

Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00
F +31 88 866 30 10
infodesk@tno.nl

TNO-rapport

TNO 2012 R11301

Luchtgeluidisolatie van twee typen verkeersschermen van H&S Betonwaren bv

Datum	21 november 2012
Auteur(s)	ing. F.J.W. Biegstraaten
Aantal pagina's	13
Opdrachtgever	H&S Betonwaren bv
Projectnummer	054.01117/01.58.01
Dossier code	TNO-060-DTM-2013-00129

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2012 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Meetprocedure	4
2.1	Meetmethode.....	4
2.2	Gebruikte apparatuur.....	5
2.3	Meetnauwkeurigheid.....	5
3	Meetresultaten	6
4	Ondertekening	7
	Bijlage(n)	
	A Gerelateerde normen	

1 Inleiding

In opdracht van H&S Betonwaren bv is de luchtgeluidisolatie gemeten van twee typen betonnen geluidschermen.

De schermen zijn opgebouwd uit 36 cm hoge betonnen elementen die tussen betonnen H-profielen worden geschoven. Voor de isolatiemetingen zijn 14 schermelementen gemonteerd in de meetopening voor wanden tussen de isolatiemeetruimten 1 en 2 (zie de onderstaande foto en blad 8). In de opstelling is één stijl opgenomen. Een scherm is vervaardigd uit 4 cm dikke elementen en wordt aangeduid als graniet motief, het andere scherm is vervaardigd uit 2,5 cm dikke elementen en wordt aangeduid als rots motief.

De schermen zijn geplaatst zoals voorgeschreven in de norm NEN-EN 1793-2:1997 "Geluidbeperkende constructies langs wegen – Beproevingmethode voor de bepaling van de akoestische eigenschappen – Deel 2: Intrinsieke waarden voor de geluidisolatie".

Om geluidlekken te voorkomen is de aansluiting van het scherm op de meetopening rondom met pur-schuim gedicht. Vervolgens zijn de naden tussen de schermelementen en de aansluiting op het H-profiel met kit gedicht. Het graniet motief scherm is gemeten met de afdichting rondom en met de volledige naadafdichting, het rots motief scherm is alleen met de volledige afdichting gemeten.

Het onderzoek is verricht op 30 oktober en 19 november 2012 in de speciale meetruimten van TNO te Delft.



2 Meetprocedure

2.1 Meetmethode

De geluidisolatie van wanden wordt gemeten volgens de voorschriften die zijn gegeven in de Nederlandse norm NEN-EN-ISO 10140-1: "Laboratoriummeting van de geluidisolatie van bouwelementen – Deel 1: Toe te passen regels bij specifieke producten"; Annex A: Wand en – Luchtgeluidisolatie. De luchtgeluidisolatie (R) is berekend volgens de formule

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

waarin:

R = luchtgeluidisolatie in dB;

L_1 = geluiddrukkniveau in het zendvertrek in dB t.o.v. 20 μ Pa;

L_2 = geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek in dB t.o.v. 20 μ Pa;

S = oppervlakte van de scheidingsconstructie in m^2 ;

A = het equivalent geluidabsorptie-oppervlak in het ontvangvertrek in m^2 .

In het zendvertrek wordt "witte" ruis geproduceerd met een versterker-luidspreker combinatie. In zend en ontvangvertrek zijn continue roterende microfoons opgesteld (rotatietijd 64 s). Beide signalen worden tegelijkertijd over deze tijdsduur geïntegreerd en geanalyseerd met behulp van een tweekanaals real-time frequentie analysator type 2133 van het fabrikaat Brüel & Kjær. De door de analysator op schijf vastgelegde resultaten zijn verder verwerkt met een specifiek bewerkingsprogramma op een Personal Computer.

Het equivalent geluidabsorptie-oppervlak in het ontvangvertrek (A) wordt bepaald met de nagalmformule van Sabine:

$$A = 0,16 \frac{V}{T}$$

waarin:

V = volume van het vertrek in m^3 ;

T = nagalmtijd in s.

De nagalmtijd is gemeten met stoten breedbandruis waarvan het uitklinken wordt bemonsterd en in de resultaten verwerkt door dezelfde analysator.

Zoals voorgeschreven in de bovengenoemde norm zijn metingen verricht met twee bronposities; het eindresultaat is het gemiddelde van deze beide metingen.

