

Laboratorium voor Akoestiek

Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van diverse wand panelen, fabrikaat Incatro





Laboratorium voor Akoestiek

Bepaling van de geluidabsorptie (nagalmkamer methode) van diverse wand panelen, fabrikaat Incatro

opdrachtgever Incatro Room Acoustics B.V.
Mussenberg 7
6049 GZ Roermond

rapportnummer A 3137-2-RA-001

datum 4 augustus 2016

referentie TS/RA/JW/A 3137-2-RA-001

verantwoordelijke Th.W. Scheers

opsteller R.T. Allan
+31 24 3570749
r.allan@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
4 Metingen	8
4.1 Meetmethode	8
4.2 Meetnauwkeurigheid	9
4.3 Omgevingscondities	10
4.4 Meetresultaten	10

1 Inleiding

In opdracht van Incatro Room Acoustics B.V. te Roermond zijn geluidabsorptiemetingen uitgevoerd aan diverse:

wandpanelen
fabrikaat Incatro

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 C423-09a Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method

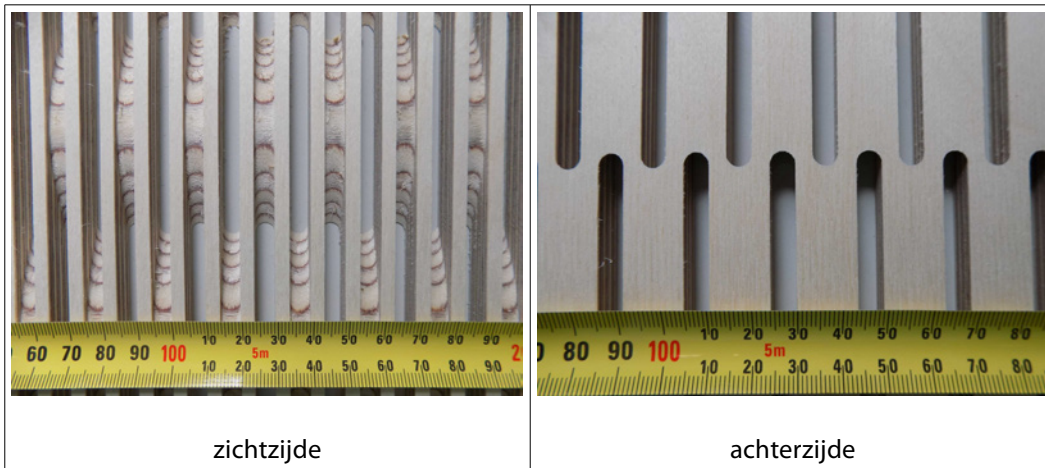
¹ In deze norm is aangegeven dat in het rapport bij iedere meting de gemiddelde nagalmtijd van de lege nagalmkamer en van de nagalmkamer met het te onderzoeken materiaal per frequentieband aangegeven dient te worden. Om de opdrachtgever niet te belasten met een grote reeks cijfers welke niet relevant 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 ¹.

Wandpanelen type **Incawood**

multiplex plaat, dikte ca. 9 mm, voorzien van sleuven. Lengte sleuf ca. 64 mm, breedte sleuf ca. 5,5 mm, percentage open ca. 27,5 %



Van deze panelen zijn twee varianten onderzocht;

1. Incawood Wave hoogte 55 - 100 mm, spouw voorzien van absorptie materiaal
2. Incawood Flat op Artwall, totale hoogte ca. 60 mm



¹ Op verzoek van de opdrachtgever is de exacte opbouw en gehanteerde materialen achterwege gelaten. Deze zijn bij Peutz Laboratorium voor Akoestiek bekend.

Wandpaneel type **Artwall 57**

Absorptie materiaal overtrokken met doek, dikte ca. 50 mm

Wandpaneel type **Incasteel**

Fijnmazige staalplaat, dikte ca. 0,8 mm.

Incasteel is getest op Artwall.



