

CODE VAN GOEDE AKOESTISCHE PRAKTIJKEN

Technische gids voor geluidsisolatie bij woningrenovatie



2024

Meer info

www.leefmilieu.brussels

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

www.homegrade.brussels

CODE VAN GOEDE PRAKTIJKEN

Technische gids voor geluidsisolatie van gebouwen bij woningrenovatie

INHOUD

Inleiding	4
Context	4
waarschuwing	4
Benadering	4
Materialen	5
Definities	5
FICHE 1. De absorberende materialen	7
FICHE 2. Flexibele dempende en/of ontkoppelingsmaterialen	9
FICHE 3. Andere materialen die in een akoestisch systeem medebepalend zijn	13
Vloeren tussen woningen	14
Diagnose	14
Stijfheid van een houten structuur	15
FICHE 4. Droge zwevende dekvloer	16
FICHE 5. Gegoten zwevende dekvloer	17
FICHE 6. Isolerend vloercomplex op vloerbalken	18
FICHE 7. Isolerend vloercomplex met afwisselende lagen	19
FICHE 8. Volledige isolatie tussen balken	20
FICHE 9. Zelfdragend akoestisch verlaagd plafond	22
FICHE 10. Akoestisch verlaagd plafond met hangstaven of beugels	23
Muren tussen woningen	24
Principes	24
FICHE 11. Bekleding op onafhankelijke draagstructuur	25
FICHE 12. Gebruiksklare bekledingspanelen	27
Gevelelementen	28
Diagnose	28
Keuze van de beglazing	29
FICHE 13. Vervanging van het raamwerk met akoestische verbetering	31
FICHE 14. Vervanging van het raamwerk met akoestische beglazing	32
FICHE 15. Vervanging of aanpassing van buitendeuren	34
Andere werken	36
Aandachtspunten	36
Bedoelde werken	36
FICHE 16. Natuurlijke ventilatie-inrichtingen+ systeem C	37
FICHE 17. Rolluikkasten	38
FICHE 18. Brievenbussen	39
FICHE 19. Herstelling van de luchtdichtheid van ramen	40
FICHE 20. Sanitaire en technische inrichtingen	41
FICHE 21. Mechanische ventilatie (Systemen C en D)	43
FICHE 22. Schoorstenen en kokers	45
FICHE 23. Daken	46
Coördinaten	49

INLEIDING

CONTEXT

Deze Code heeft als doel de aannemer te begeleiden bij de geluidsisolatiwerken voor de meest voorkomende gebouwentypes in het Brussels Gewest, waarbij de delicate punten die een bijzondere aandacht vereisen, verduidelijkt worden.

WAARSCHUWING

De Code van Goede Praktijk bestaat uit technische fiches die per bouwelement in hoofdstukken zijn ondergebracht (vloer, muren, gevels, etc.) ; de meeste fiches verwijzen evenwel naar elkaar en kunnen dus niet afzonderlijk worden bekeken.

Dit document ontslaat de betrokken partijen in geen geval van de strikte naleving van de geldende normen en de aanbevelingen van de fabrikanten, bedoeld om zowel de akoestische prestaties als de prestaties op het vlak van stabiliteit en duurzaamheid van hun producten, te bewaren.

BENADERING

Voor elke soort ingreep geeft de Code enkele algemeenheden en inlichtingen geschikt om de techniker en de particulier te helpen bij het kiezen van de meest gepaste technische modaliteiten en materialen. Het is aanbevolen om ze te lezen, om de volgende fiches beter te begrijpen. De Code beschrijft vervolgens verschillende **oplossingen die een bevredigende efficiëntie of akoestische verbetering kunnen aanbrenge**n indien ze correct worden uitgevoerd.

Voor elk van hen geeft hij :

- de lijst van de uit te voeren werkzaamheden – dit wil zeggen: **welke posten moeten op het bestek vermeld worden ?**
- de eisen voor deze werken - dit wil zeggen: **waarmee en hoe ?**
- de minimumcriteria opdat de werken echt effectief zijn en in aanmerking komen voor een premie: **welke diktes, hoeveel lagen, welke akoestische index... ?**
- aanvullende adviezen voor de bouwheer.

Het zwakste punt bepaalt de prestatie van de geluidsisolatie van het wandgeheel. Indien bijvoorbeeld een muur op de plaats van een sleuf dunner is gemaakt, is het alsof de hele muur dunner is. Aangezien de kleinste vergissing de totale mislukking betekent van de toegepaste oplossingen, benadrukt de Code de punten waarvoor men bij de uitvoering oplettend moet zijn.

Tot slot geven we **aanvullend advies of bijkomende tips** om het akoestisch comfort te verbeteren en mogelijke verbanden te leggen met andere thema's (ventilatie, stedenbouwkundige vergunning enz.).

MATERIALEN

DEFINITIES

De praktische oplossingen die worden toegepast in de geluidsisolatiwerken doen onveranderlijk een beroep op twee grote « families » van materialen :

Fiche 1. De absorberende materialen

Fiche 2. Flexibele dempende en/of ontkoppelingsmaterialen

Hieraan moet nog worden toegevoegd :

Fiche 3. Andere materialen die ingrijpen in een akoestisch systeem

Allereerst dient men te identificeren met welk soort geluid men te maken heeft. De uit te voeren oplossingen zijn in functie van zijn karakteristieken. In het gebouw komen twee soorten geluid voor:

- Luchtgeluiden
- Contactgeluiden

→ De luchtgeluiden

Wat is een luchtgeluid ?

Een luchtgeluid wordt voortgebracht door een geluidsbron waarvan de energie in de vorm van trillingen aan de omringende lucht wordt overgedragen (stem, televisie, muziek). Het verspreidt zich van de ene naar de andere ruimte hoofdzakelijk via de scheidingswand tussen de twee (muur, vloer, beglazing) en wordt zonder onderscheid langs de ene of de andere kant behandeld.

Hoe behandelen ?

Om zich tegen luchtgeluiden te isoleren, past men de **twee grote principes van geluidsisolatie toe** :

- **De massawet**

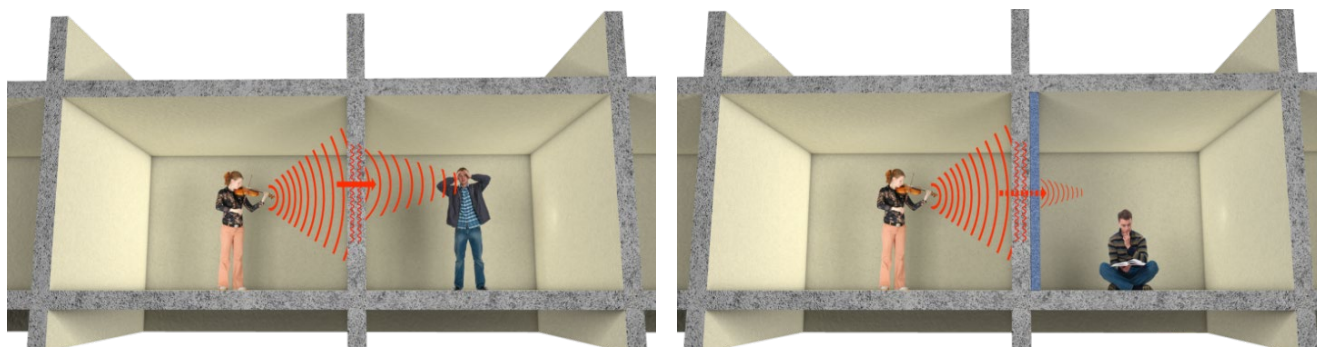
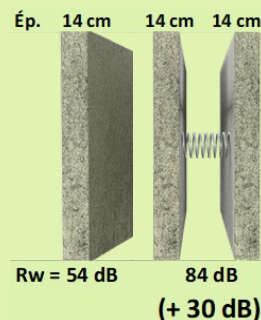
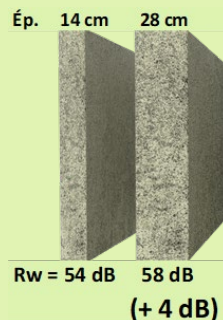
De geluidsisolatie van een wand is beter naarmate hij dikker is en samengesteld uit zware materialen.

De globale akoestische prestatie van een wand (muur of vloer) wordt door zijn zwakste elementen bepaald. Daarom dient men er voor te zorgen dat de homogeniteit van de wandmassa en zijn luchtdichting gewaarborgd wordt (geen barst, geen sleuf, geen ingebouwd licht element, geen afdichting van gaten met een licht materiaal...). Zo verkrijgen we een goede akoestische afdichting.

- **Het massa-veer-massa-effect**

Twee ontkoppelde massa's, dit wil zeggen zonder star contact met elkaar, isoleren beter dan een massa van dezelfde totale dikte. De ont koppeling van de twee massa's lost de geluidsenergie op. Op dit principe zijn de meeste akoestische systemen gebaseerd.

In de praktijk gebeurt de ont koppeling tussen de massa's door er een soepel ont koppelingsmateriaal tussen te plaatsen (*Fiche 2*) en, zo nodig, structurele elementen te gebruiken waarvan de flexibiliteit zorgt voor een veer-effect (zoals een licht metalen **frame**). Hoe soepeler de veer, hoe efficiënter het systeem.



Figuur 1 : Overdracht van een luchtgeluid voor en na behandeling van de scheidingswand

Een absorberend materiaal (*fiche 1*) isoleert op zichzelf niet tegen geluid. Toch is het in de meeste systemen onmisbaar. Het helpt het geluid in het complex te dempen en voorkomt een resonantie tussen de massa's die de prestaties van het systeem zou verminderen.

De massa's zijn, volgens de systemen, samengesteld uit metselwerk, hout- en gipsplaten of een ander materiaal met een hoge volumieke massa (*Fiche 3*).

Hoe groter de massa's en hoe groter de afstand ertussen, hoe efficiënter het systeem.

→ De contactgeluiden

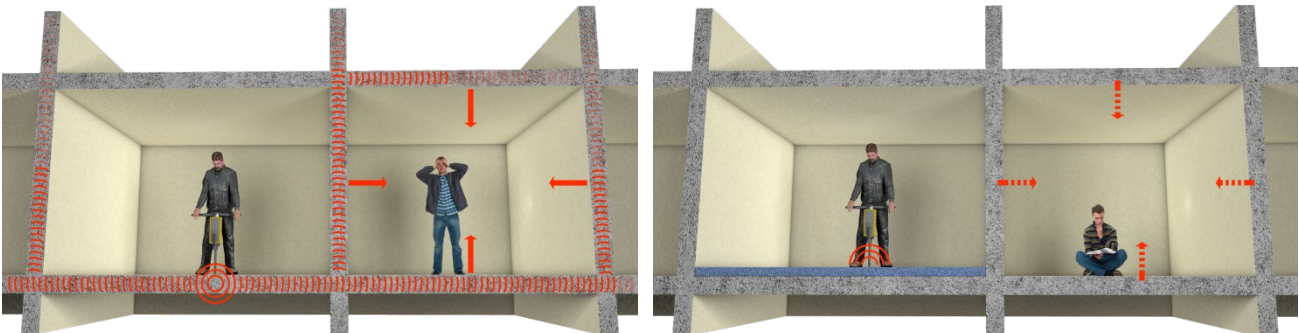
Wat is een contactgeluid ?

Een contactgeluid wordt voortgebracht door een schok of door een rechtstreeks contact tussen een geluidsbron en een bestanddeel van het gebouw (loopgeluid, verplaatsing van voorwerpen, trillingen van machines...). Het verspreidt zich in heel de gebouwstructuur, soms over een grote afstand, en kan zich naar de andere lokalen verbreiden via alle wanden die een star contact (rechtstreeks contact tussen twee harde lichamen) hebben met het gebouwelement dat de schok ontvangen heeft. Het wordt dan door het lichaam als een trilling en/of door het oor als een luchtgeluid waargenomen. Het contactgeluid wordt ook schokgeluid of impactgeluid genoemd.

Hoe behandelen ?

De behandeling gebeurt door een soepel ontkoppelingsmateriaal te plaatsen (*Fiche 2*) tussen de bron van geluidsemissie en het gebouw, dat het starre contact doet verdwijnen en de geluidstrillingen dempt. Op een vloer kan het plaatsen van een soepele vloerbekleding (dik tapijt, vilt) reeds voor een verbetering zorgen. De zekerste oplossing is een zwevende dekvloer, omdat die niet afhankelijk is van de vloerbedekking.

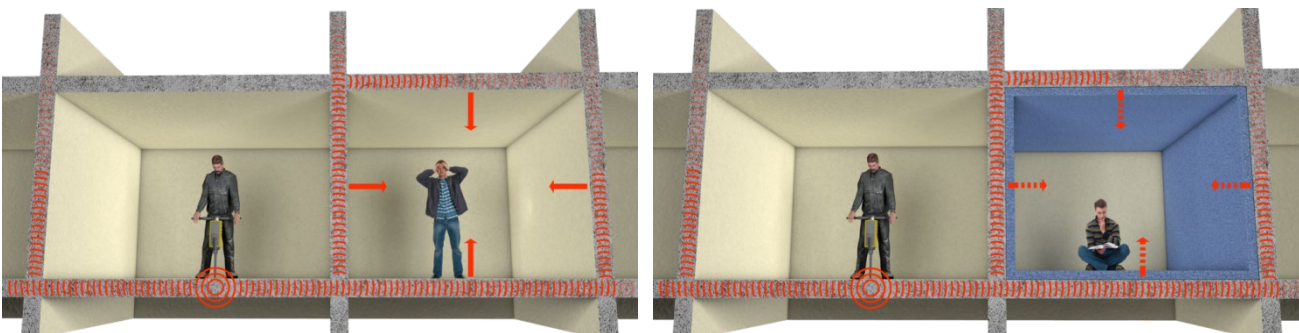
Wanneer de bron van geluidsemissie niet toegankelijk is, verdubbelt men de scheidingswand door het massa-veer-massa-principe toe te passen. Vaak echter volstaat deze interventie niet om het geluid tot een bevredigend niveau te verminderen en dan is de behandeling van alle wanden nodig (eerst de dunste of holle wanden, omdat die gemakkelijker gaan trillen), tot het realiseren van het *doos-in-doo's-principe*.



Figuur 2 : Overdracht van een contactgeluid voor en na behandeling van de vloer

Het *doos-in-doo's-principe*

Een hoog isolatieniveau kan bereikt worden door alle wanden akoestisch te verdubbelen (muren, vloer en plafond) zodat de nieuwe afwerkingen geen star contact hebben met het gebouw of met een element dat er rechtstreeks mee in contact staat, zoals een leiding. De opnamestudio's worden op dergelijke wijze gerealiseerd.



Figuur 3 : Overdracht van een contactgeluid voor en na alle wanden akoestisch verdubbelen

FICHE 1. DE ABSORBERENDE MATERIALEN

Alle wol of schuim dat aan de eisen hieronder voldoet :

EISEN

Materialen

- Het materiaal is soepel of halfstijf, dit wil zeggen met een geringe of gemiddelde dichtheid
- De structuur van het materiaal is wolachtig of schuimig met open cellen, dit wil zeggen dat de poriën met elkaar in verbinding staan en de lucht kan tussen de vezels circuleren

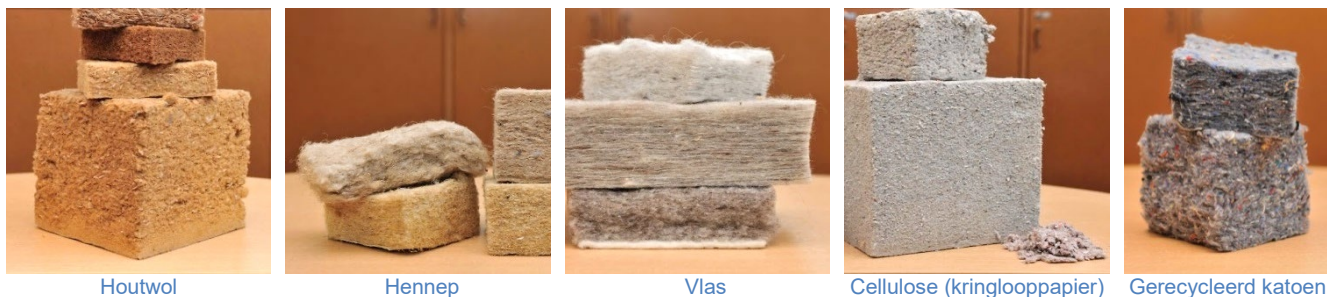
Drie soorten materialen voldoen aan deze eisen :

1. Minerale wol



Figuur 4 : Minerale wol

2. Natuurlijke wol en andere natuurlijke materialen van plantaardige of dierlijke oorsprong



Figuur 5 : Natuurlijke wol

3. Schuim en synthetische wol (melamine, polyurethaan met open cellen)



Figuur 6 : Schuim en synthetische wol

OPGELET

- Spuitschuim, zelfs zogenaamd 'akoestisch' schuim, is geen alternatief voor absorberend materiaal.
- Gebruik geen harde materialen met gesloten cellen (polystyreen, polyurethaan enz.). In veel gevallen verslechtert een harde isolatie de akoestische prestaties en kan ze zelfs nieuwe geluidsproblemen veroorzaken.

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ De natuurlijke absorberende materialen

De akoestische isolatieprestaties van biogebaseerde materialen op basis van plantaardige of dierlijke vezels zijn te vergelijken met die van minerale wol en synthetische materialen. Voorbeelden:

- Houtwol,
- Hennepwol
- Vlaswol
- Cellulose in vlokken of in soepele panelen
- Gerecycleerde katoenwol
- Schapenwol
- Verenmatras

Een voordeel van de materialen op basis van plantaardige of dierlijke vezels, is hun vermogen om de omgevingsvochtigheid te reguleren en zo de problemen van schimmels en zwammen te beperken. In hun vezels kunnen ze een grote hoeveelheid waterdamp opslaan zonder dat hun isolerende eigenschappen worden aangetast, en deze in drogere periodes afgeven. Om uit deze vochtregulerende eigenschappen voordeel te halen, mogen geen verven, lakken of andere waterdampdichte membranen gebruikt worden.

→ Dichtheid van het absorberend materiaal?

In een akoestisch complex zijn de kwaliteit en de dichtheid van het absorberende materiaal van weinig belang.

→ Zijdelingse overdracht

Een deel van het luchtgeluid kan via de zijwanden worden doorgegeven. In de Brusselse huizen met dikke muren en lichte vloeren is dat deel verwaarloosbaar.

In gebouwen met een betonstructuur helpt de massa van de platen bij het isoleren tegen luchtgeluid, maar de zijdelingse overdracht is niet verwaarloosbaar.

Een betonnen constructie geeft contactgeluiden heel goed door via alle muren, waardoor het moeilijk is om de bron van het geluid te identificeren. Ze kan zich verschillende verdiepingen verderop bevinden. In nieuwbouw schrijft de architect meestal een gegoten dekvloer voor om contactgeluiden te beperken ([Fiche 5](#)), maar de kleinste fout bij de plaatsing maakt ze ondoeltreffend.



→ Thermische en akoestische isolatie

Alle absorberende akoestische materialen zijn ook thermische isolatiematerialen. De twee soorten isolatie kunnen gecombineerd worden. Maar opgelet : de thermische harde isolatiematerialen met gesloten cellen kunnen in sommige gevallen de akoestische prestatie van de wand die ze isoleren, verminderen.

Vraag advies aan Homegrade.

→ Akoestische correctie of isolatie ?

Akoestische isolatie vermindert de geluidsoverdracht van het ene naar het andere lokaal, terwijl de akoestische correctie de geluidskwaliteit binnen een lokaal verbetert door het absorptie en/of weerkaatsingsvermogen van de wanden te wijzigen, door gebruik te maken van de bekledingsmaterialen, de geometrie, de textuur of het reliëf, zonder de geluidsoverdracht naar de naburige lokalen te veranderen.

Een « kathedraaleffect » veroorzaakt door de buitenmatige weerkaatsingstijd wordt opgelost door absorberende oppervlakken toe te voegen, meestal in de vorm van muurkaders of kaders bevestigd aan het plafond, die een laag absorberend materiaal omsluiten en met textiel bekleed zijn. Bekijk de [video over akoestiek in kantines](#).

→ Brandwerendheid

De aanwezigheid van absorberend materiaal in een akoestisch isolatiecomplex is nadelig voor de brandwerendheid. Het materiaal houdt de panelen die worden blootgesteld aan het vuur warmer, waardoor ze sneller scheuren en bezwijken. Absorberend materiaal is echter essentieel voor de akoestiek. Cellulosevezel en rotswol zijn de meest brandwerende absorberende materialen.

Opmerking: het gebruik van twee gips- of gipsvezelplaten met alternerende voegen in isolatiecomplexen is gunstig voor de brandwerendheid.

FICHE 2. FLEXIBELE DEMPENDE EN/OF ONTKOPPELINGSMATERIALEN

1. Ontkoppelingmaterialen

Een ontkoppelingmateriaal tussen twee harde lichamen elimineert het starre contact tussen de twee lichamen en dempt geluidstrillingen. Zolang het tijdens of na de werken niet platgedrukt kan worden, is elk materiaal met een mate van flexibiliteit geschikt. Over het algemeen is 5 mm voldoende.



Polyethyleenschuim met gesloten cellen (steenwol, kokos, jute, hout, schapenwol, gerecycleerd textiel)

Natuurlijke of minerale wol en vilt

Zelfklevende strips van schuim

Figuur 7: Flexibele ontkoppelingmaterialen

Antitrillingsbeugels voor leidingen en ventilatiekokers zijn voorzien van een rubberachtig ontkoppelingmateriaal.



© Mupro

© Haxo

© Klima

Figuur 9 : Trilvaste klem

2. Dempende materialen

Ontkoppelinglagen die worden belast, bijvoorbeeld met een zwevende vloer, een scheidingswand of een ketel, moeten dat gewicht kunnen dragen zonder platgedrukt te worden, anders wordt het starre contact hersteld. Onder een zwevende vloer wordt vaak een dikte van 20 mm aanbevolen, maar de dikte en dichtheid van de dempende lagen moeten worden aangepast aan eventuele specifieke belastingen (boekenplanken, keukenmeubelen enz.).



