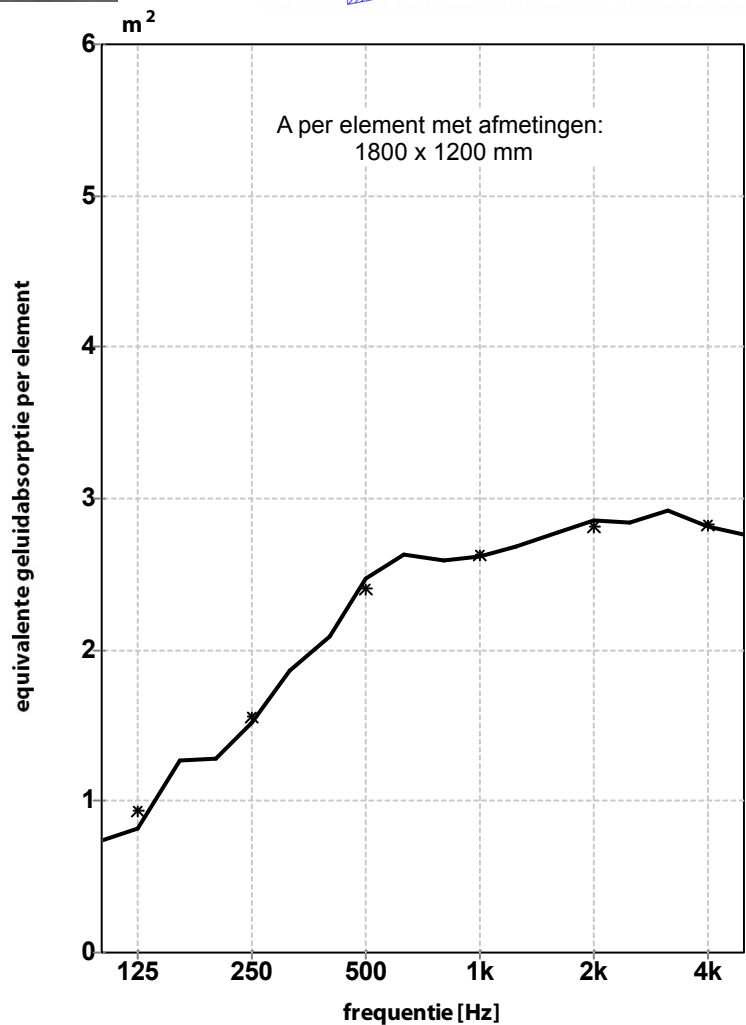
volume nagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 5

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf



	0,74	1,28	2,09	2,59	2,77	2,92
1/3 oct.	0,82	1,52	2,47	2,62	2,85	2,81
	1,27	1,87	2,63	2,68	2,84	2,76
1/1 oct.	0,94	1,56	2,40	2,63	2,82	2,83