Artwall



Incasteel op Artwall

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

De gemeten materialen (zie omschrijving hoofdstuk 3) zijn op de vloer van de nagalmkamer gelegd met de zichtzijde naar de meetruimte gekeerd.

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

t4.1 Omgevingscondities tijdens de metingen

nagalmkamer	temperatuur [°C]	barometrisch druk [kPa]	relatieve vochtigheid [%]
leeg	21	102,4	58
met wandpanelen	21 - 22	102,2	52 - 55

4.4 Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemetingen worden weergegeven in de tabellen 4.2 en 4.3 en in de figuren 3 tot en met 6. Gemeten is in tertsbanden. De resultaten van de octaafbanden ontstaan door rekenkundige middeling van de resultaten van de tertsbanden. Verder zijn uit de per frequentieband berekende absorptiewaarden nog de volgende ééngetalsaanduidingen berekend en aangegeven:

- de "Noise Reduction Coefficient (NRC)" volgens de Amerikaanse norm ASTM C423. Dit is het rekenkundig gemiddelde van de absorptiecoëfficiënten bij de tertsen 250, 500, 1000 en 2000 Hz, afgerond op 0,05.
- de "Sound Absorption Average SAA" volgens ASTM C423. Dit is het rekenkundig gemiddelde van de absorptiecoëfficiënten van de tertsen vanaf 200 Hz tot en met 2500 Hz, afgerond op 0,01;
- de "Weighted sound absorption coefficient α_w " volgens ISO 11654.

t4.2 Meetresultaten Incawood

geluidabsorptiecoëfficiënt α_s				
variant opbouw	1 Incawood Wave opbouwhoogte 55 - 100 mm spouw voorzien van absorptie materiaal		2 Incawood Flat op Artwall opbouwhoogte 50 mm	
	#405		#408	
record nr.	3		4	
figuur nr.	3		4	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,12		0,07	
125	0,46	0,42	0,29	0,27
160	0,68		0,46	
200	0,80		0,62	
250	1,03	0,98	0,81	0,78
315	1,10		0,90	
400	1,13		1,01	
500	1,15	1,13	1,01	1,02
630	1,12		1,05	
800	1,08		1,03	
1000	1,07	1,08	0,98	1,00
1250	1,10		0,98	
1600	1,07		0,96	
2000	1,05	1,05	0,93	0,94
2500	1,04		0,94	
3150	0,94		0,92	
4000	0,85	0,87	0,86	0,88
5000	0,82		0,86	
α_w	1,00		1,00	
NRC	1,10		0,95	
SAA	1,06		0,94	

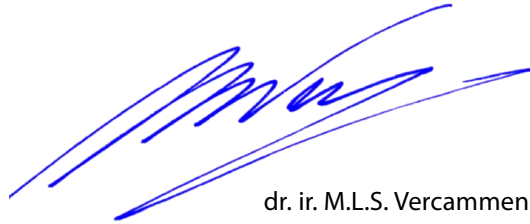
t4.3 Meetresultaten Artwall / Artwall met Incasteel

geluidabsorptiecoëfficiënt α_s				
variant opbouw record nr. figuur nr.	3 Artwall #407 5		4 Incasteel op Artwall #409 6	
	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,07		0,10	
125	0,26	0,24	0,27	0,26
160	0,40		0,41	
200	0,59		0,57	
250	0,78	0,75	0,77	0,75
315	0,88		0,90	
400	1,01		0,99	
500	1,00	1,01	0,96	0,98
630	1,02		0,99	
800	1,03		1,05	
1000	1,04	1,04	1,03	1,04
1250	1,05		1,03	
1600	1,03		1,00	
2000	1,00	1,02	1,01	1,00
2500	1,03		1,00	
3150	1,02		0,99	
4000	1,03	1,03	0,96	0,97
5000	1,03		0,95	
α_w	1,00		1,00	
NRC	0,95		0,95	
SAA	0,96		0,94	

De gegeven absorptiecoëfficiënten 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.



