

Rapport

Laboratorium voor Akoestiek

bepaling van de geluidabsorptie volgens de
nagalmkamer methode van geprofileerde metalen daken
voorzien van diverse typen canelurevullingen

Rapportnummer A 1388-1 d.d. 13 oktober 2004

Opdrachtgevers: Rockwool Benelux
Postbus 1160
6040 KD ROERMOND

DEWIN Kunststoffen
Tinbergenstraat 34
7102 JL WINTERSWIJK

Rapportnummer: A 1388-1

Datum: 13 oktober 2004

Ref.: TS/HT/A 1388-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001: 2000 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Peutz bv
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

Peutz GmbH
Kolberger Strasse 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Peutz S.A.R.L.
34 Rue de Paradis
75010 Paris
Tel. +33 1 452 305 00
Fax +33 1 452 305 04
peutz@club-internet.fr

Peutz bv
PO Box 32268
London W5 2ZA
Tel. +44 20 88 10 68 77
Fax +44 20 88 10 66 74
peutz.london@tiscali.co.uk

www.peutz.nl

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens de
'Regeling van de verhouding
tussen opdrachtgever en
adviserend ingenieursbureau'
(RVOI-2001). Ingeschreven
KvK onder nummer 12028033.
BTW identificatienummer
NL004933837B01

Inhoud

	pagina
1. INLEIDING	3
2. NORMEN EN RICHTLIJNEN	4
3. ONDERZOCHE CONSTRUCTIE	5
4. METINGEN	7
4.1. Meetmethode	7
4.2. Meetnauwkeurigheid	8
4.3. Meetresultaten	9

1. INLEIDING

In opdracht van Rockwool Benelux BV te Roermond en DEWIN Kunststoffen te Winterswijk zijn geluidabsorptie metingen uitgevoerd aan:

geprofileerde metalen dakconstructies al dan niet voorzien van diverse typen cannelurevullingen

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 “Stichting Raad voor Accreditatie” (RvA). De RvA is lid van de EA MLA¹

¹ **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. NORMEN EN RICHTLIJNEN

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

ISO 354:1985 ²⁾ 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 20354:1993

ISO 354:1985/Amd.1:1997

Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room AMENDEMENT 1: Test specimen mountings for sound absorption tests

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-C423-90a Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method

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 achteraf nog geproduceerd worden, mocht de opdrachtgever daaraan behoefte hebben.

3. ONDERZOCHE CONSTRUCTIE

De te onderzoeken dakconstructies werden opgebouwd gebruikmakend van de navolgende materialen (gegevens zijn verstrekt door de opdrachtgever en/of verkregen uit eigen waarnemingen), In figuren 3 t/m 6 van dit rapport zijn de onderzochte constructies schematisch weergegeven.

Variant 1

Isolatieplaat: steenwol, dik 100 mm, volumieke massa ca. 135 kg/m³
voorzien van een bitumen laag

Dampremmende folie: PE-folie, dikte ca.0,2 mm

Dakplaat: SAB Profiel 158; ongeperforeerd

Cannelure vulling: geen

Variant 2

Isolatieplaat: steenwol, dik 100 mm, volumieke massa ca. 135 kg/m³
voorzien van een bitumen laag

Dampremmende folie: PE-folie, dikte ca.0,2 mm

Dakplaat: SAB Profiel 158; perfo 3; de opstaande zijden van de cannelures zijn over een breedte van 110 mm geperforeerd in een vierkant patroon met gaten rond 3 mm h.o.h. 5,5 mm (perforatiegraad 23,4 %)

Cannelure vulling: fabrikant DEWIN, type **DK-PRO**
cannelures voor 100% gevuld met steenwol, ingeseald in 0,03 mm dikke PE-folie

Variant 3

Isolatieplaat: steenwol, dik 100 mm, volumieke massa ca. 135 kg/m³
voorzien van een bitumen laag

Dampremmende folie: PE-folie, dikte ca.0,2 mm

Dakplaat: SAB Profiel 106; perfo 3; de opstaande zijden van de cannelures zijn over een breedte van 80 mm geperforeerd in een vierkant patroon met gaten rond 3 mm h.o.h. 5,5 mm (perforatiegraad 23,4 %)

Cannelure vulling: cannelures voor 100% gevuld met glaswol, ingeseald in 0,03 mm dikke PE-folie

Variant 4

Isolatieplaat: steenwol, dik 100 mm, volumieke massa ca. 135 kg/m³
voorzien van een bitumen laag

Dampremmende folie: PE-folie, dikte ca.0,2 mm

Dakplaat: SAB Profiel 106; perfo 3; de opstaande zijden van de cannelures zijn over een breedte van 80 mm geperforeerd in

een vierkant patroon met gaten rond 3 mm h.o.h. 5,5 mm
(perforatiegraad 23,4 %)

Cannelure vulling: fabrikant DEWIN, type **DK-PRO BASIC**
cannelures voor 50% gevuld met steenwol, ingeseald in 0,03
mm dikke PE-folie

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..