Houtvezel
© Femat

Schapenvilt
© Rolking

Gerecycleerd textielvilt
© Egalsoft - Carpetright

Cellulose hoge dichtheid
© Pan-terre - Acoustix

Minerale wol HD
© Isover

Elastomeren – gerecycleerd rubber

Blokken van elastomeer
© CDM Stravitec

Blokken van natuurrubber
© Vibrabloc - Th. Grundey

Polyurethaanafval agglomeraten

Figuur 10: Dempende materialen

Eenzelfde materiaal kan absorberend zijn als het door zijn lage dichtheid flexibel is, of dempend als de dichtheid hoger is. Lagen van geagglomereerd polyurethaanschuimafval zijn geschikt voor beide functies in de dichtheden waarin ze op de markt zijn.

De keuze en dikte van het dempende materiaal worden aangepast:

- aan het **gewicht van de lagen** die op het materiaal worden aangebracht : de zeer elastische materialen zijn zeer efficiënt onder zware vloerpanelen, maar zouden een « trampoline-effect » kunnen uitlokken onder te lichte panelen;
- aan de **regelmatigheid van de onderlaag** : de soepele laag mag niet geperforeerd worden, zelfs niet in precieze gevallen. Bijgevolg moet, als de onderlaag niet glad is, de soepele laag dikker zijn;
- aan het **type technische installatie** dat het ondersteunt, en in het bijzonder aan het gewicht, de rotatiefrequentie van de bewegende onderdelen en de bedrijfssnelheid.

Pas op dat de flexibele laag niet wordt platgedrukt door lasten zoals keukenmeubelen of boekenkasten. Omdat dit moeilijk te voorspellen is, kan er schade aan de siliconenaafdichting of een ongewenste holte onder de plinten ontstaan. Om dit te voorkomen wordt geadviseerd om, indien mogelijk, te wachten tot de zetting is gestabiliseerd alvorens de plinten te plaatsen.

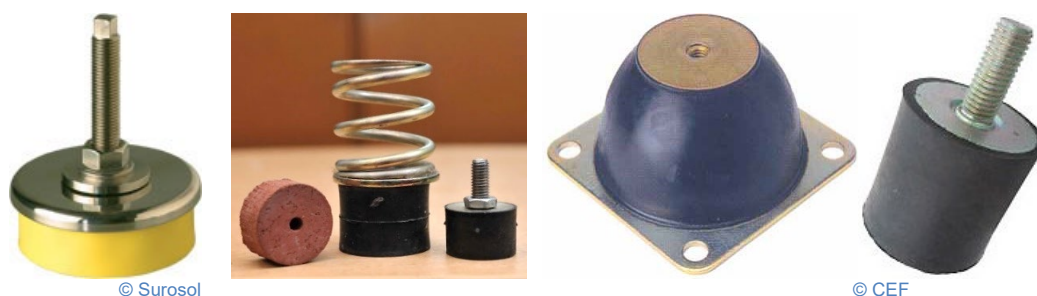
Afhankelijk van de geïmplementeerde oplossing wordt het dempende materiaal gebruikt in de vorm van lagen, stroken, blokken of onderdelen van antitrillingssystemen. Antitriblokken worden ook 'silentblocks' of trillingsdempers genoemd.

3. De trilvaste systemen

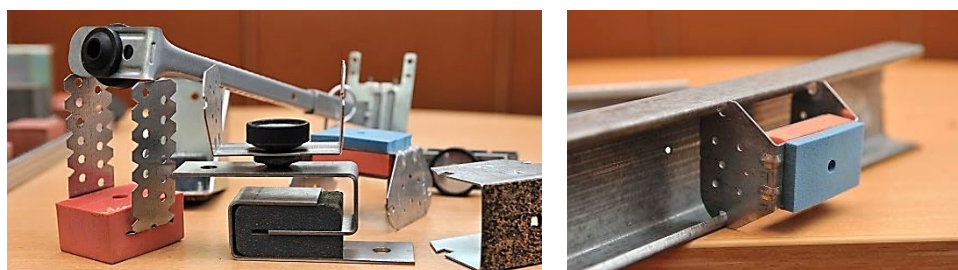
De trilvaste systemen verminderen de amplitude van de geluidstrillingen door de aanwezigheid van een soepel materiaal (elastomeer, natuurrubber, metalen veer ...).

Het gaat in het bijzonder om :

- Rubberen noppen en onderlegplaatjes om onder de kleine apparaten te leggen (sanitaire toestellen, wasmachines...),
- Trilvaste sokkels bestaande uit een zware vloerplaat op noppen of op een doorlopende veerkrachtige laag, om onder de zware machines te plaatsen (liftmachinerie, verwarmingsketel ...),
- Bevestigingen, hangstaven en beugels voor de trilvaste bevestiging van diverse voorzieningen (sanitair, wandketels, luidsprekers, garagedeur enz.),
- Trillingsdempende moffen of kragen voor het installeren van leidingen en ventilatiekokers.



Figuur 8 : Trilvaste noppen



Figuur 9 : Trilvaste bevestigingen, hangstaven en beugel

EISEN

Uitvoering

- De ontkoppeling moet volkomen zijn – één contactpunt is voldoende om het systeem te doen mislukken
- Het soepele ontkoppelingsmateriaal mag nooit geperforeerd of platgedrukt worden zodanig dat er terug een star contact is.
- Er moeten soepele stroken of een trilvast systeem worden ingelast, overal waar er een star contact mogelijk is tussen:
 - een installatie en het gebouw, of een element dat zelf in contact zou kunnen komen met het gebouw (leiding, radiator, luidspreker, mechanisme van garagepoort ...)
 - de elementen die de losgekoppelde massa vormen van een veer-massa-veer-systeem (zwevende vloer, verlaagd akoestisch plafond, bekledingspaneel...) en het gebouw

BIJKOMENDE TIPS

→ Bijzondere gevallen

Betonnen dekvloer

Dempende lagen die onder een gegoten betonnen dekvloer worden geplaatst, moeten continu, waterdicht en luchtdicht zijn. Meestal worden dunnere, elkaar overlappende lagen schuim met gesloten cellen gebruikt, die zorgvuldig aan elkaar worden gelijmd. De kwaliteit van de opstanden langs de muren en leidingen is essentieel. ([Fiche 5](#)).

Wanden en akoestische verlaagde plafonds

Het enige geval waar starre contacten toegestaan zijn: de bevestigingsschroeven van de verdubbelingsdraagstructuur tegen luchtgeluiden zijn aanvaardbare contactpunten wegens de vervorming van het kader via de flexibele laag.

Technische installatie

Bij een technische installatie die trillingen genereert, moet rekening worden gehouden met alle bijzonderheden van de apparatuur en de omgeving. Het is raadzaam om een akoestisch adviseur in te schakelen om de trillingsdempende voorziening te kiezen en te controleren of ze correct geïnstalleerd is.

→ Aandachtspunten

Vorbereiding van de ondergrond

Indien nodig moet de ondergrond worden voorbereid. Als de vloer doorbuigt of ongelijk is, moet er een laag egalisatiekorrels worden aangebracht voordat de dempende laag wordt gelegd.

De vloer waarop de voorziening wordt geplaatst, moet volledig vrij zijn van afval of andere elementen die de flexibele strook kunnen beschadigen of perforeren en zo de doeltreffendheid ervan tenietdoen.

Plaatsing van de bekleding

De randafwerking en/of luchtdichte afdichting moet van silicone zijn.

Opgelet: de vakman die de bekleding aanbrengt, kan het geluidsisolatiwerk tenietdoen door opnieuw een contact tot stand te brengen. Zelfs bij het minste contact kan geluid worden doorgegeven. Het geheel moet volledig zwevend zijn. De bekleding mag worden bevestigd aan de akoestische zwevende vloer, maar mag geen star contact maken met muren, plinten, leidingen of andere elementen die in direct contact staan met het gebouw.

→ Prestaties van dempende materialen op een betonnen plaat

Dit type tabellen, die online te vinden zijn, geven de efficiëntie voor contactgeluidisolatie ΔL_w van verschillende materialen op een betonnen plaat. Er wordt gestreefd naar een prestatie van minstens 20 dB(A).

Opgelet: deze prestaties zijn niet van toepassing op een traditionele houten vloer in Brussel.

	dikte (mm)	ΔL_w in dB (A)	
geëxtrudeerd polystyreen (XPS)	20 / 40	10 / 15	Onvoldoende
minerale wol hoge dichtheid	8	11	
reticulair polyethyleenschuim	3	15 tot 19	
reticulair polyethyleenschuim	5	20 tot 22	Goed
rubber	20	18 tot 26	
reticulair polyethyleenschuim	8	21 tot 27	
minerale wol hoge dichtheid	30	25 tot 29	
gerecycleerd polyurethaanschuim	10 / 20	25 / 34	
kokosvezels	15	22	Goed en natuurlijk
textielvezels	6	24	
cellulose hoge dichtheid	45	25	

→ Natuurlijke dempende materialen

Veel biogebaseerde materialen op basis van plantaardige of dierlijke vezels bieden goede dempings- en/of ontkoppelingsprestaties. Voorbeelden:

- Houtwol met hoge dichtheid
- Cellulose met hoge dichtheid
- Vlasvilt
- Schapenwolvilt
- Kokosvezels
- Mat van jute
- Latex of natuurrubber

FICHE 3. ANDERE MATERIELEN DIE IN EEN AKOESTISCH SYSTEEM MEDEBEPALEND ZIJN

→ Welk type structuur?

De structuur wordt meestal uitgevoerd in metaalprofielen, die met hun flexibiliteit voor een veereffect zorgen. De schroeven die de structuur op zijn plaats houden door het soepele materiaal heen, zijn de enige aanvaardbare akoestische bruggen in een akoestisch geheel. Er kan ook gekozen worden voor houten stijlen met geïntegreerde ontkoppeling door middel van verende blokken.



© Gyproc



© CDM Stravitec

Figuur 10: Metalen frame en houten frame met verende blokken

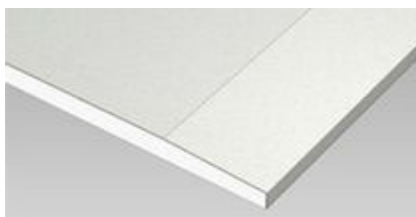
→ Welke afwerkingspanelen ?

Ze vormen de massa's van het massa-veer-massasysteem waaraan ze bijdragen. Afhankelijk van het systeem gebruikt men OSB-, gips- of gipsvezelplaten, of een combinatie van materialen met een hoge volumieke massa. Een gipsvezelplaat van hetzelfde gewicht presteert bij lage frequenties beter dan een OSB-plaat, maar is niet zelfdragend en kan niet worden gelegd op een zeer flexibele laag of een niet-doorlopende drager (balken, blokken enz.) vanwege het risico op scheuren. Daarom worden de twee materialen vaak gecombineerd, wat beter is dan alleen OSB.

De massa van de platen mag niet lichter gemaakt worden, ook niet in precieze gevallen, bijgevolg mag men er geen sleuven maken of materiaal inbouwen dat een geringere massa heeft en/of dat de luchtdichting schaadt.



Gipsvezel (11,5 kg/m² voor 10 mm)



Gipsplaat (8,75 kg/m² voor 12,5 mm)



OSB (9 kg/m² pour 15 mm)

Figuur 11 : Afwerkingspanelen

→ Invloed van de vloerbekleding – low-tech oplossingen

De meeste oplossingen tegen contactgeluid die in de Code worden beschreven, werken ongeacht de vloerbekleding. Bij low-tech oplossingen helpt de bekleding de akoestiek te verbeteren. Een goed gekozen vloerbekleding kan het contactgeluid dat wordt waargenomen in de onderliggende woning tot een aanvaardbaar niveau terugbrengen zonder dure werken, wat bijdraagt tot goede burenerelaties.

Dikke tapijten en/of tapijten op vilt zijn uiterst effectief tegen contactgeluid, zelfs meer dan een zwevende vloer.



20 mm dik tapijt
© Invictus - Carpetright



Vilt van gerecycleerde vezels
© Egalsoft



Vloer op zwevende balken
© Steico

Massief parket op zwevende balksystemen kan zowel luchtgeluid als contactgeluid verminderen. Dit low-tech systeem lijkt erg op een droge zwevende dekvloer.

Een zwevende **laminaatvloer** op vilt dempt contactgeluid heel lichtjes. Daarentegen bieden ze op een klassieke ondervloer voor parket geen enkele verbetering op een houten structuur.

Als de bekleding op een goed uitgevoerde zwevende dekvloer wordt gelegd, maakt het niet uit welke bekleding gekozen wordt, als ze maar zonder star contact met de muren wordt geplaatst. De keuze kan wel een impact hebben op de geluidsomgeving van de ruimte waarin ze wordt geplaatst. Sommige laagwaardige laminaten versterken het geluid van voetstappen. Een tapijt absorbeert voetstappen en vermindert overmatige nagalmtijd in de ruimte, waardoor de sfeer gezelliger wordt.

VLOEREN TUSSEN WONINGEN

DIAGNOSE

De keuze van de toe te passen methode hangt af de aard van de vloer, van het soort geluidshinder en de toegangsmogelijkheden tot de vloer bovenaan of onderaan.

→ Welke type vloerstructuur?

Hout of beton?

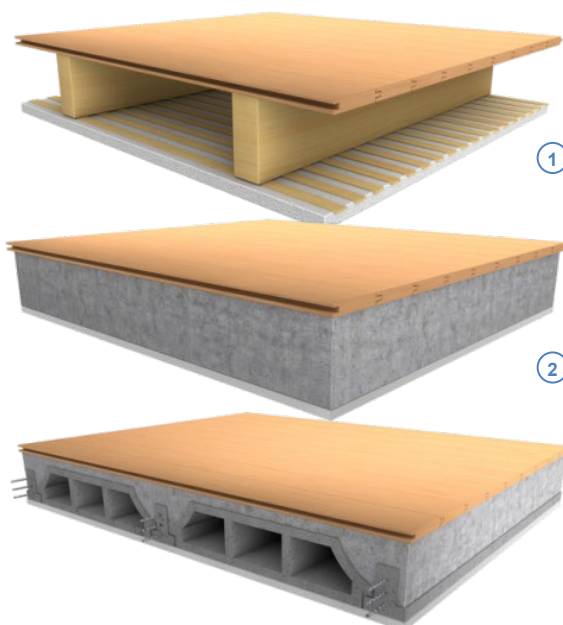
- **Lichte structuur : vloer met houten draagstructuur**

Met dit type structuur kunnen alle methodes beschreven in de Code toegepast worden.

Het is echter essentieel om de **stijfheid** van de structuur te controleren (zie hieronder). Bovendien moet de bestaande structuur de extra belasting aankunnen.

- **Zware structuur : betonplaat, hol betonelement**

Isolatie tussen zware draagelementen is slechts uitzonderlijk mogelijk, en alleen wanneer men toegang heeft vanaf de onderkant. De voorkeur gaat uit naar een gegoten dekvloer wanneer de realisatie ervan mogelijk is.



1. Lichte structuur - vloer met dragende structuur in hout
2. Zware structuur – betonsteen
3. Zware structuur - welfsel

Figuur 12 : Type structuren

→ Welk type geluid?

Zie hoofdstuk [materialen](#).

De meeste oplossingen isoleren tegen beide soorten geluid. De symbolen hiernaast geven aan of de oplossingen helpen tegen lucht- en/of contactgeluid.



→ Langs waar is de structuur toegankelijk?

Van bovenaf (de vloer van de bovenliggende ruimte) kan contactgeluid bij de bron worden aangepakt, wat het meest effectief is. Als er een massa-veer-massasysteem kan worden geplaatst, kan tegelijkertijd tegen luchtgeluid worden geïsoleerd.

Van onderaf ingrijpen met een akoestisch verlaagd plafond is een effectieve manier om luchtgeluid te verminderen. Tegelijkertijd dempt dit het contactgeluid dat rechtstreeks door de vloer gaat, maar niet het geluid dat door de muren en vloeren wordt doorgegeven - zie het hoofdstuk [materialen](#).

NB: Om een isolatieniveau te bereiken dat voldoet aan de nationale norm NBN S01-400-1 (akoestische criteria voor woongebouwen), is het soms nodig om isolatie boven- en onderaan te combineren.

→ Kan de vloer worden verhoogd?

Het verhogen van het afgewerkte niveau kan een impact hebben op andere elementen (onderkant van deuren afzagen, apparatuur hoger zetten, verbindingen met andere ruimten en trappen enz.). De tabel toont de extra hoogte, exclusief bekleding.

Methode	Min. verhoging (exclusief bekleding)	Structuur		Type geluid	
		hout	beton	lucht	contact
Volledige isolatie tussen balken	27 mm	✓		★★★	★★★
Droge zwevende dekvloer	40 mm	✓	✓	NEE	★★★
Gegoten zwevende dekvloer	55 mm	✓	✓	★★	★★
Isolerend vloercomplex met afwisselende lagen	70 mm	✓	✓	★	★★★
Isolerend vloercomplex op balken	122 mm	✓	✓	★★	★★★

→ Trappen

Trappen brengen aanzienlijke schokgeluiden over en daarom moeten ze van het gebouw ontkoppeld zijn : de treden zijn niet ingebouwd in de muur en de eerste en laatste trede van de traparm zijn op een dempend materiaal geplaatst.

STIJFHEID VAN EEN HOUTEN STRUCTUUR

De vloeren van de typische Brusselse huizen bestaan uit houten balken met een doorsnede van ongeveer 6 cm x 18 cm die verankerd zijn in de muren, met een hartafstand van 40 cm. In de omstandigheden die vaak voorkomen in het Gewest¹ is deze configuratie geschikt voor overspanningen van minder dan 2,90 m. Veel ruimten in Brussel hebben overspanningen die groter zijn dan wat de huidige normen toelaten, waardoor ze doorbuigen en/of erg gevoelig zijn voor trillingen.

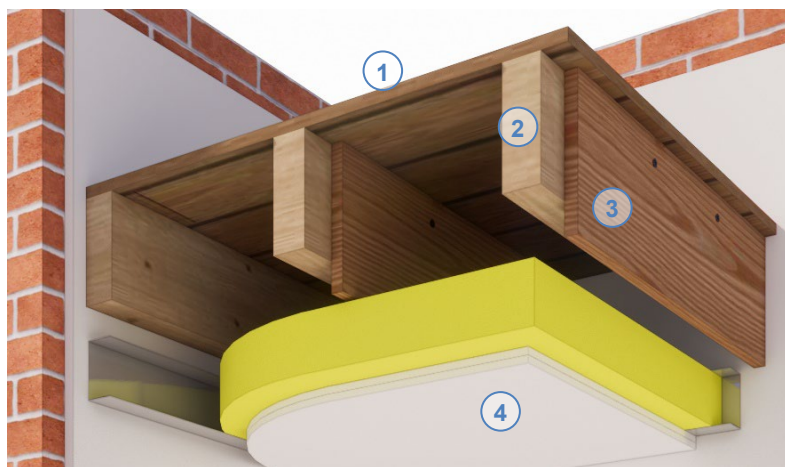
Als de bestaande vloer wiebelt als men erop springt of als de meubels gaan trillen, is de stijfheid duidelijk onvoldoende. De vloer moet worden versterkt, zo niet komt de akoestische verbetering in het gedrang.

Verstevingismethoden

- **Versteving met houten planken**

Indien mogelijk moet de versteving uit planken bestaan die hoger zijn dan de te bekleden draagbalk. De planken worden stevig aan de balken bevestigd, zonder luchtspleet.

Wanneer de bekleding bovenaan wordt aangebracht, ontstaat er een nieuwe vlakke basis voor een zwevende vloer. Als ze onderaan wordt aangebracht, moet dat met het oog op de toegankelijkheid gebeuren voordat er nieuwe tussenbalken worden geplaatst (zie [fiche 9](#)).



1. Bestaande vloer
2. Bestaande balklaag
3. Verstevingsplank
4. Nieuw zelfdragend akoestisch verlaagd plafond

Waarom hogere planken?

De vervormingen (door momentane belasting en kruip) en het trillingsgedrag van houten balken zijn afhankelijk van het traagheidsmoment van de doorsnede, dat evenredig is met de hoogte tot de derde macht.

Daarom is het een goed idee om de balken te bekleden met hogere planken: elke toename in de hoogte heeft een 4 keer grotere impact dan eenzelfde toename in de breedte.

Figuur 13: Balken onderaan bekleden

Controleer of de balken niet rot zijn of verzwakt door larven op de plek waar ze aan de muren bevestigd zijn. Het is niet nodig om de verstevingselementen in de muren te verankeren, omdat de buigspanningen het hoogst zijn in het midden van de balk en zeer laag aan de muren. Raadpleeg indien nodig een stabiliteitsingenieur om de plank te dimensioneren en de boutverbindingen te bepalen.

- **Bekleding met metalen platen**

Staal is ongeveer 20 keer stijver dan hout. Een dunne plaat volstaat dus om de vloer stijver te maken en de metalen platen hoeven niet hoger te zijn dan de balken.

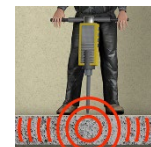
- **Nieuwe onafhankelijke structuur**

Indien nodig kan men in plaats van de bestaande structuur te versterken, een nieuwe structuur aanbrengen die volledig onafhankelijk is van de bestaande. De nieuwe structuur, die als basis zal dienen voor de geluidsisolatie, kan worden losgekoppeld van het gebouw: elke balk wordt in een schoen geplaatst met een laag flexibel materiaal eromheen, zodat hij geen star contact heeft met het gebouw (zie ook de illustraties in [Fiche 9](#)). Deze procedure kan bovenaan of onderaan worden uitgevoerd.