2.2 Gebruikte apparatuur

De bij de metingen gebruikte apparatuur is in onderstaande tabel opgenomen:

apparaat	fabrikaat	type	ser. nr.	TNO nr.
geluidniveaucalibrator	Brüel & Kjær	4231	2313265	33001551
condensatormicrofoon	Brüel & Kjær	4166	631034	33001196
electretmicrofoon	Brüel & Kjær	4155	1148015	33001702
voorversterker	Brüel & Kjær	2639	1414648	33081554
voorversterker	Brüel & Kjær	2639	1605930	33001437
microfoonvoeding	Brüel & Kjær	2804	1798703	33001537
microfoonvoeding	Brüel & Kjær	2804	1584581	33001440
2-kanaalsanalysator	Brüel & Kjær	2133	1469056	33006922
bolbron	Brüel & Kjær	4296	2103343	33000286
bolbron	Brüel & Kjær	4296	2103344	33000287
2 kanaals verst. 2x100W	Quad	405	22553	33006926
1 kanaals versterker 1x50W	Quad	50E	9908	33001597
microfoonrotor	Brüel & Kjær	3923	2610780	33072058
microfoonrotor	Brüel & Kjær	3923	702578	
PC	Dell	GX745DT	9CK4Q2J	33070193
afluisterversterker	Monacor	MAB30AK	21.0380	
thermo-hygrometer	Philips	HR5120		
manometer	Brüel & Kjær		1475464	33000878

2.3 Meetnauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van bouwakoestische metingen wordt getalsmatig uitgedrukt in termen van herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid.

De herhaalbaarheid is het maximaal te verwachten verschil (95% betrouwbaarheid) tussen twee metingen aan één object, in hetzelfde laboratorium met in essentie dezelfde meetopstelling en hetzelfde meetsysteem. De reproduceerbaarheid is het maximaal te verwachten verschil (95% betrouwbaarheid) tussen twee metingen aan één object in verschillende laboratoria met elk hun eigen meetopstelling en meetsysteem. In ISO 140-2 worden aan deze beide grootheden eisen gesteld (zie ISO 140-2 annex A). Voor de ééngetalsaanduidingen resulteert een vereiste herhaalbaarheid van 1 dB en een vereiste reproduceerbaarheid van 3 dB.

Uit diverse - nationale en internationale - vergelijkingsonderzoeken blijkt, dat met de meetmethode zoals beschreven in NEN-EN-ISO 10140-1 en zoals uitgevoerd bij TNO Delft aan de eisen voor de herhaalbaarheid wordt voldaan.

De genoemde onderzoeken geven tevens aan dat ook aan de vereiste reproduceerbaarheid tussen de diverse (Europese) laboratoria, waaronder TNO Delft, wordt voldaan, zij het voor sommige typen meetobjecten slechts marginaal.

Afhankelijk van de betreffende frequentie en de grootte van de absorptiecoëfficiënt bedraagt de nauwkeurigheid van de gemeten absorptiecoëfficiënten $\pm 0,1$ tot $\pm 0,03$. Bij lage frequenties en geringe absorptie is de mogelijke fout het grootst.

3 Meetresultaten

De resultaten van de luchtgeluidisolatiemetingen zijn gegeven op blad 9, 10 en 11. In de grafieken is de luchtgeluidisolatie als functie van de middenfrequentie van 1/3 octaafbanden gegeven. De 1/1 octaafbandwaarden zijn met een cirkeltje (o) aangeduid. De meetwaarden staan tevens in tabelvorm naast de grafiek vermeld.

Onder de grafieken is een aantal ééngetalsaanduidingen samengevat, die zijn bepaald volgens de norm NEN-EN-ISO 717-1:1997. In appendix A wordt op deze ééngetals-aanduidingen een nadere toelichting gegeven.

Voor geluidschermen zijn de eengetalswaarden DL_R en $DL_{R,rail}$ respectievelijk uit EN 1793-2 en uit het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeersgeluid (RMR 2006) van belang. In onderstaande tabel zijn de eengetalswaarden samengevat.

	$R_w (C; C_{tr})$	DL_R	$DL_{R,rail}$
graniet motief	26 (-1;-1)	25	25
graniet motief dicht gekit	28 (-1;-1)	27	28
rots motief dicht gekit	37 (-1;-2)	35	35

De DL_R -waarden zijn alle drie groter dan 24 dB en vallen daarmee in de hoogste categorie B3 ($DL_R > 24$ dB).

