



PRAKTISCHE HANDLEIDING VOOR DE DUURZAME BOUW EN RENOVATIE VAN KLEINE GEBOUWEN

- PRAKTISCHE AANBEVELING CSS05 -

HET AKOESTISCH COMFORT VERZEKEREN

Diverse voorzieningen voor akoestische correctie en isolatie in de gebouwen om het welzijn van de bewoners te verhogen.

PRINCIPES

BENADERING



Akoestisch comfort is een element van de binnenruimten dat vaak over het hoofd wordt gezien. Nochtans is het van essentieel belang voor het geestelijke welzijn van de bewoners en de productiviteit van de werknemers.

Een goed akoestisch comfort zorgt voor een prettiger leefklimaat en bevordert de relaties tussen de bewoners van een gebouw.

Omgekeerd kan een slecht akoestisch comfort nadelige gevolgen hebben voor de gezondheid (zenuwachtigheid, stress, slaapproblemen, vermoeidheid).

AANPAK

De keuze van geluidscorrigerende en geluidsisolerende materialen is afhankelijk van de aard van het geluid en van het vereiste akoestische comfort in een bepaalde ruimte. Hun toepassing is geen sinecure en moet zorgvuldig worden voorbereid en uitgevoerd om zwakke punten te vermijden, want voorkomen is gemakkelijker dan genezen. Vergeet niet dat daar waar de lucht door kan, ook het geluid door kan en dat plaatselijke geluidstrillingen zich doorheen alle verdiepingen van een structuur kunnen voortplanten.

Verschiedende aanbevelingen van de praktische handleiding bieden een directe of indirecte oplossing voor het probleem van akoestisch comfort:

CSS05 – "Het akoestisch comfort verzekeren": deze fiche beschrijft de ruimtelijke en bouwkundige principes voor het akoestische ontwerp van gebouwen en bevat de constructieprincipes en -oplossingen voor de samenstelling en uitvoering van akoestische elementen.

MAT05 – "Thermische isolatie: gezonde en ecologische materialen kiezen": deze fiche beschrijft alle thermische isolatiematerialen en hun kenmerken. Voor het akoestisch comfort worden hoofdzakelijk dezelfde materialen gebruikt. Voor een classificatie van de isolatiematerialen volgens hun intrinsieke aard, kunt u dus best die fiche raadplegen.

MAT11 – "Akoestische isolatie: gezonde materialen met een gunstige milieubalans kiezen": geeft voor elke akoestische oplossing de materialen met een gunstige milieubalans.

Behalve comfort, biedt de aandacht voor akoestiek eveneens de mogelijkheid om een **geluidslandschap** te scheppen door middel van ruimtelijke inrichtingen (het ordenen en het



creëren van afstand t.o.v. objecten, enz.), de geometrie van een ruimte, en de aard en textuur van de materialen.

DE BASISBEGRIPPEN

> Definitie van klank

Een zuivere toon is een trilling die zich in een elastisch milieu voortplant (lucht, water, een vaste stof) en zich kenmerkt door de frequentie (het aantal trillingen per seconde), de amplitude (geluidsniveau of volume) en de duur.

Afhankelijk van hun frequentie, worden de tonen in 3 categorieën ingedeeld:

- De lage tonen (frequenties lager dan 100 Hz = lage frequentie)
- De middentonen (frequenties van 100 Hz tot 2 kHz = middenfrequentie)
- De hoge tonen (frequenties hoger dan 2 kHz = hoge frequentie)

In gebouwakoestiek neemt men traditioneel een frequentie-interval in aanmerking begrepen tussen 100 Hz en 5 kHz. De gemiddelde gevoeligheid van het menselijk oor is begrepen tussen 20 Hz en 20 kHz.

> Geluidsmeting

Geluid wordt gemeten in decibels (dB), een logaritmische meeteenheid, wat betekent dat:

- de optelling van twee identieke geluidsbronnen gelijk is aan een stijging van 3 dB ($50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$)
- de vermenigvuldiging van de geluidsterkte met 10 gelijk is aan een stijging van 10 dB. ($50 \text{ dB} \times 10 = 60 \text{ dB}$)
- bij twee geluiden waarvan het geluidsniveau met minstens 10 dB verschilt, maskeert het hoogste geluid het laagste, wat men het *maskeringseffect* noemt. ($50 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 60 \text{ dB}$)

Het geluidsniveau wordt gemeten met een "geluidsmeter", die de energie van het geluid omzet in elektrische spanning.

> Definitie van dB(A), dB(B):

Het menselijk oor is bijzonder, in die zin dat het voor een zelfde geluidsniveau (dB) afhankelijk van de frequentie (Hz), een verschillende luidheid waarneemt.

Om met deze karakteristiek rekening te houden, worden filters toegepast om het geluidsniveau afhankelijk van de frequenties te wegen, waarmee de isofonen het geluidsniveau in fysiologische grootheden en niet langer uitsluitend in fysische grootheden kunnen afbeelden.

De meest toegepaste filter is de A-filter, die overeenstemt met een waargenomen geluidsniveau van 40 dB voor een zuivere toon met een frequentie van 1 kHz. Het geluidsniveau uitgedrukt in dB(A) is representatief voor de werkelijke waarneming door het menselijk oor. (De B-filter stemt overeen met een waargenomen geluidsniveau van 70 dB voor een zuivere toon met een frequentie van 1 kHz.)

> Definitie van geluid

Geluid is een luchttrilling en kenmerkt zich door zijn frequentie, zijn sterkte en zijn duur. Het is een complexe mengeling van zuivere tonen met veelvuldige frequenties en van verschillende amplitude. Geluid wordt geassocieerd met elke onaangename, storende en ongewenste gewaarwording (vb. geluid van een vliegtuig, van een machine, van spraak, enz.).

> Voortplanting van geluid

Hiermee wordt de weg bedoeld die de golf, voortgebracht door de geluidsbron, aflegt om ons oor te bereiken. De voortplantingssnelheid van een geluidsgolf is afhankelijk van de omgeving waarin de golf ontstaat; in de lucht is dat 340 m/s.