NB: Verstevingismethoden die NIET EFFECTIEF zijn tegen trillingen:

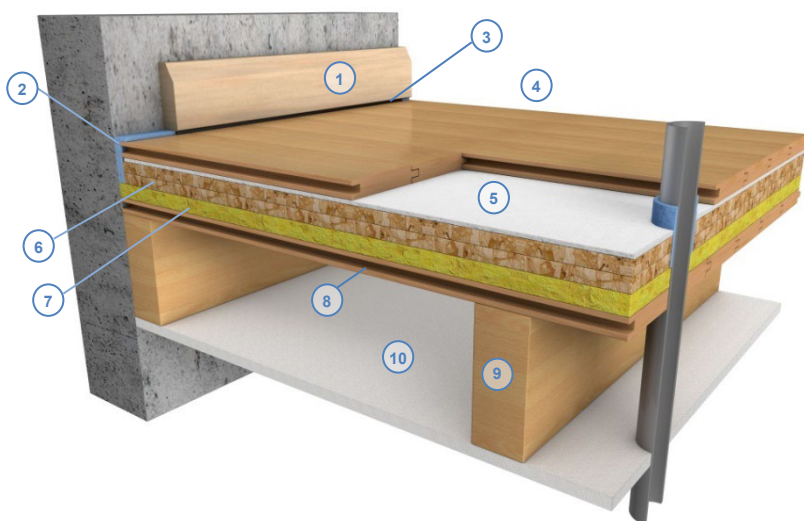
- Bevestiging van OSB-panelen in de bestaande vloer: geen verbetering tegen contactgeluid (en heel weinig tegen luchtgeluid)
- De vloer vervangen door OSB-panelen: geen verbetering
- Verankering van de balken (houten dwarsliggers loodrecht op de balken): onvoldoende

¹ - structureel naaldhout / sterkteklasse C18 / 22% houtvochtgehalte
- Vloer met droge dekvloer van 30 mm + OSB-vloerplaat van 18 mm + vloerbedekking + verlaagd plafond met 1 gipsplaat > eigen gewicht = 70 kg/m²
- Woning (gebruiksbelasting 200 kg/m²)



FICHE 4. DROGE ZWEVENDE DEKVLOER

Dekvloer samengesteld uit vloerpanelen die verbonden zijn met een wolachtige halfstijve isolatielaag met hoge dichtheid, geplaatst op de draagstructuur en ontkoppeld van de muren.

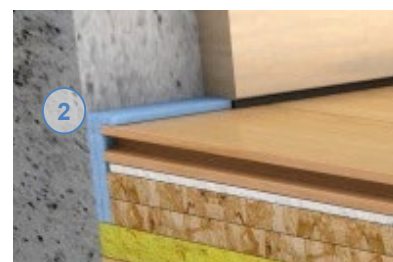


1. Plint aan de muur vast en los van de vloer
2. Soepele scheidingsstrook
3. Tochtstrip met siliconestopverf
4. Vloerbekleding
5. Dunne onderliggende scheidingslaag voor houten vloer
6. Twee platen (=massa)
7. Dempingslaag (= veer)
8. Bestaande vloer
9. Bestaande vloerbalken
10. Bestaand stucplafond

Figuur 15 : Droge zwevende dekvloer

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Zo nodig, aanbrengen van een laag egalisatiekorrels
2. Plaatsen van soepele randstroken voor ontkoppeling
3. Plaatsen van het dempend materiaal zonder bevestigingen
4. Plaatsen van twee lagen vloerpanelen (eventueel geprefabriceerde droge dekvloerpanelen)
5. Plaatsen van de vloerbekleding



Figuur 16 : Geprefabriceerde droge dekvloerplaten (© Gyproc)

EISEN

Vorbereiding van de onderlaag

- Als de onderlaag een doorbuiging of oneffenheden heeft, moet men een laag egalisatiekorrels leggen volgens de aanbevelingen van de fabrikant

Soepele ontkoppelingsstroken

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de rand langs de muren en rond eventuele leidingen
- Ze boven het afgewerkte niveau van de bekleding laten uitsteken om deze van de plinten te scheiden

Ontkoppelingslaag

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Bijvoorbeeld: wolachtig isolatiemateriaal met een hoge dichtheid van **18 mm** dik

Vloerpanelen

- **Minstens 2 lagen** – Ideaal: 2 x 10 mm gipsvezel met verspringende voegen (Mogelijk: combinatie van 15 mm OSB en 10 mm gipsvezelplaat)
- Bij zwevende plaatsing, **zonder bevestiging in de onderlaag** - geen star contact met een gebouwelement

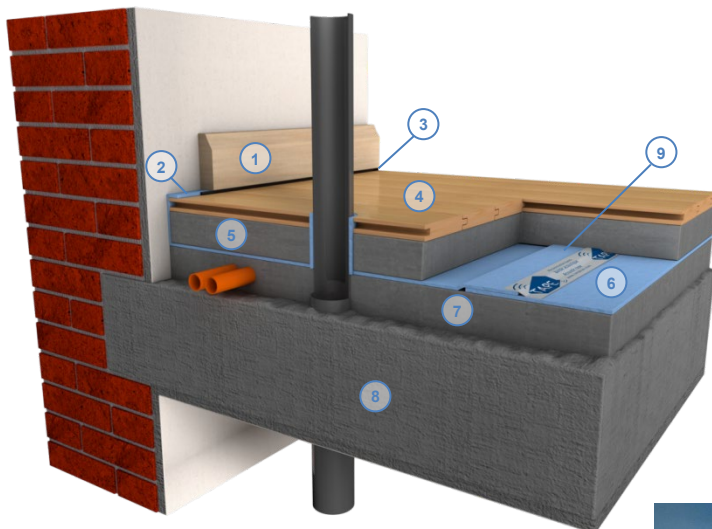
Vloerbekleding

- Deze moet van de muren en de leidingen ontkoppeld zijn
- Gelijmd, zwevend, vastgenageld of vastgeschroefd (maar vermijden dat de schroef terug contact heeft met de structuur)
- De eventuele plinten worden losgekoppeld van de bekleding
- De afwerkingsvoegen aan de rand worden gerealiseerd met siliconemastiek
- Invloed van de bekleding: [Fiche 3](#)



FICHE 5. GEGOTEN ZWEVENDE DEKVLOER

Dekvloer in gewapende mortel, gegoten op een ontkoppelingslaag en volledig gescheiden van de muren.

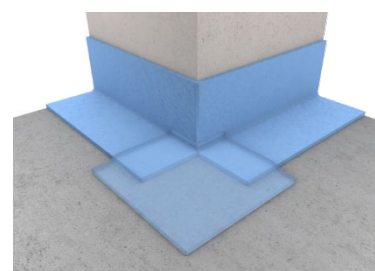
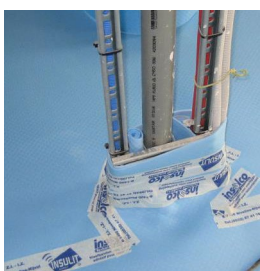


1. Plint aan de muur vast en los van de vloer
2. Soepele scheidingsstrook
3. Tochtstrip met siliconestopverf
4. Vloerbekleding (hier op slijtlaag gekleefde houten vloer)
5. Gegoten zwevende slijtlaag
6. Onderliggende dempingslaag
7. Egalisatielaag
8. Bestaande vloersteen
9. Minstens 10 cm bedekking tussen twee banen + bedekking met kleefband aan het voegsel

Figuur 14 : Gegoten zwevende dekvloer

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Aanbrengen van een egalisatielaag
2. Plaatsen van soepele randstroken voor ont koppeling
3. Plaatsen van de dempingslaag
4. Gieten van de dekvloer



Figuur 15 : Extra scheidingsstuk plaatsen voor de uitgaande hoeken (Photo © Insulco)

EISEN

Vorbereiding van de onderlaag

- Zo nodig een egalisatielaag aanbrengen om de dikte van de leidingen die op de vloerplaat geplaatst werden, te herstellen

Soepele ont koppelingsstroken

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de rand langs de muren (**opgelet voor uitstekende hoeken !**) en rond eventuele leidingen
- Ze kunnen bestaan uit verticale opstanden van de horizontaal geplaatste ont koppelingslaag
- Ze boven het afgewerkte niveau van de bekleding laten uitsteken om deze van de plinten te scheiden

Dempende laag

- Isolatie-efficiëntie tegen impactgeluiden $\Delta L_w \geq 20 \text{ dB(A)}$ - [zie tabel](#)
- Doorlopende laag (geen open voegen, geen perforaties). Zorg voor een afdekking van minstens 10 cm tussen de stroken

Dekvloer

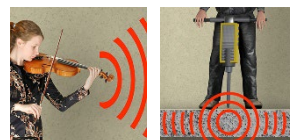
- Uitvoering waarbij alle nodige voorzorgen worden genomen om de ont koppelingslaag niet te perforeren. Verpak in het bijzonder de poten van de toestellen die op deze laag staan

Vloerbekleding

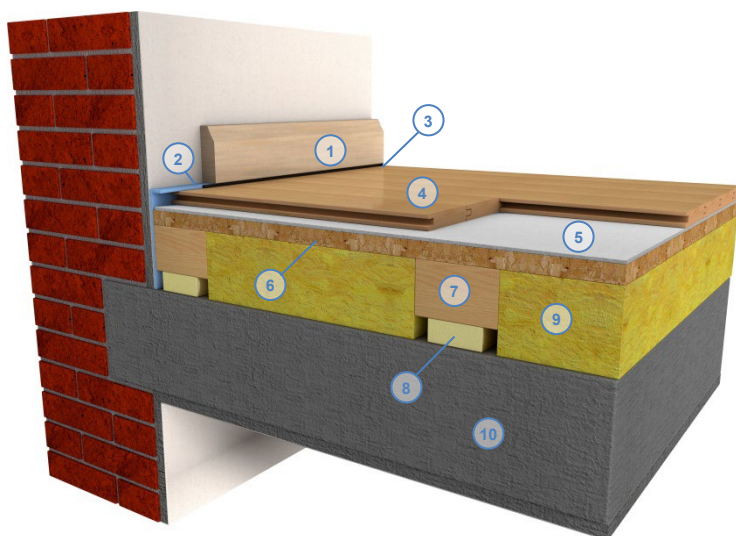
- Idem droge zwevende dekvloer :
- Deze moet van de muren en de leidingen ont koppeld zijn
- Gelijmd, zwevend, vastgenageld of vastgeschroefd (maar vermijden dat de schroef terug contact heeft met de structuur)
- De eventuele plinten worden losgekoppeld van de bekleding
- De afwerkingsvoegen aan de rand worden gerealiseerd met siliconemastiek

Bekijk ook de video [Akoestiek van plankenvloeren en trappen](#).

FICHE 6. ISOLEREND VLOERCOMPLEX OP VLOERBALKEN



Complex dat is aangebracht op de bestaande vloer door het invoegen van een absorberend materiaal tussen de ontkoppelde vloerbalken.



Figuur 16 : Isolerend vloercomplex op vloerbalken

1. Plint aan de muur vast en los van de vloer
2. Soepele scheidsstrook
3. Tochtstrip met siliconestopverf
4. Vloerbedekking (zwevende houten vloer)
5. Dunne flexibele onderlaag voor houten vloeren
6. OSB-vloerpanelen, 22 mm
7. Vloerbalken
8. Dempende blokken (of stroken)
9. Absorberend materiaal
10. Bestaande vloersteen

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Plaatsen van balken in combinatie met dempende elementen (stroken of blokken)
2. Aanbrengen van absorberend materiaal tussen de vloerbalken
3. Plaatsen van vloerpanelen



© Tramico



© CDM

Figuur 20: Dempende stroken en blokken op/onder de balken

EISEN

Soepele ontkoppelingsstroken (Idem droge zwevende dekvloer)

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de rand langs de muren en rond eventuele leidingen
- Ze boven het afgewerkte niveau van de bekleding laten uitsteken om deze van de plinten te scheiden

Vloerbalken + dempend element

- Voldoende hoogte om 100 mm absorberend materiaal te plaatsen
- Geplaatst met een regelmatige tussenruimte van maximum 40 cm (bevestigingen : zie vloerpanelen)
- Plaats de dempingselementen op of onder de balken om ze te scheiden van de vloerpanelen of van de draagconstructie
- Volledig ontkoppeld van de muren

Absorberend materiaal

- Materiaal conform aan [Fiche 1](#)
- Minimumdikte **100 mm**

Vloerpanelen

- Minimumdikte : **22 mm** OSB - BETER : combinatie van OSB en gipsvezel of ander zwaar materiaal
- Als de soepele ontkoppelingsstroken zich onder de vloerbalken bevinden, kunnen de panelen bevestigd worden aan de vloerbalken ; als ze boven de vloerbalken geplaatst zijn, worden de panelen zwevend geplaatst
- Geen star contact met een gebouwelement

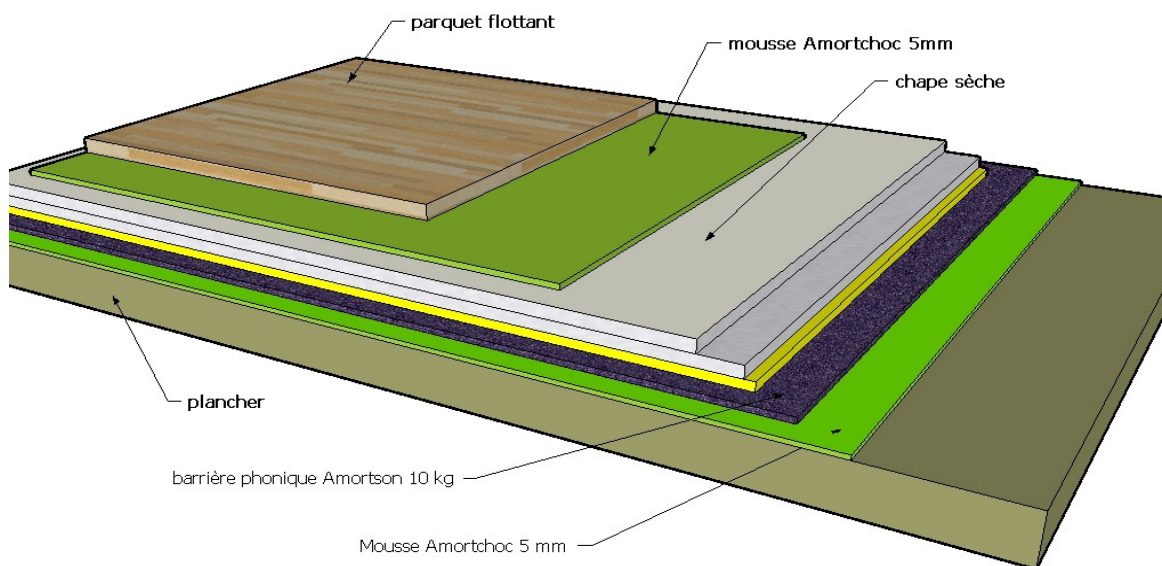
Vloerbekleding (Idem droge zwevende dekvloer)

- Deze moet van de muren en de leidingen ontkoppeld zijn
- Gelijmd, zwevend, vastgenageld of vastgeschroefd (maar vermijden dat de schroef terug contact heeft met de structuur)
- De eventuele plinten worden losgekoppeld van de bekleding
- De afwerkingsvoegen aan de rand worden gerealiseerd met siliconemastiek
- Invloed van de bekleding: [Fiche 3](#)

FICHE 7. ISOLEREND VLOERCOMPLEX MET AFWISSELENDE LAGEN



Afwisseling van op elkaar geplaatste lagen met verschillende densiteit, zonder bevestiging.



Figuur 21 : Isolerend vloercomplex met afwisselende lagen © Teleac

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Plaatsen van soepele ontkoppelingsstroken
2. Plaatsen van lagen zonder bevestiging
3. Plaatsen van de vloerbekleding

EISEN

Soepele ontkoppelingsstroken (Idem droge zwevende dekvloer)

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de rand langs de muren en rond eventuele leidingen
- Ze boven het afgewerkte niveau van de bekleding laten uitsteken om deze van de plinten te scheiden

Lagen

- Minimumhoogte **70 mm**
- **Het complex bestaat uit ten minste** één of twee lagen polyurethaanschuim van 5 tot 12 mm (of gelijkwaardig).
- Als het polyurethaanschuim in 2 lagen wordt aangebracht, worden een of meer andere materialen tussen de 2 lagen ingevoegd.
- een laag steenwol met hoge densiteit (of equivalent), **min 10 mm**
- een droge zwevende dekvloer in gipsplaat, **20 mm**
- een laag zware dempingsfolie, **5 mm**
- Ze moeten volledig ontkoppeld zijn van de muren
- [Zie hoofdstuk Materialen](#)

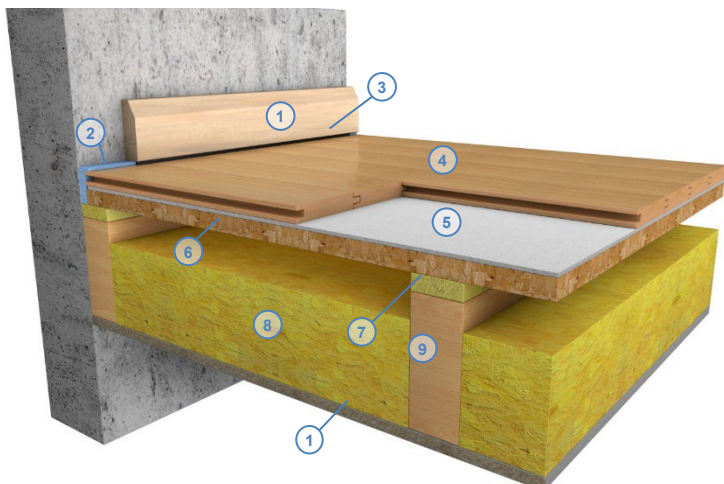
Vloerbekleding

- Als de laatste laag van het complex bestaat uit OSB- of gipsvezelplaten, kan er om het even welke bekleding op geplaatst of bevestigd worden. Zoniet wordt de bekleding zwevend geplaatst, zonder bevestiging.
- Deze moet van de muren en de leidingen ontkoppeld zijn
- De eventuele plinten worden losgekoppeld van de bekleding
- De randvoegen worden gerealiseerd met siliconemastiek

FICHE 8. VOLLEDIGE ISOLATIE TUSSEN BALKEN



Combinatie van een absorberend materiaal in de dikte van de vloerstructuur en van een nieuwe zwevende vloer.

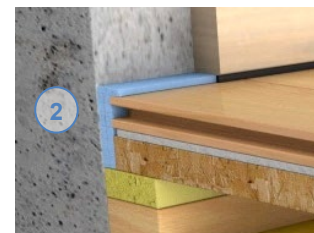


1. Plint aan de muur vast en los van de vloer
2. Soepele scheidingsstrook
3. Tochtstrip met siliconestopverf
4. Vloerbekleding (zwevende houten vloer)
5. Dunne flexibele onderlaag voor houten vloeren
6. OSB-vloerpanelen in zwevende laag
7. Dempende blokken (of stroken)
8. Absorberend materiaal
9. Bestaande balk
10. Bestaand stucplafond

Figuur 22 : Gecombineerde isolatie boven tussen de draagelementen

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Demonteren van de bestaande vloer
2. Zo nodig, correctie van de plafonddichting van de benedenverdieping
3. Zo nodig, versteviging van de structuur
4. Aanbrengen van een absorberend materiaal
5. Plaatsen van soepele ontkoppelingsstroken aan de rand
6. Plaatsen van dempende blokken of stroken op de dwarsbalken
7. Plaatsen van vloerpanelen
8. Plaatsen van de vloerbekleding (of herplaatsen van de gedemonteerde



Figuur 17: Aanbrengen
(© Thermofloc)

EISEN

Vorbereiding van de onderlaag

- De vloer moet zorgvuldig gedemonteerd worden als deze later nog hergebruikt wordt
- Controleer de plafonddichting van de benedenverdieping : maak de barsten dicht en verwijder de ingebouwde spots (of verpak ze in dozen in een zwaar materiaal maar let op hun ventilatie)
- Als de draagstructuur niet stijf genoeg is, dient men ze te verstevigen – zie p.15

Absorberend materiaal

- Materiaal conform aan [Fiche 1](#)
- Minimum dikte **100 mm**

Dempende laag

- Materiaal in overeenstemming met [Fiche 2](#)
- Bijvoorbeeld: wolachtig HD-isolatiemateriaal van **18 mm** dik of rubberblokken

Soepele ontkoppelingsstroken

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de randen langs de muren en rond leidingen
- Ze boven het afgewerkte niveau van de bekleding laten uitsteken om van de plinten te scheiden

Vloerpanelen

- Best : combinatie van 18 mm OSB en 10 mm gipsvezel. OSB alleen (min **22 mm**) is minder goed.
- Zwevende plaatsing op de dempende stroken die op de vloerbalken werden geplaatst (geen schroef)
- Geen star contact met een gebouwelement

Vloerbekleding

- Deze moet van de muren en de leidingen ontkoppeld zijn
- Gelijmd, zwevend, vastgenageld of vastgeschroefd (maar vermijden dat de schroef terug contact heeft met de structuur)
- De eventuele plinten worden losgekoppeld van de bekleding
- De afwerkingsvoegen aan de rand worden gerealiseerd met siliconemastiek

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Vulling van het absorberend materiaal

Een goede kwaliteit / prijsverhouding is het vullen van ongeveer 60% van de beschikbare hoogte tussen de dwarsbalken. De bijkomende centimeters zullen altijd een verbetering geven, maar deze zal steeds minder relevant zijn.

→ Voordelen van deze methode

- Beperkte verhoging van de vloer
- Effectief tegen **luchtgeluid** dankzij een **massa-veer-massasysteem** met een grote afstand tussen de massa's
- Effectief tegen **contactgeluid** dankzij de **zwevende vloer**
- De bestaande vloer kan worden hergebruikt als hij voorzichtig wordt gedemonteerd

→ Blokken in plaats van stroken

De ervaring leert dat het beter is om plaatselijk contacten te hebben. Dit zijn de twee meest gebruikte methoden:

- Rubberen “wafels” vastgeschroefd in de draagbalk, waarop de vloerpanelen worden geplaatst
- Neopreen noppen die in een metalen rail worden geschoven waarin de vloerpanelen kunnen worden bevestigd

→ Oppervlaktemassa

Voor contactgeluid is de massa irrelevant (low-tech oplossingen op basis van tapijt en/of vilt zijn het meest effectief) - zie [Fiche 3](#)

Voor luchtgeluid daarentegen wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijke massa in het massa-veer-massasysteem (zie *pagina 5 en 6*). Om het bestaande plafond aan de bovenkant te verzwaren, kan een extra massa boven op de gipsplaat worden geplaatst, bevestigd in de balken zodat het gewicht niet op het bestaande plafond rust. De gipsplaat waar mogelijk langs onderen verdubbelen, is beter voor de brandwerendheid.