Th. Scheers
Hoofd Laboratorium voor Akoestiek



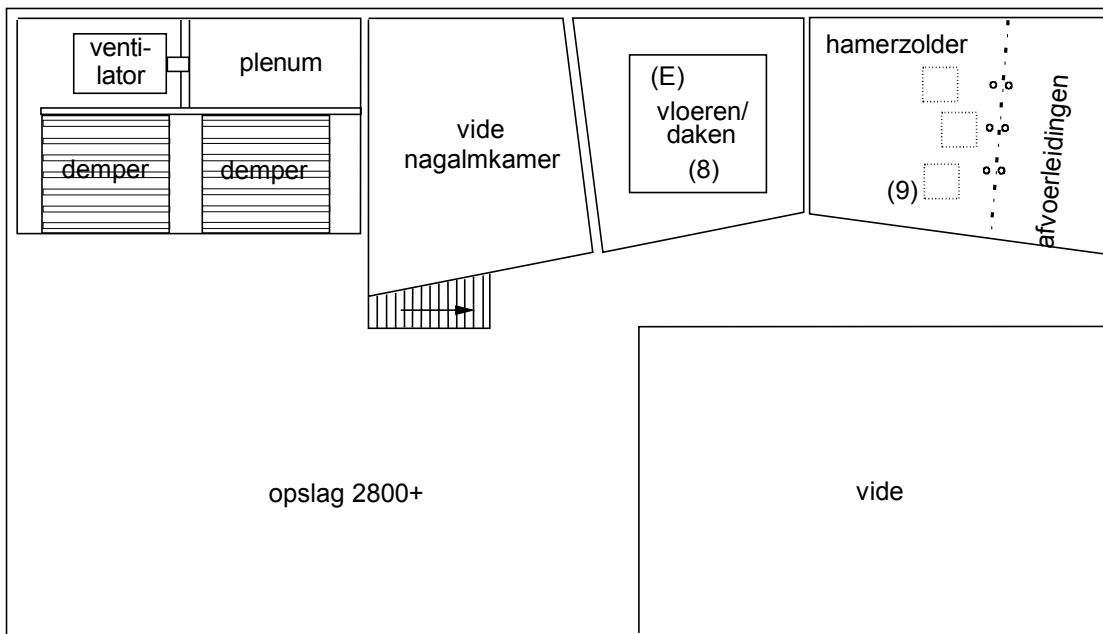
dr. ir. M.L.S. Vercammen
Directie

Dit rapport bevat;
13 pagina's,
6 figuren.