4. METINGEN

De gemeten materialen (zie omschrijving hoofdstuk 3) zijn met de zichtzijde naar de meetruimte gekeerd en op een draagconstructie geplaatst.. De afstand van de zichtzijde van de dakplaten tot de vloer van de nagalmkamer bedroeg 400 mm.

De meetopstelling is conform type E400-mounting. De randen rondom het monster zijn afgedicht met 18 mm dikke geplastificeerde spaanplaten.

4.1. Meetmethode

De metingen zijn uitgevoerd conform ISO 354 in de nagalmkamer van Peutz bv te Mook. De eigenschappen van de nagalmkamer worden in figuur 3 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 1/3-octaf 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 geluidabsorptie-oppervlak A_1 (per frequentieband) berekend volgens vergelijking 1 en uitgedrukt in m^2

$$A = \frac{55.3 V}{c T_1} - 4Vm_1 \quad (1)$$

waarin :

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

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

c = de snelheid van geluid in lucht, deze wordt berekend volgens vergelijking 2 en uitgedrukt in m/s

m_1 = "power attenuation coefficient" in de lege nagalmkamer, deze wordt berekend volgens vergelijking 3 en uitgedrukt in m^{-1}

$$c = 331 + 0.6t \quad (2)$$

waarin :

t = temperatuur [°C]

$$m = \frac{a}{10 \lg(e)} \quad (3)$$

waarin :

α = "attenuation coefficient berekend volgens ISO 9613-1

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

$$A = \frac{55.3 V}{c T_2} - 4Vm_2 \quad (4)$$

waarin :

c en V dezelfde betekenis hebben als in vergelijking 2 en

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

m_1 = "power attenuation coefficient" in de nagalmkamer na aanbrengen van het te onderzoeken monster, deze wordt berekend volgens vergelijking 3 en uitgedrukt in m^{-1}

Het equivalente geluidabsorptie-oppervlak A van het onderzochte monster wordt berekend volgens vergelijking 5 en uitgedrukt in m^2

$$A = A_2 - A_1 [m^2] \quad (5)$$

Wanneer het een monster betreft met een aaneengesloten oppervlak van 10 à 12.6 m^2 dan dient de geluidabsorptie-coëfficiënt α_s te worden berekend volgens vergelijking 6:

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

waarin:

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

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 een zelfde 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 354:1985 en is de herhaalbaarheid berekend conform Annex C van deze norm. 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. Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemetingen worden weergegeven in onderstaande tabel 1 en in de bij dit rapport behorende figuur 3 tot en met 6.

Tabel 1 Samenvatting meetresultaten

variant	Geluidabsorptiecoëfficiënt α							
	1		2		3		4	
SAB profiel	158 ongeperforeerd		158 geperforeerd		106 geperforeerd		106 geperforeerd	
Cannelurevulling	Geen		DK-PRO Steenwol		Glaswol		DK-PRO BASIC Steenwol	
Zie figuur	3		4		5		6	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0.52		0.50		0.43		0.47	
125	0.41	0.41	0.66	0.62	0.57	0.54	0.59	0.56
160	0.29		0.71		0.62		0.62	
200	0.42		0.79		0.69		0.70	
250	0.31	0.32	0.71	0.77	0.68	0.71	0.65	0.70
315	0.22		0.82		0.77		0.76	
400	0.18		0.80		0.77		0.73	
500	0.11	0.13	0.82	0.80	0.84	0.79	0.83	0.79
630	0.10		0.78		0.77		0.82	
800	0.08		0.71		0.72		0.79	
1000	0.06	0.07	0.67	0.68	0.69	0.68	0.75	0.73
1250	0.07		0.66		0.62		0.65	
1600	0.07		0.62		0.56		0.60	
2000	0.09	0.08	0.57	0.58	0.52	0.52	0.54	0.53
2500	0.07		0.54		0.47		0.45	
3150	0.04		0.51		0.40		0.37	
4000	0.01	0.02	0.48	0.47	0.36	0.35	0.35	0.33
5000	0.00		0.41		0.30		0.27	
a_w	0.10(L)		0.60(L)		0.50(LM)		0.55(LM)	
NRC	0.15		0.70		0.70		0.70	

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 "Weighted sound absorption coefficient a_w " conform ISO 11654;
- de "Noise Reduction Coefficient (NRC)" conform 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 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.

