

Rapport

Laboratorium voor Akoestiek

bepaling van de geluidabsorptie(nagalmkamer methode) van
betonstenen, fabrikaat BIA

Rapportnummer A 1426-1 d.d. 22 november 2004

Lid ONRI
ISO-9001: 2000 gecertificeerd

Opdrachtgever:



Beton Industrie Arts B.V.

Loonse Waard 22
6606 KG WIJCHEN
Tel: 024-648 84 84
Fax: 024-648 84 80

Rapportnummer: A 1426-1

Datum: 22 november 2004

Ref.: TS/RA/Lv/A 1426-1-RA

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. NORMSTELLING EN RICHTLIJNEN	4
3. ONDERZOCHE CONSTRUCTIE	5
4. METINGEN	6
4.1. Meetmethode	6
4.2. Meetnauwkeurigheid	7
4.3. Omgevingscondities	8
4.4. Meetresultaten	8

1. INLEIDING

In opdracht van BIA Beton Industrie Arts B.V. te Mill zijn geluidabsorptiemetingen uitgevoerd aan

BIA betonstenen

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. NORMSTELLING EN RICHTLIJNEN

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

ISO 354:2003 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 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-C423-90a 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 volgende varianten zijn onderzocht, waarbij onderstaande gegevens zijn verstrekt door de opdrachtgever en/of verkregen uit eigen waarnemingen. Zie ook figuur 2

variant 1; MF/GS, maasformaat grindbeton structuur grijs

Afmetingen enkele steen; 210 x 100 x 81 mm

Gewicht enkele steen; 3,20 kg

variant 2; MF/LS, maasformaat lichtbeton structuur grijs

Afmetingen enkele steen; 210 x 100 x 83 mm

Gewicht enkele steen; 3,05 kg

variant 3; MF/LS-fijn, maasformaat lichtbeton structuur fijn donkergrijs

Afmetingen enkele steen; 210 x 100 x 80 mm

Gewicht enkele steen; 3,05 kg

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

Per variant is direct op de vloer van de nagalmkamer een oppervlakte van ca. 11 m² met de te onderzoeken stenen belegd. De meetopstelling is conform type A-mounting ISO 354:2003, Annex B (Test specimen mountings for sound absorption tests). De randen rondom het monster zijn afgedicht met 18 mm dikke geplastificeerde spaanplaten.

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 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 m²

$$A_1 = \frac{55,3 V}{c T_1} - 4Vm_1 \quad (1)$$

waarin :

V = volume van de lege nagalmkamer [m³]

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]

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

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

$$A_2 = \frac{55,3 V}{c T_2} - 4Vm_2 \quad (4)$$

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_2 = "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 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 het Laboratorium voor Akoestiek 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 1 zijn de ten tijde van de geluidabsorptiemetingen gemeten omgevingscondities weergegeven.

Tabel 1 Omgevingscondities tijdens de metingen

nagalmkamer	temperatuur [°C]	barometrisch druk [kPa]	relatieve vochtigheid [%]
leeg	16.3	101	58

4.4. Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemetingen worden weergegeven in tabel 2 en in de figuren 4 t/m 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 "Weighted sound absorption coefficient α_w " volgens ISO 11654.

Tabel 2 Meetresultaten

variant omschrijving zie figuur	geluidabsorptie-coëfficiënt α_s					
	1 MS/GS 4		2 MS/LS 5		3 MS/LS fijn 6	
	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0.12		0.11		0.12	
125	0.06	0.11	0.10	0.11	0.11	0.14
160	0.16		0.12		0.20	
200	0.21		0.17		0.26	
250	0.37	0.40	0.28	0.33	0.44	0.47
315	0.63		0.53		0.72	
400	0.90		0.91		0.82	
500	0.73	0.72	0.80	0.74	0.65	0.66
630	0.53		0.51		0.50	
800	0.41		0.35		0.41	
1000	0.42	0.49	0.34	0.41	0.47	0.50
1250	0.64		0.55		0.62	
1600	0.61		0.58		0.56	
2000	0.56	0.59	0.54	0.57	0.55	0.56
2500	0.61		0.58		0.58	
3150	0.58		0.57		0.55	
4000	0.58	0.57	0.55	0.57	0.53	0.54
5000	0.54		0.60		0.54	
α_w	0.60		0.50(M)		0.55	
NRC	0.50		0.5		0.55	

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

Dit rapport bestaat uit:

9 pagina's,
6 figuren.