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

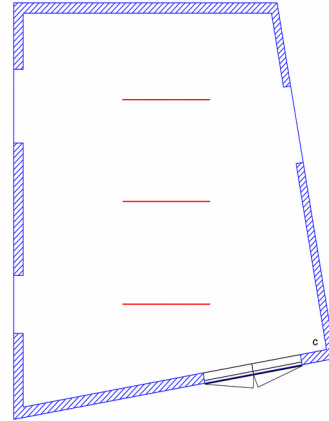
Mook, gemeten op 24-01-2018

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003

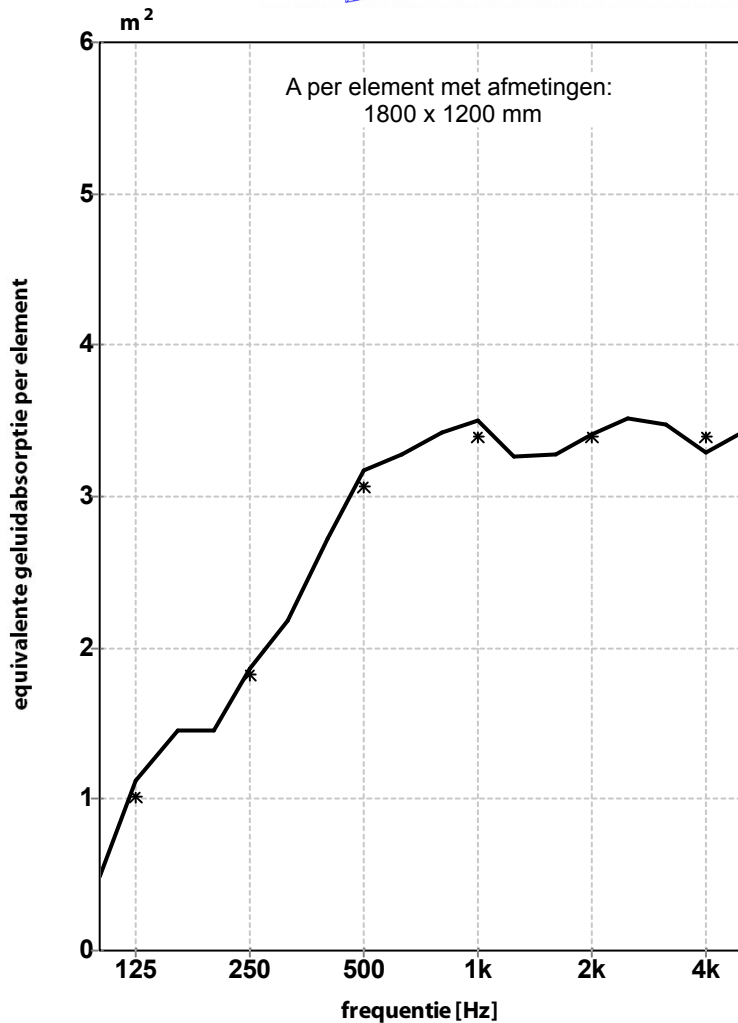


opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#4; 3 roomdividers achter elkaar, hoh ca. 2m



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.



volume nagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 3

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

	0,49	1,45	2,72	3,42	3,28	3,47
1/3 oct.	1,12	1,87	3,17	3,50	3,41	3,29
	1,45	2,18	3,28	3,26	3,51	3,42
1/1 oct.	1,02	1,83	3,06	3,39	3,40	3,39

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, gemeten op 24-01-2018

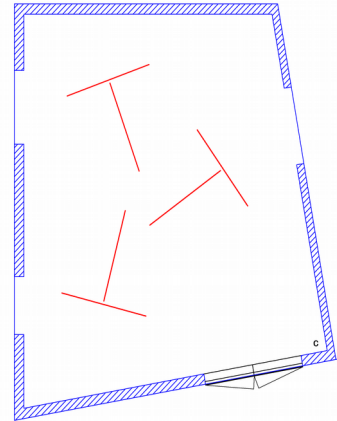
figuur 6

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003

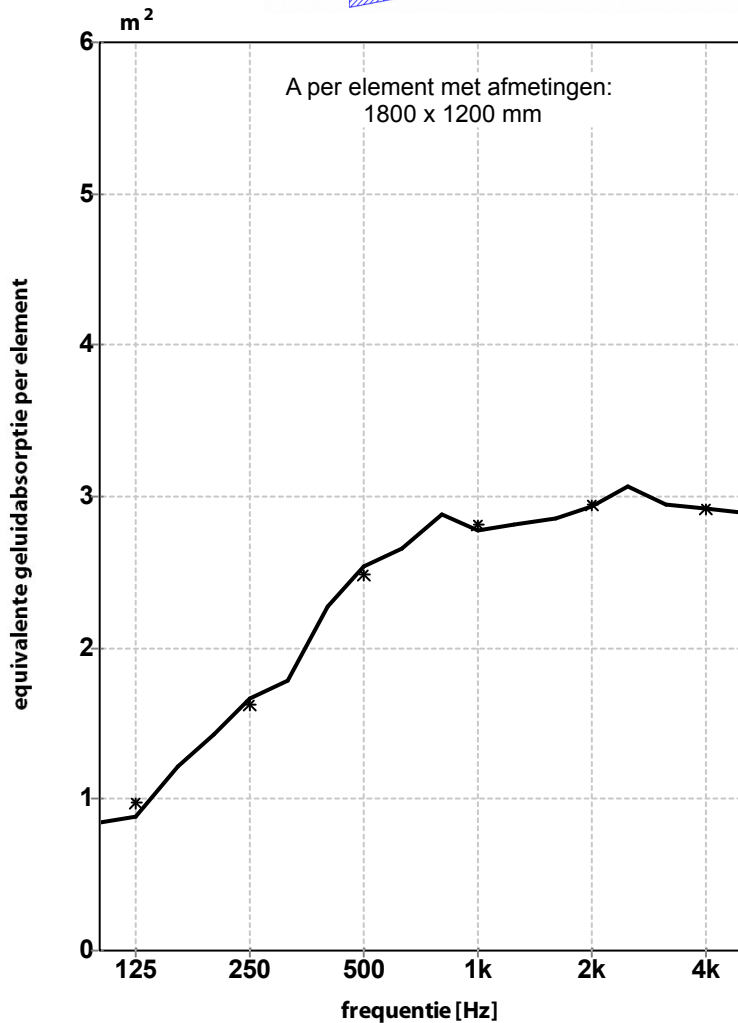


opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#5; 6 roomdividers, 3 maal een T-opstelling random in de ruimte (enkele T-opstelling bestaat uit 2 roomdividers)