Mook,

Th. Scheers
Hoofd Laboratorium voor Akoestiek

ir. M.L.S. Vercammen
directeur

Dit rapport bestaat uit:

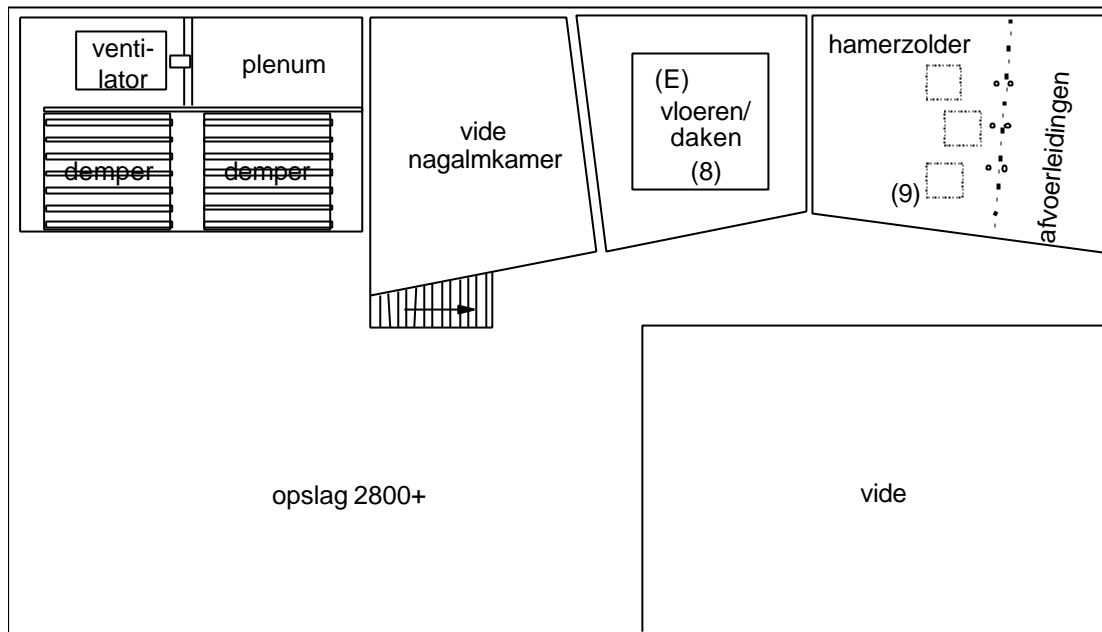
10 pagina's

6 figuren

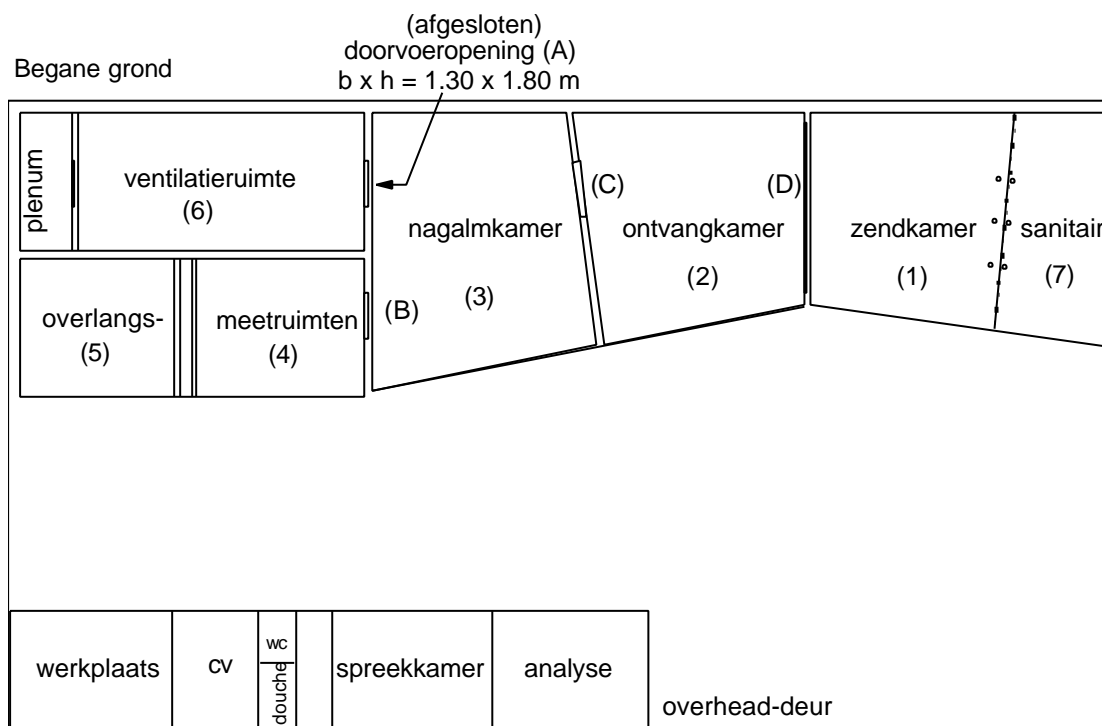
PEUTZ bv
Lindenlaan 41, 6584 AC MOLENHOEK (LB)

