



Cursus GEVELTECHNIEK:
Module Bouwfysica
AKOESTIEK

M. BLASCO

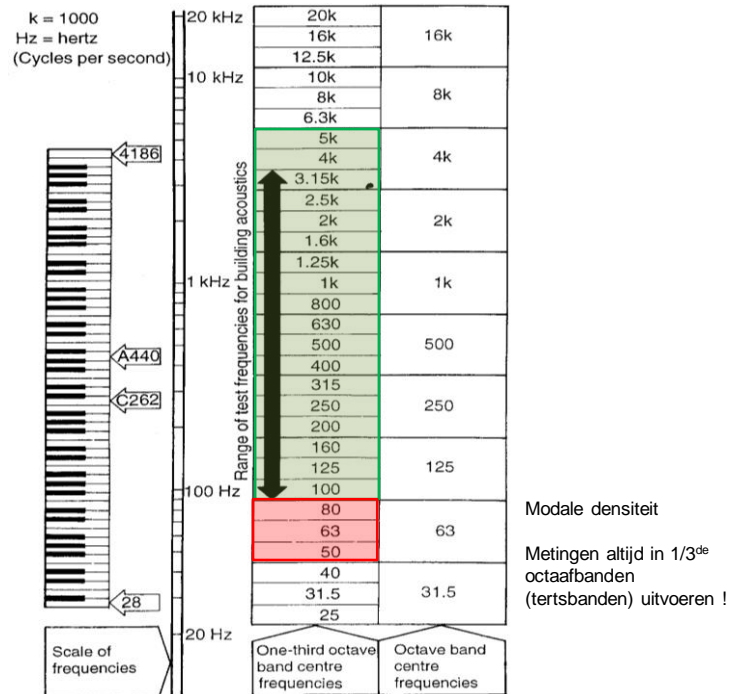
BLASCO bv
Acoustic Design & Engineering
info@blasco.be

Overzicht

1. Basisprincipes
2. Belangrijke akoestische normen
3. Akoestische metingen
4. Parameters akoestische metingen
5. Beglazingen en profielen

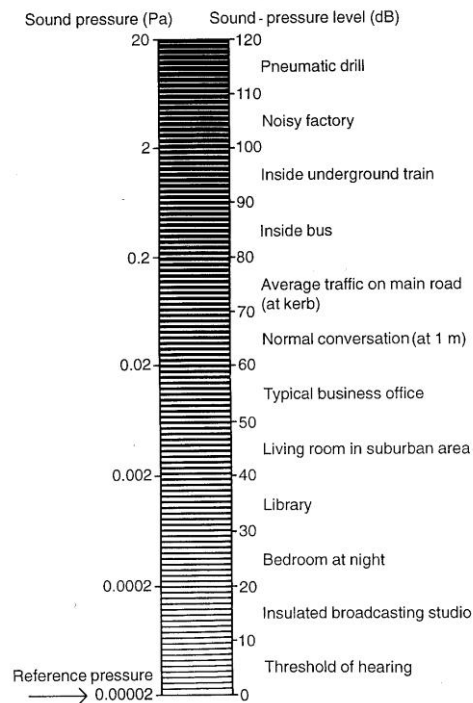
Afsluitende vragen

1. Basisprincipes rond bouwakoestiek

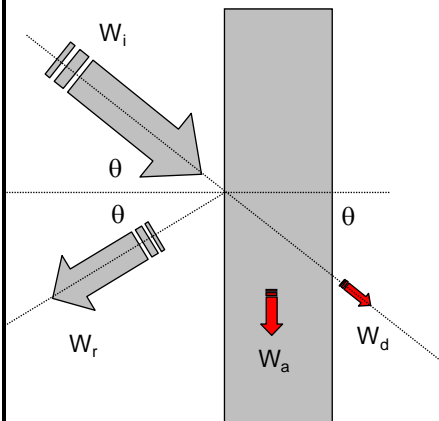


Geluidsdrukkniveau: L_p

- $L_p = 10 \log (p^2 / p_o^2)$ (dB)
($p_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Pascal)
($P_{atm} = 1013$ hPa)



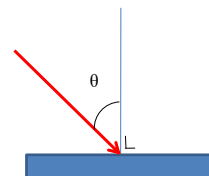
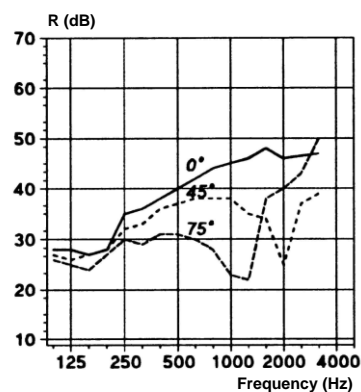
Isolatie - luchtgeluid



$$R = 10 \log (W_i/W_d) \text{ [dB]}$$

Dit is een spectrale grootheid afhankelijk van de frequentie (en van de invalshoek). Men kan hieruit een gewogen grootheid berekenen ("single value"): R_w

Invalshoek geluid

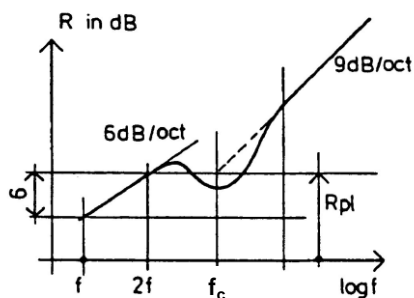


De geluidsverzwakingsindex hangt af van de invalshoek van het geluid op het proefmonster, bv. voor 12 mm glas hebben we:

- $R_w = 31 \text{ dB}$ voor 75°
- $R_w = 35 \text{ dB}$ voor 45°
- $R_w = 42 \text{ dB}$ voor 0°
- $R_w = 36 \text{ dB}$ uniforme inval

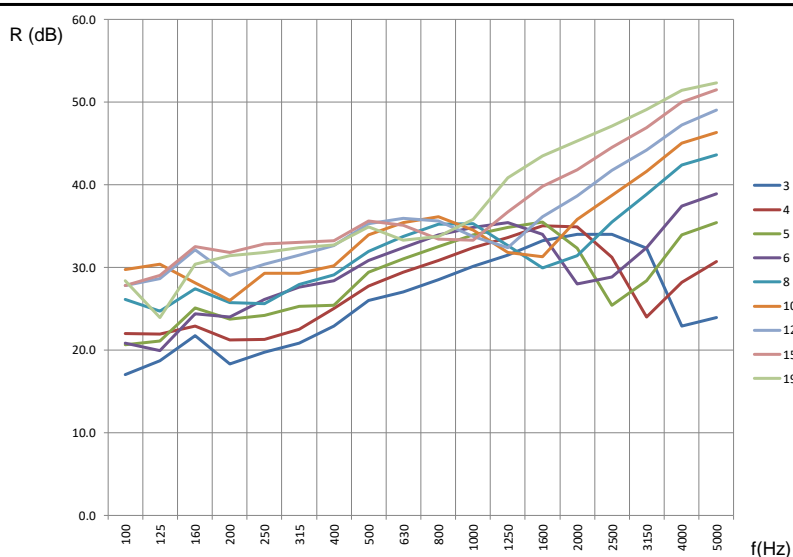
Enkelvoudige constructies

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m''}{B}}$$



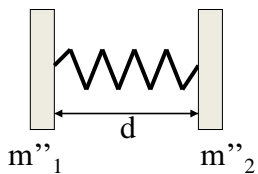
1. m'' zo hoog mogelijk
B zo laag mogelijk
2. Coïncidentiedip is platter en breder naarmate f_c kleiner is
3. $f_c \cdot d = 12,8 \text{ Hzm (glas)}$

Enkel glas



Dubbele constructies

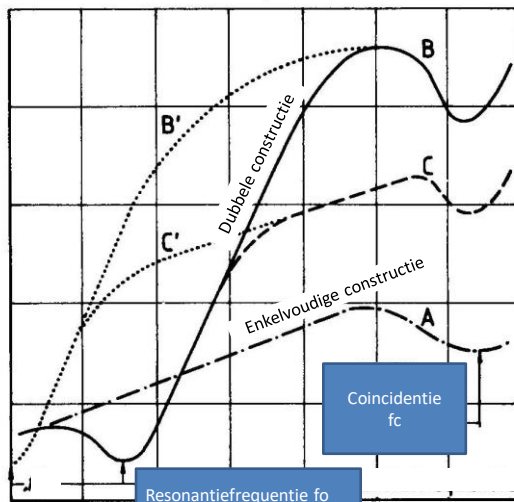
Massa-Veer-Massa



$$f_o = \frac{C}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m''_1} + \frac{1}{m''_2}}$$

C: invalshoek geluid
(60, 75 of 90)

luchtgeluidisolatie R [dB]



Dubbelwandige constructies

$$f_o = \frac{C}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m''_1} + \frac{1}{m''_2}}$$

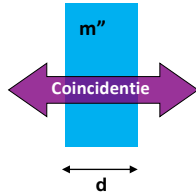
$$f_c \cdot d = \text{constante}$$

$f_o < 80 \text{ Hz}$ en $f_c > 2500 \text{ Hz}$ → woningen/kantoorgebouwen

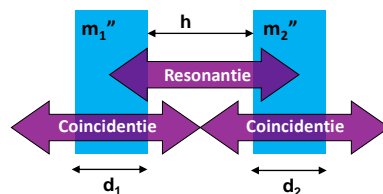
$f_o < 60 \text{ Hz}$ en $f_c > 3000 \text{ Hz}$ → muziekstudio's

Samenvatting luchtgeluidisolatie

Enkelvoudige constructies: massa-wet



Dubbele constructies: massa-veer-massa



→ Slechte isolatie bij de **RESONANTIE FREQUENTIE** f_0

→ Slechte isolatie bij de **COINCIDENTIE FREQUENTIE** f_c

$$f_0 = \frac{75}{\sqrt{h}} \sqrt{\frac{1}{m_1''} + \frac{1}{m_2''}}$$

$$f_c \cdot d = cte$$

12.8 → glas, staal
17.3 → beton
25 → hout
35.5 → gips
50 → lood

Impact elementen in gevel

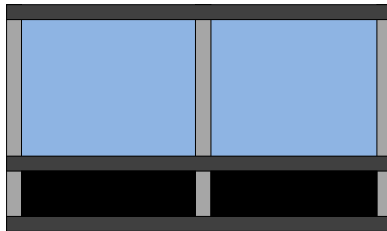
Evaluatie door:

- Logaritmische berekening
- Positie in de gevel
- Schermeffecten (3 – 15 dB positief effect)

$$R_{tot} = -10 \log \left(\sum_{i=1}^N \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_i}{10}} \right)$$

GEVELS: Samengestelde isolatie

Voorbeeld 1			Voorbeeld 2			Voorbeeld 3	
opp. Si (m ²)	Ri (dB)		opp. Si (m ²)	Ri (dB)		opp. Si (m ²)	Ri (dB)
2	42	profiel	2	42	profiel	2	42
3.4	32	opaak	3.4	35	opaak	3.4	32
6.6	39	glas	6.6	39	glas	6.6	42
Rtot =	35.87		Rtot =	37.71		Rtot =	36.50



2. Belangrijke akoestische normen

Soorten geluid - grootheden

- Luchtgeluid: $R / D_n / D_{nT} / D_{n,f} / D_{n,e} / D_{2m,nT}$
- Contactgeluid: $L_n / L'_n / L'_{nT}$

- In labo: $R / D_{n,f} / D_{n,e} / L_n$
- In situ: $D_n / D_{nT} / D_{2m,nT} / L'_n / L'_{nT}$

Gevelisolatie

- Doelstelling: beperking van het lawaainiveau binnen → dit leidt tot specifieke eisen voor de gevelisolatie ifv het aanwezige buitenlawaai
 - Buitenlawaai: via metingen of via geluidskarten (vb. geopunt)
- De gevelisolatie-eisen hebben betrekking op in situ prestaties. Eisen worden dan afgeleid naar labo-eisen voor gevelelementen (voor elke partij binnen het project)
- Opgelet: eisen in (aannemings)contract hebben voorrang op lastenboek. Wat is er contractueel afgesproken ?
- Opgelet voor verantwoordelijkheden

Eis NBN S01-400-1 (2022)

• $D_{Atr} = D_{ls,2m,nT,w} + C_{tr}$

de vereiste gevelgeluidisolatiewaarde voor het gevelvlak

$D_{2m,A} = D_{2m,nT,w} + C$

de vereiste gevelgeluidisolatiewaarde voor het gevelvlak
in het geval van gemeenschappelijk gebruikte
buitengalerijen of buitentrappen

Te beschermen ruimte	Klasse A	Klasse B	Klasse C
Woonkamer, eetkamer, keuken, studeerruimte, slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30$ dB en $D_{Atr} \geq 32$ dB		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34$ dB en $D_{Atr} \geq 28$ dB
Slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 24$ dB		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 27$ dB
	$D_{Atr} \geq 34$ dB (enkel als buiten: $L_{Amax,3x,night} \geq 70$ dB en min. 1 nacht per week)		
Extra eis voor gemeenschappelijk gebruikte galerijen of buitentrappen naar bovenstaande ruimtes	$D_{2m,A} \geq 48$ dB		$D_{2m,A} \geq 44$ dB

$L_{A,night}$: A-gewogen equivalent geluidsdrumniveau van 23 uur tot 7 uur

Eis NBN S01-400-1 (2022)

Bepaling van de akoestische prestaties van gevelementen (in dB)

Alle gevelementen uitgezonderd buitenventilatioeroosters	$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10\log(3(S_{net}+5n)/V)$
Bijkomend voor gevelementen in gevelvlakken grenzend aan gemeenschappelijk gebruikte buitengalerijen of buitentrappen	$R_A \geq D_{2m,A} + 3 + 10\log(3(S_{net}+5n)/V)$
Buitenventilatioeroosters indien aanwezig	$D_{neAtr} \geq R_{Atr} + 3$
Bijkomend voor buitenventilatioeroosters in gevelvlakken grenzend aan gemeenschappelijk gebruikte buitengalerijen of buitentrappen	$D_{neA} \geq R_A + 3$

n: het aantal buitenventilatioeroosters [-] of de (getalwaarde van de) totale lengte [m] van alle buitenventilatioeroosters met gelijke akoestische prestatie in het gevelvlak. Wanneer er geen buitenventilatioerooster is, is n = 0.