Enkele oppervlaktemassa's, met de bijbehorende dikte

	dikte	oppervlaktemassa
1 x zware massa van 3,5 mm	3,5 mm	5 kg/m ²
1 x zware massa van 5 mm	5 mm	7,5 kg/m ²
1 x vezelcementplaat	8 mm	14,4 tot 16,8 kg/m ²
1 x gipsvezelplaat	10 mm	11,5 kg/m ²
laminaat van goede kwaliteit	10 mm	6 tot 8 kg/m ²
1 x standaard gipsplaat	12,5 mm	8,75 tot 10,4 kg/m ²
1 x speciale akoestische gipsplaat	12,5 mm	12,5 kg/m ²
2 x gipsvezelplaten ^A	20 mm	23 kg/m ²
1 x OSB-plaat van 22 mm	22 mm	13,2 kg/m ²
vloer van massief eikenhout	22 mm	15,4 kg/m ²
2 x standaard gipsplaten	25 mm	17,5 tot 20,8 kg/m ²
1 x OSB-plaat van 18 mm + 1 x gipsvezelplaat van 10 mm ^B	28 mm	22,7 kg/m ²
2 x OSB-platen van 15 mm	30 mm	18 kg/m ²
2 x OSB-platen van 18 mm	36 mm	22,4 kg/m ²

A: beste dikte/massaverhouding

B: beste oplossing voor vloeren op balken of blokken

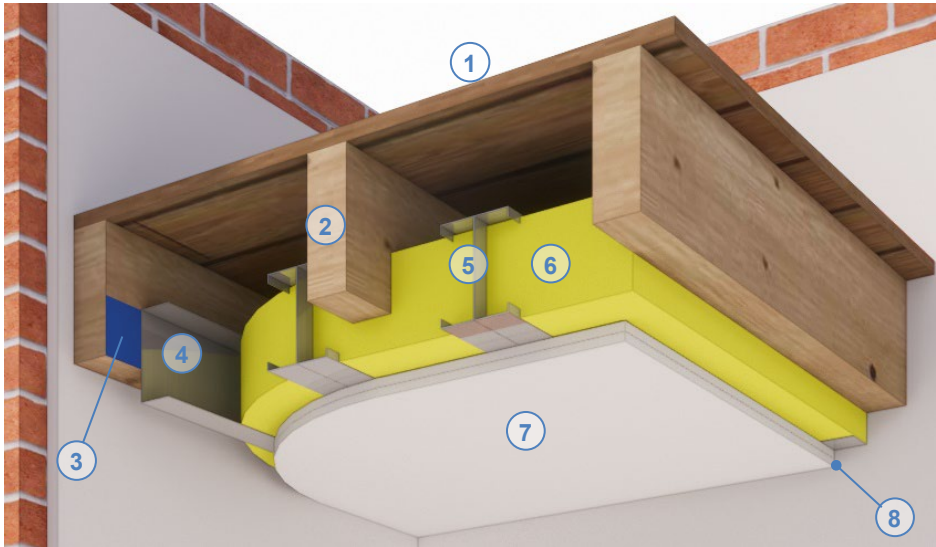
→ Akoestische dichtheid

Een perfect luchtdichte afwerking is niet voldoende als de massa niet doorlopend is en er geen absorberend materiaal gebruikt wordt waar dat nodig is. Eventuele gaten in het bestaande plafond voor elektrische kabels moeten worden opgevuld met een zwaar product, zoals gips (de kabels zijn al omhuld met een flexibel materiaal).



FICHE 9. ZELFDRAGEND AKOESTISCH VERLAAGD PLAFOND

Akoestisch verlaagd plafond zonder hangstaven, geplaatst tussen de balken of onder het bestaande plafond.



1. Bestaande houten vloer
2. Bestaande balk
3. Flexibele ontkoppelingsstrook
4. Randrail
5. Metalen frame voor lange overspanning
6. Absorberend materiaal
7. 2 van de muren ontkoppelde gipsplaten
8. Siliconen randvoeg

Figuur 18: Zelfdragend akoestisch verlaagd plafond

UIT TE VOEREN WERKEN

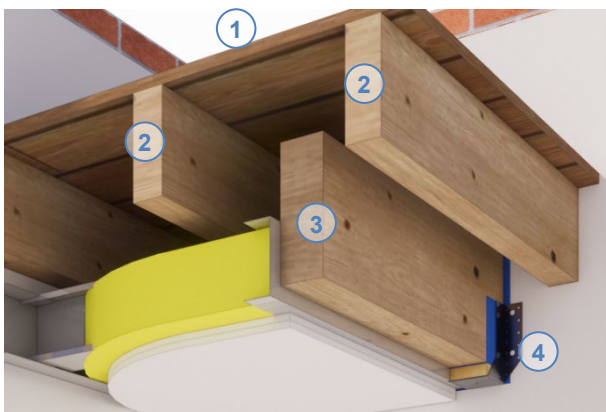
1. Het eventuele bestaande plafond verwijderen
2. Indien nodig de homogeniteit van de bestaande bovenmassa corrigeren (gaten en scheuren wegwerken)
3. Eventueel de balken verstevigen in het geval van een onvoldoende stijve houten constructie
4. Trilvaste plaatsing van de metalen structuur (verankering via de flexibele strook)
5. Een flexibel absorberend materiaal invoegen
6. De panelen aan de structuur bevestigen zonder star contact met de muren
7. De afdichtingsvoegen aan de rand met silicone afwerken

VEREISTEN

Metalen structuur

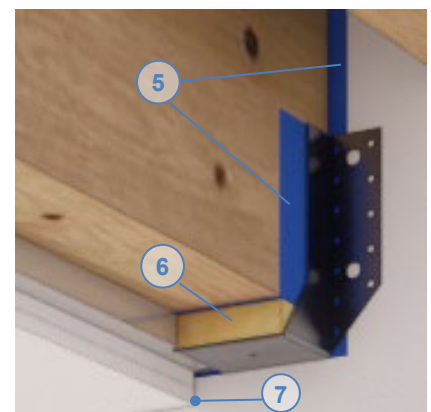
- De profielen zijn flexibel en **worden trilvast geïnstalleerd** door de rails van de structuur in de muren te verankeren via een flexibele strook (volgens [fiche 2](#)) van minstens **5 mm** dik. Houd er rekening mee dat de afdichtstrip die bij de profielen wordt geleverd niet voldoende is.
- De structuur wordt gekozen op basis van de vereiste overspanning en het gewicht van de panelen. Ter illustratie: max. overspanning van 3,50 m met profielen van 100 mm (min. totale dikte 135 mm)
max. overspanning van 4,10 m met profielen van 120 mm
- Als de overspanning groter is dan de aanbevelingen van de fabrikant, wordt het te behandelen oppervlak verkleind door een tussenligger te plaatsen. De tussenligger wordt in een schoen geplaatst met een laag flexibel materiaal eromheen, zodat hij geen star contact heeft met het gebouw.

Overige vereisten en aanvullend advies: Zie [fiche 10](#)



Figuur 20: tussenligger tussen de balken

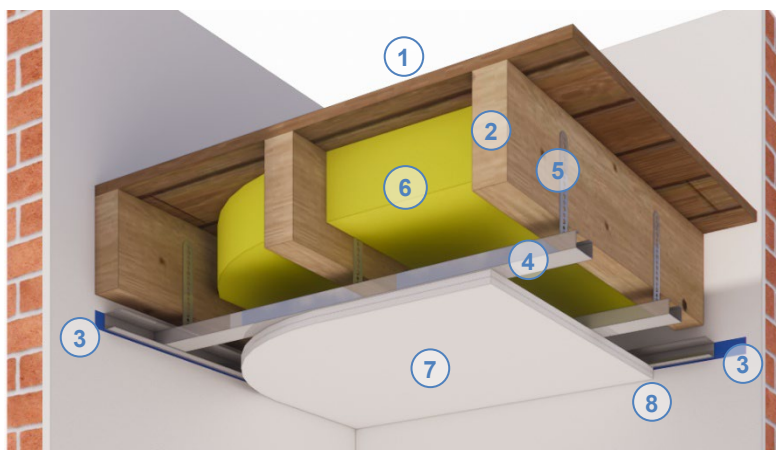
1. Bestaande houten vloer
2. Bestaande balk
3. Nieuwe tussenligger
4. Metalen schoen
5. Flexibel ontkoppelingsmateriaal
6. Dempend materiaal
7. Siliconen randvoeg



Figuur 19: schoen met een dempende laag en gevoerd met ontspanningsmateriaal

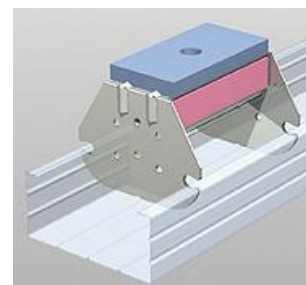


FICHE 10. AKOESTISCH VERLAAGD PLAFOND MET HANGSTAVEN OF BEUGELS



Figuur 21: Akoestisch verlaagd plafond met hangstaven

1. Bestaande houten vloer
2. Bestaande balk
3. Flexibele ontkoppelingsstrook
4. Trilvast geplaatste metalen structuur
5. Trillingsdempende hangstaaf (zo weinig mogelijk!)
6. Absorberend materiaal
7. 2 van de muren ontkoppelde gipsplaten
8. Siliconen randvoeg



Figuur 22: Trillingsdempende beugel voor betonplaat

(© Gyproc)

UIT TE VOEREN WERKEN

Zelfde als Fiche 9 + hangstaven of beugels

VEREISTEN

Metalen structuur

- De profielen zijn flexibel en **worden trilvast geïnstalleerd** door de rails van de structuur in de muren te verankeren via een flexibele strook (volgens [fiche 2](#)) van minstens **5 mm** dik. Houd er rekening mee dat de afdichtstrip die bij de profielen wordt geleverd niet voldoende is.
- Gebruik zo weinig mogelijk hangstaven - maximaal één hangstaaf per m²
- Geen star contact met enig deel van het gebouw

Absorberend materiaal

- Materiaal in overeenstemming met [Fiche 1](#)
- Minimale dikte van **100 mm**

Afwerkingspanelen

- De afwerking bestaat uit **minstens 2 overlappende panelen** met verspringende voegen
- Gipsplaten (min. 2 x 12,5 mm dik) of gipsvezelplaten (min. 2 x 10 mm dik)
- Ze moeten perfect ontkoppeld zijn van muren en leidingen
- Geen inbouwspots

Afdichtingsvoegen

- De randvoegen worden gevuld met siliconenkit, niet met pleister

BIJKOMENDE TIPS

→ Voordelen, nadelen en effectiviteit van deze methode

- Weinig verlies aan plafondhoogte, maar minder effectief dan een zelfdragend plafond - voor te behouden voor ruimten met onvoldoende plafondhoogte.
- Een al dan niet zelfdragend akoestisch verlaagd plafond isoleert tegen luchtgeluid maar garandeert geen effectieve isolatie tegen contactgeluid. Bovendien is het minder effectief onder een betonnen plaat dan onder een houten constructie - zie begin van het hoofdstuk [Vloeren](#).

→ Verstijven van de houten structuur

De houten structuur moet erg stijf is, anders geven de hangstaven de kleinste beweging van de vloer erboven door aan het plafond en werkt de isolatie niet. Verstijf de balken indien nodig - zie begin van het hoofdstuk [Vloeren](#).

→ Compatibiliteit met brandgedrag (geldt ook voor fiche 9)

- Het gebruik van flexibele metalen profielen is ongunstig voor de brandwerendheid, maar het gewicht en de dikte van de afwerkingspanelen zijn gunstig.
- Voor een betere brandwerendheid is het beter om de beschikbare ruimte niet volledig te vullen met absorberend materiaal. Rotswol en cellulosevezel lijken langer bestand tegen brand dan andere materialen.
- Het is altijd beter om advies te vragen aan de brandweer of een gespecialiseerd bureau.

MUREN TUSSEN WONINGEN

PRINCIPES

Hoe zwaarder een muur, dit wil zeggen dik en gerealiseerd met materialen met een hoge volumieke massa, hoe beter zijn geluidsisolatie (tegen luchtgeluiden). Het is de massawet – zie hoofdstuk [Materialen – de luchtgeluiden](#). De isolatie van een bestaande muur kan verbeterd worden door het massa-veer-massa-principe toe te passen in de vorm van een akoestische verdubbeling.

→ Geen smalle oplossing

De efficiënte oplossingen om de geluidsoverdracht tussen twee lokalen te verminderen, brengen onvermijdelijk een verlies van nuttig volume mee, door een verdubbeling op een onafhankelijke structuur te realiseren (minimumdikte van 8 cm). Als dit systeem niet kan toegepast worden, zijn de panelen beschreven in [Fiche 12](#) het enige aanvaardbare alternatief (maar slechts half zo effectief).

→ Voorbereiding van de onderlaag

Aangezien de globale akoestische performantie van een wand door zijn zwakste elementen bepaald wordt, dient men opletteend te zijn voor elementen die de prestatie van de wand kunnen veranderen, zoals een dichtgemaakte deur of een elektriciteitsinbouwbox.

Voordat de akoestische bekleding wordt aangebracht, moeten eventuele scheuren, gaten of groeven worden gevuld met mortel of pleister om ze **geluiddicht** te maken. Als de muur uit kale blokken bestaat, breng dan een pleisterlaag aan om hem luchtdicht te maken. Deze pleisterlaag mag zowel aan de te verdubbelen zijde als aan de andere zijde van het metselwerk aangebracht worden.

Om gebruiksklare panelen aan te brengen, moet het oppervlak van de te verdubbelen muur volledig vlak zijn en geen gebreken of uitspringende elementen hebben. Desnoods moet men hem corrigeren.

→ Akoestische dichtheid

Een perfecte luchtdichte afwerking is niet voldoende als de massa niet doorlopend is. In voorzieningen waar luchtdichtheid moeilijk of onmogelijk te halen is (bv. ventilatieroosters), zorgt het absorberende materiaal voor de geluidsreductie door de middelhoge en hoge frequenties effectief te absorberen. Smalle gleuven beperken de overdracht van laagfrequente componenten met een langere golflengte.

→ Ontwerp van de woning

Vermijd om geluidsgevoelige ruimtes, zoals een slaapkamer, naast een technisch lokaal met potentieel lawaaiërende installaties (stookruimte, liftmachinerie, mechanisme garagepoort ...) te plaatsen.

Vermijd het bevestigen van sanitaire of technische inrichtingen

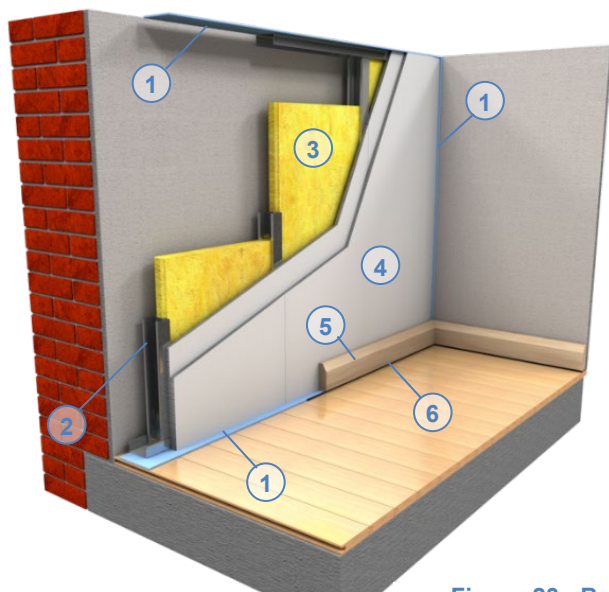
- in een gemene muur met een gevoelige ruimte zoals een slaapkamer (van dezelfde of van een andere woning,
- in een lichte muur.

Geef de voorkeur aan het samenvoegen van leidingen en andere buizen in geïsoleerde technische kokers - zie [Fiche 20](#).

FICHE 11. BEKLEDING OP ONAFHANKELIJKE DRAAGSTRUCTUUR



Complex samengesteld uit een zelfdragende structuur die volledig van de andere wanden is ontkoppeld, met een akoestisch absorbers in de aldus gecreëerde tussenruimten en afwerkingsplaten die op het frame worden bevestigd en die ook van de bestaande structuren zijn gescheiden.



1. Dampende strook + Soepele scheidingsstrook
2. Trilwerend geplaatst metalen skelet
3. Soepel absorberend materiaal
4. Afwerkingspanelen
5. Plint aan de muur vast en los van de vloer
6. Tochtstrip met siliconestopverf



Figuur 30 : Plafond aansluiting
(© Gyproc)

Figuur 23 : Bekleding op
onafhankelijke draagstructuur

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Zo nodig, voorbereiding van de muur
2. Een dampende strook op de vloer leggen
3. Aanbrengen van een soepele ontkoppelingsstrook op de vloer en langs de zijmuren en het plafond
4. Realiseren van een zelfdragende structuur
5. Invoegen van een soepel absorberend materiaal in de dikte van de structuur
6. Afwerkingspanelen bevestigen op het frame, met verspringende voegen
7. Realiseren van perifere dichtingsvoegen met silicone

EISEN

Dampende strook

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Moet het gewicht van de wand kunnen dragen zonder volledig platgedrukt te worden
- De breedte moet gelijk zijn aan die van het verdubbelingscomplex (structuur + afwerkingspanelen)

Soepele ontkoppelingsstroken

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)

Structuur

- **Plaatsing op trilvaste wijze:** ze mag geen star contact hebben met de te verdubbelen muur (ideaal wordt ze op 2 cm van de te verdubbelen muur opgetrokken om elk toevallig te vermijden) en wordt over heel de omtrek ontkoppeld door een soepele strook (zie hierboven). Bij grote hoogten kan de structuur aan de bestaande muur worden bevestigd door middel van trilvaste bevestigingsbeugels - [Fiche 2](#)

Absorberend materiaal

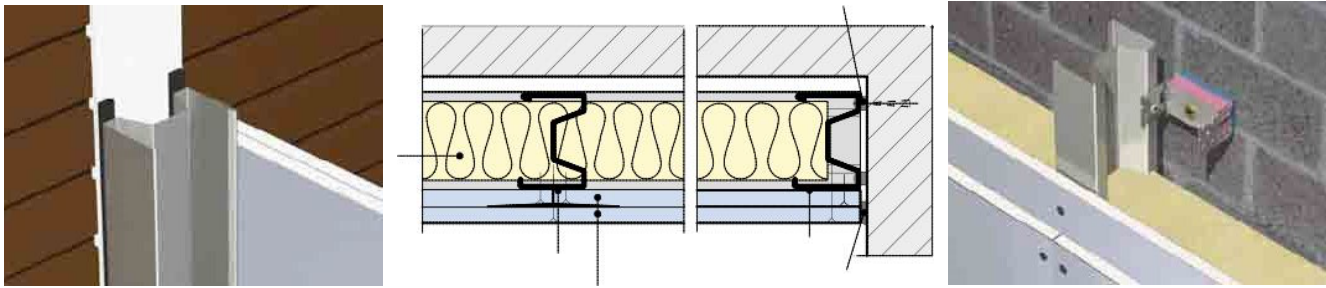
- Materiaal conform aan [Fiche 1](#)
- Minimumdikte **40 mm**

Afwerkingsplaten

- **Tenminste 2 op elkaar geplaatste platen** geplaatst met verschoven voegen
- Gipsplaten (min. dikte van de 2 x 12,5mm) of gipsvezelplaten (min. dikte van 2 x 10mm)
- Volledig ontkoppeld van de muren, de vloer en het plafond en van eventuele leidingen
- Geen sleuven of inbouw materiaal (gebruik stopcontacten en schakelaars om te bevestigen)

Dichtingsvoegen

- De randvoegen worden gerealiseerd met siliconemastiek en niet met gips



Figuur 31 : Bevestigingsbeugels van de structuur (© Gyproc)

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ De performantie van het systeem verhoogt met :

- de soepelheid van de verende elementen (structuur + soepele stroken),
- de massa van de wanden (bestaande muur en afwerkingsplaten),
- de afstand tussen hen.

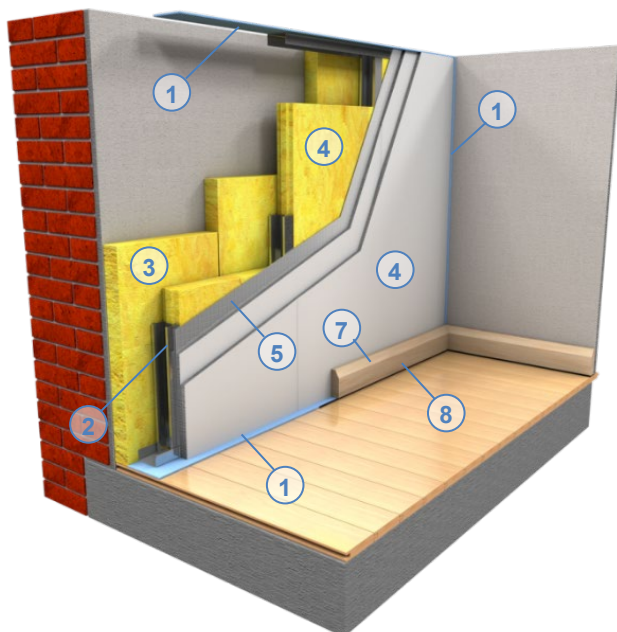
Daarom zijn met de methode van fiche 11 veel betere prestaties te halen dan met de methode van fiche 12, die voorbehouden moet worden voor specifieke gevallen waarin het niet mogelijk is om de methode van fiche 11 toe te passen.