OVERZICHT

Verdieping

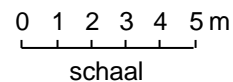


Begane grond



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 354:1985 gestelde eisen.

Verdere gegevens:

volume V : 214 m^3

oppervlak S_t (wanden + vloer + plafond) : 219 m^2

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

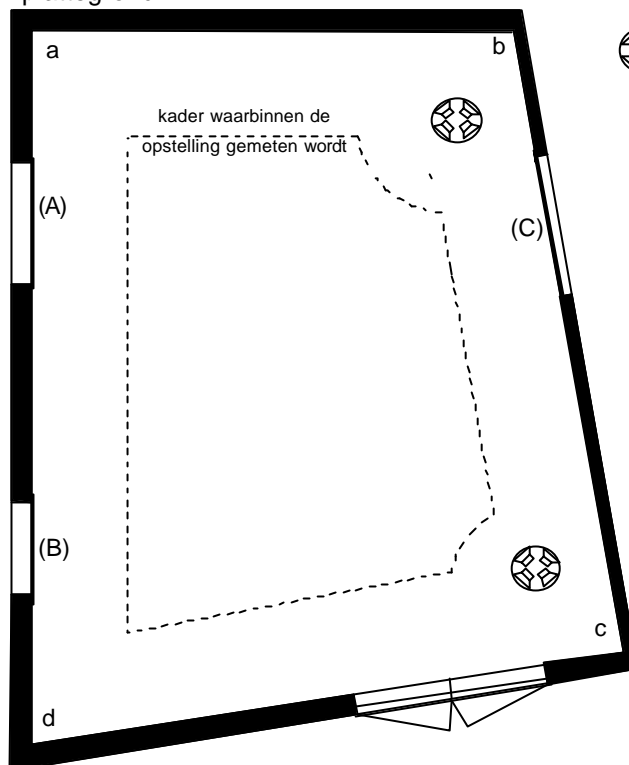
nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 10-05-2004

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	9.66	8.06	8.64	7.26	4.98	3.19	s

herhaalbaarheid r c.f. ISO 354 annex C (zie hoofdstuk 4.2 van dit rapport).

r bij hoge a	0.10	0.08	0.08	0.07	0.04	0.08	-
r bij lage a	0.16	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	-