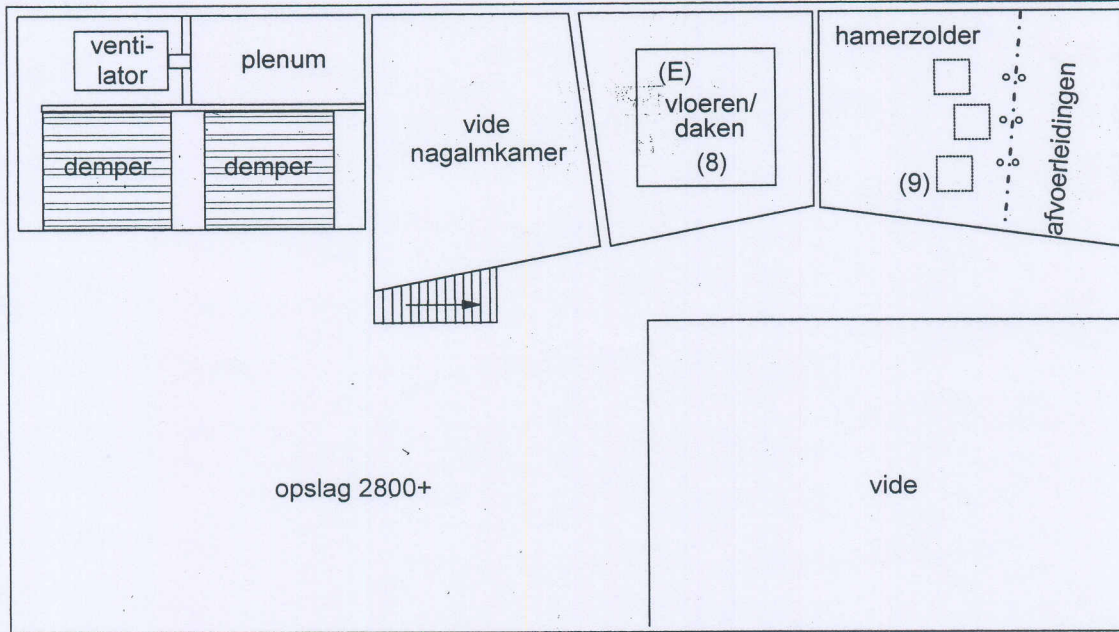
Mook,

ir. M.L.S. Vercammen
directeur

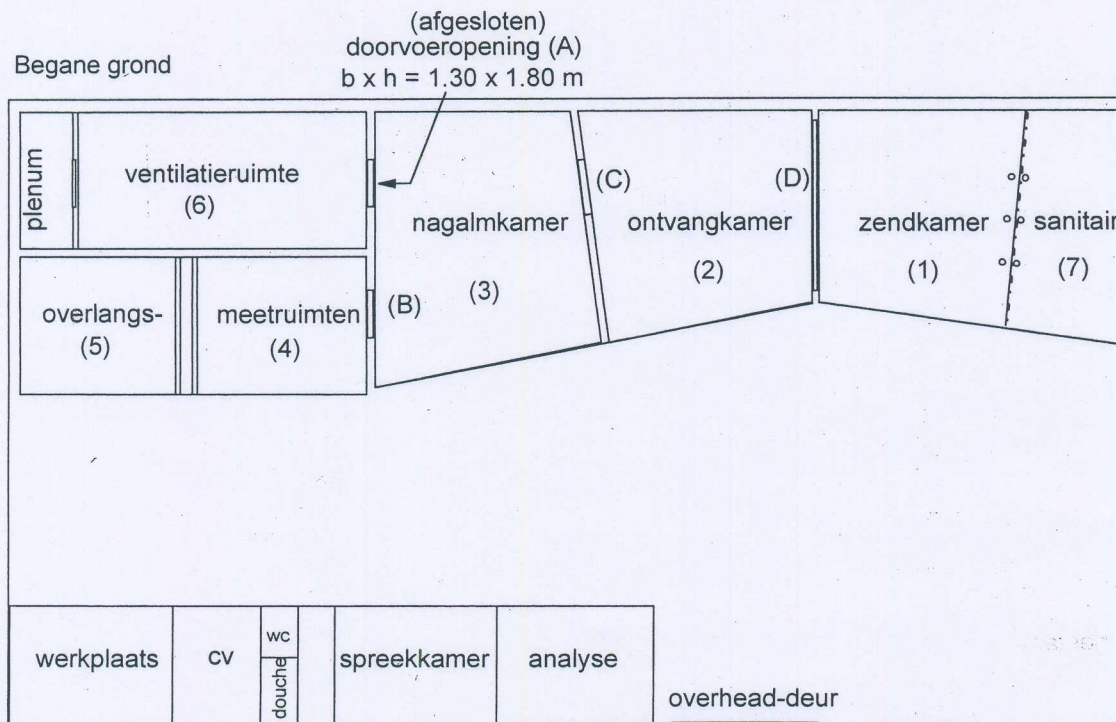
PEUTZ bv
Lindenlaan 41, 6584 AC MOLENHOEK (LB)