→ Geluidsisolatie van een buitenmuur

Omdat alle akoestische absorberende stoffen ook thermisch isoleren, kunnen de twee soorten isolatie gecombineerd worden in geval van het verdubbelen van een gevelmuur of indien het gemeenschappelijke lokaal niet verwarmd is (bijv. garage of inrijpoort).

Om koudebruggen en problemen met interne condensatie te vermijden, zonder de akoestische prestaties van een bekleding op een onafhankelijk frame te wijzigen, zijn de volgende maatregelen nodig:

- tussen de muur en het frame een extra laag absorberend materiaal aanbrengen, stevig tegen de muur gedrukt,
- een luchtdichtingsmembraan tussen de draagstructuur en de afwerkingsplaten invoegen. Is de absorberende stof minerale wol, plaats dan een volledig lucht- en waterdampdicht damp scherm. Is het een natuurlijk absorbers, gebruik dan een damprem, volledig luchtdicht maar waterdampopen (+ dampopen verf).

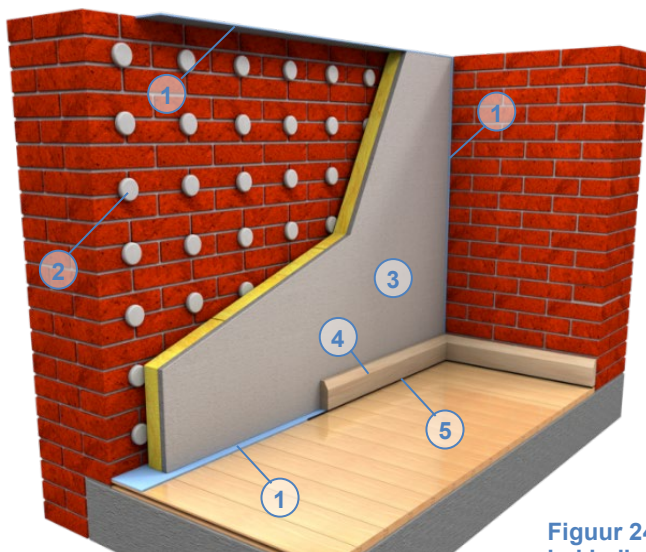


1. Dempende strook + soepele scheidingsstroken
2. Trilwerend geplaatst metalen skelet
3. Soepel absorberend thermisch isolerend materiaal
4. Soepel absorberend materiaal in de skeletdikte
5. Afdichtingsmembraan (condensbescherming / dampdichte laag)
6. Afwerkingspanelen
7. Plint aan de muur vast, los van de vloer
8. Tochtstrip met siliconestopverf

Figuur 32 : Bekleding op onafhankelijke draagstructuur gecombineerd met thermische isolatie

FICHE 12. GEBRUIKSKLARE BEKLEDINGSPANELEN

Bekledingspaneel bestaande uit een afwerkingsplaat waarop een akoestisch absorberend materiaal is voorgelijmd, aan de bestaande muur bevestigd (absorbens kant bestaande muur) door middel van dotten elastische lijm of specifieke bevestigingssystemen.



Figuur 24 : Gebruiksklare bekledingspanelen

1. Dempende strook + flexibele ontkoppelingsstroken
2. Toefjes elastische lijm
3. Voeringspaneel uit een absorberend materiaal en een pleister- of vezelpleisterplaat
4. Plint aan de muur vast, los van de vloer
5. Tochtstrip met siliconestopverf



Figuur 25 : Bekledingspanelen (© Isover)

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Zo nodig, voorbereiding van de muur
2. Een dempende strook op de vloer leggen
3. Een flexibele ontkoppelingsstrook plaatsen langs de zijwanden en het plafond
4. Plaatsen van panelen
5. Realiseren van perifere dichtingsvoegen

EISEN

Vorbereiding van de onderlaag

- Zie principe Muren

Dempende strook

- Materiaal in overeenstemming met [Fiche 2](#)
- Moet het gewicht van de wand kunnen dragen zonder volledig platgedrukt te worden

Soepele ontkoppelingsstroken

- Materiaal conform aan [Fiche 2](#)
- Te plaatsen aan de randen langs de muren en het plafond

Bekledingspaneel

- Absorberend materiaal conform aan [Fiche 1](#) - aanbevolen dikte 100 mm (ten minste **40 mm**)
- Gipsplaat van 12,5mm of gipsvezelplaat van 10mm dik
- Volledig gescheiden van de zijmuren, de vloer en het plafond door een soepele ontkoppelingsstrook (zie hierboven) of een trilvast bevestigingssysteem
- Geen sleuven of inbouw materiaal (gebruik stopcontacten en schakelaars om te bevestigen)
- Plaatsen door te lijmen of door de specifieke trilvaste bevestigingssystemen te gebruiken. Het absorberend materiaal mag bij de plaatsing niet samengedrukt worden. Het rechtstreeks bevestigen van de panelen aan de muur door starre elementen (spijkers, schroeven) is verboden

Dichtingsvoegen

- De perifere afwerkingsvoegen worden gerealiseerd met siliconemastiek en niet met gips

OPGELET

- Deze oplossing is maar half zo effectief als die van fiche 11.
- Panelen met polyurethaan of polystyreen zijn niet geschikt voor akoestische isolatie.
- De panelen met een absorptiedikte van minder dan 40 mm kunnen de aanvankelijke situatie verergeren, vooral in de lage frequenties. De performantie van het systeem verhoogt met de soepelheid van de verende elementen (absorberend materiaal + soepele stroken), de massa van de wanden (bestaande muur en afwerkingsplaat) en de afstand tussen hen.

GEVELELEMENTEN

DIAGNOSE

De globale akoestische prestatie van een gevel wordt bepaald door zijn zwakste elementen. In de traditionele bouw hebben de gestukadoorde gevelmuren voldoende massa en dichtheid om geen zwak punt te vormen (met uitzondering van holle muren – zie nota hieronder). De zwakke punten van een gevel zijn meestal zijn lichtste elementen (rolluikkast, panelen van bow-window,...) en de luchtdichtingsgebreken van deuren en ramen.

→ Welke prioriteiten?

Het plaatsen van een performante akoestische beglazing heeft weinig nut als de ramen niet voldoende luchtdicht zijn, de verbinding tussen de ramen en het metselwerk licht of luchtdoorlaatbaar is, en niet-geïsoleerde rolluikkasten en ongeschikte ventilatie-inrichtingen de prestaties van het geheel verzwakken.

→ Dichtheid van ramen

Het herstellen van de luchtdichting van de ramen is de eerste maatregel die moet genomen worden.

Wordt enkel deze verbetering uitgevoerd, zonder de werken die in de *Fiches 13 tot 15* worden vermeld, dan heeft men geen recht op de renovatiepremie. Is het raamwerk evenwel in goede algemene staat, dan is het verstevigen van de luchtdichting soms toereikend om een voldoende geacht comfortniveau tegenover extern lawaai te bereiken. Deze verbetering **kost** meestal **weinig**, is gemakkelijk te realiseren en verbetert ook de thermische isolatie.

De toe te passen voorschriften worden vermeld in [Fiche 19](#).

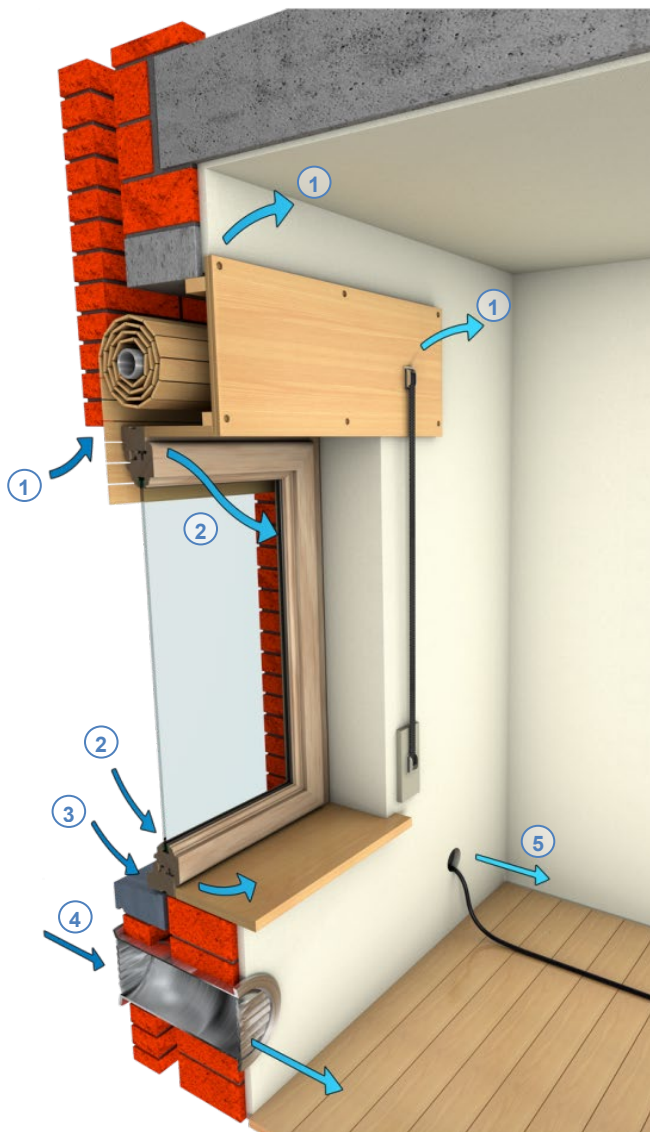
1. Luchtlek ter hoogte van de rolluikkast
2. Luchtlek tussen het raamkozijn en de openslaande vleugel van het venster
3. Luchtlek tussen het schrijnwerk en de muur
4. Tocht langs het ventilatierooster
5. Minder goede afdichting door de elektriciteitsbuizen, -kasten, aansluitingen, enz.

→ Is een vergunning nodig?

Er is geen vergunning nodig voor de vervanging van ramen en deuren « op identieke wijze ». Elke wijziging daarentegen van het uitzicht van ramen of deuren die vanaf de openbare weg zichtbaar zijn (materiaal, indelingen, welvingen, raamstijlen en -vleugels) moet het voorwerp zijn van een stedenbouwkundige vergunningsaanvraag zonder architect. Controleer echter de wettelijke situatie: als de bestaande ramen afwijken van de ramen die in de oorspronkelijke vergunning zijn voorzien en zonder vergunning zijn geplaatst, moet de oorspronkelijke situatie worden hersteld. Meer informatie over [Werken vrijgesteld van een stedenbouwkundige vergunning](#).

Bovendien maakt elke aanvraag van stedenbouwkundige vergunning voor de vervanging van ramen, zoals deze bedoeld in de aanvraag, volgende voorschriften van toepassing:

- De wetgeving inzake EPB met betrekking tot de ventilatie – [Fiche 21](#)
- De aanbevelingen van de akoestische norm NBN S01-400-1 (Akoestische criteria voor woongebouwen). **De eisen van de norm NBN S 01-400-1 zijn strenger dan die van de Code van Goede Praktijk.** De complexiteit van de berekeningen en het metingsprotocol impliceert de tussenkomst van een studie bureau akoestiek. Details op www.buildwise.be.



Figuur 26 : Luchtdichtingsgebreken van een gevel

→ Ventilatie

Door de luchtdichting van de gevelementen te verstevigen, elimineert men de lekken die voor de natuurlijke ventilatie van het lokaal zorgden. Onvoldoende ventilatie kan aanleiding geven tot condensatieverschijnselen die het optreden van schimmels of zwammen kunnen veroorzaken. Om deze problemen te beperken dient men voor voldoende ventilatie te zorgen langs de natuurlijke – [Fiche 16](#) - of mechanische weg – [Fiche 21](#).

Het ventilatiesysteem moet goed doordacht zijn:

- Zelfs een hoogwaardige akoestische rooster vermindert de prestaties van het raam waarin hij geplaatst is;
- Een slecht ontworpen gecontroleerd mechanisch ventilatiesysteem kan een bron van geluidsoverlast zijn.

→ Holle gevelmuren

De woningen gebouwd na 1945 hebben vaak een holle ruimte in de gevelmuur (spouw tussen de structurele wand en de gevelstenen). Als de holle ruimte leeg is of bekleed met harde thermische isolatie, en de dichting tussen het raam en metselwerk niet correct is, dan kan het geluid langs deze weg van het ene naar het andere appartement circuleren.

Als de holle ruimte leeg is, injecteer dan een los absorberend materiaal dat ook als thermische isolatie dienst doet.

Als er een harde isolatie is, maak dan gebruik van de vervanging van het raam om deze te verwijderen en te vervangen door een absorberend materiaal over minstens 15 cm rondom het raam - zie [Fiche 14](#).

KEUZE VAN DE BEGLAZING


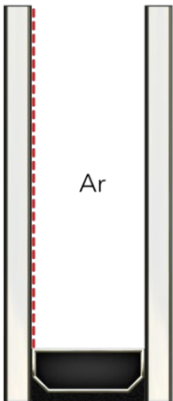
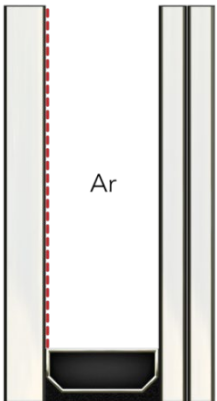
Akoestisch of thermisch ?

Om zich tegen externe geluiden te isoleren, is een dubbele of driedubbele standaardbeglazing (d.w.z. met identieke glassdiktes) minder efficiënt dan een enkele beglazing van dezelfde dikte, in het bijzonder wegens het resonantiefenomeen. Om dit probleem tegen te gaan, kan een dubbele of driedubbele asymmetrische beglazing worden gebruikt (glas van verschillende diktes) of, nog efficiënter, een gelaagd glas. De akoestische en thermische eisen zijn gemakkelijk te combineren.

Prestatie

De akoestische prestatie van een beglazing in de stedelijke omgeving wordt gemeten door de index $R_w + C_{tr}$ - zie [prestatietabel](#). De waarden kunnen licht verschillen afhankelijk van de leverancier.

Opgelet: veel offertes geven de R_w -waarde zonder de C_{tr} -correctie voor verkeerslawaai. De $R_w + C_{tr}$ -waarde is altijd lager dan de R_w -waarde.

	4	4 4	6 4 4
			
	Enkel glas	Standaard superisolerend dubbel glas	Akoestisch dubbel glas
Minimale dikte	4 mm	23 mm	29 mm
$R_w + C_{tr}$	30 dB	28 dB	34 dB
U	5,8	1,0	1,0

Figuur 27 : Prestatie van verschillende beglazingen types (rood = laag metaaloxide, Ar = Argon)

Gelaagd glas

Gelaagd glas bestaat uit twee glasbladen die aan elkaar gelijmd zijn door een tussenlaag van een of meerdere doorschijnende elastische laagjes – meestal van PVB, eventueel akoestisch verbeterd (A).

Sommige enkele gelaagde beglazingen kunnen goede geluidsisolatie niveaus geven. Hun gebruik kan worden gestimuleerd bij gevels met een hoge erfgoedwaarde, maar ze worden niet gesubsidieerd.

Vacuümglas

Geluid kan in een vacuüm niet worden overgedragen. Vacuümglas is dunner en biedt dezelfde akoestische en thermische isolatie als hoogperformant dubbel of driedubbel glas.

Het bestaat uit twee glasplaten, waarvan er één is gecoat met een superisolerende laag. Ze zijn van elkaar gescheiden door een spouw van variabele dikte. Kleine, bijna onzichtbare cilinders in de spouw voorkomen dat de twee platen tegen elkaar gedrukt worden.

Samenstelling van de beglazing

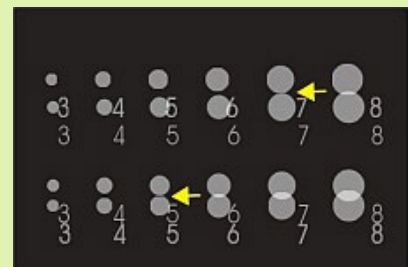
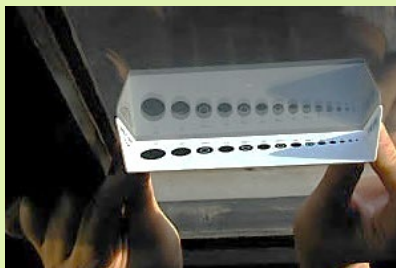
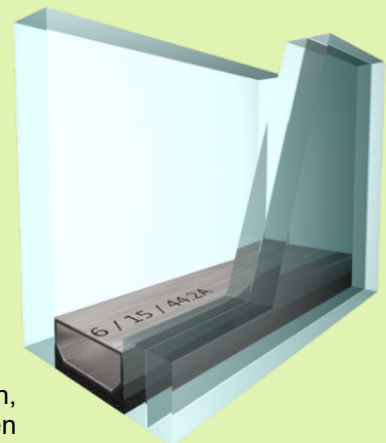
De samenstellingen van de beglazing worden door codes beschreven die de dikte van het glas, de dikte van de luchtlaag en de eventuele aanwezigheid van PVB beschrijven. De identificatiecode wordt meestal op de tussenlaag aangebracht.

Bijvoorbeeld :

De code **6/12/44.2A** betekent een dubbele beglazing samengesteld uit 6mm glas – tussenruimte van 12mm (gevuld met argon voor zijn thermische eigenschappen) – gelaagd glas van 2x4mm met 2 lagen akoestische PVB.

Dit is de beglazing met de beste verhouding tussen dikte en akoestische prestaties.

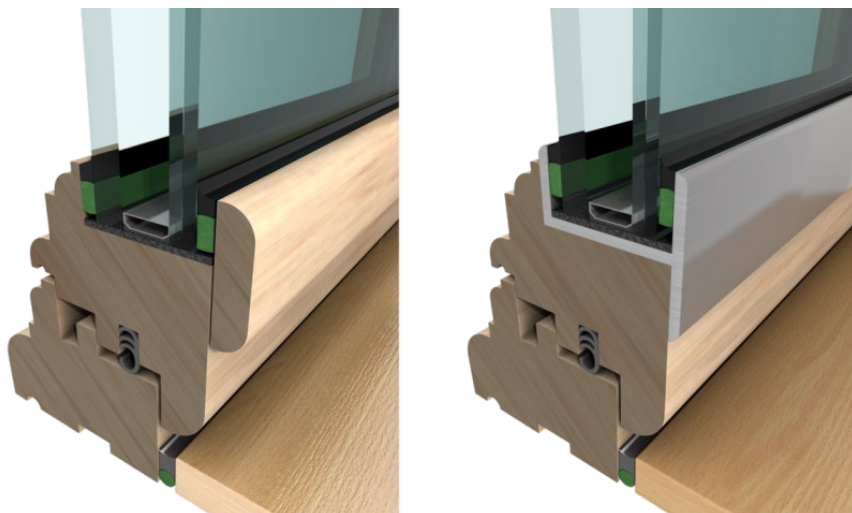
Om de samenstelling van een reeds geplaatste beglazing na te gaan, kunnen zeer eenvoudige meettoestellen worden gebruikt die het aantal en de dikte van de lagen controleren (vitrometers). Er bestaan ook toepassingen voor smartphones.



Figuur 28 : Vitrometers - de raakcirkels geven de glasdiktes aan (sources : Energy+ et Prismaver)

FICHE 13. VERVANGING VAN HET RAAMWERK MET AKOESTISCHE VERBETERING

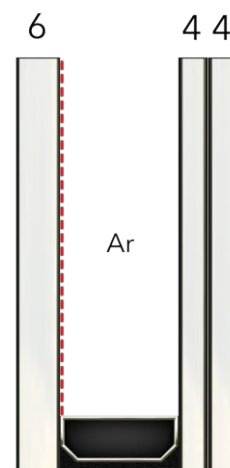
Plaatsen van een nieuwe beglazing in het bestaande raam.



Figuur 29 : Aanpassen van het raamwerk door uitbreiding van de houten sponning of door de plaatsen van een profielijzer in aluminium

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Eventuele herstellingen van het raam en van zijn dichting
2. Eventuele versteviging van de scharnieren
3. Afnemen van de opleglijsten en de beglazing
4. Aanpassen van de sponningen
5. Plaatsen van de nieuwe beglazing, herplaatsen van de opleglijsten en verbinding met mastiek



Figuur 39: Akoestisch dubbel glas

EISEN

Raamwerk

- Het raamwerk moet stevig zijn en de scharnieren moeten een overbelasting kunnen opvangen
- Het raamwerk is :
 - van hout
 - van aluminium met thermische onderbreking
 - van PVC **met $Rw + Ctr \geq 30 \text{ dB(A)}$ bevestigd door een beproevingsverslag afgeleverd door een erkend laboratorium**
- **De luchtdichting van het raamwerk moet gecorrigeerd worden: leef de eisen van [Fiche 19](#) na**

Beglazingen

- In een dubbele beglazing **is een van de glasbladen gelaagd en is het andere minstens 6 mm dik**
- In een driedubbele beglazing mogen de niet gelaagde glasbladen niet dezelfde dikte hebben
- **NB:** Door de minimale dikte van 29 mm kan akoestisch dubbel glas met een $Rw + Ctr$ -waarde $\geq 34 \text{ dB}$ zelden in een bestaand raam worden geplaatst. Daarom is deze prestatie hier niet vereist, terwijl dat wel het geval is bij vervanging van het raamwerk ([fiche 14](#)).

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Economische en duurzame keuze

Als het raam stevig is en nog in goede staat, is het goedkoper om enkel de beglazing te vervangen in plaats van het hele raam.