V: (getalwaarde van) het volume van de te beschermen ruimte (m³)

S_{net} : (getalwaarde van) de totale oppervlakte van de gevelementen van het gevelvlak die een $R_{Atr} < 48$ dB hebben

Meting akoestische gevelisolatie in situ

- EN ISO 16283-3 (2016) *vervangt EN ISO 140-5 (1998)*
- $D_{Is,2m,nT}$: gestandaardiseerd niveauverschil in situ (met luidspreker)

$$\rightarrow D_{Is,2m, nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log 2T$$

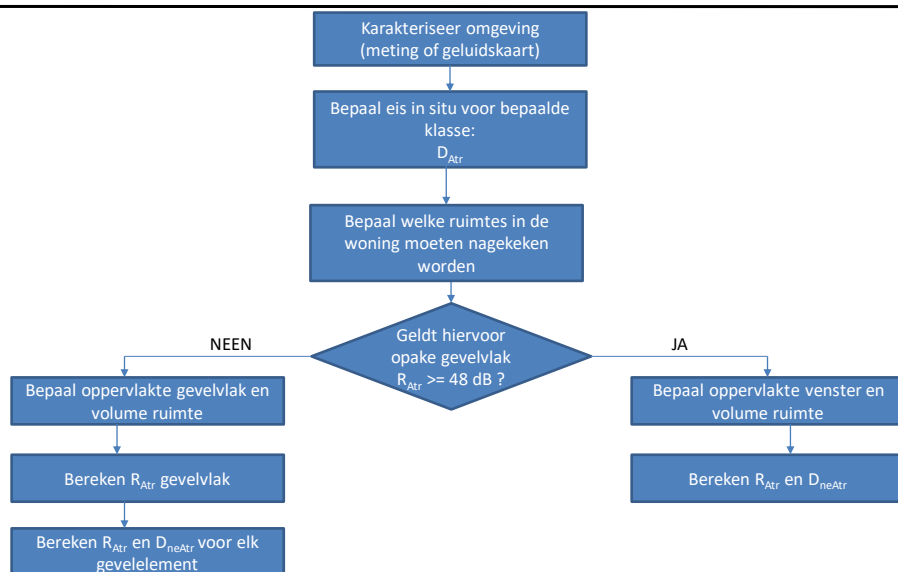
$L_{1,2m}$: geluidsdrumniveau op 2 m van centrum gevel [dB]

L_2 : geluidsdrumniveau ontvangstkamer [dB]

T: nagalmtijd ontvangstkamer [s]

\rightarrow Berekening: $D_{Is,2m,nT,w}$ en C en C_{tr}

Praktisch: hoe pak ik gevelisolatie aan ?



Evaluatie gevels: test grootheden

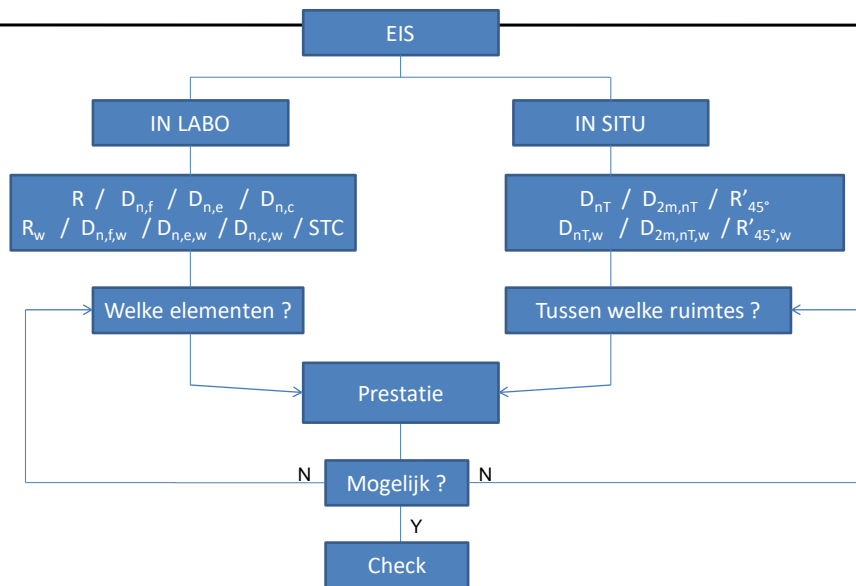
Type	Beschrijving	Grootheid	Meetnorm
IN LABO	Directe luchtgeluidsisolatie (hoe hoger, hoe beter)	R (of SRI) TL	EN ISO 10140-2: Geluidsverzwakkingsindex ASTM E-90: Transmission Loss
	Flanking (hoe hoger, hoe beter)	$D_{n,f}$	EN ISO 10848-2: Flankerende geluidsisolatie
	Element- genormaliseerde niveaoverschil (hoe hoger, hoe beter)	$D_{n,e}$	EN ISO 10140-2: Element-genormaliseerde niveaoverschil
IN SITU	Buiten-binnen (hoe hoger, hoe beter)	$D_{2m,nT}$ OITL (R'_{45°) ($R'_{tr,s}$)	EN ISO 16283-3: Gestandaardiseerde niveaoverschil ASTM E-966: Outdoor-Indoor Transmission Loss EN ISO 16283-3: Apparent sound reduction index EN ISO 16283-3: Apparent sound reduction index
	Intern geluidsdruk-niveau (hoe lager, hoe beter)	$L_{A,max}$ $L_{A,eq}$	EN ISO 10052: A-gewogen maximum geluidsdruk-niveau EN ISO 10052: A-gewogen equivalent geluidsdruk-niveau

2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 23 / 126

Gevelprestaties: ééngetalsaanduidingen

Type	Beschrijving	Grootheid	Eéngetalsaan- duiding	Rekennorm
IN LABO	Directe luchtgeluidsisolatie (hoe hoger, hoe beter)	R (of SRI) R (of SRI) TL TL	R_w R_A of R_{Atr} STC OITC	EN ISO 717-1 NPR 5079 ASTM E-413 ASTM E-1332
	Flanking (hoe hoger, hoe beter)	$D_{n,f}$	$D_{n,f,w}$	EN ISO 717-1
	Element- genormaliseerde niveaoverschil (hoe hoger, hoe beter)	$D_{n,e}$	$D_{n,e,w}$	EN ISO 717-1
IN SITU	Buiten-binnen (hoe hoger, hoe beter)	$D_{2m,nT}$ (R'_{45°) ($R'_{tr,s}$) OITL $D_{2m,nT}$	$D_{2m,nT,w}$ $R'_{45^\circ,w}$ $R'_{tr,s,w}$ OITC G_A of $G_{A,k}$	EN ISO 717-1 EN ISO 717-1) EN ISO 717-1) ASTM E-1332 NEN 5077: A-gewogen (karakteristieke) gevelwering (NPR 5079: A-gewogen gevelwering) → $D_{G,Atr} \sim G_A + 3$
		$D_{2m,nT}$	($D_{G,Atr}$ or $D_{G,A}$)	

Controle eisen



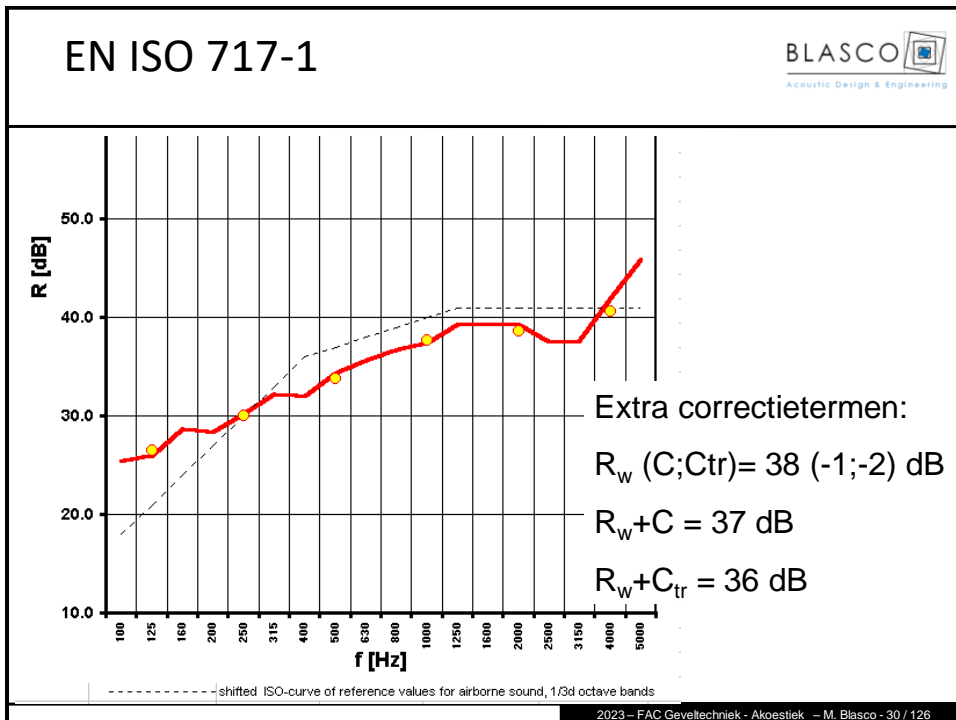
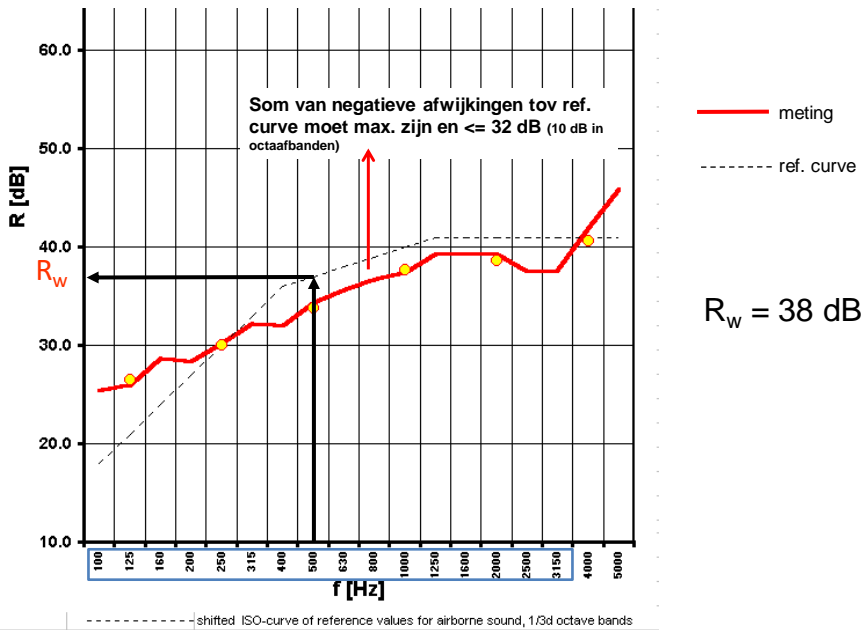
2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 25 / 126

Rekennorm: EN ISO 717-1

- Mathematische berekening van de ééngetalsaanduiding uitgaande van een spectrum → gewogen gemiddelde
- C: correctieterm mid/hoogfrequent
C_{tr}: correctieterm laagfrequent

2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 26 / 126

EN ISO 717-1



Analoge ééngetalsaanduidingen

- $R_w (C;C_{tr})$ → geluidsverzwakkingsindex (labo)
- $D_{n,w} (C;C_{tr})$ → genorm bruto niveauverschil (situ)
- $D_{nT,w} (C;C_{tr})$ → gestand bruto niveauverschil (situ)
- $D_{ls,2m,n,w} (C;C_{tr})$ → genorm gevelisolatie luidspr (situ)
- $D_{ls,2m,nT,w} (C;C_{tr})$ → gestand gevelisolatie luidspr (situ)
- $D_{tr,2m,n,w} (C;C_{tr})$ → genorm gevelisolatie verkeer (situ)
- $D_{tr,2m,nT,w} (C;C_{tr})$ → gestand gevelisolatie verkeer (situ)
- $D_{at,2m,n,w} (C;C_{tr})$ → genorm gevelisolatie luchtverkeer (situ)
- $D_{at,2m,nT,w} (C;C_{tr})$ → gestand gevelisolatie luchtverkeer (situ)
- $\Delta L_w (C_{i\Delta})$ → verbetering contactgeluid (labo)
- $L'_{n,w} (C_i)$ → contactgeluid (situ)

Andere ééngetalsaanduidingen

EN ISO 717-1 (2020) → $R_w (C;C_{tr})$

ASTM E413-04 (2016) (USA) → $STC (\sim R_w) / FSTC (\sim D_{nT,w})$

ASTM E366 (USA) → $FTL (\sim R)$

ASTM E1332-90 (2016) (USA) → $OITC$

ASTM E1414 (USA) → CAC

NEN 5079: 1999 (NL) → $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$

NEN 5077: 2006 (NL) → $R_A = R_w + C$

Conclusies

- Let op voor het “mixin” van criteria in situ en in labo !
- Als een criterium wordt geëist dat niet in de voorgaande tabellen staat → feedback naar cliënt en tot overeenkomst komen ASAP

Voorbeelden: juist of fout ?

b) Acoustic Performance Requirements

- i) The air-borne sound insulation of the curtain wall system (including joints and operable sashes) shall provide minimum sound reduction index of R_w 34.
- ii) As for the hotel portion, the curtain wall system to be installed shall also achieve vertical (i.e. floor-to-floor) and horizontal room-to-room sound insulation of minimum R_w 50. [It is important to note that the contractor has the responsibility to provide and ensure all necessary installation details (with valid acoustic test certificate / report) so as to demonstrate the compliance of the room-to-room acoustic requirements, and for the approval by the Architect and Acoustic Consulting Engineer.]

