

Rapport

Laboratorium voor Akoestiek

bepaling van de luchtgeluidisolatie en de geluidabsorptie van
Rockwool Metaalbouw gevelsystemen

Rapportnummer A 1673-1 d.d. 4 september 2007

Opdrachtgever: Rockwool Benelux BV
Postbus 1160
6040 KD Roermond

Rapportnummer: A 1673-1

Datum: 4 september 2007

Ref.: TS/JK/LvI/A 1673-1-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	6
4. GELUIDISOLATIE	11
4.1. Methode	11
4.2. Nauwkeurigheid	11
4.2.1. Herhaalbaarheid (r)	11
4.2.2. Reproduceerbaarheid (R)	12
4.3. Omgevingscondities tijdens de metingen	12
4.4. Resultaten	13
5. GELUIDABSORPTIE	15
5.1. Meetmethode	15
5.2. Meetnauwkeurigheid	16
5.3. Omgevingscondities	17
5.4. Meetresultaten	17

1. INLEIDING

In opdracht van Rockwool Benelux BV zijn geluidisolatie- en geluidabsorptiemetingen verricht aan verschillende uitvoeringsvarianten van

Rockwool Metaalbouw gevelsystemen 209 DUO / 209 DUO SONO

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:

Geluidisolatiemeting

ISO 140-3:1995 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements

N.B. De norm ISO 140-3 is binnen alle landen van de EG aanvaard als Europese Norm EN ISO 140-3:1995

Geluidabsorptiemeting

ISO 354:2003²⁾ 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

Andere normen waarnaar in voorliggend rapport verwezen wordt

ISO 140-1:1997 Acoustics - Measurement of sound insulation of building elements - Part 1: Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission

N.B. De norm ISO 140-1 is binnen alle landen van de EG aanvaard als Europese Norm EN ISO 140-1:1997

ISO 140-2:1991 Acoustics - Measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Determination, verification and application of precision data

N.B. De norm ISO 140-2 is binnen alle landen van de EG aanvaard als Europese Norm EN 20140-2:1993

ISO 717-1:1996 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation

N.B. De norm ISO 717-1 is binnen alle landen van de EG aanvaard als Europese Norm EN ISO 717-1:1996

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.

- 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

3. ONDERZOCHE CONSTRUCTIE

De te onderzoeken gevelconstructie werd opgebouwd gebruikmakend van de navolgende materialen (gegevens zijn verstrekt door de opdrachtgever en/of verkregen uit eigen waarnemingen).

3.1. Toegepaste materialen

Binnendozen

SAB B90/500

fabrikant: SAB

Deze stalen binnendoos bestaat uit een gesloten staalprofiel met afmetingen: lengte x breedte = 4280 x 500 mm. De binnendoosbreedte bedraagt 90 mm en de materiaaldikte 0,75 mm.

SAB B90/500 P3ZZ

fabrikant: SAB

Deze stalen binnendoos bestaat uit een geperforeerd staalprofiel met afmetingen: lengte x breedte = 4280 x 500 mm. De binnendoosbreedte bedraagt 90 mm en de materiaaldikte 0,75 mm. De breedte van het geperforeerde oppervlak is 345 mm. De gatdiameter is 3 mm en de h.o.h. afstand 5,5 mm bij een vierkantpatroon. De perforatiegraad van de perforatiestrook bedraagt ca. 23%, effectief ca. 16%.

SAB B90/600

fabrikant: SAB

Deze stalen binnendoos bestaat uit een gesloten staalprofiel met afmetingen: lengte x breedte = 4280 x 600 mm. De binnendoosbreedte bedraagt 90 mm en de materiaaldikte 0,75 mm.

SAB B110/600

fabrikant: SAB

Deze stalen binnendoos bestaat uit een gesloten staalprofiel met afmetingen: lengte x breedte = 4280 x 600 mm. De binnendoosbreedte bedraagt 90 mm en de materiaaldikte 0,75 mm.

SAB B110/600 P3ZZ

fabrikant: SAB

Deze stalen binnendoos bestaat uit een geperforeerd staalprofiel met afmetingen: lengte x breedte = 4280 x 600 mm. De binnendoosbreedte bedraagt 110 mm en de materiaaldikte 0,75 mm. Het breedte van het geperforeerde oppervlak is 455 mm. De

gatdiameter is 3 mm en de h.o.h. afstand 5,5 mm bij een vierkantpatroon. De perforatiegraad van de perforatiestrook bedraagt ca. 23%; effectief ca. 17%.

Minerale wol

209 DUO 130 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 130 mm
afmetingen: 1200 x 500 x 130 mm, oppervlakte gewicht ca. 6,1 kg/m² (gewogen)

209 DUO 130 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 130 mm
afmetingen: 1200 x 600 x 130 mm, oppervlakte gewicht ca. 6,2 kg/m² (gewogen)

209 DUO 150 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 150 mm
afmetingen: 1200 x 500 x 150 mm, oppervlakte gewicht ca. 6,5 kg/m² (gewogen)

209 DUO SONO 150 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 150 mm
afmetingen: 1200 x 500 x 150 mm, oppervlakte gewicht ca. 6,4 kg/m² (gewogen)
extra: enkelzijdig voorzien van alufolie

209 DUO 170 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 170 mm
afmetingen: 1200 x 600 x 170 mm, oppervlakte gewicht ca. 7,7 kg/m² (gewogen)

209 DUO SONO 170 mm

fabrikant: Rockwool
type: 209 DUO 170 mm
afmetingen: 1200 x 600 x 170 mm, oppervlakte gewicht ca. 7,5 kg/m² (gewogen)
extra: enkelzijdig voorzien van alufolie

Buitenbeplating

SAB 35/1035

fabrikant: SAB
Verticale geprofileerde stalen buitenbeplating met een damwand hoogte van ca. 35 mm en een staaldikte van ca. 0,75 mm. Lengte x breedte = 2790 x 1035 mm.

SAB 27/1000

fabrikant: SAB

Horizontale buitenbeplating met een sinus (golf) hoogte van ca. 27 mm en een materiaaldikte van ca. 0,75 mm. Lengte x breedte = 4280 x 1000 mm.

Omega profiel

fabrikant: SAB

Stalen profiel ter bevestiging van de **SAB 27/1000** buitenbeplating. Staaldikte bedraagt ca. 1 mm. Lengte x breedte x hoogte = 2790 x 150 x 20 mm.

3.2. Geluidisolatie

Alle systemen zijn aangebracht in de meetopening en tegen een houten randbalk geschroefd (kopmaat ca. 50 x 70 mm). Alle constructies zijn rondom de meetopening aan weerszijden zorgvuldig afgedicht met acrylaat kit. Binnenzijde (meetruimte 2), buitenzijde (meetruimte 1).

De volgende metaalbouw systemen zijn onderzocht:

variant 1 (figuur 6); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B90/500** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 130 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigers (ca. 3,5/m²) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigers.

variant 2 (figuur 7); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B90/500** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 130 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **Omega profiel** verticaal ten opzichte van en aan de binnendozen bevestigd d.m.v. primaire bevestigers, 6 x 2 bevestigers per profiel. De profielen hebben een h.o.h. afstand van ca. 1350 mm. Totaal ca. 4,0/m².
- **SAB 27/1000** met secundaire bevestigers op de omega profielen gemonteerd, 7 bevestigers per profiel. Totaal ca. 2,5/m².

variant 3 (figuur 8); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B90/600** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.

- **209 DUO 130 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigings (ca. $3,5/m^2$) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigings.

variant 4 (figuur 9); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B90/500 P3ZZ** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 150 mm + alu folie** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigings (ca. $3,5/m^2$) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigings.

variant 5 (figuur 10); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B90/500** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 150 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigings (ca. $3,5/m^2$) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigings.

variant 6 (figuur 11); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B110/600 P3ZZ** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 170 mm + alu folie** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigings (ca. $3,5/m^2$) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigings.

variant 7 (figuur 12); opbouw van binnen naar buiten

- **SAB B110/600** horizontaal gestapeld en d.m.v. stalen parkers bevestigd tegen de houten regels. Onderling zijn de dozen eveneens gekoppeld met stalen parkers, h.o.h. 1000 mm.
- **209 DUO 170 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** met primaire bevestigings (ca. $3,5/m^2$) aan de binnendozen gemonteerd en onderling verbonden met secundaire bevestigings.

Zie de figuren 3 t/m 5 voor foto's en tekeningen van enkele onderzochte constructies.

3.3. Geluidabsorptie:

De volgende metaalbouw systemen zijn onderzocht:

variant 8 (figuur 14); opbouw van boven naar onder (boven is zichtzijde)

- **SAB B90/500 P3ZZ** aaneengesloten op de buitenbeplating geplaatst.
- **209 DUO SONO 150 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** aaneengesloten op de ondersteuningsconstructie geplaatst.

variant 9 (figuur 15); opbouw van boven naar onder (boven is zichtzijde)

- **SAB B110/600 P3ZZ** aaneengesloten op de buitenbeplating geplaatst.
- **209 DUO SONO 170 mm** geklemd tussen de flenzen van de binnendozen.
- **SAB 35/1035** aaneengesloten op de ondersteuningsconstructie geplaatst.

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. GELUIDISOLATIE

4.1. Methode

De metingen zijn uitgevoerd conform ISO 140-3 in de isolatiemeetruimten van Peutz bv te Mook. Een nadere omschrijving van de meetruimten is in figuren 1 en 2 van dit rapport gegeven.

De geluidisolatiemetingen worden in twee richtingen uitgevoerd door verwisseling van zend- en ontvangfunctie. De uiteindelijke geluidisolatiewaarden zijn gemiddeld over beide meetrichtingen.

