

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

GEBOUWSCHIL:
DAKRENOVATIE

HERFST 2025

Bescherming tegen lawaai
Akoestiek

Julie RENAUX
écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ Enkele basisbegrippen, gebruikelijke termen en basisprincipes van de geluidsisolatie (her)bekijken
- ▶ De geluidsbronnen identificeren die van toepassing zijn voor het dak, evenals de eisen die ermee samenhangen.
- ▶ De isolatieoplossingen m.b.t. deze geluidsbronnen evenals de regels van goede praktijk en aandachtspunten doornemen.



IN THEORIE: CONTEXT EN BASISBEGRIPPEN

- ▶ **Luchtgeluiden**
- ▶ **Contactgeluiden**
- ▶ **Geluiden van installaties**
- ▶ **Basisprincipes**

IN DE PRAKTIJK

- ▶ Isolatie tegen luchtgeluiden
- ▶ Isolatie tegen contactgeluiden
- ▶ Isolatie tegen geluiden van installaties
- ▶ Geluidsabsorptie



Normen

- ▶ **NBN S 01-401: 1988** (Akoestiek - Grenswaarden voor de geluidsniveaus om het gebrek aan comfort in gebouwen te vermijden)

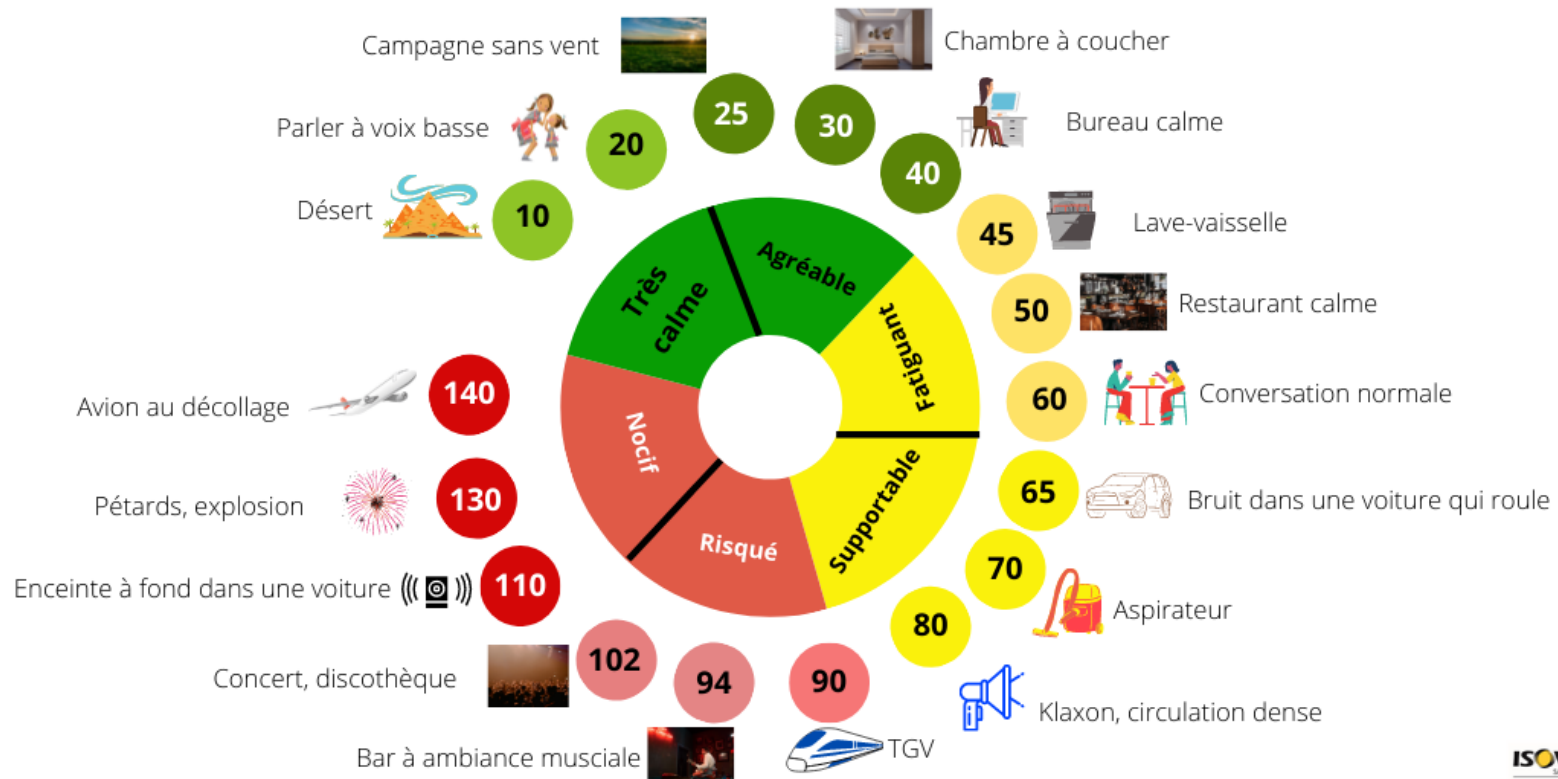
NEW

- ▶ **NBN S 01-400-1: 2022** (Akoestische criteria voor woongebouwen - geactualiseerde norm)
- ▶ **NBN S 01-400-2: 2012** (Akoestische criteria voor schoolgebouwen - geactualiseerde norm)
- ▶ **NBN S 01-400: 1977** en **NBN S 01-401: 1988** (kantoren, ziekenhuizen, rusthuizen en hotels)
 - binnenkort vervangen door de **NBN S 01-400-3**
- ▶ **NBN EN 15251:2007** (Binnenmilieu-gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek)



Decibel

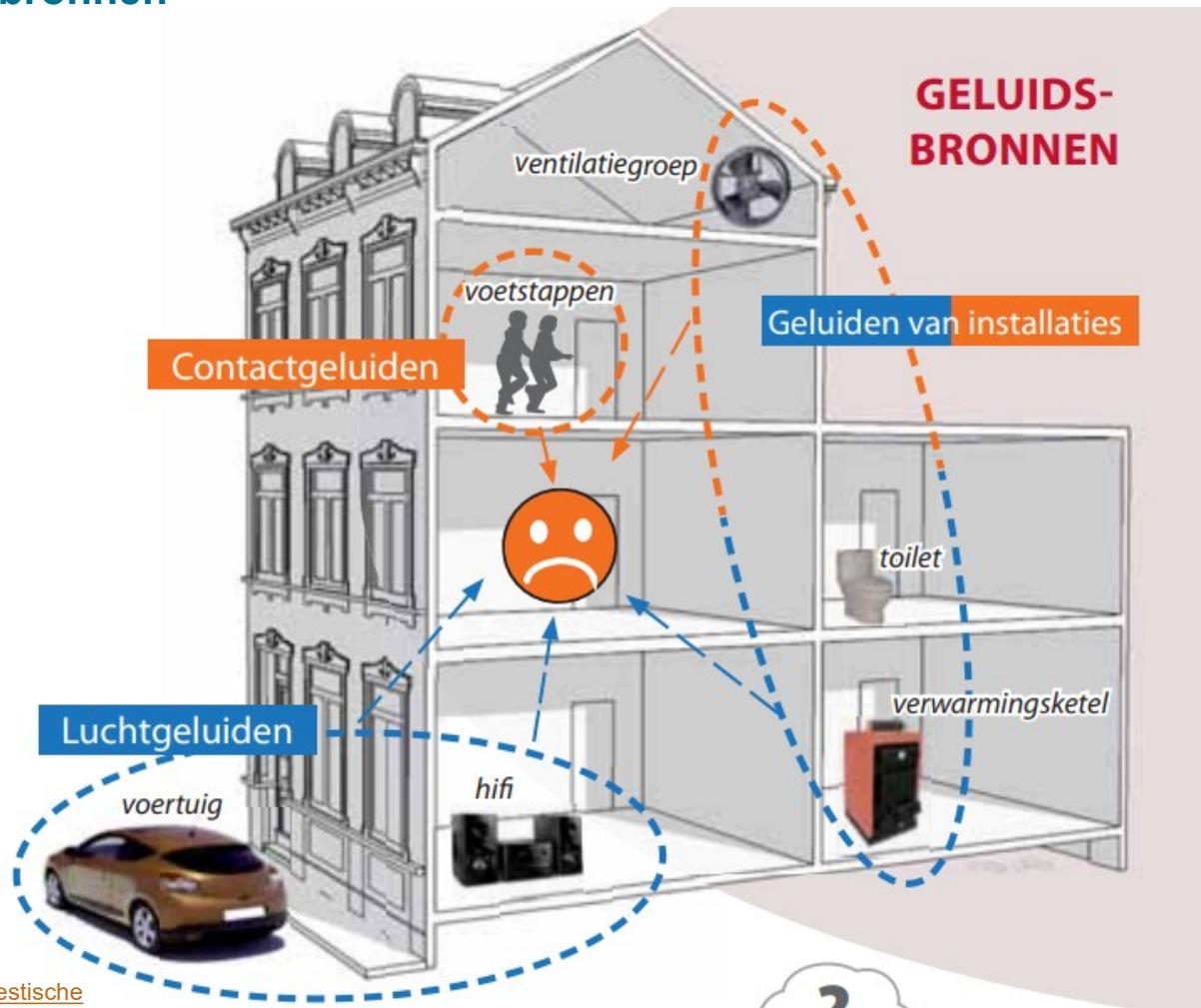
Echelle du bruit



Bron:



Geluidsbronnen

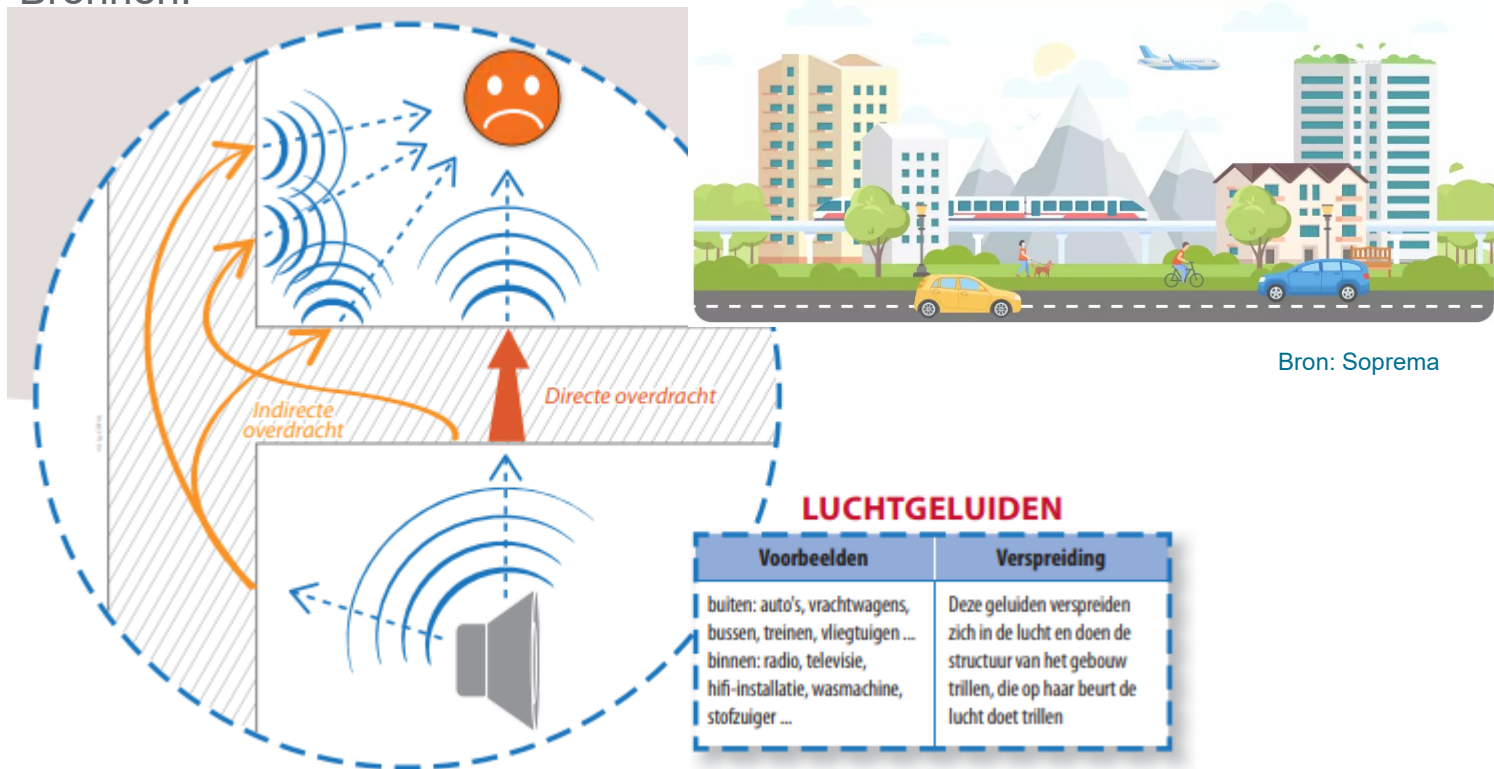


Bron: Brochure
[Stand van zaken over akoestische
isolatie - doelstelling: het
akoestisch comfort van gebouwen
garanderen](#)



Definitie en bronnen

- ▶ Luchtgeluid wordt gegenereerd door een geluidsbron waarvan de trillingen aan de omgevende lucht worden overgedragen
- ▶ Bronnen:



Bron: Soprema

Bron: Brochure

Stand van zaken over akoestische isolatie - doelstelling: het akoestisch comfort van gebouwen garanderen



Normatieve eisen

- ▶ **NBN S 01-400-1: 2022** (Akoestische criteria voor woongebouwen - geactualiseerde norm)
 - Geluidsisolatie van de gevels

Tableau 3 – Critères pour l'isolation des pans de façade pour les trois niveaux de performances

Local à protéger	Classe A	Classe B	Classe C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB}$ et $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}$		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}$
	 $D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}$		

Bron: Buildwise



Blootstelling aan geluid

► Online cartografie

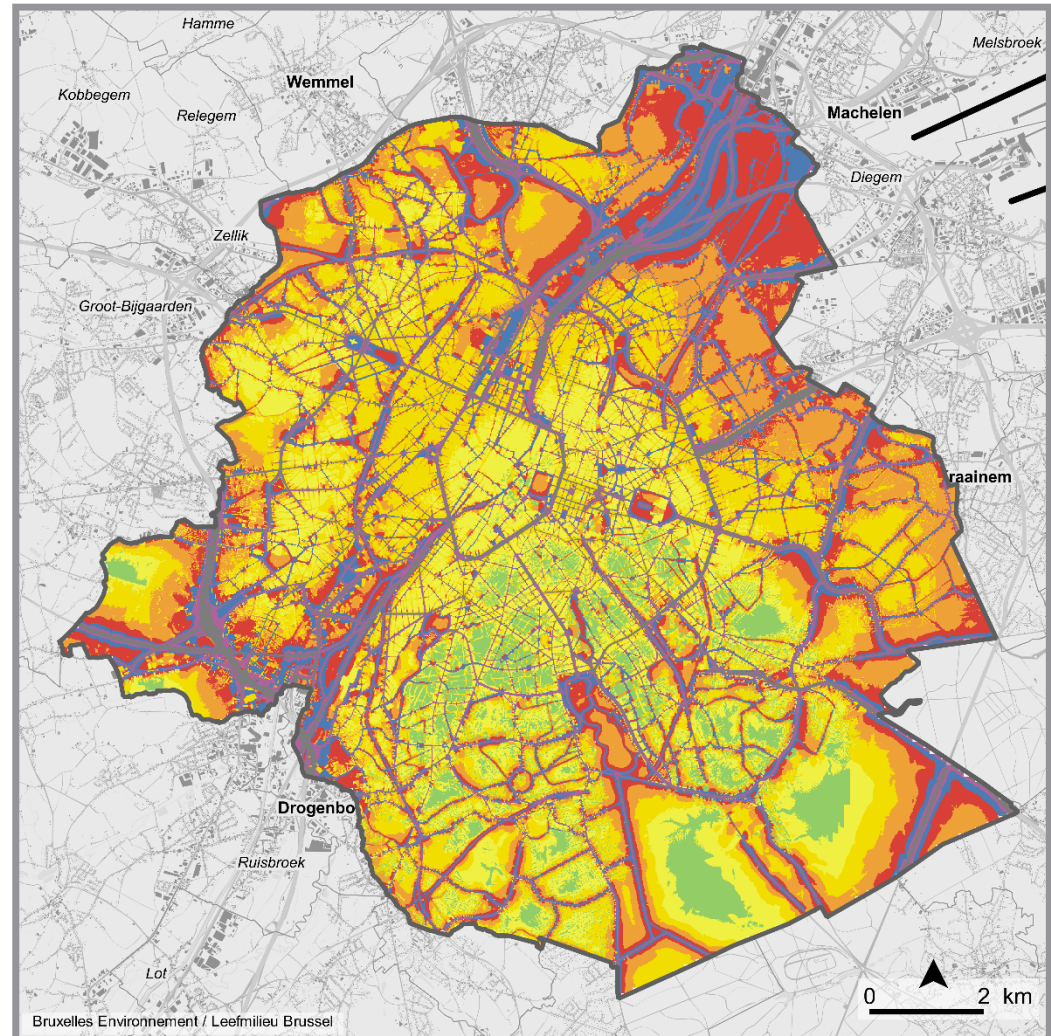
Lden

< 45 dB(A)	Très calme / Heel Stil
45 - 50 dB(A)	
50 - 55 dB(A)	Calme / Stil
55 - 60 dB(A)	
60 - 65 dB(A)	Bruyant / Lawaaierig
65 - 70 dB(A)	
70 - 75 dB(A)	Très bruyant / Heel lawaaierig
≥ 75 dB(A)	

Cartographie du bruit multi-exposition en Région de Bruxelles-Capitale
Geluidskarten van het multi-blootstelling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Année 2016 - Jaar 2016

Indicateur Global - Lden - Globale indicator



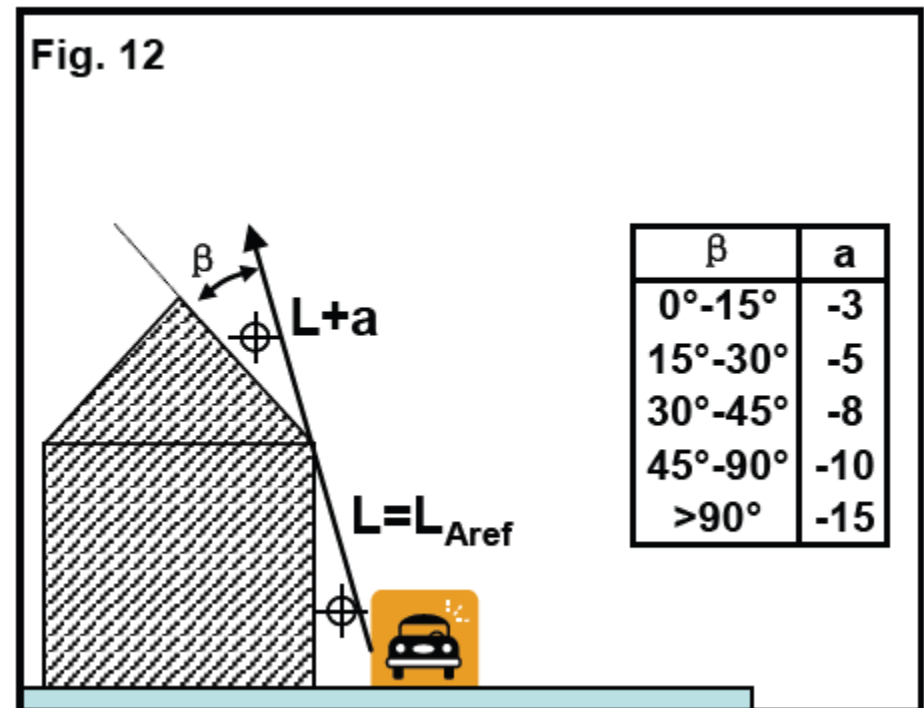
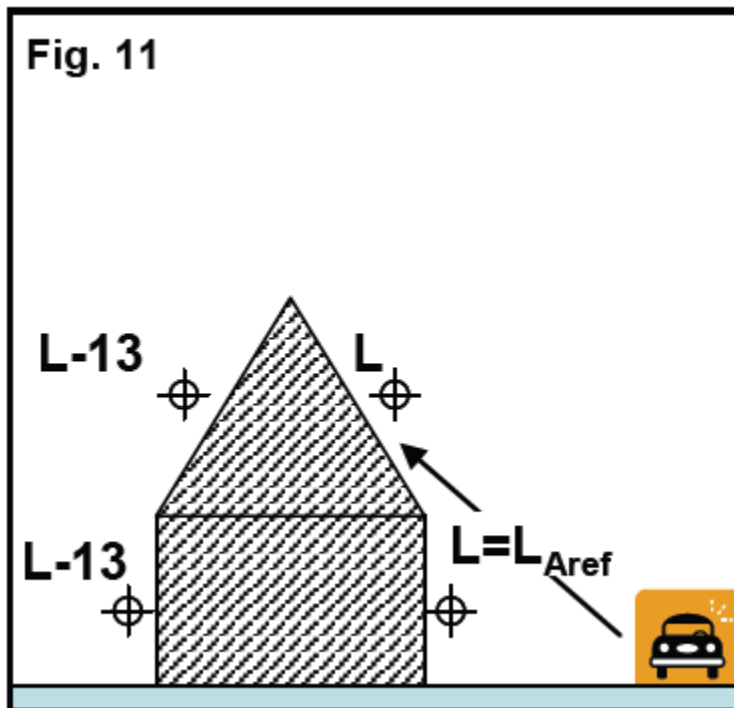
Niveau moyen annuel / Gemiddeld jaarniveau