In een open akoestische ruimte botst het geluid op geen enkel obstakel en zijn sterkte neemt af naargelang het zich van de geluidsbron verwijderd. De voortplanting gebeurt in een vrij veld.

In een bebouwde omgeving botst het geluid op veel obstakels die het geluid nu eens absorberen en dan weer weerkaatsen. Het geluidsniveau is vrijwel hetzelfde in alle punten. De voortplanting gebeurt in een verstrooiend veld.



> Soorten geluid in een gebouw

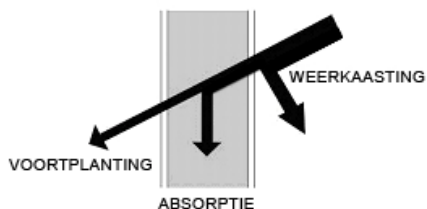
- o **Luchtgeluid**, zowel binnen als buiten, (geluid dat in de lucht wordt opgewekt en dat zich in de lucht voortplant): stemmen, muziek, auto's, vliegtuigen, enz.
- o **Contactgeluid** (geluid dat wordt opgewekt door het contact met een bestanddeel van het gebouw en dat zich doorheen dit bestanddeel voortplant): voetstappen, werktuigen, enz.
- o **Technisch geluid**: ventilatie, verwarmingsketel, enz.

NB: De voortplantingswegen via de structuur van een gebouw of via de lucht moeten als een geheel in aanmerking worden genomen. Bijvoorbeeld, wanneer ik in mijn appartement op en neer spring, horen de benedenburen een contactgeluid, terwijl mijn medebewoners een luchtgeluid horen. Zo moet de akoestische strategie meestal rekening houden met een gelijktijdige interactie tussen luchtgeluid en contactgeluid. Dat is onder meer het geval bij het voorbijrijden van een trein (geluid + de trillingen van de trein).

> Gedrag van het geluid in het gebouw

Wanneer een luchtgeluid met een (verticale of horizontale) wand in aanraking komt, kunnen drie reacties optreden:

- o **weerkaatsing** van het geluid op de wand
- o **absorptie** van het geluid door de wand
- o **voortplanting** van het geluid doorheen de wand



Men onderscheidt de volgende types van geluidsvoortplanting:

- o **directe voortplanting** doorheen de wanden (gevel, vloer, binnenmuur, enz.)
- o **indirecte voortplanting** door de zijwanden, afhankelijk van de aansluitingen tussen de zijwanden en de scheidingswand
- o **parasitaire voortplanting** ten gevolge van luchtlekken (barsten, gebrekkige luchtdichting, enz.)

> Akoestische correctie en akoestische isolatie

Het gewenste akoestisch comfort kan, afhankelijk van het geval, de uitvoering vereisen van een akoestische correctie en/of van een akoestische isolatie binnen een lokaal of tussen twee of meer lokalen van een gebouw:

- o Men spreekt van **akoestische correctie** wanneer het absorptie- en weerkaatsingsvermogen van één of meer wanden worden gecorrigeerd door een aanpassing van hun textuur, hun reliëf, hun geometrie en hun bekledingsmaterialen.
- o Men spreekt van **akoestische isolatie** wanneer oplossingen worden toegepast die de voortplanting van het geluid doorheen de wanden beperken door een aanpassing van de structuur van de wanden.

> Gedrag van de materialen

- o **Geluidsdempingsindex R**:
De mate waarin een materiaal tegen de voortplanting van luchtgeluid isoleert, wordt uitgedrukt door zijn geluidsdempingsindex R (dB). Die wordt in een laboratorium gemeten en stemt overeen met het verschil tussen de geluidsdrukniveaus in de emissie- en de ontvangstruimte.
- o **Massawet**:
De geluidsdempingsindex varieert afhankelijk van de geluidsfrequentie en de massa van het materiaal: een geluidsdempingsindex van ± 40 dB voor een wand van 100 kg/m^2 , stijgt met 4 dB indien de massa verdubbelt (de "massawet") of indien de frequentie verdubbelt.
- o **Kritische frequentie en resonantiefrequentie**:
Deze twee frequenties stemmen overeen met twee trillingswijzen van een homogene



wand. De kritische frequentie situeert zich in de lage frequenties en de resonantiefrequentie in de hoge frequenties.

Wanneer de kritische frequentie wordt bereikt, daalt de akoestische isolatie van de wand. Hoe stijver het materiaal, hoe groter de daling van de akoestische isolatie. Indien de kritische frequentie zich in de gevoelige zone van het gehoor situeert (bijvoorbeeld de frequentie van de spraak), kan deze daling erg hinderlijk zijn.

> Nagalmtijd

De nagalmtijd is de tijd die verloopt tussen de weerkaatsing van de geluidsgolf op de wand en de afzwakking van het geluidsniveau. Die tijd wordt gemeten in verhouding tot een afzwakking van het geluidsniveau met 60dB en varieert volgens de geometrie en de wandbekleding van het lokaal.

Geluid in een lokaal wordt opgesplitst in direct geluid en weerkaatsst geluid. Om te zorgen voor akoestisch comfort in een lokaal, moet het weerkaatsst geluid worden beperkt.

PRINCIPES VAN AKOESTISCHE CORRECTIE

> Aanpassing van de weerkaatsende en absorberende oppervlakken

De toestand van het oppervlak en de samenstelling van de wanden (muren, plafonds, vloeren) van een ruimte, bepalen in grote mate haar akoestische kenmerken.

Afhankelijk van de bestemming van een lokaal, moeten afwisselend gladde weerkaatsende wanden (bijvoorbeeld bepleisterde muren) en absorberende wanden (bijvoorbeeld een geperforeerde voorzetwand bekleed met isolatiemateriaal) worden uitgevoerd.

Om tussen twee weerkaatsende parallelle muren een "pingpong"-effect te vermijden moet een van de beide wanden met een absorberend materiaal worden bekleed.