In ISO 140-3 wordt de luchtgeluidisolatie van een object gedefinieerd als de "sound reduction index R" welke wordt bepaald volgens vergelijking 1 en uitgedrukt in dB :

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) \quad (1)$$

waarin :

- L_1 = geluiddrukniveau in de zendruimte [dB]
- L_2 = geluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB]
- S = oppervlakte van het te testen object [m²]
- A = equivalente geluidabsorptie [m²] in de ontvangruimte berekend volgens :

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (2)$$

waarin :

- V = volume van de ontvangruimte [m³]
- T = nagalmtijd in de ontvangruimte [s]

4.2. Nauwkeurigheid

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

4.2.1. Herhaalbaarheid (r)

Wanneer kort na elkaar twee keer een geluidisolatiemeting wordt uitgevoerd met een zelfde methode aan een identiek meetobject onder gelijkblijvende omstandigheden is de

waarschijnlijkheid 95% dat het verschil tussen de twee metingen onderling maximaal r bedraagt.

Om inzicht te krijgen in de herhaalbaarheid van de luchtgeluidisolatiemetingen tussen twee meetruimten van Peutz bv is een onderzoek uitgevoerd conform ISO 140-2. Uit dit onderzoek blijkt dat de herhaalbaarheid in de frequentiebanden 100 t/m 250 Hz maximaal $r = 2,0$ dB bedraagt en daarboven tot 3150 Hz maximaal $r = 1,3$ dB.

De herhaalbaarheid betrekking hebbende op de ééngetalswaarde R_w bedraagt maximaal $r = 0,7$ dB, zodat bij afronding op hele dB's (zoals in ISO 717 voorgeschreven) uitgegaan kan worden van een nauwkeurigheid van ± 1 dB.

Uit deze meetresultaten blijkt dat herhaalbaarheid (ruimschoots) voldoet aan de eisen gesteld in ISO 140-2.

4.2.2. Reproduceerbaarheid (R)

Wanneer twee keer een geluidisolatiemeting wordt uitgevoerd met een zelfde methode aan een identiek meetobject in verschillende laboratoria onder andere omstandigheden is de waarschijnlijkheid 95% dat het verschil tussen de twee metingen onderling maximaal R bedraagt.

Mede op basis van diverse onderzoeken is in ISO 140-2 aangegeven welke reproduceerbaarheid verwacht mag worden. De reproduceerbaarheid van de eengetalswaarde R_w bedraagt ca. $R=3$ dB.

4.3. Omgevingscondities tijdens de metingen

Tabel 1 Omgevingscondities tijdens de metingen op 15 mei 2007

Ruimte	Temperatuur [°C]	relatieve vochtigheid [%]
1	16,5	55,9
2	16,8	52,8

4.4. Resultaten

De meetresultaten zijn weergegeven in onderstaande tabellen 2, 3 en in de figuren 6 t/m 12.

Tabel 2 meetresultaten

variant record nr.	GELUIDISOLATIE [dB]							
	1 #224		2 #301		3 #436		4 #151	
binnendoos:	B90/500		B90/500		B90/600		B90/500 P3ZZ	
mineraalwol:	130 mm		130 mm		130 mm		SONO 150 mm	
buitenbeplating:	35/1035		27/1000		35/1035		35/1035	
bevestigings/extra:	ja/nee		ja/nee		ja/nee		ja/nee	
figuur nr.:	6		7		8		9	
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	19,3		18,9		20,3		18,2	
125	21,8	21,8	23,8	22,2	21,5	22,0	15,2	17,2
160	27,9		29,3		25,7		19,4	
200	33,0		35,0		32,6		24,6	
250	39,2	36,6	39,8	38,2	39,2	36,3	29,1	27,6
315	43,8		44,2		44,6		32,4	
400	46,5		48,0		46,7		36,8	
500	50,7	49,4	50,7	50,3	50,1	49,3	42,0	40,0
630	54,7		54,4		53,8		45,1	
800	57,6		56,9		57,6		49,4	
1000	60,5	59,1	60,5	59,6	60,0	58,8	52,4	51,4
1250	59,7		64,4		59,0		53,5	
1600	57,4		67,1		55,7		52,9	
2000	54,5	56,5	67,6	66,8	55,5	57,0	51,5	53,3
2500	58,6		66,0		63,1		57,1	
3150	65,5		66,4		67,5		62,4	
4000	65,0	63,4	66,1	65,9	66,5	65,0	62,6	61,3
5000	61,2		65,4		62,7		59,6	
R _w (C;C _{tr})	47(-4;-11) dB		48(-4;-11) dB		47(-4;-11) dB		39(-2;-8) dB	

Tabel 3 meetresultaten

Variant record nr.	GELUIDISOLATIE [dB]					
	5 #114		6 #473		7 #510	
binnendoos:	B90/500		B110/600 P3ZZ		B110/600	
mineraalwol:	150 mm		SONO 170 mm		170 mm	
buitenbeplating:	35/1035		35/1035		35/1035	
bevestigings/extra:	ja/nee		ja/nee		ja/nee	
figuur nr.:	10		11		12	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	19,2		25,9		22,8	
125	23,8	22,4	22,7	23,2	26,5	25,4
160	29,4		21,9		29,3	
200	33,3		27,7		34,4	
250	38,6	36,6	31,9	30,5	40,5	37,9
315	43,1		34,9		44,6	
400	46,3		41,7		47,9	
500	49,4	48,6	45,6	44,4	52,0	50,7
630	52,1		48,3		55,1	
800	55,5		52,4		57,5	
1000	56,6	55,9	55,8	54,8	58,2	57,8
1250	55,7		58,2		57,6	
1600	53,8		56,7		55,5	
2000	52,3	54,0	55,2	56,9	55,3	56,5
2500	57,5		60,1		60,0	
3150	61,6		65,1		64,9	
4000	62,7	61,4	64,3	64,6	66,1	65,2
5000	60,3		64,3		64,7	
R _w (C;C _{tr})	47(-3;-10) dB		43(-2;-7) dB		49(-3;-9) dB	

In de tabellen en de grafieken worden de gevonden isolatiewaarden per frequentieband gegeven. Uit deze waarden is verder nog berekend en aangegeven:

- de "weighted sound reduction index R_w" en de aanpassingstermen C en C_{tr} conform ISO 717-1.

De in dit rapport gegeven geluidisolatiewaarden zijn gebaseerd op een proefoppervlak van 12 m². In praktijksituaties waar afmetingen en inklemmingswijze verschillen met de meetsituatie kunnen afwijkende meetresultaten gevonden worden.

5. GELUIDABSORPTIE

De onderzochte constructie (zie omschrijving hoofdstuk 3) is met de zichtzijde naar de meetruimte gekeerd en op een draagconstructie geplaatst. De afstand van de zichtzijde van de constructie tot de vloer van de nagalmkamer (opbouwhoogte) bedroeg 400 mm. Om een praktijksituatie te simuleren is in de spouw, op de vloer van de nagalmkamer, geluidabsorberend materiaal aangebracht.

De meetopstelling is conform type E400-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.

5.1. 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 13 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 3 en uitgedrukt in m^2

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

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, deze wordt berekend volgens vergelijking 5 [m^{-1}]

c = de snelheid van geluid in lucht, deze wordt berekend volgens vergelijking 4 [m/s]

$$c = 331 + 0,6t \quad (4)$$

waarin :

t = temperatuur [°C]

$$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)} \quad (5)$$

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

$$A_2 = \frac{55,3 V}{c T_2} - 4Vm_2 \quad (6)$$

waarin :

c en V dezelfde betekenis hebben als in vergelijking 3 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 5 en uitgedrukt in [m⁻¹]

Het equivalente geluidabsorptie-oppervlak A van het onderzochte monster wordt berekend volgens vergelijking 7

$$A = A_2 - A_1 [m^2] \quad (7)$$

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 8:

$$\alpha_s = \frac{A}{S} [-] \quad (8)$$

waarin:

S = het oppervlak van het onderzochte monster [m²]

5.2. 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 $r = 0,09$.

5.3. Omgevingscondities

In onderstaande tabel 4 zijn de ten tijde van de geluidabsorptiemetingen gemeten omgevingscondities weergegeven.

Tabel 4 Omgevingscondities tijdens de metingen

nagalmkamer	temperatuur [°C]	barometrisch druk [kPa]	relatieve vochtigheid [%]
leeg variant 8	18,0	100,5	53,9
variant 8	18,4	100,5	58,9
leeg variant 9	18,1	101,4	48,4
variant 9	17,9	101,5	50,6

5.4. Meetresultaten

De resultaten van de absorptiemeting worden weergegeven in onderstaande tabel 5 en in de figuren 14 en 15. 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 5 meetresultaten

variant nr.	geluidabsorptiecoëfficiënt α_s			
	8		9	
binnendoos:	B90/500 P3ZZ		B110/600 P3ZZ	
mineraalwol:	150 mm + alu		170 mm + alu	
buitenbeplating:	35/1035		35/1035	
figuur nr.:	14		15	
frequentie [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.	1/3 oct.	1/1 oct.
100	0,41		0,42	
125	0,69	0,59	0,53	0,50
160	0,67		0,55	
200	0,66		0,62	
250	0,75	0,75	0,66	0,65
315	0,83		0,68	
400	0,77		0,60	
500	0,80	0,78	0,66	0,64
630	0,78		0,67	
800	0,76		0,65	
1000	0,75	0,74	0,62	0,63
1250	0,70		0,61	
1600	0,66		0,62	
2000	0,65	0,64	0,61	0,62
2500	0,60		0,62	
3150	0,55		0,60	
4000	0,51	0,51	0,58	0,61
5000	0,47		0,65	
α_w	0,65(L)		0,65	
NRC	0,75		0,65	

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.