plattegrond



(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

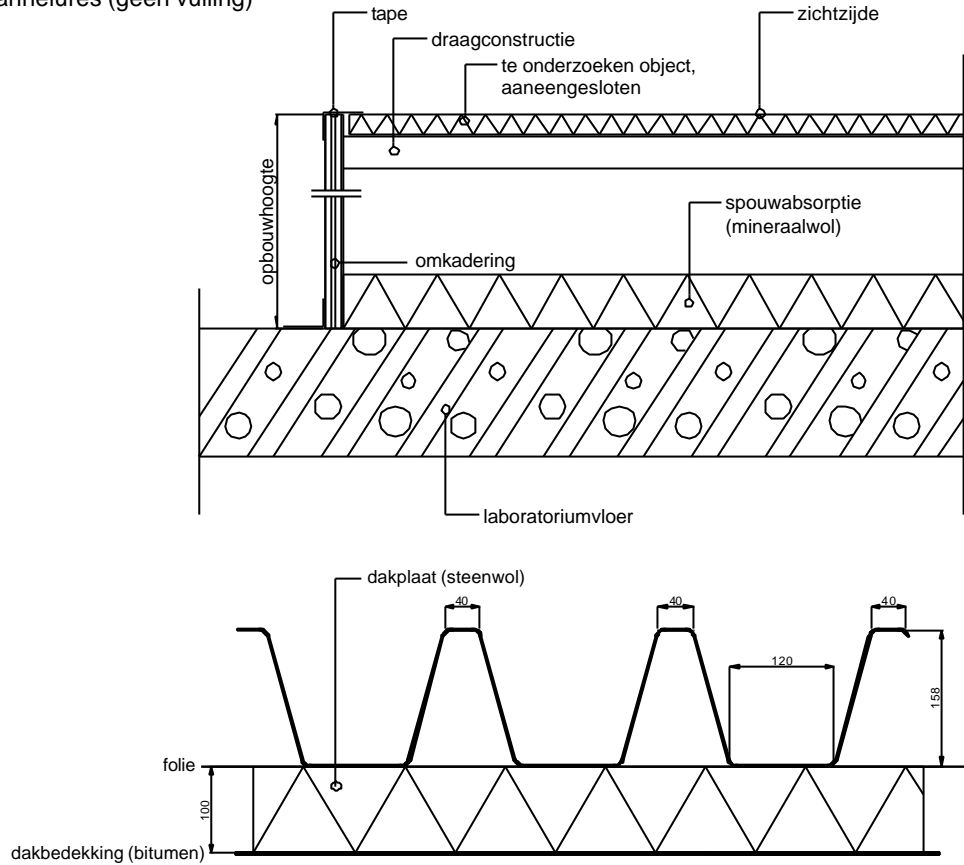
0 1 2 m

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:1985

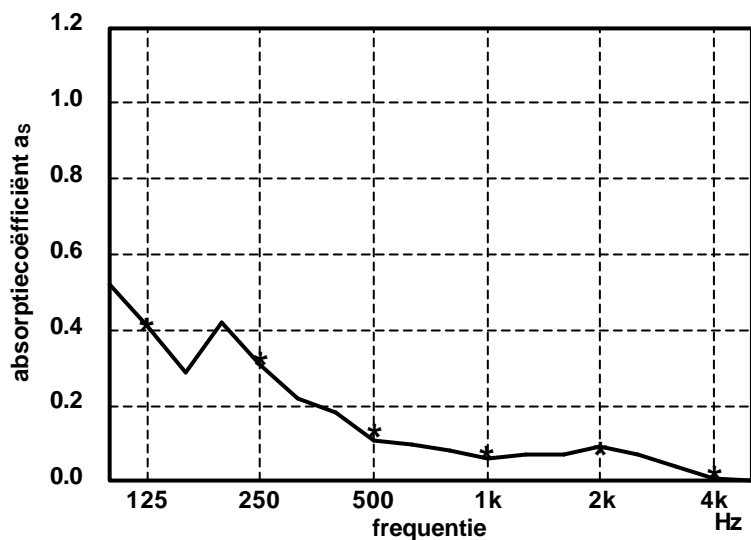
opdrachtgevers: Rockwool Roermond en DEWIN Winterswijk



profiel 158, gesloten cannelures (geen vulling)



volume nagalmkamer: 214 m³
 oppervlak monster: 11.2 m²
 opbouwhoogte: 0.400 m
 gemeten in: laboratorium
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf
 temperatuur: 17.1 °C
 relatieve vochtigheid: 53.5 %
a_w (ISO 11654) = 0.10(L)
NRC (ASTM - C423) = 0.15



	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.52	0.42	0.18	0.08	0.07	0.04
1/3 oct.	0.41	0.31	0.11	0.06	0.09	0.01
*	0.29	0.22	0.10	0.07	0.07	0.00
1/1 oct.	0.41	0.32	0.13	0.07	0.08	0.02