OVERZICHT

Verdieping

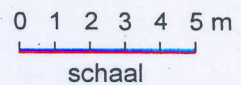


Begane grond



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

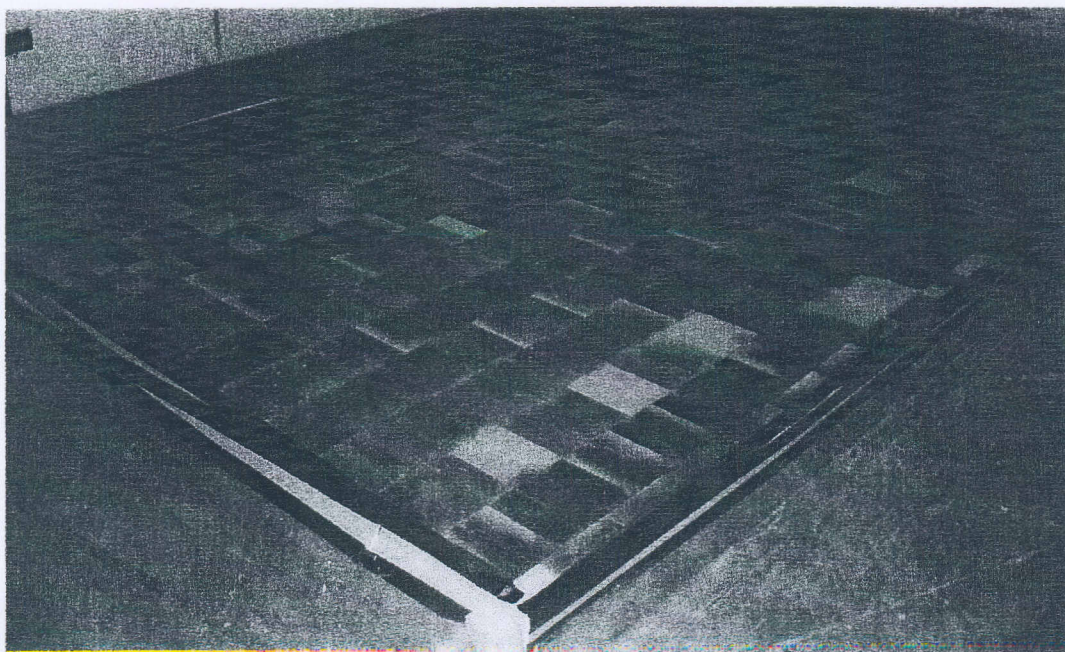
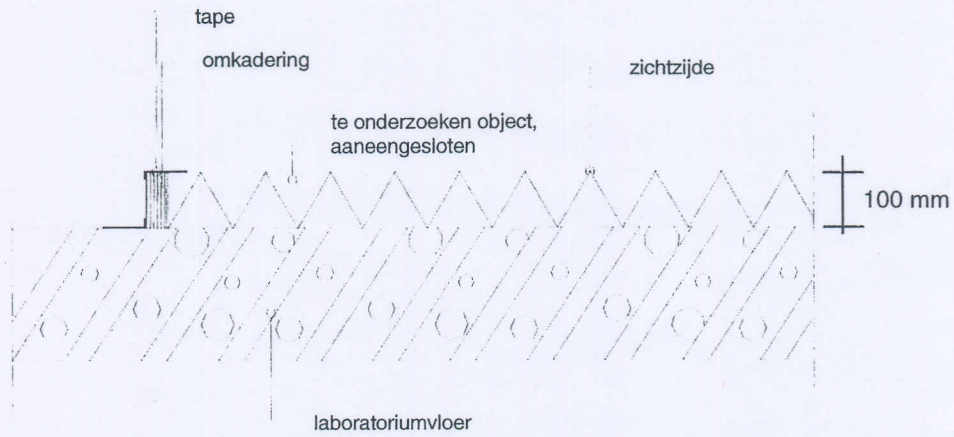
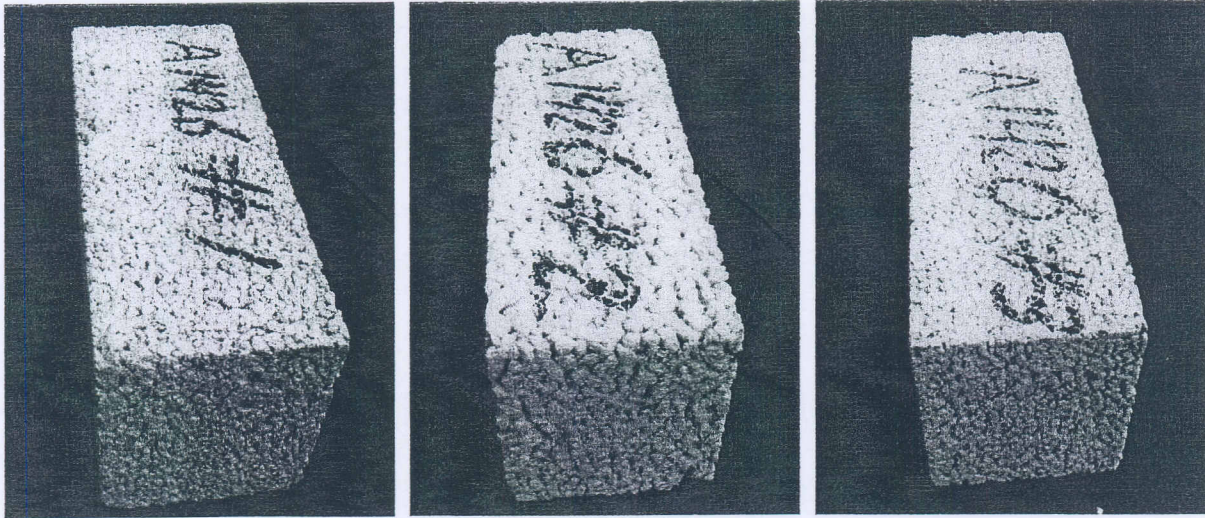