Voorbeelden: juist of fout ?

	Octave Band Centre Frequency (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EWS05	28	40	39	40	42	44	46	48
EWS06	32	44	43	44	46	48	50	52
EWS01 and EWS03	34	46	45	46	48	50	52	54
EWS-2	26	31	39	40	42	44	44	44
Other locations (single skin-DGU)	21	26	34	40	44	46	46	46

Voorbeelden: juist of fout ?

Flanking Transmission

[Refer to the Acoustic Consultant's Report.](#)

- The works shall be tested for flanking transmission with a partition meeting the façade at a mullion. The system shall provide a weighted standardised flanking level difference of at least $DnTf,w$ 46dB when tested in an accredited independent laboratory in accordance with BS EN ISO 10848: Part 2.
- The works shall be tested for flanking transmission at a junction with the floor/ ceiling slabs. The system shall provide a weighted standardised flanking level difference of at least $DnTf,w$ 50dB (otherwise propose what can reasonably be achieved) when tested in an accredited independent laboratory in accordance with BS EN ISO 10848: Part 2.
- The test method is designed for suspended ceilings but may for this purpose and in the absence of any other International Test Standards, be adapted to establish the flanking performance of a cladding system. The simulated wall and floor constructions shall not influence the results of these junction tests.
- Any acoustic tests are to commence at a time agreed with the Employer's Agent, in a recognised independent laboratory, with a comprehensive test report being submitted, in writing, to the Employer's Agent within three weeks of completion of the tests.

Voorbeelden: juist of fout ?

3.1.3 Maintaining sound insulation

The design and construction of the cladding must be adequate to ensure that flanking sound transmission between horizontally and vertically adjacent spaces via the cladding is controlled. The following performance standards must be achieved:

Horizontal flanking: weighted normalised flanking level difference $D_{nf,w}$ not less than 50 dB

Vertical flanking: weighted normalised flanking level difference $D_{nf,w}$ not less than 50 dB

Voorbeelden: juist of fout ?

“Flanking Noise Transmission Specification

The complete curtain walling system, including framing elements, glass, seals and party wall and floor constraining details, shall achieve a flanking sound transmission level of no less than $D_{n,f,w} + C_{tr}$ 50 dB, when measured in accordance with EN ISO 140-12. The supplier shall allow for the cost for supplying and testing a representative test sample in an accredited acoustical laboratory.”

Voorbeelden: juist of fout ?

Sound Insulation Specification

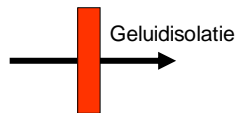
In order to meet the recommended noise intrusion criteria, the glazing system, including all glass, mullions, transoms, fixed or operable seals must comply with the following minimum sound reduction indices when tested in accordance with BS EN ISO 140-3: 1995 and rated in accordance with BS EN ISO 717-1:1997

Double glazed system: R_w 36 dB ✓
Triple glazed system: R_w 43 dB

3. AKOESTISCHE METINGEN

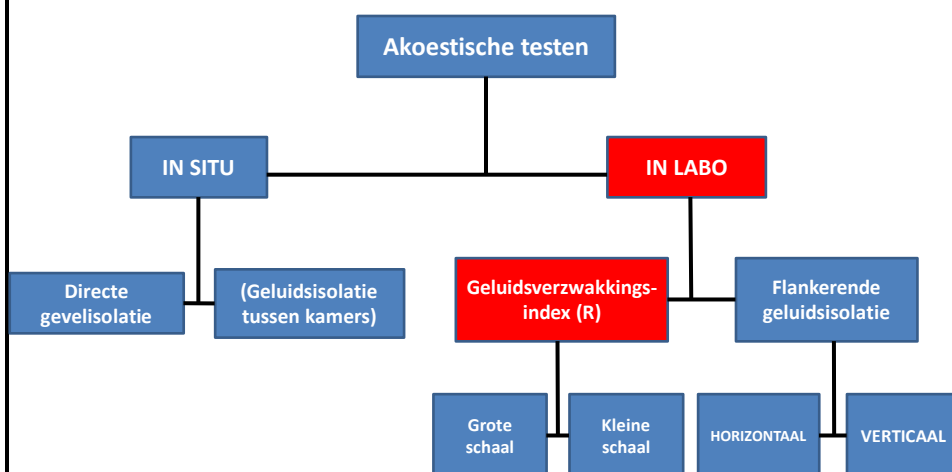
Meten in LABO

Doel:



- Produkten met elkaar vergelijken
- Vergelijken met eisen
- Inputdata voor EN 12354

Overzicht akoestische metingen gevels



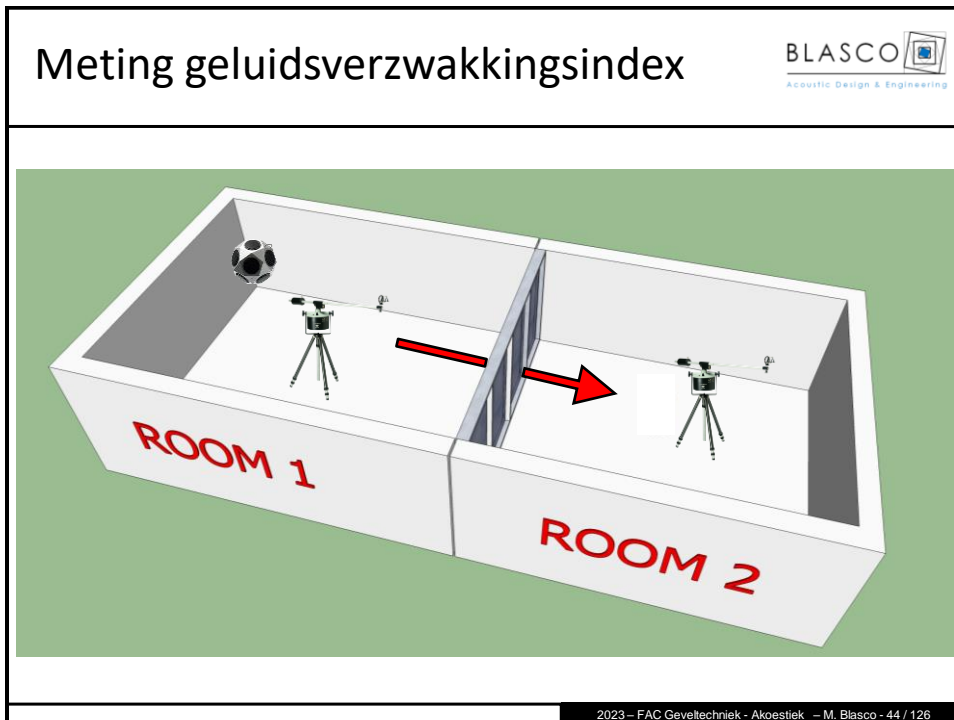
Directe akoestische gevelisolatie



“Prestatie module” →
IN LABO

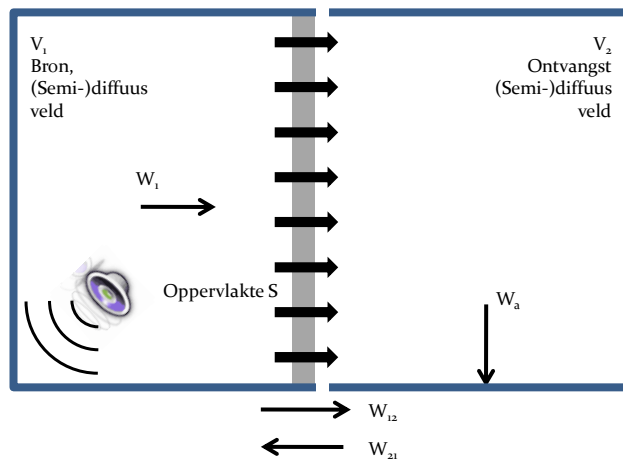


Grootheid:
R





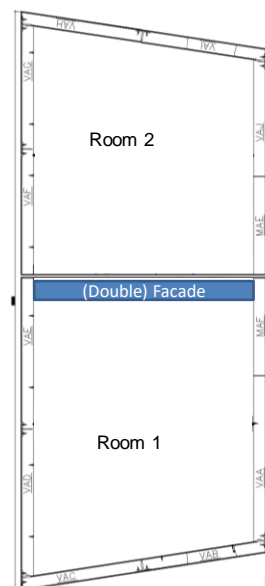
Meting R (SRI)



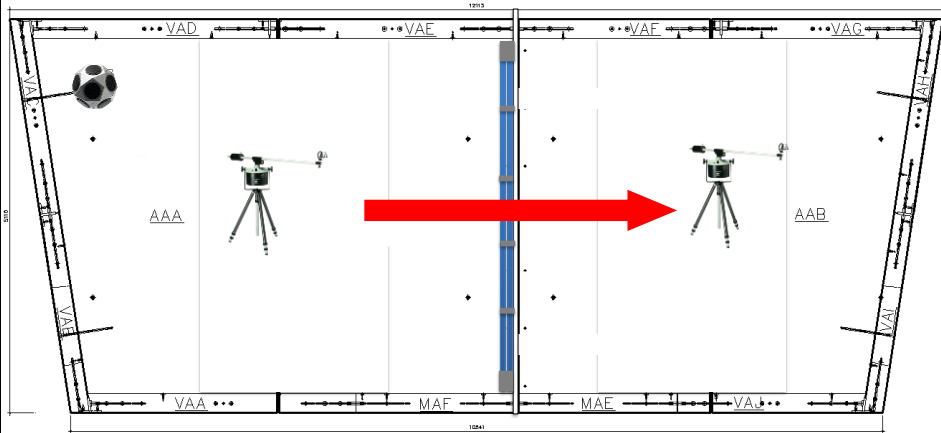
Meting R (SRI)

- $R = 10 \log (W_i / W_t)$
= ...
= $L_1 - L_2 + 10 \log (S/A)$
- Gemakkelijk meetbaar:
 - L_1, L_2
 - A: dmv nagalmtijd in ontvangstkamer mbv Sabine
 - Speciale voorwaarden in het lab

R: reële afmetingen

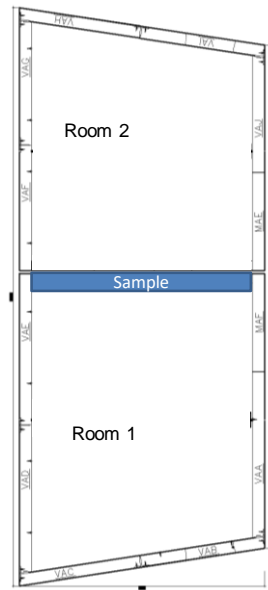


Directe geluidsisolatie in labo

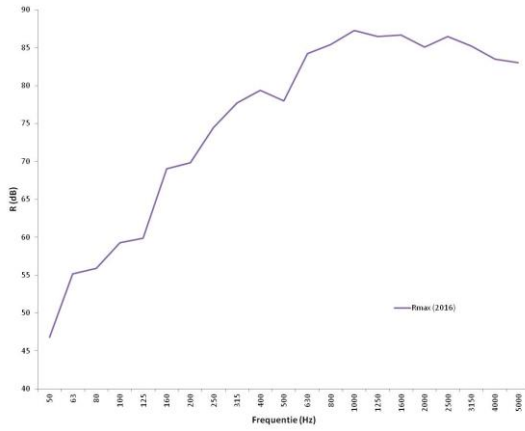


Geluidsverzwakingsindex (R): EN ISO 10140-2
Transmission Loss (TL): ASTM E-90



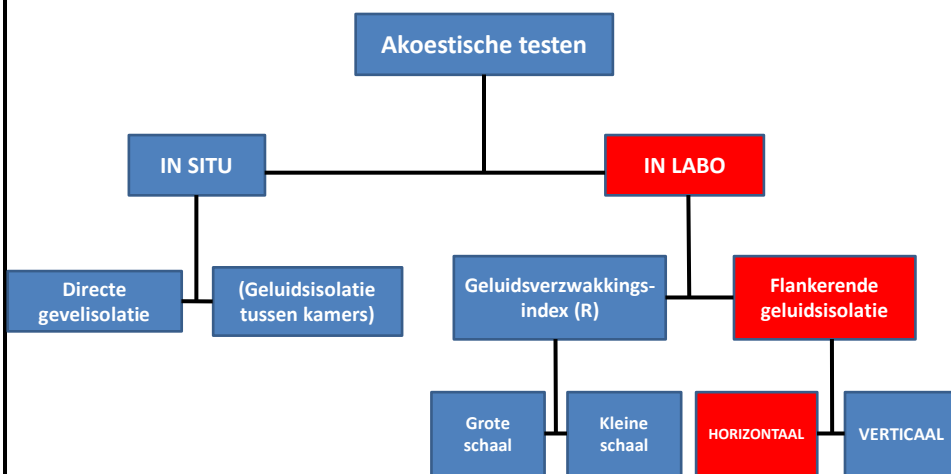


Maximale geluidsverzwakkingsindex labo



In 2021 behaalde labo LARGE $R_{w,max} (C;C_{tr}) = 90(-2;-7)$ dB

Overzicht akoestische metingen gevels

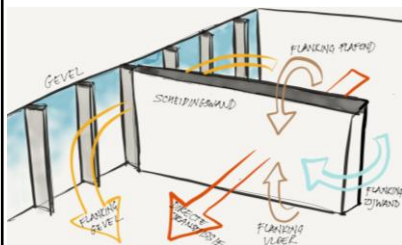


Flanking in constructies

- Moeilijk
- Tamelijk recent
- Validatie van de EN 12354-1 (2000): *Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 1: Airborne sound insulation between rooms*
- Impact flanking: belangrijk bij hoge geluidisolaties

Flanking gevel

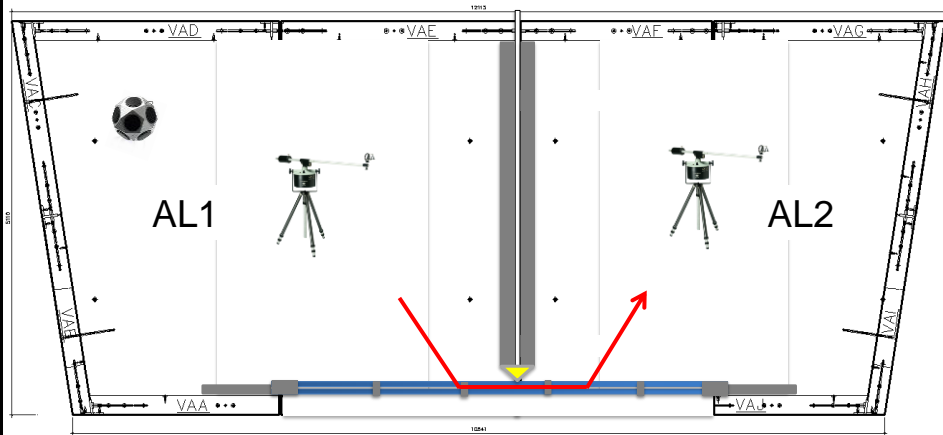
Kan niet in situ gemeten worden !



