

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

AKOESTIEK: ONTWERP EN REALISATIE

LENTE 2020

Geluidisolatie van gevels

Debby WUYTS
WTCB



IN SAMENWERKING MET



MET DE ONDERSTEUNING VAN



Algemeen schema van de presentatie

- Normeisen
 - ▶ Oude versus nieuwe normeisen
 - ▶ Prestatiegrootheden en -eisen voor woongebouwen
 - ▶ Cfr. Schoolgebouwen
- Selectie van gevelelementen
 - ▶ Karakterisering in het laboratorium
 - ▶ Dimensionering volgens ISO 12354-3
 - ▶ Afgeleide tools
- Glas, raam, venster
- Akoestische optimalisatie van de gebouwschil
 - ▶ Gevelwanden
 - ▶ Dakschilden
 - ▶ Ventilatioorosters



Algemeen schema van de presentatie

- Normeisen
 - ▶ Oude versus nieuwe normeisen
 - ▶ Prestatiegrootheden en -eisen voor woongebouwen
 - ▶ Cfr. Schoolgebouwen
- Selectie van gevelelementen
 - ▶ Karakterisering in het laboratorium
 - ▶ Dimensionering volgens ISO 12354-3
 - ▶ Afgeleide tools
- Glas, raam, venster
- Akoestische optimalisatie van de gebouwschil
 - ▶ Gevelwanden
 - ▶ Dakschilden
 - ▶ Ventilatioorosters



Geluidsisolatie van de gevel: de normeisen

NBN S 01-400:1977

“oude” eisen met betrekking tot gevelisolatie

ziekenhuizen, kantoren,
rusthuizen, hotels,
...

- Classificatie eigen aan België (categorieën Va, Vb, ...)
- Grondige wijzigingen van het “akoestisch klimaat” ten aanzien van 1977



NBN S 01-400-1:2008 en NBN S 01-400-2:2012

“nieuwe” eisen met betrekking tot gevelisolatie voor **woongebouwen** en **schoolgebouwen**

- Europese grootheden : D_{Atr} , R_{Atr}
- Geactualiseerde eisen
- Toegepast op ieder gevelvlak (woonkamer, keuken, bureau, slaapkamer)
- Dimensioneringsregels voorhanden (EN 12354-3)
- Realistische controlemetingen in situ

Geluidsisolatie van gevels



Gevelgeluidsisolatie : « oude » normeisen

NBN S 01-400:1977

« Criteria van de akoestische isolatie »

- ~~Woongebouwen~~
- ~~Schoolgebouwen~~
- Kantoorgebouwen
- Ziekenhuizen
- Hotels
- Rusthuizen

Minimale (sub) en aanbevolen (super) gevelcategorieën : **Va**, **Vb**, **Vc** en **Vd**

CSU : 536169 NORME BELGE — BELGISCHE NORM ACOUSTIQUE CRITERES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE AKOESTIEK KRITERIA VAN DE AKOESTISCHE ISOLATIE NBN S 01-400 De Belg. Eénvier 1977 De Belg., februari 1977 Sound insulation Schalldämmung Documents à consulter : NBN S 01-005 (1975) - Acoustique - Mesure en laboratoire de l'indice d'affaiblissement acoustique aux sons aériens NBN S 01-006 (1975) - Idem - Mesure "in situ" de l'isolement aux sons aériens NBN S 01-007 (1975) - Idem - Mesure en laboratoire de la transmission acoustique des bruits de choc NBN S 01-008 (1975) - Idem - Mesure "in situ" de la transmission acoustique des bruits de choc 1 BUT DE LA NORME La présente norme a pour but : 1.1 de définir les critères de classement en catégories : - des murs et cloisons intérieurs, des parois extérieures (pignons, façades, toitures) et des planchers en fonction des valeurs de leur indice d'affaiblissement acoustique ; - des planchers séparant deux locaux en fonction des niveaux des bruits de choc qu'ils transmettent ; - de l'isolement acoustique requis normalement entre locaux appartenant à un même immeuble ou à deux immeubles distincts ; 1.2 de déterminer les catégories recommandées pour obtenir un confort acoustique satisfaisant le plus grand nombre de personnes ; 1.3 de déterminer les catégories minimales assurant la protection des personnes contre une situation d'inconfort acoustique généralement préjudiciable à leur équilibre psycho-physiologique. La présente norme permet donc d'appécier objectivement la situation existant dans un immeuble construit et de spécifier les qualités acoustiques à obtenir dans les constructions nouvelles. Groupe de travail III "Acoustique architecturale" de la commission "Acoustique" de l'INSTITUT BELGE DE NORMALISATION (IBN) Publication autorisée le 1977-02-07 Werkgroep III "Architecturale akoestiek" van de commissie "Akoestiek" van het BELGISCH INSTITUUT VOOR NORMALISATIE (BIN) Publicatie toegelaten op 1977-02-07 Prix : groupe Prijsgroep : 16	Handwritten: P063 76116 Registre : Verfengt NBN S 01-400 (1966) Te raadplegen documenten : NBN S 01-005 (1975) - Akoestiek - Meten in het laboratorium van de geluidsvervalsingsteden voor luchtgeluid NBN S 01-006 (1975) - Idem - Meten "in situ" van de akoestische isolatie voor luchtgeluid NBN S 01-007 (1975) - Idem - Meten in het laboratorium van de geluidstransmissie van contactgeluid NBN S 01-008 (1975) - Idem - Meten "in situ" de geluidstransmissie van contactgeluid 1 DOEL VAN DE NORM Deze norm heeft tot doel : 1.1 de criteria te bepalen die dienen voor het klasseren in categorieën : - van muren en binnenwanden, van buitengevels (dakkapellen, gevels, daken) en van vloeren, als functie van hun geluidsvervalsingsindex ; - van vloeren die twee vertrekken van elkaar scheiden als functie van de niveaus van de trillingsgeluiden die ze overbrengen ; - van de gewenst verlangde bruto akoestische isolatie tussen twee vertrekken die tot één zelfde gebouw of tot twee verschillende gebouwen behoren ; 1.2 de categorieën te bepalen, die aangevraagd worden om een akoestisch comfort te bekomen, dat de meeste mensen bevredigen stelt ; 1.3 de minimale categorieën te bepalen die de menselijke personen waarborgen tegen een oncomfortabele toestand, die doorgaans nadelig is voor hun psycho-fysiologisch evenwicht. Deze norm laat dus toe de toestand in een bestaand gebouw te beoordelen en de akoestische kwaliteiten te bepalen, die in een nieuw gebouw bekomen moeten worden.
---	--

NBN S 01-400-1 : woongebouwen (2008)

ICS: 13.140

Belgische norm

NBN S 01-400-1

1e uitg., januari 2008

Normklasse: S 01

Akoestische criteria voor woongebouwen

Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation

Toelating tot publicatie: 29 januari 2008

Commissie: Geluidsteer - Algemeen



Bureau voor Normalisatie Brabantsesteenweg 28 B-1000 Brussel België
Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Bank: 000-3255621-10 IBAN: BE41 0003 2556 2110 BIC: SPOT BEB1 BTW: BE 0880.857.592

© NBN 2008

Prijsgroep: 14



NBN S 01-400-1 : woongebouwen (2008)

Gevelgeluidsisolatie: eisen voor het **gevelvlak** en de **gevelelementen**



geluidsisolatie van **volledige gevelvlak**
= globaal resultaat, gemeten **in situ**

Prestaties van **afzonderlijke gevelelementen**
= productkarakteristiek, gemeten in **labo**



NBN S 01-400-1 : woongebouwen (2008)

Doelstelling: **maximaal geluidniveau L_{Aeq} in binnenruimten**, in functie van :

- Gewenst comfortniveau (normaal of verhoogd),
- Nacht/dagperiode,
- Bestemming van de ruimten.

- Dagperiode (**woonkamer, keuken, bureau, slaapkamer**) :
 - normaal akoestisch comfort: max. **34 dB**
 - verhoogd akoestisch comfort: max. 30 dB
- Nachtperiode (**slaapkamers**) :
 - normaal akoestische comfort: max. **29 dB**
 - verhoogd akoestisch comfort: max. 25 dB

*geluidniveau
neemt 's nachts
minstens 5 dB af*

↓
OK

Om deze maximale niveaus binnen te garanderen :

→ **minimale eisen** vastleggen voor de **luchtgeluidsisolatie per gevelvlak**



NBN S 01-400-1 : woongebouwen (2008)

Begrippen “Gevel” “Gevelvlak” “Gevelelement”



Gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ (in situ gemeten)



Gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ (in situ gemeten)



Gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ (in situ gemeten)

$D_{Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$ = geluidsisolatie van het **gevelvlak** (bepaling volgens EN ISO 140-5)

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log(T/T_0)$$

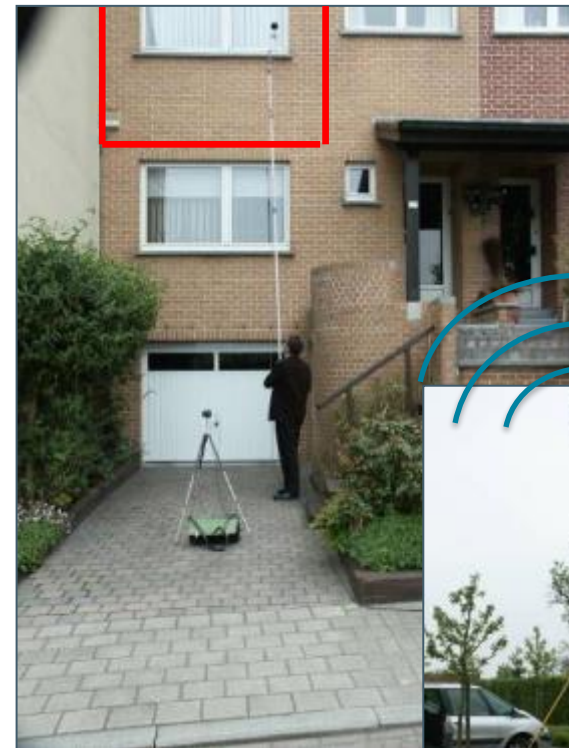
$L_{1,2m}$: Zendniveau **buiten** op 2 m van het gevelvlak tgv geluidbron ± 100 dB onder 45°

L_2 : Ontvangsniveau **binnen** [dB]

T : Nagalmtijd binnen [s]

T_0 : Referentie-nagalmtijd = 0.5 s
($V \geq 30$); 0.3 s ($V < 20 \text{ m}^3$)

*Herleiden van het ontvangsniveau binnen naar
standaard bemeubelde kamer*



Meting van het zendniveau op 2 m vóór de gevel

geluidbron = luidspreker
onder 45° (roze ruis)



Gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ (in situ gemeten)

$D_{Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$ = geluidsisolatie van het **gevelvlak** (bepaling volgens EN ISO 140-5)

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log(T/T_0)$$

$L_{1,2m}$: Zendniveau **buiten** op 2 m van het gevelvlak tgv geluidbron ± 100 dB onder 45°

L_2 : Ontvangstniveau **binnen** [dB]

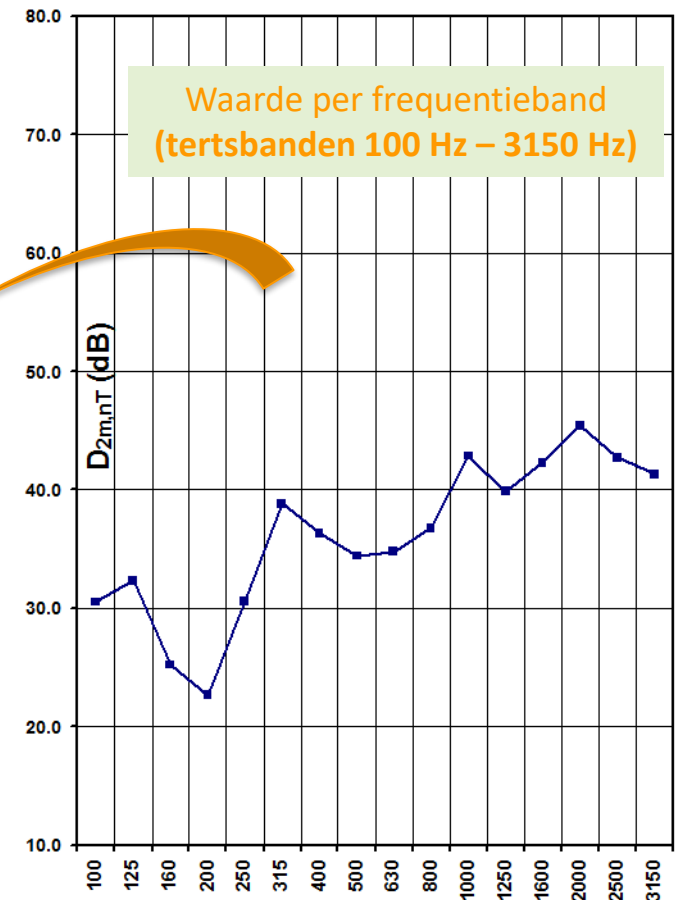
T : Nagalmtijd binnen [s]

T_0 : Referentie-nagalmtijd = 0.5 s
($V > 30$); 0.3 s ($V < 20 \text{ m}^3$)

Berekening **ééngetalswaarde** (volgens EN ISO 717-1)

$$D_{2m,nT,w}(C; C_{tr}) \longrightarrow D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$$

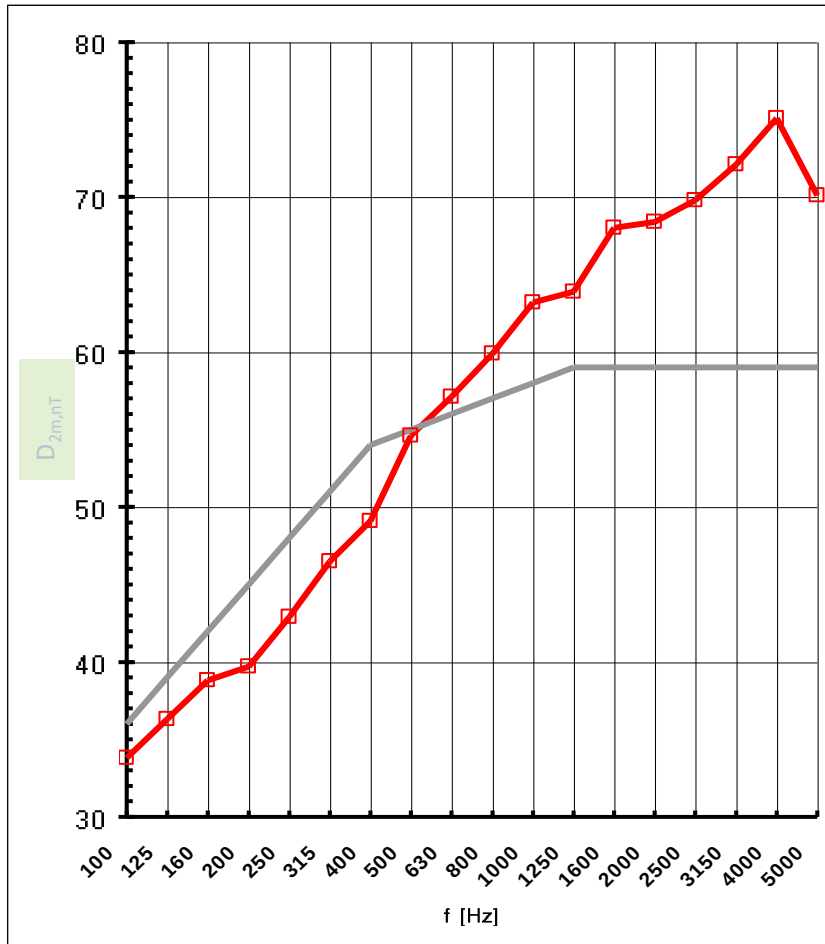
Bvb. : $D_{2m,nT,w}(C; C_{tr}) = 39 \text{ (-1; -4) dB} \rightarrow D_{Atr} = 39 - 4 = 35 \text{ dB}$



Geluidsisolatie van gevels

Gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ (in situ gemeten)

Prestatie-eisen voor gevelgeluidsisolatie woningen (NBN S 01-400-1) geformuleerd in D_{Atr}



- Isolatiespectrum $D_{2m,nT}$ herleid naar ééngetalswaarde $D_{2m,nT,w}$ met twee spectrale aanpassingstermen

$$D_{2m,nT,w} (C, C_{tr})$$

(Genormaliseerde procedure volgens ISO 717-1: “gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie”)

- Eisen gevelgeluidsisolatie in NBN S 01-400-1

$$D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$$

= De werkelijk ervaren geluidsisolatie in het gebouw onderworpen aan de eis, en dit voor ieder gevelvlak



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

D_{Atr} -waarde **per gevelvlak** moet voldoen aan :

	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Woonkamer, keuken, studeerruimte en slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_A - 30 + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 30 \text{ dB}$
Slaapkamer	$D_{Atr} \geq 34 + m \text{ dB (1)(2)}$	

Met (1) :

- L_A [dB] : geluidniveau buiten, berekend **uit referentie-niveau L_{Aref}** volgens bijlage B,
- m [dB] :
 - ✓ **$m = 3 \text{ dB}$** in voorkomend geval waar tegelijk :
 - de te beschermen ruimte over een **bijkomend gevelvlak** beschikt,
 - **$L_A > 60 \text{ dB}$** is voor beide gevelvlakken,
 - de twee gevelvlakken over **minstens één element** beschikken waarvan **$R_{Atr} < 48 \text{ dB}$** (bvb. venster)

- ✓ **$m = 0 \text{ dB}$** in alle andere gevallen



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

D_{Atr} -waarde **per gevelvlak** moet voldoen aan :

	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Woonkamer, keuken, studeerruimte en slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_A - 30 + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 30 \text{ dB}$
Slaapkamer	$D_{Atr} \geq 34 + m \text{ dB (1)(2)}$	

Met (2) :

Eis (2) voor slaapkamers is enkel van toepassing indien :

In de nachtperiode (22u – 6u), **minstens driemaal per nacht een geluidniveau $L_{Aeq,1s,max,T} \geq 70 \text{ dB}$** voorkomt, veroorzaakt door :

- Hetzij geluid vanwege **luchtverkeer**,
- Hetzij geluid vanwege **spoorwegverkeer**.



De bekomen waarden leiden in dat geval niet noodzakelijk tot een bevredigend comfortniveau



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van het referentie-geluidniveau L_{Aref}

- ✓ **Op basis van metingen** op 2 m hoogte en 2 m loodrechte afstand van de meest blootgestelde gevel

L_{Aref} = de hoogste van beide waarden

- $L_{Aeq,30min}$ tussen 06u00 en 22u00 (overdag)*
- $L_{Aeq,30min} + 5$ dB tussen 22u00 et 06u00 (avond en nacht)*

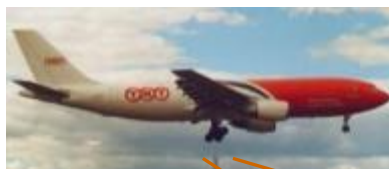
* Op een moment representatief voor eventueel hinderlijk omgevingslawaai



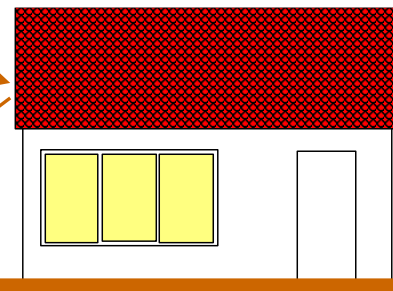
Meting op onbebouwd terrein



$L = 70$ dB(A)



+ reflectieterm 3 dB !



$L_{Aref} = 73$ dB(A)



Geluidisolatie van gevels

Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van het referentie-geluidniveau L_{Aref}

✓ Op basis van type-beschrijvingen uit de norm (minder nauwkeurig maar veiliger)



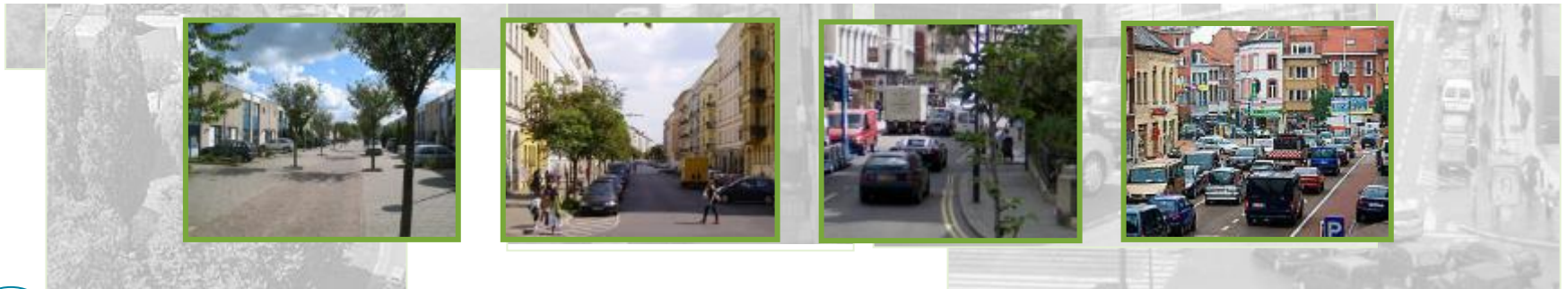
Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van het referentie-geluidniveau L_{Aref}

✓ Op basis van type-beschrijvingen uit de norm (minder nauwkeurig maar veiliger)



Klasse	Typebeschrijving	L_{Aref}
1	Veelal bij rustige, landelijk wegen, rustige verkaveling met lokaal verkeer of in stadstraten met lokaal, beperkt verkeer	60 dB
2	Stadstraten met normaal verkeer op asfalt, 1 rijvak per rijrichting	65 dB
3	Druk, traagrijdend verkeer	70 dB
4	Veelal bij stadstraten met zeer intens verkeer (bvb. Beliardstraat te Brussel), bij wegen met betonnen wegdek en met druk verkeer, langs nationale wegen, bij invalswegen naar grotere steden en bij verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industrieterreinen.	≥ 77 dB



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van het referentie-geluidniveau L_{Aref}

Gegeven:

Gebouw gelegen langs de N3 in Korbeek-Lo

Living gelegen aan de achterzijde van het gebouw

- Ofwel uitvoeren van een meting,
- Ofwel tabellen gebruiken.