Mook,

Th. Scheers
Hoofd Laboratorium voor Akoestiek

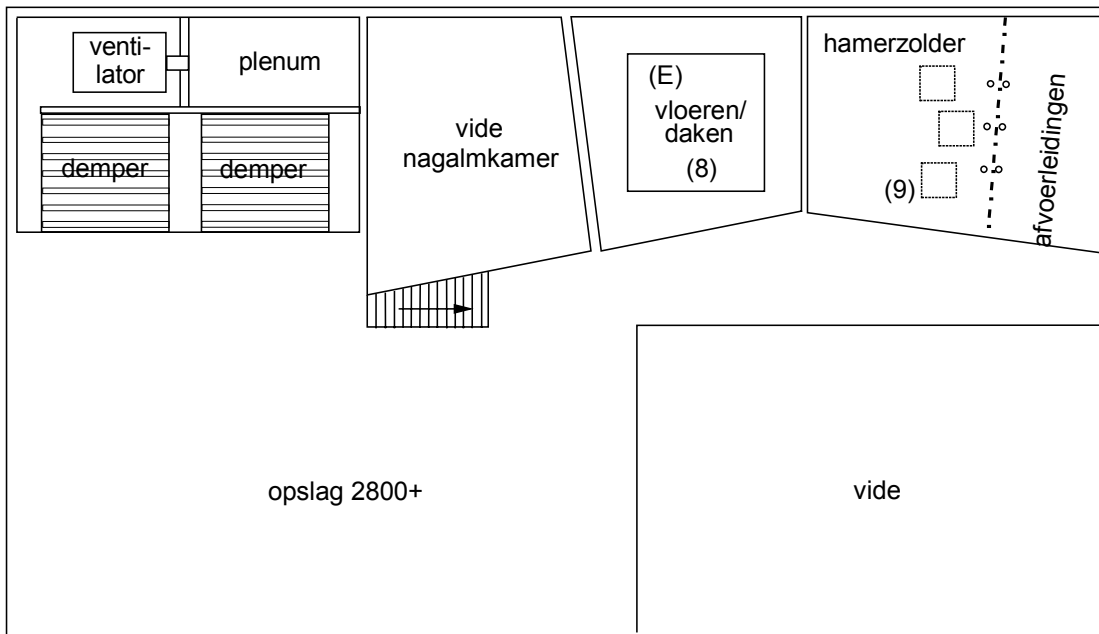
ir. G.M.A. Perquin
directeur

Dit rapport bestaat uit: 18 pagina's en 15 figuren.

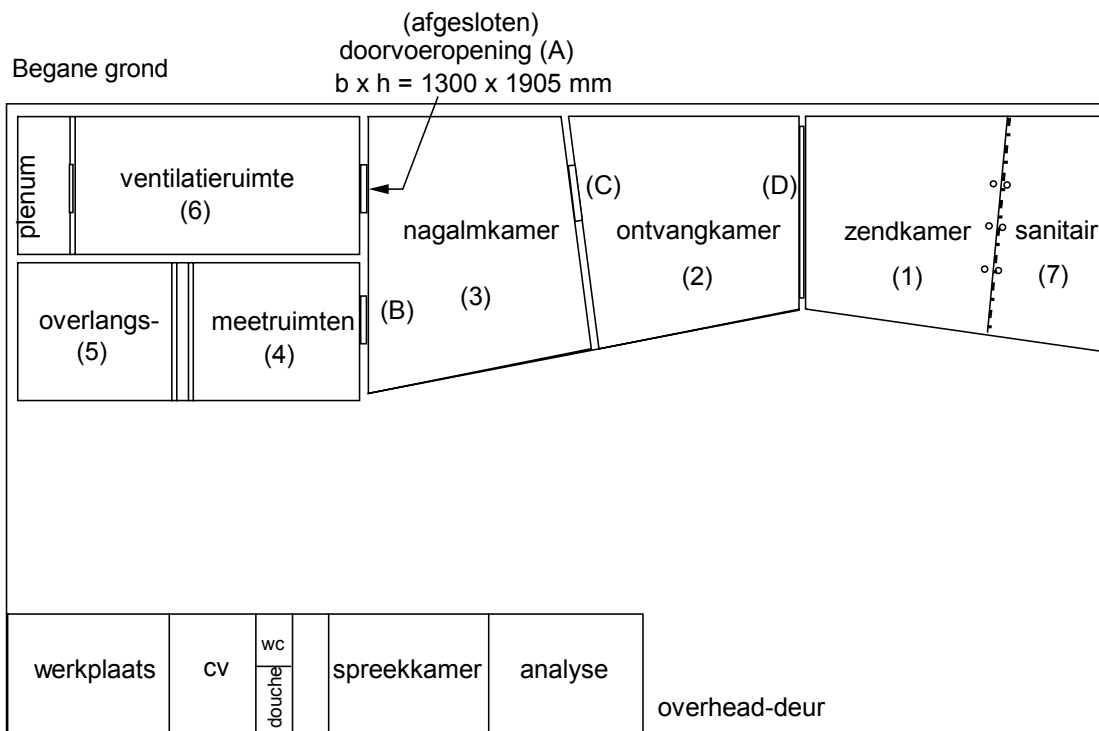
PEUTZ bv
Lindenlaan 41, 6584 AC MOLENHOEK (LB)

OVERZICHT

Verdieping

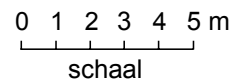


Begane grond



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)

ISOLATIE-MEETRUIMTES

De meetruimtes voldoen aan de in ISO-140-3 gestelde eisen.

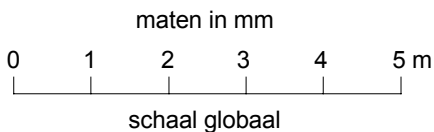
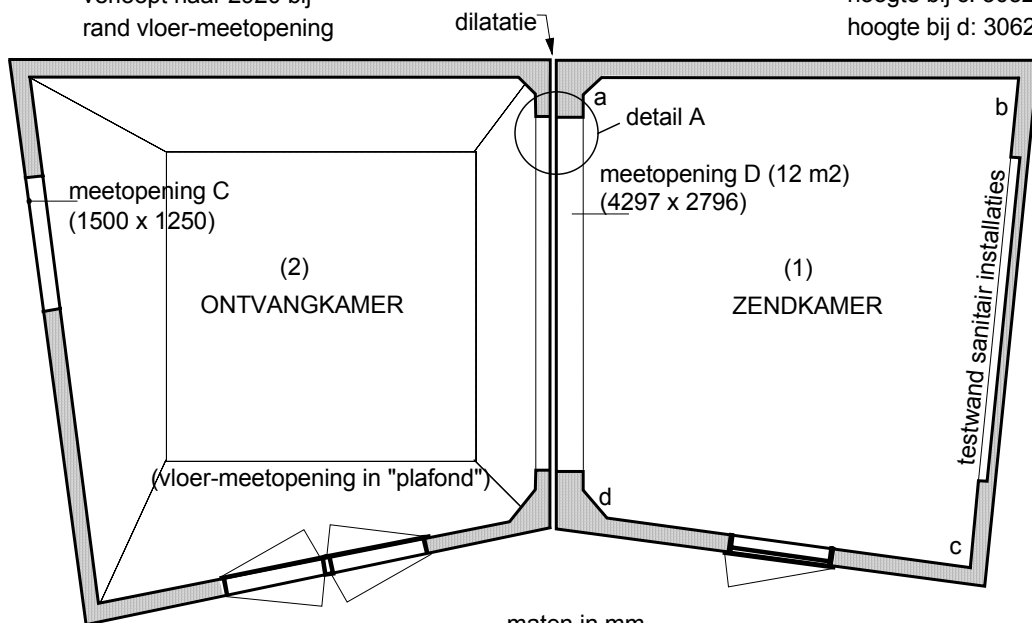
Verdere gegevens:

- inhoud ontvangkamer: 111 m³
- inhoud zendkamer: 94 m³
- oppervlak proefwand: 12,0 m²

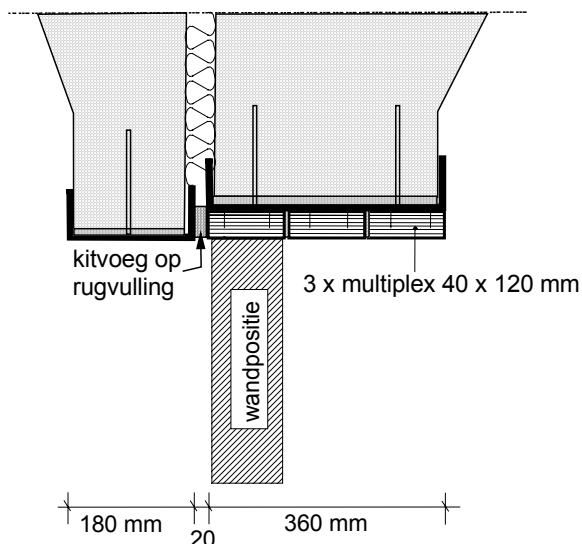
Beide vertrekken zijn trillinggeïsoleerd opgesteld door het toepassen van een zogenaamde kamer-in-kamer constructie. Hierdoor wordt flankerende transmissie tot een minimum beperkt.

hoogte: langs de wanden 2840
verloopt naar 2920 bij
rand vloer-meetopening

hoogte bij a: 3055
hoogte bij b: 3058
hoogte bij c: 3052
hoogte bij d: 3062



detail A



FOTO'S

Binnendozen:

binnendozen tegen houten regels



minerale wol in binnendozen



Buitenbeplating:

buitenbeplating (damwand)



buitenbeplating (sinus)