ONDERZOCHE CONSTRUCTIE

variant 1: MF/GS

variant 2: MF/LS

variant 3: MF/LS-fijn



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 m^3

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

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^2 is een voldoende diffusie bereikt.

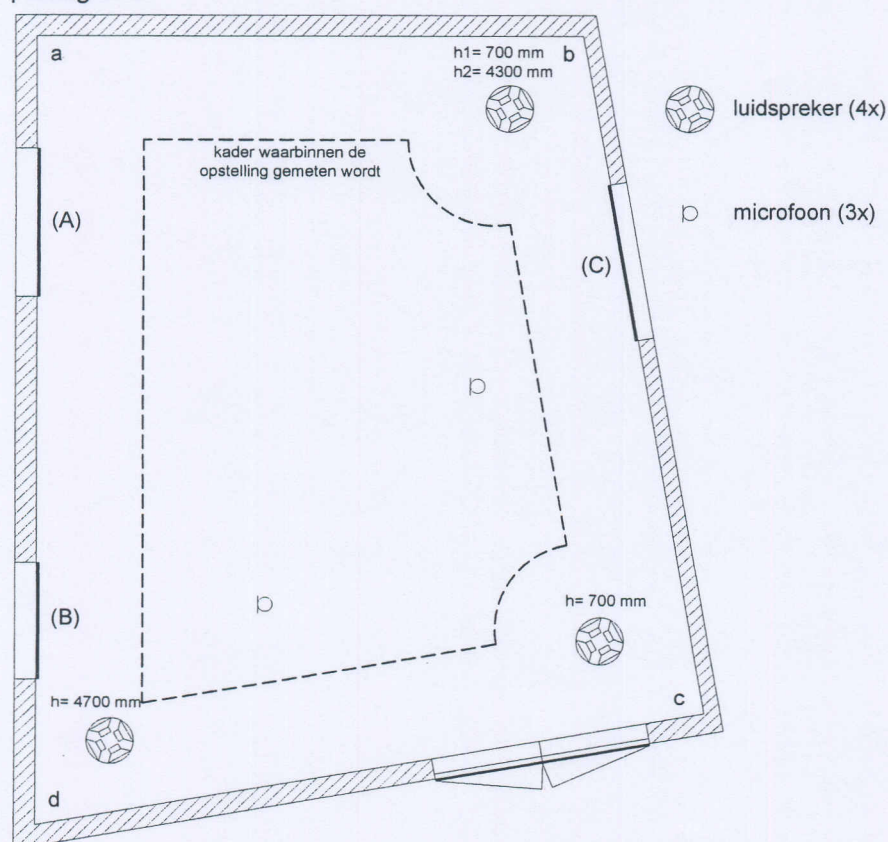
nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 18-10-2004

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	10.20	8.20	8.63	7.14	4.88	3.12	s

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

r bij hoge α	0.13	0.08	0.06	0.03	0.05	0.09	-