Behalve de wanden, kunnen nog andere elementen de nagalm beperken: akoestische schermen, stoffen (tapijt, spanplafond, enz.), maar eveneens meubilair.

De toepasselijke akoestische reglementering voor residentiële gebouwen vereist de afzwakking van nagalm in gemeenschappelijke delen zoals gangen en trappenhuizen.

> De geometrie van de lokalen

Afhankelijk van de bestemming van het lokaal, worden afmetingen aanbevolen die de akoestiek bevorderen. Een regelmatige geometrie kan onaangenaam zijn voor de akoestiek van een lokaal. Vandaar het belang om de verhoudingen tussen hoogte / lengte / breedte zorgvuldig te overwegen. Te vermijden verhoudingen: (h, b, l) = (x, nx, nx)

Kwaliteit	hoogte	factor x	factor y
1	1	1.9	1.4
2	1	1.9	1.3
3	1	1.5	2.1
4	1	1.5	2.2
5	1	1.2	1.5
6	1	1.4	2.1
7	1	1.1	1.4
8	1	1.8	1.4
9	1	1.6	2.1
10	1	1.2	1.4
11	1	1.6	1.2
12	1	1.6	2.3
13	1	1.6	2.2
14	1	1.8	1.3
15	1	1.1	1.5
16	1	1.6	2.4
17	1	1.6	1.3
18	1	1.9	1.5
19	1	1.1	1.6
20	1	1.3	1.7

Tabel: Afmetingsverhoudingen van Louden



PRINCIPES VAN AKOESTISCHE ISOLATIE

> Oplossingen op het niveau van de ligging

De schikking van rijwoningen of van vrijstaande woningen, al dan niet met omheiningsmuur, alsook de inrichting van bufferzones tussen de geluidsbron en het gebouw, beïnvloeden de wijze waarop het geluid de ruimten bereikt waar men kalmte wenst.

> Beperking van scheidingsoppervlakten

Elke vierkante meter scheidingsmuur of -vloer tussen aangrenzende ruimten vertegenwoordigt een extra geluidsdrager. Hoe groter die scheidingsoppervlakten, hoe sterker de geluidsvoortplanting.

> Spelen met massa

Volgens de "massawet" geldt het principe: hoe zwaarder het materiaal (dicht en dik), hoe beter het isoleert. Dat principe wijst op het belang van massieve materialen in de bouwkundige akoestiek. De aanwezigheid van massa is vooral efficiënt voor het dempen van luchtgeluid, doordat de geluidsgolven een massief materiaal moeilijker kunnen doen trillen.

> Faseverschuiving van de golven

Het geluidsspectrum bestaat uit een reeks van verschillende frequenties en golflengtes. Elk materiaal absorbeert door zijn fysische eigenschappen en zijn massa een selectief gedeelte van die golven. De uitvoering van een akoestisch geheel met heterogene lagen is dus bijzonder efficiënt om het geluid in al zijn fasen te absorberen. Het gaat erom de dikte en de volumieke massa van de toegepaste materialen in het akoestisch element te variëren. Dit noemt men het massa-veer-massaprincipe

> Luchtdichting

Luchtdichting is de allerbelangrijkste strategie.

De effecten van de verschillende toegepaste akoestische isolatiemiddelen zijn niet optelbaar: het zwakste punt van een wand bepaalt zijn akoestische prestatie. Een gat, een spleet, een kokerdoorvoer, een slechte uitvoering van het voegwerk rond een raamwerk of een barst, kan de gehele akoestische uitvoering van een wand teniet doen. Een maximale dichting en homogeniteit zijn dus een eerste vereiste om het risico van geluidlekken te beperken. Het principe is eenvoudig: daar waar de lucht door kan, kan ook het geluid door. Een goede akoestische isolatie vereist dus noodzakelijkerwijs een goede luchtdichting, die echter niet ten koste mag gaan van een gezonde ventilatie van de lokalen (zie hierover de praktische aanbevelingen CSS07: "Een goede luchtkwaliteit verzekeren", CSS14: "De manuele ventilatie optimaal organiseren" en ENE23: "Opteren voor een energie-efficiënt luchtverversingssysteem").

> Akoestische ont koppeling

Om de voortplanting van geluidstrillingen te vermijden, moeten aanpalende bouwelementen (scheidingswand en vloer, muur en vloer, leidingen en muur, enz.) zo veel mogelijk met soepele voegen van elkaar worden ont koppeld. Die ont koppeling kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd met uitzettingsvoegen, "trilvaste noppen", enz. Gevoelige ruimten kunnen volgens het "doos-in-doos"-principe worden geïsoleerd.

INDICATOREN

Het geluidsniveau geeft het geluid weer op een specifiek moment op een specifieke plaats en kan in de tijd variëren. De pijngrens bedraagt 80 dB (vb. een grasmaaier), boven 100 dB wordt het gevaarlijk (vb. een pneumatische boorhamer), en boven 120 dB is het onhoudbaar (vb. de sirene van een ambulance).

De dagelijkse blootstelling geeft het geluidsniveau weer dat een persoon een hele dag lang constant kan verdragen.



DOELSTELLINGEN

* **Minimaal:**

- De naleving van de geldende normen (zie uitvoering – wetgeving)
NB: De criteria voor een normaal akoestisch comfort beogen 70% van de respondenten (enquête bij de gebruikers van het gebouw) tevreden te stellen.

** **Aangeraden:**

- De efficiënte uitvoering van de details (zwevende vloerplaat, ontkoppeling, enz.). Ga na of de aanpak in de gegeven omstandigheden toereikend is en of er geen extra maatregelen nodig zijn.
NB: De criteria voor een verhoogd akoestisch comfort beogen 90% van de respondenten (enquête bij de gebruikers van het gebouw) tevreden te stellen.

*** **Optimaal:**

- De toepassing, zowel op het niveau van het ontwerp als van de uitvoering, van alle mogelijke oplossingen om de gebruikers van een gebouw een maximaal akoestisch comfort te bieden.



OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE VOORZIENINGEN

AKOESTISCHE CORRECTIE

Voorziening	Gevoelige elementen				
	Vloeren	Muren	Plafonds / Daken	Vensters	Technische installaties
Absorberend materiaal	●	●	●	-	●
Dempingspaneel	-	●	●	-	-
Resonator	-	●	●	-	-

AKOESTISCHE ISOLATIE

Gevoelige elementen	Voorzieningen	Geluids-bron	Geluidsvoortplanting		
			directe	indirecte	parasitaire
Vloeren	Ondervloer	C	●	●	*
	Zwevende vloerplaat	C	●	●	*
	Ontkoppeld verlaagd plafond	L	●	●	*
Muren	Massieve muur	L	●	●	*
	Voorzetwand	L	●	-	*
	Lichte scheidingswand	L	●	●	*
	Dubbele muur	L	●	●	*
	Onafhankelijke gemene muur / woning	L	●	●	*
	Onafhankelijke gemene muur / appartement	L	●	●	*
	Onafhankelijke gemene muur / appartement met voorzetwand	L	●	●	*
Daken	Geïsoleerd zadeldak	L	●	●	*
	Geïsoleerd plat dak	L	●	●	*
Ramen	Raam met normale geluidsisolatie	L	●	-	*
	Raam met verhoogde geluidsisolatie	L	●	●	*
Technische uitrustingen	Trilvaste blokken	T	●	●	*
	Trilvaste ophanging	T	●	-	*
	Akoestische behuizing	T	-	-	*
	Toebehoren: - Isolatiemof - Drukregelaar	T	●	●	*

- zeer efficiënte voorziening
- vrij efficiënte voorziening
- voorziening als laatste redmiddel
- * de prestatie van de voorziening is afhankelijk van de uitvoeringskwaliteit
- de voorziening heeft geen enkel nut
- L luchtgeluid
- T Geluid voortgebracht door een technische installatie
- C Contactgeluid



ELEMENTEN VOOR EEN DUURZAME KEUZE

TECHNISCHE ASPECTEN

> Geluidsbronnen

Door het geluid aan de bron te beperken, zijn minder reparaties nodig en bijgevolg minder investeringen voor akoestische isolatie.

> Structurele belasting en benodigde ruimte

Bij de toepassing van een akoestische strategie rijst de vraag van het structureel vermogen van het gebouw. In geval van twijfel kan bij renovatiewerken, afhankelijk van de geluidshinder, de keuze van een licht isolatiesysteem een verstandige keuze zijn.

MILIEUASPECTEN

> Ecologische materialen

Voor de meeste isolatiematerialen zijn ecologische materialen beschikbaar. Die aspecten worden voor elke oplossing uiteengezet in de aanbeveling MAT 11 – "Akoestische isolatie: gezonde materialen met een gunstige milieubalans kiezen".

ECONOMISCHE ASPECTEN

> Productiviteit op het werk

Een wand met een goede bouwkundige akoestiek vertegenwoordigt een meerkost die in vergelijking met de verbeterde productiviteit op het werk de moeite waard is.

> Bestendige huurders

Een goed akoestisch comfort verhoogt de bestendigheid van de huurders. Een slecht akoestisch comfort is immers vaak een reden om te verhuizen.

> Vooruitzien versus corrigeren

Het akoestische comfort van een gebouw vereist het nemen van maatregelen in een zo vroeg mogelijk stadium van het project, bij de programmering en het voorontwerp, want correctieve isolatiewerken achteraf zijn duurder en moeilijker uit te voeren.

> Premies

Voor sommige akoestische isolatiewerken bij renovaties, biedt het Brussels Gewest financiële tegemoetkomingen. Meer informatie hierover is beschikbaar op de website van Leefmilieu Brussel (<http://www.leefmilieubrussel.be>).

SOCIALE EN CULTURELE ASPECTEN

> Gevolgen van geluid op de gezondheid

Op lange termijn kan geluidshinder schadelijk zijn voor de gezondheid (stress, vermoeidheid, enz.). Omgekeerd zorgt akoestisch comfort voor een betere leefkwaliteit van de bewoners van een gebouw.

> Relaties met de burens en op het werk

Een efficiënte akoestische isolatie tussen de woningen zorgt eveneens voor betere relaties met de burens. Op beroepsniveau is akoestisch comfort gunstig voor het werkklimaat en de productiviteit van de werknemer.

> Relativiteit, aanpassing en maskering

Wanneer men zich te sterk tegen het buitengeluid isoleert, zou het kunnen dat het binnengeluid als hinderlijker wordt ervaren. Zo heeft het niveau van de akoestische isolatie een directe invloed op de verstandhouding tussen personen en de temporele maskering. De gewaarwording van de ruimte, van een aanwezigheid, van een sfeer, zijn er rechtstreeks mee verbonden.

DE JUISTE KEUZE MAKEN

Om een efficiënte en coherente oplossing te kiezen, is het belangrijk dat men het toe te passen akoestische isolatiesysteem in zijn geheel bekijkt.



> Compromis

Een efficiënte akoestische isolatie heeft zeker een impact op het budget, maar verzekert een goede leefkwaliteit voor de bewoners van het gebouw.

Het akoestische basiscomfort vertegenwoordigt een compromis tussen de gestelde criteria, het door de bewoners gewenste akoestisch comfort en de technische en economische haalbaarheid.

> Thermische isolatie en akoestische isolatie

Sommige thermische isolatiematerialen kunnen eveneens als akoestische isolatie worden uitgevoerd, voor zover een zekere dikte in aanmerking wordt genomen. Een dergelijke oplossing houdt een zekere kostenbesparing in. Toch is het niet zo dat thermische isolatie de facto akoestische isolatie biedt. Zo moet men toezien op een correcte uitvoering van de eerder vermelde akoestische strategieën (massa, faseverschuiving, luchtdichting, akoestische ontkoppeling).