Diversen:

omega profielen t.b.v. "sinus"-beplating

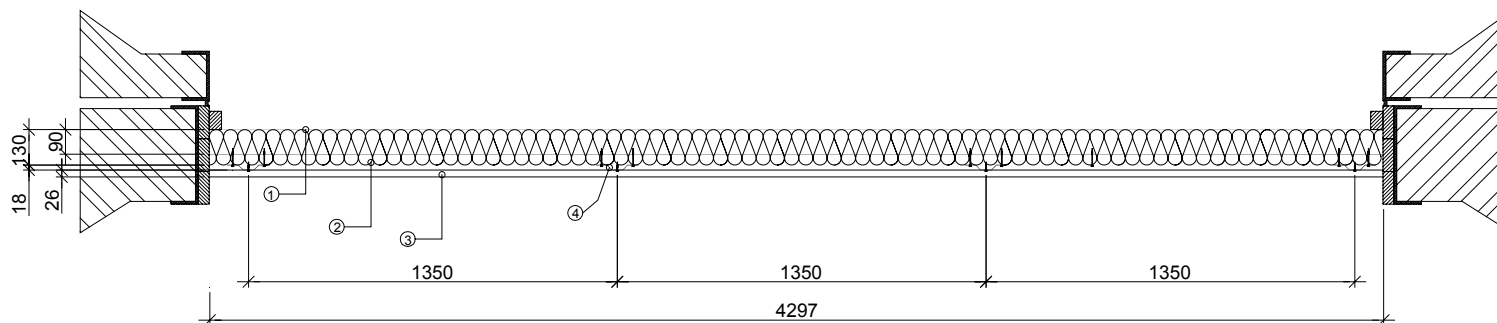


Rockwool 209 DUO SONO



HORIZONTALE DOORSNEDEN

SAB 35/1035 buitenbeplating (damwand)



1: SAB B90/500

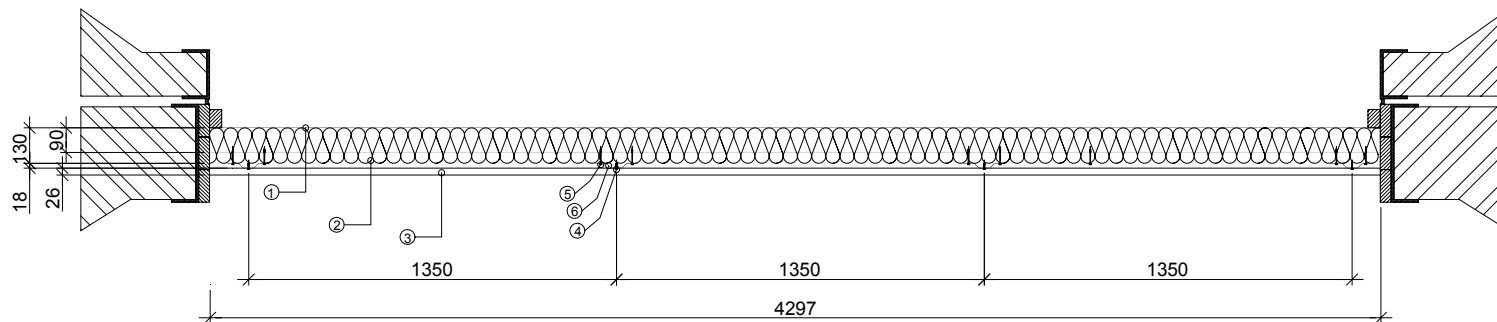
2: 209 DUO 130 mm

3: SAB 35/1035

4: Schroeven,

zie ook fig. 5

SAB 27/1000 buitenbeplating (sinus)



1: SAB B90/500

2: 209 DUO 130 mm

3: SAB 27/1000

4: Schroeven,

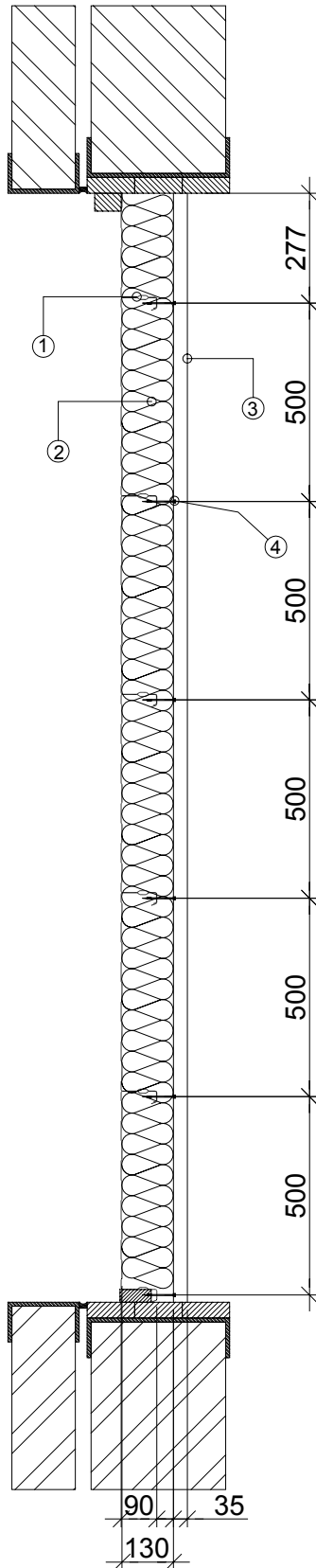
5: Schroeven,

6: Omega profiel

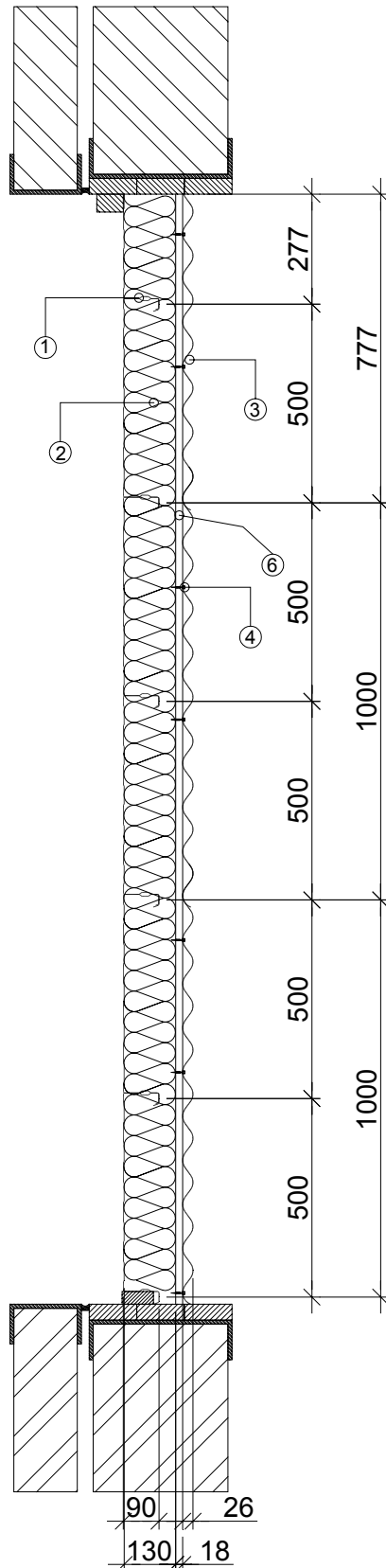
zie ook fig. 10

VERTICALE DOORSNEDEN

SAB 35/1035 buitenbeplating (damwand)



SAB 27/1000 buitenbeplating (sinus)



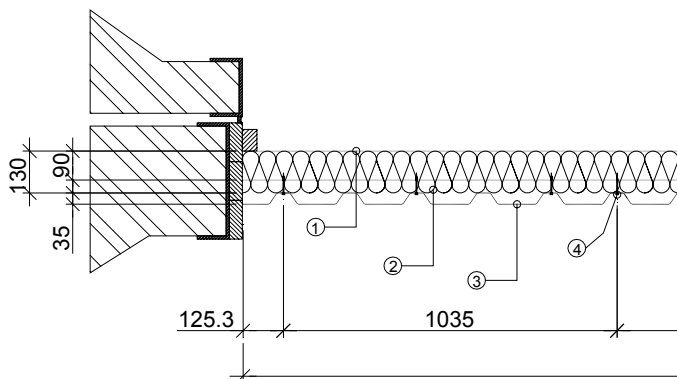
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995

opdrachtgever: Rockwool Benelux BV



onderzochte constructie: Variant 1

- 1: SAB B90/500
- 2: 209 DUO 130 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³

volume meetruimte: 94 m³

oppervlakte proefwand: 12 m²

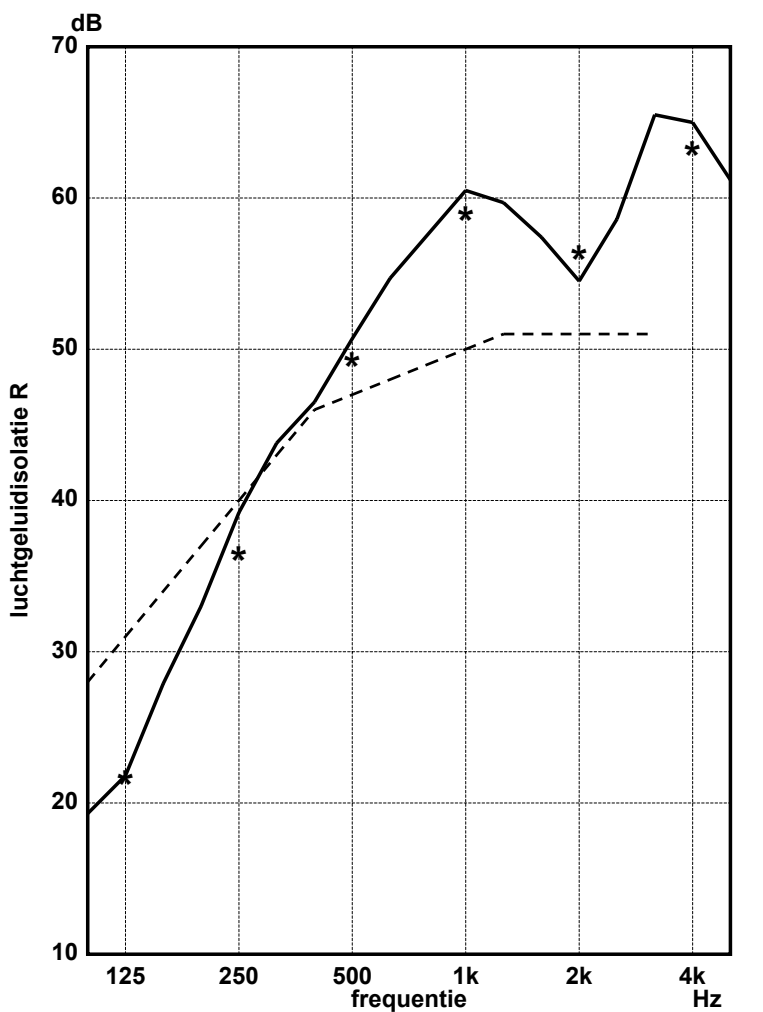
gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996