r bij lage α	0.11	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05	-

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

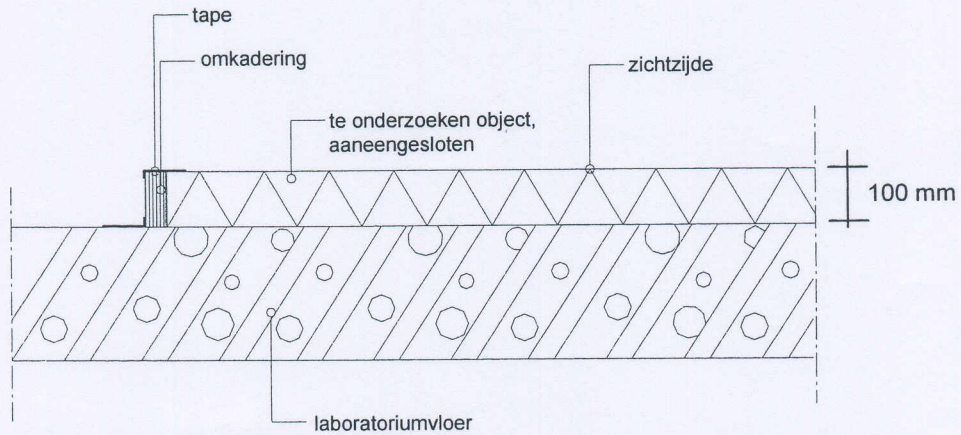
0 1 2 m

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003

opdrachtgever: Beton Industrie Arts B.V.



variant 1: MF/GS, maasformaat grindbeton structuur



Absorb versie 3.0.1, mode 7 bestandsnaam: a1426 E#:1-36 F#:37-72 A#:73 T1 = 16.4 °C, T2 = 16.3 °C, p1 = 0 kPa, p2 = 0 kPa, h1 = %, h2 = 58.3 %

volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.15 m²

opbouwhoogte: 0.1 m

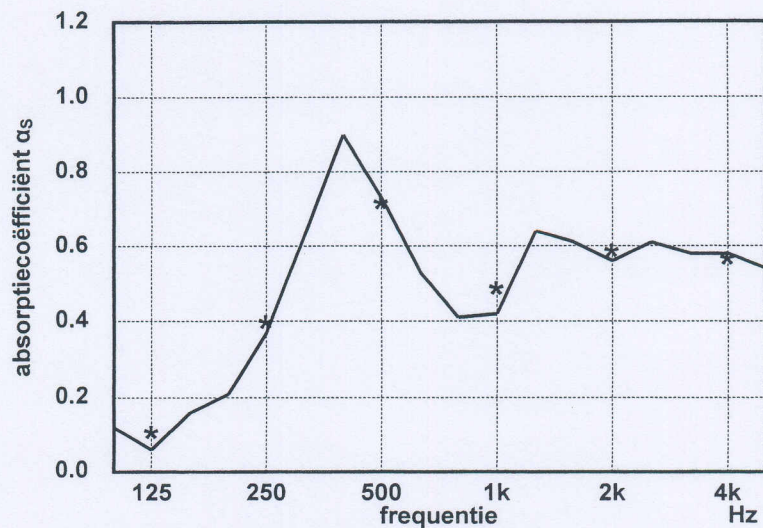
gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