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.



volume nagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 6

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

	0,84	1,43	2,27	2,88	2,86	2,95
1/3 oct.	0,88	1,67	2,54	2,78	2,93	2,92
	1,21	1,79	2,66	2,81	3,07	2,89
1/1 oct.	0,98	1,63	2,49	2,82	2,95	2,92

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, gemeten op 24-01-2018

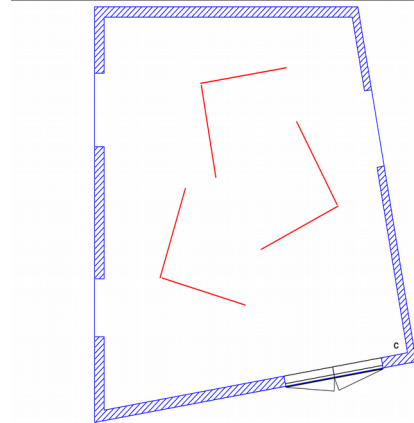
figuur 7

EQUIVALENTE GELUIDABSORPTIE PER ELEMENT CONFORM ISO 354:2003

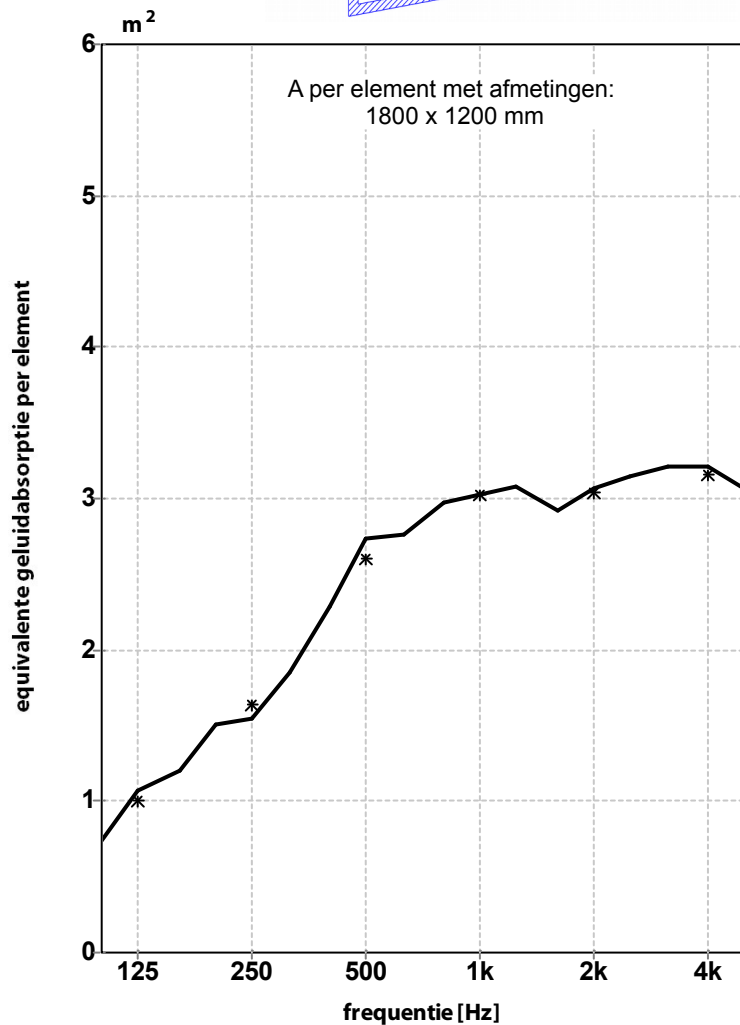


opdrachtgever: Brakels Acoustic solutions BV

#6; 6 roomdividers, 3 maal een L-opstelling random in de ruimte (enkele L-opstelling bestaat uit 2 roomdividers)



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.



volumenagalmkamer: 214 m³

aantal elementen: 6

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, gemeten op 24-01-2018

figuur 8