$R_w(C;C_{tr}) = 47(-4;-11)$ dB



	125	250	500	1k	2k	4k
— 1/3 oct.	19,3	33,0	46,5	57,6	57,4	65,5
* 1/1 oct.	21,8	36,6	49,4	59,1	56,5	63,4
1/3 oct.	27,9	43,8	54,7	59,7	58,6	61,2
1/1 oct.	21,8	36,6	49,4	59,1	56,5	63,4
--- ref. curve (ISO 717)						

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 15-05-2007

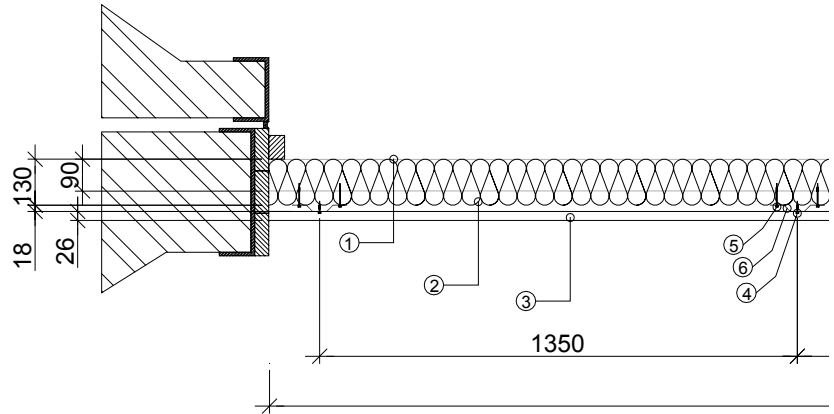
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995

opdrachtgever: Rockwool Benelux BV



onderzochte constructie: Variant 2

- 1: SAB B90/500
- 2: 209 DUO 130 mm
- 3: SAB 27/1000
- 4: secundaire schroeven, ca. 2,5 /m²
- 5: primaire schroeven, ca. 4,0 /m²
- 6: Omega profiel



volume meetruimte: 94 m³

volume meetruimte: 111 m³

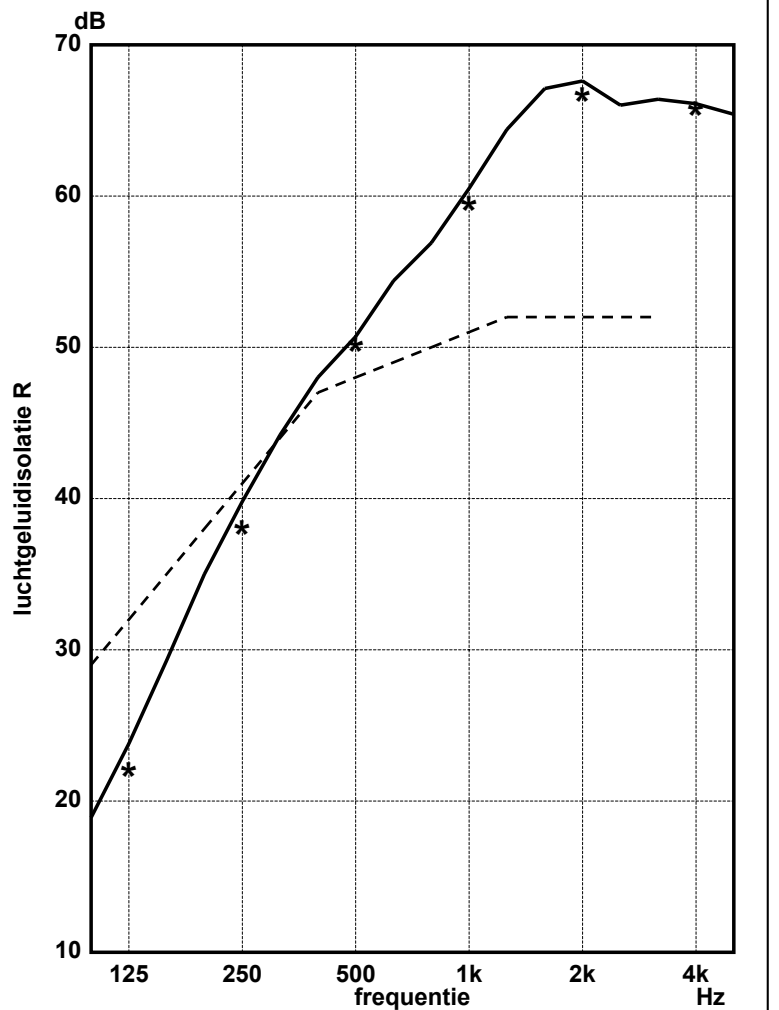
oppervlakte proefwand: 12 m²

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
R_w(C;C_{tr}) = 48(-4;-11) dB



1/3 oct.	1/1 oct.	125	250	500	1k	2k	4k
18,9	35,0	48,0	56,9	67,1	66,4		
23,8	39,8	50,7	60,5	67,6	66,1		
29,3	44,2	54,4	64,4	66,0	65,4		
	22,2	38,2	50,3	59,6	66,8	65,9	

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 15-05-2007

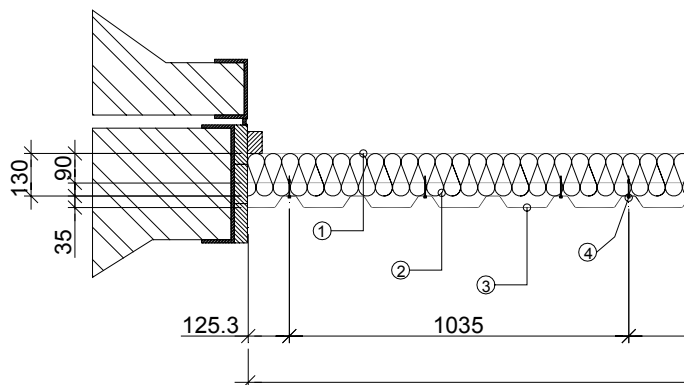
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995



opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

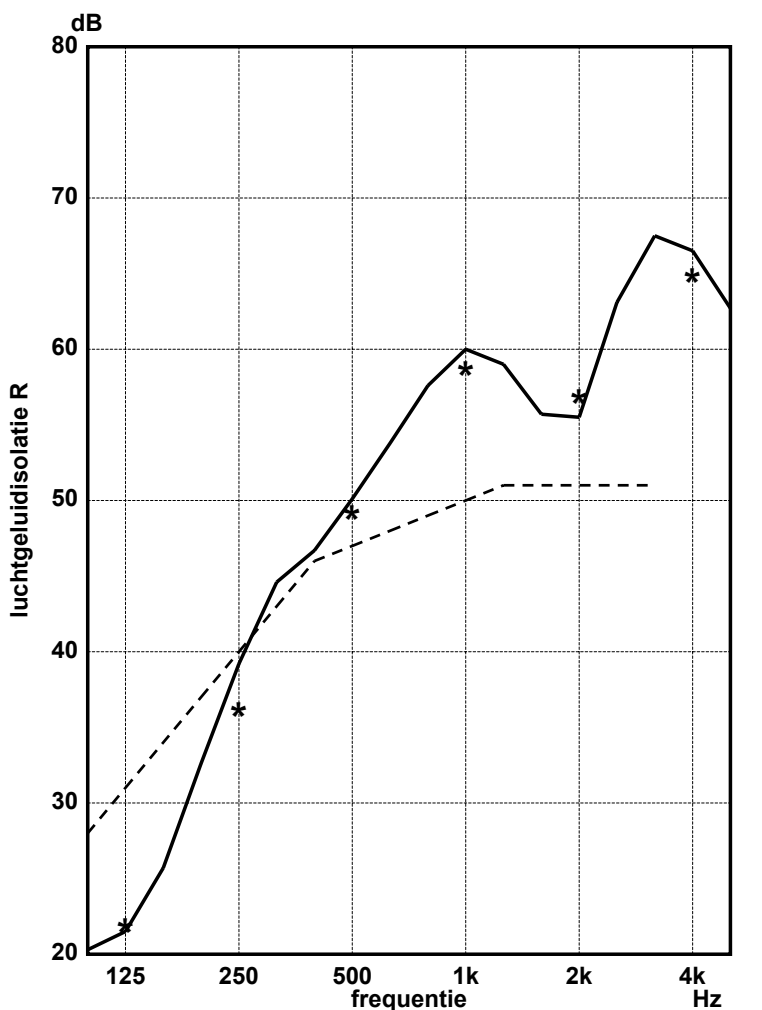
onderzochte constructie: Variant 3

- 1: SAB B90/600
- 2: 209 DUO 130 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³
 volume meetruimte: 94 m³
 oppervlakte proefwand: 12 m²
 gemeten in:
 Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
 $R_w(C;C_{tr}) = 47(-4;-11)$ dB