> Akoestische correctie isoleert niet tegen geluid

De aanwezigheid van absorberende materialen in een appartement, verbetert niet het door de burens waargenomen geluidsniveau. Hoewel de geluidsesthetiek erdoor wordt verbeterd, kan akoestische correctie niet als een akoestische isolatie of demping van luchtgeluiden en impactgeluiden worden toegepast.

UITVOERING – GEMEENSCHAPPELIJKE PUNTEN VOOR ALLE VOORZIENINGEN

PROGRAMMERING

> Wetgeving

De volgende normen zijn van toepassing:

- De norm NBN S01-400 (1977) voor de akoestische criteria.
- De normen EN ISO 140 (delen 1 tot 6) voor de meetmethodes.
- De norm EN ISO 717 (delen 1 en 2) voor de eengetalsaanduidingen (akoestisch gemiddelde).
- De norm EN ISO 12354 voor de rekenmethodes.

> Criteria van de nieuwe norm NBN S01-400-1

Deze norm is van toepassing op alle **woongebouwen** (huizen en appartementen) en bepaalt criteria waaraan de isolatie van een afgewerkt gebouw moet voldoen met betrekking tot lucht- en contactgeluiden, geluiden voortgebracht door technische installaties en nagalm in bepaalde ruimten.

Die criteria worden geannuleerd indien specifieke wettelijke bepalingen van toepassing zijn (vb. gevels in de nabijheid van een luchthaven).

Bij renovatiewerken is het niet altijd mogelijk om aan de hoger vermelde criteria te voldoen. De ontwerper moet de bouwheer dan, schriftelijk en vóór het begin van de werkzaamheden, op de hoogte stellen van het mogelijke gebrek aan een normaal akoestisch comfort.

Het normale akoestisch comfort stemt min of meer overeen met de subcategorie "a" van de oude norm. Het verhoogde akoestisch comfort vereist de uitvoering van een akoestische studie.



o Criteria voor luchtgeluidsisolatie

Emissieruimte buiten de woning	Ontvangstruimte binnen de woning	Normaal akoestisch comfort (*)	Verhoogd akoestisch comfort (**)
Elke ruimte	Elke ruimte, uitgezonderd de technische lokalen of de hal	$D_{nT,w} \geq 54$ dB	$D_{nT,w} \geq 58$ dB
Elke ruimte van een nieuwe rijwoning	Elke ruimte van een nieuwe rijwoning, uitgezonderd het technische lokaal	$D_{nT,w} \geq 58$ dB	$D_{nT,w} \geq 62$ dB
Emissieruimte binnen de woning	Ontvangstruimte binnen de woning	Normaal akoestisch comfort (*)	Verhoogd akoestisch comfort (**)
Kamer, keuken, woonkamer	Slaapkamer	$D_{nT,w} \geq 35$ dB	$D_{nT,w} \geq 43$ dB

D_{nT,w} drukt de gewogen gestandaardiseerde akoestische isolatie uit

o Criteria voor contactgeluidsisolatie

Emissieruimte buiten de woning	Ontvangstruimte binnen de woning	Normaal akoestisch comfort (*)	Verhoogd akoestisch comfort (**)
Elke ruimte	Elke ruimte, uitgezonderd de technische lokalen of de hal	$L'_{nT,w} \leq 58$ dB	$L'_{nT,w} \leq 50$ dB
Elke ruimte, uitgezonderd de slaapkamer	Slaapkamer	$L'_{nT,w} \leq 54$ dB	$L'_{nT,w} \leq 50$ dB
Emissieruimte binnen de woning	Ontvangstruimte binnen de woning	Normaal akoestisch comfort (*)	Verhoogd akoestisch comfort (**)
Kamer, keuken, woonkamer	Slaapkamer	/	$L'_{nT,w} \leq 58$ dB

L'_{nT,w} drukt het gewogen contactgeluidsdrukniveau uit.

Let wel, hier geldt: hoe lager het cijfer, hoe beter het akoestische comfort.

o Criteria voor gevelisolatie

	Normaal akoestisch comfort (*)	Verhoogd akoestisch comfort (**)
Type 1 ≤ 60 dB - Platteland/rustige stadsstraten		
Akoestisch comfort in de woonkamer, keuken	$D_{tr,wi} \geq 30$ dB	$D_{tr,wi} \geq 30$ dB
Akoestisch comfort in de slaapkamers	$D_{tr,wi} \geq 30$ dB	$D_{tr,wi} \geq 30$ dB
Type 2 60 dB tot ≤ 65 dB - Stadsstraten met een normaal verkeer		
Akoestisch comfort in de woonkamer, keuken	$D_{tr,wi} \geq 30$ dB	$D_{tr,wi} \geq 32$ dB
Akoestisch comfort in de slaapkamers	$D_{tr,wi} \geq 32$ dB	$D_{tr,wi} \geq 35$ dB
Type 3 65 dB tot ≤ 70 dB - Straten met een druk, langzaam verkeer		
Akoestisch comfort in de woonkamer, keuken	$D_{tr,wi} \geq 34$ dB	$D_{tr,wi} \geq 36$ dB
Akoestisch comfort in de slaapkamers	$D_{tr,wi} \geq 36$ dB	$D_{tr,wi} \geq 39$ dB
Type 4 70 dB en meer - Straten met een zeer druk verkeer		
Akoestisch comfort in de woonkamer, keuken	$D_{tr,wi} \geq 38$ dB	$D_{tr,wi} \geq 40$ dB
Akoestisch comfort in de slaapkamers	$D_{tr,wi} \geq 40$ dB	$D_{tr,wi} \geq 42$ dB

D_{tr,wi} drukt de gewogen gestandaardiseerde akoestische isolatiefactor uit.

Elke gevel moet aan deze criteria voldoen. Indien twee gevels naar een zelfde zonetype georiënteerd zijn, moet de akoestische isolatiefactor met 2 dB worden verhoogd.