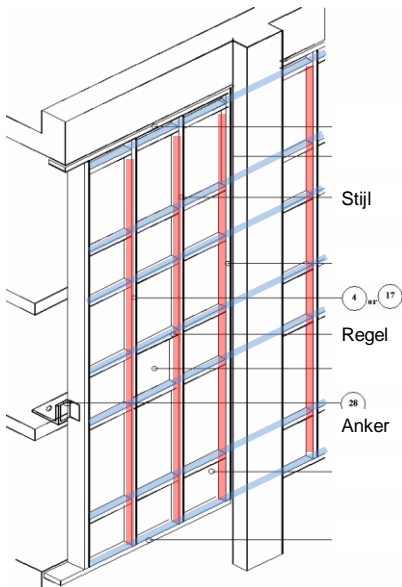
“Performantie flankeringsisolatie module” →
IN LABO

↓
Grootheid:
 $D_{n,f}$

Meting flanking: Horizontaal en verticaal

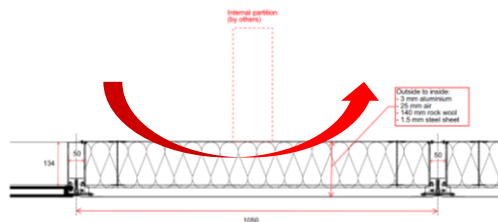


Horizontale Flankeringsisolatie ($D_{n,T}$): EN ISO 10848

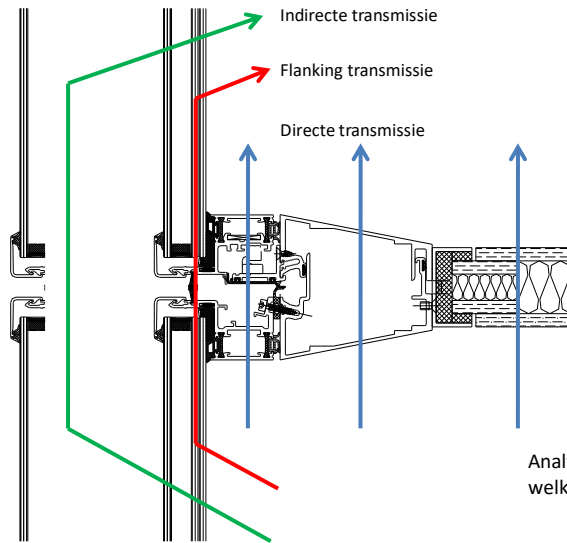


Horizontale flanking:

- Stijl
- Continuïteit regel
- Continuïteit opaak paneel
- Glas minder belangrijk (tenzij zware eis en glas $R_w < 42$ dB)

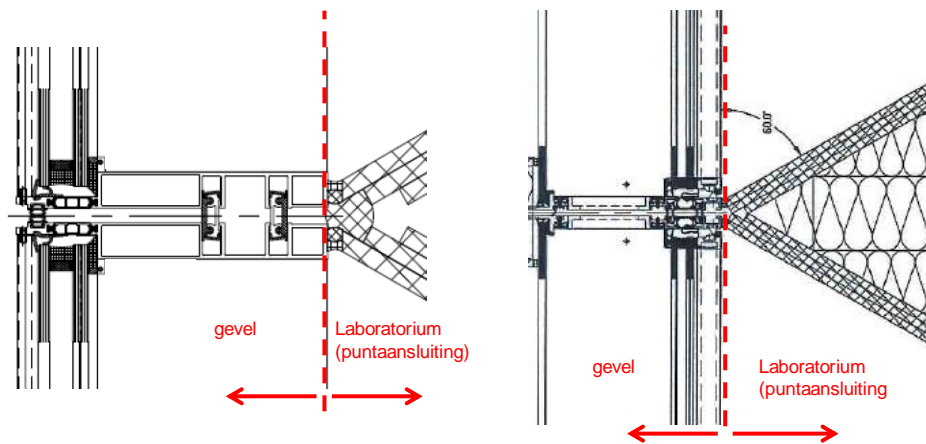


(Dubbele) Glasgevels



2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 59 / 126

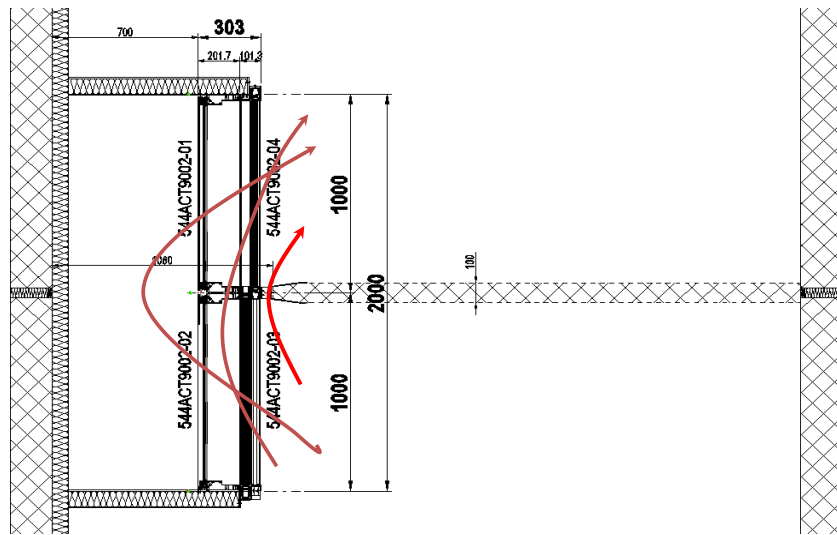
Horizontale flanking: gevels



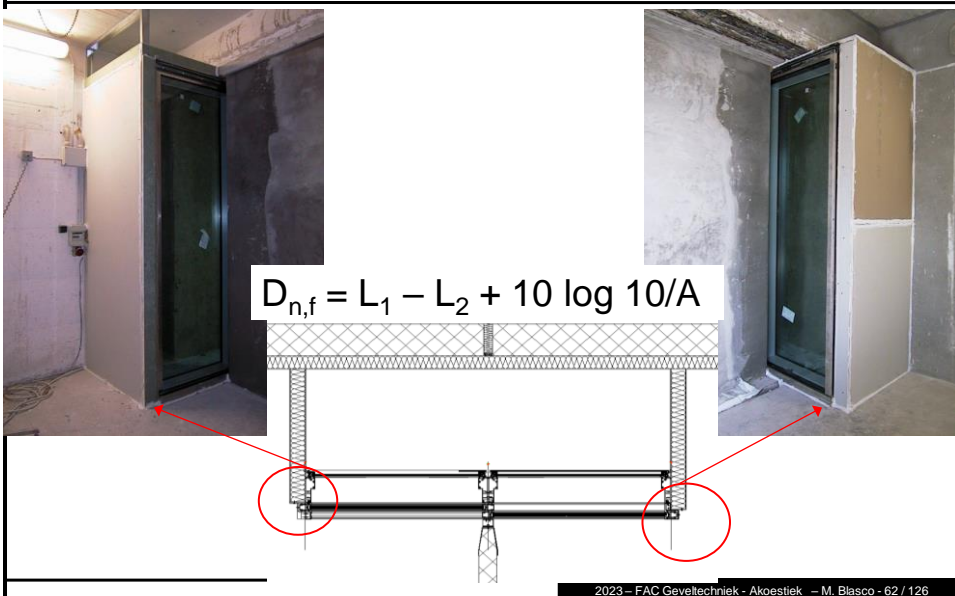
Verbinding gevel-wand in labo

2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 60 / 126

Meting gevel



Meting gevel



Isolatiepanelen



Horizontale flankering



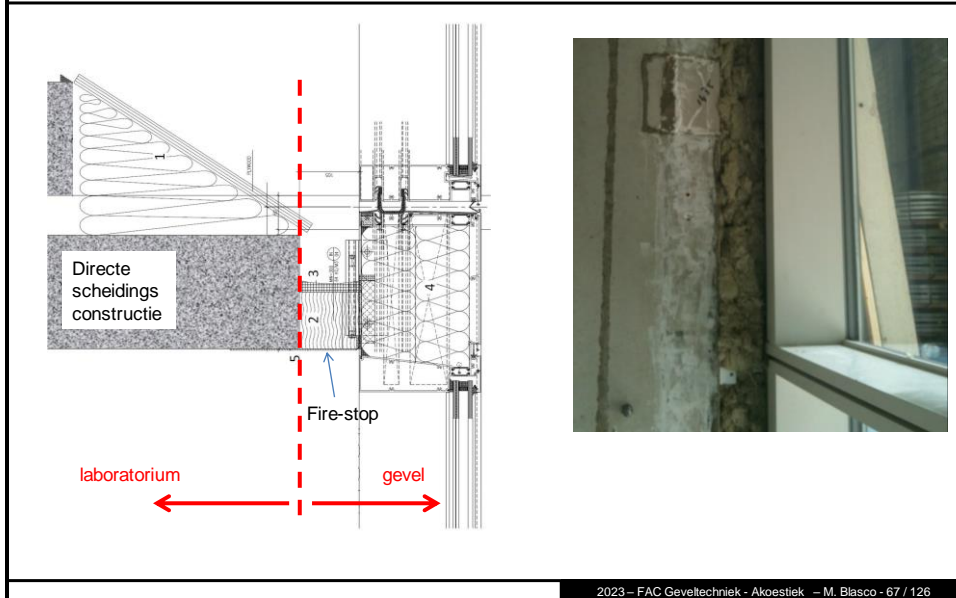
Conclusies horizontale flanking

- Meer en meer als eis gesteld in nieuwe gebouwen → in UK zeer strenge eisen ($D_{n,f,w} > 55$ dB !)
- Typische waarden voor een “split-mullion” gordijngewel: $D_{n,f,w} = 44-47$ dB
- Verbeteringen: stalen plaatjes, opvullen met steenwol (opgelet voor doorlopende voegen, doorlopende regels,...)
- Gedetailleerde analyses nodig

Overzicht akoestische metingen gevels

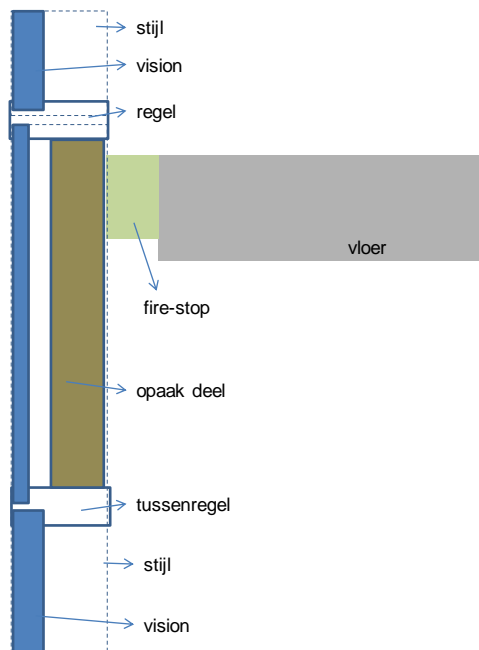


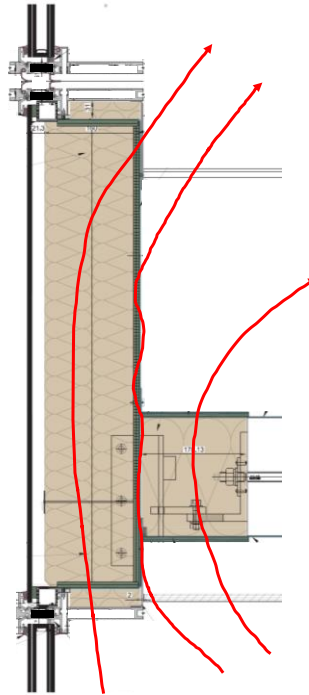
Verticale flanking



2023 - FAC Geveltechniek - Akoestiek - M. Blasco - 67 / 126

Verticale flanking: mogelijke transmissiepaden

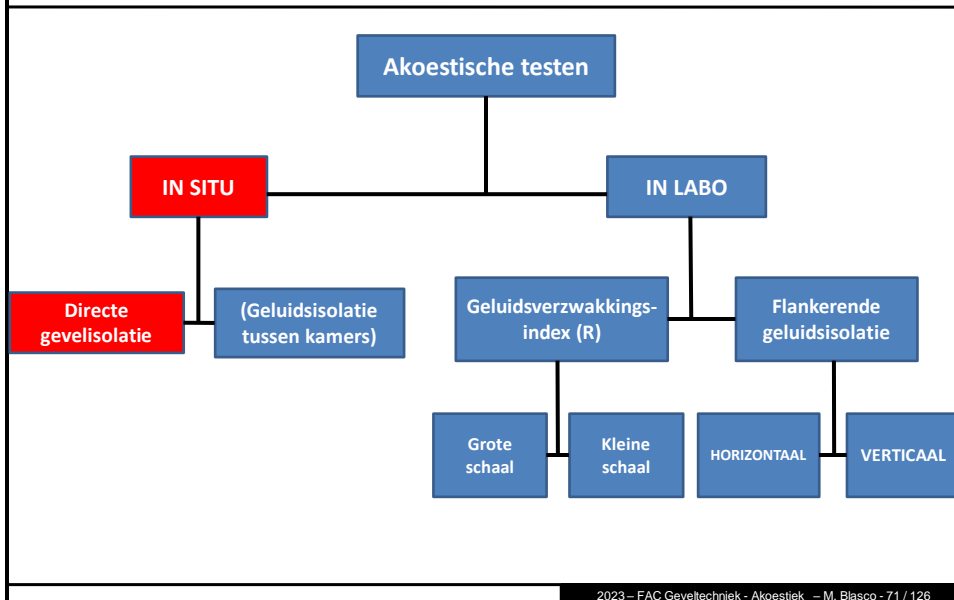




Conclusies verticale flanking

1. Minder bottle neck voor glazen en lichte gordijngevens
2. Meer en meer als eis gesteld in nieuwe gebouwen → in UK zeer strenge eisen ($D_{n,f,w} > 60$ dB !)
3. Basiswaarde voor firestop (60 mm x 120 mm) gordijngewel: $D_{n,f,w} = 38$ dB → nood aan verbetering (water-seal, stalen platen boven en onder)
4. Gedetailleerde analyses nodig, hoewel sommige studie bureaus standaard stellen dat $D_{n,f,w} = R_w + 10$ dB → overdimensionering gevel !!!