α_w (ISO 11654) = 0.60

NRC (ASTM - C423) = 0.50



	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.06	0.37	0.73	0.42	0.56	0.58
* 1/1 oct.	0.12	0.21	0.90	0.41	0.61	0.58
* 1/1 oct.	0.16	0.63	0.53	0.64	0.61	0.54
1/1 oct.	0.11	0.40	0.72	0.49	0.59	0.57

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

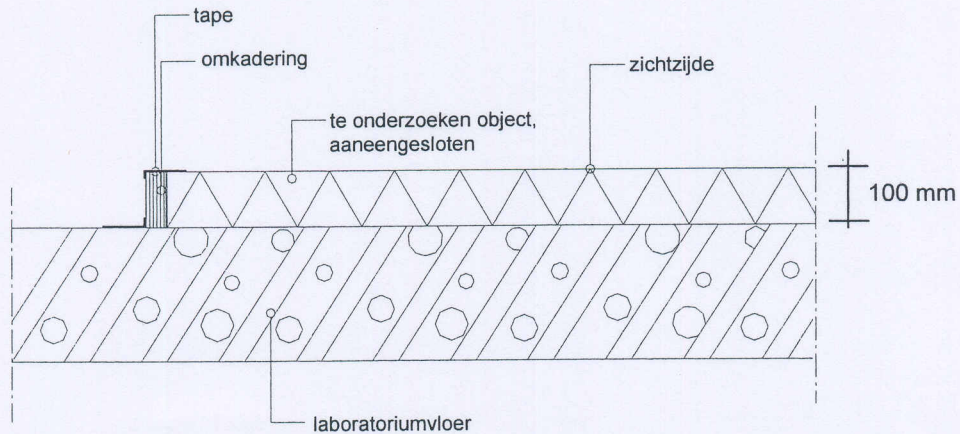
Mook, 18-10-2004

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003

opdrachtgever: Beton Industrie Arts B.V.



variant 2; MF/LS, maasformaat lichtbeton structuur



Absorb versie 3.0.1, mode 7 bestandsnaam: a1426 E#:1-36 F#:74-109 A#:110 T1 = 16.4 °C, T2 = 16.3 °C, p1 = 0 kPa, p2 = 0 kPa, h1 = %, h2 = 58.3 %

volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.13 m²

opbouwhoogte: 0.1 m

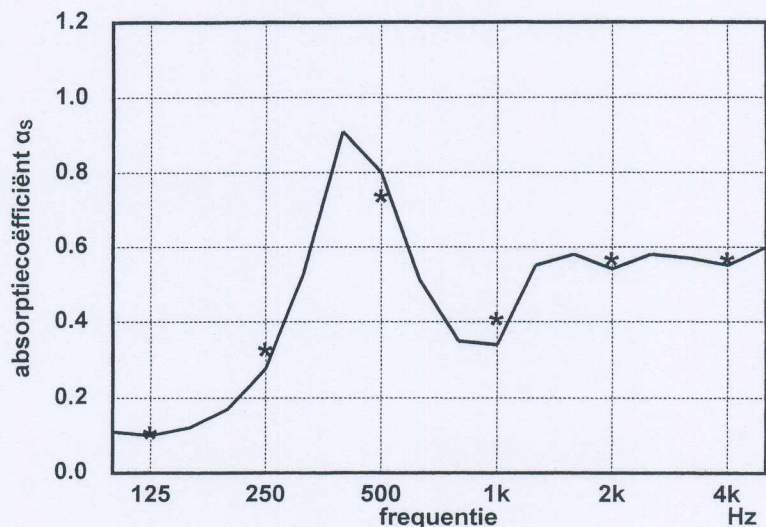
gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

α_w (ISO 11654) = 0.50(M)

NRC (ASTM - C423) = 0.50



— 1/3 oct.
* 1/1 oct.