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

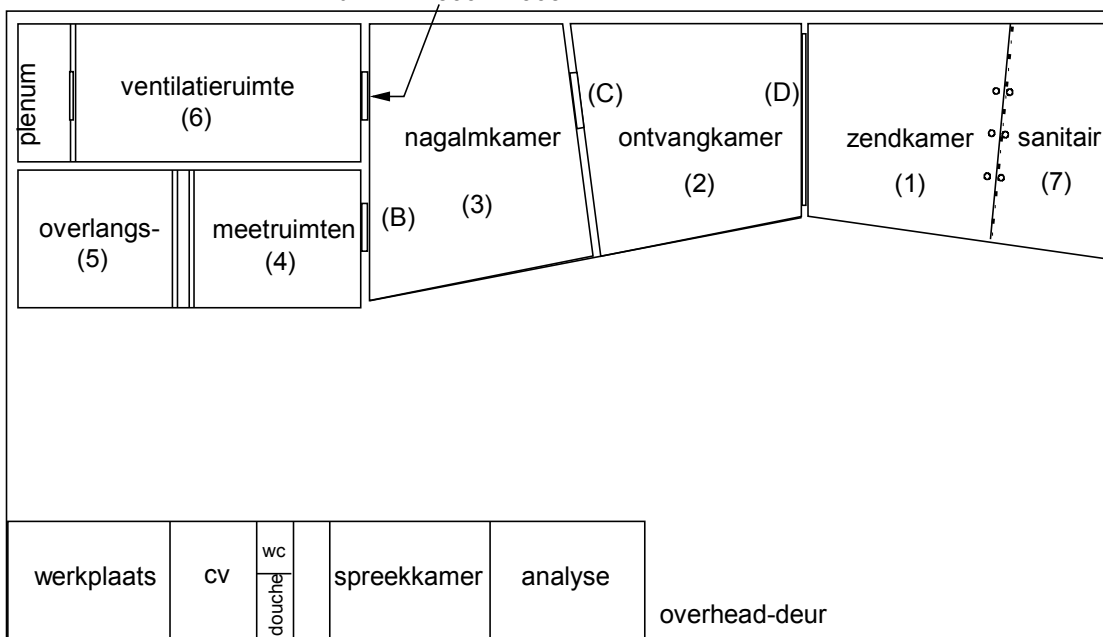
OVERZICHT

Verdieping



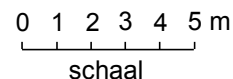
Begane grond

(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.

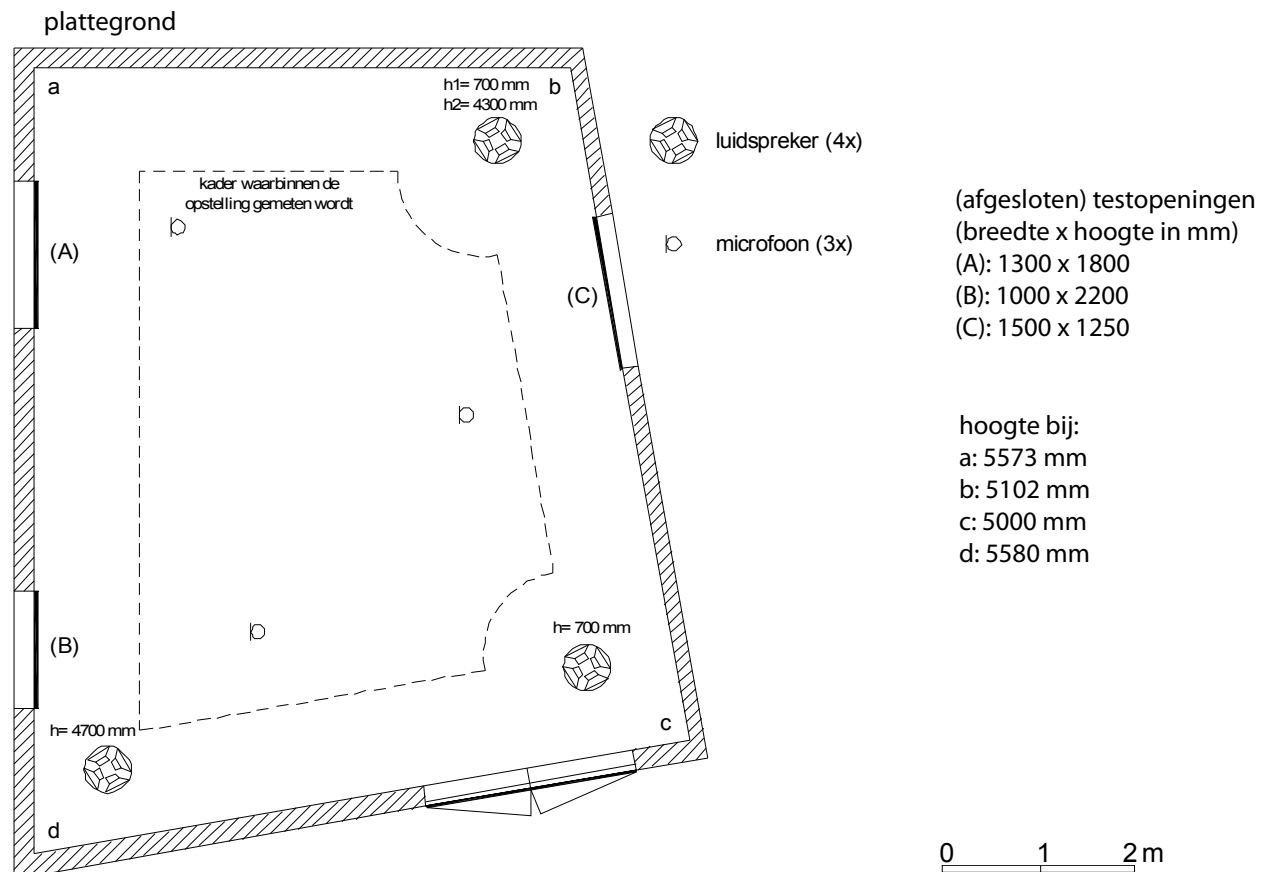
nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 07-07-2016