Overzicht akoestische metingen gevels BLASCO Acoustic Design & Engineering



Directe akoestische gevelisolatie



“Buiten naar binnen” →

IN SITU



Grootheid:

$D_{2m,nT}$

Directe gevelisolatie

- Doelstelling: beperking van het lawaainiveau binnen → dit leidt tot specifieke eisen voor de gevelisolatie ifv het aanwezige buitenlawaai
 - Akoestische eisen zijn verplicht. Men mag altijd strenger gaan
- Eisen uit de (Belgische) norm hebben betrekking op in situ prestaties. Eisen worden dan afgeleid naar labo-eisen (afhankelijk van partij binnen het project)
- Opgelet: eisen in (aannemings)contract hebben voorrang op lastenboek. Wat is er contractueel afgesproken ?
- Opgelet voor verantwoordelijkheden

Gevelisolatie in situ

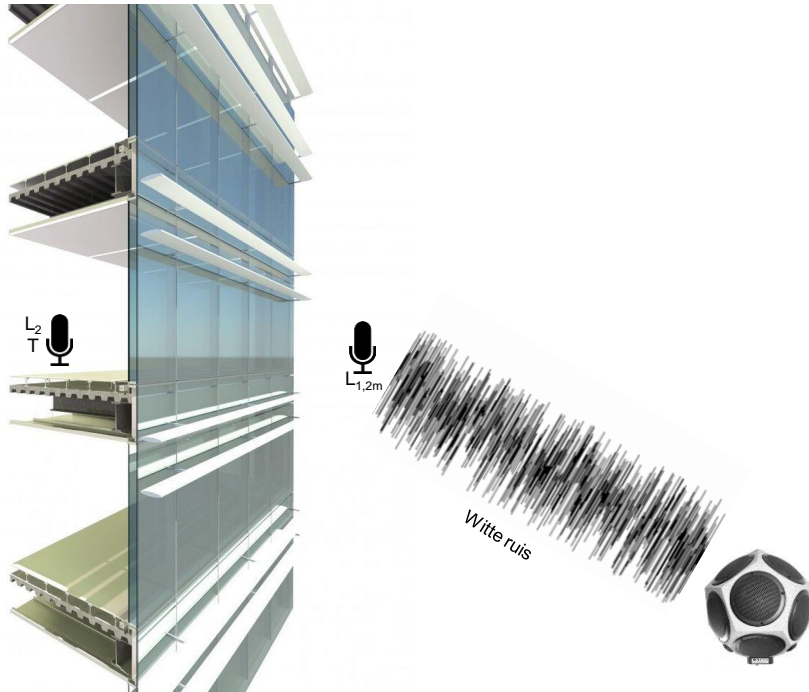
- EN ISO 16283-3 (2016) *vervangt EN ISO 140-5 (1998)*
- Luchtgeluidsisolatie van de gevel in situ
- $D_{2m,nT}$: gestandaardiseerde niveauverschil gemeten op 2 m van de gevel

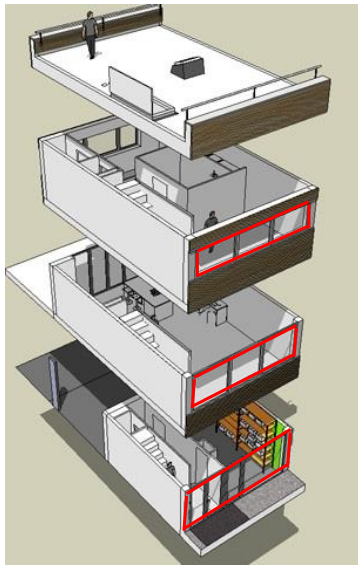
$$\rightarrow D_{2m, nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log 2T$$

$L_{1,2m}$: SPL op 2 m van centrum gevel (loodrecht gemeten) [dB]

L_2 : SPL ontvangstkamer verspreid over centrum kamer [dB]

T: nagalmtijd ontvangstkamer [s]





S_{netto} : oppervlakte gevelvlak met een $R_w < 48$ dB

V: volume beschermde ruimte achter gevelvlak



R en $D_{2m,nT}$

- R_{tot} : (samengestelde) isolatie in labo
- $D_{2m,nT}$: gestandaardiseerd gevelniveauverschil in situ
- Factor (V/3S): ontvangstvolumen is belangrijk

→ $D_{2m,nT} = R_{tot} + 10 \log (V/3S) + \text{aandeel (flanking, lekken, verbindingen, direct geluid)}$

V: volume ontvangstlokaal (m^3)

S: oppervlakte geluidsdoorlatende gevel gezien vanuit de ontvangtruimte (m^2)

Akoestische ventilatieroosters



Ventilatieroosters

- Meting in labo kleine elementen volgens EN ISO 10140-2:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \log 10/A$$

L_1 : geluidsdruk niveau zenzijde (dB)

L_2 : geluidsdruk niveau ontvangstzijde (dB)

A: Absorptieoppervlak (m²)

Akoestische ventilatieroosters

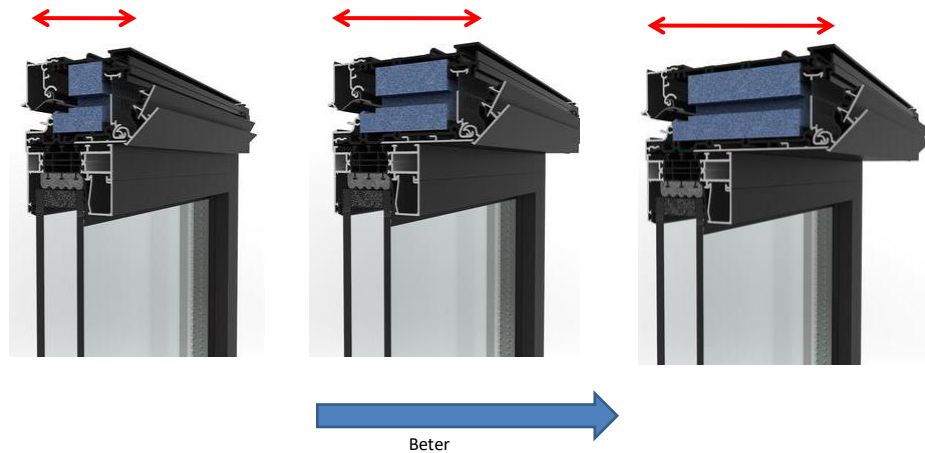


- $D_{n,e,w} = 38$ dB tot 45 dB (gesloten toestand)

Opletten:

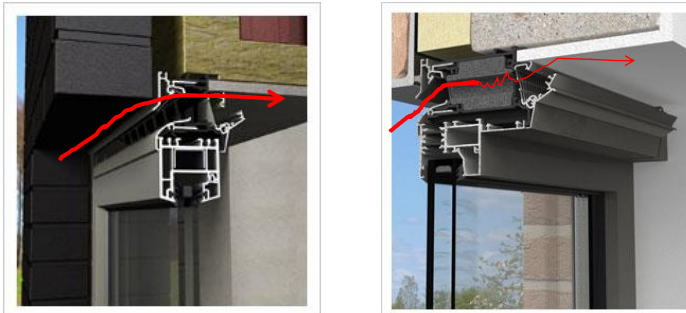
- Gevelisolatie gemeten met ventilatie in geopende toestand: basisdebiet !
- $D_{n,e,w}$ 10 dB lager !

Akoestische ventilatieroosters



2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 83 / 126

Ventilatieroosters



Let op:

- Correct gebruik van de grootheden
- Meting akoestische gevelisolatie gebeurt altijd met een basisventilatie: $D_{n,e,w}$ is daardoor zeker 15 tot 20 dB lager !
- Locatie ventilatierooster in de gevel: extra verliezen in rekening brengen
- Belgische norm stelt: $D_{neAtr} = D_{n,e,w} + C_{tr} \geq R_{Atr} + 3 \text{ dB} = R_w + C_{tr} + 3 \text{ dB}$

2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 84 / 126

Ventilatieroosters

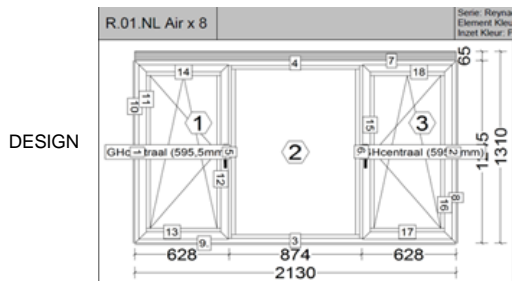
- Samengestelde isolatie:



$$R_{tot} = -10 \log \left(\sum_{i=1}^N \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_i}{10}} + \sum_{j=1}^M \frac{10}{S_{tot}} 10^{\frac{-D_{n,e}}{10}} \right)$$

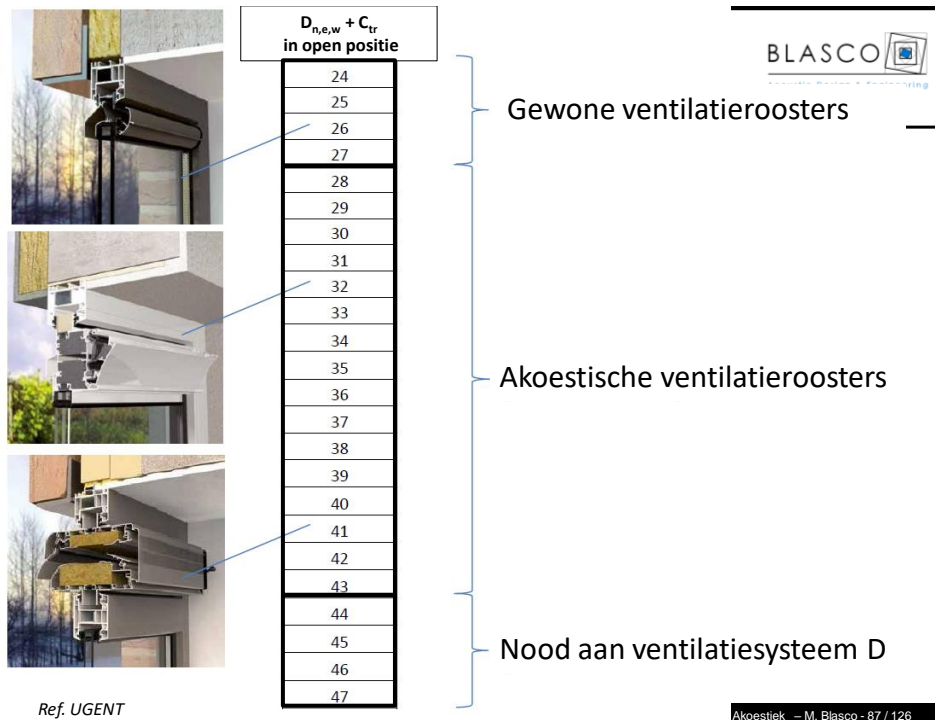
Voorbeeld

EIS	Lokaal	Raamgehele $R_w + C_{tr}$ [dB]	Ventilatierooster $D_{n,e,w} + C_{tr}$ [dB]	Locatie rooster
	slaapkamer 1 Type 4	40 dB	42 dB	-



Venster voldoet aan $R_w + C_{tr} = 40$ dB
Rooster voldoet aan $D_{n,e,w} + C_{tr} = 42$ dB

BEREKENING
venster + rooster $R_w + C_{tr} = 33$ dB

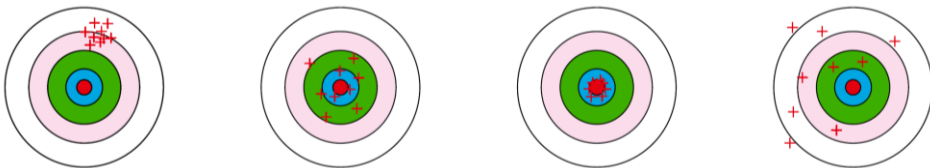


Gebruik van ventilatieroosters

1. Een gewoon ventilatierooster kan nooit gebruikt worden voor een slaapkamer aan meest belaste zijde
2. Akoestische ventilatieroosters (“suskast”) kunnen gebruikt worden voor slaapkamers wanneer $L_{Aeq} < 65$ dB, in het andere geval moet men ventilatiesysteem D toepassen
3. Een gewoon ventilatierooster kan gebruikt worden in een living aan meest belaste zijde als $L_{Aeq} < 60$ dB.
4. In combinatie met akoestische beglazing is het verstandig om economische vergelijking te maken tussen akoestisch glas met akoestische ventilatierooster en gewone beglazing met ventilatiesysteem D.