- o Criteria voor technisch geluid

Akoestische criteria voor technische installaties		
	Gewoon akoestisch comfort (★)	Verhoogd akoestisch comfort (★★)
Mechanische ventilatie in de badkamer/wc	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 35 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 30 \text{ dB}$
Sanitaire toestellen in de badkamer/wc	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 65 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 60 \text{ dB}$
Mechanische ventilatie in de keuken	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 35 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 30 \text{ dB}$
Afzuigkap in de keuken	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 60 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 40 \text{ dB}$
Mechanische ventilatie in de woonkamer	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 30 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 27 \text{ dB}$
Mechanische ventilatie in de slaapkamer	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 27 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 25 \text{ dB}$
Technische lokalen met installaties voor minder dan 10 woningen	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 75 \text{ dB}$	$L_{A_{\text{instal,nt}}} \leq 75 \text{ dB}$

$L_{A_{\text{instal,nt}}}$ drukt het installatiegeluid uit

Opmerking: Deze criteria, met een tolerantie van 2 dB (gewogen), moeten als de te bereiken doelstelling worden beschouwd.

De norm stelt dat aan deze criteria na meting in situ moet worden voldaan.

VOORONTWERP

Tijdens de ontwerpfase worden de geschikte voorzieningen geselecteerd en de nodige oppervlakken en diktes bepaald voor de uitvoering van de akoestische correctie of isolatie.

Behalve de technische benadering op basis van de geluidsniveaus, wordt in deze fase eveneens het **geluidslandschap van het project** uitgedacht.

> Akoestische studie

- o De opsporing en identificatie van de bestaande geluidsbronnen in de nabijheid van de site (spoorweg, verkeer, enz.), op de site en in het gebouw (uitrustingen, activiteiten, enz.)
- o De vaststelling van de aard van de geluiden (hoogfrequente, laagfrequente, lucht-, contactgeluiden, geluidsterkte), die bepalend is voor de keuze van de uit te voeren oplossingen.
- o De keuze van min of meer absorberende of dempende materialen, op basis van de resultaten van de akoestische studie: zodoende wordt het project van bij de ontwerpfase van de nodige middelen voorzien voor de akoestische bescherming en isolatie van het geheel en van zijn stedelijke omgeving.

> Stedenbouwkundig ontwerp

- o Besteed een bijzondere aandacht aan de bestemming van de terreinen (activiteiten die hinder kunnen veroorzaken).
- o Zorg voor een aangepaste schikking van de gebouwen: denk eraan obstakels toe te voegen, te verwijderen of te verplaatsen om de voortplanting van het geluid tegen te houden (vb. een aangrenzend gebouw kan een efficiënt obstakel vormen tegen verkeersgeluid en zodoende geluidshinder binnen het huizenblok vermijden).
- o Creëer bufferzones.

> Ruimtelijke ordening binnen het project

Voorkomen is beter dan genezen: geef de voorkeur aan eenvoudige ruimtelijke oplossingen die erop gericht zijn geluidsbronnen te verwijderen en/of te isoleren, eerder dan aan dure corrigerende voorzieningen.

- o Vermijd direct contact tussen technische lokalen en installaties enerzijds (gemene delen, garages, liften, stookruimte, ventilatie) en de kalme vertrekken anderzijds (slaapkamers enz.).
- o Plaats vochtige lokalen naast elkaar om contact te vermijden tussen ventilatiekokers, waterafvoer- en -toevoerleidingen en de kalme vertrekken van het appartement of de woning.
- o Benut het bouwkundige ontwerp als een geluidsscherm.



> Openingen

Tracht visueel comfort te combineren met akoestisch comfort, door de ligging en oriëntatie van de ruimten en lokalen zodanig te ontwerpen om geluidshinder te beperken en rekening te houden met het omringende geluidslandschap.

UITVOERINGSDOSSIER

Leg in het contract met de aannemer akoestische comfortcriteria vast.

BOUWPLAATS EN UITVOERING

Zie toe op de uitvoering van de verplichte en/of bedongen akoestische criteria.

Een gebrekkige uitvoering kan het hele ontwerp van een goed akoestisch comfort tenietdoen. Daarom is het belangrijk erop te letten dat de details correct en volgens de regels van goed vakmanschap worden uitgevoerd (vb.: de uitvoering van een zwevende vloerplaat, een voorzetwand, enz.).

Wat te doen in geval van een gebrekkige akoestische isolatie? Spoor geluidstekken op (spleten, gaten, elementen met een lage geluidsdemping) met het oog op hun dichting of beperking (vb. openingen in inspectieluiken, doorvoeren van bijvoorbeeld ventilatiekokers, elektrische contactdozen, spleten rond deuren en ramen, holle ruimte tussen de omlijstingen en de muren, enz.)

Gebruik isolerende en niet-absorberende materialen (beton, pleisterkalk) om de geluidstekken (al dan niet zichtbaar) te dichten.

OPLEVERING

Voer een controle uit met geluidsmeter en klopmachine om het niveau van de akoestische isolatie te meten en vast te stellen of al dan niet aan de gestelde criteria is voldaan.



UITVOERING – ELK SYSTEEM APART BEKEKEN

AKOESTISCHE CORRECTIE

Oplossingen voor akoestische correctie moeten altijd gebaseerd worden op de volgende principes:

- o Plaats zoveel mogelijk lagen materiaal om een breed spectrum van frequenties te bestrijden.
- o Plaats geen weerkaatsende oppervlakken parallel tegenover elkaar.
- o Deel de oppervlakken in stukjes. Men plaatst beter 10 panelen van 1 m², verdeeld over een grote oppervlakte in een akoestisch te corrigeren lokaal, dan één paneel van 10 m².

> Absorberend materiaal

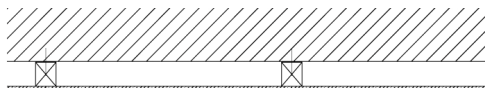


Dit soort materiaal is een stuk doeltreffender tegen hoge frequenties dan tegen lage. Vezelachtige stoffen (wol bv.) en materialen met open porositeit (zoals kurk) hebben heel goede eigenschappen als het om absorptie gaat. Hun prestaties bij lage frequenties kan men verhogen door de dikte te vergroten, maar de hoge frequenties zullen er niet beter door worden geabsorbeerd.