	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	20,3	32,6	46,7	57,6	55,7	67,5
* 1/1 oct.	21,5	39,2	50,1	60,0	55,5	66,5
	25,7	44,6	53,8	59,0	63,1	62,7
ref. curve (ISO 717)	22,0	36,3	49,3	58,8	57,0	65,0

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 21-05-2007

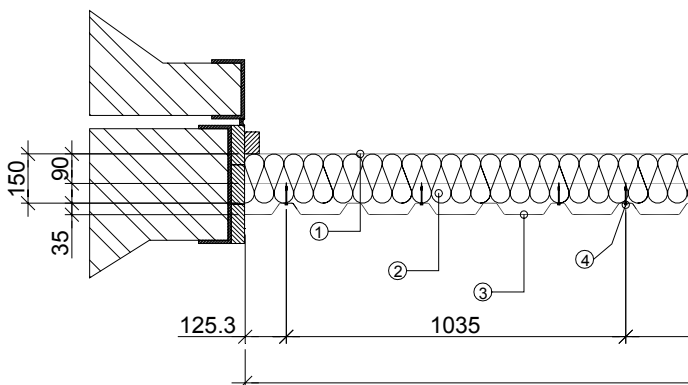
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995



opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

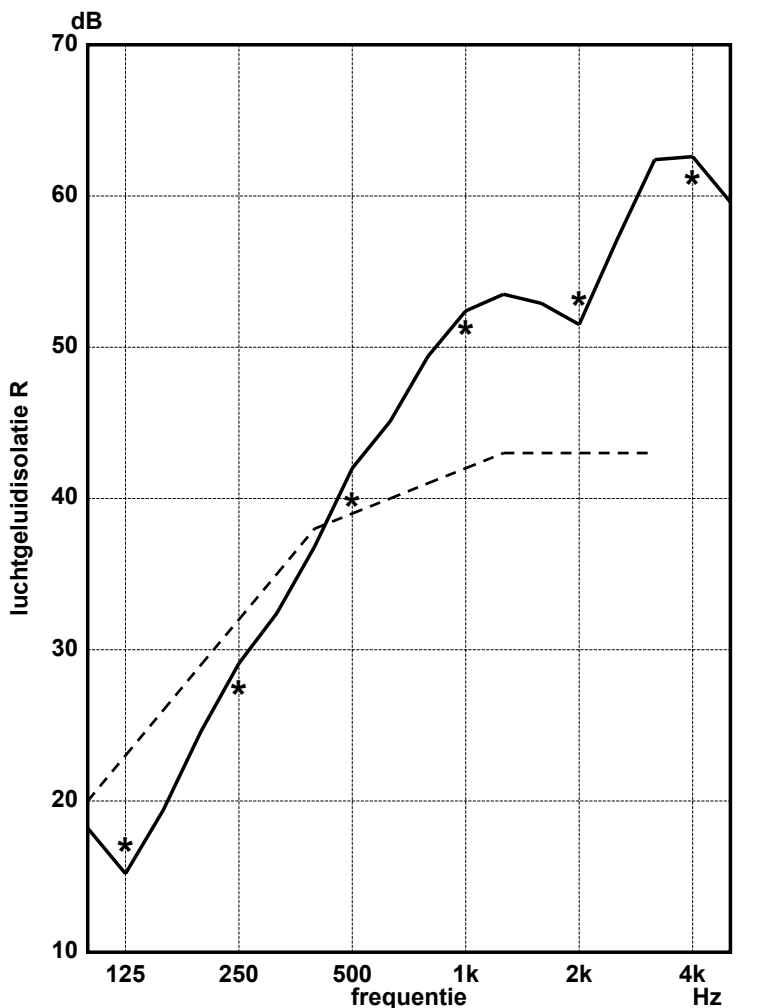
onderzochte constructie: Variant 4

- 1: SAB B90/500 P3ZZ
- 2: 209 DUO SONO 150 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³
 volume meetruimte: 94 m³
 oppervlakte proefwand: 12 m²
 gemeten in:
 Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
 $R_w(C;C_{tr}) = 39(-2;-8)$ dB



	125	250	500	1k	2k	4k
— 1/3 oct.	18,2	24,6	36,8	49,4	52,9	62,4
* 1/1 oct.	15,2	29,1	42,0	52,4	51,5	62,6
1/3 oct.	19,4	32,4	45,1	53,5	57,1	59,6
--- ref. curve (ISO 717)	17,2	27,6	40,0	51,4	53,3	61,3
1/1 oct.	17,2	27,6	40,0	51,4	53,3	61,3

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 15-05-2007

Insulat rel. 2.4., mode 1 bestandsnaam: a1673 S#:149-150 ##:151

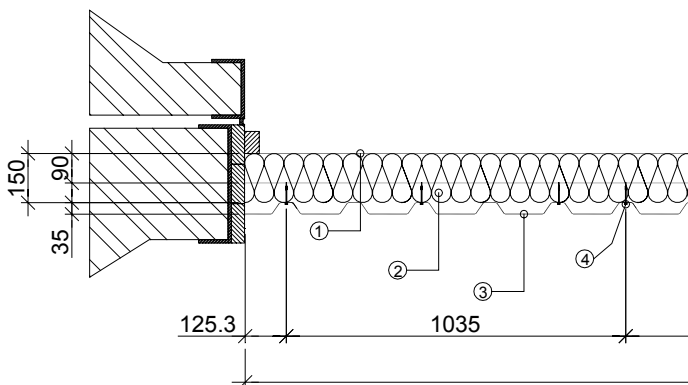
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995



opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

onderzochte constructie: Variant 5

- 1: SAB B90/500
- 2: 209 DUO 150 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³

volume meetruimte: 94 m³

oppervlakte proefwand: 12 m²

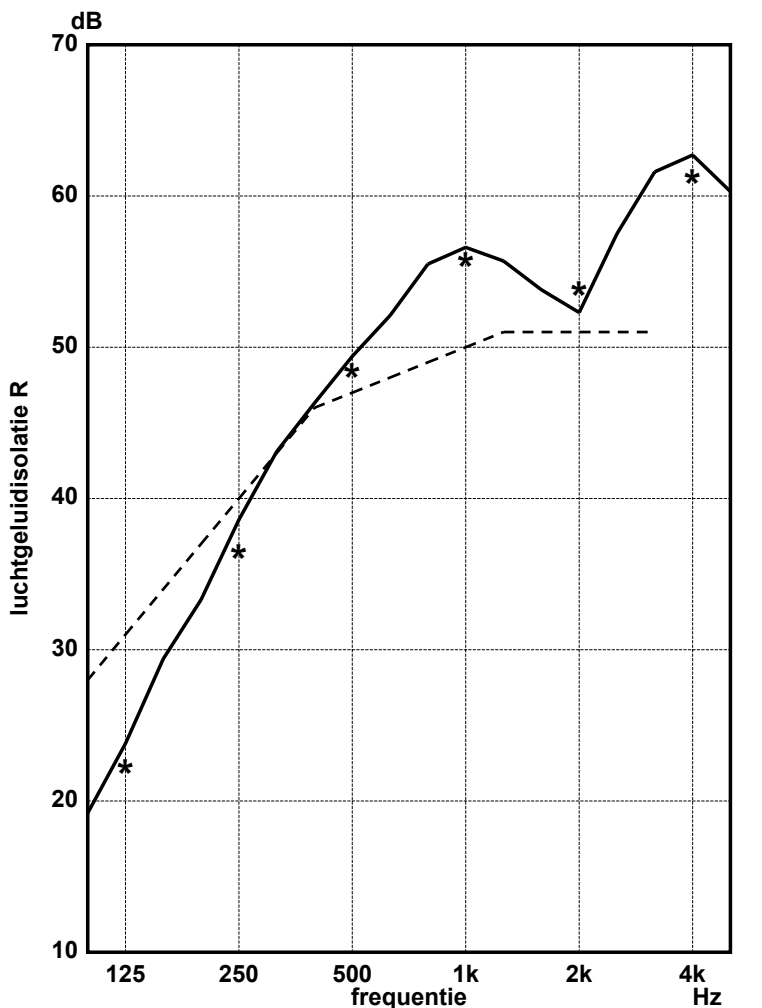
gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996

$$R_w(C;C_{tr}) = 47(-3;-10) \text{ dB}$$



	125	250	500	1k	2k	4k
— 1/3 oct.	19,2	33,3	46,3	55,5	53,8	61,6
* 1/1 oct.	23,8	38,6	49,4	56,6	52,3	62,7
1/3 oct.	29,4	43,1	52,1	55,7	57,5	60,3
--- ref. curve (ISO 717)	22,4	36,6	48,6	55,9	54,0	61,4
1/1 oct.	22,4	36,6	48,6	55,9	54,0	61,4