4. PARAMETERS AKOESTISCHE METINGEN

Nauwkeurigheid en Precisie (reproduceerbaarheid)



Meetonzekerheid

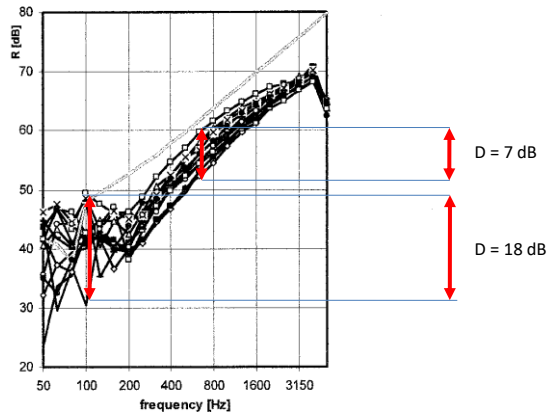


Figure 4: Measured sound reduction index of a 440 kg/m² wall in various laboratories with mass-law curve for comparison; from [22].

Parameters meting in labo

1. Meetomgeving
2. Meetapparatuur
3. Meetmethode
4. Inbouw proefmonster
5. Labo personeel
6. Validatie labo

→ referentie: voorwaarden ISO-normen

Normvoorwaarden

- Elke meetnorm stelt duidelijke voorwaarden mbt:
 - Meetmethode en inbouw
 - Apparatuur
 - Meetcondities
 - Meetomgeving
 - Toegestane afwijkingen

Reproduceerbaarheid en repetabiliteit

- Reproduceerbaarheid (precisie/interlabovergelijkingen) = afwijking op de meetresultaten waarbij geldt:
 - Zelfde proefmonster en meetmethode
 - Verschillende labo's en verschillend personeel
- Repetabiliteit (herhaalbaarheid) = afwijking op de meetresultaten waarbij geldt:
 - Zelfde proefmonster en meetmethode
 - Zelfde labo en zelfde personeel
 - Zo snel mogelijk achter elkaar uitgevoerd

Bronnen van meetafwijkingen tov andere labo's na validatie

- Geometrische karakteristieken labo: modaal gedrag: +++
- Type apparatuur (Klasse 0 of 1) en localisatie: ++
- Gebruikte procedure uit meetnorm: +
- Variaties in de inbouw: +
- Personeel: ?

→ De inbouw zelf wordt niet als meetafwijking beschouwd want een correcte inbouw maakt deel uit van de kwaliteitsprocedure van het labo !

Bronnen van meetafwijkingen tov eigen labo na validatie

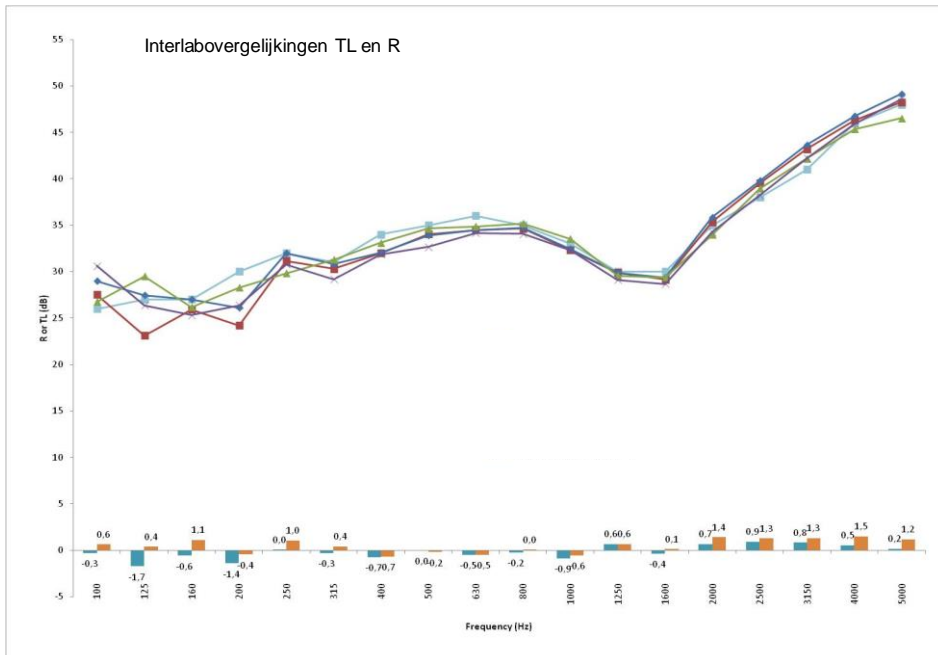
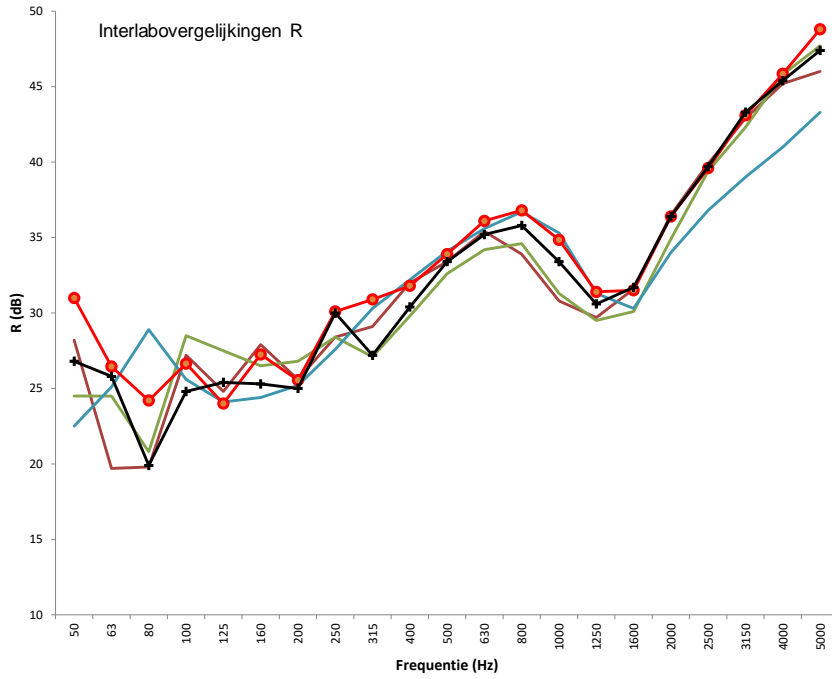
- Geometrische karakteristieken labo: modaal gedrag: +
- Type apparatuur (Klasse 0 of 1) en localisatie: o
- Gebruikte procedure uit meetnorm: o
- Variaties in de inbouw: +
- Personeel: +

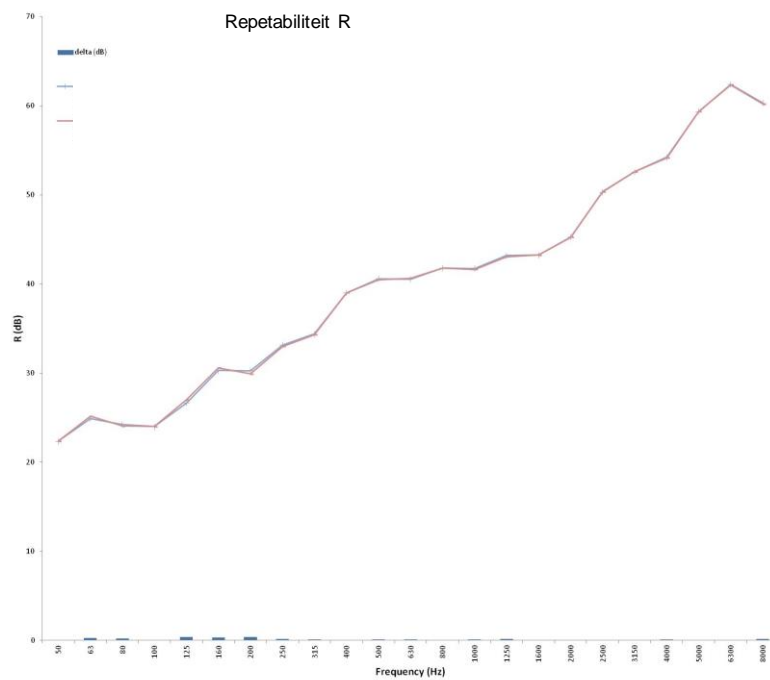
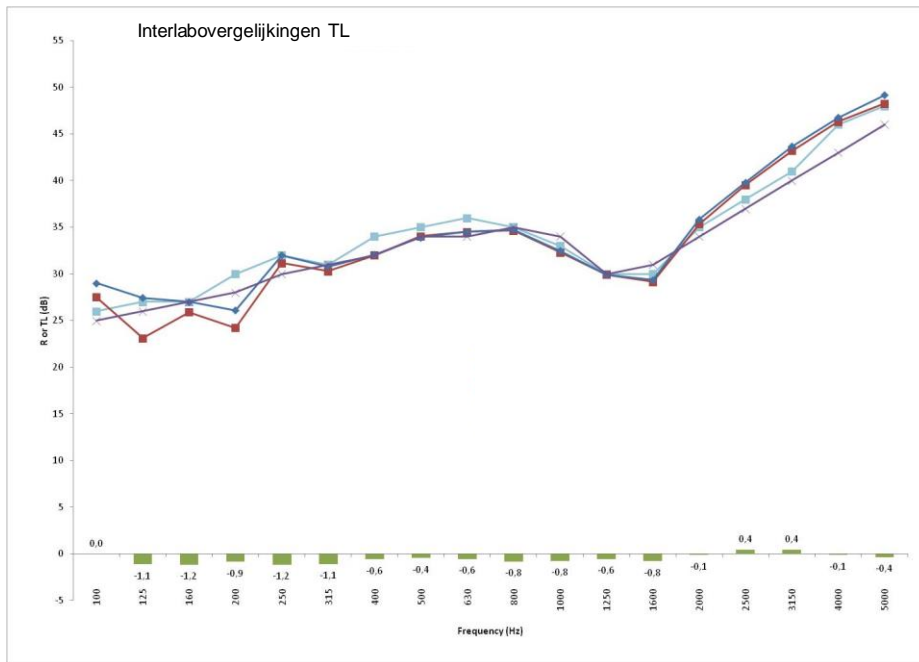
→ De inbouw zelf wordt niet als meetafwijking beschouwd want een correcte inbouw maakt deel uit van de kwaliteitsprocedure van het labo !

Grenzen afwijkingen (ISO 140-2)

Third-octave band centre freq [Hz]	Reproducibility value R for airborne sound reduction index (ISO 140-3) [dB]	Third-octave band centre freq [Hz]	Repeatability values r for airborne sound reduction index (ISO 140-3) [dB]
100	9	100	4.5
125	8.5	125	4
160	6	160	3.5
200	5.5	200	3.5
250	5.5	250	2.5
315	4.5	315	2.5
400	4.5	400	2
500	4	500	2
630	3.5	630	1.5
800	3	800	1.5
1000	2.5	1000	1.5
1250	3	1250	1.5
1600	3.5	1600	1.5
2000	3.5	2000	1.5
2500	3.5	2500	1.5
3150	3.5	3150	1.5





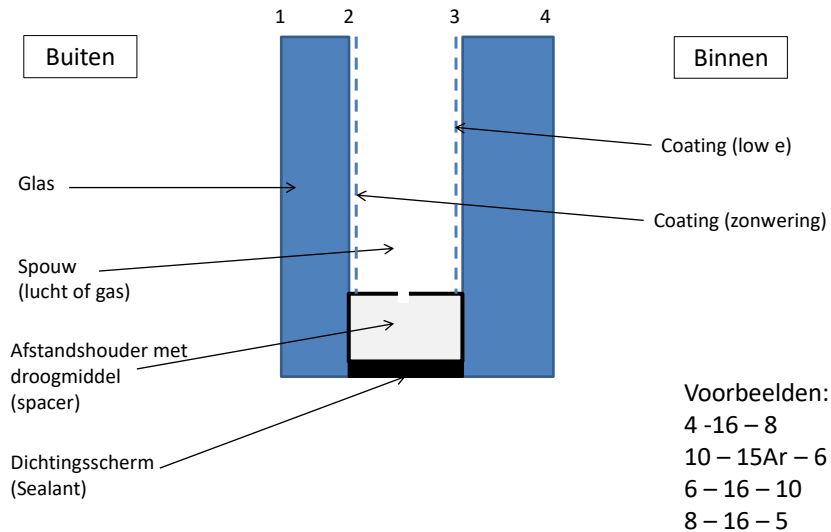


5. BEGLAZINGEN EN PROFIELEN

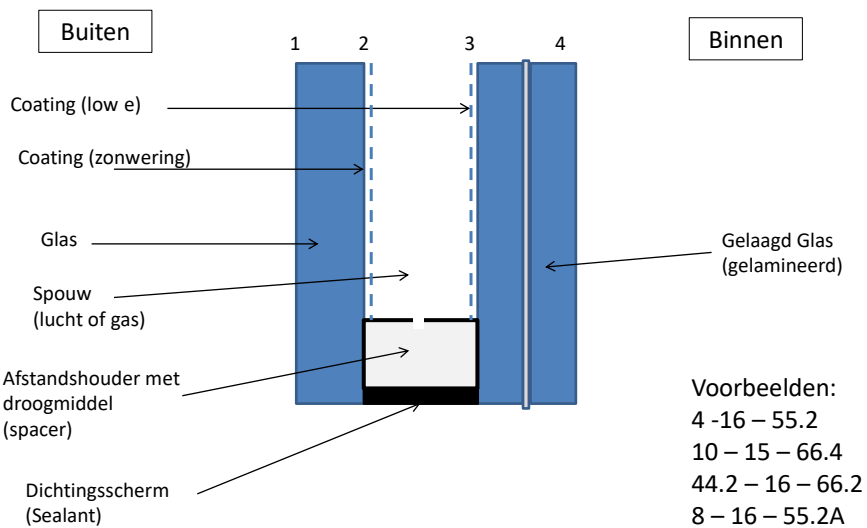
Eigenschappen glas

Eigenschap	Thermiek	Akoestiek	Daglicht	Stabiliteit	Veiligheid
Dikte glas	0	+++	+++	+++	+++
Dikte spouw	+++	+	+	+	0
Type afstandshouder	++	+	0	+	+
Gebruik edel gas	+++	0	+	0	0
Coating glas	+++	0	++	0	0
Laminatie	++	+++	+	+++	+++
Harding glas	0	0	0	+++	+++