Selon l'indicateur - Volgens indicator Lden (Day / Evening / Night)

Multi-exposition = bruit des transports routiers, ferroviaires et aériens
Multi-blootstelling = geluid van het vervoer over de weg, vervoer per spoor en luchtvervoer



Blootstelling aan geluid



Bron: NBN



Geluidsisolatie tegen luchtgeluiden – indicatoren

- R_w , R_A , R_{atr}

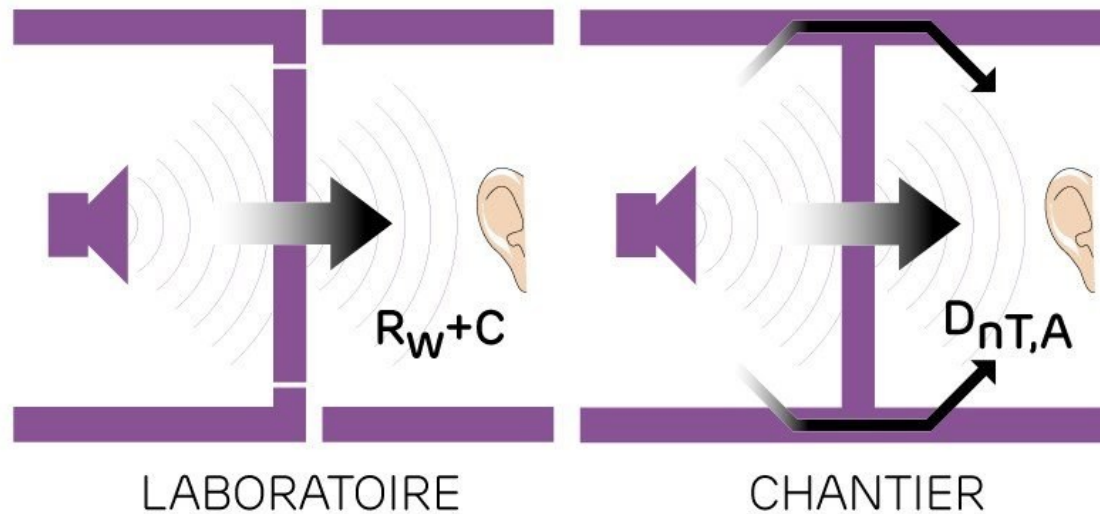
$R_w (C; C_{tr})$

55 (-2;-6) [dB]

$R_A = 53$ dB

$R_{Atr} = 49$ dB

- Geluidsverzwakkingsindex $\neq$ geluidsisolatie



Bron: Siniat



Geluidsisolatie tegen luchtgeluiden – indicatoren

- ▶ **R_w - Geluidsverzwakkingsindex van een element van de gebouwschil [dB]**

In het laboratorium gemeten eengetalswaarde van de isolatie van een element van de gebouwschil tegen luchtgeluiden. Des te hoger de waarde van de geluidsverzwakkingsindex R_w , des te beter de geluidsisolatie.

⇒ **Eigen aan een element**

- ▶ **R_{Atr} - Geluidsverzwakkingsindex van een element van de gebouwschil t.o.v. verkeersgeluiden [dB]**

In het laboratorium gemeten eengetalswaarde van de isolatie van een element van de gebouwschil tegen verkeersgeluiden, waarbij $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$. Des te hoger de R_{Atr} -waarde, des te performanter de isolatie.

⇒ **Eigen aan een element**

- ▶ **D_{Atr} - Geluidsisolatie in situ van een vlak van de gebouwschil [dB]**

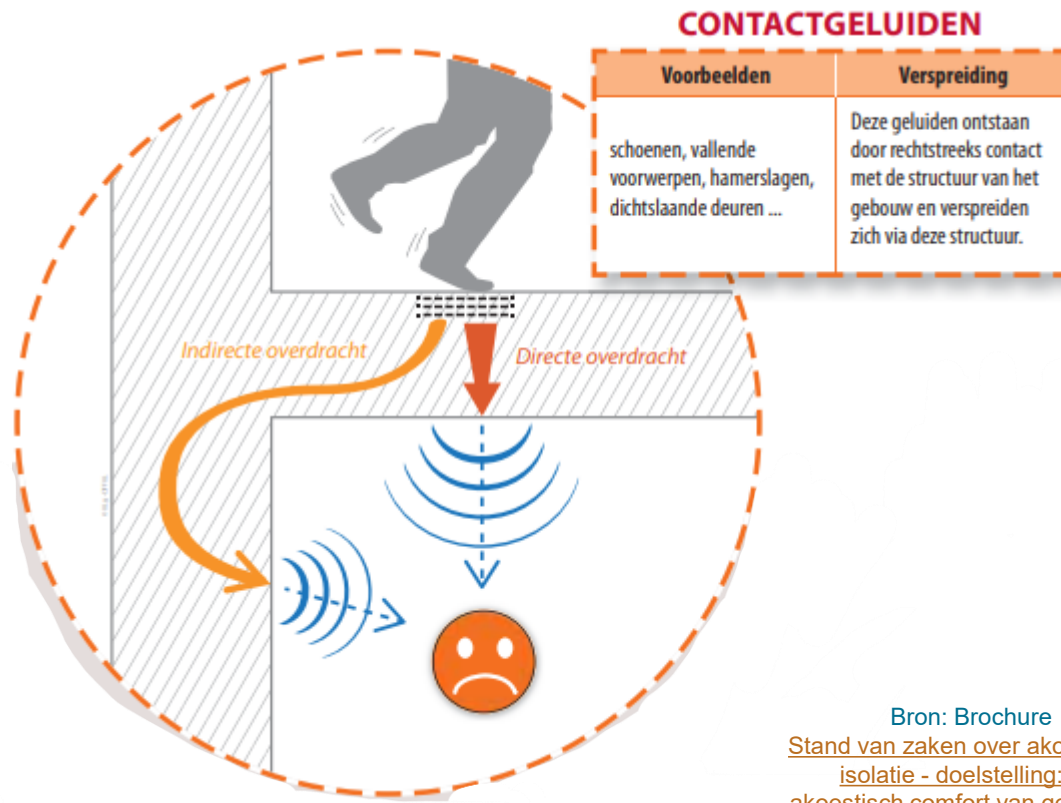
In situ gemeten eengetalswaarde van de isolatie van een vlak van de gebouwschil (bijv. een dakvlak) tegen de geluiden gegenereerd door stedelijk wegverkeer.

⇒ **Eigen aan een configuratie**



Definitie en bronnen

- ▶ Geluiden die worden gegenereerd door een direct contact met de structuur van het gebouw en die zich via de structuur verspreiden.
- ▶ Bronnen:



Bron: Brochure
Stand van zaken over akoestische
isolatie - doelstelling: het
akoestisch comfort van gebouwen
garanderen



Geluidsisolatie tegen contactgeluiden – indicatoren

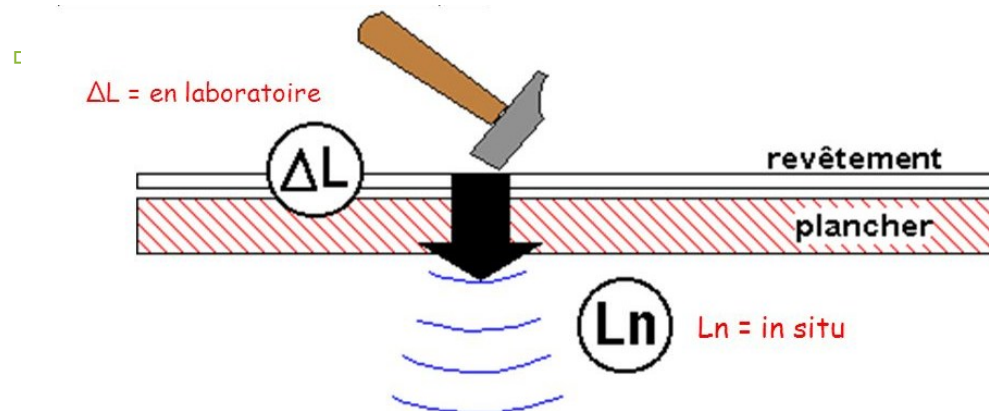
- ▶ ΔL_w [dB] – Genormaliseerde verbetering van de geluidsisolatie tegen contactgeluiden

Des te hoger de waarde, des te beter de prestaties van het systeem

⇒ **Eigen aan een product in een bepaalde wandsamenstelling**

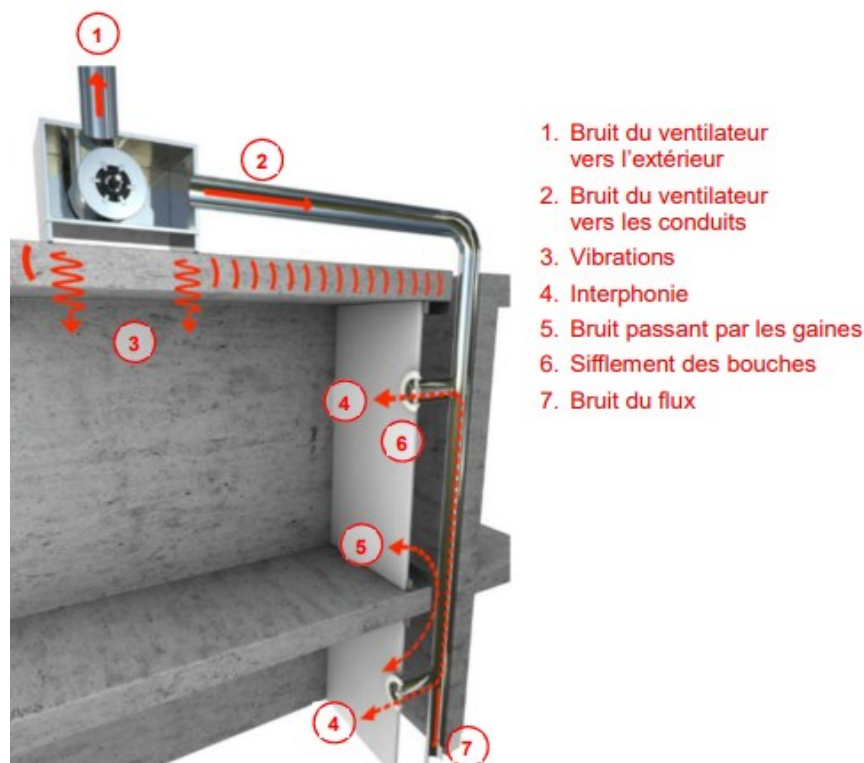
- ▶ $L'_{nT,w}$ [dB] – Gewogen drukniveau van het in situ gemeten gestandaardiseerde contactgeluid

Stemt overeen met het geluidsdrukniveau bij ontvangst van een genormaliseerd contactgeluid, gecorrigeerd overeenkomstig de nagalmtijd van de betreffende ruimte. Des te kleiner deze indicator, des te beter de isolatie.