Nationale weg:

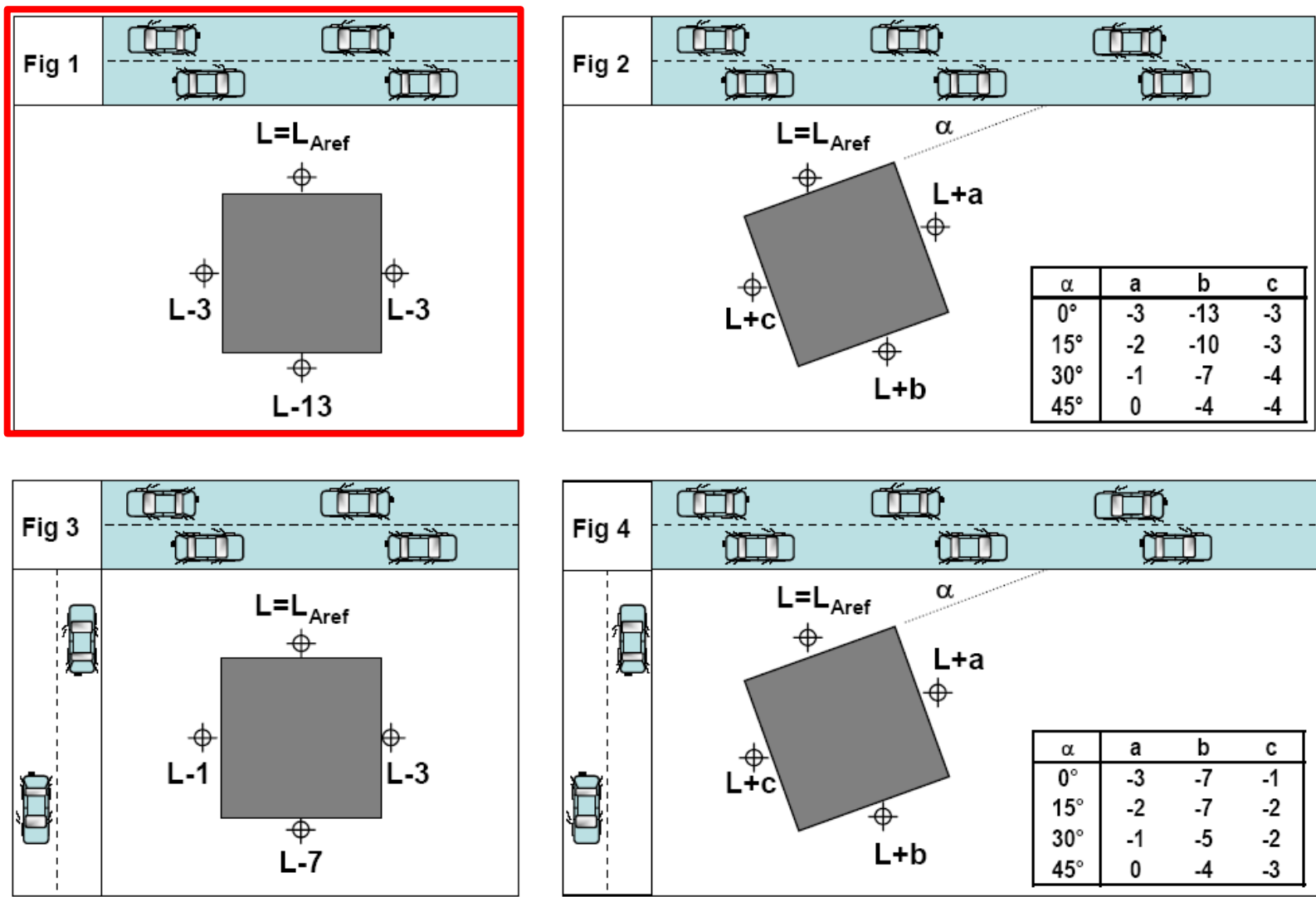
$L_{Aref} > 77$ dB

Voor de gevel vooraan het gebouw.



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Figuren in bijlage B: bepaling van waarde L_A voor ieder gevelvlak op basis van de gemeten waarde L_{Aref}



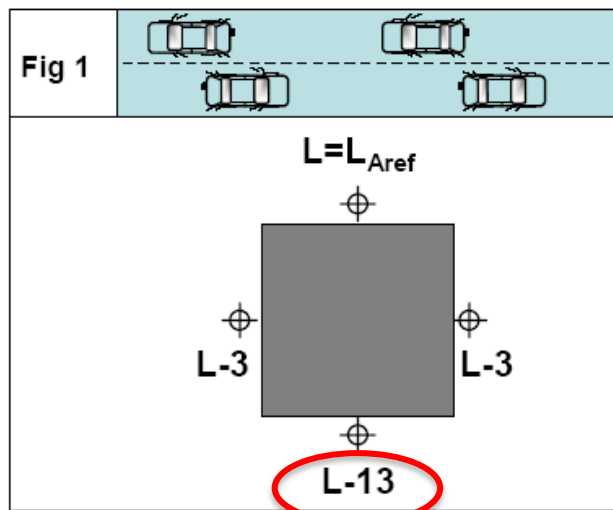
Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van het geluidniveau L_A vóór het bestudeerde gevelvlak

Nuttige gegevens

Gebouw gelegen langs N3 in Korbeek-Lo

$L_{Aref} > 77$ dB vóór het gebouw



→ Voor het gevelvlak aan de achterzijde van het gebouw : $L_A = L_{Aref} - 13 = 77 - 13 = 64$ dB



Bepaling van de gevelgeluidsisolatie-eis D_{Atr} (gevelvlak)

Bepaling van de minimale geluidsisolatie in situ D_{Atr}

Nuttige gegevens

$L_A = 64$ dB voor het gevelvlak achteraan
 $m = 0$ (slechts één gevelvlak blootgesteld)



	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Woonkamer, keuken, studeerruimte en slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m$ dB (1) en $D_{Atr} \geq 26$ dB	$D_{Atr} \geq L_A - 30 + m$ dB (1) en $D_{Atr} \geq 30$ dB
Slaapkamer		$D_{Atr} \geq 34 + m$ dB (1)(2)

→ Berekening van te respecteren eis voor het gevelvlak achteraan :

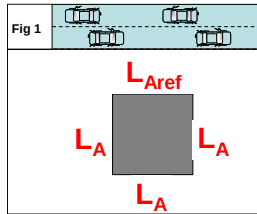


$$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m = 64 - 34 + 0 = 30 \text{ dB}$$



Cfr. NBN S 01-400-2 : schoolbouwen (2012)

- Voor lokalen met een geluidgevoeligheid normaal tot zeer hoog



Normale eis	Verhoogde eis
$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + m \quad (1)$ en $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB} \quad (2)$	$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + 4 + m \quad (1)$ en $D_{Atr} \geq 30 \text{ dB} \quad (2)$

$m = 3 \text{ dB}$ indien meerdere "zwakke" gevelvlakken

Berekend buitenlawaai uit L_{Aref} volgens verplichte rekenregels

"Richtwaarde installatielawaai" (gewenst comfortniveau binnen)

- Naast speelplaatsen gebruikt tijdens lesuren

	Normale eis	Verhoogde eis
speelplaatsen	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq 38 \text{ dB}$
Overdekte speelplaatsen	$D_{Atr} \geq 38 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq 42 \text{ dB}$



Algemeen schema van de presentatie

- Normeisen
 - ▶ Oude versus nieuwe normeisen
 - ▶ Prestatiegrootheden en -eisen voor woongebouwen
 - ▶ Cfr. Schoolgebouwen
- Selectie van gevelelementen
 - ▶ Karakterisering in het laboratorium
 - ▶ Dimensionering volgens ISO 12354-3
 - ▶ Afgeleide tools
- Glas, raam, venster
- Akoestische optimalisatie van de gebouwschil
 - ▶ Gevelwanden
 - ▶ Dakschilden
 - ▶ Ventilatioorosters



Geluidisolatie van gevelelementen $R_{Atr} (= R_w + C_{tr})$

Bepaling van de **geluidverzwakingsindex R** van gevelelementen

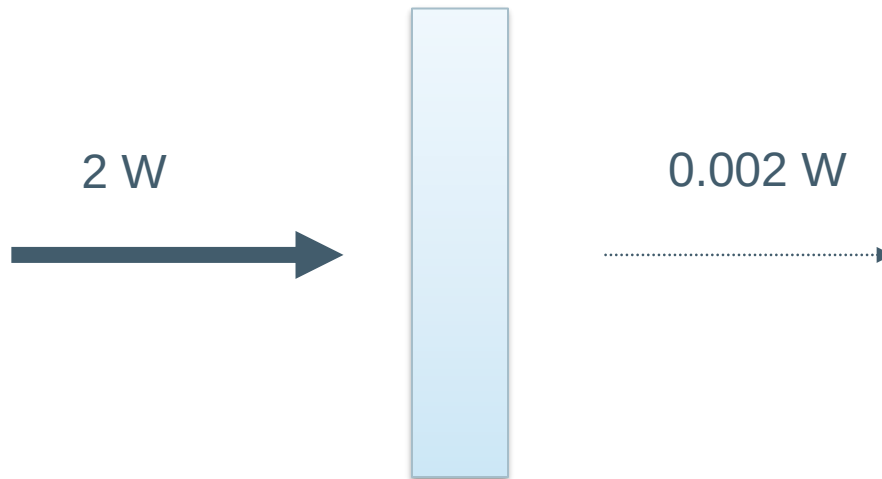
(EN ISO 10140-2:2010)

$$R = 10 \log (\text{invallend vermogen} / \text{doorgelaten vermogen})$$

De verhouding tussen invallend vermogen aan de zenzijde en doorgegeven vermogen aan de ontvangtzijde is zeer groot !

VOORBEELD

Beglazing : $W_{\text{invallend}} / W_{\text{doorgaand}} = 1.000 \rightarrow R = \text{'slechts' } 30 \text{ dB ...}$

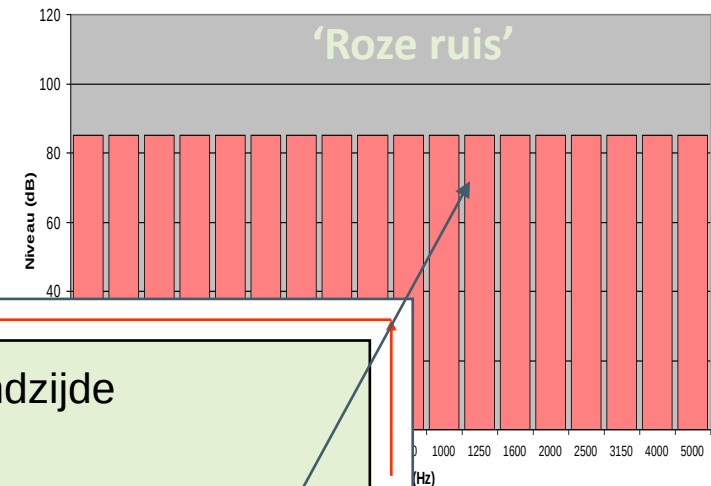
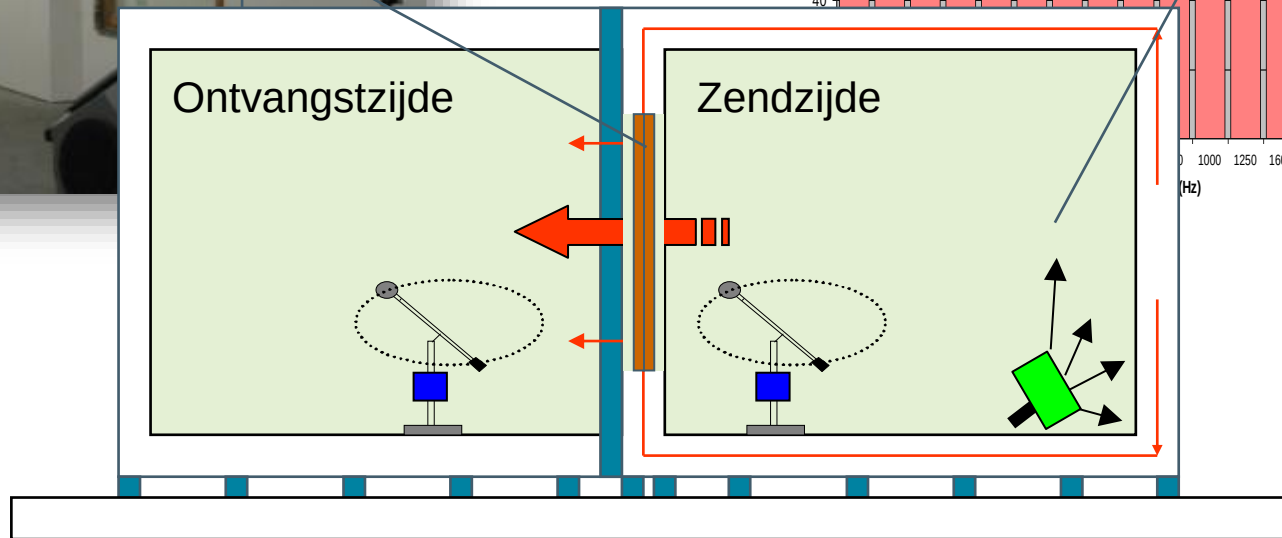


Meting van geluidsisolatie in labo $R_{Atr} (= R_w + C_{tr})$

Bepaling van de **geluidverzwakkingsindex R** van gevelelementen

(EN ISO 10140-2:2010)

R = eigenschap van het geteste product



Meting van geluidsisolatie in labo $R_{Atr} (= R_w + C_{tr})$

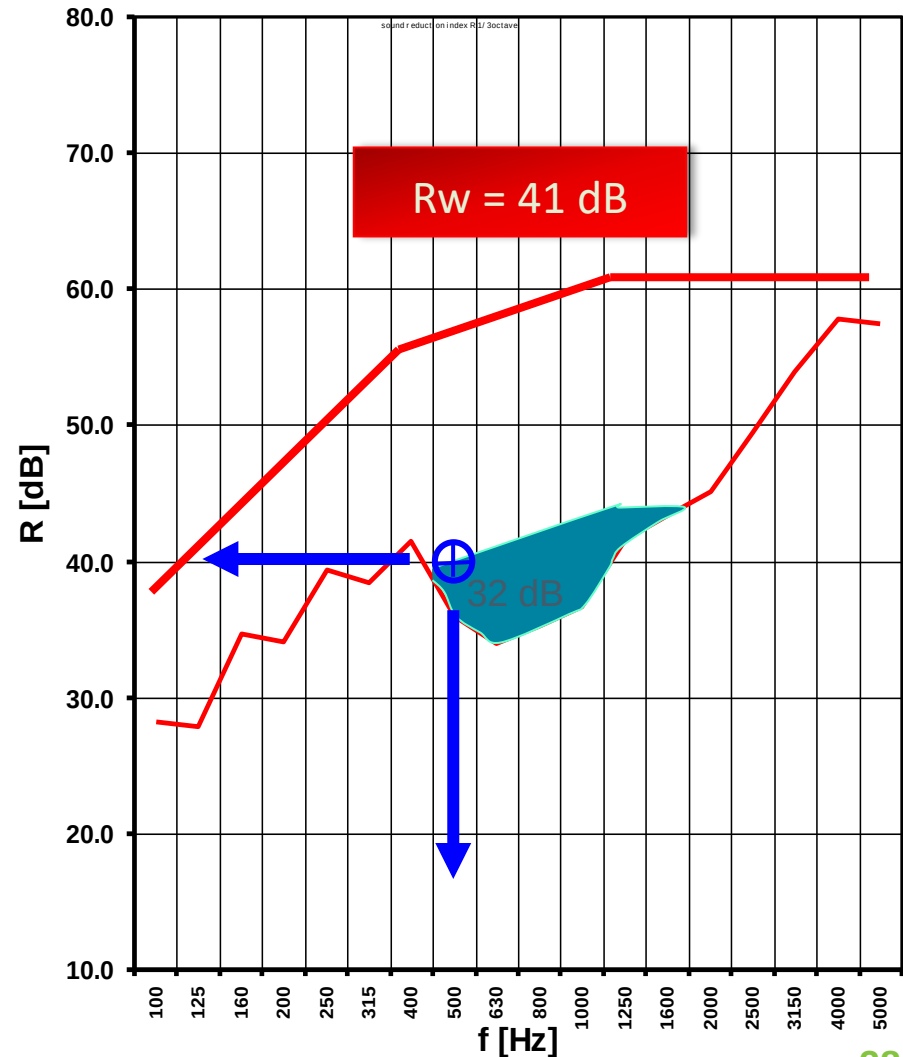
Bepaling van de **gewogen geluidverzwakkingsindex R_w**

(EN ISO 717-1)

+ spectrale aanpassingstermen ($C; C_{tr}$)

Weerstand tegen typisch **laagfrequent** lawaai
(verkeerslawaai) :

$$R_w + C_{tr} = R_{Atr}$$



Meting van geluidsisolatie in labo $R_{Atr} (= R_w + C_{tr})$

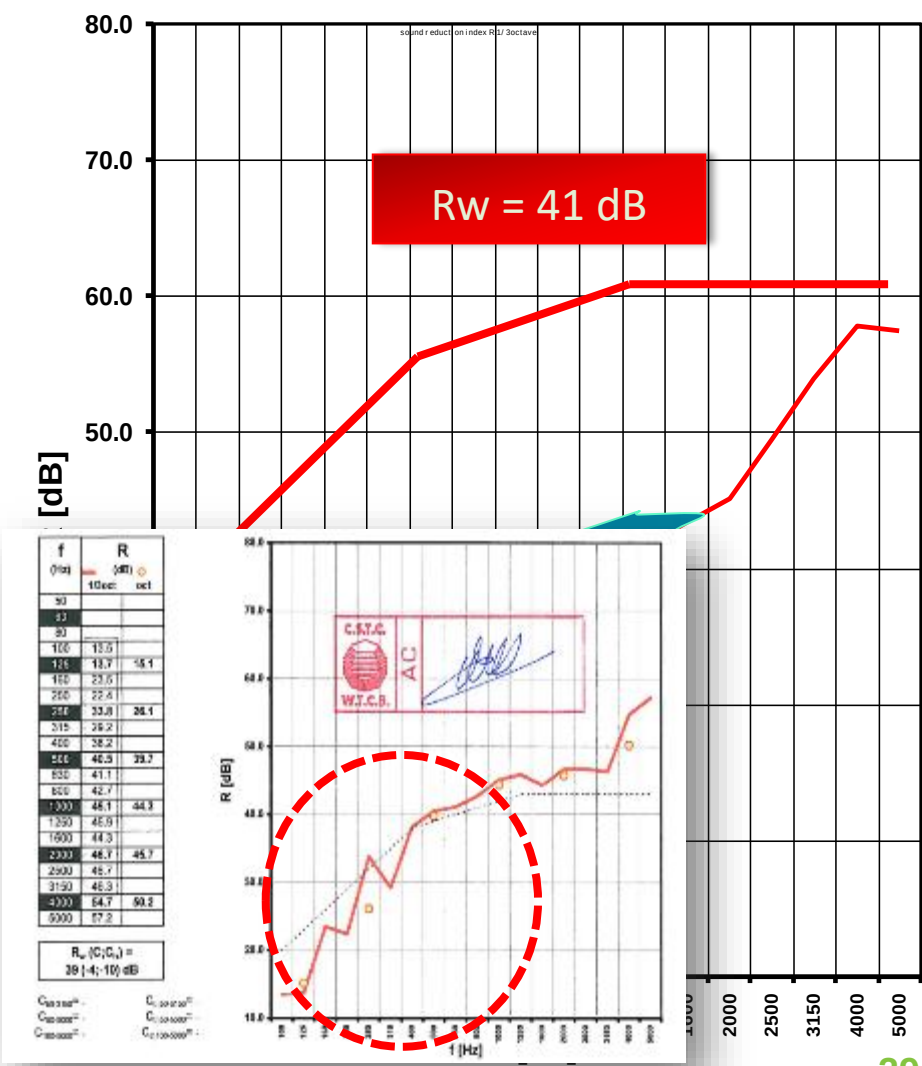
Bepaling van de **gewogen geluidverzwakkingsindex R_w**

(EN ISO 717-1)

+ spectrale aanpassingstermen ($C; C_{tr}$)

Weerstand tegen typisch **laagfrequent** lawaai
(verkeerslawaai) :

$$R_w + C_{tr} = R_{Atr}$$



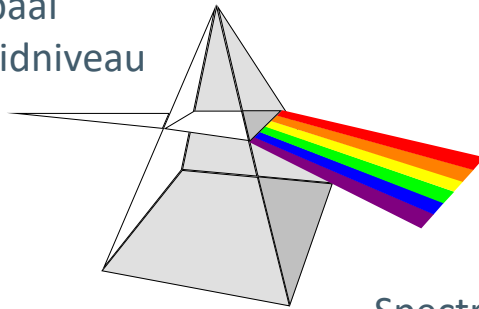
Massawet ... !!

Meting van geluidsisolatie in labo $R_{Atr} (= R_w + C_{tr})$

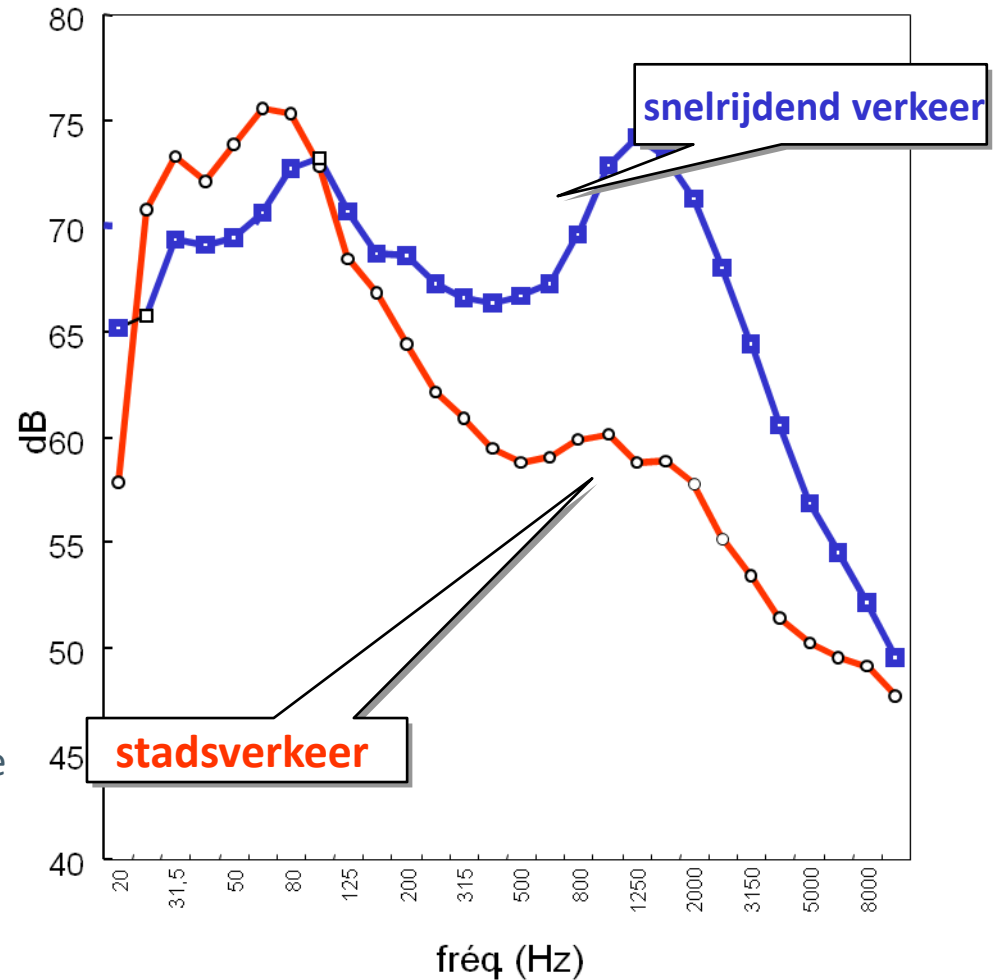
Spectrale aanpassingstermen C en C_{tr}

Belang van **aard geluidbron**
waartegen men zich wenst te
beschermen ...