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	7,69	6,30	5,90	5,36	4,15	2,84	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	-

Absorb, versie 5.8.3 mode 7, PM: RA, bestandsnaam: a3137 Et#3-38 T₁ = 20,7 °C p₁ = 102,4 kPa h₁ = 57,7 %



GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003

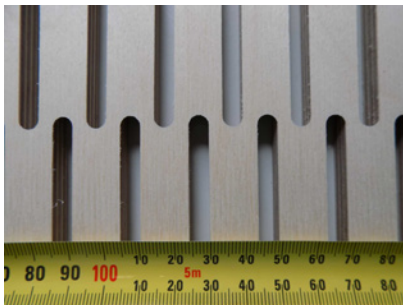


opdrachtgever: Incatro

Incawood Wave op met absorptie materiaal gevulde spouw, opbouwhoogte 55 - 100 mm



zichtzijde Incawood



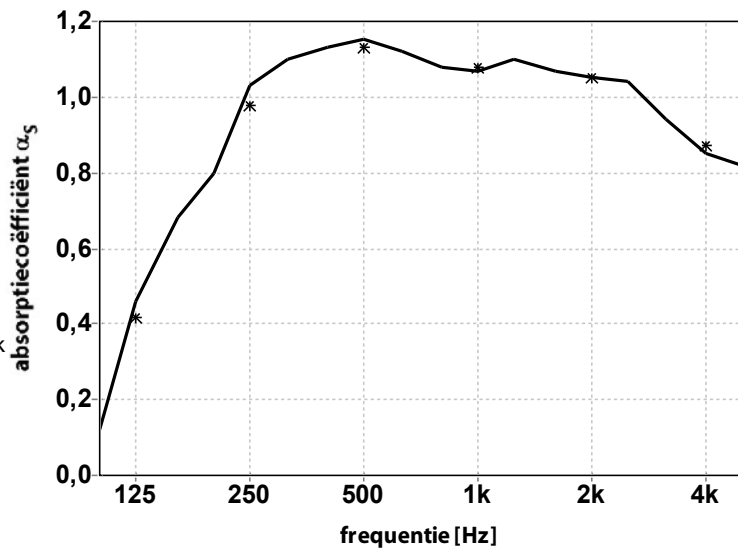
achterzijde Incawood



Absorb, versie 5.8.3 mode 7, PM: RA, bestandsnaam: a3137 E#:3-38 F#:224+259 A#:405 T₁ = 20,7 °C T₂ = 21,1 °C p₁ = 102,4 kPa p₂ = 102,2 kPa h₁ = 57,7 % h₂ = 52,2 %

volume nagalmkamer: 214 m³
 oppervlak monster: 11,45 m²
 opbouwhoogte: 55 - 100 mm
 gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

— 1/3 oct.
 * 1/1 oct.



α_w (ISO 11654) = 1,00

NRC (ASTM - C423) = 1,10

SAA (ASTM - C423) = 1,06

	0,12	0,80	1,13	1,08	1,07	0,94
1/3 oct.	0,46	1,03	1,15	1,07	1,05	0,85
	0,68	1,10	1,12	1,10	1,04	0,82
1/1 oct.	0,42	0,98	1,13	1,08	1,05	0,87