Definitie en bronnen

- ▶ Geluiden gegenereerd door toestellen die aan de structuur van het gebouw bevestigd zijn. Ze verspreiden zich via deze structuur en via de lucht.
- ▶ Lucht- en contactgeluiden
- ▶ Bronnen: warmtepomp, ventilatiesysteem, ...

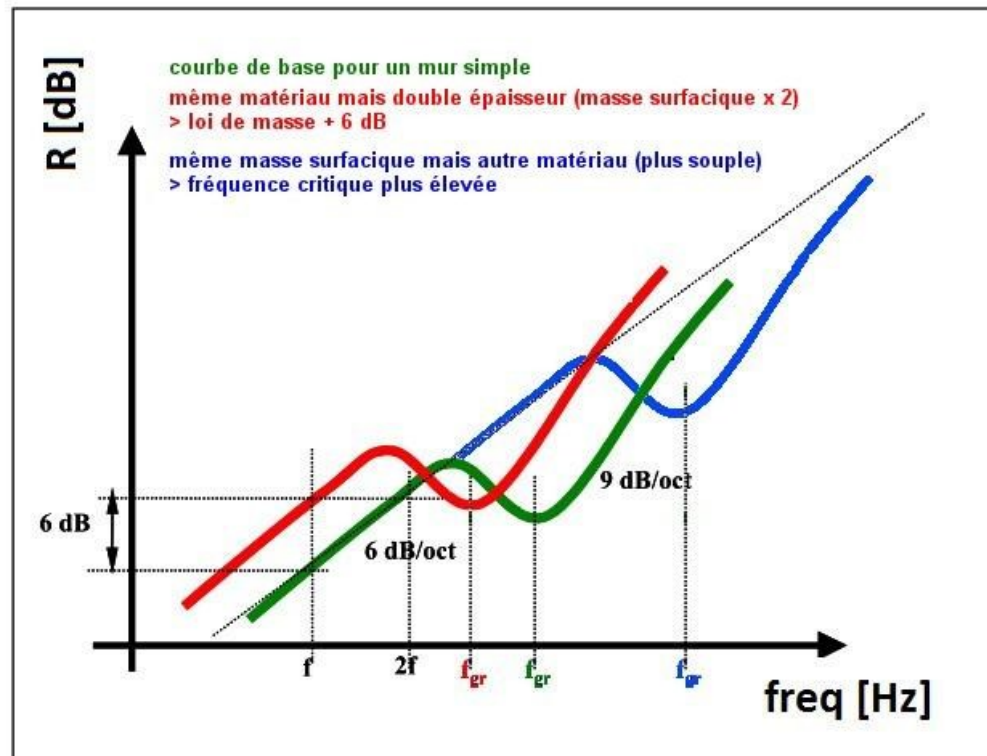


Bron: Leefmilieu Brussel



Massawet:

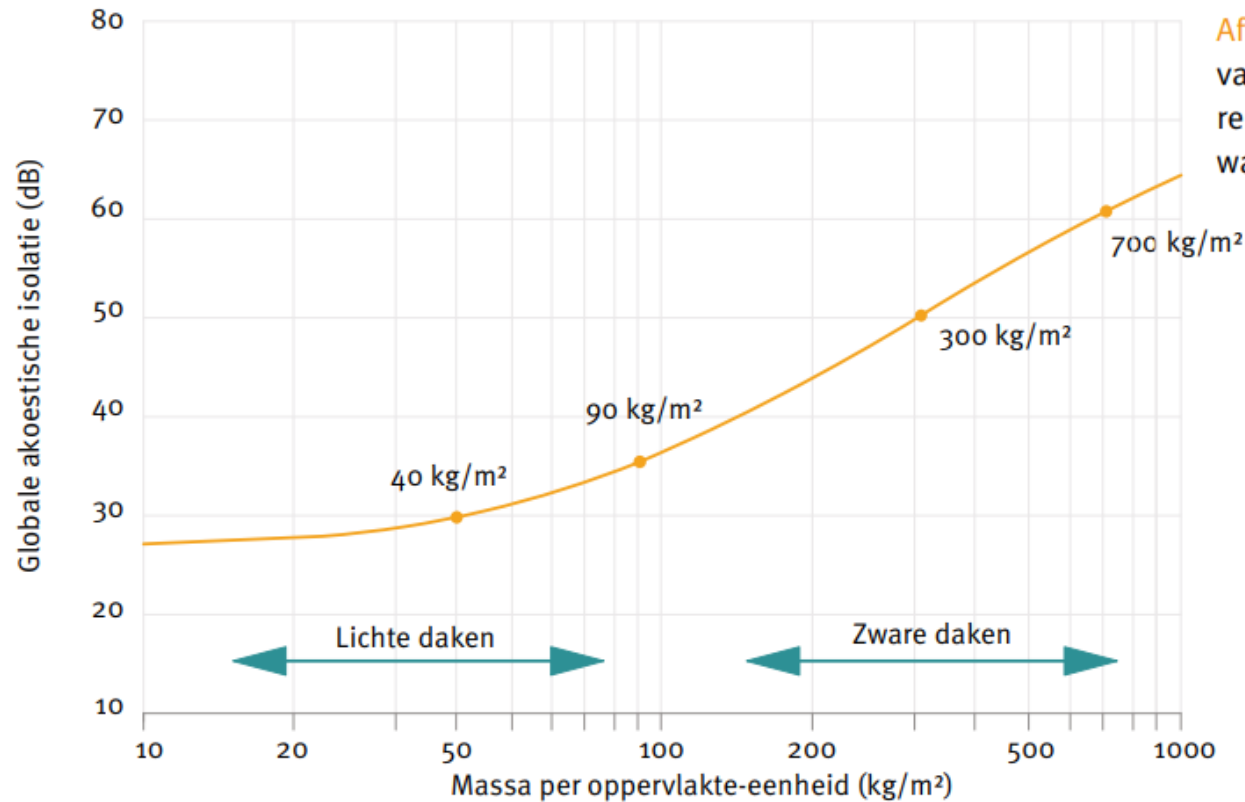
- Des te zwaarder de wand, des te beter de isolatie tegen luchtgeluiden.
- Door de verdubbeling van de massa neemt de geluidsverzwakkingsindex R van een wand met 4-6 dB toe.



Bron: Tractebel



Massawet

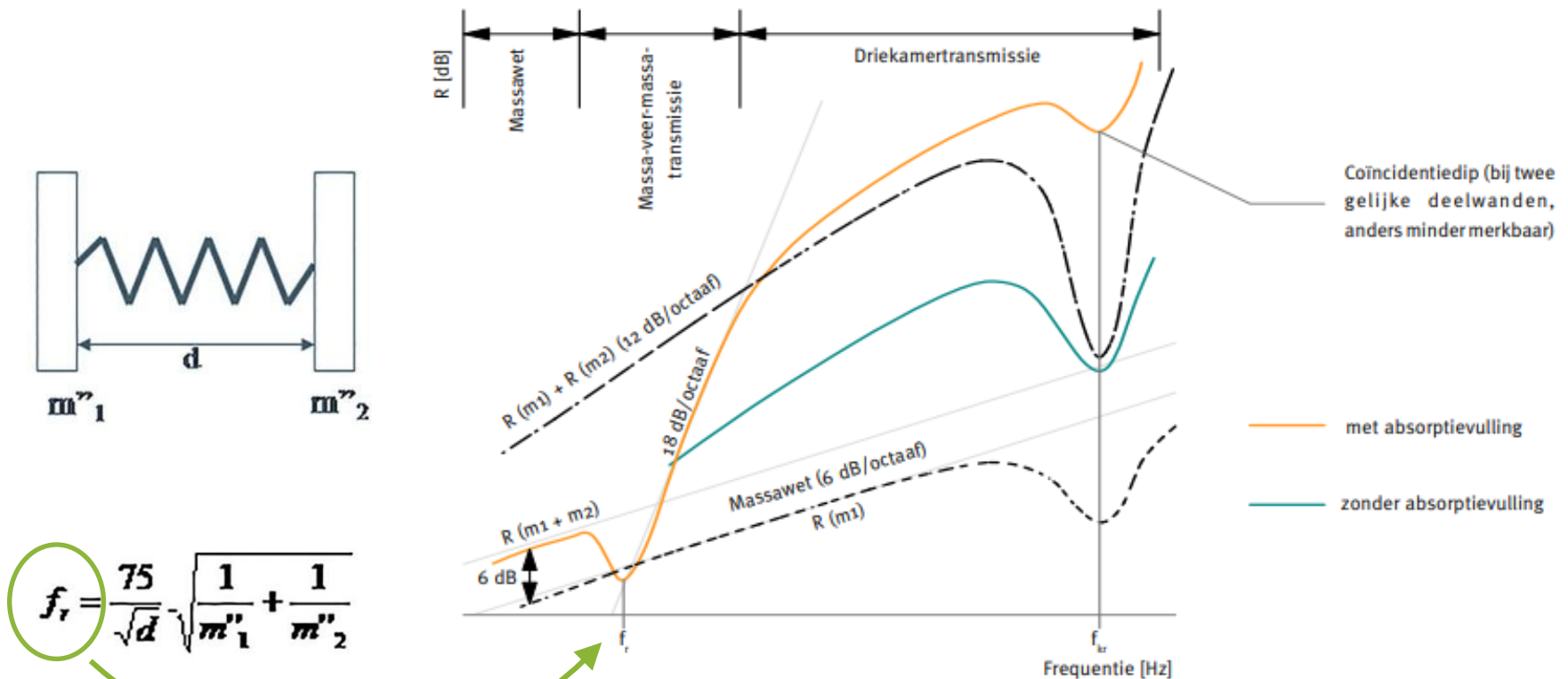


Afb. 18 Luchtgeluidsisolatie in functie van de oppervlaktemassa: empirische relatie in het geval van enkelvoudige wanden.

Bron: Buildwise



Het 'massa-veer-massa'-effect (MVM)



Afb. 92 Schematische evolutie van de geluidsverzwakkingsindex van dubbele wanden.