Andere oplossingen worden geboden in de vorm van absorberende panelen: die hebben meestal gaatjes of gleuven waar de geluidsgolven door kunnen om te worden geabsorbeerd door een onderliggende laag in vezelachtige stof. Deze systemen bestaan voor toepassing op muren en op plafonds.

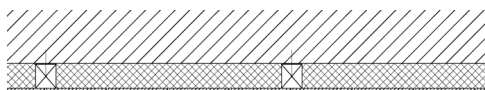
> Dempingspanelen



Dergelijke panelen zullen worden gebruikt voor de absorptie van geluiden met lage frequentie. Een multiplex blad wordt bevestigd tegen een houten kader op een zekere afstand van de muur. Het principe van zo'n systeem is dat het de akoestische energie opslorpt van een inslaand geluid, en wel doordat het blad gaat trillen en het geluid achter het blad wordt "gevangen".



> Resonators

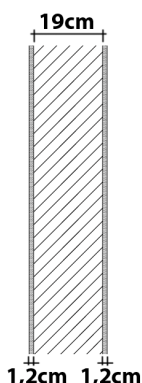


Het systeem zal des te doeltreffender zijn naarmate de eigen frequentie van de resonator die van het inslaand geluid benadert. Het bestaat uit een geperforeerde plaat die op een zekere afstand van een wand hangt. Het principe is dat een deel van het geluid wordt geabsorbeerd doordat de luchtmasa in elk gaatje gaat bewegen. Er kan dus geluid van een bepaalde frequentie worden geabsorbeerd door de gaatjes de juiste diameter te geven, en de tussenruimte een specifieke diepte. Men kan ook het absorptiespectrum vergroten door de diameter van de gaatjes te doen variëren.



AKOESTISCHE ISOLATIE VAN MUREN EN WANDEN

> Massieve muren



Uit de massawet volgt dat hoe zwaarder een muur is, hoe beter de isolatie (tegen luchtgeluid) zal zijn.

De gemiddelde geluiddempingsindex van een massieve muur bestreken met een luchtdichte, homogene pleisterlaag, bedraagt ± 47 dB.

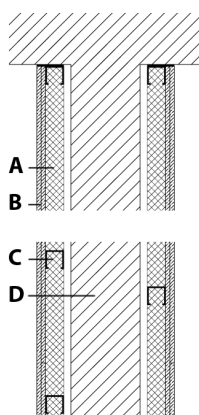
Impact van de toplaag op de akoestiek van een gemetselde muur (ref: Dossiers van het WTCB, Katern nr. 7, 2004: Akoestische invloed van de afwerking van muren uit metselwerk)

De afwerking maakt de gemetselde muur geluiddicht, en draagt dus in hoge mate bij tot de geluiddempende prestaties van die muur.

Op relatief "poreuze" blokken, zoals die op basis van geëxpandeerde klei, is de aanwezigheid van een beraping van fundamenteel belang. De R_w -waarde stijgt van 25 dB voor een muur van 140 mm zonder beraping naar 43 dB voor een muur met dezelfde dikte, maar aan één kant bepleisterd. Als die ene kant op die manier gedicht is, brengt het niet echt veel op om nog eens de andere kant te bepleisteren, en ook de dikte van de beraping doet de dempingsindex niet echt stijgen. De aanwezigheid van die beraping, dat is wat telt.

Voor sommige soorten blokken die zelf al "geluiddichter" zijn, is het effect van de beraping minder. Dat geldt ook voor kalkzandsteenblokken.

> Voorzetwanden voor bestaande massieve muur of tussenmuur



Ontkoppeling van wand en structuur dankzij een soepele voeg rondom. De metalen stijlen zijn trilvast.

De isolatie moet soepel zijn, niet stijf.

De gipsplaten worden met verspringende voegen geplaatst, om het risico op geluidlekken te vermijden.

Het is een praktische, vlot toe te passen oplossing bij renovatie en verhoogt wezenlijk de geluiddempingsindex.

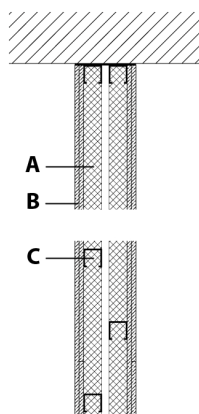
A = Isolatiemateriaal van het type akoestische absorptie of soepel (min 60 mm)

B = Dubbele gipsplaat (12 mm x 2)

C = Houten of metalen structuur

D = Massieve muur (dikte: 19 cm)

> Lichte dubbele wanden



Ontkoppeling van wand en structuur dankzij een soepele voeg rondom.

De metalen stijlen zijn trilvast.

De isolatie moet soepel zijn, niet stijf.

De gipsplaten worden met verspringende voegen geplaatst, om het risico op geluidslekken te vermijden. Ze hebben een verschillende dikte om het risico van weergalm in de wand te beperken.

Deze wanden zorgen voor een demping die ten minste even hoog is als die van een enkelvoudige betonwand (± 47 dB).

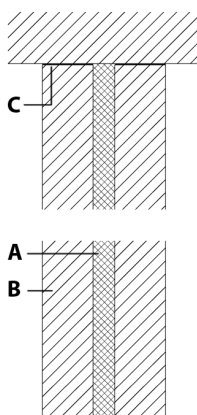
De ideale dubbelwandige constructie heeft geen stijve mechanische verbinding tussen de twee elementen.

A = Isolatiemateriaal van het type akoestische absorptie of soepel (min 60 mm)

B = Dubbele gipsplaat (12 mm + 15 mm)

C = Houten of metalen structuur

> Dubbele muren



Ontkoppeling van wand en structuur dankzij een soepele voeg rondom.

Let op dat de voeg niet wordt geplet bij het leggen van de vloerplaat.