Globaal
geluidniveau



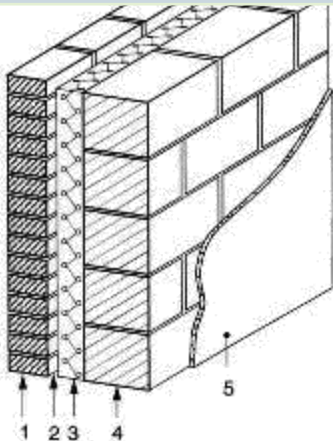
Spectrale analyse



De geluidsisolatie R_{Atr} van gevelelementen

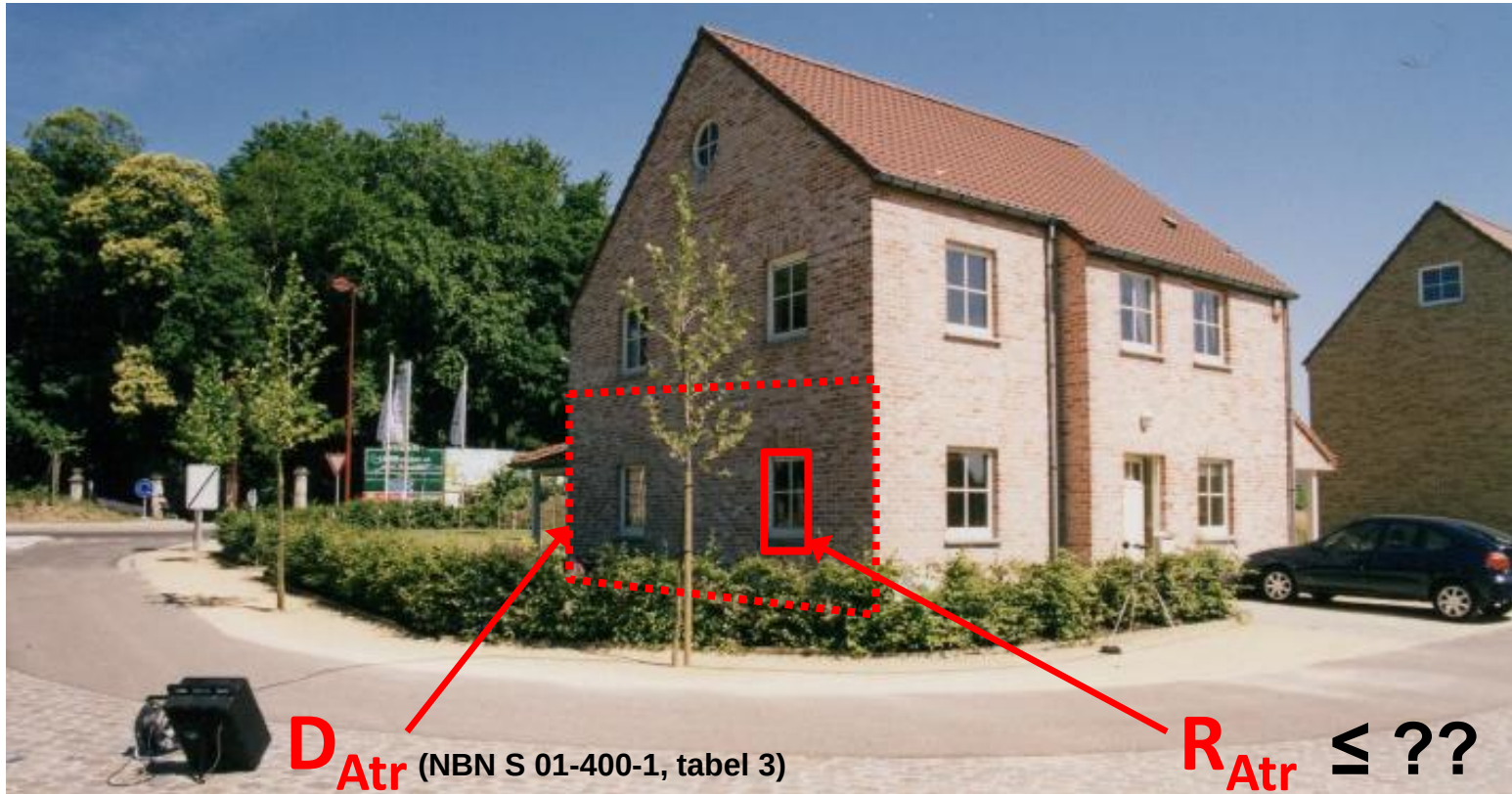
Akoestische prestaties voor een aantal **typische gevelelementen**

constructie	R_w	($C;C_{tr}$)	R_{Atr}
Volle baksteen 9 cm / niet-geventileerde luchtsponw 5 cm opgevuld met minerale wol/ holle betonblok 19 cm / bepleistering	55 dB	(-1;-5) dB	50 dB
Beglazing 4/15/4	29 dB	(-1;-4) dB	25 dB
Beglazing 4/16/6	35 dB	(-2;-5) dB	30 dB
Beglazing 6/15/44.2A	39 dB	(-2;-6) dB	33 dB
Enkel opendraaiend PVC-raam met stalen verzwaringen, beglazing 44.2A/20/66.2A	46 dB	(-1;-4) dB	42 dB



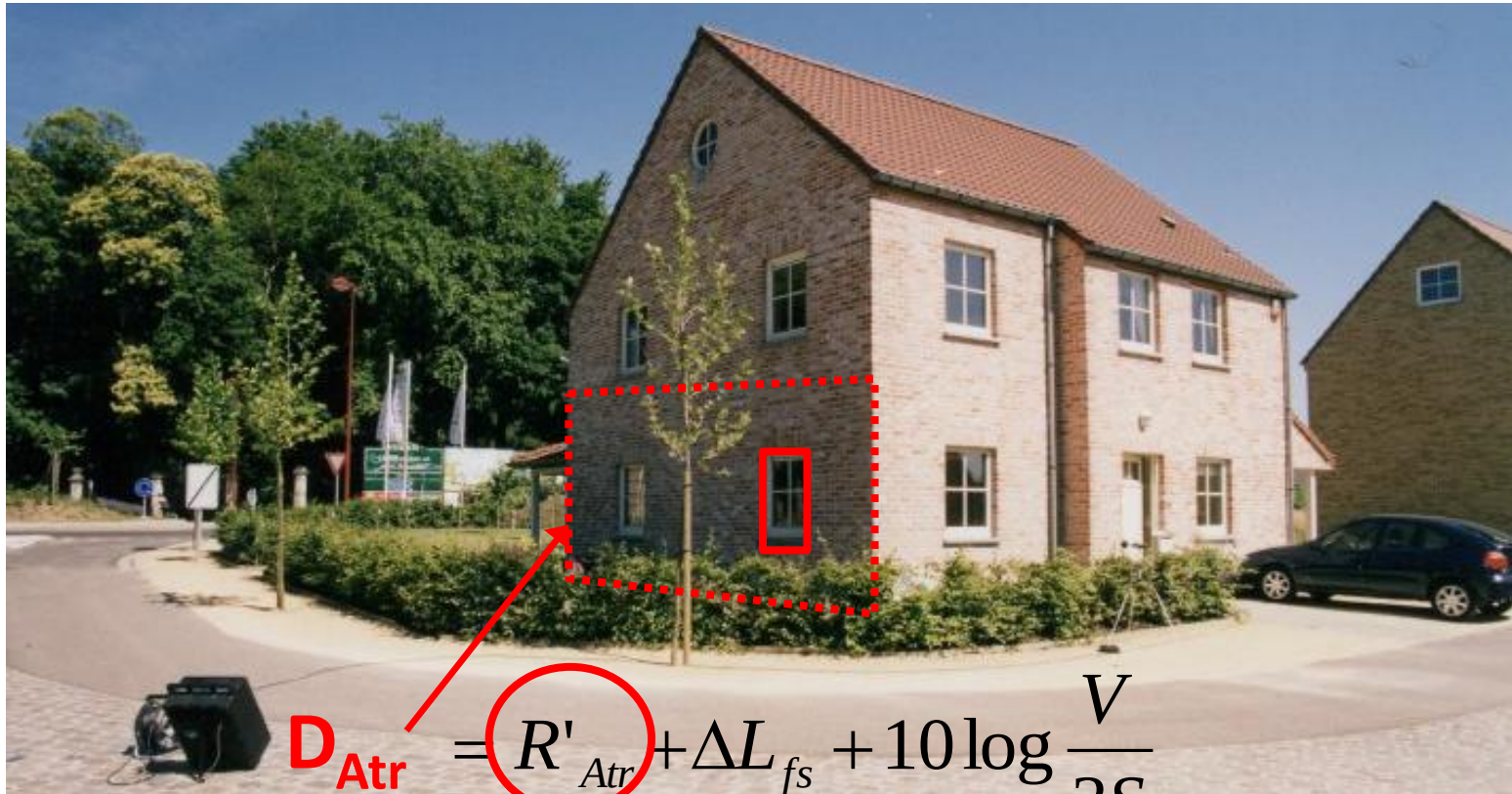
Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Noodzakelijke geluidisolatie van de **gevelelementen** ?



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)



$$D_{Atr} = \underbrace{R'_{Atr}}_{\text{Samengestelde geluidisolatie}} + \underbrace{\Delta L_{fs}}_{\text{Vorm van de gevel}} + \underbrace{10 \log \frac{V}{3S}}_{\text{Volume lokaal / oppervlakte gevel}}$$

Samengestelde geluidisolatie

Vorm van de gevel

Volume lokaal / oppervlakte gevel



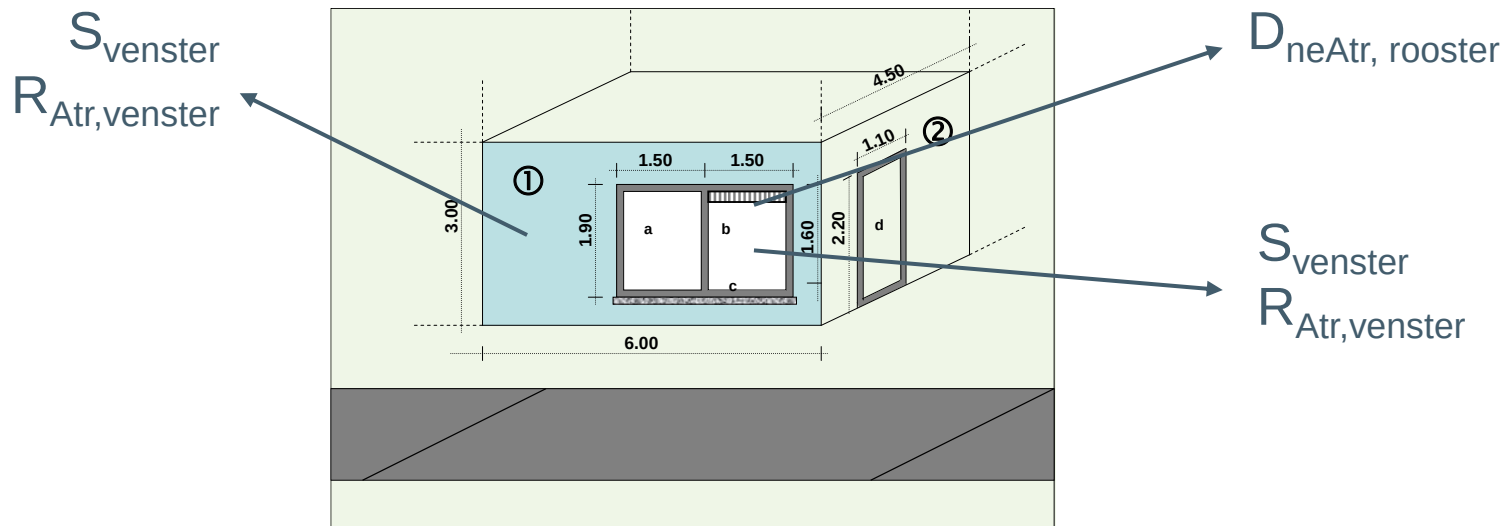
Geluidisolatie van gevels

Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Samengestelde geluidsisolatie R'_{Atr} van gevelvlak

$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$



« zwakste schakel » is bepalend voor de samengestelde geluidsisolatie !



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Samengestelde geluidsisolatie R'_{Atr} van gevelvlak

$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

Invoergegevens (laboratoriumwaarden) :

$R_{Atr,i} = R_w + C_{tr}$ voor gewone gevelementen zoals ramen, deuren, wanden, invulpanelen, ...

$D_{ne,Atr,j} = D_{n,e,w} + C_{tr}$ voor kleine gevelementen (<1m²) zoals ventilatieroosters

Aan te raden veiligheidsmarge op de invoergegevens:

$R_{Atr} \rightarrow -2 \text{ dB}$

$D_{ne,Atr} \rightarrow -3 \text{ dB}$

$D_{ne} \approx R + 10 \text{ dB} !$

hogere getalwaarde voor equivalente isolatie

LABO

LABO



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Samengestelde geluidsisolatie R'_{Atr} van gevelvlak

$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

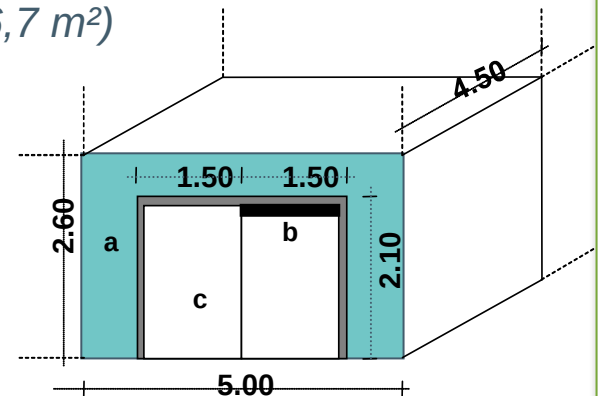
Ventilatioerooster : $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 37 (0;-1) \text{ dB}$, $D_{ne,Atr} = \mathbf{36 \text{ dB}}$

Venster : $R_w (C;C_{tr}) = 40 (-1;-3) \text{ dB}$, $R_{Atr} = \mathbf{37 \text{ dB}}$ ($S = 6,1 \text{ m}^2$)

Gevelmuur: $R_w (C;C_{tr}) = 56 (-1;-5) \text{ dB}$, $R_{Atr} = \mathbf{51 \text{ dB}}$ ($S = 6,7 \text{ m}^2$)

Totale oppervlakte gevelvlak: 13 m^2

$$R'_{Atr,tot} = -10 \log \left(\underbrace{\frac{6,1}{13} 10^{-\frac{37}{10}}}_{\text{venster}} + \underbrace{\frac{6,7}{13} 10^{-\frac{51}{10}}}_{\text{gevelmuur}} + \underbrace{\frac{10}{13} 10^{-\frac{36}{10}}}_{\text{ventilatioerooster}} \right) = 35,4 \text{ dB}$$



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Samengestelde geluidsisolatie R'_{Atr} van gevelvlak

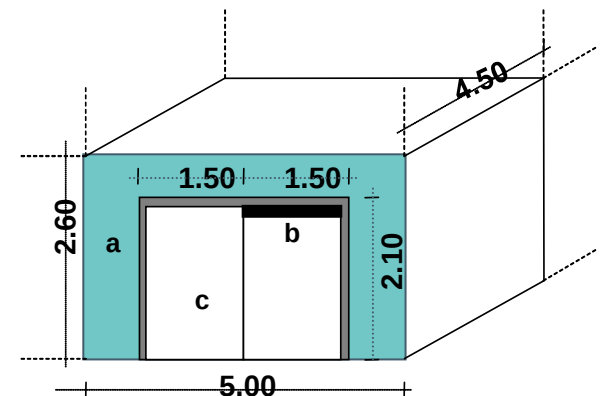
venster	muur	gemiddelde	
30%	70%	"logaritmisch "	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	30 dB	41 dB
30 dB	48 dB	35 dB	43 dB
35 dB	48 dB	40 dB	44 dB
40 dB	48 dB	44 dB	46 dB

venster	muur	gemiddelde	
50%	50%	"logaritmisch "	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	28 dB	37 dB
30 dB	48 dB	33 dB	39 dB
35 dB	48 dB	38 dB	42 dB
40 dB	48 dB	42 dB	44 dB

venster	muur	gemiddelde	
70%	30%	"logaritmisch "	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	27 dB	32 dB
30 dB	48 dB	32 dB	35 dB
35 dB	48 dB	36 dB	39 dB
40 dB	48 dB	41 dB	42 dB

Ter indicatie ...

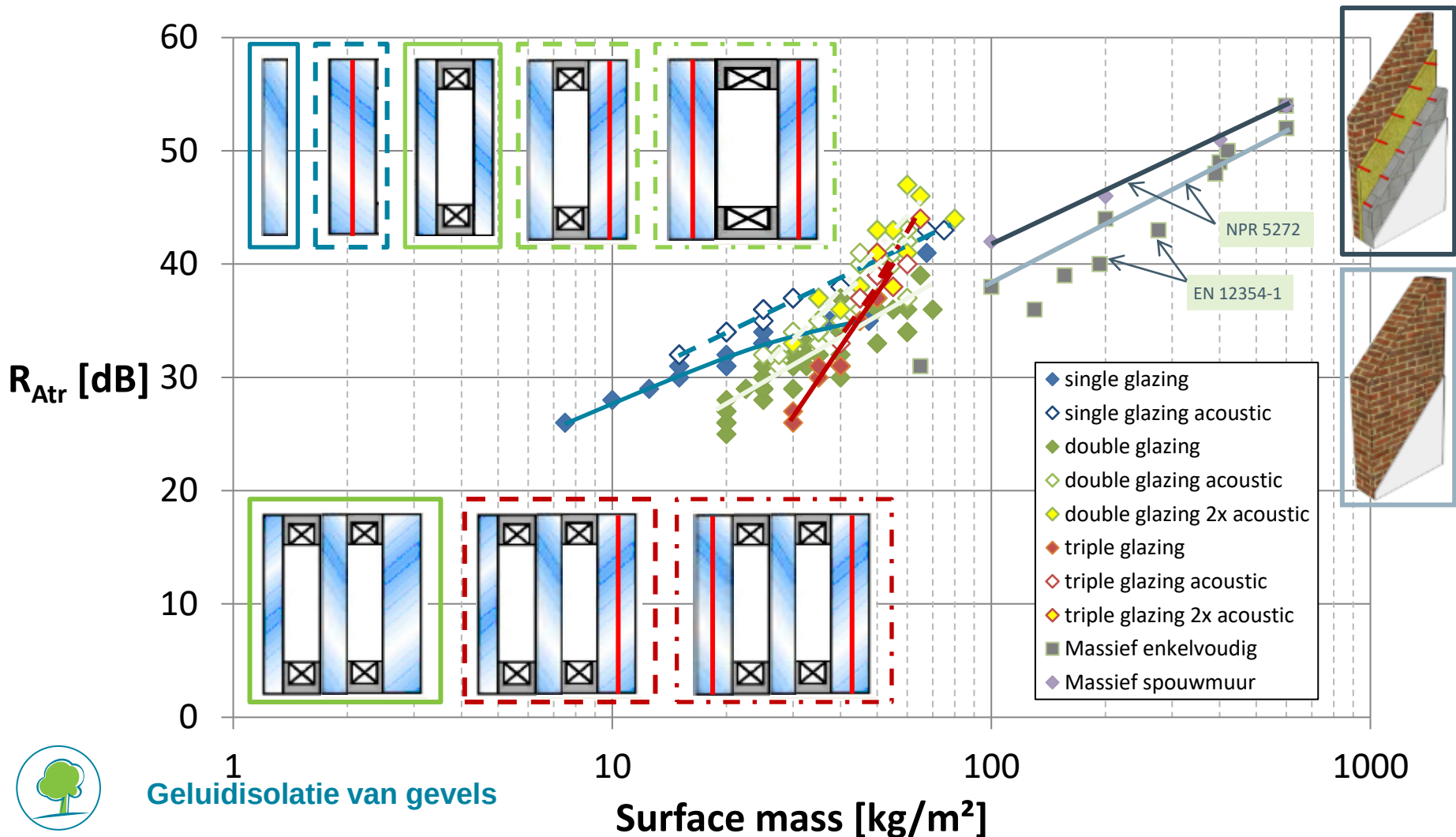
Zwakste schakels zijn bepalend !



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Belang van de « zwakste schakel »



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

Correctieterm ΔL_{fs}

$$D_{Atr} = R'_{Atr} - \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

Extra afscherming (>0) of reflecties (<0) door vormgeving van de gevel

ΔL_{fs} dB	1 plane façade	2 gallery	3 gallery	4 gallery	5 gallery	6 balcony	7 balcony	8 balcony	9 terrace
absorption roof (α_w) $\Rightarrow$	does not apply	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	open fence $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ closed fence $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
line-of-sight on façade :	0	-1 -1 0	-1 -1 0	0 0 1	does not apply	-1 -1 0	0 0 1	1 1 2	1 1 1 3 3 3
<1,5 m	0	does not apply	-1 0 2	0 1 3	does not apply	-1 1 3	0 2 4	1 1 2	3 4 5 5 6 7
(1,5-2,5) m	0	does not apply	-1 0 2	0 1 3	does not apply	-1 1 3	0 2 4	1 1 2	3 4 5 5 6 7
>2,5m	0	does not apply	-1 0 2	0 1 3	does not apply	-1 1 3	0 2 4	1 1 2	3 4 5 5 6 7

Vlakke gevel :
 $\Delta L_{fs} = 0$



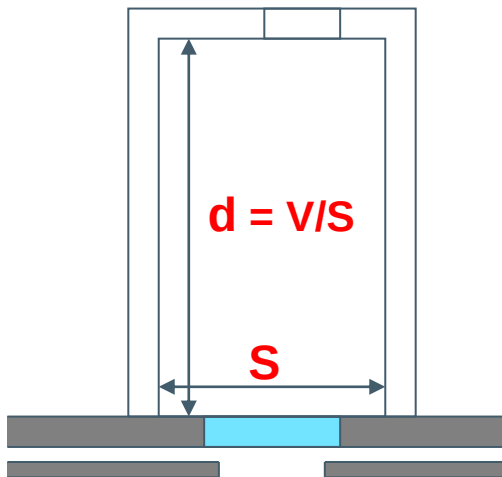
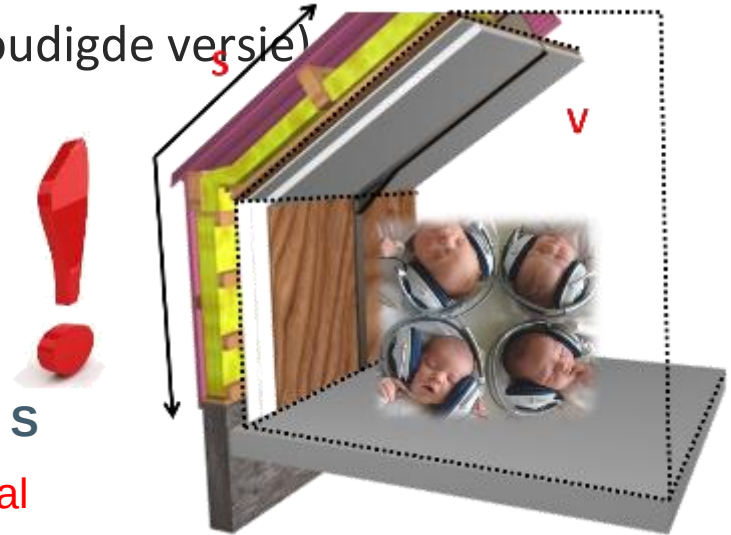
Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Berekeningsmethode ISO 12354-3 (vereenvoudigde versie)

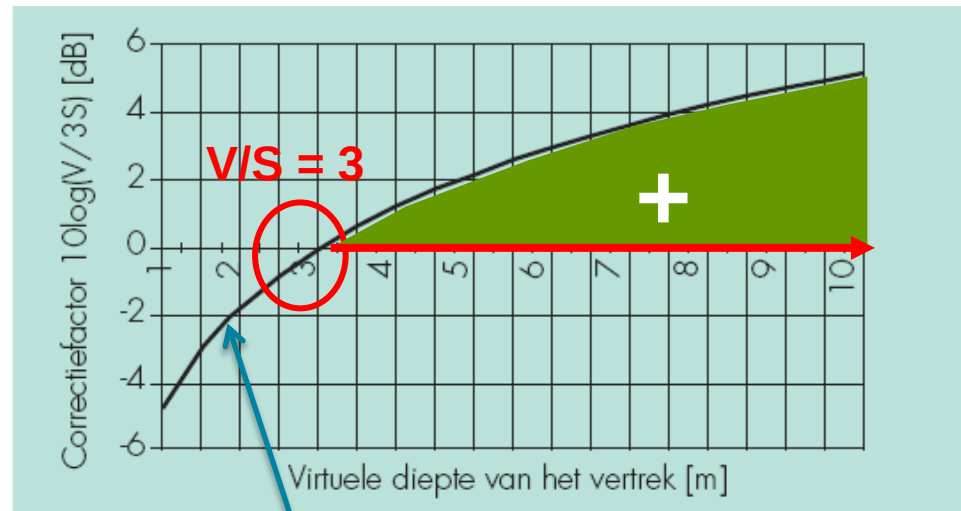
Volume-oppervlakte verhouding

$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

De verhouding volume V / oppervlakte gevelvlak S is bij een balkvormig lokaal = **diepte d** van het lokaal loodrecht op dat gevelvlak



Geluidisolatie van gevels



Opgepast met "ondiepe" lokalen (< 3m)

Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Generische tabellen (gebaseerd op prognosemodel ISO 12354-3)

Enkel voor gevelvlakken zonder ventilatieroosters !