Bron: Buildwise



IN THEORIE: CONTEXT EN BASISBEGRIPPEN

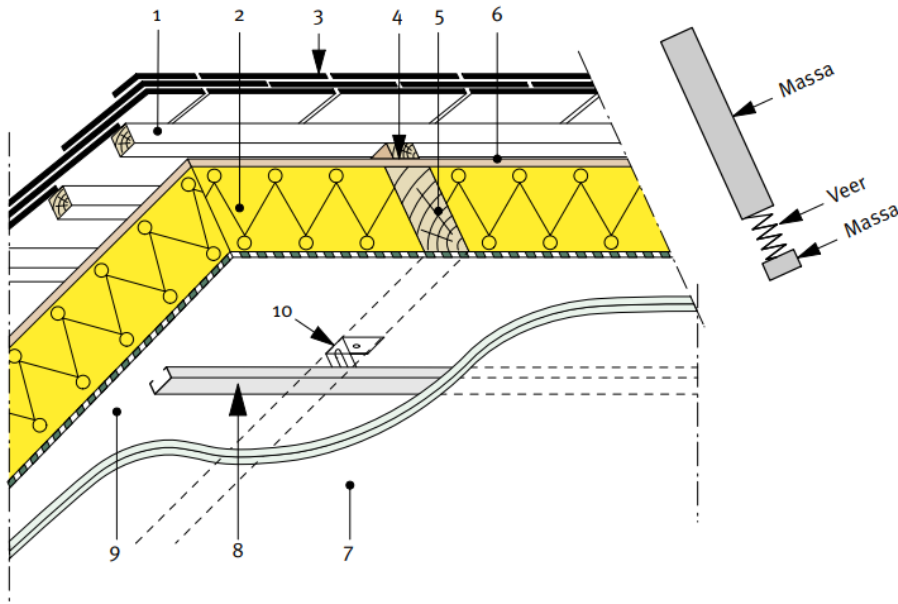
IN DE PRAKTIJK

- ▶ **Isolatie tegen luchtgeluiden**
- ▶ **Isolatie tegen contactgeluiden**
- ▶ **Isolatie tegen geluiden van installaties**
- ▶ **Geluidsabsorptie**



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

► Principe



Afb. 6 Toepassing van het 'massa-veer-massa'-principe op hellende daken.

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Panlat | 7. Binnenbekleding |
| 2. Isolatie | 8. Metalen profiel voor de bevestiging van het plafond |
| 3. Dakbedekking | 9. Lucht- en damp scherm |
| 4. Tengellat | 10. Bevestiging van het plafondprofiel (eventuele akoestische variant) |
| 5. Spantbeen | |
| 6. Onderdak | |

Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- ▶ Optimalisering van de buitenmassa
 - Plat dak: een zware afdichting kiezen
bijv. zware roofing in plaats van EPDM

Beter maar beperkt effect

- Hellend dak:

Zwaar stijf onderdak



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Optimalisering van de veer
 - Een geluidsabsorberende vezelachtige isolatie kiezen. Geen isolatie met gesloten cellen (PU, XPS, EPS...)

Wol (houtwol, minerale wol, enz.), ingeblazen (cellulose, houtvezels, enz.)



- De dikte van de isolatie vergroten

Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

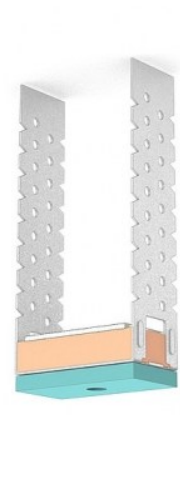
- Optimalisering van de veer
 - Voor akoestische bevestigingsprofielen kiezen



Bron: Buildwise



Bron: Gyproc



- Volledige scheiding via zelfdragend verlaagd plafond

Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Optimalisering van de binnenmassa
 - De oppervlaktemassa van de afwerking vergroten:



Leemplaat 25 mm
 $\approx 36 \text{ kg/m}^2$

Gipsvezelplaat 18 mm
 $\approx 21,5 \text{ kg/m}^2$

Gipsvezelplaat 12,5 mm
 $\approx 15 \text{ kg/m}^2$

Dubbele gipsplaat 9,5 mm
 $\approx 15 \text{ kg/m}^2$

Akoestische gipsplaat 12,5
 $\approx 12,5 \text{ kg/m}^2$

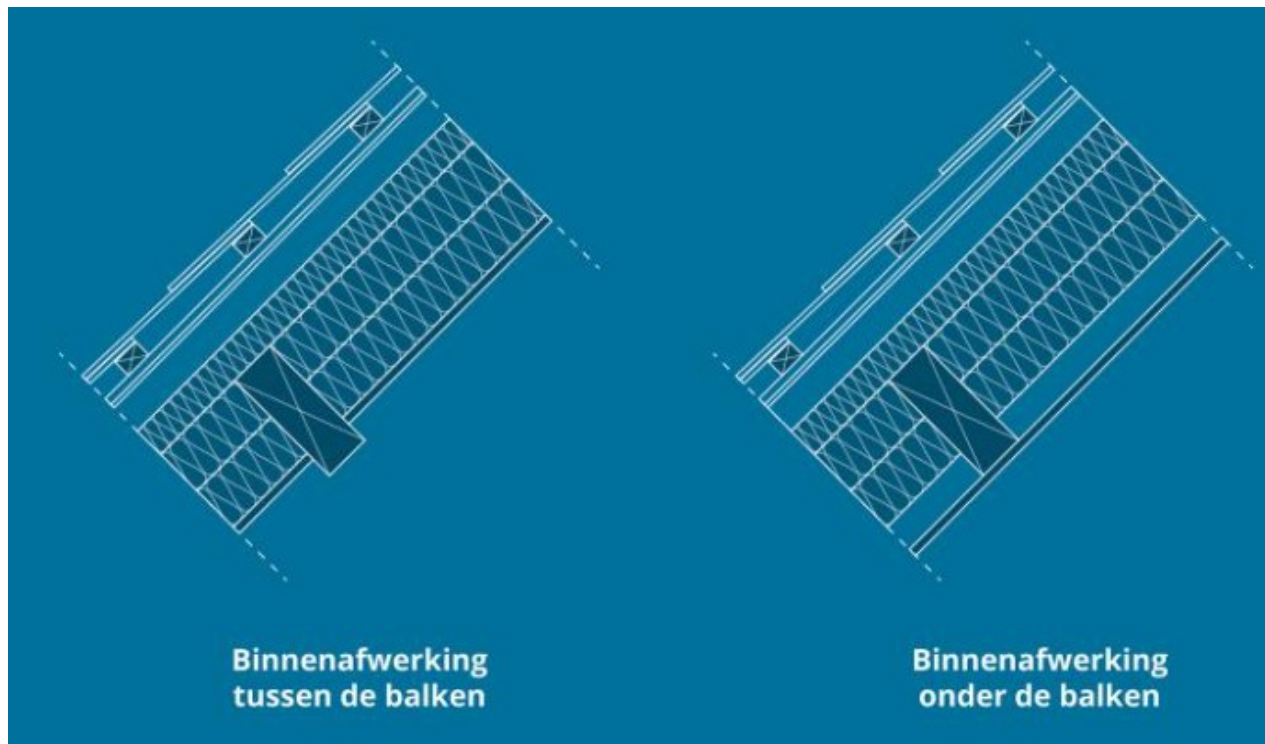
Gipsvezelplaat 10 mm
 $\approx 11,5 \text{ kg/m}^2$

Enkele gipsplaat 9,5 mm
 $\approx 7,5 \text{ kg/m}^2$



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Optimalisering van de binnenmassa
 - Continue plaatsing van de binnenafwerking



Bron: Leefmilieu Brussel



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Enkele ordes van grootte

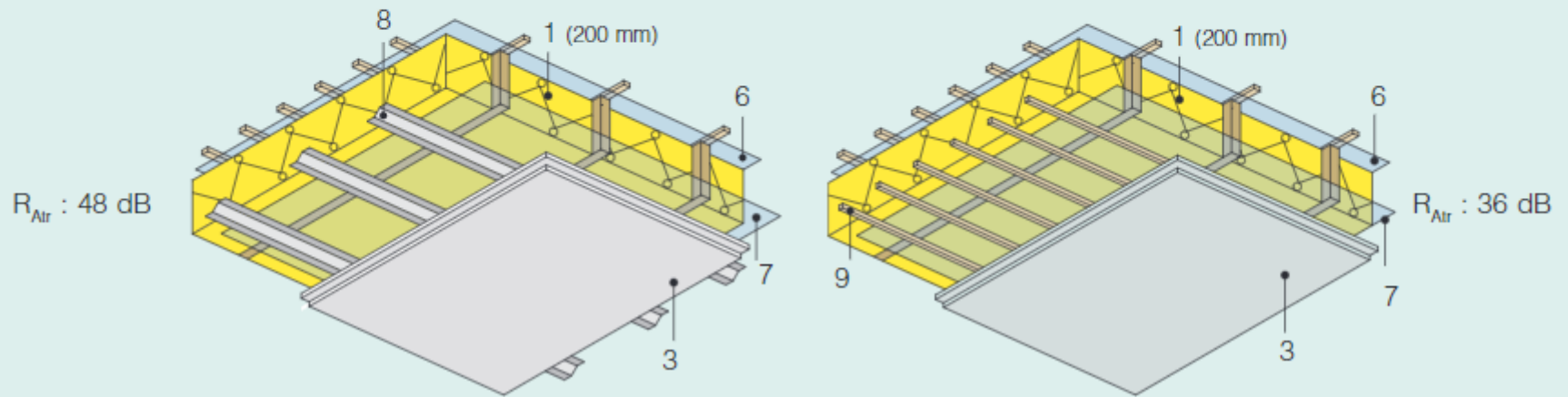
LEGENDE

1. Akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
2. Niet-akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
3. Gipsplaat van 12,5 mm dik (al dan niet dubbel geplaatst)
4. WBP (*Weather and Boil Proof*) multiplex platen
5. OSB
6. Onderdak (indien nodig)

7. Lucht- en dampscherm op OSB
8. Veerregels
9. Houten regelwerk
10. Spaanplaat

(*) De thermische weerstand van deze laag moet steeds kleiner zijn dan de helft van de weerstand van laag 2. Zie WTCB-Dossier 4/2008, katern 10.