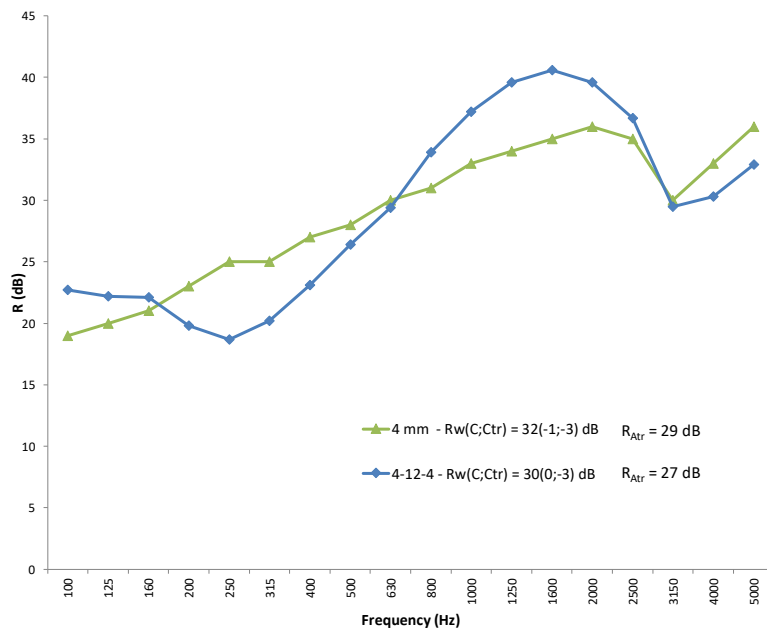
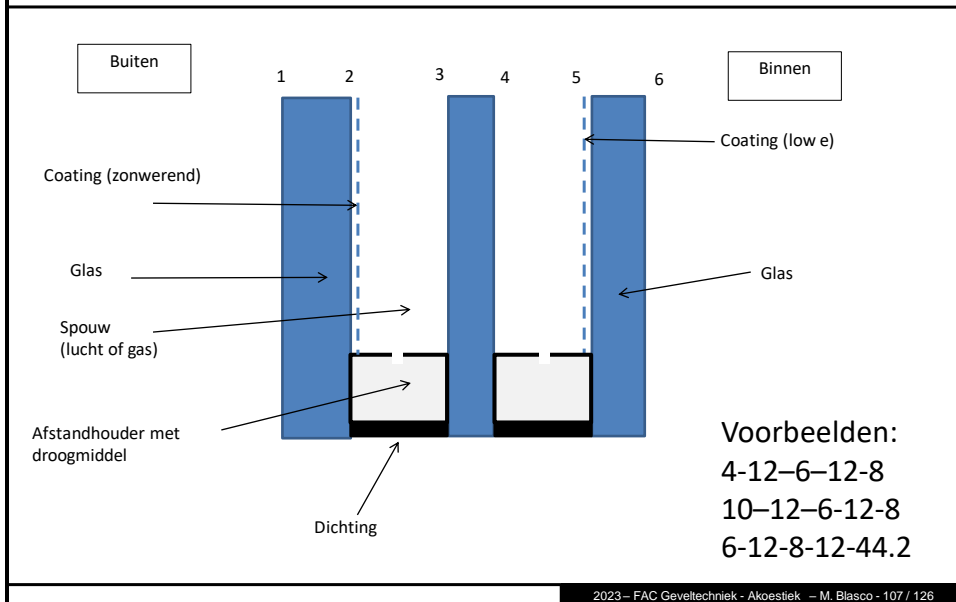
Opbouw dubbel glas

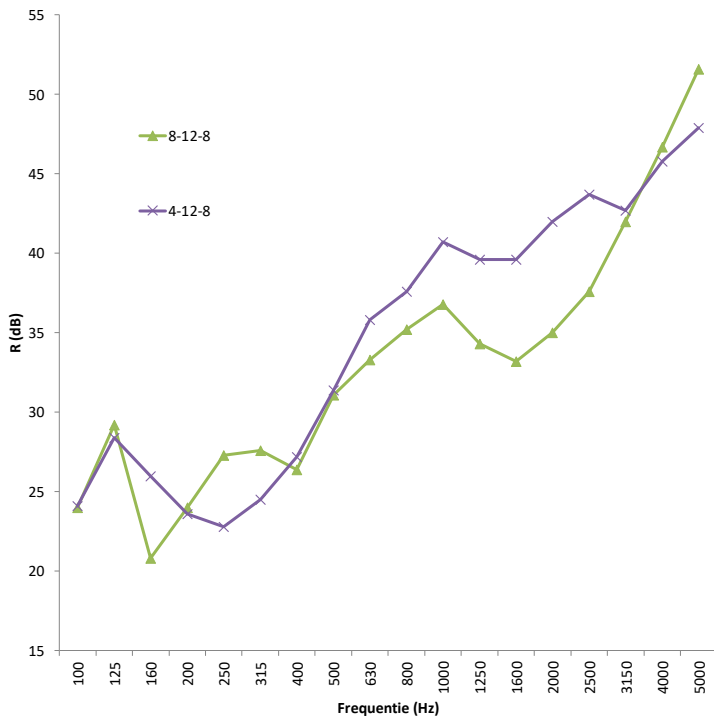
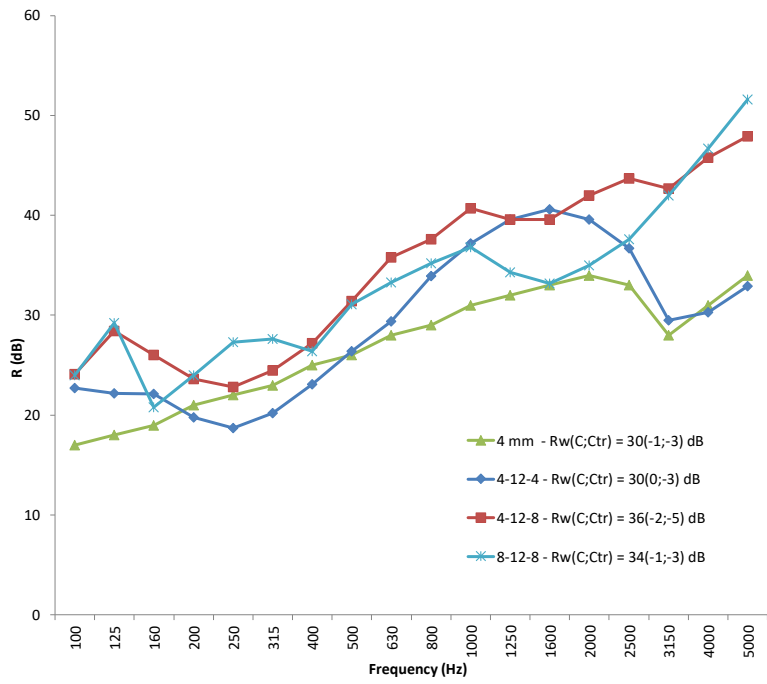


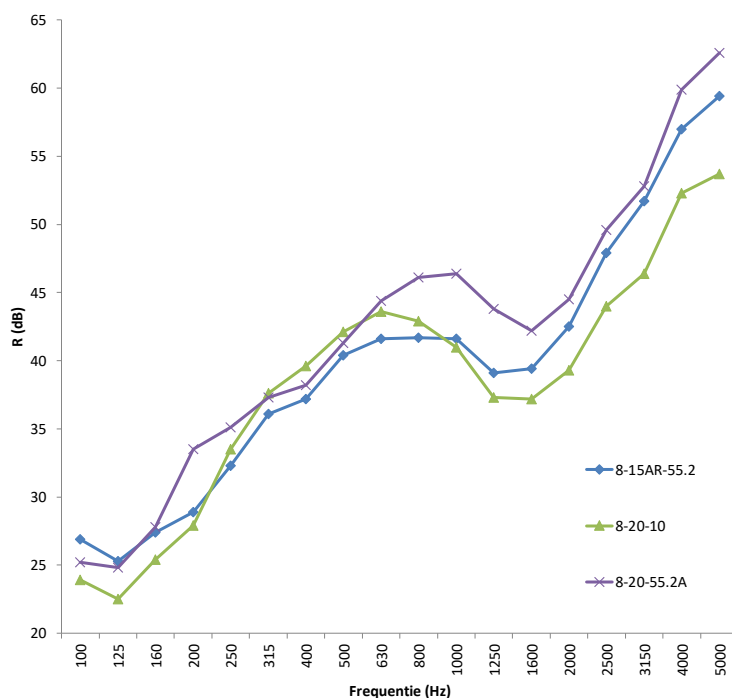
Opbouw dubbel glas



Opbouw driedubbele beglazing



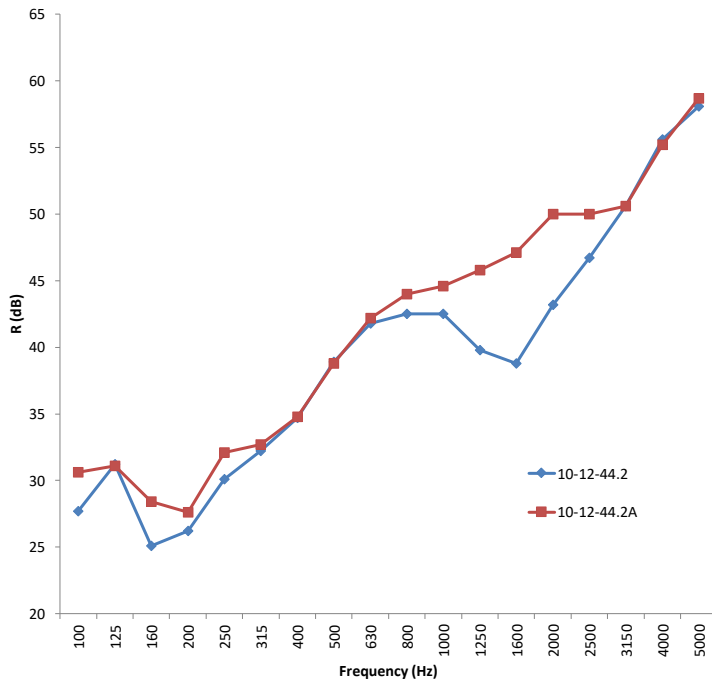
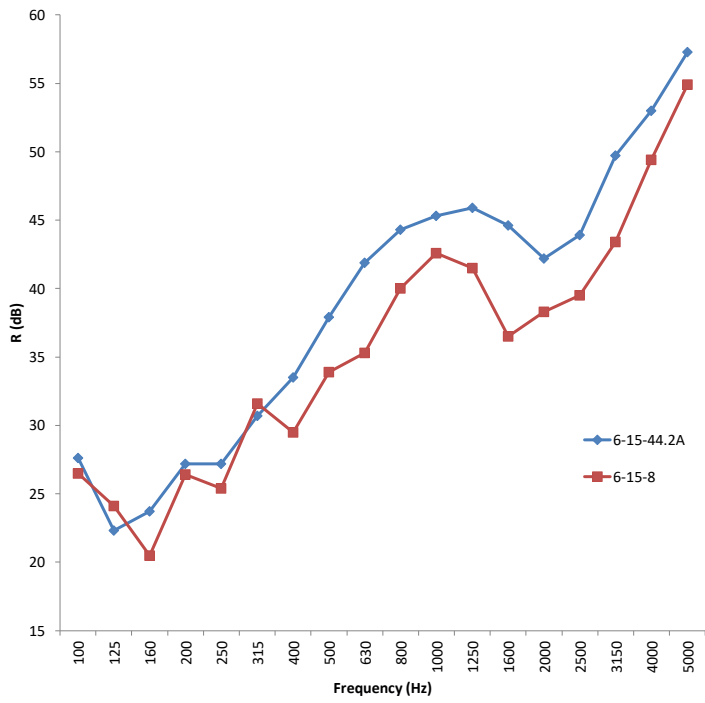