Table 4 Minimale noodzakelijke R_{Afr} -prestaties voor vensters (gebruikt in gevelvlakken zonder ventilatieopeningen).

L_A ⁽¹⁾ [dB]	D_{Afr} ⁽²⁾ [dB]	Noodzakelijke R_{Afr} voor vensters [dB]														
		100 % ⁽³⁾			80 % ⁽³⁾			60 % ⁽³⁾			40 % ⁽³⁾			20 % ⁽³⁾		
		2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	—	42	39	—	41	38	—	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	40	—	41	37

- ⁽¹⁾ L_A : het A-gewogen buitengeluidsniveau, in decibel, voor het gevelvlak van de bestudeerde ruimte.
⁽²⁾ D_{Afr} : de gecorrigeerde gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie, noodzakelijk voor het beschouwde gevelvlak, berekend op basis van de tabel 3 uit de norm NBN S 001-400-1.
⁽³⁾ Het percentage beglaasd schrijnwerk in vergelijking met de totale oppervlakte van het gevelvlak gezien van binnenin de bestudeerde ruimte.
⁽⁴⁾ Diepte van de ruimte uitgedrukt in meter (of de verhouding tussen het volume van de ruimte en de oppervlakte van het bestudeerde gevelvlak gezien van binnenin).
— Onmogelijk te bereiken met een klassieke vensteropbouw.

www.wtcb.be

WTCB-Dossiers 2011/3.10

De norm NBN S 01-400-1 ^(*) legt de akoestische criteria vast voor woongebouwen en geeft onder meer criteria op voor gevels. Bij gevels zijn het doorgaan van de vensters en, meer bepaald, de beglazingen (zonder akoestische eigenschappen) die de isolatie ten aanzien van buitenlawaai voor een groot stuk bepalen. In dit artikel geven we een classificatie op voor beglazingen afhankelijk van hun akoestische prestaties en bepalen we welke types voor een bepaalde situatie het best beantwoorden aan de norm. Het artikel heeft enkel betrekking op gevels zonder ventilatieopeningen.

Akoestische criteria voor beglazingen

universiteitshoofd, laboratorium 'Akoestiek', WTCB

IG VAN DE

S 01-400-1 zijn statuten van de af- maar wet op de volledige gevel, nu vermenigvuldigt met D_{Afr} de ge- voor versterkings- solatie. Naamste de gevel een be- nen. Aangezien er in in omgevings- door verkeersla- e bouwprojecten, norm afhankelijk waarvan het ge- voormiddelde glazingen die ge- van een appa- straat zullen dus solide gebouw dat ken.

vaat wordt uitge- ter voor de meest mistieke gevel die sor een meting ter sonometer, ofwel ing op basis van it de norm. Deze men in tabel 1. traat met normaal buitengeluidsnive- 65 dB(A) be- dit geluidsniveau isolatie D_{Afr} gaat opgeven voor de voorgevel van het gebouw.

2 VERSCHILLENDE NIVEAUS PER GEVELVLAK

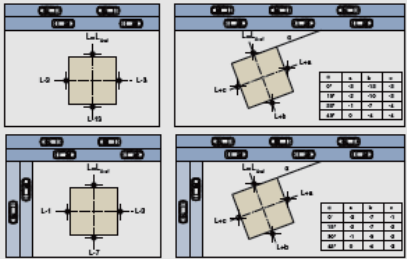
Voor de andere gevelvlakken, zal het L_{Afr} al- vrom – hierboven bepaald – niet noodzakelijk representatief zijn voor het werkelijke geluid-

^(*) Bureau voor Normalisatie NBN S 01-400-1 Akoestische criteria voor woongebouwen. Brussel, NBN, 2008.

niveau waaraan de gevels blootgesteld worden. Laten we het voorbeeld nemen van een rijhuis waarvan enkel de voorgevel op de straatkant uitgerikt is: de achtergevel is afgeschermd van het straatlawaai door de aanwezigheid van het ge- bouw zelf dat dienst doet als een soort geluids- scherm. De bijlagen van de norm NBN S 01- 400-1 stellen daarom een methode voor waarbij het geluidsniveau L_{Afr} voor de andere gevels be- paald wordt aan de hand van een reeks schema's (zie afbeelding 1) die uitgaan van het geluidsnive- au van de meest blootgestelde gevel (meestal de voorgevel) L_{Afr} . Zo zal bijvoorbeeld voor een geïsoleerd gebouw (eenzame woning of

Tabel 1 Geschat buitengeluidsniveau voor verschillende typesituaties.

Klasse	Typebeschrijving	L_{Afr} [dB]
1	Vastiel bij rustige, landelijke wegen, rustige verkeer met lokaal verkeer of in stadstraten met lokaal, beperkt verkeer.	60 dB
2	Stadstraten met normaal verkeer op asfalt, 1 rijvak per rijrichting.	65 dB
3	Druk, traagrijdend verkeer.	70 dB
4	Vastiel bij stadstraten met zeer intens verkeer, bij wegen met bevoorren wegdek en met druk verkeer, lange nationale wegen, bij invalswegen naar grote steden en bij verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industriële gebieden.	≥ 77 dB



Afb. 1 Schema's om L_{Afr} af te leiden uit L_{Afr} voor een gebouw in functie van zijn oriëntatie t.o.v. het wa- genruim en de aanwezigheid van een of meerdere rijbanen. De schetsen vertonen in hier verkeer- differ dan de donkerteit.



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Bestudeerd lokaal beschikt over **één gevelvlak met vensters**

Tabel 1 Minimaal vereiste R_{Atr} -prestaties voor vensters (voor geveloppervlakken zonder ventilatieopeningen)

$L_A^{(1)}$ [dB]	$D_{Atr}^{(2)}$ [dB]	Vereiste R_{Atr} voor vensters [dB]														
		100 % ⁽³⁾			80 % ⁽³⁾			60 % ⁽³⁾			40 % ⁽³⁾			20 % ⁽³⁾		
		2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	–	42	39	–	41	38	–	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	–	–	–	–	–	–	–	–	42	–	–	40	–	41	37

⁽¹⁾ L_A : A-gewogen buitengeluidsniveau, in decibel, voor het geveloppervlak van de bestudeerde ruimte.

⁽²⁾ D_{Atr} : vereiste gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie in decibel, berekend volgens tabel 3 uit de norm NBN S 01-400-1.

⁽³⁾ Percentage beglaasd-schrijnwerkoppervlak in verhouding tot de totale geveloppervlakte, gezien van binnenin de bestudeerde ruimte.

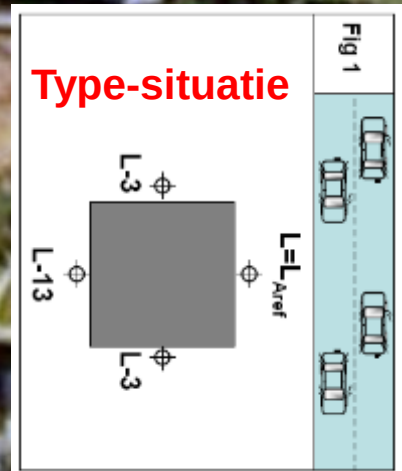
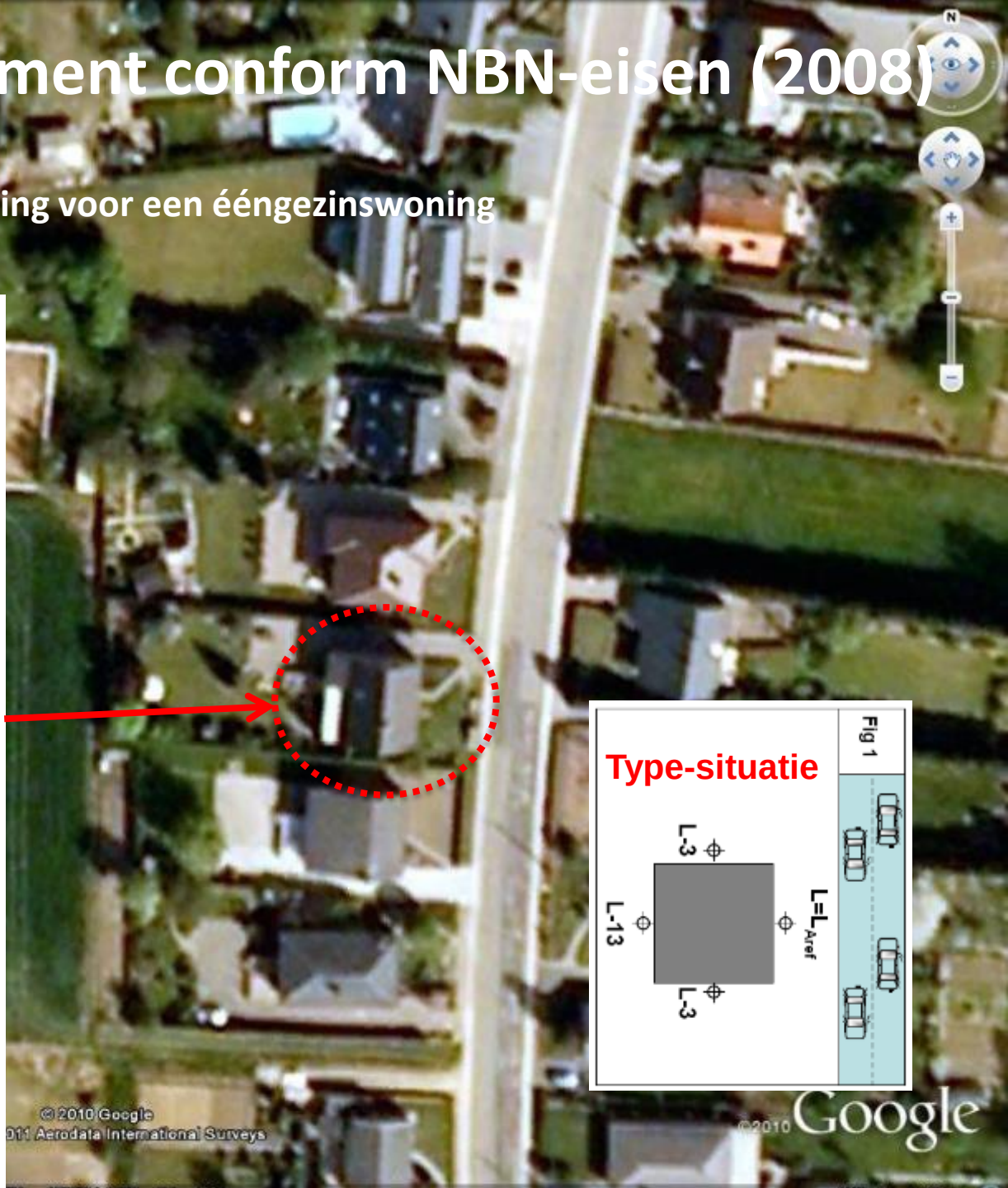
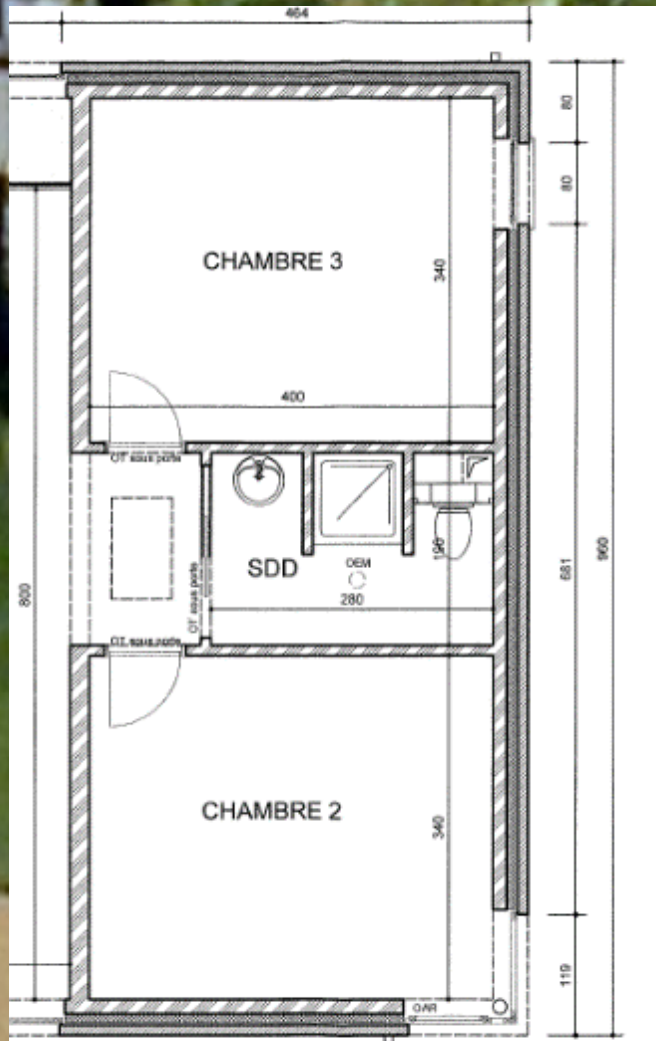
⁽⁴⁾ Diepte van de ruimte, in meter (of verhouding tussen het volume van de ruimte en de oppervlakte van het gevelvlak, gezien van binnenuit).

– De opgegeven waarde is onhaalbaar met klassieke vensterontwerpen.



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Voorbeeld : keuze van de beglazing voor een ééngezinswoning



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

STAP 1 : Bepaling van het referentie-geluidniveau L_{Aref}

✓ Op basis van type-beschrijvingen uit de norm (minder nauwkeurig maar veiliger).

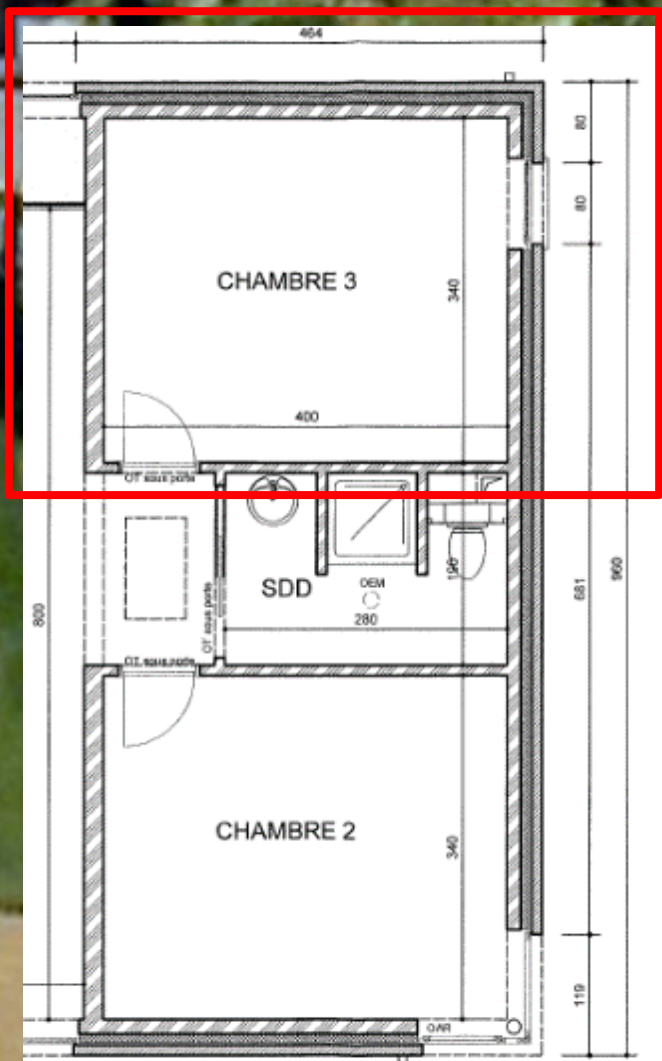


Klasse	Typebeschrijving	L_{Aref}
1	Veelal bij rustige, landelijk wegen, rustige verkaveling met lokaal verkeer of in stadstraten met lokaal, beperkt verkeer	60 dB
2	Stadstraten met normaal verkeer op asfalt, 1 rijvak per rijrichting	65 dB
3	Druk, traagrijdend verkeer	70 dB
4	Veelal bij stadstraten met zeer intens verkeer (bvb. Beliardstraat te Brussel), bij wegen met betonnen wegdek en met druk verkeer, langs nationale wegen, bij invalswegen naar grotere steden en bij verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industrieterreinen.	≥ 77 dB



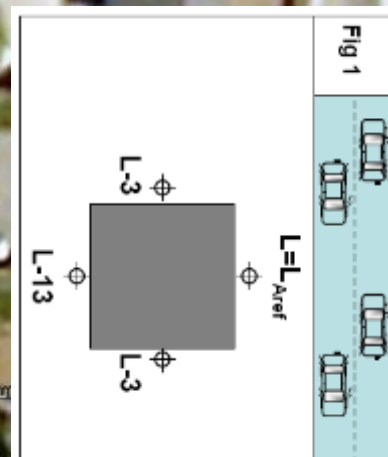
Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Voorbeeld : het bestudeerde lokaal beschikt over één gevelvlak met vensters



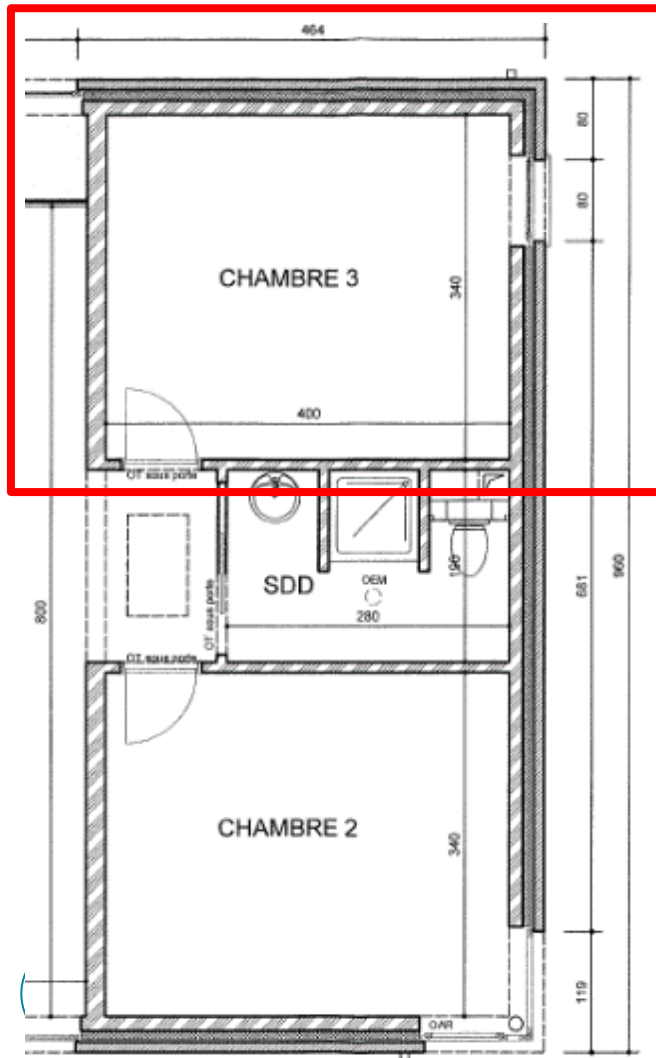
zijgevel : $L_A = 62 \text{ dB(A)}$

voorgevel : $L_{A,ref} = 65 \text{ dB(A)}$



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Voorbeeld : het bestudeerde lokaal beschikt over **één gevelvlak met vensters**



Gegevens « slaapkamer 3 » :

- Lokaal : (LxBxH) 3.4 m x 4.0 m x 2.5 m
- Venster: (BxH) 0.8 m x 2.4 m
- Geluidniveau buiten: $L_A = 65$ dB(A) (voorgevel)

→ ***Welke beglazing is noodzakelijk om de comfortcriteria van de NBN S 01-400-1 te respecteren ?***

Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Voorbeeld : het bestudeerde lokaal beschikt over één gevelvlak met vensters

- Oppervlakte gevelvlak (van binnenuit) : 8.5 m²
- Vensteroppervlakte : 1.9 m² = 22%
- Diepte van het lokaal : 4 m
- Geluidniveau buiten : 65 dB(A)

TABEL : $R_{Atr} \geq 25$ dB
(bvb. 4-16-4 beglazing)

Tabel 1 Minimaal vereiste R_{Atr} -prestaties voor vensters (voor geveleoppervlakken zonder ventilatieopeningen)

$L_A^{(1)}$ [dB]	$D_{Atr}^{(2)}$ [dB]	Vereiste R_{Atr} voor vensters [dB]														
		100 % ⁽³⁾			80 % ⁽³⁾			60 % ⁽³⁾			40 % ⁽³⁾			20 % ⁽³⁾		
		2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	–	42	39	–	41	38	–	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	–	–	–	–	–	–	–	–	42	–	–	40	–	41	37

⁽¹⁾ L_A : A-gewogen buitengeluidsniveau, in decibel, voor het geveleoppervlak van de bestudeerde ruimte.

⁽²⁾ D_{Atr} : vereiste gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie in decibel, berekend volgens tabel 3 uit de norm NBN S 01-400-1.