TRADITIONELE CONSTRUCTIES EN GEÏNDUSTRIELSEERDE-SPANTENDAKEN :



Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Enkele ordes van grootte

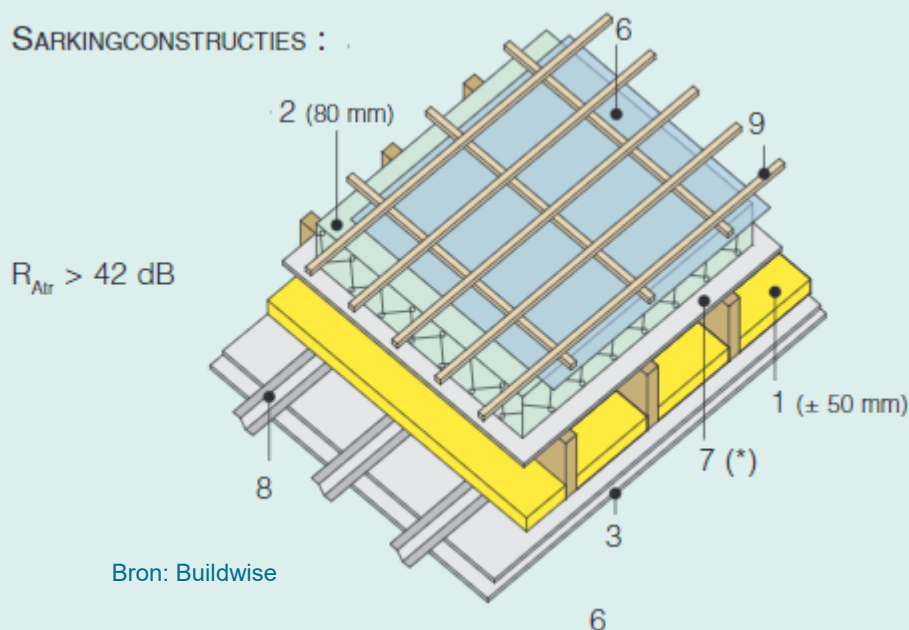
LEGENDE

1. Akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
2. Niet-akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
3. Gipsplaat van 12,5 mm dik (al dan niet dubbel geplaatst)
4. WBP (*Weather and Boil Proof*) multiplex platen
5. OSB
6. Onderdak (indien nodig)

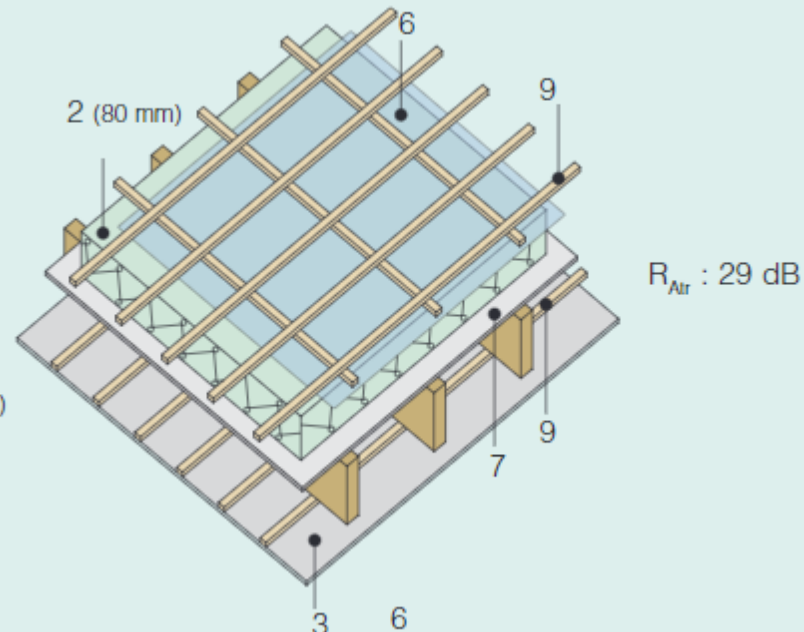
7. Lucht- en dampscherm op OSB
8. Veerregels
9. Houten regelwerk
10. Spaanplaat

(*) De thermische weerstand van deze laag moet steeds kleiner zijn dan de helft van de weerstand van laag 2. Zie WTCB-Dossier 4/2008, katern 10.

SARKINGCONSTRUCTIES :



Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Enkele ordes van grootte

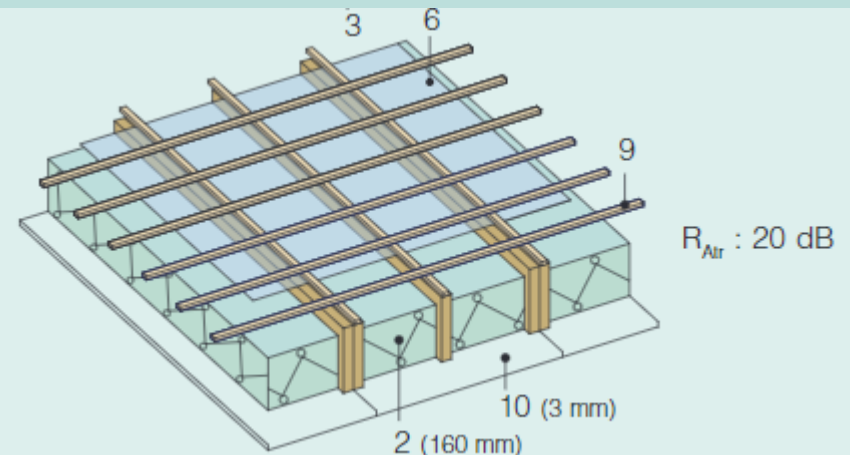
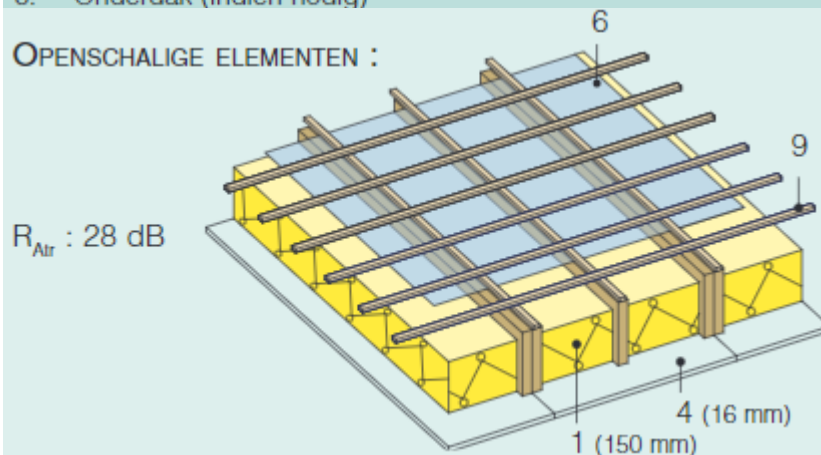
LEGENDE

1. Akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
2. Niet-akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
3. Gipsplaat van 12,5 mm dik (al dan niet dubbel geplaatst)
4. WBP (*Weather and Boil Proof*) multiplex platen
5. OSB
6. Onderdak (indien nodig)

7. Lucht- en damp scherm op OSB
8. Veerregels
9. Houten regelwerk
10. Spaanplaat

(*) De thermische weerstand van deze laag moet steeds kleiner zijn dan de helft van de weerstand van laag 2. Zie WTCB-Dossier 4/2008, katern 10.

OPENSCHALIGE ELEMENTEN :



Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- Enkele ordes van grootte

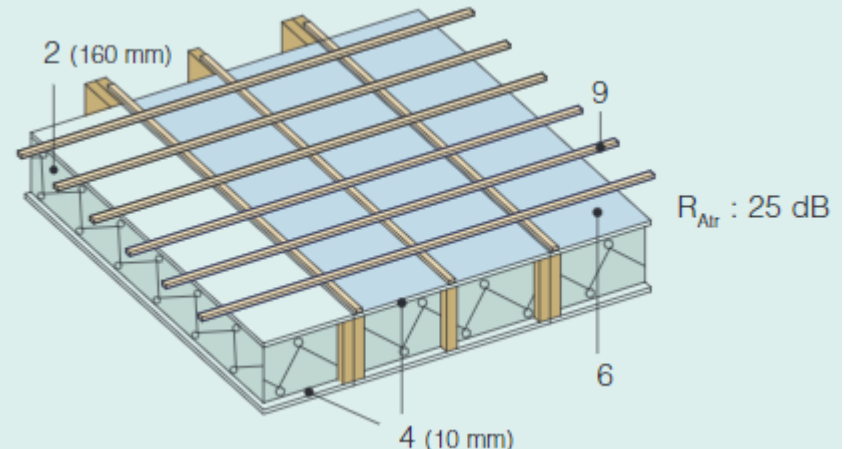
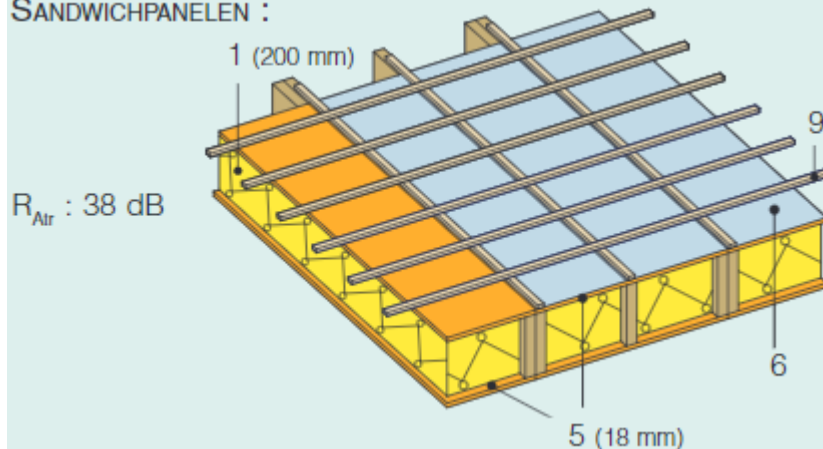
LEGENDE

1. Akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
2. Niet-akoestisch absorberend thermisch-isolatiemateriaal
3. Gipsplaat van 12,5 mm dik (al dan niet dubbel geplaatst)
4. WBP (*Weather and Boil Proof*) multiplex platen
5. OSB
6. Onderdak (indien nodig)

7. Lucht- en damp scherm op OSB
8. Veerregels
9. Houten regelwerk
10. Spaanplaat

(*) De thermische weerstand van deze laag moet steeds kleiner zijn dan de helft van de weerstand van laag 2. Zie WTCB-Dossier 4/2008, katern 10.

SANDWICHPANELEN :

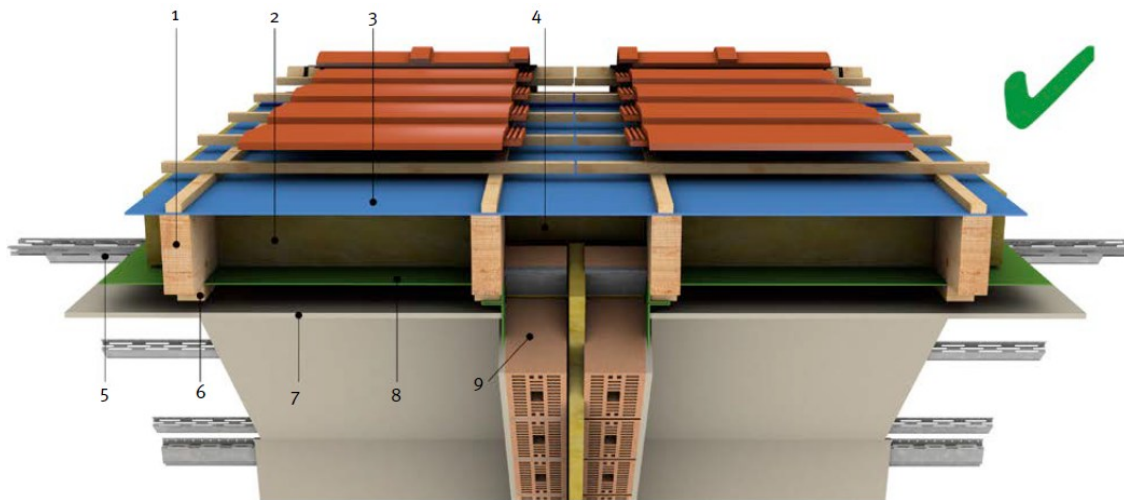


Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- ▶ Gemene muren, verbinding tussen twee ruimten
 - Zijdelingse overdracht vermijden
 - Aandachtspunten: positie van de structurele elementen, aard van de isolatie