4 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:
H&S Betonwaren bv
Ringdijk 12
5705 CT Helmond

Namen en functies van de projectmedewerkers:
Ing. F.J.W. Biegstraaten
Projectleider

Datum waarop, of tijdbestek waarin, het onderzoek heeft plaats gehad:
oktober - november 2012

Auteur:



Ing. F.J.W. Biegstraaten
Projectleider

Visa 2^e lezer:



Ir. J.M.J. Oostvogels

Goedkeuring:

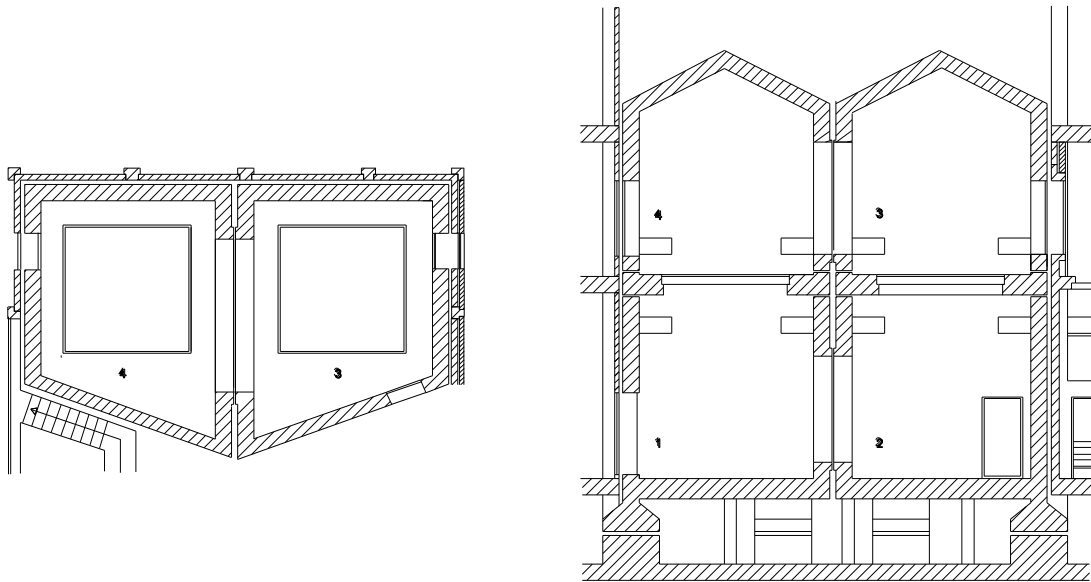


Drs. P.P. van 't Veen
Research Manager

ISOLATIEMEETRUIMTEN TNO DELFT

De isolatiemeetruimten van TNO te Delft vormen een blok van vier kamers, elk met een volume van ca. 100 m³. De kamers zijn onderling constructief gescheiden. De kamers hebben een hard afgewerkte vloer en hard afgewerkte wanden, waarvan tenminste twee onderling niet parallel zijn geplaatst. In elke kamer zijn 4 diffusoren opgehangen met een totale eenzijdige oppervlakte van 5,7 m².

Tussen meetruimten 1 en 2 bevindt zich een testopening voor wandconstructies van 3,75 x 2,65 m²; tussen meetruimte 3 en 4 bevindt zich een dubbele draagconstructie met een testopening voor glasmetingen met afmetingen 1,500 x 1,250 m². Tussen meetruimte 1 en 4 bevindt zich een standaard beton vloer van 100 mm (ca. 260 kg/m²) en tussen meetruimten 2 en 3 een testopening voor vloerconstructies van 3,15 x 3,15 m².



De isolatiemeetruimten, de testopeningen en de standaardvloer voldoen aan ISO 10140-5:2010.

De meetprocedure met 2 luidsprekerposities en een roterende microfoon voldoet aan ISO 10140-1, -2 en -4:2010 en de meetprocedure met vier posities voor de hamermachine en een roterende microfoon voldoet aan ISO 10140-1, -3 en -4:2010. Er wordt hiermee voldaan aan de eisen voor herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van ISO 140-2:1991.