→ Aanpassing van de ramen

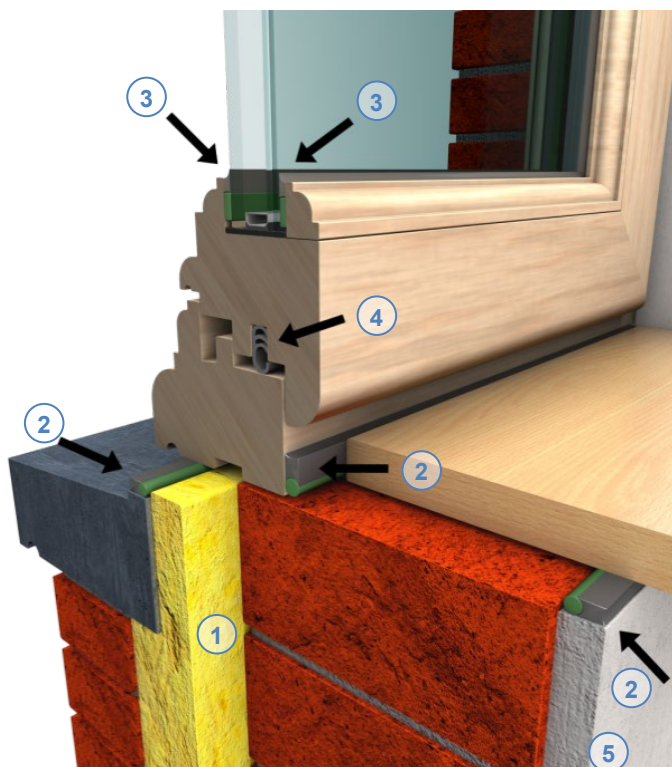
De sponning van het raam wordt aangepast om een dikkere beglazing te krijgen, door een van deze methodes:

- Verbreding van de sponning (enkel voor houten ramen),
- Gebruik van profielijzers in hout of in aluminium.
Voordeel : deze methode is omkeerbaar; nadeel : de nuttige oppervlakte van de beglazing vermindert.

Opgelet, zorg dat de drainering van de sponning gewaarborgd wordt.

FICHE 14. VERVANGING VAN HET RAAMWERK MET AKOESTISCHE BEGLAZING

Plaatsing van een nieuw houten raamwerk (of overwegend in hout) met een akoestische beglazing.



1. Absorberend materiaal
2. Voegbasisschuim in gesloten cellen + siliconevoeg
3. Elastomere aanspanning + glasstopverf
4. Rubberen voeg in V-vorm
5. Plafonning

Figuur 40 : Vervanging van het raamwerk met akoestische beglazing

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Wegnemen van het bestaande raamwerk en voorbereiding van de raamopening
2. Plaatsen van voegen met gesloten cellen
3. Verankeren van het raam
4. Vullen van de zijdelingse ruimte en herstellen van de plafonningen
5. Realiseren van perifere dichtingsvoegen

EISEN

Vorbereiding van de opening

- Het metselwerk wordt gereinigd; de afdichtingen ter hoogte van de dorpels worden gecontroleerd
- De holle ruimtes en eventuele spouwen rondom de opening moeten gevuld worden op een diepte van minstens 15 cm door een absorberend materiaal conform aan [Fiche 1](#)
- **Een dubbele laag soepel materiaal met gesloten cellen wordt op de dorpel geplaatst en een soepele strook met gesloten cellen wordt op het raamstijl geplaatst**. Deze materialen, bedoeld om een star contact te vermijden tussen de ramen en het metselwerk, zijn **conform aan [Fiche 2](#)**

Raamwerk

- Raamwerk in hout (zie nota hieronder)
- De raamprofielen bevatten minstens drie aanslagen en minstens twee elastomeervoegen
- Luchtdichting : houd rekening met de eisen van [Fiche 19](#)

Beglazingen

- Akoestische prestatie : **$R_w + C_{tr} \geq 34 \text{ dB(A)}$**

Afwerking

- **Vulling door een absorberend materiaal conform aan [Fiche 1](#)** van de residuele spouwen tussen het raamwerk en het metselwerk
- **Herstelling van de plafonningen conform aan [Fiche 19](#)**
- Perifere dichtingsvoegen conform aan [Fiche 19](#)

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Welk raam?

Volgens de massawet geldt: hoe dichter (zwaarder) het materiaal van het raamwerk, hoe efficiënter het is. Omdat houten ramen massief zijn, zijn ze een goede keuze voor geluidsisolatie.

Via databanken kunt u gelabeld hout vinden, met name op www.fsc.be en www.pefcbelgium.be

Ramen van hout/aluminium of hout/PVC worden gelijkgesteld met houten ramen als het hout het grootste deel van het profiel uitmaakt.

Aluminium ramen met een thermische onderbreking zijn over het algemeen aanvaardbaar.

Goedkope PVC-ramen zijn niet geschikt voor geluidsisolatie. PVC-ramen moeten versterkt zijn en een $R_w + C_{tr}$ -index ≥ 30 dB(A) garanderen, gecertificeerd door een testrapport van een erkend laboratorium.

→ Akoestische prestatie van de beglazing

$R_w + C_{tr}$ is de akoestische verzwakkingsindex tegenover geluiden met een hoog gehalte aan lage frequenties (vb. stedelijk wegverkeer), gemeten volgens de norm NBN EN ISO 10140 – Laboratoriummeting van de geluidsisolatie van gebouwelementen. Hij wordt uitgedrukt in decibels of in dB(A).

De websites van sommige Belgische beglazingsfabrikanten bieden hulpmiddelen om de akoestische prestaties van beglazing te controleren op basis van de samenstelling.

De code 6 / 15 / 44.2A staat voor een dubbele beglazing bestaande uit glas van 6 mm - een holte van 15 mm (gevuld met argon voor thermische eigenschappen) - 2 x gelaagd glas van 4 mm met 2 lagen akoestisch PVB.

Samenstelling van de beglazing	R_w	$R_w + C_{tr}$	Dikte (mm)
Enkele beglazing			
4 mm glas	32	30	4
Gelaagd veiligheidsglas 44.2	35	32	9
Gelaagd akoestisch glas 44.2A	37	35	9
Gelaagd akoestisch glas 88.2A	41	39	17
Superisolerend vacuümglas	35	32	26
Dubbele beglazing			
4 / 16 / 4	30	26	24
6 / 15 / 4	36	31	25
10 / 15 / 6	38	34	31
4 / 16 / 44.2	37	31	29
4 / 16 / 44.2A	39	33	29
6 / 15 / 44.2A	41	35	31
8 / 16 / 44.2A	42	36	33
6 / 15 / 66.2A	42	37	34
66.2A / 16 / 44.2A	49	41	38
88.2A / 16 / 66.2A	52	47	46
Driedubbele beglazing			
4 / 12 / 4 / 12 / 4	33	27	36
4 / 15 / 4 / 15 / 6	36	29	44
6 / 12 / 4 / 12 / 44.2A	39	32	51
8 / 16 / 4 / 16 / 55.2A	41	37	55
66.2A / 10 / 4 / 10 / 44.2A	47	40	46

→ Dubbel venster

In het geval waar de bestaande ramen een patrimoniale waarde hebben of glasramen omsluiten, geniet het de voorkeur om ze op hun plaats te laten en aan de binnenkant een tweede venster te plaatsen.

Plaats het tweede venster aan de binnenkant op minstens 10 cm van de bestaande beglazing, en verzeker de luchtdichting van de twee vensters conform [Fiche 19](#).

→ Voorzetraam

Het plaatsen van een bijkomende beglazing op het bestaande raamwerk (voorzetraam) kan de situatie lichtjes verbeteren en heeft als voordeel dat het omkeerbaar is en niet veel kost. Het voorzetraam wordt idealiter op scharnieren geplaatst, zodat het gereinigd kan worden. Voor de luchtdichting zorgt een goed samengedrukte voeg. Een gebrekkige dichting kan condensatie tussen de beglazingen veroorzaken.

FICHE 15. VERVANGING OF AANPASSING VAN BUITENDEUREN

Verbetering van de akoestische eigenschappen van een buitendeur door deze te herstellen of te vervangen.



Figuur 41 : Prestatie dorpelen types:

(1) Aanslag met luchtdichte voeg - (2) "Zwitserse" dorpel - (3) Tussendorpel + slab - (4) Guillotinedichting

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Wegnemen van de deur en van het kozijn, en voorbereiden van de deuropening
2. Versterken van de perifere dichting
3. Controle van de toestand van de scharnieren of stiftscharnieren en, zo nodig, versterking
4. Zo nodig, vervangen van het deurblad of verzwaren ervan, en opnieuw dichtend van alle eventuele openingen
5. Zo nodig, vervangen van de deurdorpel
6. (Her)plaatsen van de deur en afwerken van de dichting ter hoogte van de dorpel



Figuur 42 : Slechte verbinding metselwerk / kozijn

EISEN

Vorbereiding van de opening

- Zo nodig het kozijn verwijderen en het metselwerk reinigen
- De eventuele sponningen en spouwen rond de openingen moeten tot 15 cm diep worden gevuld met een absorberend materiaal conform [Fiche 1](#)

Deuromlijsting en voegen

- Een soepele strook met gesloten cellen (conform [Fiche 2](#)) geplaatst tussen het kozijn en het metselwerk vermijdt een star contact met dit laatste
- **De luchtdichting tussen kozijn en metselwerk moet verstevigd worden overeenkomstig [Fiche 19](#)**
- De verticale en horizontale uitlijningen moeten perfect zijn

Dorpel

- **De dorpel moet aangepast of vervangen worden.** In volgorde van voorkeur en efficiëntie wordt een van de volgende systemen aanvaard :
 - inrichting van een sponning (of aanslag) met dichte voegen
 - « Zwitsers » drempeltje (ingebouwde vaste aanslag)
 - tussendorpel gecombineerd met een slab
 - guillotinedichting in elastomeer (en niet met borstel)

Deur

- De deur moet stevig, zwaar, niet kromgetrokken en zonder openingen zijn
- Bij een nieuwe deur : **$Rw + Ctr \geq 30 \text{ dB(A)}$ met beproevingsverslag afgeleverd door een erkend laboratorium**

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Aanpassing van een bestaande deur

Een deur kan verzaagd worden door een zwaar maar dun complex toe te voegen, bijv. door er een rubberen membraan van 5 mm dik en een plaat asbestcement van dezelfde dikte op te lijmen.

Alle openingen moeten verwijderd worden ; alleen sloten en dichte bijhorigheden mogen gebruikt worden.

Het is beter om de bestaande brievenbussen in de deur af te sluiten. Het is evenwel mogelijk deze akoestisch te versterken - [Fiche 18](#)

→ Akoestische prestatie van een nieuwe deur

Rw + Ctr is de akoestische verzwakkingsindex ten opzichte van geluiden met een hoog gehalte aan lage frequenties (bijv. stedelijk wegverkeer), gemeten volgens de norm NBN EN ISO 10140 – Laboratoriummeting van de geluidsisolatie van gebouwelementen. Hij wordt uitgedrukt in decibel of in dB(A).

→ Luchtdichting van deuren

De eisen inzake de luchtdichting die voor de vensterramen zijn beschreven, gelden ook voor de buitendeuren - zie [Fiche 19](#). Bij deuren stellen zich volgende bijkomende problemen :

- De gebrekkige luchtdichting door de afwezigheid van een dorpelaanslag, vormt een favoriete weg voor geluidsoverdracht,
- De belasting bij het courante gebruik van de deur kan een vervorming van de deur of van haar scharnieren veroorzaken, of een beschadiging van de metselwerk/kozijnverbinding, wat de perifere dichting van het geheel kan beschadigen. Versterk indien nodig.
- De bijhorigheden waarvan de deur is voorzien (slot, deurklink, brievenbus...), kunnen akoestische lekken creëren.

De scharnieren moeten, zonder te vervormen, zorgen voor het correcte samendrukken van de aanslagdichtingen.

Het verstevigen van de luchtdichting van de deur **kost weinig** en is soms voldoende om een bevredigend comfortniveau te bereiken ten opzichte van buitenlawaai. Deze ingreep geeft ook een thermische verbetering.

Zie ook de video [Akoestiek van deuren](#)

ANDERE WERKEN

AANDACHTSPUNTEN

Bepaalde werken, zoals de herstelling van de luchtdichting van ramen, worden niet gesubsidieerd als ze niet gelijktijdig met de vervanging van beglazingen of ramen worden uitgevoerd. Ze zijn nochtans essentieel voor een optimale geluidsisolatie.

Hoewel er weinig rekening mee wordt gehouden in de context van akoestisch comfort, verdienen de werken die in dit hoofdstuk worden gepresenteerd onze volledige aandacht. Voorzorgsmaatregelen in hun ontwerp en uitvoering kunnen evenwel geluidsoverlast voorkomen.

BEDOELDE WERKEN

Worden vermeld in dit hoofdstuk, de akoestische aspecten van volgende elementen :

- [Fiche 16](#) **Natuurlijke ventilatie en systeem C**
- [Fiche 17](#) **Rolluikkasten**
- [Fiche 18](#) **Brievenbus**
- [Fiche 19](#) **Herstelling van de luchtdichtheid van ramen**
- [Fiche 20](#) **Sanitaire en technische inrichtingen**
- [Fiche 21](#) **Mechanische ventilatie (systemen C en D)**
- [Fiche 22](#) **Schoorstenen en kokers**
- [Fiche 23](#) **Daken**

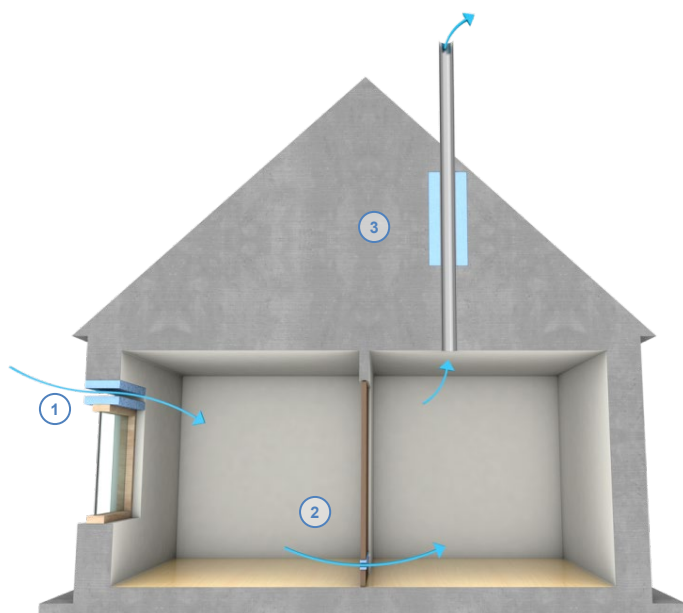
FICHE 16. NATUURLIJKE VENTILATIE-INRICHTINGEN+ SYSTEEM C

Premies subsidiëren over het algemeen alleen mechanische ventilatiesystemen van het type C en D - zie [fiche 21](#). Voor de luchtinlaten die nodig zijn voor een systeem C gelden echter dezelfde vragen als voor een natuurlijk ventilatiesysteem.

De luchtgingen kunnen gemaakt worden :

- via de ramen, door roosters die in het raam-of deurwerk zijn geïntegreerd - meestal in de bovenkant van het raam en, wanneer de sponning dit mogelijk maakt, boven het raam in de dikte van de sponning (meest discrete oplossing),
- via de rolluikkast (zie ook [Fiche 17](#)),
- door muurroosters in het metselwerk.

Aangezien de globale akoestische prestatie van een gevel bepaald wordt door zijn zwakste elementen, moet elke luchtging in een gevel van het akoestische type zijn.



(© Renson)



(© Renson)

Figuur 30 : Natuurlijke ventilatie inrichtingen :
(1) Akoestische ventilator - (2) Akoestisch doorstroomrooster - (3) Geluiddier

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Plaatsen van akoestische ventilatieopeningen met roosters

EISEN

De ventilatie-opening is voorzien van een rooster dat voldoet aan de voorwaarde: **$D_{n,ew} + C_{tr} \geq 36 \text{ dB(A)}$** *in open stand – met beproevingsverslag afgeleverd door een erkend laboratorium*

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Akoestische prestatie van de ventilatieroosters

$D_{n,ew} + C_{tr}$ kenmerkt de akoestische verzwakking van de kleine gebouwelementen ten opzichte van de geluiden met een hoog gehalte aan lage frequenties gemeten volgens de norm NBN EN ISO 10140 – Laboratoriummeting van de geluidsisolatie van gebouwelementen.

Deze waarde is niet vergelijkbaar met de $R_w + C_{tr}$ -waarde van de beglazing. Elke luchtinlaat, zelfs de akoestisch meest performante, vermindert de prestaties van het raam.

→ Natuurlijke ventilatie : hoe werkt het ?

Een natuurlijke ventilatie resulteert uit de drukverschillen die in een gebouw optreden als gevolg van de temperatuurverschillen tussen binnen en buiten en als gevolg van de winddruk. De lucht moet vrij kunnen circuleren van de “droge” naar de “vochtige” lokalen via doorstroomopeningen die in de binnendeuren of – muren zijn aangebracht. Gebruik zo nodig akoestische doorstroomroosters.

De luchtgingen zijn regelbaar.

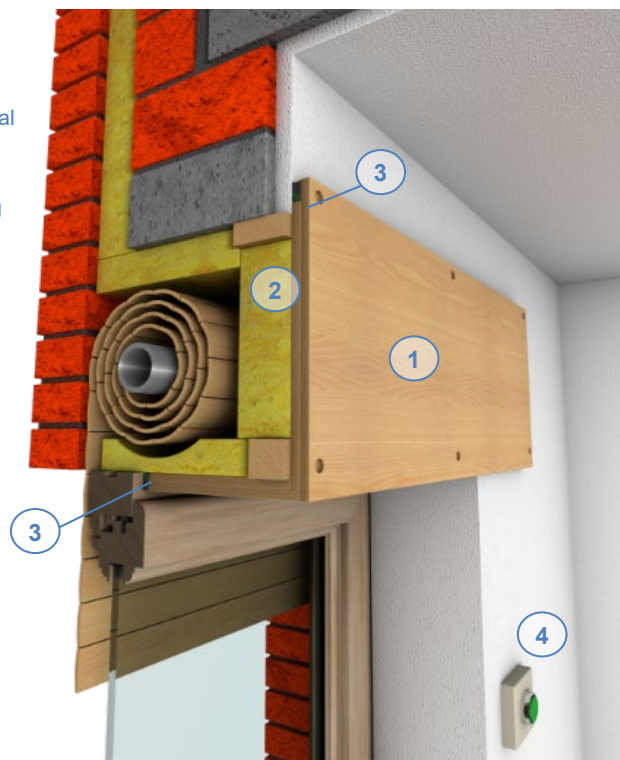
De luchtuitgangen worden idealiter op de dakvorst geplaatst. In een systeem C wordt de ventilatie ondersteund door een mechanisch afzuigstelsel, dat moet voldoen aan de huidige regelgeving voor ventilatie: [Fiche 21](#).

FICHE 17. ROLLUIKKASTEN

Reparatie, versterking of vervanging van de bestaande rolluikkasten om de geluidsisolatie ervan te verbeteren, geleet op het feit dat een rolluikkast binnen of in de dikte van de muur een belangrijke doorgang kan vormen voor extern lawaai en de globale akoestische prestatie van het venster kan verminderen.



1. Wanden multiplex
2. Absorberend materiaal
3. Soepelen voegen en siliconevoegen
4. Elektrische bediening



UIT TE VOEREN WERKEN

1. Wegnemen van de voorkant van de kast
2. Bestrijken van de binnenvlakken van de kast met een absorberend materiaal
3. Verzwaren van de kastwanden
4. Plaatsen van soepele voegen en realiseren van een randvoeg in silicone

EISEN

Vorbereiding

- Het voorvlak van de kast openen zonder het pleisterwerk en de plafonneersels te beschadigen
- De staat van het mechanisme controleren – onderhoud uitvoeren

Kast

- **De wanden van de kast zijn zwaar** – minstens 2 x 22mm multiplex
- Haar binnenvlakken (het opengaande deel inbegrepen) zijn bekleed met een **absorberend materiaal conform aan Fiche 1** en zo dik mogelijk, in functie van de beschikbare ruimte wanneer het rolluik naar omhoog is
- **De kast is luchtdicht**. De dichtheid moet verzekerd worden :
 - aan de rand : door een siliconevoeg aan haar verbinding met andere elementen (plafond, muur, raam...)
 - bij het sluiten : Idealiter is de kast demonteerbaar – soepele voegen plaatsen aan de verbinding tussen het vaste deel en de opengaande kant. De voegen zijn conform [Fiche 2](#)

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Geïsoleerde kast?

De kasten die als « geïsoleerde kasten » verkocht worden, zijn meestal licht (PVC of dun hout) en geïsoleerd met een hard niet-absorberend materiaal. Ze kunnen interessante thermische eigenschappen hebben maar moeten aangepast worden om aan de eisen van de geluidsisolatie te voldoen. Indien er reeds een hard materiaal (polystyreen, PU...) aanwezig was in de kast, moet dit verwijderd worden en vervangen door een geschikt materiaal.

→ Luchtdichting

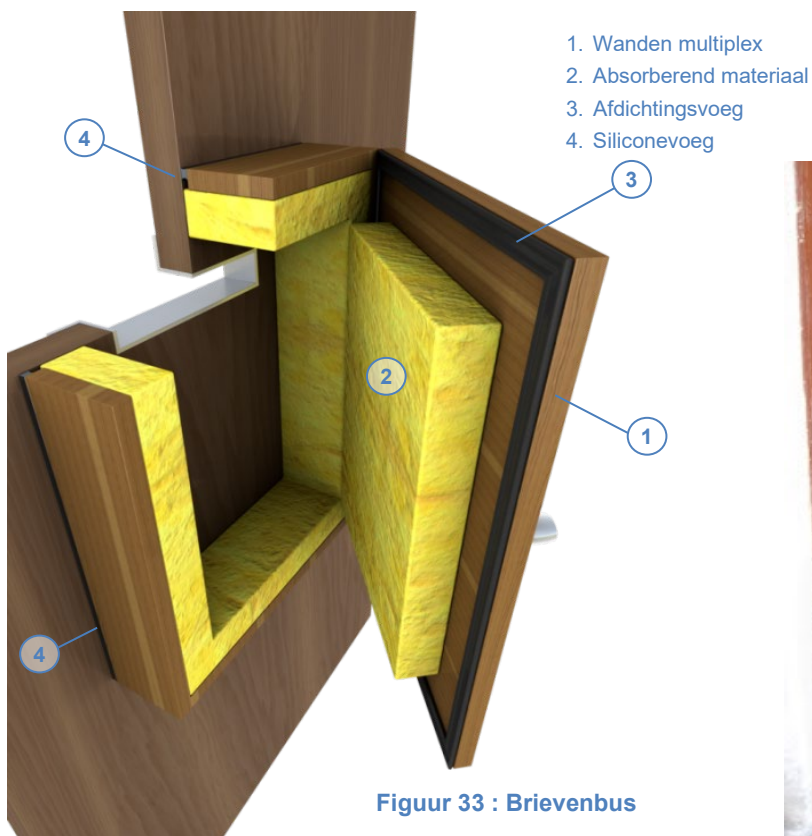
Het is raadzaam het mechanisme met riem door een elektrische bediening te vervangen. Zelfs als men de verticale sleuf van een absorberend materiaal zorgvuldig bekleedt, blijft de gleuf waar de riem doorgaat nog altijd een aanzienlijk zwak punt.