1. Keper
2. Minerale wol of gelijkwaardig (cellulose, houtvezel ...)
3. Onderdakfolie

4. Rotswol (brandeigenschappen)
5. Veerregel
6. Extra houten lat (bevestiging luchtdichtheidsfolie)

7. Gipsplaat
8. Luchtdichtheidsfolie
9. Gemetste deelwanden

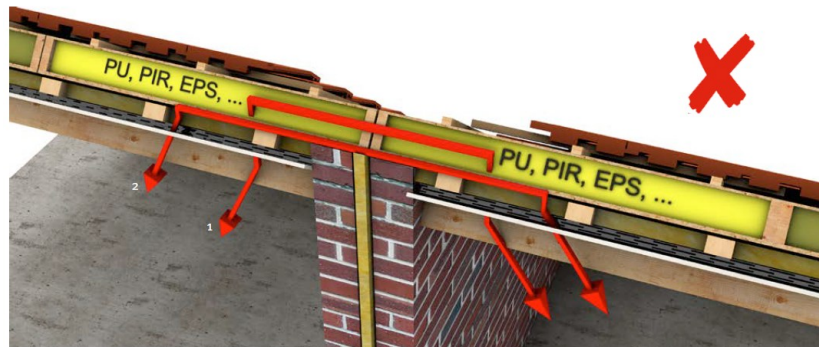
Bron: Buildwise

Afb. 34 Omloopgeluid bij een correcte uitvoering van de aansluiting met de dakconstructie: door kepers of spanten tegen de deelwanden te plaatsen, wordt het omloopgeluid verwaarloosbaar.



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- ▶ Gemene muren, verbinding tussen twee ruimten
 - Zijdelingse overdracht vermijden
 - Aandachtspunten: positie van de structurele elementen, aard van de isolatie

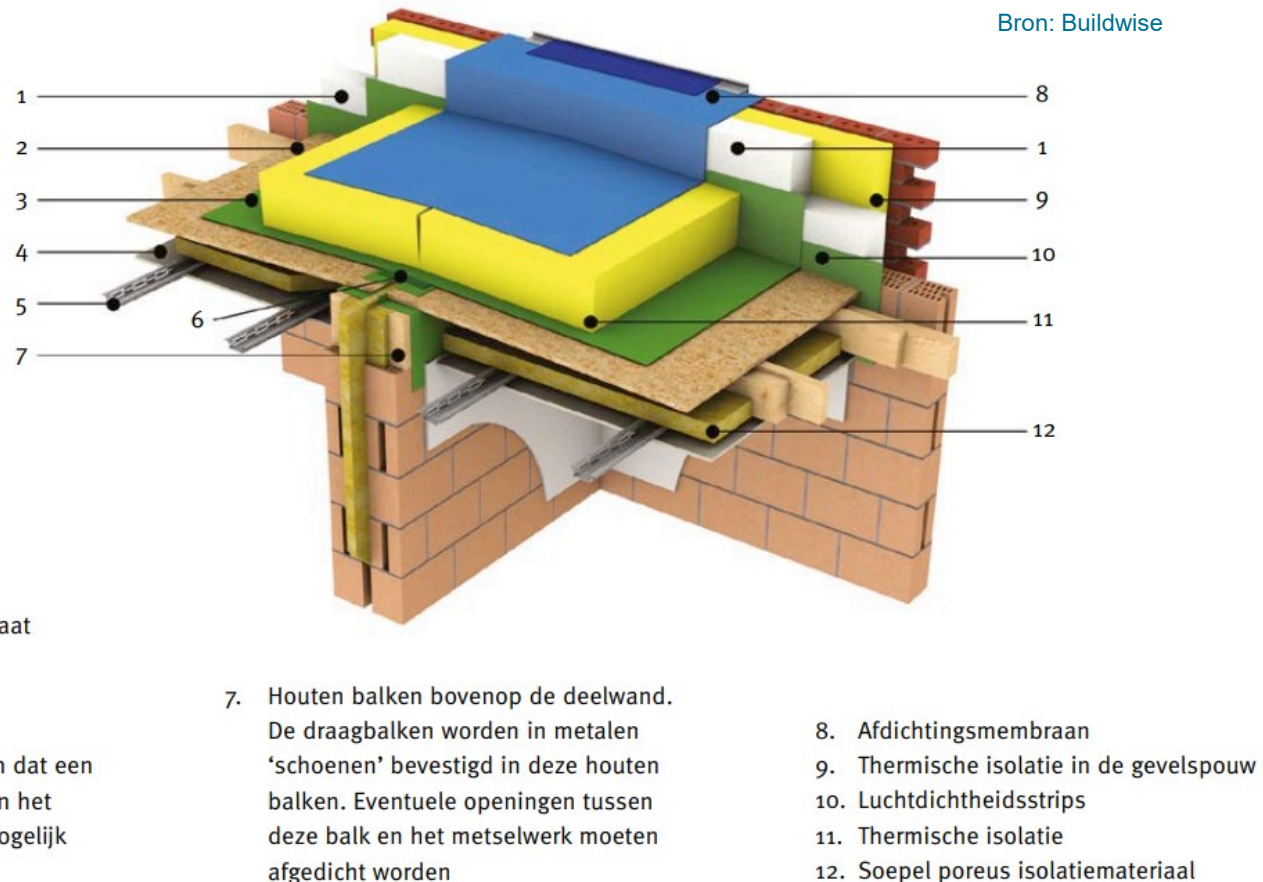


Bron: Buildwise



Licht dak - massa-veer-massa (MVM)

- ▶ Aandachtspunt: zijdelingse overdracht vermijden
 - Gemene muren



Zwaar dak

- ▶ Optimalisering
 - De oppervlaktemassa van het structurele element vergroten
 - Een 'massa-veer-massa'-effect (MVM) creëren

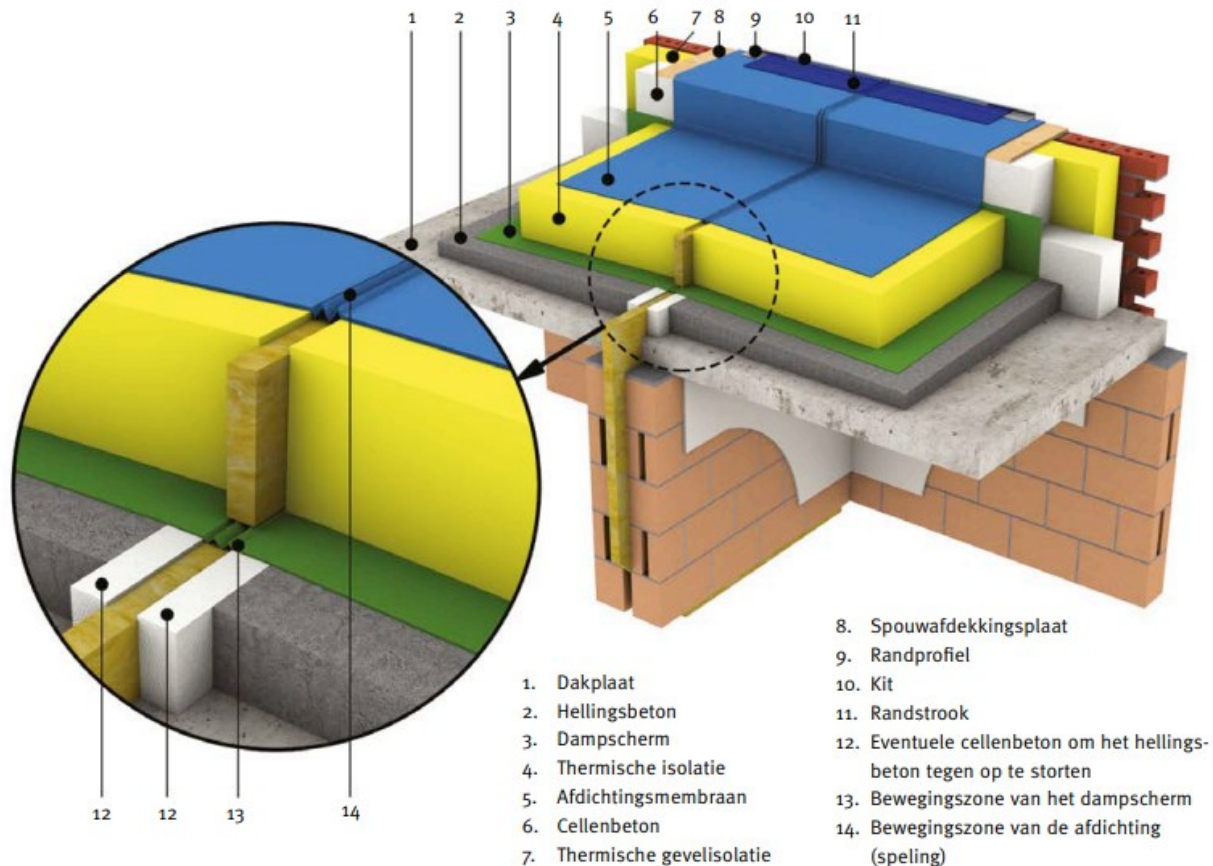
Bovenaan: geluidsisolatie + ballast (grind, groendak)

Onderaan: akoestisch verlaagd plafond (/!\ waterdampdiffusie)