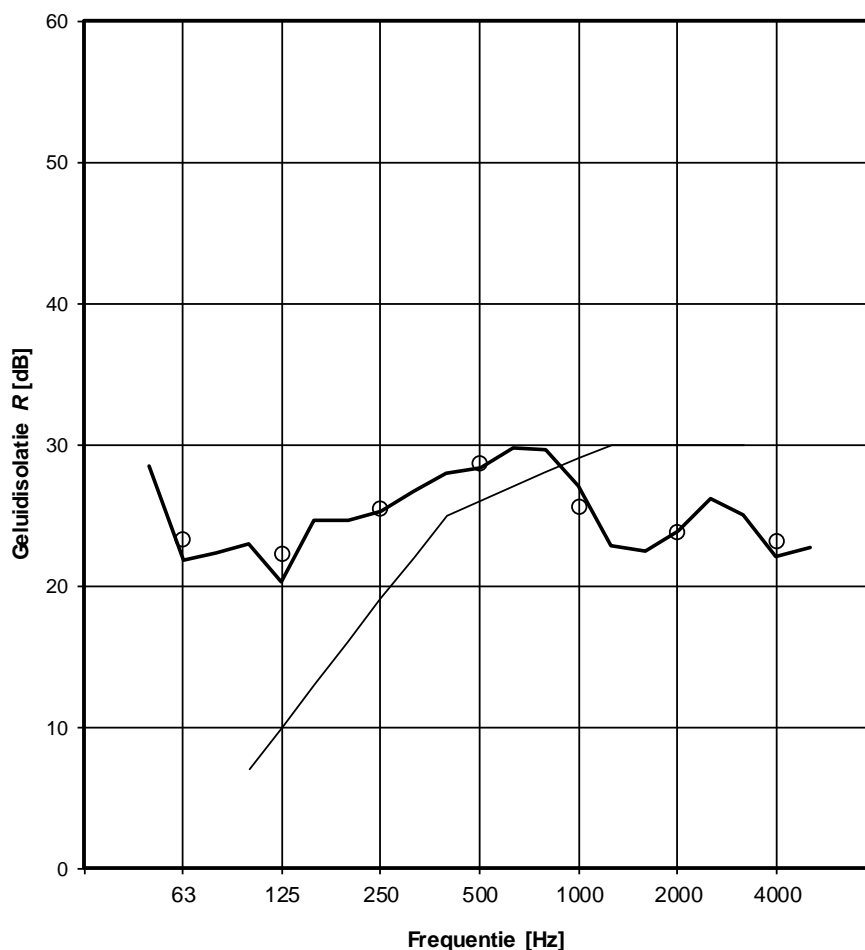
LUCHTGELUIDISOLATIE WANDEN

laboratoriummeting volgens NEN-EN-ISO 10140 Annex A

Opdrachtgever : H&S Betonwaren bv Product : scherm graniet motief
 Projectnummer : 054.01117/01.58 Testruimte : TNO Delft kamer 1-2
 Montage : H&S Betonwaren bv Testdatum : 2012-10-30
 Beschrijving : 2 x 7 betonnenschermelementen (36 x 4 cm) met een betonnen tussenstijl, randen rondom met pur-schuim gedicht

Massa : 94 kg/m² Volume zendruimte : 107 m³
 Oppervlak : 10 m² Volume ontvangruimte : 106 m³

Freq. Hz	R	
	1/3 oct dB	1/1 oct dB
50	28,4	
63	21,8	23,3
80	22,3	
100	22,9	
125	20,3	22,2
160	24,6	
200	24,6	
250	25,3	25,4
315	26,7	
400	27,9	
500	28,3	28,6
630	29,7	
800	29,6	
1000	27,1	25,6
1250	22,8	
1600	22,4	
2000	23,8	23,8
2500	26,1	
3150	25,0	
4000	22,1	23,1
5000	22,7	



— 1/3 oct ○ 1/1 oct - - - Versch.Ref.curve

Eéngetalsaanduiding volgens NEN-EN-ISO 717-1

$R_w(C; C_{tr}) = 26 (-1 ; -1) \text{ dB}$

en volgens:

EN 1793-2 $DL_R = 25 \text{ dB(A)}$; cat.B3

$(C_{50-3150}; C_{tr 50-3150}) = (-1 ; -1) \text{ dB}$

RMR 2006 $DL_{R,rail} = 25 \text{ dB(A)}$

$(C_{50-5000}; C_{tr 50-5000}) = (-2 ; -1) \text{ dB}$

$(C_{100-5000}; C_{tr 100-5000}) = (-2 ; -1) \text{ dB}$

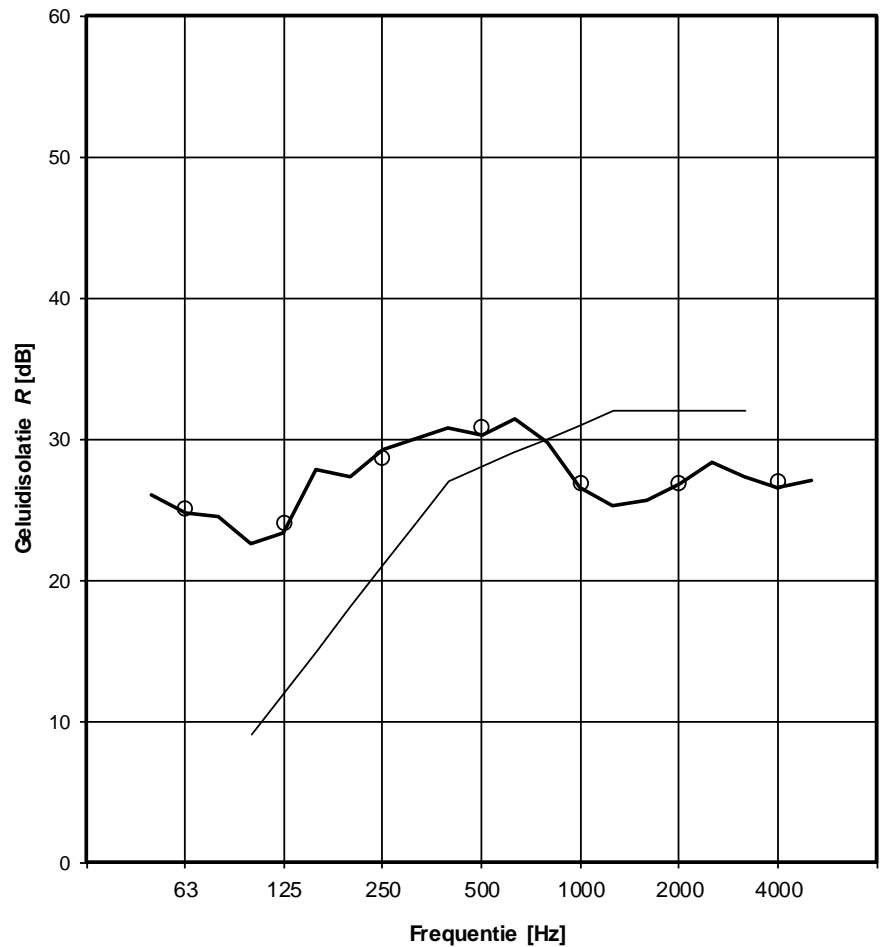
LUCHTGELUIDISOLATIE WANDEN

laboratoriummeting volgens NEN-EN-ISO 10140 Annex A

Opdrachtgever : H&S Betonwaren bv Product : scherm graniet motief
 Projectnummer : 054.01117/01.58 Testruimte : TNO Delft kamer 1-2
 Montage : H&S Betonwaren bv Testdatum : 2012-10-30
 Beschrijving : 2 x 7 betonnenschermelementen (36 x 4 cm) met een betonnen tussenstijl,
 randen rondom met pur-schuim gedicht, alle naden tussen schermelementen
 en aansluiting op stijl met kit gedicht

Massa : 94 kg/m² Volume zendruimte : 107 m³
 Oppervlak : 10 m² Volume ontvangruimte : 106 m³

Freq. Hz	R	
	1/3 oct dB	1/1 oct dB
50	26	
63	24,8	25,1
80	24,5	
100	22,6	
125	23,3	24,0
160	27,8	
200	27,3	
250	29,2	28,7
315	30,0	
400	30,8	
500	30,3	30,8
630	31,4	
800	29,8	
1000	26,6	26,9
1250	25,3	
1600	25,6	
2000	26,8	26,8
2500	28,3	
3150	27,3	
4000	26,6	27,0
5000	27,1	