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 07-07-2016

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003



opdrachtgever: Incatro

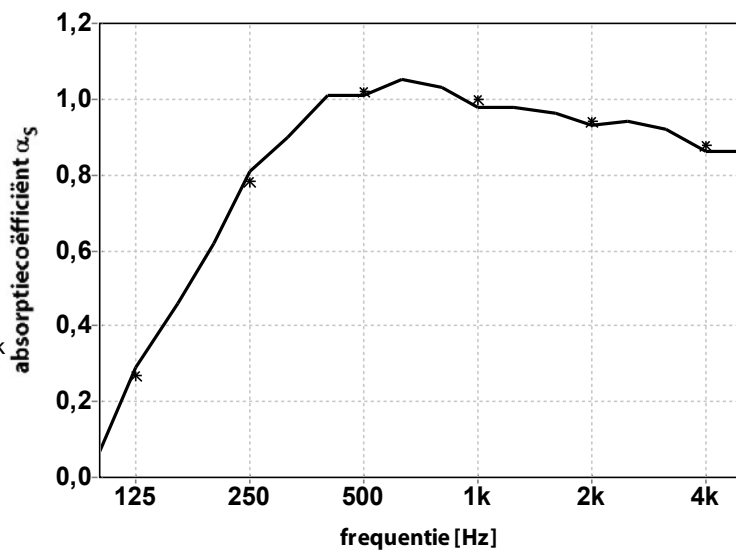
Incawood Flat op Artwall



Absorb, versie 5.8.3 mode 7, PM: RA, bestandsnaam: a3137 Et#:3-38 F#:368-403 A#:408 T₁ = 20,7 °C T₂ = 21,5 °C p₁ = 102,4 kPa p₂ = 102,2 kPa h₁ = 57,7 % h₂ = 53,7 %

volume nagalmkamer: 214 m³
 oppervlak monster: 11,2 m²
 opbouwhoogte: 60 mm
 gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

— 1/3 oct.
 * 1/1 oct.



alpha_w (ISO 11654) = 1,00

NRC (ASTM - C423) = 0,95

SAA (ASTM - C423) = 0,94

	0,07	0,62	1,01	1,03	0,96	0,92
1/3 oct.	0,29	0,81	1,01	0,98	0,93	0,86
	0,46	0,90	1,05	0,98	0,94	0,86
1/1 oct.	0,27	0,78	1,02	1,00	0,94	0,88

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 07-07-2016

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003



opdrachtgever: Incatro

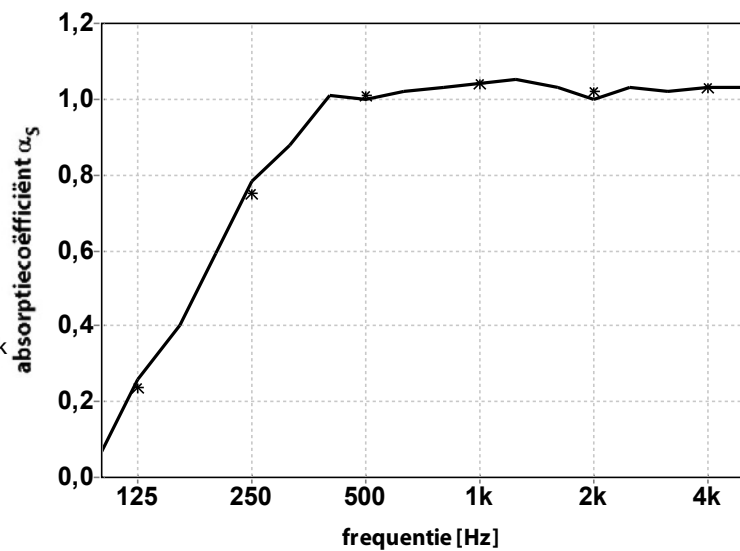
Artwall



Absorb, versie 5.8.3 mode 7, PM: RA, bestandsnaam: a3137 E#:3-38 F#:296-331 A#:407 T₁ = 20,7 °C T₂ = 21,3 °C p₁ = 102,4 kPa p₂ = 102,2 kPa h₁ = 57,7 % h₂ = 55,1 %

volume nagalmkamer: 214 m³
 oppervlak monster: 11,2 m²
 opbouwhoogte: 50 mm
 gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

— 1/3 oct.
 * 1/1 oct.