Zwaar dak

- ▶ Aandachtspunt: zijdelingse overdracht vermijden
 - Gemene muren

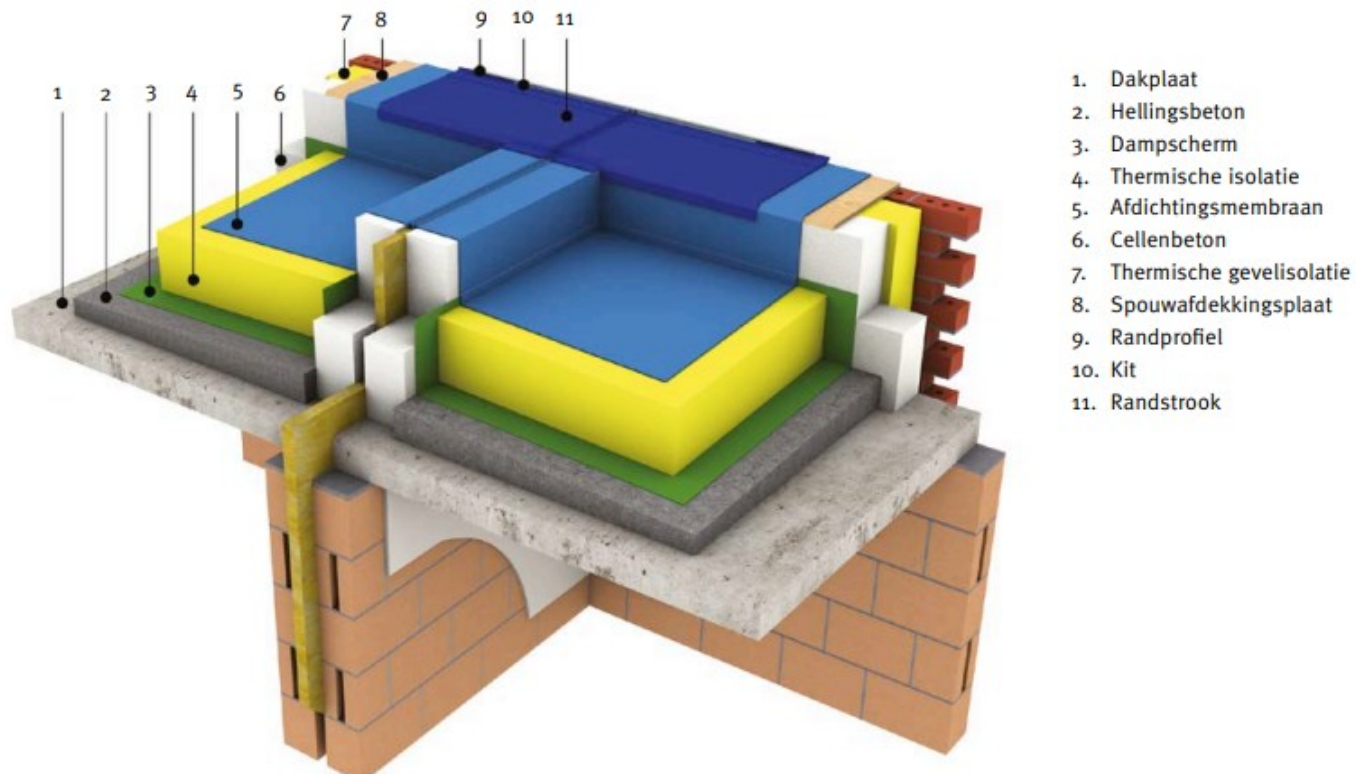


Bron: Buildwise



Zwaar dak

- Aandachtspunt: zijdelingse overdracht vermijden
 - Gemene muren



Bron: Buildwise



Welke bronnen voor een dak?

- ▶ Contactgeluid van de regen
 - Wekdrempel van een slapende persoon
 $L_{IA} = 50$ dB
 - Dakvensters: aandacht schenken aan de selectie van de beglazing (gelaagde beglazing verbeterd PVB/hars), bescherming via koepel, buitenluik



Bron: Velux



Dôme de protection			
☐ Acrylique			
☐ Transparent			
☐ Opalin			
g	0,53	0,20	EN 1873
τ_V	0,72	0,25	EN 1873
LIA	48 dB		EN ISO 140-18
ou			
☐ Polycarbonate - fixé avec des visse de sécurité			
☐ Transparent			
☐ Opalin			
g	0,50	0,23	EN 1873
τ_V	0,70	0,26	EN 1873
LIA	51 dB		EN ISO 140-18



Welke bronnen voor een dak?

- ▶ Contactgeluid van de regen
 - Wekdrempel van een slapende persoon
 $L_{IA} = 50 \text{ dB}$
 - Dak met sandwichpanelen.
/!\ De technische specificaties raadplegen
Het gebruik van soepele en absorberende isolatie alsook
zware binnenaafwerkingen verkiezen



Bron: Arcelor



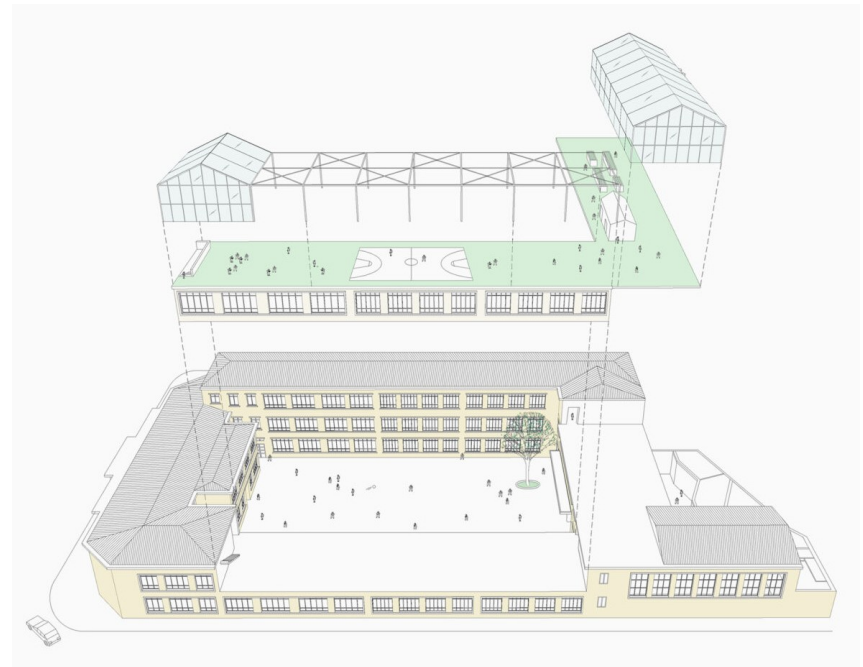
Welke bronnen voor een dak?

- Toegankelijke daken: sportterrein, speelplaats, parking...

⇒ **De circulatiezone akoestisch afscheiden d.m.v. een aangepaste geluiddempende laag**



Bron: Tezuka Architects

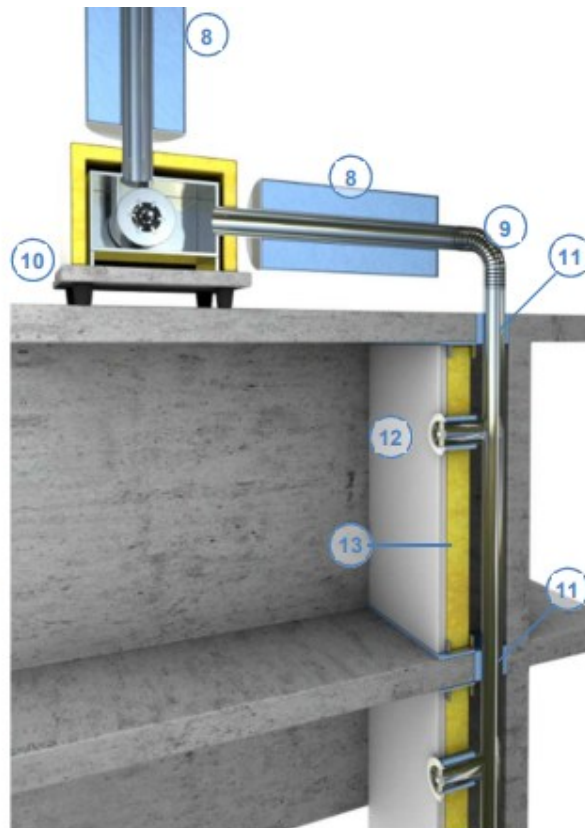


Bron: LOW architecten



Technische installaties

- Contactgeluiden: scheiden
- Luchtgeluiden: absorberen en verzwakken



- 8. Silencieux ou manchon acoustique
- 9. Manchon flexible
- 10. Socle antivibratile
- 11. Colmatage souple
- 12. Bouche silencieuse
- 13. Gaine isolée

Bron: Leefmilieu Brussel



Figure 52 : Silencieux
(© Systemair)

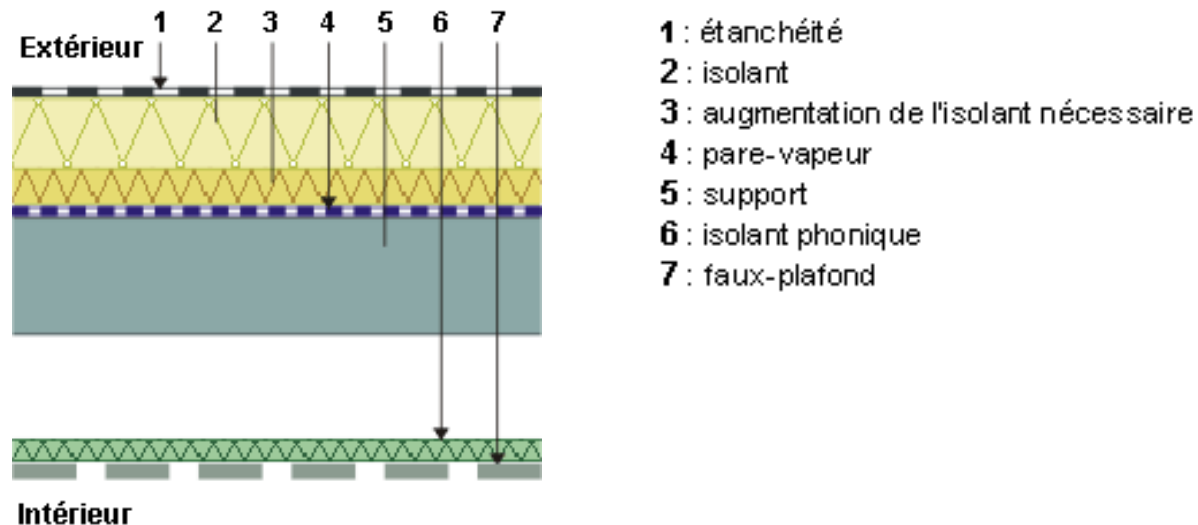


Figure 53 : Ressort
antivibratile



Compatibiliteit met de thermische isolatie

- ▶ Plat dak
 - Zo dun mogelijke geluidsisolatie
 - Ervoor zorgen dat het dauwpunt zich boven het dampscherm bevindt
- Indien nodig een extra isolatielaag aanbrengen aan de buitenkant



Bron: Energie +





- ▶ Twee grote basisprincipes van de geluidsisolatie:
 - Massief dak: massa wet
 - Licht dak: massa-veer-massaDe doeltreffendheid neemt toe...
 - ...naarmate de afstand tussen de massa's groter wordt
 - ... als een grote veer bestaande uit absorberende vezelachtige isolatie voorzien is
 - ... naarmate de massa's groter worden (→ keuze van de binnenafwerking, van het onderdak)
- ▶ De zijdelingse geluidsoverdracht (gemene muren, tussen twee ruimten, ...) mag niet worden vergeten





Gids Duurzame Gebouwen

<https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/>

- ▶ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van daken](#)
- ▶ Voorziening | [Technische installaties](#)



Websites

- ▶ Leefmilieu Brussel – [Technisch rapport geluid](#)
- ▶ Homegrade – [Geluidsisolatie van een Brussels huis verdeeld in appartementen](#)
- ▶ [Lignumdata](#) – database wandsamenstellingen



Artikels

- ▶ Buildwise, TV 251 – 2014: Thermische isolatie van hellende daken.
- ▶ Buildwise, TV 280 – 2022: Het platte dak.
- ▶ Buildwise, TV 281 – 2022: Akoestische isolatie tussen woningen.



Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