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 14-05-2007

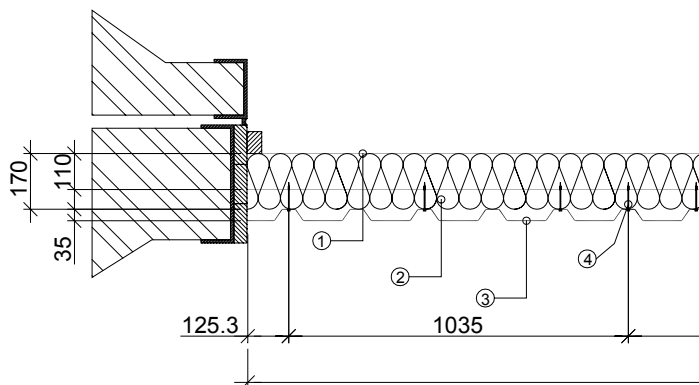
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995



opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

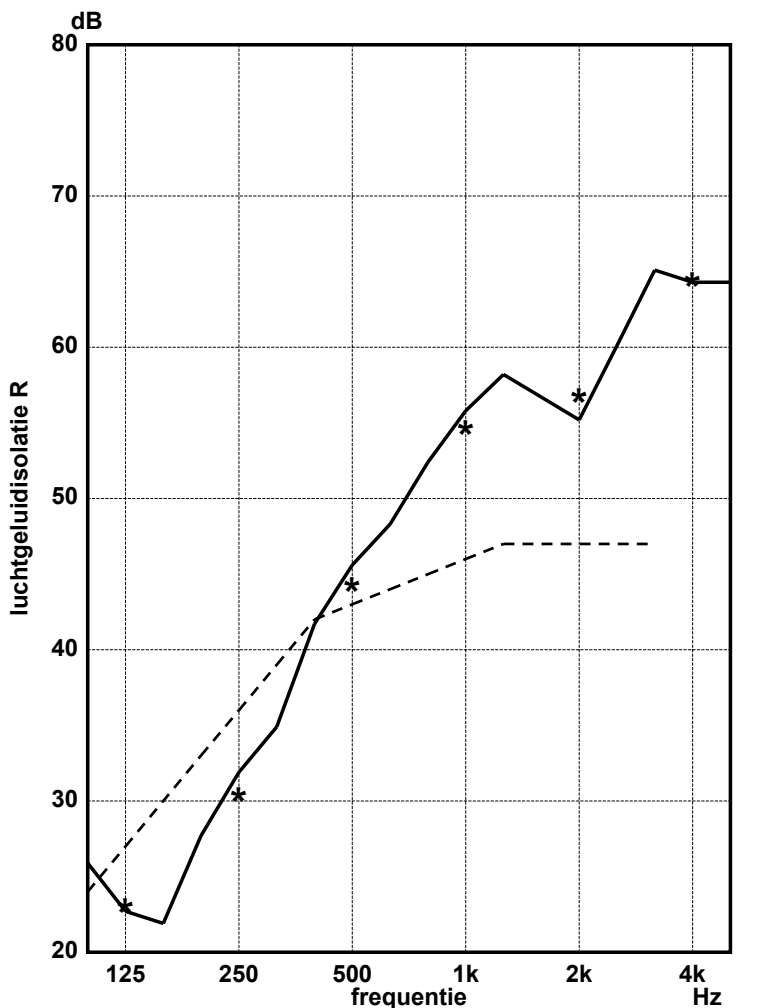
onderzochte constructie: Variant 6

- 1: SAB B110/600 P3ZZ
- 2: 209 DUO SONO 170 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³
 volume meetruimte: 94 m³
 oppervlakte proefwand: 12 m²
 gemeten in:
 Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
 $R_w(C;C_{tr}) = 43(-2;-7)$ dB



—	1/3 oct.					
*	1/1 oct.					
---	ref. curve (ISO 717)					

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 21-05-2007

Insulat rel. 2.4, mode 1 bestandsnaam: a1673 S#:471-472 ##:473

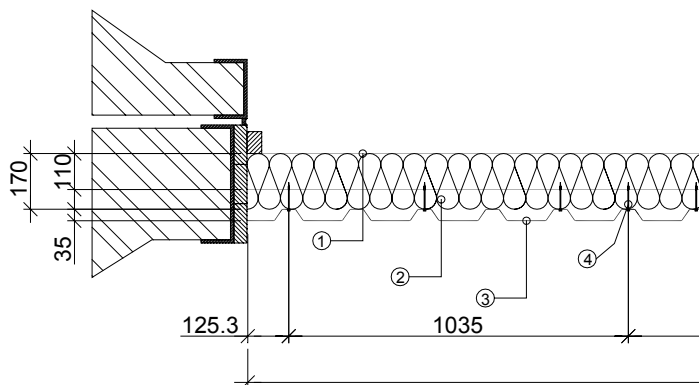
LUCHTGELUIDISOLATIE VAN EEN SCHEIDINGSCONSTRUCTIE CONFORM ISO 140-3:1995



opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

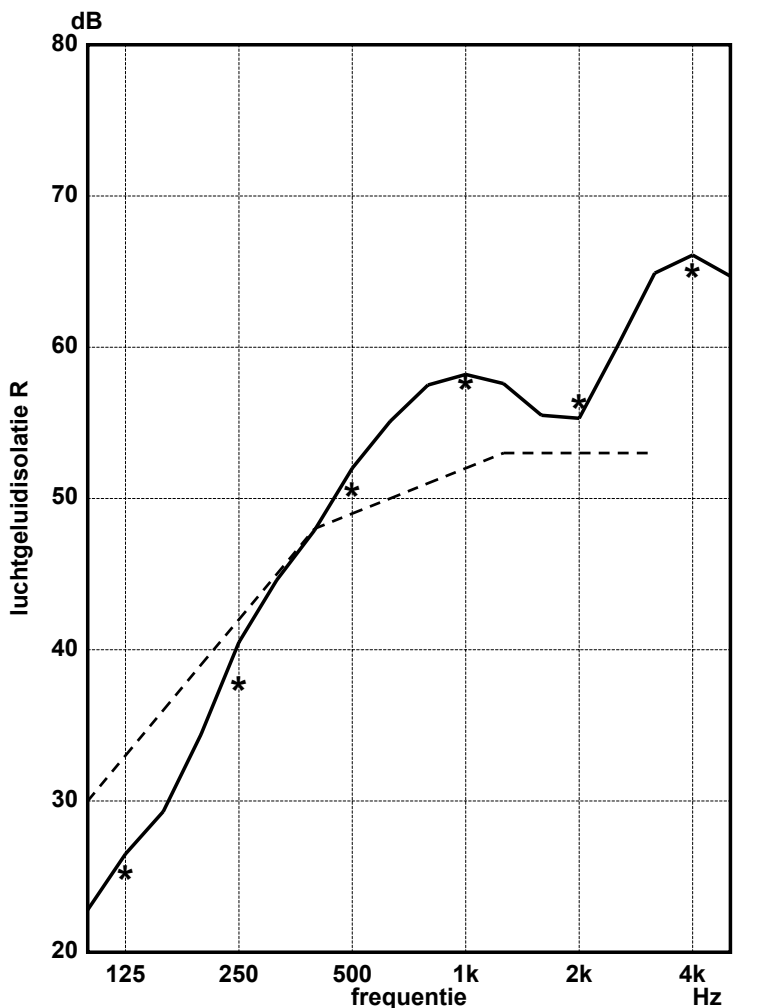
onderzochte constructie: Variant 7

- 1: SAB B110/600
- 2: 209 DUO 170 mm
- 3: SAB 35/1035
- 4: Schroeven, ca. 3,5/m2



volume meetruimte: 111 m³
 volume meetruimte: 94 m³
 oppervlakte proefwand: 12 m²
 gemeten in:
 Peutz Laboratorium voor Akoestiek
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
 $R_w(C;C_{tr}) = 49(-3;-9) \text{ dB}$



	1/3 oct.	1/1 oct.	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	22,8	34,4	22,8	34,4	47,9	57,5	55,5	64,9
	26,5	40,5	26,5	40,5	52,0	58,2	55,3	66,1
	29,3	44,6	29,3	44,6	55,1	57,6	60,0	64,7
1/1 oct.	25,4	37,9	25,4	37,9	50,7	57,8	56,5	65,2

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 22-05-2007

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_i (wanden + vloer + plafond) : 219 m²

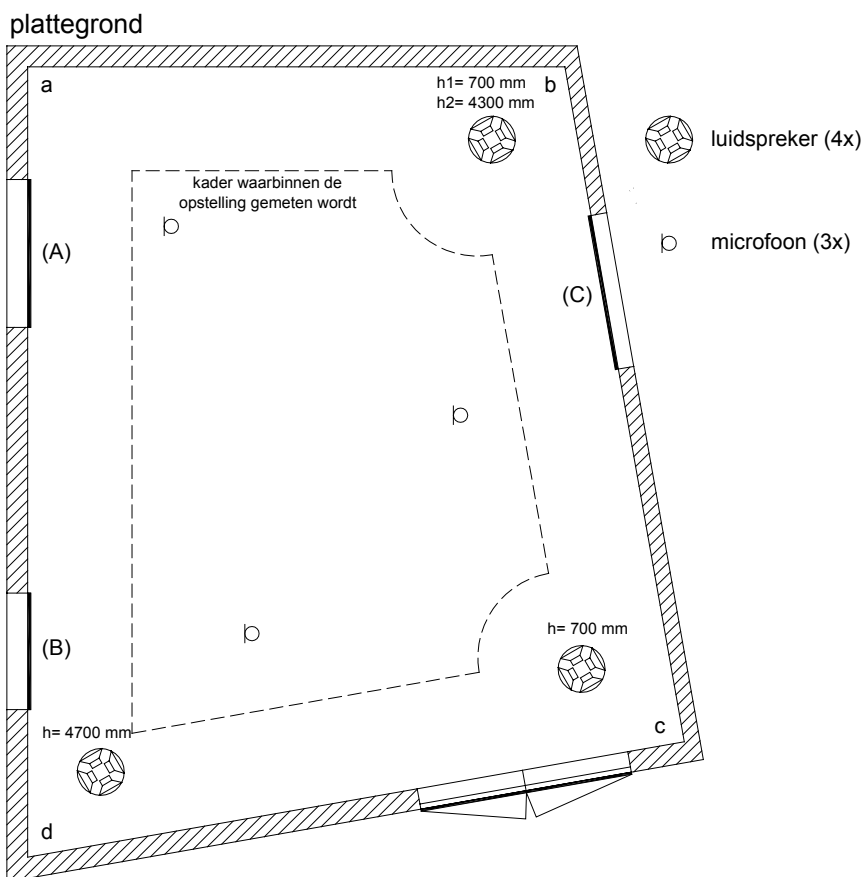
diffusie: door de vorm van de ruimte en door het aanbrengen van 6 gekromde en 2 vlakke reflecterende panelen met een totaal oppervlak van ca. 13 m² is een voldoende diffusie bereikt.