α_w (ISO 11654) = 1,00	1/3 oct.	0,07	0,59	1,01	1,03	1,03	1,02
		0,26	0,78	1,00	1,04	1,00	1,03
NRC (ASTM - C423) = 0,95	1/1 oct.	0,40	0,88	1,02	1,05	1,03	1,03
		0,24	0,75	1,01	1,04	1,02	1,03
SAA (ASTM - C423) = 0,96							

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

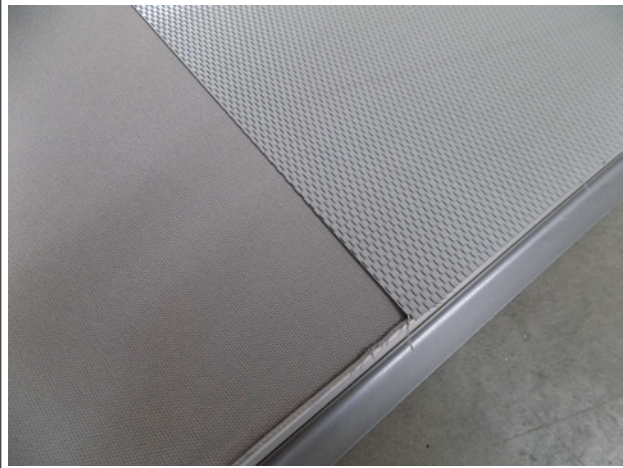
Mook, 07-07-2016

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003



opdrachtgever: Incatro

Incasteel op Artwall



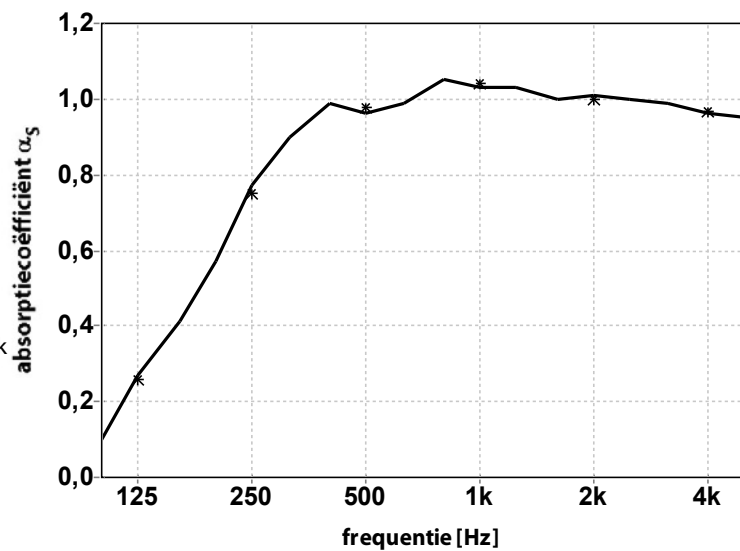
Incasteel op Artwall



Absorb, versie 5.8.3 mode 7, PM: RA, bestandsnaam: a3137 Et#:3-38 F#:332-367 A#:409 T₁ = 20,7 °C T₂ = 21,3 °C p₁ = 102,4 kPa p₂ = 102,2 kPa h₁ = 57,7 % h₂ = 54,7 %

volume nagalmkamer: 214 m³
 oppervlak monster: 11,2 m²
 opbouwhoogte: 50 mm
 gemeten in: Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

— 1/3 oct.
 * 1/1 oct.



α_w (ISO 11654) = 1,00

NRC (ASTM - C423) = 0,95

SAA (ASTM - C423) = 0,94

	0,10	0,57	0,99	1,05	1,00	0,99
1/3 oct.	0,27	0,77	0,96	1,03	1,01	0,96
	0,41	0,90	0,99	1,03	1,00	0,95
1/1 oct.	0,26	0,75	0,98	1,04	1,00	0,97

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 07-07-2016