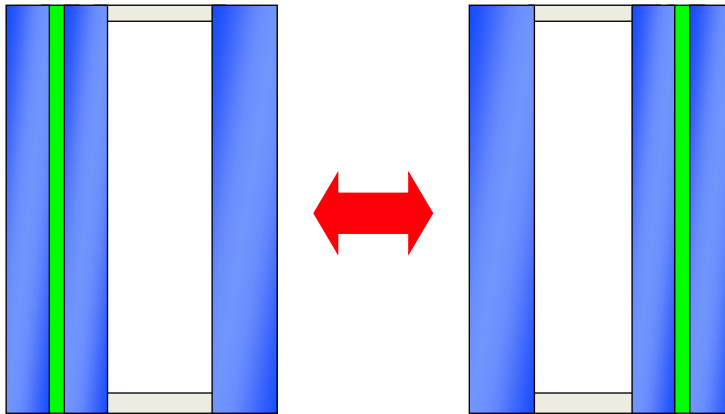
Probleem met laminatie

- Laminatie met PVBA (« akoestisch »):
vb. 44.2A-20-64.2A
- (Laminatie met giethars):
vb. 6-12-55.1/1.5RC (2 glasplaten van 5 mm + 1.5 mm giethars)
vb. 6-15G-9RC (4mm glas + 1 à 1.5 mm giethars + 4 mm glas))

*! De prestaties van PVB(A) hangt af van de producent !
(! Giethars ~ PVBA zijn redelijk vergelijkbaar akoestisch, maar giethars is minder inbraakwerend)
Welk type PVBA werd gebruikt: Trosifol, Dupont, Stadip, Saflex, ... ? → moet op voorhand afgesproken worden (techn fiche) !*



Symmetrie ?



veiligheid (plaatsing en 35 °C grens) / temperatuur

Praktische voorbeelden

$$4-12-4 \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 30 (0; -3) \text{ dB}$$

$$6-15-4 \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 35 (-1; -3) \text{ dB}$$

$$6-12-44.2 \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 37 (-1; -4) \text{ dB}$$

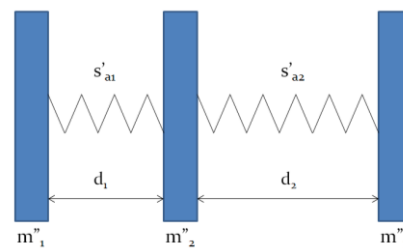
$$6-12-44.2A \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 40 (-2; -5) \text{ dB}$$

$$10-12-44.2 \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 44 (-2; -6) \text{ dB}$$

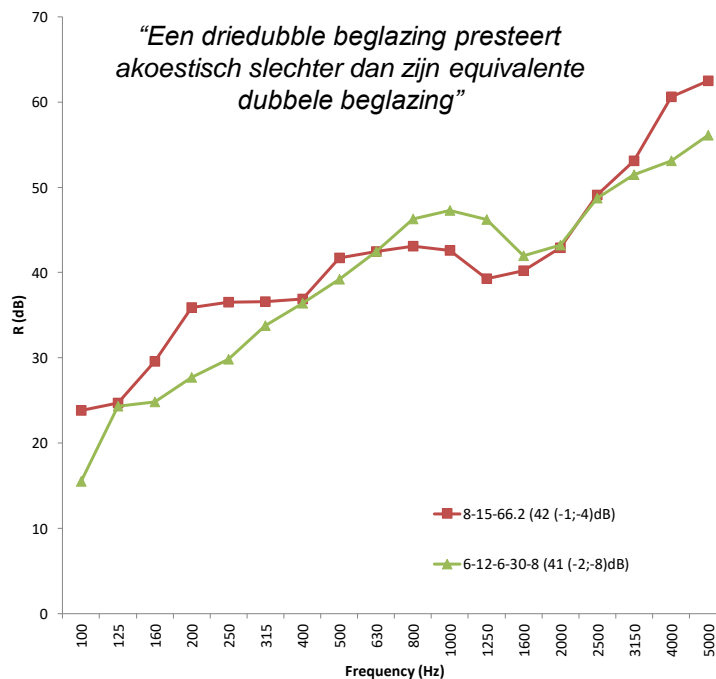
$$66.2A-20G-44.2A \rightarrow R_w(C, C_{tr}) = 49 (-2; -7) \text{ dB}$$

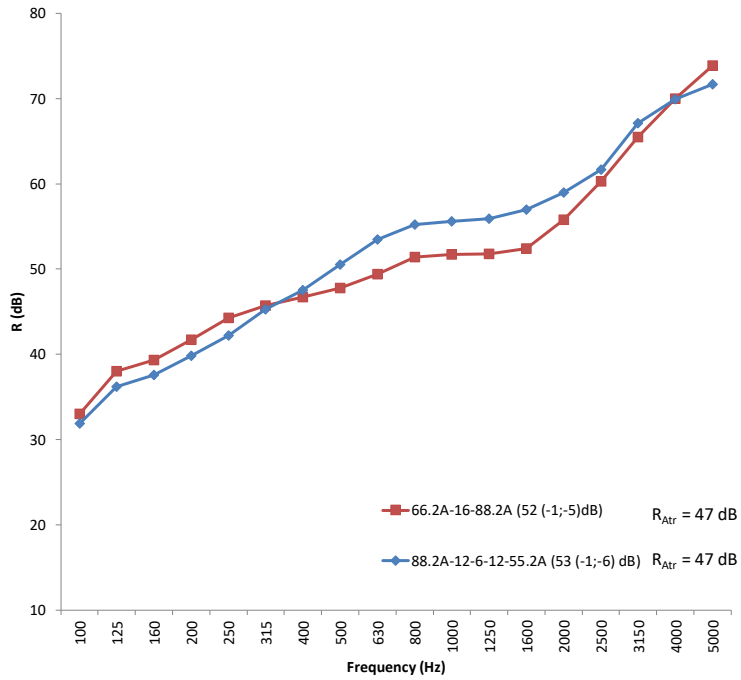
Driedubbele beglazing

- Opgelet: 2 resonanties ipv 1
- Belangrijk: asymmetrie spouwen en glasdiktes
- Conclusie:
 - thermisch beter dan dubbele beglazing
 - indien slechte keuzes → akoestisch slechter dan dubbele beglazing !

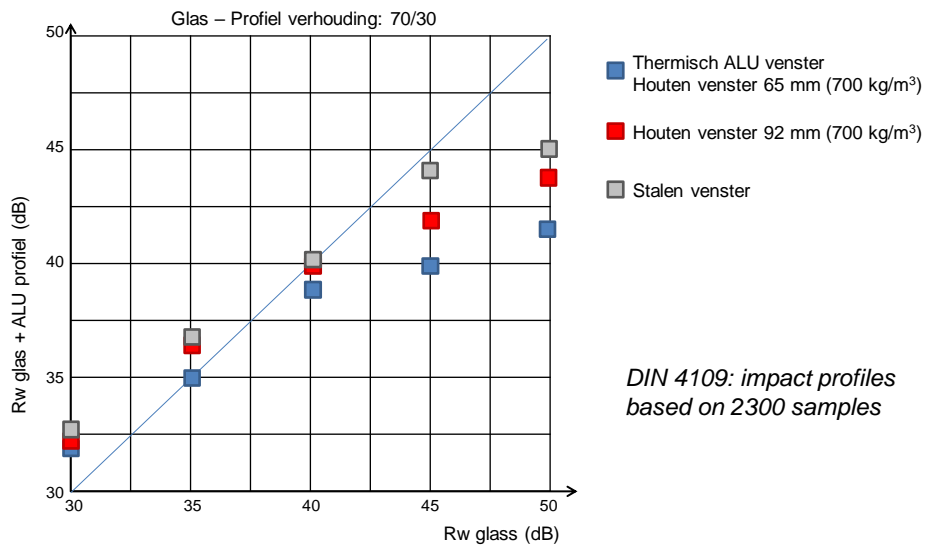


2023 – FAC Geveltechniek - Akoestiek – M. Blasco - 117 / 126





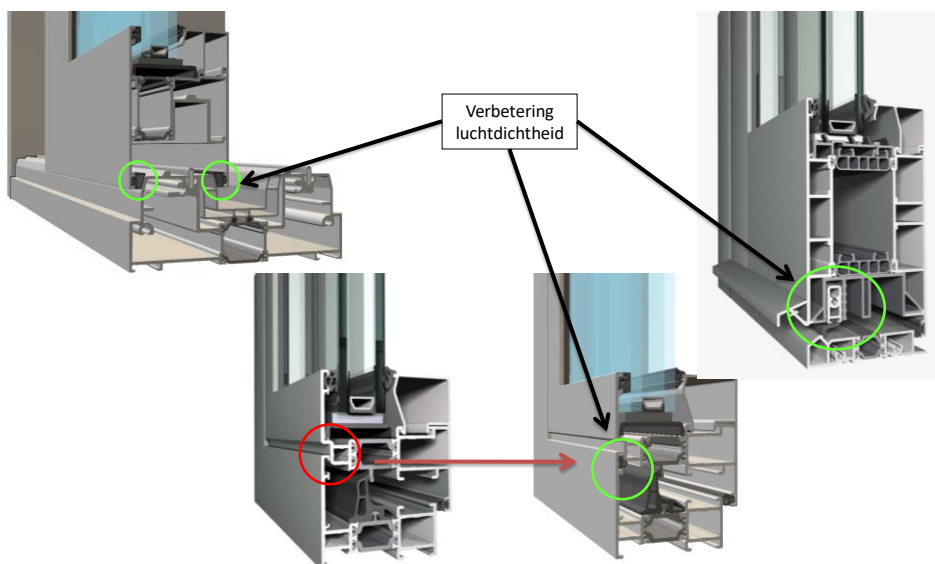
Impact profiel op venster



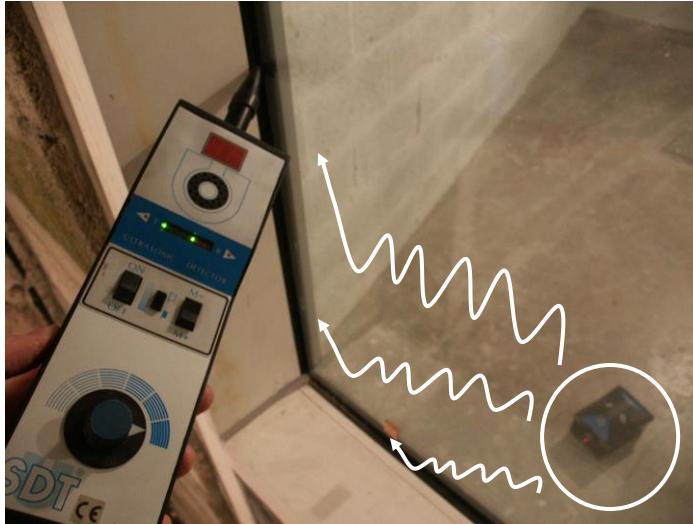
Impact profiel

- Dubbele asymmetrische beglazing 6-15-4:
 $R_w(C;Ctr) = 35(-2;-4)$ dB
Met ALU profiel (thermisch ontkoppeld):
 $R_w(C;Ctr) = 37(-1;-4)$ dB
- 66.2A-20G-44.2A:
 $R_w(C;Ctr) = 51(-2;-7)$ dB
Met ALU profiel (therm ontk) + extra dichting:
 $R_w(C;Ctr) = 46(-1;-4)$ dB

Luchtdichtheid

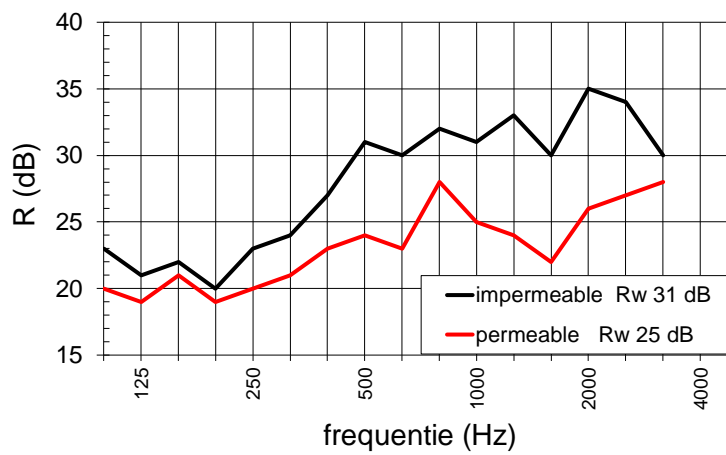


Luchtdichtheid: ultrasonen

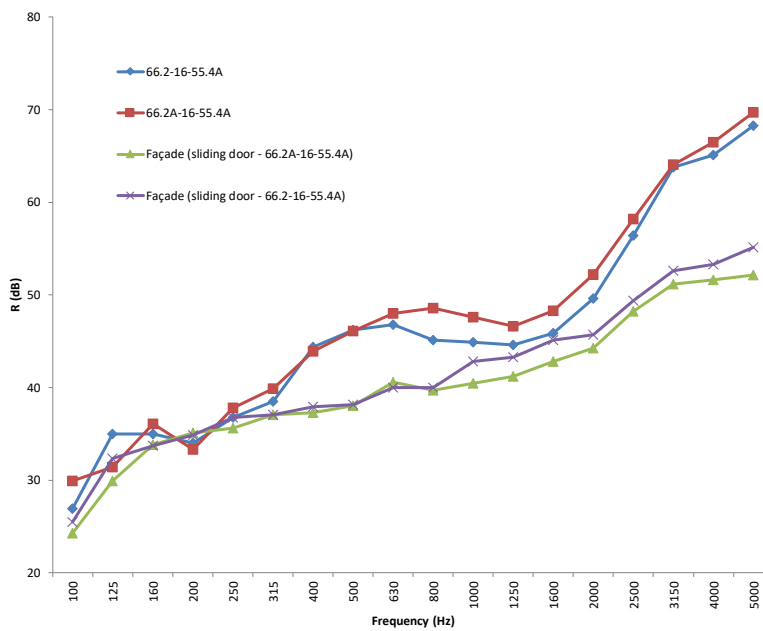


2023 - FAC Geveltechniek - Akoestiek - M. Blasco - 123 / 126

“Rubbers”: dichtingsprofielen



2023 - FAC Geveltechniek - Akoestiek - M. Blasco - 124 / 126



Afsluiter

- Contact:
 - Prof. dr. ir. Marcelo Blasco
 - info@blasco.be
- Nog enkele vragen ?