— 1/3 oct ○ 1/1 oct - - - Versch.Ref.curve

Eéngetalsaanduiding volgens NEN-EN-ISO 717-1 $R_w(C;C_{tr}) = 28 (-1 ; -1) \text{ dB}$
 en volgens: $(C_{50-3150}; C_{tr 50-3150}) = (-1 ; -1) \text{ dB}$
 $(C_{50-5000}; C_{tr 50-5000}) = (-1 ; -1) \text{ dB}$
 $(C_{100-5000}; C_{tr 100-5000}) = (-1 ; -1) \text{ dB}$

EN 1793-2 $DL_R = 27 \text{ dB(A)}$; cat.B3
 RMR 2006 $DL_{R,rail} = 28 \text{ dB(A)}$

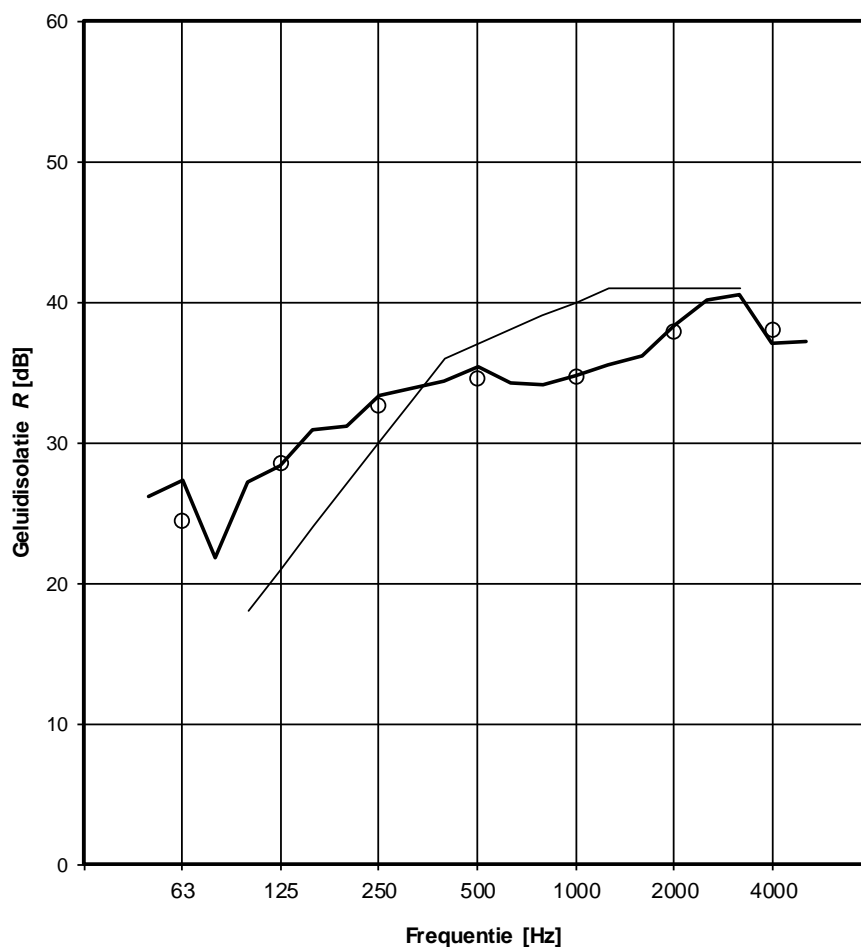
LUCHTGELUIDISOLATIE WANDEN

laboratoriummeting volgens NEN-EN-ISO 10140 Annex A

Opdrachtgever : H&S Betonwaren bv Product : scherm rots motief
 Projectnummer : 054.01117/01.58 Testruimte : TNO Delft kamer 1-2
 Montage : H&S Betonwaren bv Testdatum : 2012-10-30
 Beschrijving : 2 x 7 betonnenschermelementen (36 x 2,5 cm) met een betonnen tussenstijl, randen rondom met pur-schuim gedicht, alle naden tussen schermelementen en aansluiting op stijl met kit gedicht

Massa : 59 kg/m² Volume zendruimte : 107 m³
 Oppervlak : 10 m² Volume ontvangruimte : 106 m³