⁽³⁾ Percentage beglaasd-schrijnwerkoppervlak in verhouding tot de totale geveleoppervlakte, gezien van binnenin de bestudeerde ruimte.

⁽⁴⁾ Diepte van de ruimte, in meter (of verhouding tussen het volume van de ruimte en de oppervlakte van het gevelvlak, gezien van binnenuit).

– De opgegeven waarde is onhaalbaar met klassieke vensterontwerpen.

Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Ontwerptool NBN S 01-400-1 (gebaseerd op prognosemodel ISO 12354-3)

Eis voor de akoestische prestaties van gevelelementen (met inbegrip van de aansluitingsdetails met een aangrenzend gevelelement) die deel uitmaken van een gevelvlak van een woonkamer, keuken, studeerruimte en slaapkamer	
Alle gevelelementen uitgezonderd ventilatieroosters	$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10 \lg[3(S_{netto} + 5n)/V] \quad [dB]$
Ventilatieroosters indien aanwezig	$D_{neAtr} \geq R_{Atr} + 3 \quad [dB]$

Met :

- n [/] = Het aantal ventilatieroosters met gelijke akoestische prestatie $D_{neAtr} \geq R_{Atr} + 3$ dB. Wanneer er geen ventilatierooster is, is $n = 0$
- D_{Atr} [dB] = De vereiste isolatiewaarde voor het gevelvlak volgens de algemene eisen in 7.1.1.
- V [m³] = Het volume van de te beschermen ruimte
- S_{netto} [m²] = De totale oppervlakte van de gevelelementen van het gevelvlak die door hun constructiekeuze een $R_{Atr} < 48$ dB hebben

VB: Gebaseerd op **berekeningsmethode** uit de ISO 12354-3 (“Akoestische Eurocode”)

- **Designtool**, om te voldoen aan de eis voor het gevelvlak D_{Atr}
- **Deelverantwoordelijkheden**, om na te gaan waarom D_{Atr} niet zou voldoen
- Voor grote projecten : niet altijd economisch meest interessante optie!



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

Te volgen stappenplan volgens NBN S 01-400-1 (woongebouwen)

STAP 1 : Meting (of inschatting) van L_{Aref} vóór meest blootgestelde gevel (bijlage A)



STAP 2 : Afleiden van L_A voor iedere gevel → figuren (bijlage B)



STAP 3 : Berekening van eis per gevelvlak D_{Atr} → tabel 3



STAP 4: Berekening van de eis per gevelelement R_{Atr} → tabel 4



Keuze van gevelelement conform NBN-eisen (2008)

VOORBEELD : het bestudeerde lokaal bezit **één gevelvlak met vensters**

Gegevens « slaapkamer 3 » :

- Lokaal : (LxBxH) 3.4 m x 4.0 m x 2.5 m
- Venster : (BxH) 0.8 m x 2.4 m
- Geluidniveau buiten: $L_A = 65 \text{ dB(A)}$

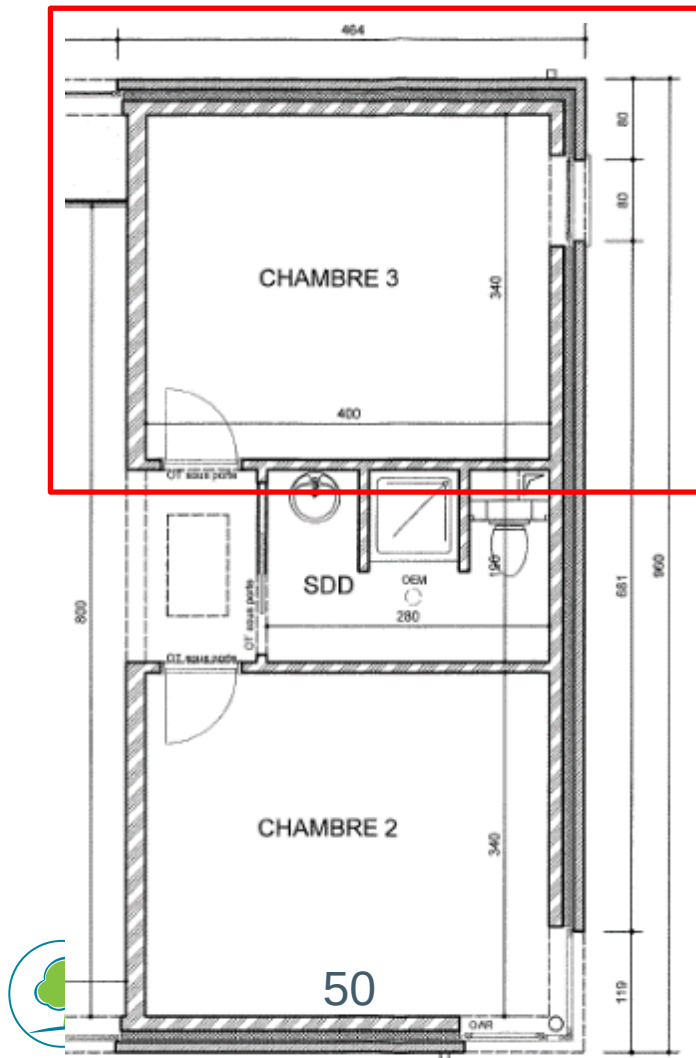
→ *Welke beglazing is noodzakelijk om te voldoen aan de comfortcriteria van de NBN S 01-400-1 ?*

Methode NBN S 01-400-1 :

$$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10 \lg[3(S_{netto} + 5n)/V] \quad [\text{dB}]$$

→ $R_{Atr} > 26.3 \text{ dB}$

(cfr. 27 dB met generische tabellen)

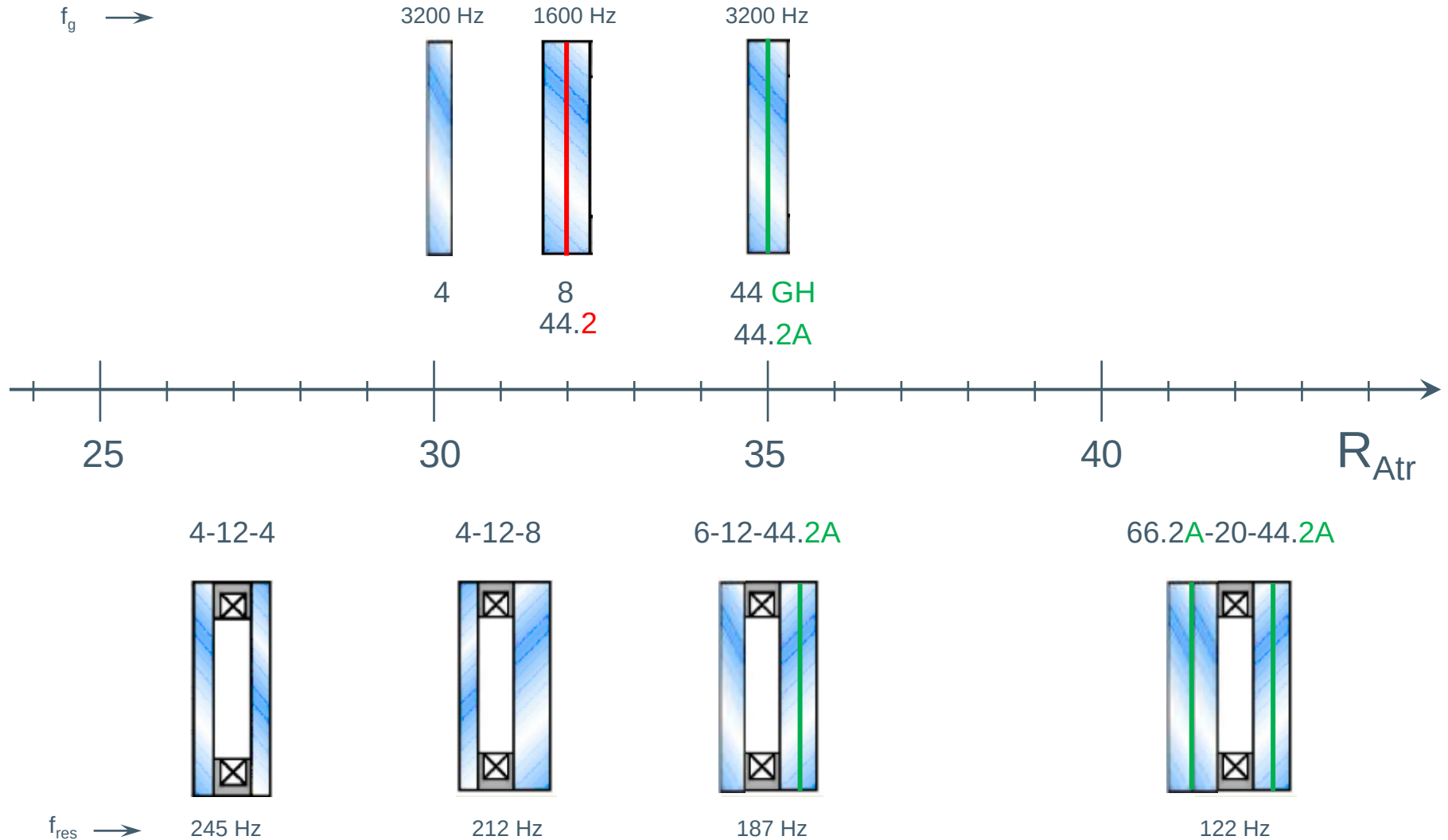


Algemeen schema van de presentatie

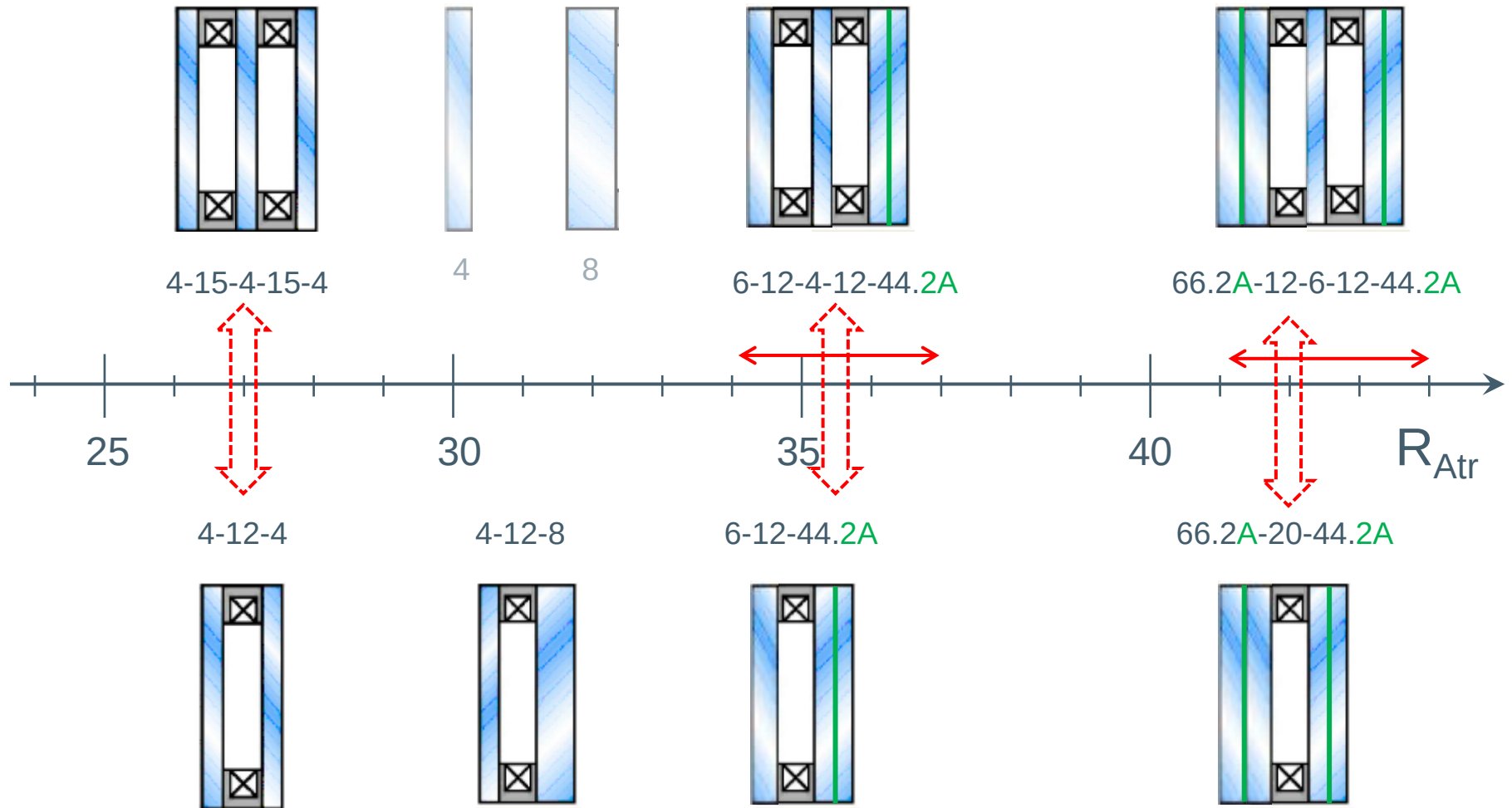
- Normeisen
 - ▶ Oude versus nieuwe normeisen
 - ▶ Prestatiegrootheden en -eisen voor woongebouwen
 - ▶ Cfr. Schoolgebouwen
- Selectie van gevelelementen
 - ▶ Karakterisering in het laboratorium
 - ▶ Dimensionering volgens ISO 12354-3
 - ▶ Afgeleide tools
- Glas, raam, venster
- Akoestische optimalisatie van de gebouwschil
 - ▶ Gevelwanden
 - ▶ Dakschilden
 - ▶ Ventilatioorosters



Geluidisolatie van beglazingen (R_{Atr})



Geluidisolatie van beglazingen (R_{Atr})

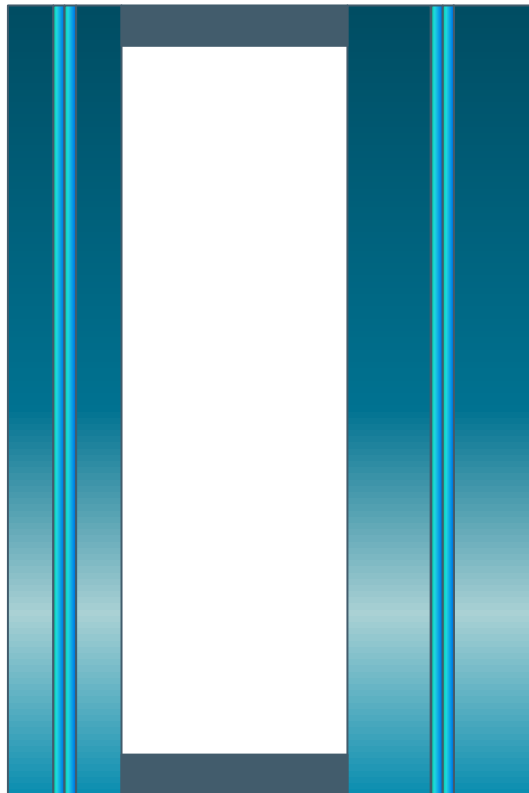


Geluidisolatie van beglazingen (R_{Atr})

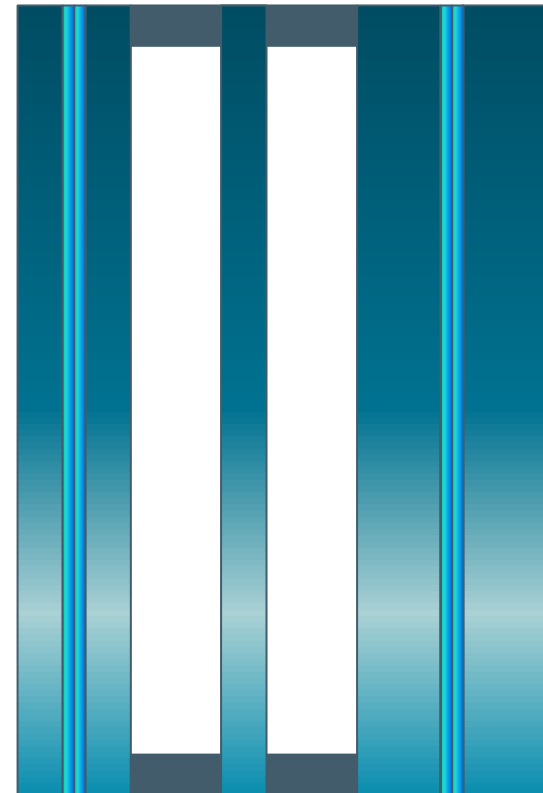
Drievoudige beglazingen

Geen significatieve verbetering in vergelijking met dubbele beglazing met dezelfde totale dikte

Drievoudige beglazing



≈



Geluidisolatie van beglazingen (R_{Atr})

Een aantal typische waarden ...

Enkelvoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
niet-gelaagd		
4	32(-1;-2) dB	30 dB
6	34(-1;-2) dB	32 dB
8	35(-1;-3) dB	32 dB
10	37(-1;-2) dB	35 dB
gelaagd (niet akoestisch)		
33.2	33(-1;-2) dB	31 dB
44.2	35(-1;-3) dB	32 dB
66.2	39(-1;-4) dB	35 dB
akoestisch gelaagd		
33.2A	36(0;-3) dB	33 dB
44.2A	37(0;-2) dB	35 dB
66.2A	40(-1;-3) dB	37 dB

Dubbel	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
symmetrisch		
4-15-4	29(-1;-4) dB	25 dB
4-16-4	30(-1;-3) dB	27 dB
6-16-6	33(-1;-4) dB	29 dB
asymmetrisch		
6-15-4	34(-1;-4) dB	30 dB
6-16-4	35(-2;-5) dB	30 dB
6-15-10	38(-1;-4) dB	34 dB
6-20-10	37(-1;-2) dB	35 dB
eenzijdig gelaagd		
6-15-55.2	39(-1;-4) dB	35 dB
4-16-44.2	37(-2;-6) dB	31 dB
6-20-55.2	42(-1;-5) dB	37 dB
eenzijdig akoestisch gelaagd		
8-15-66.2A	43(-2;-4) dB	39 dB
8-15-44.2A	41(-2;-6) dB	35 dB
10-20-44.2A	45(-1;-4) dB	41 dB
12-20-66.2A	45(-1;-3) dB	42 dB
tweezijdig akoestisch gelaagd		
66.2A-20-44.2A	50(-2;-8) dB	42 dB
66.2A-15-88.2A	51(-1;-4) dB	47 dB

Drievoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
niet gelaagd		
4-16-4-16-4	32(-2;-5) dB	27 dB
eenzijdig akoestisch gelaagd		
6-12-4-12-44.1A	42(-1;-5) dB	37 dB
tweezijdig akoestisch gelaagd		
44.1A-12-4-12-44.1A	47(-2;-6) dB	41 dB
66.1A-12-6-12-44.1A	50(-2;-6) dB	44 dB



WTCB Contact - 2011/3
WTCB Doss – 2011/3.10

Bronnen:

- Round Robin tests
- Richtwaarden op basis van recente labometingen WTCB
- Technische documentatie glasfabrikanten
- Generische tabel in EN 12354-3(2000) of in EN 12758-1(2011) (waarde daarin + 2 dB)



Geluidisolatie van beglazingen (R_{Atr})

Invloed van de oppervlakte

EN 14351-1:2006+A1:2010 (E)

B.4 Test results and tabulated values – Range of application

The extrapolation rules for test results and tabulated values are shown in Table B.3.

Table B.3 — Extrapolation rules for different window sizes

Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) ^a	
-100% to +50% of test specimen overall area	Overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to +150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
>+150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area}$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB
^a The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.		



Geluidisolatie van vensters

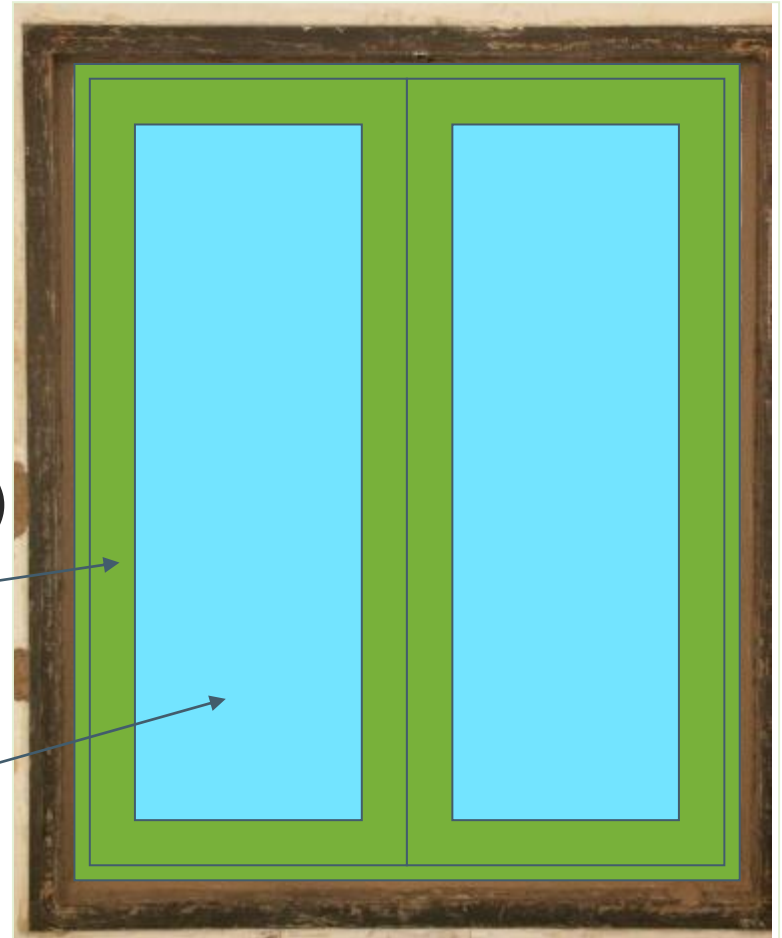
Venster = raam + glas

→ Invloedsfactoren R_{Atr} venster :

- ✓ Dichtheid van de aansluitingen
- ✓ Waarde R_{Atr} van de beglazing
- ✓ Aard van het profiel (densiteit en dikte)
- ✓ verhouding m^2 raam/ m^2 glas
- ✓ Inklemmingsvoorwaarden (glas in raam)

raam : S_{raam} , m''_{raam}

glas : S_{glas} , $R_{Atr,glas}$



Geluidisolatie van vensters

Invloed van het raam : extrapolatieregels (glas ≤ 36 dB)

EN 14351-1 (2010)

Table B.2 — $R_w + C_{tr}$ for window based on $R_w + C_{tr}$ for IGU

IGU $R_w + C_{tr}$ ^a [dB]	Single windows ^b		Single, sliding windows ^c	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals re- quired ^d	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N/A	N/A
36	34	2	N/A	N/A

^a Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.

^b Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

^c Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

^d Openable windows only.