	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0.11	0.17	0.91	0.35	0.58	0.57
	0.10	0.28	0.80	0.34	0.54	0.55
	0.12	0.53	0.51	0.55	0.58	0.60
1/1 oct.	0.11	0.33	0.74	0.41	0.57	0.57

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

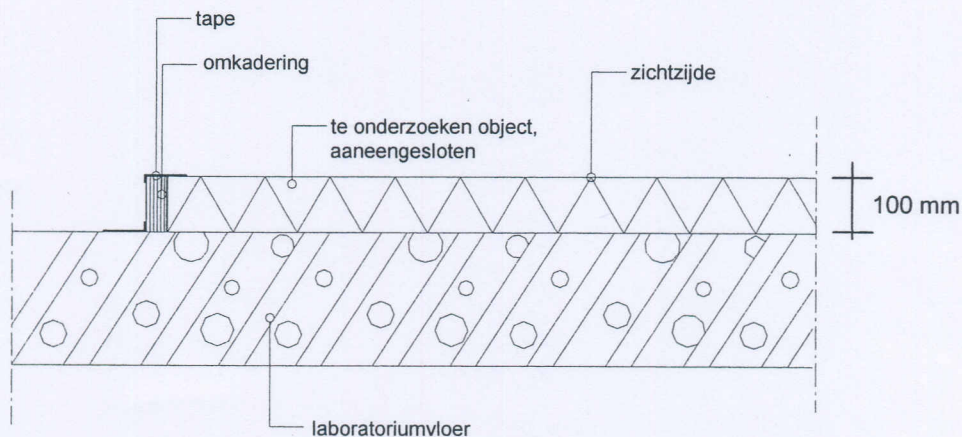
Mook, 18-10-2004

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003

opdrachtgever: Beton Industrie Arts B.V.



variant 3; MF/LS fijn, maasformaat lichtbeton structuur fijn



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11.19 m²

opbouwhoogte: 0.1 m

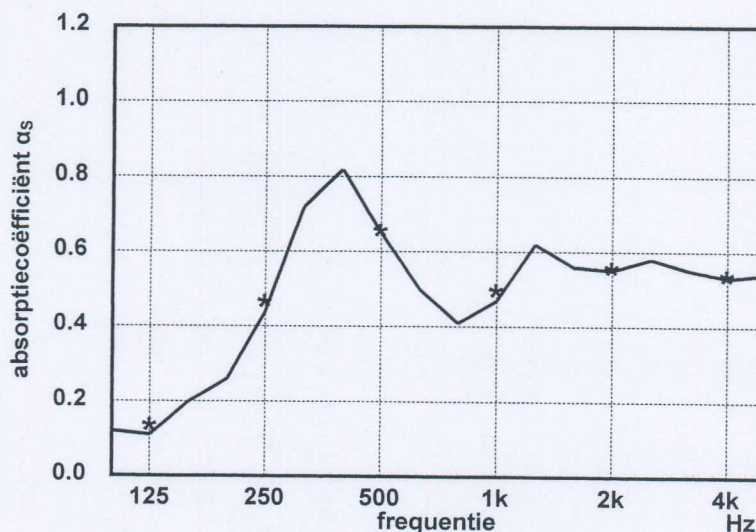
gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

α_w (ISO 11654) = 0.55

NRC (ASTM - C423) = 0.55



	125	250	500	1k	2k	4k
— 1/3 oct.	0.12	0.26	0.82	0.41	0.56	0.55
1/3 oct.	0.11	0.44	0.65	0.47	0.55	0.53
* 1/1 oct.	0.20	0.72	0.50	0.62	0.58	0.54
1/1 oct.	0.14	0.47	0.66	0.50	0.56	0.54

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 19-10-2004

Absorb versie 3.0.1, mode 7 bestandsnaam: a1426 E#:1-36 F#:111-146 A#:147 T1 = 16.4 °C, T2 = 16.3 °C, p1 = 0 kPa, p2 = 0 kPa, h1 = %, h2 = 58.3 %