Freq.	R	
	1/3 oct	1/1 oct
Hz	dB	dB
50	26,1	
63	27,3	24,4
80	21,8	
100	27,2	
125	28,3	28,5
160	30,9	
200	31,2	
250	33,3	32,6
315	33,8	
400	34,4	
500	35,4	34,6
630	34,2	
800	34,1	
1000	34,7	34,7
1250	35,5	
1600	36,2	
2000	38,3	37,9
2500	40,1	
3150	40,5	
4000	37,0	38,0
5000	37,2	



— 1/3 oct ○ 1/1 oct — Versch.Ref.curve

Eéngetalsaanduiding volgens NEN-EN-ISO 717-1

$R_w(C; C_{tr}) = 37 (-1 ; -2)$ dB

en volgens:

EN 1793-2 $DL_R = 35$ dB(A); cat.B3

$(C_{50-3150}; C_{tr 50-3150}) = (-1 ; -3)$ dB

$(C_{50-5000}; C_{tr 50-5000}) = (-1 ; -3)$ dB

RMR 2006 $DL_{R,rail} = 35$ dB(A)

$(C_{100-5000}; C_{tr 100-5000}) = (-1 ; -2)$ dB

A Gerelateerde normen

De akoestische prestatie van bouwelementen wordt bepaald met genormaliseerde meetmethoden gebaseerd op internationale normen (oorspronkelijk delen van ISO 140, welke inmiddels zijn opgegaan in ISO 10140). De prestaties worden uitgedrukt in één getal volgens de internationale norm ISO 717. Sinds 2000 zijn Europese normen van kracht geworden waarin dit wordt geregeld (EN-ISO 10140 en EN-ISO 717); deze Europese normen zijn in alle Europese landen ook als nationale norm overgenomen.

In Nederland zijn alle delen van de norm voor laboratoriummetingen overgenomen (NEN-EN-ISO 10140:2010); ook de norm voor de bepaling van de ééngetalsaanduiding is overgenomen (NEN-EN-ISO 717:1997). Op het gebruiken en toepassen van deze laatste norm geeft NPR 5079:1999 een toelichting.

De wijze waarop de akoestische prestatie van bouwelementen wordt weergegeven is een samenvoeging van twee verschillende systemen. De productprestaties dienen altijd volgens beide systemen te worden gegeven, teneinde de volledige informatie te verstrekken, op de voorgeschreven wijze. Daarbij wordt als referentie altijd de oorspronkelijke gewogen grootheid volgens de oude ISO 717 aangegeven met spectrum-aanpassingstermen C die aangeven in welke mate de A-gewogen grootheid voor een bepaald referentiespectrum hiervan afwijkt. Voor de verschillende akoestische prestaties wordt dit als volgt weergegeven.

- luchtgeluidisolatie bouwelementen, gemeten volgens NEN-EN-ISO 10140-1 Annex A t.m. D:
 $R_w(C; C_{tr})$, bijvoorbeeld $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-1; -5)$
- luchtgeluidisolatie kleine elementen, gemeten volgens NEN-EN-ISO 10140-1 Annex E:
 $D_{ne,w}(C; C_{tr})$, bijvoorbeeld $D_{ne,w}(C; C_{tr}) = 34 (-2; -7)$
- contactgeluidisolatie vloeren, gemeten volgens NEN-EN-ISO 10140-1 Annex F:
 $L_{n,w}(C_i)$, bijvoorbeeld $L_{n,w}(C_i) = 65 (-9)$
- verbetering contactgeluidisolatie door vloerafwerking of vloerbedekking, gemeten volgens NEN-EN-ISO 10140-1 Annex H:
 $\Delta L_w; \Delta L_{in}$, bijvoorbeeld $\Delta L_w; \Delta L_{in} = 18; 8$
Opmerking: Als alternatief mag ook $\Delta L_w(C_{IA})$ worden gebruikt

Het bij deze spectrum-aanpassingstermen beschouwde frequentiegebied betreft de tertsbanden van 100 Hz tot en met 2500 Hz (contactgeluid) of 3150 Hz (luchtgeluid). In NEN-EN-ISO 717 wordt daarnaast de mogelijkheid geboden om ter informatie ook een breder frequentiegebied in de ééngetalsaanduiding te betrekken. Daartoe kunnen aanvullend spectrum-aanpassingstermen worden gegeven waarin ook lagere frequentiebanden (tot en met 50 Hz) en/of hogere frequentiebanden (tot en met 5000 Hz) zijn betrokken. Ook deze spectrum-aanpassingstermen kunnen worden gebruikt om vanuit de gewogen grootheid een A-gewogen grootheid voor het betreffende frequentiegebied te bepalen.