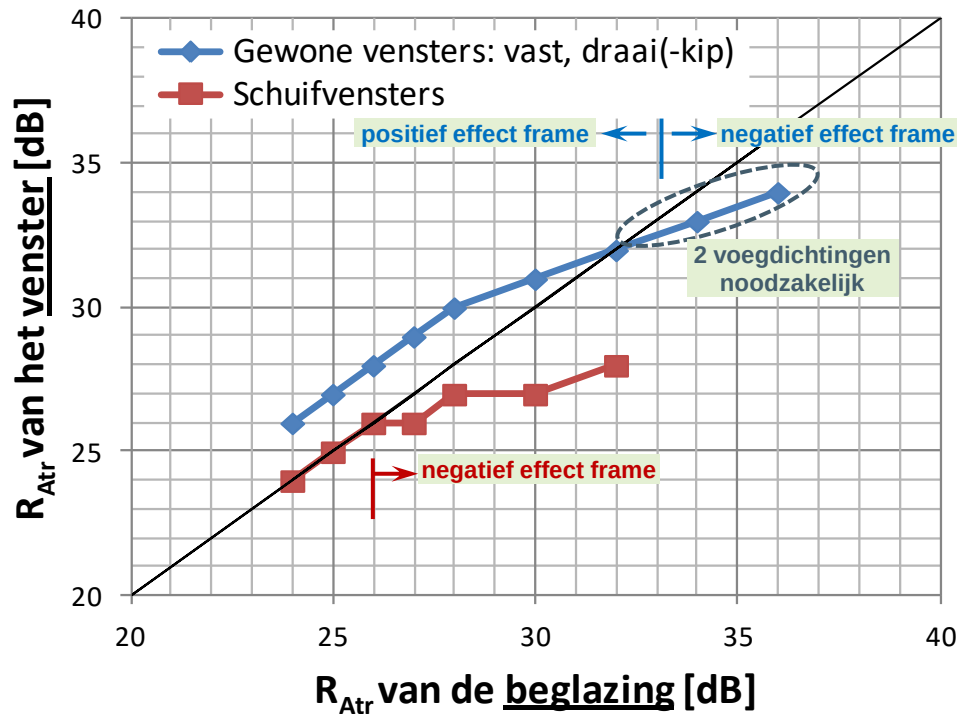
Glas < 32 dB $\rightarrow$ raam positief effect
Glas > 32 dB $\rightarrow$ raam negatief effect



Geluidisolatie van vensters

Invloed van het raam : extrapolatieregels (glas ≤ 36 dB)

EN 14351-1 (2010)



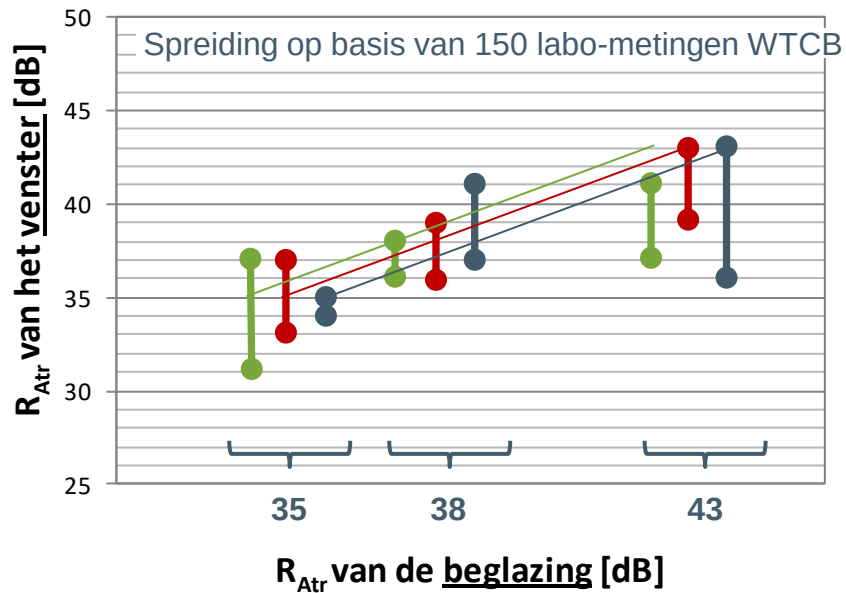
Voor $R_{Atr,venster} \geq 35$ dB (glas > 36 dB), is geen extrapolatie mogelijk, en is een labotest noodzakelijk voor de gegeven glas-raam combinatie



Geluidisolatie van vensters

Invloed van het raam : metingen in labo (glas > 36 dB)

gewone vensters: vast, draai(-kip)



beglazing: 44.2A-20-66.2A (R_{Atr} =42 dB)



alu



hout



PVC

Niet zozeer het materiaal, wel vormgeving, verzwaringen en dichtingen zijn van belang !



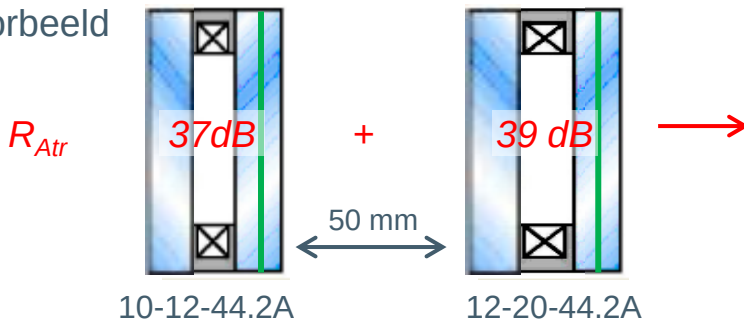
Geluidisolatie van vensters

Dubbelvensters ("Kastenvenster")

Tussenafstand $\gg 50$ mm, doorgedreven ont koppeling

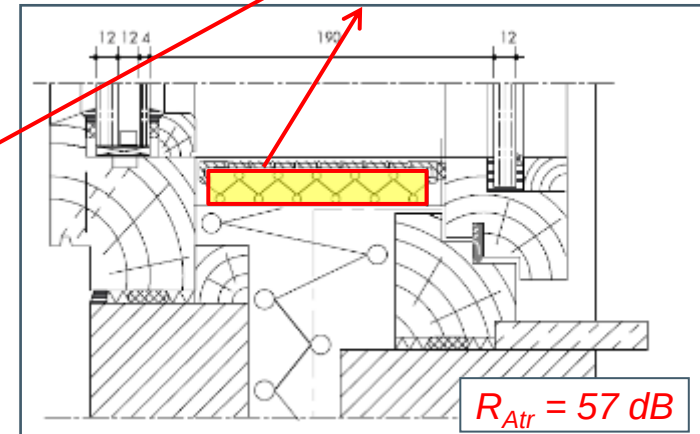
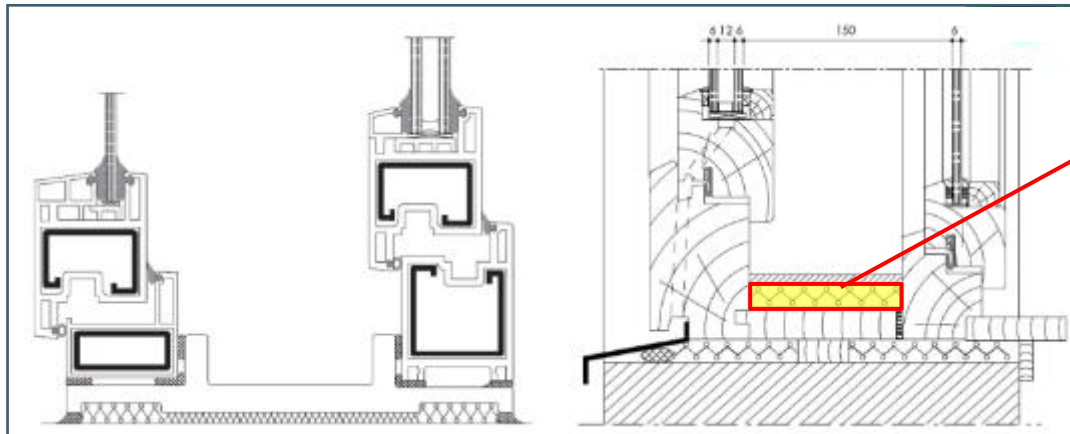
$R_{Atr} \geq 50$ dB haalbaar

voorbeeld



WTCC Tijdschrift 1998/3

geluidabsorberende spouwafwerking



Geluidisolatie van gevels

Geluidisolatie van vensters

Invloed van het raam : schuiframen

EN 14351-1 (2010)

extrapolatieregels
voor $R_{Atr,glas} \leq 32$ dB

Table B.2 — $R_w + C_{tr}$ for window based on $R_w + C_{tr}$ for IGU

IGU $R_w + C_{tr}$ ^a [dB]	Single windows ^b		Single, sliding windows ^c	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals re-quired ^d	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N/A	N/A
36	34	2	N/A	N/A

^a Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.

^b Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

^c Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

^d Openable windows only.

(lucht)dichtheid



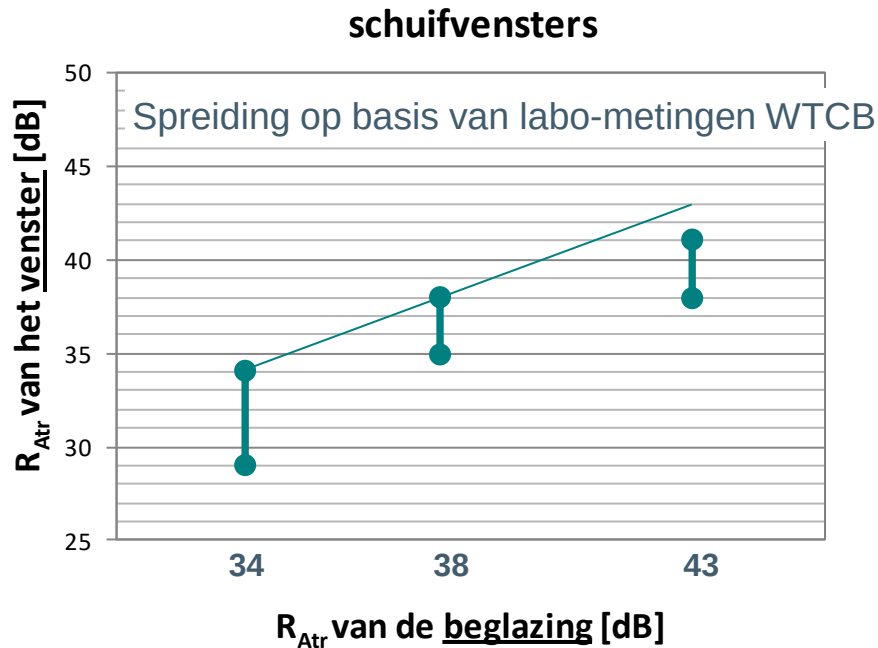
Glas < 27 dB → raam geen effect

Glas ≥ 27 dB → raam negatief effect



Geluidisolatie van vensters

Schuiframen : metingen in labo (glas > 32 dB)



Akoestisch verbeterde schuiframen :
dichtingen, verzwaringen, sluitsystemen



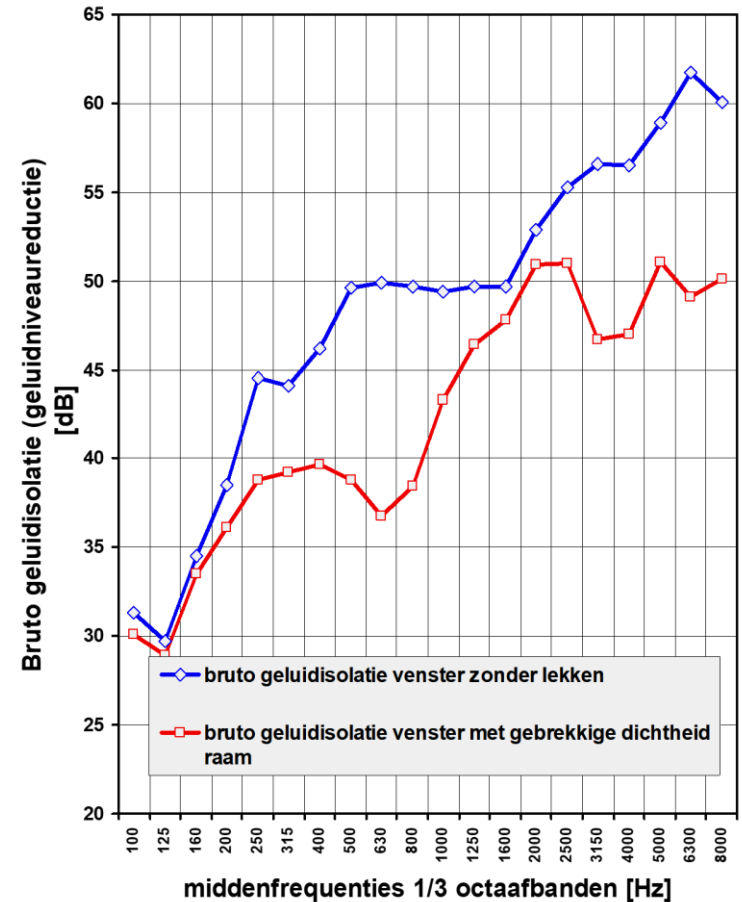
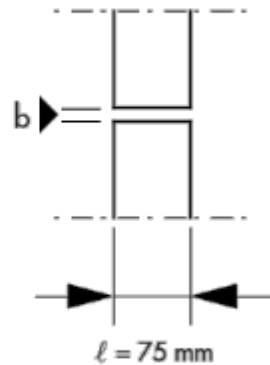
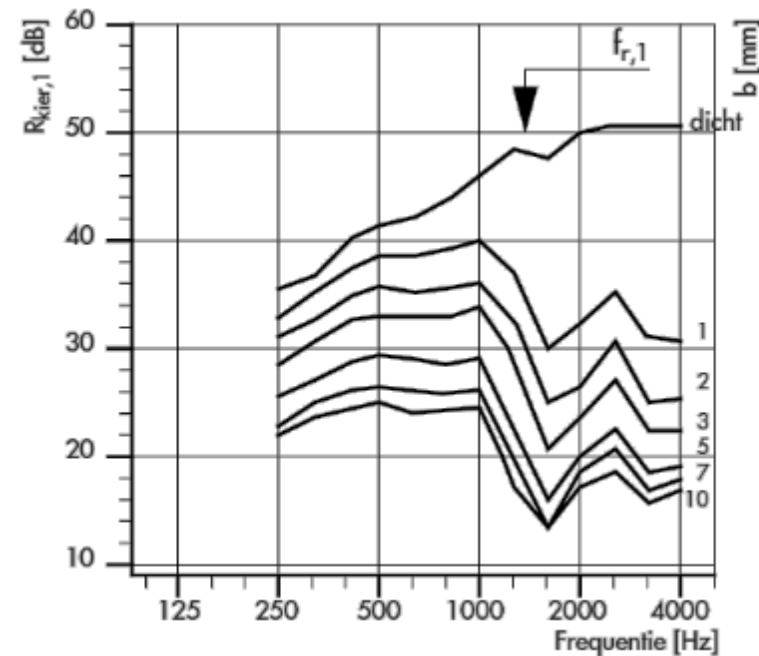
Geluidisolatie van vensters

Venster = raam + glas + **lekken**

Geluidlekken : voornamelijk HF



Ultrasoon detector voor het opsporen van geluidlekken



Geluidisolatie van vensters

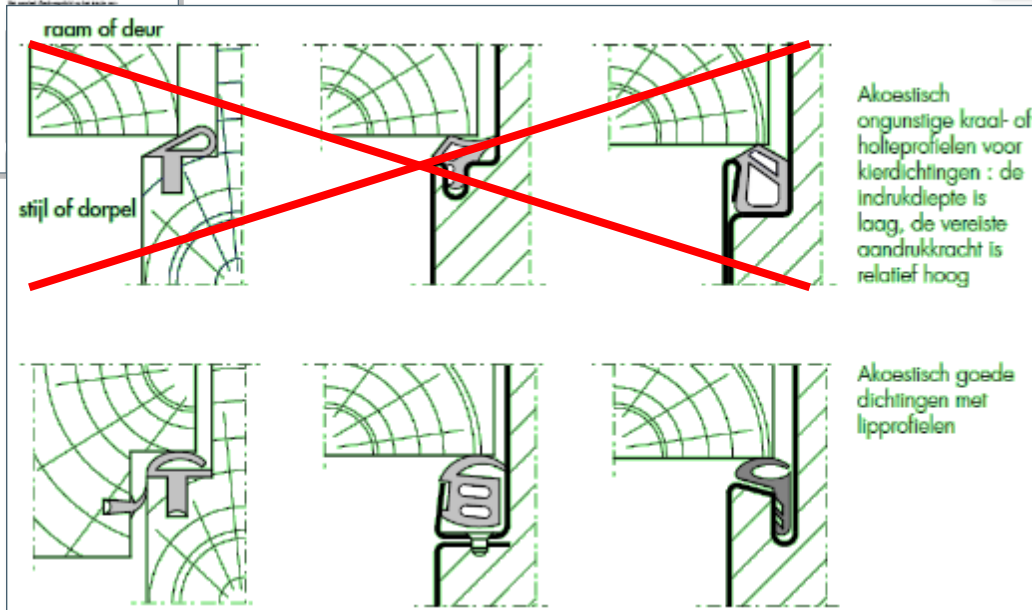
Venster = raam + glas + **lekken**

Efficiënte dichtingsprofielen

- soepelheid → lipprofielen
- lage vereiste aandrukkracht
- meertrapsdichtingen
- voldoende aandrukking !
- perfecte aansluiting in hoeken



WTCB
Tijdschrift
2000/1



Voldoende aantal sluitpunten



Geluidisolatie van gevels

Geluidisolatie van vensters

Venster = raam + glas + **lekken**

- aansluitingen ruwbouw : indicatieve meetcampagne in laboratorium ...

R _{Atr} venster	Standaard labo-montage (geen lekken)	Labo-montage met klassiek PU-schuim	Labo-montage met akoestisch PU-schuim	Labo-montage met rotswol
Venster 1	37	35 / 36 (*)	36 / 37 (*)	37 / 37 (*)
Venster 2	40	38 / 39 (*)	38 / 40 (*)	38 / 40 (*)

(*) zonder/met buitenafdichting

Conclusies :

- Belang van de buitendichting (mortel/siliconen), vooral bij hogere geluidisolaties
- Met buitenafdichting: belang van aansluiting tussen raamkader en ruwbouw (rotswol, akoestisch PU)

Opm : voegbreedte = slechts 1 cm in meetcampagne...



Geluidisolatie van vensters

Venster = raam + glas + **lekken**

Akoestische efficiënte afdichting van openingen en spleten
= functie van de **voegbreedte**



Bron : www.illbruck.com

- **smalle voegen** / verliezen in de hoge frequenties

tot 7 mm >>> silicone

tot 1.5 cm >>> zware mastiek, cementering en silicone,... zwaar

- **brede voegen en gaten** / verliezen over heel het spectrum

>>> zo **zwaar mogelijke materialen** : cementering, gips, MDF... Opgelet voor de regel van samengestelde isolatie !

Het zwakste element zal de isolatie van het geheel bepalen



Algemeen schema van de presentatie

- Normeisen
 - ▶ Oude versus nieuwe normeisen
 - ▶ Prestatiegrootheden en -eisen voor woongebouwen
 - ▶ Cfr. Schoolgebouwen
- Selectie van gevelelementen
 - ▶ Karakterisering in het laboratorium
 - ▶ Dimensionering volgens ISO 12354-3
 - ▶ Afgeleide tools
- Glas, raam, venster
- Akoestische optimalisatie van de gebouwschil
 - ▶ Gevelwanden
 - ▶ Dakschilden
 - ▶ Ventilatioorosters



Gevelwanden



Akoestische optimalisatie van de gebouwschil

Stapsgewijze, kostenefficiënte aanpak

Belang van de zwakke schakels !

$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,i}}{10}} \right)$$



R_{Atr}

- Geluidlekken (openingen)
Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters
- Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand, venster/wand, ...)
- Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie
Dakkoepels uit polycarbonaat
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie
- Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol
- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie
Vensters met traditionele thermische beglazingen waarvan meer dan 30 % van de dagopening ingenomen wordt door de raamconstructie
- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting
Traditionele dakconstructies met minerale wol als thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)
- Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de spouw
- Normale, geluiddempende ventilatieroosters
- Gewone akoestische beglazingen
- Wanden met houtskeletbouw en gevelsteen
- Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A)
- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)
- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (zwaardere kwaliteit, grotere dikte)
- Suskasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters
- Traditioneel metselwerk (9 cm gevelsteen uit baksteen, spouw al of niet met thermische isolatie, 14 cm baksteen, spouwhaken)
- Zwaar metselwerk
- Ontdubbelde vensterconstructies
- Betonwanden, betonnen dakconstructies