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

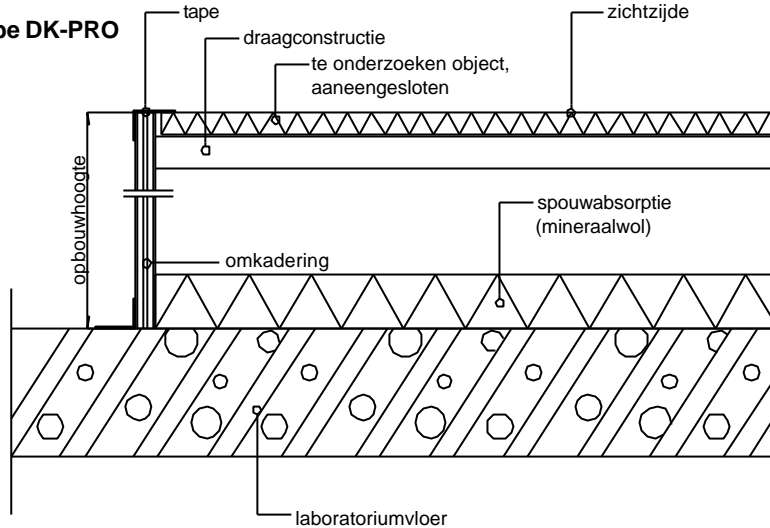
Mook, 10-05-2004

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:1985

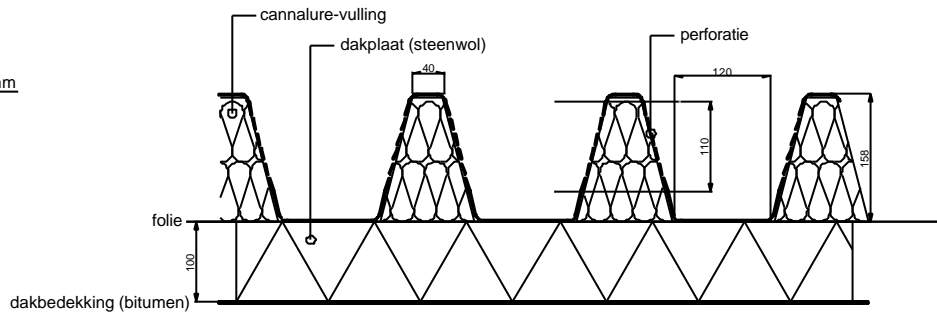
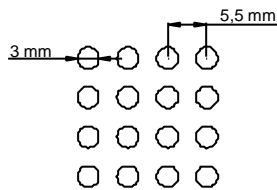
opdrachtgevers: Rockwool Roermond en DEWIN Winterswijk



profiel 158, geperforeerde cannelures,
cannelurevulling fabrikaat DEWIN, type DK-PRO



perforatiepatroon: vierkant



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.2 m²

opbouwhoogte: 0.400 m

gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

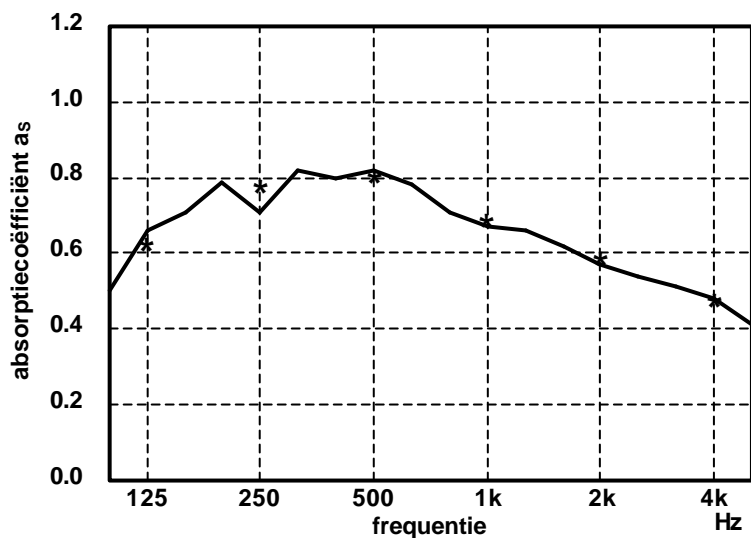
bandbreedte: 1/3 octaaf

temperatuur: 17.1 °C

relatieve vochtigheid: 53.5 %

a_w (ISO 11654) = 0.60(L)

NRC (ASTM - C423) = 0.70



— 1/3 oct.

* 1/1 oct.

	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.50	0.79	0.80	0.71	0.62	0.51
	0.66	0.71	0.82	0.67	0.57	0.48
	0.71	0.82	0.78	0.66	0.54	0.41
1/1 oct.	0.62	0.77	0.80	0.68	0.58	0.47