nagalmtijden van de lege nagalmkamer gemeten op 14-05-2007

frequentie (1/1 oct.)	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
nagalmtijd	9,99	8,06	8,14	6,92	4,78	3,00	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	-



(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: Rockwool Benelux BV

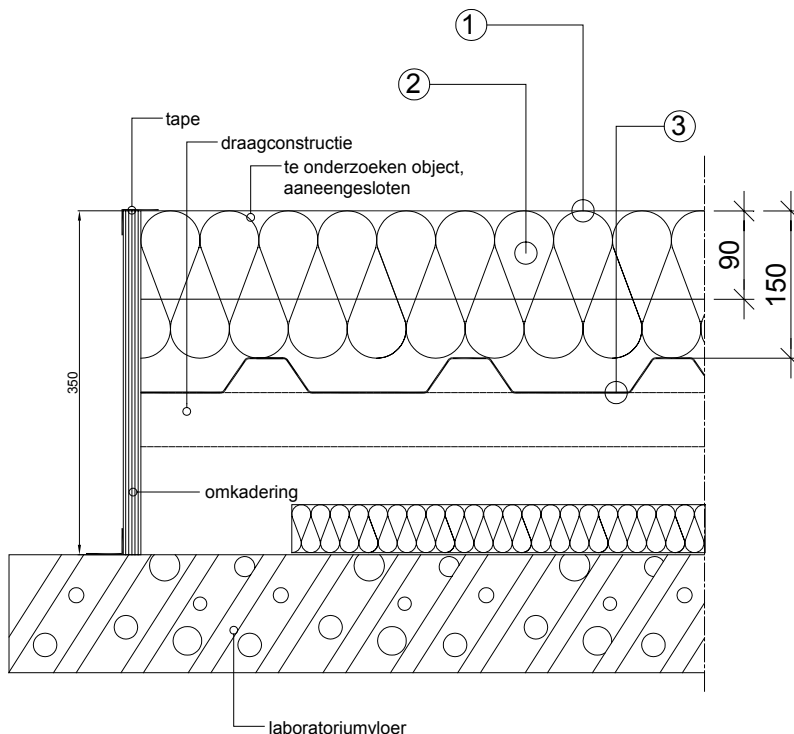


onderzochte constructie: Variant 8

1: SAB B90/500 P3ZZ

2: 209 DUO SONO 150 mm

3: SAB 35/1035



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11,3 m²

opbouwhoogte: 0,35 m

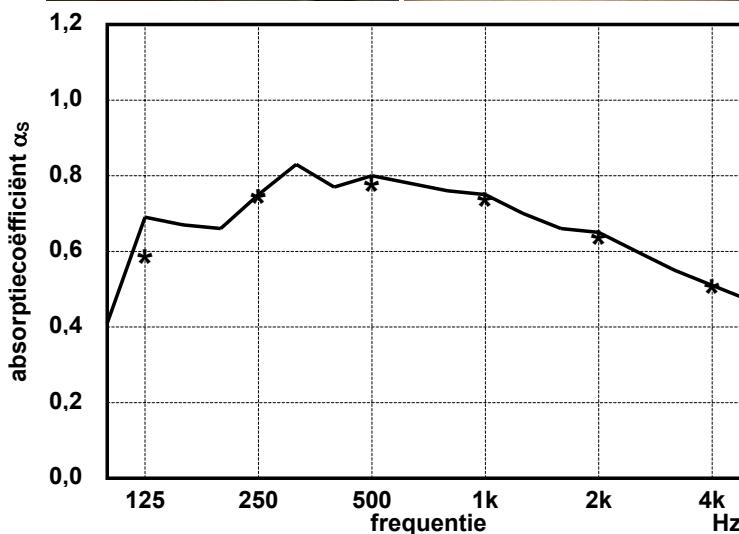
gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

α_w (ISO 11654) = 0,65(L)

NRC (ASTM - C423) = 0,75



	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0,41	0,66	0,77	0,76	0,66	0,55
1/3 oct.	0,69	0,75	0,80	0,75	0,65	0,51
*	0,67	0,83	0,78	0,70	0,60	0,47
1/1 oct.	0,59	0,75	0,78	0,74	0,64	0,51

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 14-05-2007

Absorb versie 4.3.3, mode 7 bestandsnaam: a1673 E#:3-38 F#:41-76 A#:77 T₁ = 18,0 °C T₂ = 18,4 °C p₁ = 100,5 kPa p₂ = 100,5 kPa h₁ = 53,9 % h₂ = 58,9 %

GELUIDABSORPTIEMETING IN DE NAGALMKAMER CONFORM ISO 354:2003

opdrachtgever: Rockwool Benelux BV

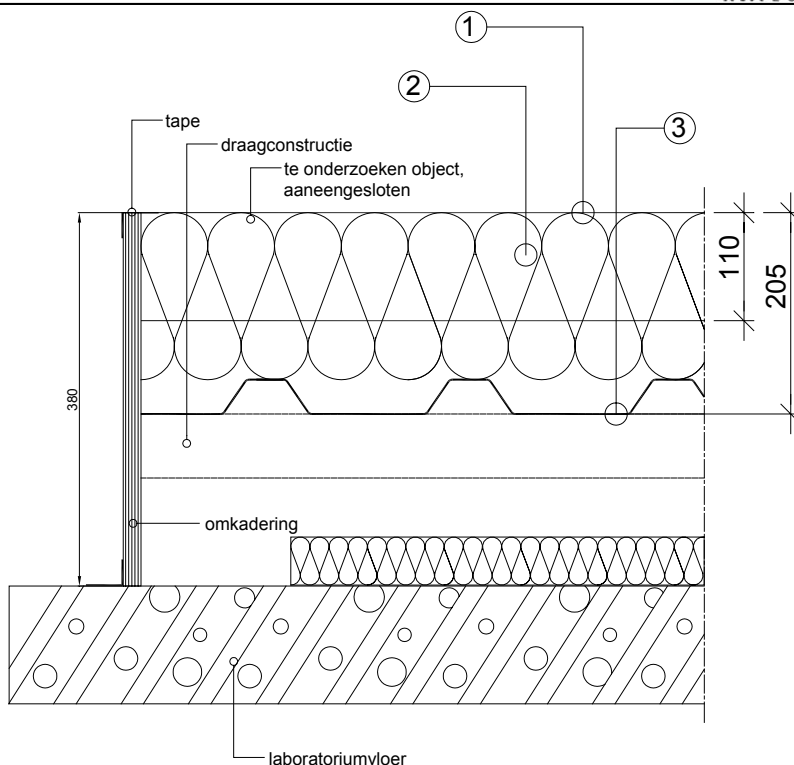


onderzochte constructie: Variant 9

1: SAB B110/600 P3ZZ

2: 209 DUO SONO 170 mm

3: SAB 35/1035



volume nagalmkamer: 214 m³

oppervlak monster: 11,3 m²

opbouwhoogte: 0,38 m

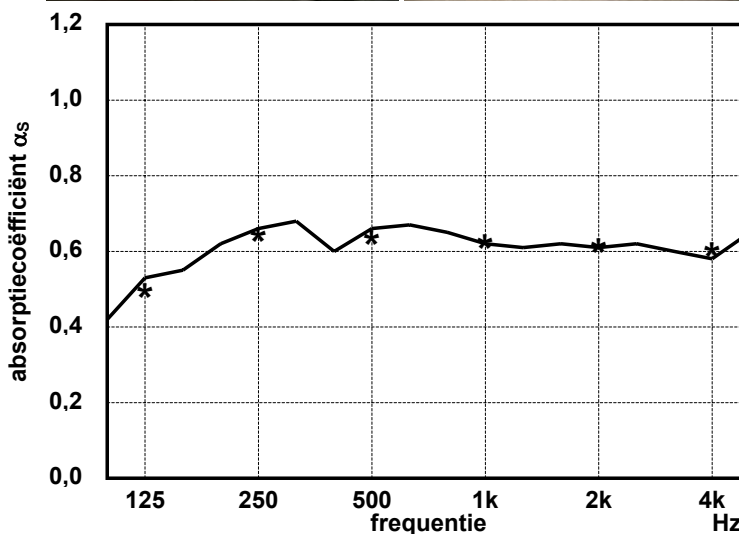
gemeten in: laboratorium

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

α_w (ISO 11654) = 0,65

NRC (ASTM – C423) = 0,65



	125	250	500	1k	2k	4k
1/3 oct.	0,42	0,62	0,60	0,65	0,62	0,60
* 1/1 oct.	0,55	0,68	0,67	0,61	0,62	0,65
1/1 oct.	0,50	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61

publicatie is slechts toegestaan in de vorm van dit gehele blad

Mook, 15-05-2007

Absorb versie 4.3.3, mode 7 bestandsnaam: a1673 E#:240-275 F#:152-187 A#:276 T₁ = 18,1 °C T₂ = 17,9 °C p₁ = 101,5 kPa p₂ = 101,4 kPa h₁ = 48,4 % h₂ = 50,6 %