Het versterken van de luchtdichting van de kast elimineert de luchtlekken, die voor de natuurlijke ventilatie van het lokaal zorgden. Om ervoor te zorgen dat deze toevoer blijft bestaan, kan in de kast een akoestische luchtingang worden geïntegreerd - [Fiche 16](#).

Figuur 32 : Geïsoleerde rolluikast

FICHE 18. BRIEVENBUSSEN

Dichtstoppen, aanpassen of vervangen van de brievenbussen die in een muur of een buitendeur geïntegreerd zijn om de geluidsisolatie ervan te verbeteren.



Figuur 33 : Brievenbus



Figuur 34 : Veel brievenbussen = veel akoestische lekken

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Bekleden van de binnenvlakken van de bus met een absorberend materiaal
2. Verzwaren van de wanden
3. Plaatsen van soepele voegen en realiseren van een randvoeg in silicone

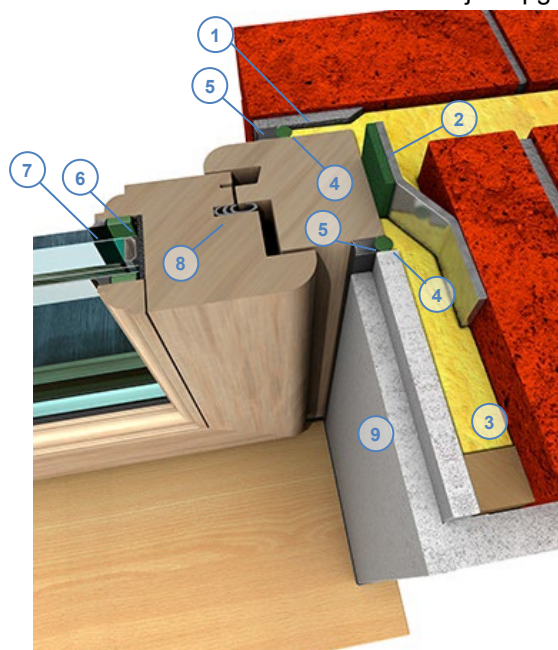
EISEN

- **De wanden van de bus zijn zwaar** - minstens 2 x 22mm multiplex
- Haar binnenvlakken (het opengaande deel inbegrepen) zijn bekleed met een **absorberend materiaal conform aan Fiche 1** en zo dik mogelijk, zonder afbreuk te doen aan de functionaliteit van de bus
- **De luchtdichting van de bus en haar opening wordt verstevigd.** De dichtheid moet verzekerd worden :
 - aan de rand : door een siliconevoeg aan haar verbinding met de deur of de muur
 - bij het sluiten : door soepele voegen aan de verbinding tussen het vaste deel en de opengaande kant. De voegen zijn conform [Fiche 2](#)

FICHE 19. HERSTELLING VAN DE LUCHTDICHTHEID VAN RAMEN

De gebrekkige luchtdichting, vooral van de ramen, vormt meestal het gebrekkig punt van de gevel. De luchtdichting van een raam versterken kan in sommige gevallen volstaan om een bevredigend isolatieniveau te bereiken met betrekking tot het buitenlawaai.

Overigens heeft een dure ingreep aan de gevel, zoals het plaatsen van efficiënte geluiddichte beglazingen, weinig nut indien de ramen niet luchtdicht zijn. Opgelet: de massa moet homogeen zijn.



(© Hebgo)

1. Herstelmortel
2. Elastomere strook
3. Absorberend materiaal
4. Voegbasisschuim in gesloten cellen
5. Siliconevoeg
6. Elastomere aanspanning
7. Glasstopverf
8. Rubberen voeg in V-vorm
9. 2 x 12,5 mm pleister

Figuur 35 : Herstelling van de luchtdichtheid van de ramen

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Controle en, zo nodig, herstelling van de verbinding raamwerk/beglazing met mastiek
2. Plaatsen van voegen tussen vast raam en draairaam, of vervangen van de bestaande voegen
3. Afdichting van de lekken tussen het raamwerk en het metselwerk (vaak verborgen door de kozijnen) et/of toevoeging van massa na verwijdering van de afwerkingen aan de rand van het raamwerk
4. Realiseren van de perifere dichtingsvoegen

EISEN

Voegen tussen vast raam en draairaam

- De voegen zijn van het elastomeertype, met gesloten cellen (d.w.z. zonder verbinding tussen de poriën)
- Ze moeten compatibel zijn met de breedtes van de sponning en correct samengedrukt kunnen worden
- Plaats verschillende voegen als het raamprofiel dit toelaat (verschillende aanslagen)
- Geef de voorkeur aan profielen met open naden. Ze worden vastgeklemd in de gleuven die gemaakt zijn met de freesmachine. In sommige gevallen kunnen siliconevoegen ter plaatse worden gegoten.
- Hun gedraging moet in de tijd gewaarborgd worden (ongevoelig voor UV, schimmel, thermische shock)
- Niet schilderen

Verbinding raamwerk/metselwerk

- Vulling met een absorberend materiaal (conform [Fiche 1](#)) van de resterende holle ruimtes tussen het raamwerk en het metselwerk
- Herstelling van de plafonneersels waarbij een voeg langs het raam wordt gelaten. **Het raamkozijn moet weer gesloten worden met een zwaar materiaal (bijv. 25 mm gips) zelfs indien een houten bekleding is voorzien.**

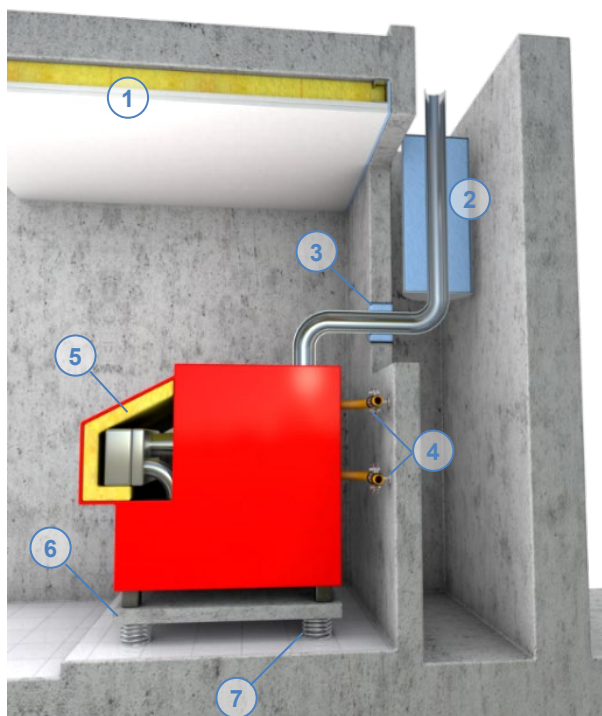
Perifere dichtingsvoegen

- Deze voegen zijn in silicone, tussen 3 en 5 mm breed. Zo nodig, de breedte van de rugvulling aanpassen met corrigerende mortel of een houten lat.
- Hun gedraging moet in de tijd gewaarborgd worden (ongevoelig voor UV, schimmel, thermische shock)
- Worden gerealiseerd op een droge onderlaag

FICHE 20. SANITAIRE EN TECHNISCHE INRICHTINGEN

Sanitaire en technische inrichtingen (liftmachinerie, verwarmingsketel, pomp, ventilator, koelgroep, mechanisme garagepoort...) veroorzaken drie soorten lawaai die zich rechtstreeks of onrechtstreeks voortplanten via de lucht en in de vorm van contactgeluiden door trilling van de wanden :

- het lawaai van de inrichting ;
- het lawaai overgebracht in het gebouw in de vorm van trillingen ;
- het lawaai voortgeplant door de water- of luchtleidingen ;
- geluid versterkt door weerkaatsing tegen muren.



Figuur 36: Verwarmingsketel

1. Akoestisch verlaagd plafond
2. Geluidsdemper
3. Soepele afdichting
4. Trilwerende huls
5. Geluidsdempend tochtportaal
6. Sokkel
7. Trilwerende veer



Figuur 50 : Geluidsdemper
(© Systemair)



Figuur 51: Trilwerende veer

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Installatie van de inrichting via een trilvast systeem
2. Ontkoppeling van de leidingen van hun draagsteun en van de wanden die ze doorboren met de hulp van soepele elementen
3. Afdichting van leidingdoorgangen door de wanden
4. Afstelling van de installatie

EISEN

Keuze en plaats van de inrichting

- De lawaaibronnen mogen niet geïnstalleerd worden :
 - in de hoeken van vertrekken,
 - in een gemene muur met een vertrek dat gevoelig is voor lawaai, zoals een slaapkamer
 - in een lichte muur
- Installeer beter geen keuken of badkamer boven een slaapkamer
- De inrichtingen worden in de zwaarste muren bevestigd
- Installatie op een trilvaste sokkel of via trilwerende bevestigingsbeugels (zie [Fiche 2](#))
- Plaats nooit twee stopcontactdozen of schakelaars rug-aan-rug aan weerszijden van een muur

Leidingen

- Gebruik soepele buizen
- Bouw ze niet in
- Vermijd elk star contact tussen de leidingen en het gebouw – voeg soepele ontkoppelingsstroken in conform aan [Fiche 2](#)
- Dicht de wanddoorvoeringen af met een soepel materiaal
- Beperk de uitloopsnelheid

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Keuze van de inrichting en afstelling van de installatie

Kies een inrichting die stil is en/of voorzien is van een geluiddemper. De geluidsterkte van een inrichting wordt uitgedrukt door een Lw-index. Hoe lager de index, hoe stiller het apparaat.

Vermijd in het algemeen plotselinge schommelingen of veranderingen, of het nu gaat om druk, debiet, snelheid, diameter, enz. Een goede afstelling en correct onderhoud van de onderdelen van de installatie zijn noodzakelijk om geluidshinder na verloop van tijd te beperken, zoals het ratelen van beschadigde onderdelen.

De akoestische norm NBN S 01-400-1 (Akoestische criteria voor woongebouwen) bevat aanbevelingen om het geluidsniveau van technische installaties te beperken.

De Brusselse regelgeving inzake burenlawaai is bijzonder streng in woongebieden. De buitenunit van een lucht/lucht- of lucht/water-warmtepomp bevat een ventilator, die zowel voor de bewoners van de woning als voor de burengeluidsoverlast kan veroorzaken. Zie de [Infociche over warmtepompen](#).

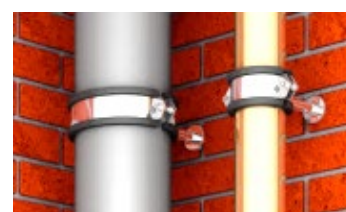
→ Badkuipen

Plaats de badkuipen op rubberen onderlegplaatjes of trilvaste contactblokjes en laat een siliconevoeg tussen de badkuip en de tegels, om de overdracht van contactgeluiden te vermijden. De geluidshinder van lichte badkuipen wordt beperkt door onder hun wanden zware membranen in elastomeer te klevens - [Fiche 2](#).



Figuur 38 : Geluidisolatie van badkuipen

1. Rubberen ringetjes
2. Siliconevoeg
3. Trilwerende blokjes
4. Elastomeermembraan



Figuur 53 : trillingswerende banden voor de leidingbuizen



Figuur 37 : Bochtstuk van 45° (© Geberit)

→ Lawaai van leidingbuizen

Het afvoergeluid van vloeistoffen kan, zoals dat van de installaties, zeer ver van zijn bron uitwaaieren. Het kan worden overgedragen via de getransporteerde vloeistof, de leidingen en het gebouw.

Om de geluidshinder die door de leidingen wordt getransporteerd te vermijden, moet men ervoor zorgen om :

- ze samen te brengen in geïsoleerde kasten – [Fiche 22](#),
- ze vast te maken door trillingswerende banden of moffen – [Fiche 2](#)
- de wijzigingen van richting of van diameter zo gradueel mogelijk uit te voeren – geef dus de voorkeur aan 2 bochtstukken van 45° in plaats van aan één bochtstuk van 90°.

Beperk de druk tot 3 bar en de stromingssnelheid. Kies voor soepele leidingen in PVC of, voor de waterafvoer, in verbeterd hogedichtheidspolyethyleen (PES2), die de afvoergeluiden dempen.

→ Elektrische inrichtingen

Generatoren, transformatoren en elektromotoren zijn geluidsbronnen. Elektrische draden dragen geen geluid over, maar de stijve buizen waarin ze zijn gebundeld mogelijk wel. Daarom dient men voor deze buizen dezelfde voorzorgsmaatregelen te nemen als met de leidingen die vloeistoffen transporteren.

→ Omkasting

Het lawaai dat sommige installaties voortbrengen, kan aan de bron verminderd worden door het met absorberende panelen te omgeven – meestal cassettes van metaal of kunststof met een geperforeerde zijde aan de kant van de geluidsbron, en met een sterk absorberend materiaal – [Fiche 1](#).

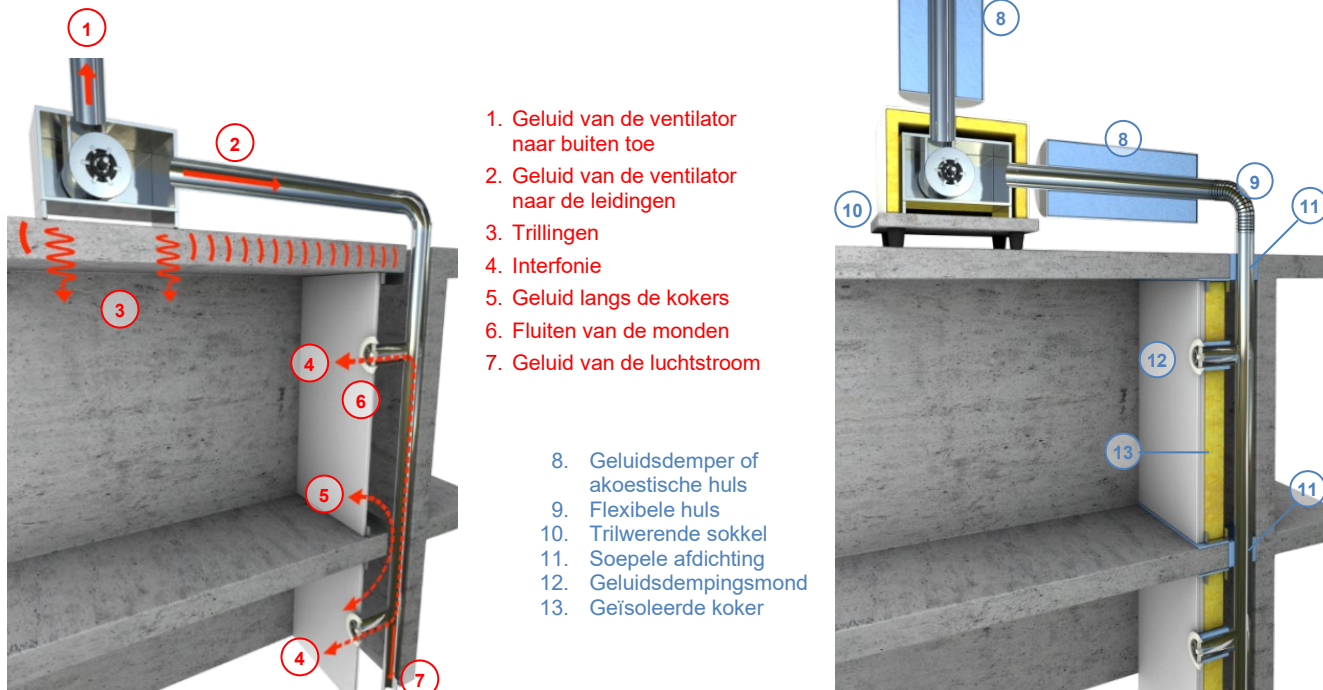
De dikte van het absorberend element en het type perforatie kunnen worden aangepast aan de te absorberen frequenties. Dit geldt ook voor installaties buitenshuis, bijvoorbeeld op daken of terrassen. Opgelet: de oplossingen die gewoonlijk worden gebruikt om ventilatorgeluid te dempen, zijn niet geschikt voor warmtepompen en kunnen er de prestaties van beperken. Het is raadzaam om een akoestisch adviseur te raadplegen alvorens ze te installeren.

FICHE 21.MECHANISCHE VENTILATIE (SYSTEMEN C EN D)

Er zijn twee categorieën mechanische ventilatie:

- gecontroleerde mechanische ventilatie met enkelvoudige stroom (systeem C)
- gecontroleerde mechanische ventilatie met dubbele stroom en warmteterugwinning (systeem D)

Omdat de mechanische ventilatiesystemen zowel geluidshinder kunnen voortbrengen als verspreiden (lawaaï van de ventilator, trillingen van de leidingen, gefluit van de ventilatieopeningen, interfonie), moet men zorgen voor hun geluidsisolatie.



Figuur 39 : Geluidsbronnen van een ventilatiesysteem en oplossingen

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Installatie van de ventilator via een trillingswerend systeem
2. Aansluiting op de buizen door soepele verbindingen en/of geluiddempers
3. Afdichting van leidingdoorgangen door de wanden en voorkomen van elk star contact



Figuur 40 : Flexibele huls

EISEN

Keuze en plaats van de ventilator

- Kies een stille ventilator - $L_w < 46$ dB(A) bij lage snelheid en 65 dB(A) bij grote snelheid
- Plaats conform aan [Fiche 20 – Sanitaire en technische inrichtingen](#)
- Ventileer nooit verschillende woningen met hetzelfde circuit

Ventilatieleidingen

- Installeer geluiddempers van minimum 90 cm in de luchtaanvoer- en luchtverversingsleidingen, zo dicht mogelijk bij de ventilator
- Gebruik soepele verbindingen
- Dicht de leidingdoorgangen door de muren en vloerplaten af
- Vermijd elk star contact tussen de leidingen en het gebouw – voeg soepele ontkoppelingsstroken in conform aan [Fiche 2](#)
- Breng de leidingen bijeen in geïsoleerde kokers - zie [Fiche 22 – Schoorstenen en kokers](#)
- Gebruik geluiddempende en goed aangepaste luchtverversingsopeningen om gefluit te vermijden

Dimensionering van de installatie

- Dimensioneer de installatie om de luchtsnelheid te beperken en houd rekening met de belastingsverliezen.

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Ontwerp van de installatie en onderhoud

De installatie zo ontwerpen dat er geen interferentie optreedt (overdracht van geluid van het ene naar het andere lokaal door de nabijheid van openingen op hetzelfde circuit).

Voorzie de nodige ruimte voor de geluiddempers aan de verbinding met de ventilator.

Opgelet, de systemen die in de installatie geïntegreerd zijn ter beperking van de geluidshinder, kunnen de belastingsverliezen aanzienlijk verhogen. Daarom moet men er vanaf de eerste dimensionering rekening mee houden, wil men voldoende debiet met een verminderde lichtsnelheid te behalen.

Gebruik voldoende brede leidingdoorsnedes om een maximale snelheid van 2 m/s ter hoogte van de openingen te kunnen naleven (de snelheid kan ter hoogte van de ventilator 6 m/s bereiken).

De installatie moet onderhouden worden, en de filters regelmatig gereinigd of vervangen, om gefluit veroorzaakt door vervuiling te voorkomen.

Zie ook [Lawaai van installaties](#)² en de [gids Geluid en HVAC](#)³ op de website van Leefmilieu Brussel.



Figure 41 :
geluidsdempingsmond
(© Atlantic)

→ Reglementeringen

Wat ventilatie betreft, zijn de volgende voorschriften van toepassing zodra een stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd:

- EPB-werkzaamheden
- ventilatienorm NBN D 50-001 - Ventilatievoorzieningen in woongebouwen
- akoestische norm NBN S 01 400-1 – Akoestische criteria voor woongebouwen

Eisen van de EPB

De EPB-vereisten (Energy Performance of Buildings) zijn gewestelijk – zie [EPB-werkzaamheden](#)⁴

Norm over de ventilatie

De norm **NBN D 50-001** bepaalt de eisen inzake luchtverversing in woongebouwen en geeft meer bepaald de minimumdebieten in functie van het soort lokaal.

Zie de brochure over ventilatie die kan worden gedownload op homegrade.brussels/nl/onze-publicaties

Akoestische norm

De norm **NBN S 01-400-1** bevat de eisen inzake het geluid van installaties en geeft maximaal aanvaardbare geluidsniveaus in functie van het soort lokaal en de toelaatbare overschrijdingen van het achtergrondgeluidniveau.

Meer details op <https://gidsduurzamegebouwen.brussels/het-akoestisch-comfort-van-gebouwen-verzekeren/doelstellingen>

De eisen van de norm NBN S 01-400-1 zijn strenger dan die van de Code van Goede Praktijk.

² www.leefmilieu.brussels > Burgers > Wetgeving > Verplichtingen en vergunningen > Gebouwen en energie

³ www.leefmilieu.brussels > Professionals > Wetgeving > Verplichtingen en vergunningen > Milieuvergunning > Ingedeelde inrichtingen: geluidsbeheer

⁴ www.leefmilieu.brussels > Burgers > Het milieu in Brussel > Renoveren en bouwen > Thermisch en akoestisch comfort

FICHE 22. SCHOORSTENEN EN KOKERS

Een schoorsteen vormt dikwijls een zwak punt in de akoestische prestatie van een gebouw :

- als de schoorsteen door verschillende appartementen loopt, kan hij het geluid van het ene naar het andere appartement overdragen,
- de gemene muur tussen twee open haarden is soms dunner gemaakt, wat zijn akoestische prestatie verzwakt,
- het tuberen van de schoorsteen kan de overdracht van de geluiden van de verwarmingsketel versterken.