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

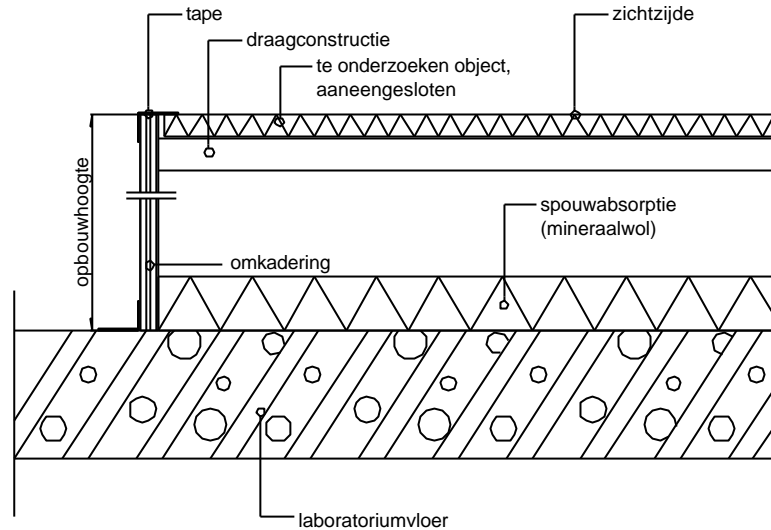
Mook, 10-05-2004

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:1985

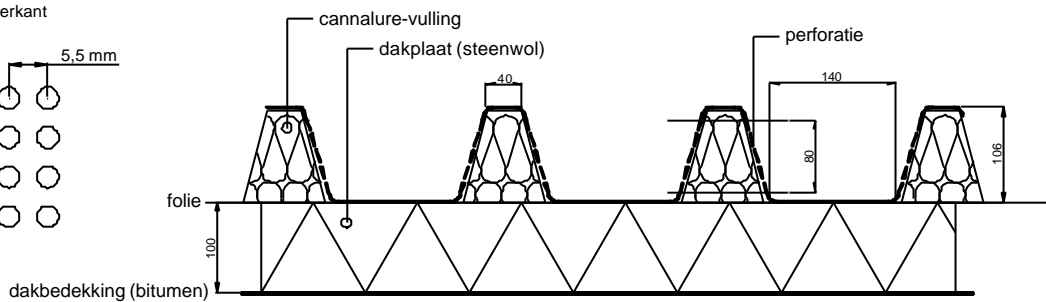
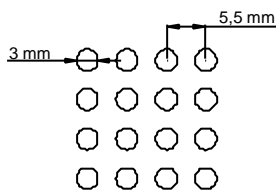
opdrachtgevers: Rockwool Roermond en DEWIN Winterswijk



profiel 106, geperforeerde cannelures
cannelurevulling: ingesealde glaswol



perforatiepatroon: vierkant



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.2 m²

opbouwhoogte: 0.348 m

gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

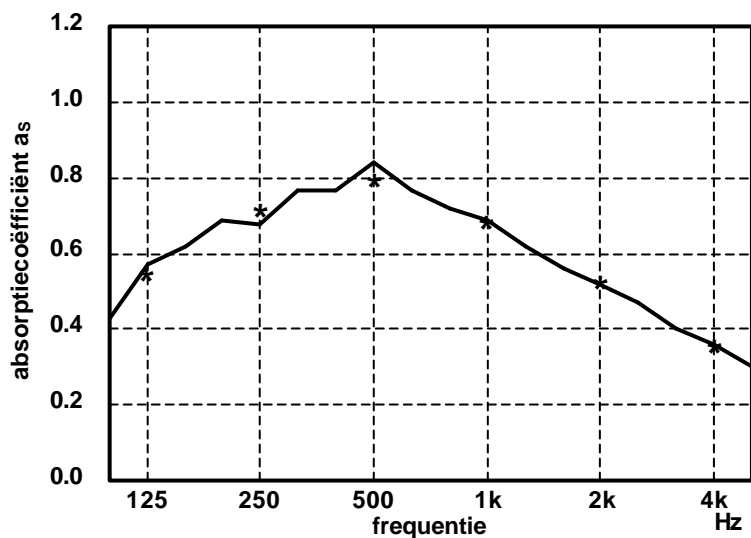
bandbreedte: 1/3 octaaf

temperatuur: 17.1 °C

relatieve vochtigheid: 53.5 %

a_w (ISO 11654) = 0.50(LM)

NRC (ASTM - C423) = 0.70



— 1/3 oct.

* 1/1 oct.

	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.43	0.69	0.77	0.72	0.56	0.40
1/3 oct.	0.57	0.68	0.84	0.69	0.52	0.36
1/1 oct.	0.62	0.77	0.77	0.62	0.47	0.30
1/1 oct.	0.54	0.71	0.79	0.68	0.52	0.35