Bij de toepassing van de gegevens kan (nationaal) gekozen worden voor één van beide systemen. In Nederland is die keuze gemaakt en verwerkt in de norm NEN 1070:1999 'Geluidwering in gebouwen'. Daarbij is gekozen voor het A-gewogen systeem met referentiespectra. In het verleden werden hiervoor andere grootheden gebruikt die aansloten bij de isolatie-indices zoals die in de praktijk worden gebruikt. Er bestaan echter vrij eenduidige relaties tussen de 'oude' en de 'nieuwe' grootheden (binnen ± 1 dB). De grootheden die relevant zijn voor de Nederlandse situatie en de relaties die bestaan met de tot nu toe gehanteerde grootheden zijn als volgt:

luchtgeluidisolatie van bouwelementen, tot nu $I_{\text{lu-lab}}$ of $R_{\text{A,verkeer}}$:

- A-gewogen luchtgeluidisolatie voor kenmerkend buurgeluid R_{A} van bouwelementen: $R_{\text{A}} = R_{\text{w}} + C \approx I_{\text{lu-lab}} + 51$
- A-gewogen luchtgeluidisolatie voor kenmerkend buitengeluid R_{Atr} van bouwelementen: $R_{\text{Atr}} = R_{\text{w}} + C_{\text{tr}} \approx R_{\text{A, wegverkeer}}$
- A-gewogen geluidniveauverschil voor kenmerkend buurgeluid $D_{\text{ne;A}}$ van kleine bouwelementen: $D_{\text{ne;A}} = D_{\text{ne;w}} + C$
- A-gewogen geluidniveauverschil voor kenmerkend buitengeluid $D_{\text{ne;Atr}}$ van kleine bouwelementen: $D_{\text{ne;Atr}} = D_{\text{ne;w}} + C_{\text{tr}} \approx D_{\text{ne;A}}$ (wegverkeer)

contactgeluidisolatie, vroeger $I_{\text{co-lab}}$ of verbetering in $I_{\text{co-lab}}$ (ook wel $\Delta I_{\text{co-lab}}$):

- A-gewogen genormeerd contactgeluidniveau voor kenmerkend contactgeluid $L_{\text{n;A}}$ van bouwelementen: $L_{\text{n;A}} = L_{\text{n;w}} + C_1 \approx 59 - I_{\text{co-lab}}$
- A-gewogen contactgeluidisolatie-verbetering voor kenmerkend contactgeluid ΔL_{lin} van vloerafwerkingen: $\Delta L_{\text{lin}} = \Delta L_{\text{w}} + C_{\text{I}\Delta} \approx \Delta I_{\text{co-lab}}$

In NPR 5079:1999 wordt ook toegelicht welke relatie er bestaat tussen de op deze nieuwe wijze aangegeven productprestatie en de op overeenkomstige wijze aangegeven prestaties in gebouwen, zoals die in NEN 1070:1999 worden gehanteerd: $D_{\text{nT,A}} (= D_{\text{nT,w}} + C)$ en $L_{\text{nT,A}} (= L_{\text{nT,w}} + C_1)$. Daarbij wordt uitgegaan van praktijkmetingen volgens NEN 5077, waarvan de laatste versie uit 2008 de betreffende delen van EN-ISO 140 aanstuurt en tevens de ééngetalsaanduidingen bepaalt volgens NEN-EN-ISO 717. Op deze praktijkmeetnorm wordt een toelichting gegeven in NPR 5097:2006.

Vanaf 2012 zal ook het Bouwbesluit deze Europese ééngetalsaanduidingen gaan hanteren onder verwijzing naar NEN 5077:2008. De eisen worden uitgedrukt in $D_{\text{nT,A,k}} (\approx I_{\text{lu,k}} + 52 \text{ dB})$ en $L_{\text{nT,A}} (\approx 59 - I_{\text{co}} \text{ dB})$. Daarmee sluit het beoordelingssysteem voor bouwelementen en gebouwen over de hele linie weer beter op elkaar aan.