Bovendien is het raadzaam om de ventilatieleidingen en -buizen in kokers bijeen te brengen - zie nota over lawaai van leidingbuizen [Fiche 20](#). Deze kokers moeten geluiddicht gemaakt worden.

1. Soepele afdichting
2. Akoestische verdubbeling van de kokers
3. Vaste trilwerende ring in zware muur

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Zo nodig, afsluiten van de dichtgemaakte openingen
2. Een geluiddemper installeren in functie van de technische mogelijkheden
3. Akoestische verdubbeling van de schoorsteenkanalen
4. Zo nodig de vrije ruimtes opvullen

EISEN

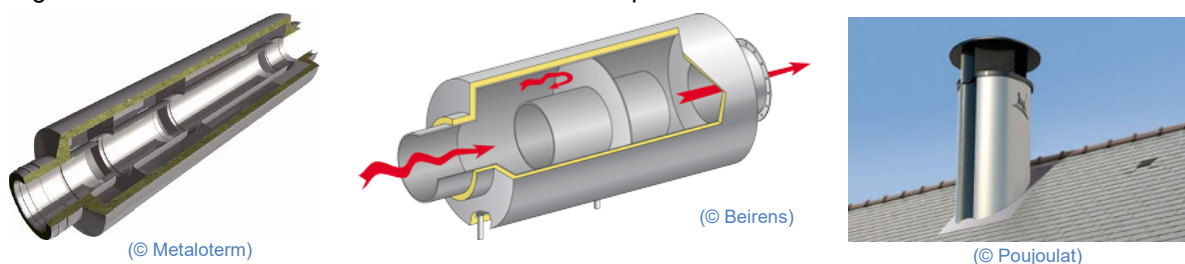
- De afsluitingen gebeuren met mortier over gans de dikte van de wand om de homogeniteit van massa te herstellen
- De dempende installatie mag de schouwtrek niet wijzigen en moet , zo nodig, bestand zijn tegen corrosie, condensatie, warmte en temperatuurschommelingen
- De verdubbelingen worden uitgevoerd conform de eisen voor de muren - [Fiche 11](#)

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Geluiddemper

Er bestaat een breed assortiment aan geluiddempers om het lawaai voortgebracht of verspreid door luchtstromen (vervuilde lucht van de ventilatiegroepen, verbrande lucht van verwarmingsketels, rookgassen van open haarden...) te verminderen.

Sommige geluiddempers worden geïnstalleerd in de plaats van een stuk van het rookkanaal, andere aan de uitgang van de schoorsteen. Er bestaan er ook voor de open haard.



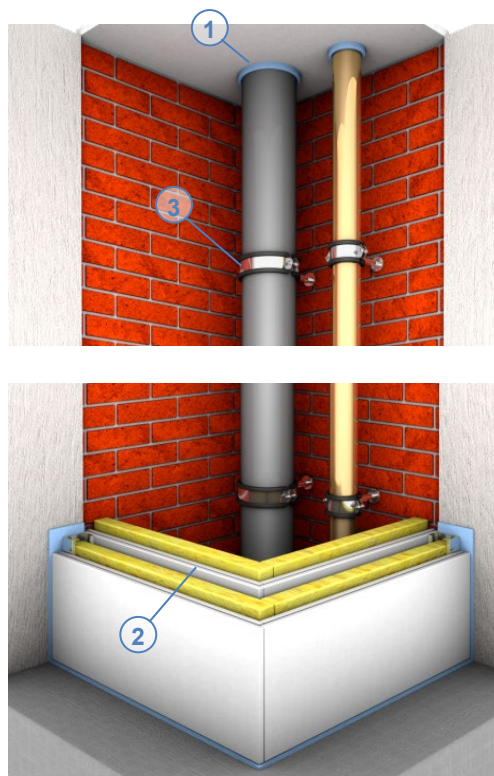
Figuur 43 : Verschillende geluiddempers-types

→ Technische kokers

Het is raadzaam om de ventilatieleidingen en -buizen bijeen te brengen in geïsoleerde kokers - [Fiche 20](#).

Om te voorkomen dat de kokers de verspreiding van het geluid tussen de verdiepingen of de lokalen bevorderen, moeten evenwel bepaalde voorzorgsmaatregelen worden genomen :

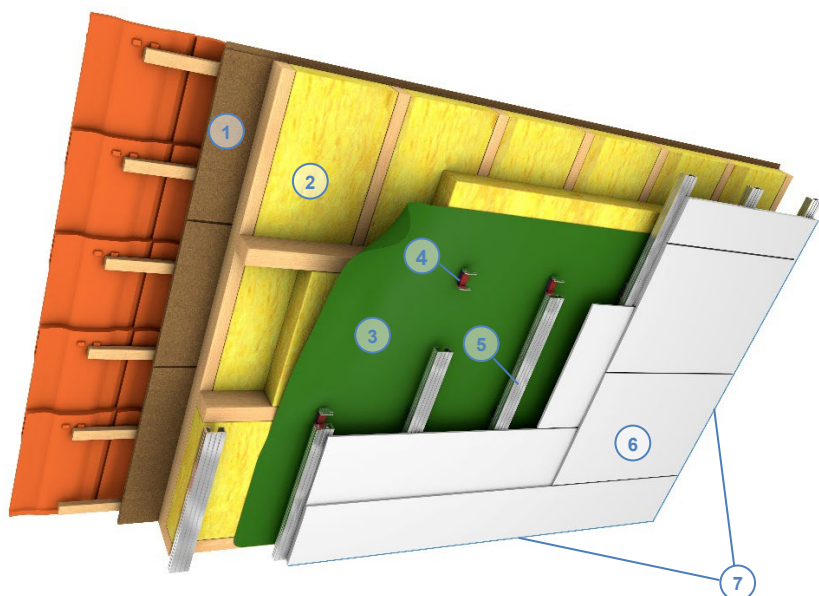
- Bekleed de binnenwanden van de koker met absorberend materiaal - [zie Fiche 1](#) - of vul deze volledig op met dit materiaal,
- Zorg, daar waar een toegang noodzakelijk is, voor zware en luchtdichte klapdeurtjes - zie 'hoe een goede luchtdichtheid waarborgen' [Fiche 19](#).
- Gebruik buizen en leidingen die het geluid dempen – zie nota over het lawaai van leidingbuizen [Fiche 20](#).
- Bevestig ze (via trillingswerende beugels) in de massieve muren en niet in een van de wanden van de koker.



Figuur 42 : Koker voor leidingen en buizen

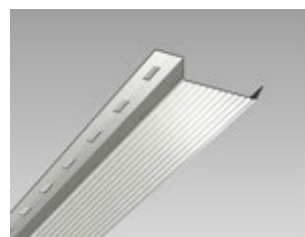
FICHE 23. DAKEN

Combinatie van een absorberend materiaal in de dikte van de dakstructuur (tussen de daksparren) en nieuwe afwerkingsplaten die zijn uitgevoerd als een akoestisch verlaagd plafond.

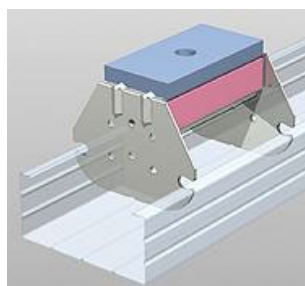


Figuur 60 : Zadeldak

1. Zwaar onderdak
2. Soepel absorberend materiaal
3. Afdichtingsmembraan (condensbescherming / dampdichte laag)
4. Trilwerende beugel
5. Metalen rail
6. Afwerkingspanelen. Baksteenverband boven elkaar geplaatste platen.
7. Siliconen randvoeg tussen de verschillende vlakken



Figuur 61 : Metalen rail



Figuur 62 : Trilwerende beugel
(© Gyproc)

UIT TE VOEREN WERKEN

1. Zo nodig, plaatsing van het onderdak en aanbrengen van de bekleding
2. Plaatsing van het isolerend en absorberend materiaal
3. Plaatsing van het luchtdichtingsmembraan
4. Plaatsing van een metalen structuur
5. Plaatsing van soepele ontkoppelingsstroken aan de rand
6. Bevestiging van de panelen aan de structuur
7. Realisatie van de perifere dichtingsvoegen

Variant 2 tot 4 :

2. Realisatie van een of meerdere luchtdichte inblaascompartimenten
3. Inblazen van een isolerend en absorberend materiaal in bulk (bijv. cellulosevlokken)
4. Indien bij de realisatie van de caisson geen trillingswerende systemen werden geïntegreerd, toevoeging van een soepele metalen structuur via trillingswerende ophangingen

EISEN

Absorberend materiaal

- Het materiaal gebruikt voor de isolatie is een absorberend materiaal conform aan [Fiche 1](#)
- Plaatsing tegen het onderdak, tussen de daksparren, goed aaneensluitend en zonder luchtsponw

Metalen structuur

- De structuur kan bestaan uit om het even welk element met het veereffect : klassieke metalen rails (in U-vorm) trilvast geplaatst, Z-profielen of speciale haken

Afwerkingspanelen

- De afwerking bestaat uit minstens 2 boven elkaar geplaatste platen waarbij de voegen worden verplaatst - platen van gips (min. dikte van 2 x 12,5mm) of van gipsvezel (min. dikte van 2 x 10mm)
- Geen star contact met een gebouwelement
- Volledig gescheiden van de muren en eventuele leidingen
- Niets inbouwen in de afwerkingspanelen

Dichtingsvoegen

- De perifere afwerkingsvoegen worden gerealiseerd met siliconemastiek en niet met gips

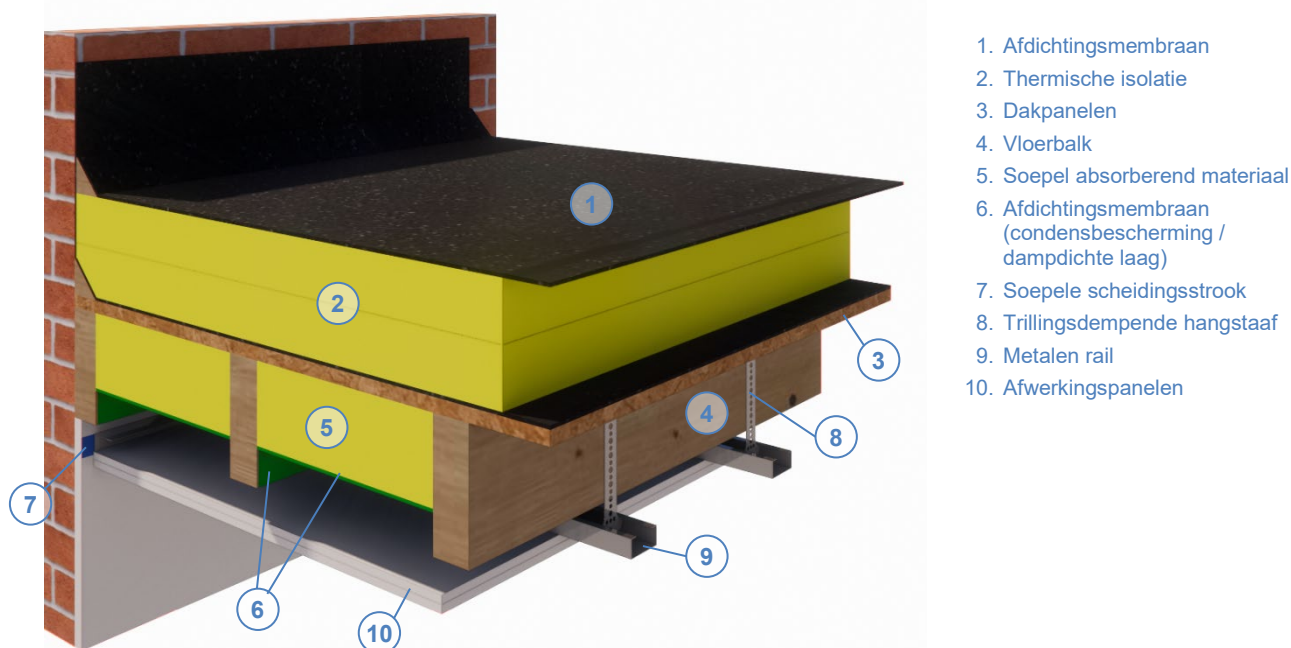
Met bepaalde voorzorgsmaatregelen, de geluidsisolatie van een plat dak met structuuronderdelen in hout kan op dezelfde wijze uitgevoerd worden als de isolatie van een zadeldak (zie [Combinatie van vereisten](#) hieronder).

Deze van een dak in beton (waarvan de massa het lawaai reeds in zekere mate dempt) wordt geconcipeerd zoals een akoestisch verlaagd plafond - [Fiche 9 en 10](#).

Om elke star contact met het gebouw te vermijden, moet een zwaar, flexibel, mogelijk hittebestendig materiaal worden aangebracht tussen eventuele buizen/dakramen en de afwerkingspanelen.

De geluidsisolatie van een plat dak kan ook van buitenuit gebeuren als de configuratie van de plaatsen het aanbrengen van de vereiste dikte van het soepele isolatiemateriaal mogelijk maakt. De nieuwe vloerpanelen zijn dan zo zwaar mogelijk en de verbindingen flexibel, om een massa-veer-massa-effect van bovenaf te bereiken.

De plaatsing van een groendak is gunstig voor zijn geluidsisolatie door het verhogen van de dakmassa.



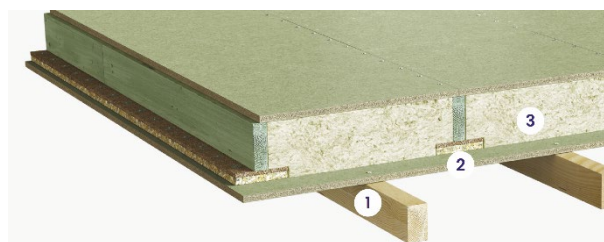
Figuur 44 : Platte dak

AANVULLENDE ADVIEZEN

→ Sarkingsdak

Bij een sarkingdak wordt de isolatie boven de dakspanten geplaatst, waardoor het dak hoger komt te liggen. Let op met dunne, lichte systemen op basis van harde isolatie. Deze kunnen de akoestische prestaties van het dak ernstig aantasten. De enige systemen die vanuit geluidsoogpunt acceptabel zijn, zijn die op basis van wolachtige materialen in combinatie met zware panelen.

1. Dakspant
2. Dakpanelen met dempende stroken onder de structurele elementen
3. Flexibele thermische isolatie



Figuur 45: Akoestisch sarkingdak
(© Phonotec)

→ Welk onderdak moet ik gebruiken voor een hellend dak?

Het onderdak zorgt voor de winddichting van een hellend dak.

Geef de voorkeur aan een zwaar onderdak in met latex of bitumen geïmpregneerde houtvezels, of elk ander ondoorlaatbaar maar zeer dampopen materiaal dat een aanzienlijke volumieke massa heeft. Idealiter worden twee diktes (2 x 22 mm) op elkaar geplaatst als de structuur het bijkomende gewicht kan opvangen.

De bestaande daken zijn meestal licht en bestaan slechts, bij wijze van onderdak, uit een micro-geperforeerd polyethyleenblad. Voor een goede geluidsisolatie moet men het dak demonteren, en onder de bedekking een nieuw zwaar onderdak plaatsen. Het is evenwel mogelijk in twee fasen te werk te gaan, en eerst de binnenisolatie te realiseren. Men zal reeds genieten van de thermische isolatie en van een geluidsverzwakking, en na het herstellen van de bedekking zal de geluidsisolatie beter zijn.

→ Welk dichtingsmembraan?

Wanneer de isolatielaag niet luchtdicht is, veroorzaken de temperatuurverschillen een luchtcirculatie in en rondom de thermische isolatie (en in de dakvlakken). Er moet een volkomen luchtdichte schil zijn om de warmteverliezen en beschadigingen door inwendige condensatie, die deze luchtcirculatie met zich meebrengt, te voorkomen. Omdat de lucht wordt aangezogen door elke scheur of discontinuïteit in deze schil, is het essentieel om alle doorvoeren af te dichten met een zelfklevende strip of andere niet-stijve afdichtingsaccessoires.

Zie de [brochure van Homegrade over hellende daken](#).

→ Combinatie van thermische en akoestische vereisten

De akoestische isolatie van een dak verbetert tegelijkertijd de thermische prestaties en kan daarom bijdragen aan de verbetering van het EPB-certificaat.

De warmtegeleidingscoëfficiënten⁵ λ ('lambda') en de warmteweerstand⁶ R worden gebruikt om de thermische prestaties van een isolator te beoordelen in functie van de dikte e (uitgedrukt in meter):

$$R = e/\lambda \text{ of nog } e = R \times \lambda$$

De meeste natuurlijke materialen hebben een λ -coëfficiënt van 0,040.

Als de gewenste weerstand R 4 m²K/W is, is de dikte van het te gebruiken materiaal $4 \times 0,040 = 0,16$ m, dus 16 cm.

Hellend dak

Bij een hellend dak kan de volledige dikte van het absorberende materiaal worden gebruikt als thermische isolatie. De keuze van een wolachtig materiaal met de juiste dikte is geschikt voor zowel akoestische als thermische isolatie.

Plat dak

Omdat het massa-veer-massa-effect gemakkelijker te bereiken is met binnenaafwerkingen, wordt akoestische isolatie meestal onder de dakstructuur aangebracht. Als het niet mogelijk is om een laag thermische isolatie toe te voegen boven de vloerpanelen, ontstaat er een compact dak⁷, wat kan leiden tot interne condensatieproblemen als het complex moeilijk van binnenuit te drogen is.

Als er thermische isolatie bovenop kan worden aangebracht, wordt het systeem een gemengd dak⁸. Om condensatieproblemen in het dakcomplex te vermijden, moeten de volgende thermische weerstanden worden bereikt:

$$R1 \text{ van de thermische isolatie} \geq 1,5 \times R2 \text{ van het geluidsabsorberend materiaal}$$

Als het dak al thermisch geïsoleerd is met isolatiepanelen op de dakpanelen, moet de dikte van het geluidsabsorberende materiaal eronder beperkt worden, zodat de weerstand $R2$ van het geluidsabsorberende materiaal 1,5 keer kleiner is dan de weerstand $R1$.

Als er bijvoorbeeld al 10 cm warmte-isolatie in PU met een λ -coëfficiënt van 0,025 op het dak is aangebracht, geeft dit een warmteweerstand van $10/0,025$, d.w.z. $R1 = 4$ m²K/W.

De $R2$ -weerstand van het geluidsabsorberend materiaal mag maximaal $4/1,5$ zijn, dus 2,7 m²K/W.

Als natuurlijke wol met een λ -coëfficiënt van 0,040 wordt gebruikt, is de maximale dikte van het te plaatsen geluidsabsorberend materiaal $2,7 \times 0,040$, d.w.z. 10,7 cm.

Volgens de EPB-voorschriften kunnen de thermische weerstanden van beide materialen bij elkaar worden opgeteld om de totale R -waarde van het dak te verkrijgen.

Zie de [brochure van Homegrade over platte daken](#).

⁵ λ (uitgedrukt in W/mK) geeft aan hoe goed een lichaam warmte kan geleiden. Hoe lager λ , hoe beter het materiaal isoleert.

⁶ R (uitgedrukt in m²K/W) vertelt ons hoe goed een laag materiaal warmte tegenhoudt. Hoe hoger R , hoe beter de laag isoleert.

⁷ Isolatiemethode die vooral wordt toegepast op daken met houten constructies. De flexibele isolatie wordt in de structuur tegen de dakpanelen geplaatst met een hygrovariabel dampscherm eronder, tegen de isolatie.

⁸ Dakcomplex waarbij een deel van de isolatie zich boven het dakpaneel bevindt en een deel eronder.

COÖRDINATEN



Leefmilieu Brussel

Thurn & Taxis-site, Havenlaan 86C - 1000 Brussel

02 775 75 75 - info@leefmilieu.irisnet.be

<http://www.leefmilieu.brussels>



Gewestelijke overheidssdienst Brussel Stedenbouw en Erfgoed Directie Stadsvernieuwing

Kunstberg 10 – 1000 Brussel

02 432 83 00 - info@urban.brussels

www.urbanisme.irisnet.be



Homegrade

Queteletplein 7, 1210 Brussel

1810 - aanvraagformulier voor informatie op onze website

www.homegrade.brussels



Buildwise - Technologische dienstverlening C-Tech

Pierre Holoffelaan 21 - 1342 Limelette

www.buildwise.be

www.c-tech.brussels



Construcity

Koningsstraat 45 - 1000 Brussel

02 210 03 40 – info@construcity.be

www.construcity.brussels

Meer informatie over geluid en akoestiek

leefmilieu.brussels/burgers/het-milieu-brussel/onze-gezondheid-beschermen

<https://gidsduurzamegebouwen.brussels/het-akoestisch-comfort-van-gebouwen-verzekeren>

www.homegrade.brussels/nl/onze-adviezen/



02 775 75 75
WWW.LEEFMILIEUBRUSSEL.BE

Redactie en illustraties: Sophie MERSCH

Foto's: Stadswinkel, tenzij anders vermeld

Infographie: Rodrigo J. PIZARRO, Raphaël LUCHS

Leescomité :

Jean-Philippe LAHAYE - ECAM

Manuel VAN DAMME – Build Silence

Debby WUYTS, Maxime LIGNIAN, Stéphane LESOINNE, Jean-François RONDEAUX - Buildwise

Loïc DESIRON, Sophie HOLEMANS, Eglantine DAUMERIE - Homegrade

Marie POUPÉ, Fabienne SAELMACKERS, Marie-Noëlle ADNET, Benoît FAUVILLE - Bruxelles Environnement

Verantwoordelijke uitgevers: Leefmilieu Brussel - Havenlaan 86C/3000 - 1000 Brussel