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

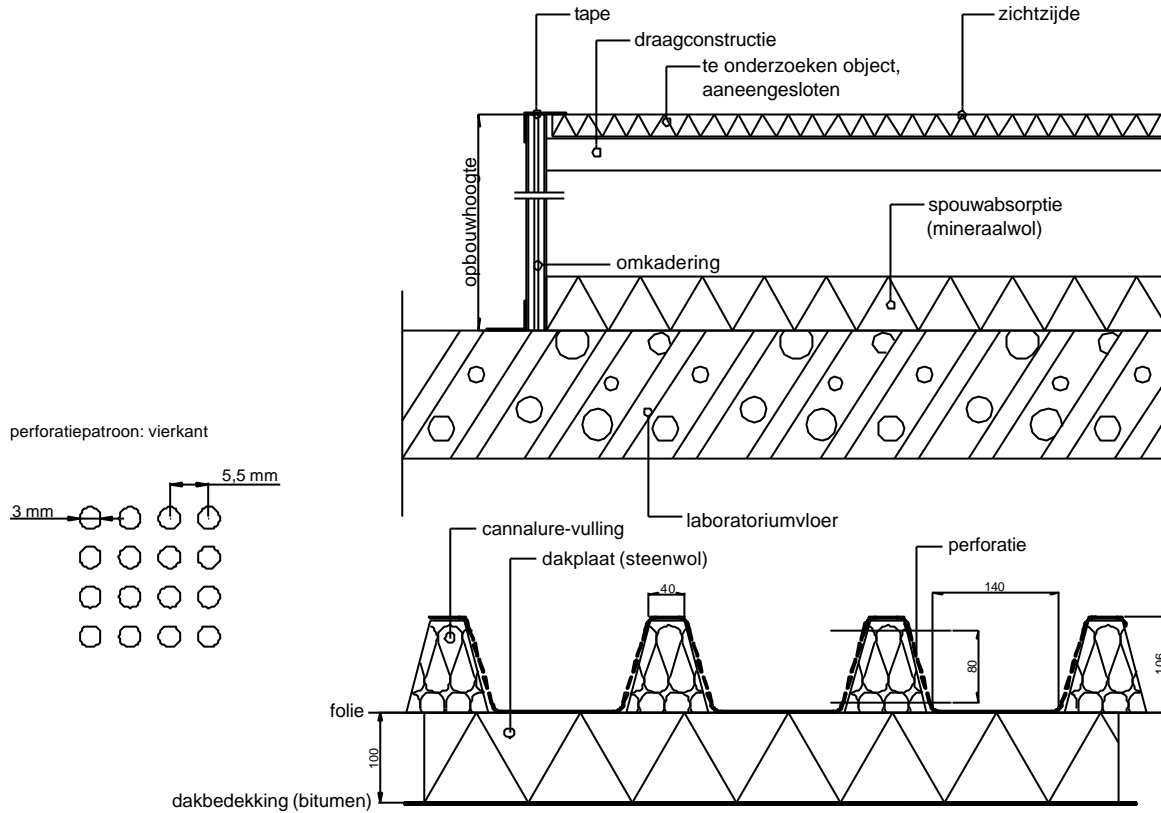
Mook, 10-05-2004

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:1985

opdrachtgevers: Rockwool Roermond en DEWIN Winterswijk



profiel 106, geperforeerde cannelures
cannelurevulling fabriek DEWIN, type DK-PRO BASIC



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.2 m²

opbouwhoogte: 0.348 m

gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

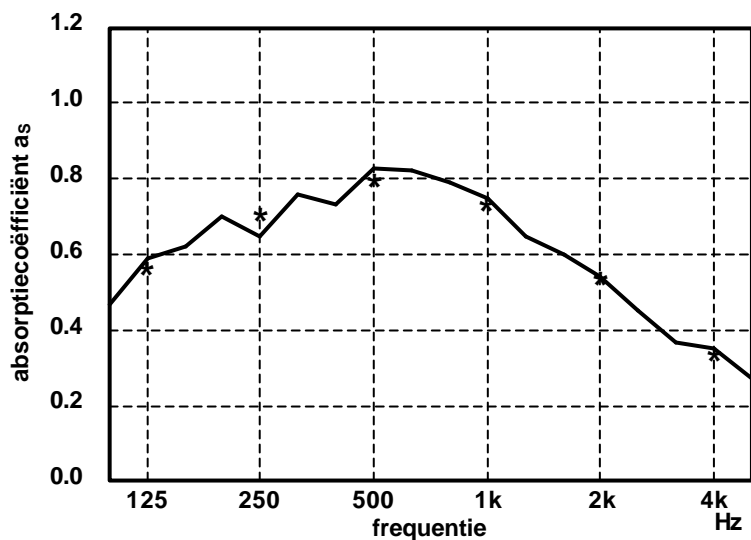
bandbreedte: 1/3 octaaf

temperatuur: 17.1 °C

relatieve vochtigheid: 53.5 %

a_w (ISO 11654) = 0.55(LM)

NRC (ASTM - C423) = 0.70



— 1/3 oct.

* 1/1 oct.

	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.47	0.70	0.73	0.79	0.60	0.37
	0.59	0.65	0.83	0.75	0.54	0.35
	0.62	0.76	0.82	0.65	0.45	0.27
1/1 oct.	0.56	0.70	0.79	0.73	0.53	0.33

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 10-05-2004