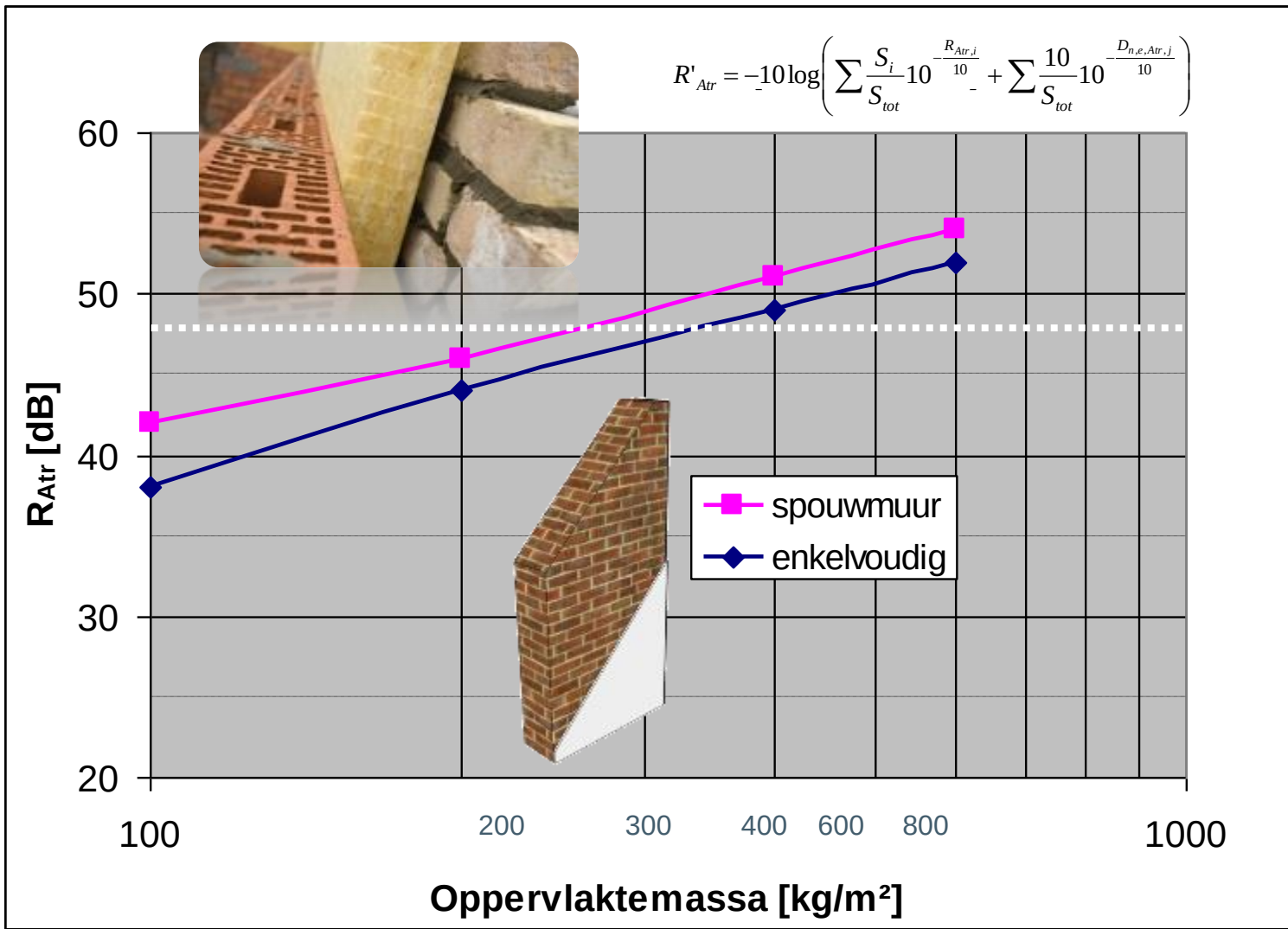
48



Gevelwanden

Steenachtige wanden

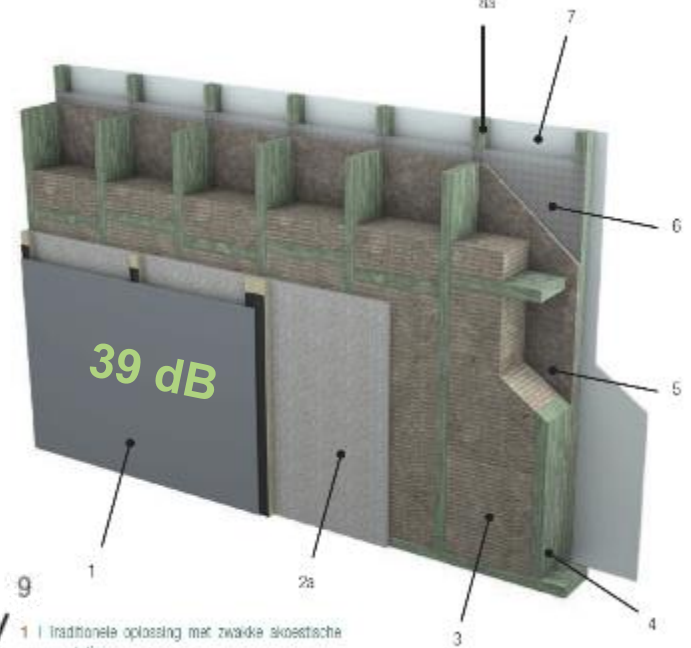
Vanaf $R_{Atr} > 48$ dB verwaarloosbaar



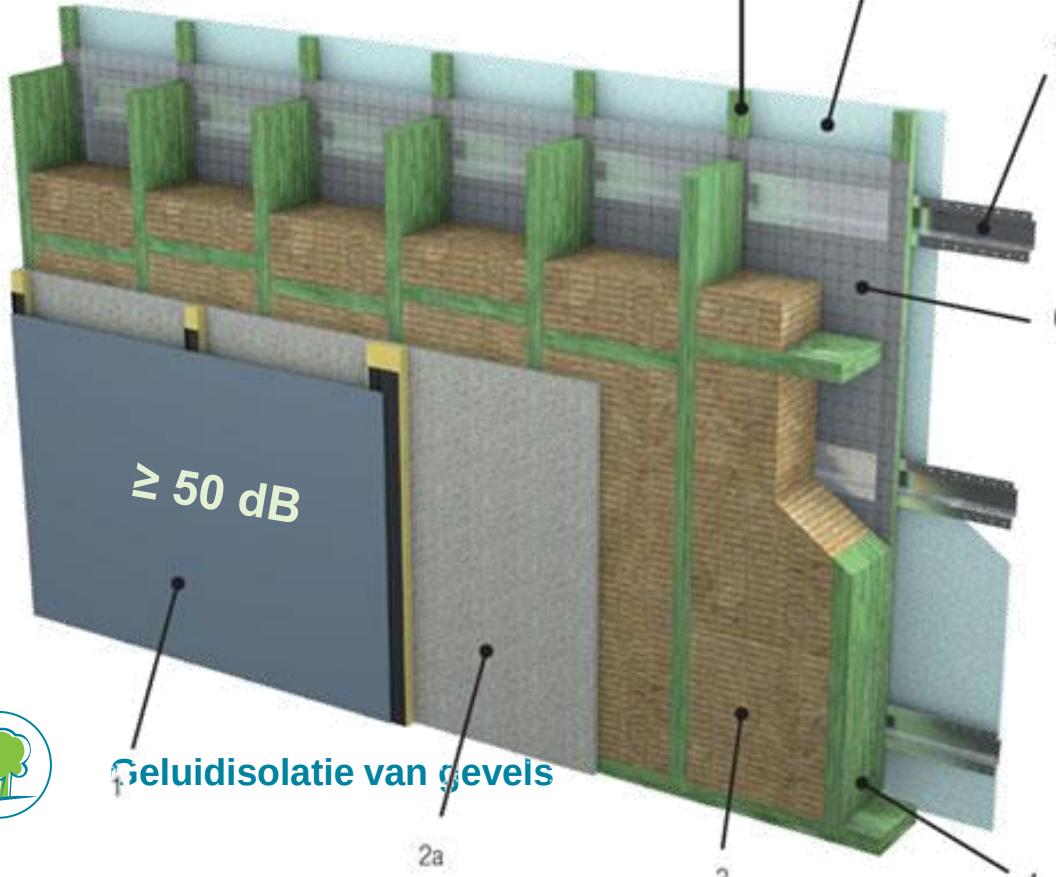
Gevelwanden

Houtskeletwanden

1. Buitenafwerking (diverse mogelijkheden)
- 2a. Plaat (16 kg/m²) met speciale brandeigenschappen die bij houtskeletbouw ook een toereikende schrankweerstand biedt (bv. cementgebonden plaat of gelijkwaardig)
3. Rotswol of materiaal met gelijkwaardige brandeigenschappen en thermo-akoestische prestaties
4. Houten stijlwerk
5. OSB-plaat
6. Dampscherm
7. Gipsplaat voor de binnenafwerking
- 8a. Houten latwerk
- 8b. Houten latwerk met een sectie van bv. 45 x 70 mm²
9. Veerregels of een onafhankelijk licht metaal stijlwerk



1 | traditionele oplossing met zwakke akoestische prestaties



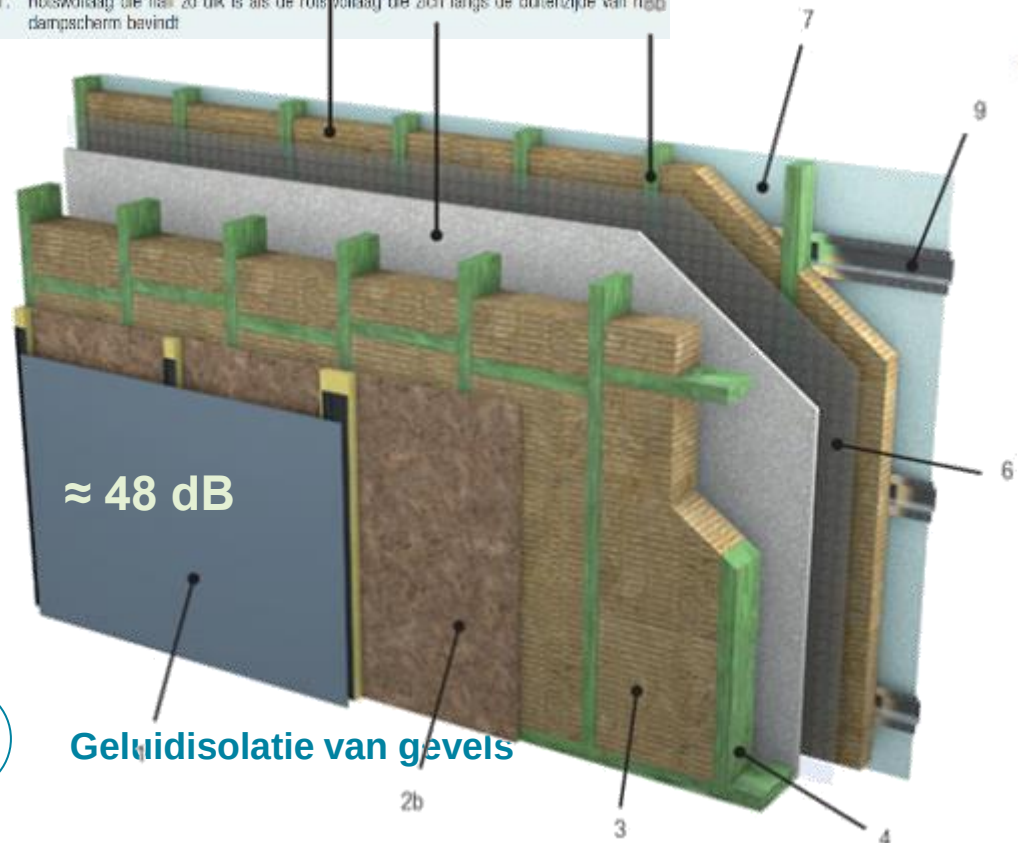
Geluidisolatie van gevels



Gevelwanden

Houtskeletwanden

- 1. Buitenafwerking (diverse mogelijkheden)
- 2a. Plaat (16 kg/m²) met speciale brandeigenschappen die bij houtskeletbouw ook een toereikende schrankweerstand biedt (bv. cementgebonden plaat of gelijkwaardig)
- 2b. Dampopen plaat die geen bijzondere brand- of schrankweerstandseigenschappen moet hebben
- 3. Rotswol of materiaal met gelijkwaardige brandeigenschappen en thermie-akoestische prestaties
- 4. Houten stijlwerk
- 5. OSB-plaat
- 6. Dampscherm
- 7. Gipsplaat voor de binnenafwerking
- 8a. Houten latwerk
- 8b. Houten latwerk met een sectie van bv. 45 x 70 mm
- 9. Veerregels of een onafhankelijk licht metaal stijlwerk
- 10. Cementgebonden plaat of plaat uit eethgelijkwaardig materiaal (24 kg/m²) die de schrankweerstand kan verzekeren
- 11. Rotsvollaag die half zo dik is als de rotsvollaag die zich langs de buitenzijde van h8b dampscherm bevindt



≈ 48 dB

Geluidisolatie van gevels



1 | traditionele oplossing met zwakke akoestische prestaties

Akoestisch verbeterde oplossingen voor lichte gevelwanden

Traditionele oplossing: Bij een traditionele lichte gevelwand wordt vaak een combinatie van een buitenafwerking (bv. cementgebonden plaat) en een binnenafwerking (bv. gipsplaat) gebruikt. Dit kan tot een goede schrankweerstand leiden, maar de akoestische prestaties zijn vaak beperkt.

Akoestisch verbeterde oplossing: Door de toepassing van akoestisch verbeterende materialen (zoals rotswol of speciale akoestische platen) tussen de buiten- en binnenafwerking, kan de akoestische prestatie aanzienlijk verbeterd worden. Dit zorgt voor een betere geluidsisolatie van de gevel.

WTCB-Contact 2015/2

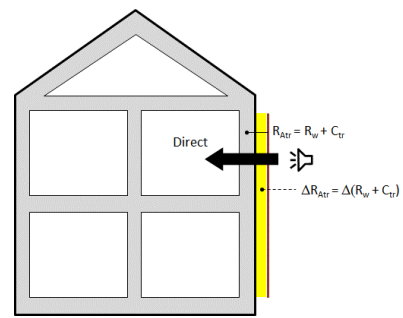
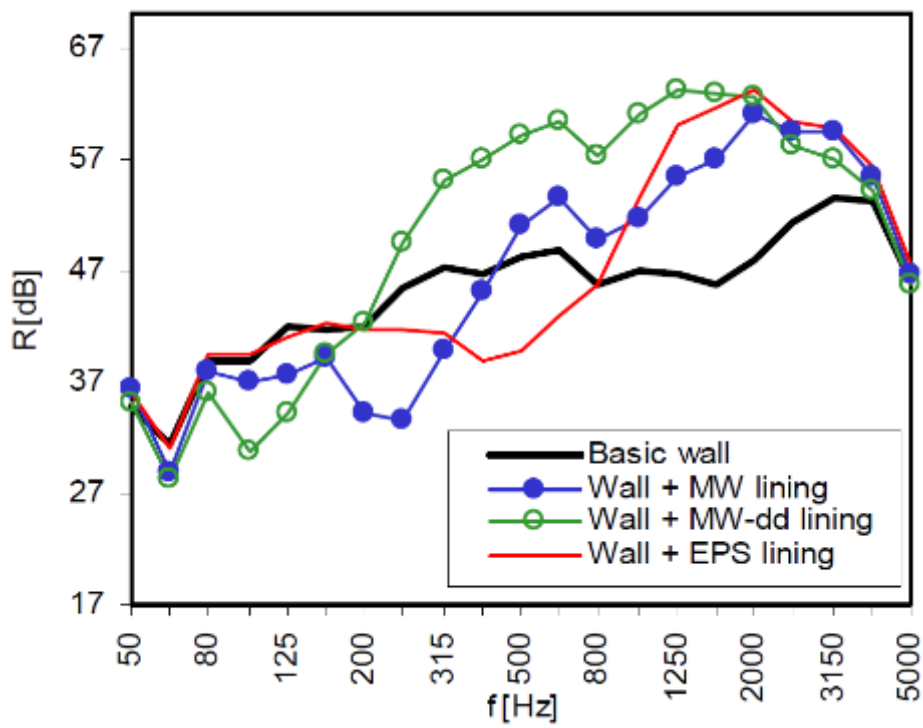


Bouwfysisch & brandtechnisch geoptimaliseerd

Gevelwanden

Impact van buitenisolatie (ETICS)

Mogelijke afname van de geluidisolatie !



Basiswand:

380 mm geperforeerde bakstenen, éénzijdig bepleisterd

isolant	f_0 Hz	$\Delta R_{w, direct}$ dB	$\Delta(R_w + C)_{direct}$ dB	$\Delta(R_w + C_{tr})_{direct}$ dB
EPS	400	0	-1	-1
MW	250	2	0	-2
MW-dd	100	8	6	2

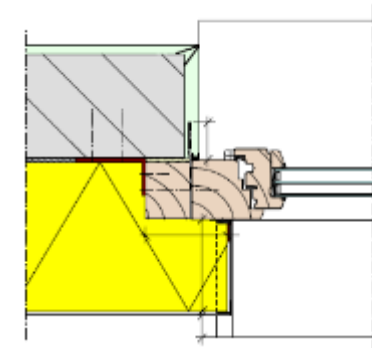
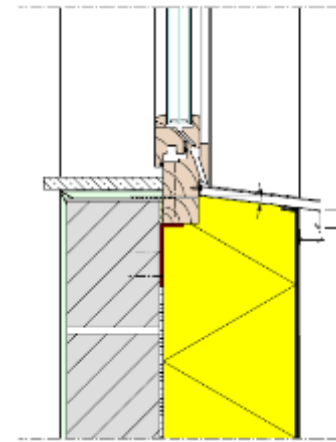
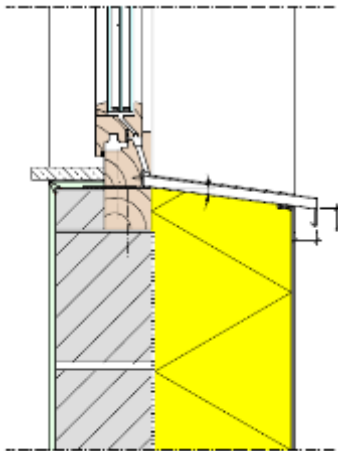
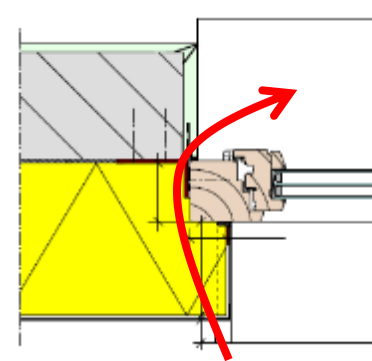
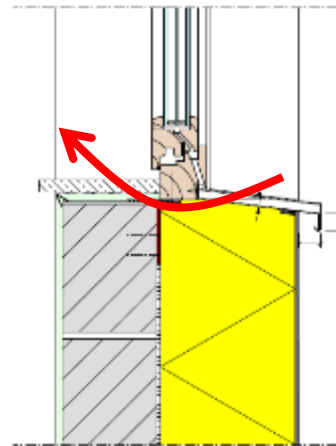
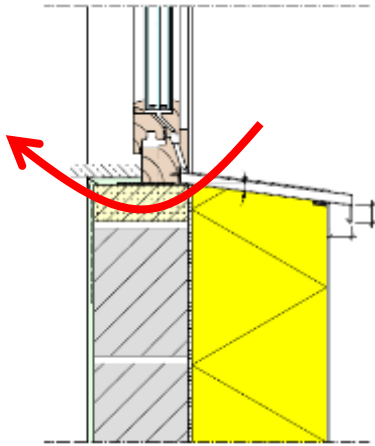
J. Nurzinsky (BRI - Poland), "The effect of additional thermal lining on the acoustic performance of a wall", Acoustics'08, Paris, 2008



Gevelwanden

Impact van buitenisolatie (ETICS)

Aangepaste detaillering van vensteraansluitingen

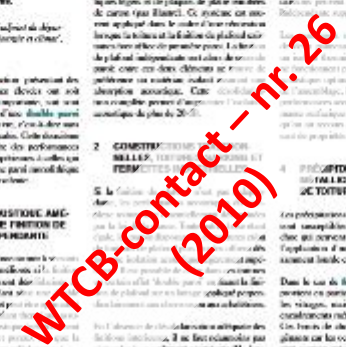


Geluidisolatie van gevels

Dakschilden



Dakschilden



30

40

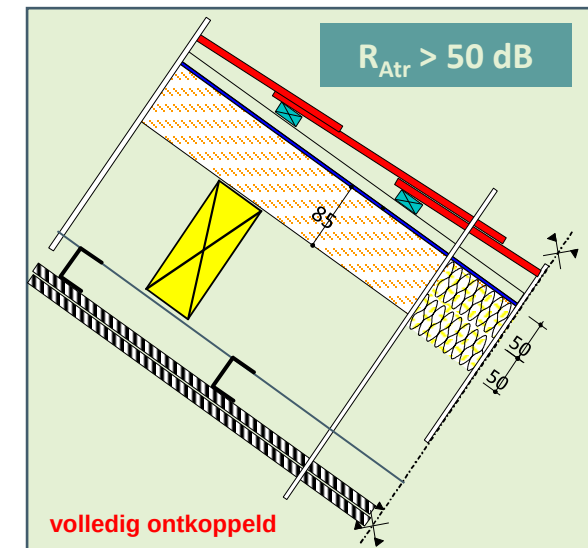
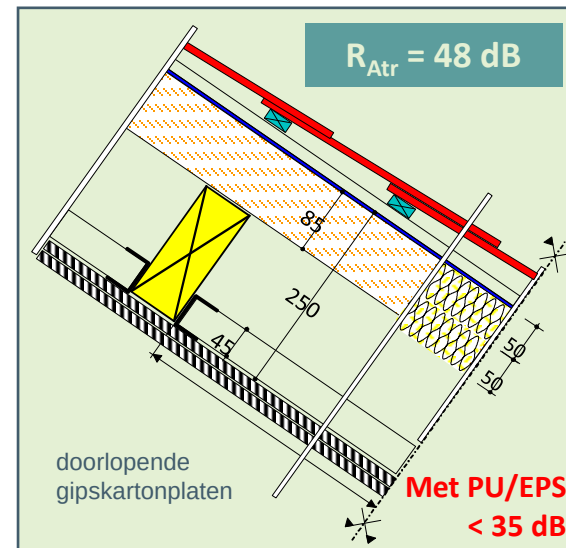
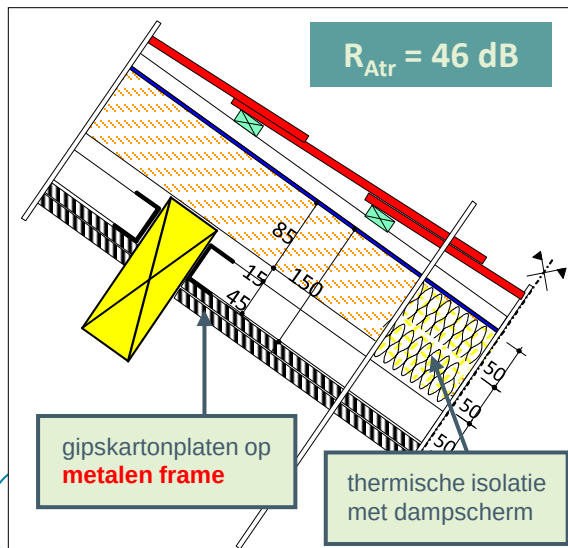
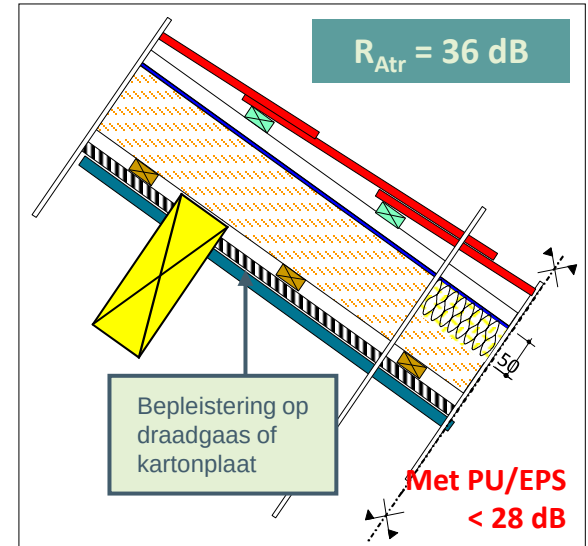
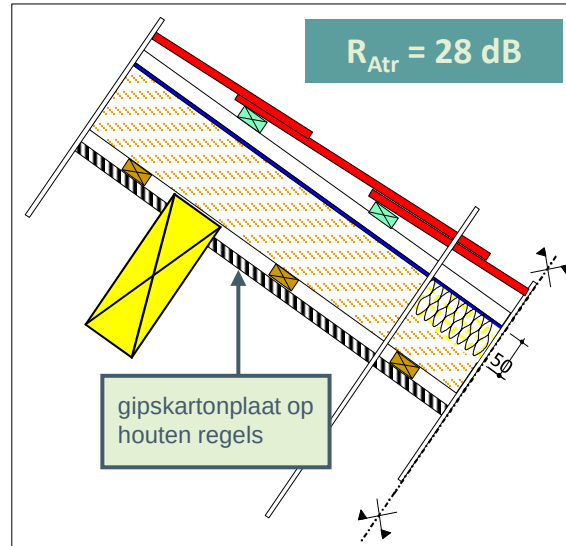
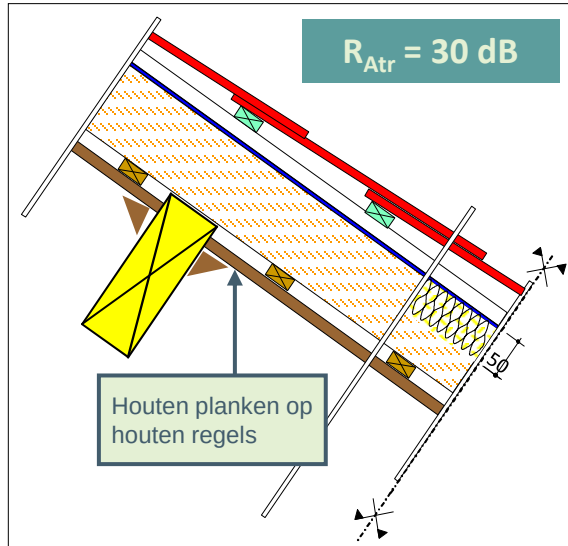
50

- Geluidslekken (openingen)
Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters
- Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand, venster/wand, ...)
- Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie
Dakkoepels uit polycarbonaat
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie
- Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol
- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie
Vensters met traditionele thermische beglazingen waarvan meer dan 30 % van de dagopening ingenomen wordt door de raamconstructie
- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting
Traditionele dakconstructies met minerale wol als thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)
- Ondubbeld wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de spouw
- Normale, geluiddempende ventilatieroosters
- Gewone akoestische beglazingen
- Wanden met houtskeletbouw en gevelsteen
- Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A)
- Gevelwanden uit verlijmd cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)
- Gevelwanden uit verlijmd cellenbetonblokken (zwaardere kwaliteit, grotere dikte)
- Suskasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters
- Traditioneel metselwerk (9 cm gevelsteen uit baksteen, spouw al of niet met thermische isolatie, 14 cm baksteen, spouwvakken)
- Zwaar metselwerk
Ondubbeld vensterconstructies
- Betonwanden, betonnen dakconstructies



Dakschilden

Traditionele dakconstructies



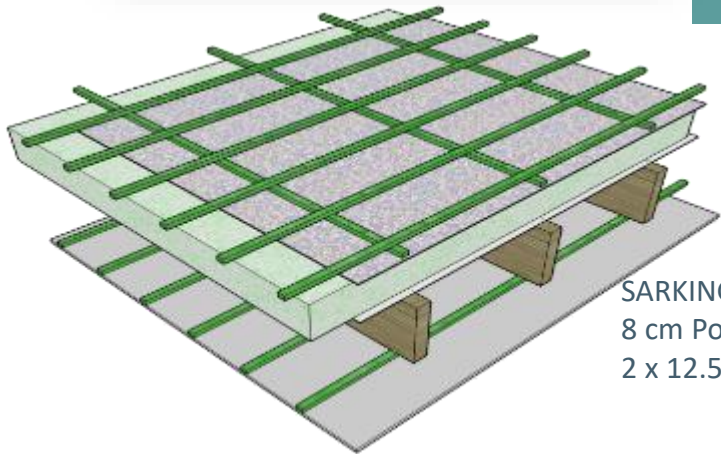
Dakschilden

Sarkingdaken

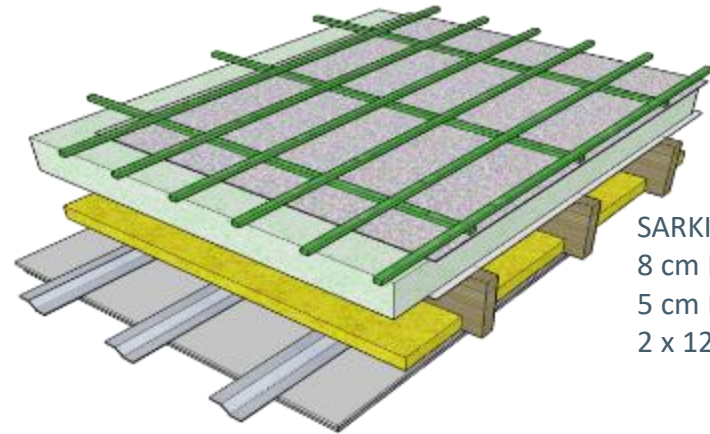


$R_{Atr} = 29 \text{ dB}$

$R_{Atr} > 42 \text{ dB}$



SARKING
8 cm Polyisocyaanat
2 x 12.5 mm GK



SARKING
8 cm Polyisocyaanat
5 cm MW
2 x 12.5 mm GK



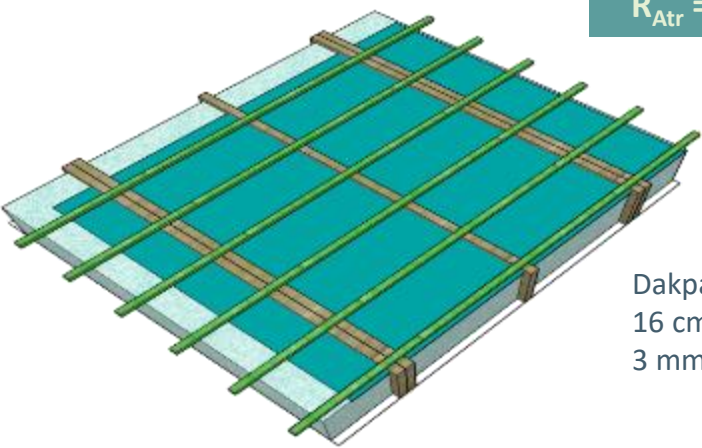
Geluidisolatie van gevels

Dakschilden

Zelfdragende dakpanelen

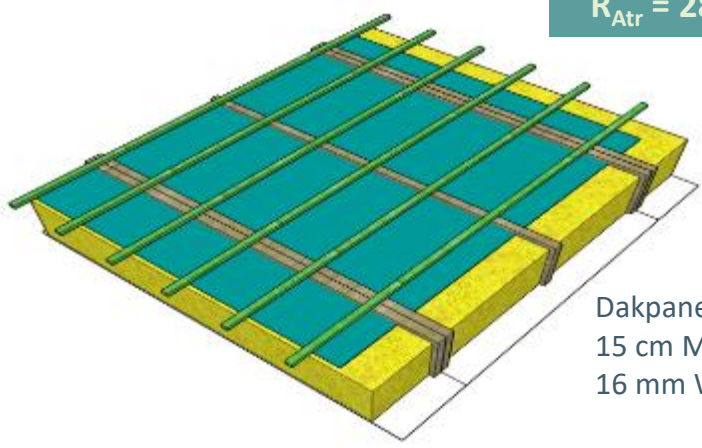
Openschalige elementen

$R_{Atr} = 20 \text{ dB}$



Dakpaneel
16 cm PU
3 mm WBP

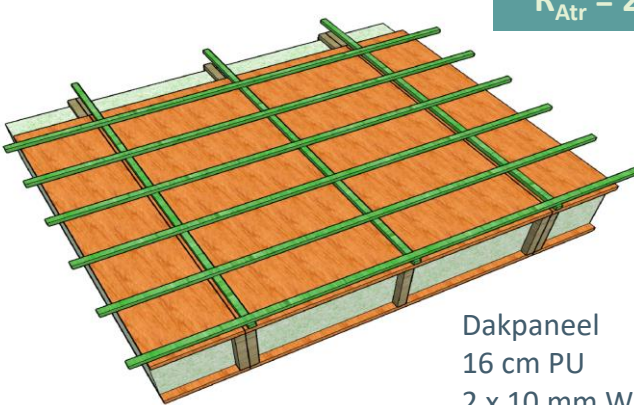
$R_{Atr} = 28 \text{ dB}$



Dakpaneel
15 cm MW
16 mm WBP

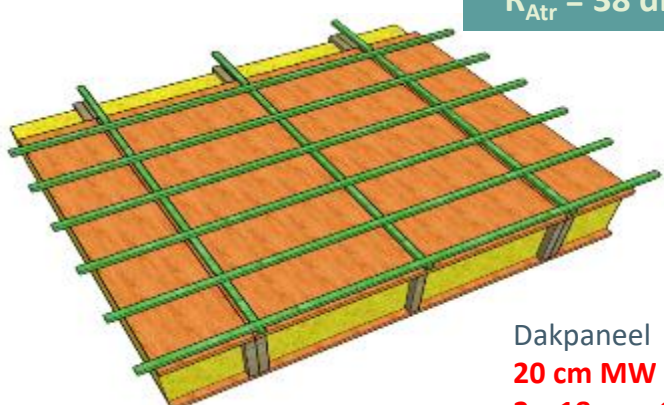
sandwichpanelen

$R_{Atr} = 25 \text{ dB}$



Dakpaneel
16 cm PU
2 x 10 mm WBP

$R_{Atr} = 38 \text{ dB}$



Dakpaneel
20 cm MW
2 x 18 mm OSB



Geluidisolatie van gevels

Ontkoppeling !
Absorberende spouwvulling !
Plaatmassa's !

Zwakste schakels ...



Akoestische optimalisatie van de gebouwschil

Zwakste schakels ...

“Zwakste schakels bepalen de geluidisolatie”

$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,i}}{10}} \right)$$



R_{Atr}

30

- Geluidslekken (openingen)
- Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters
- Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand, venster/wand, ...)
- Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie
- Dakkoepels uit polycarbonaat
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie
- Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen
- Dakconstructies (zonder extra onafhankelijke onderafwerking) uit lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol
- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie
- Vensters met traditionele thermische beglazingen waarvan meer dan 30 % van de dagopening ingenomen wordt door de raamconstructie

40

- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting
- Traditionele dakconstructies met minerale wol als thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)
- Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de spouw

Normale, geluiddempende ventilatieroosters
Gewone akoestische beglazingen

- Wanden met houtskeletbouw en gevelsteen
- Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A)
- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)
- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (zwaardere kwaliteit, grotere dikte)

Suskasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters
Traditioneel metselwerk (9 cm gevelsteen uit baksteen, spouw al of niet met thermische isolatie, 14 cm baksteen, spouwhaken)

50

- Zwaar metselwerk
- Ontdubbelde vensterconstructies
- Betonwanden, betonnen dakconstructies



Geluidisolatie van “zwakke” gevelelementen

Ventilatie-roosters

$$D_{ne,w} + C_{tr} = D_{ne,Atr}$$

« Klassieke » ventilatie-roosters: $D_{ne,Atr} = +/- 25 \text{ tot } 30 \text{ dB}$

TF ('open' toestand)
 $= D_{nT,w} + C_{tr}$



source : www.alusta.be



Geluidisolatie van gevels



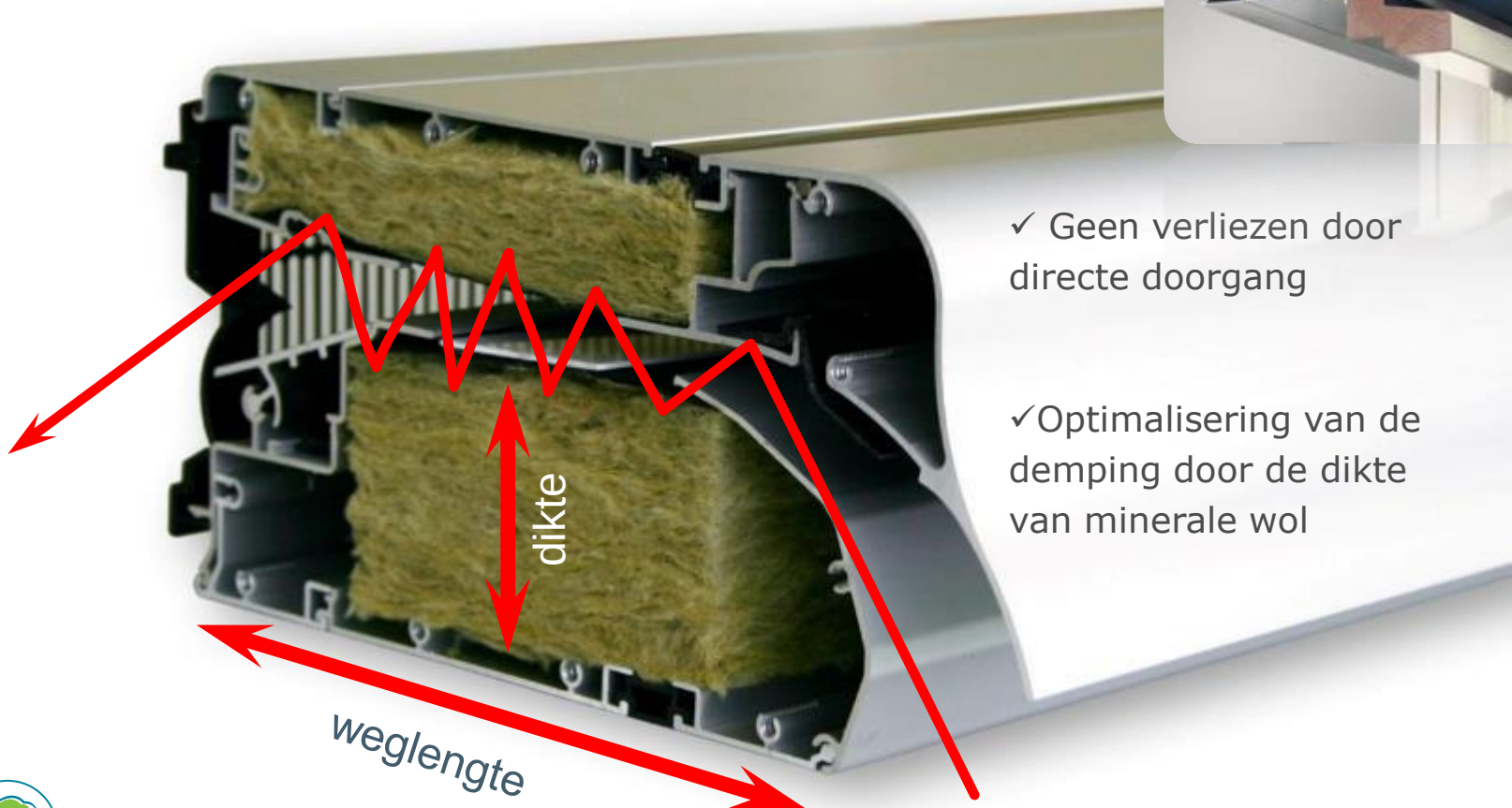
$D_{ne}\text{-waarde} \approx R\text{-waarde} + 10 \text{ dB}$

Geluidisolatie van “zwakke” gevelelementen

Ventilatieroosters : akoestische optimalisatie

$$D_{ne,w} + C_{tr} = D_{ne,Atr}$$

Akoestische ventilatieroosters



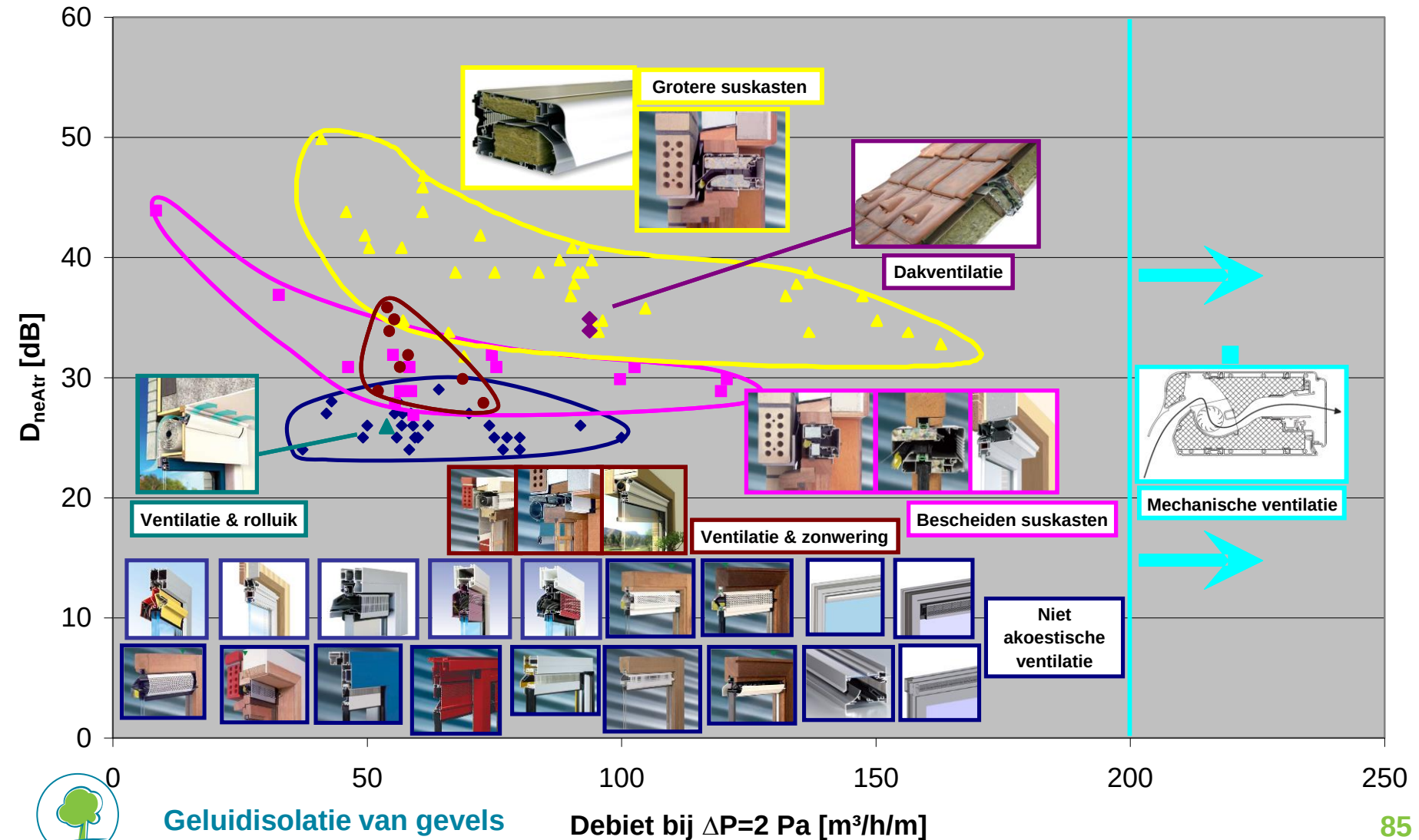
✓ Geen verliezen door directe doorgang

✓ Optimalisering van de demping door de dikte van minerale wol



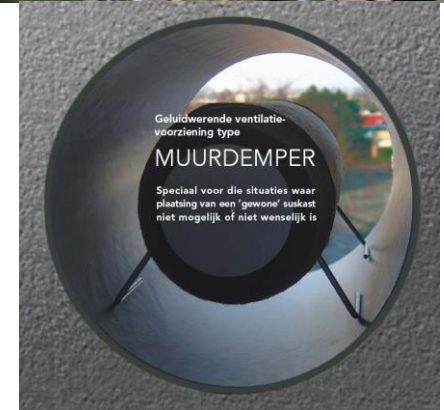
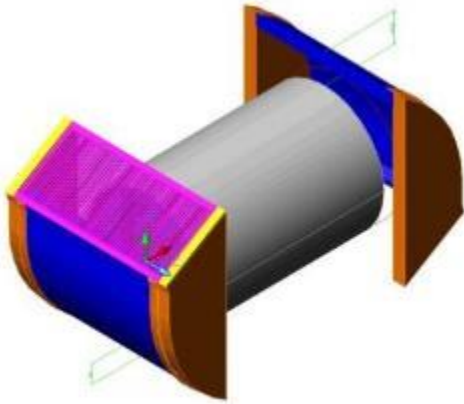
Geluidisolatie van “zwakke” gevelelementen

Ventilatieroosters : geluiddemping versus debiet



Geluidisolatie van “zwakke” gevelelementen

Akoestisch gedempte muurrooster



Tot slot



Om te onthouden van de presentatie

- Belang van laagfrequente bi-bu geluidisolatie (+ C_{tr})
- In situ geluidisolatie van het gevelvlak : D_{Atr}
- Labo-prestatie van geveleelementen : R_{Atr} of D_{neAtr} ($< 1m^2$)
- Noodzakelijke geluidisolatie van vensters en ventilatieroosters te bepalen via
 - ▶ ISO 12354-3 rekenmethode
 - ▶ Interpolatietabellen of NBN-ontwerptool
- Zwakste schakels (R_{Atr}) en oppervlakte-verhoudingen (S) bepalen de samengestelde geluidisolatie
- Optimalisatie van « zwakke » gevelelementen : massa, ontkoppeling, geluidabsorptie



Nuttige tools, websites, ...:

- Gids Duurzame Gebouwen



➤ [Welcom](#)



© Jovan Rosewell / Unsplash.com

➤ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)

- Voorziening | [Akoestiek van een massieve enkele wand](#)
- Voorziening | [Akoestiek van een lichte gipskartonwand](#)
- Voorziening | [Akoestiek van een massieve dragende vloerplaat](#)
- Voorziening | [Contactgeluidisolerende materialen en systemen](#)
- [Overzicht van de voorzieningen](#)



Source: Pexels / Pixabay.com

➤ Dossier | [De bijdrage van het gebouw aan de geluidshinder in de wijk beperken](#)



Referenties & extra informatie:

- GIDS DUURZAME GEBOUWEN, Fiche: G_WEL01 Het akoestisch comfort verzekeren <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be/nl/g-wel01-het-akoestisch-comfort-verzekeren.html?IDC=1048&IDD=6179>
- NBN S 01-400-1: Akoestische criteria voor woongebouwen, NBN, 2008
- NBN S 01-400-2: Akoestische criteria voor schoolgebouwen, NBN, 2012
- NBN S 01-400: Criteria van de akoestische isolatie, NBN, 1977
- NBN EN 12354-3: Building acoustics - Estimation of acoustic performance of building from the performance of elements - Part 3: Airborne sound insulation against outdoor noise, NBN, 2000
- Bouwakoestiek, Hogere Cursus Akoestiek, KVIV, G. Vermeir, 2003
- Noise and vibration control, L.L. Beranek, 1988
- www.wtcb.be (WTCB-publicaties en Normen)
- www.normen.be/akoestiek



Contact

Debby WUYTS, ir. arch.

Hoofd Laboratorium Akoestiek, WTCB

Coördinaten :

☎ : +32 2 655 77 11

E-mail : debby.wuyts@bbri.be



Bent u een Brusselse bouwprofessioneel...

- Actief in de sector van **duurzaam bouwen** en **bouw 4.0**
- Die inzet op **nieuwe en innovatieve bouwtechnieken**
- Om uw **competentie, rendement en marktaandeel** te verhogen?

Bent u hiervoor op zoek naar ...

- Professionele **technologische ondersteuning**
- Betrouwbare en onafhankelijke **marktinformatie**
- Financieringsmogelijkheden en subsidies
- Informatiesessies over de nieuwste technologieën binnen uw domein

om uw **innovatief idee** verder uit te werken en te realiseren?

Neem dan vandaag nog contact op met “C-Tech”, uw WTCB-partner met:

- een groot **multidisciplinair** team van experts
- jarenlange **ervaring** op de **werf** en in **onderzoek**
- een uitgebreid **regionaal én internationaal** netwerk

om uw innovatief idee of nieuwe praktijk in alle vertrouwelijkheid te concretiseren!



Geluidisolatie van gevels



Wenst u gebruik te maken van deze gratis ondersteuning? Bel of mail ons dan vandaag nog!



C-TECH c/o WTCB

Technologische Dienstverlening
«Duurzaam Bouwen» Brussel

Dieudonné Lefèvrestraat 17
1020 Brussel



Telefoonnummer: 02 655 77 11
E-mail: c-tech.brussels@bbri.be
www.c-tech.brussels

EEN DIENST VAN



IN SAMENWERKING MET



MET DE ONDERSTEUNING VAN