De geluidsdempingsindex van een dubbele muur hangt af van:

- o de oppervlaktemassa van elke wand
- o de breedte van de spouw
- o de dikte en het soort isolatiemateriaal tussen de twee parementen
- o de kritische frequentie van elk van de parementen (ideaal moeten de wanden een verschillende frequentie hebben)
- o de aan- of afwezigheid van geluidsbruggen

Zonder enige fout in de toepassing, kan met deze wanden een geluidsdempingsindex worden gehaald van zowat 60 dB luchtgeluid als de aanpalende dekvloeren zwevend zijn geconstrueerd.

A = Isolatiemateriaal van het type akoestische absorptie of soepel (min 60 mm)

B = Blokken metselwerk (90 mm of 140 mm)

C = Soepele voeg

> Gevelmuren in metselwerk

Deze muren gedragen zich niet als dubbele akoestische wanden, vanwege de haken die het metselwerk verbinden met de draagmuren. Massieve gevels echter bieden meestal een voldoende geluidsdemping (WTCB). De akoestiek van een gevel kan vooral worden verbeterd door interventies op deuren, vensters en ander schrijnwerk. Als er veel lawaai van buiten komt, zijn muurankers met akoestische onderbreking aangewezen.

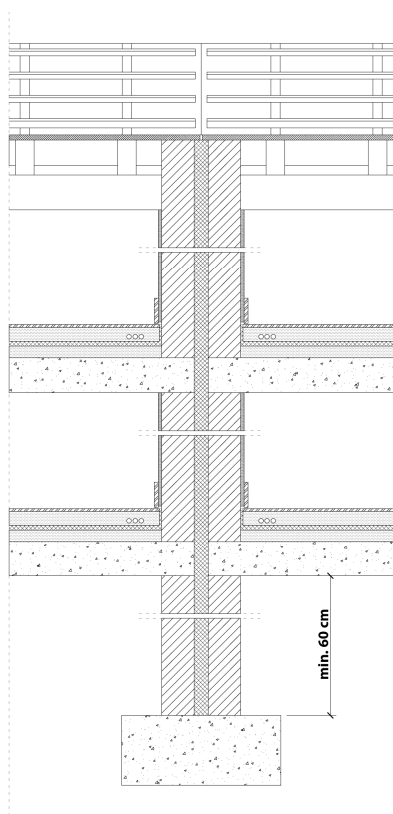
> Gevelmuren in hout

Een constructie met houten geraamte is een licht bouwsysteem, wat inhoudt dat men voor de akoestische isolatie geen beroep kan doen op massa. Bijgevolg wordt gebruik gemaakt van systemen met massa-vering-massa.

Voor een betere isolatie tegen luchtgeluiden kan men onder meer werken met dubbele wanden of zware panelen. Als men nog betere prestaties wenst (bv. voor tussenmuren) kan met de wanden nog eens verdubbelen (twee wanden zonder stijve voegen, die gaan van de funderingen tot het dak). Ook kan de spouw tussen de twee delen van de wand worden opgevuld met geluidsdempend materiaal.



> Tussenmuren



Let op de volledige ontkoppeling tussen de twee woningen.

De geluiddempingsindex van een dubbele wand hangt af van:

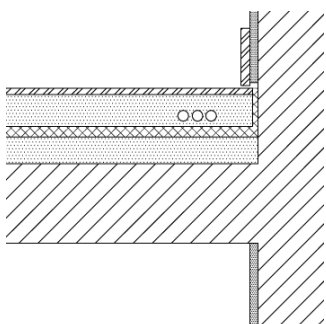
- de oppervlaktemassa van elke wand
- de breedte van de spouw
- de dikte en het soort isolatiemateriaal tussen de twee parementen
- de kritische frequentie van elk van de parementen (ideaal moeten de wanden een verschillende frequentie hebben)
- de aan- of afwezigheid van geluidsbruggen

Zonder enige fout in de toepassing, kan met deze wanden een geluiddempingsindex worden gehaald van:

- 60 dB (oppervlaktemassa van de twee wanden samen 400 kg/m^2) tot
- 65 dB (oppervlaktemassa van de twee wanden samen 500 kg/m^2).

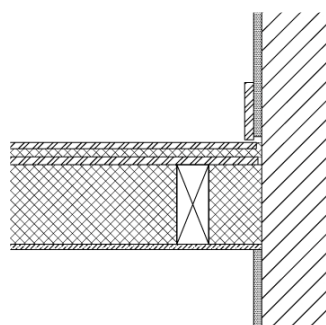
AKOESTISCHE ISOLATIE VAN VLOEREN EN PLAFONDS

> Zwevende vloerplaat voor betonvloer



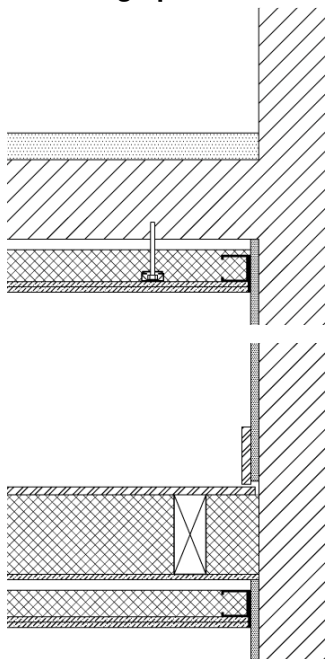
Het principe van de zwevende vloerplaat is dat er een soepele laag komt tussen de draagstructuur en de deklaag. Zo vermijdt men dat trillingen van de deklaag zich doorzetten naar de draagstructuur, maar ook dat externe trillingen op de structuur van het gebouw worden overgedragen op de zwevende vloerplaat. Dit is dus zeer doeltreffend tegen de overdracht van contactgeluiden.

> Ondervloer voor houten plankier



De meest spaarzame oplossing is het plaatsen van een materiaal met elastische eigenschappen onder de plankenvloer, om de schokken te dempen die zich op die vloer voordoen.

> Verlaagd plafond

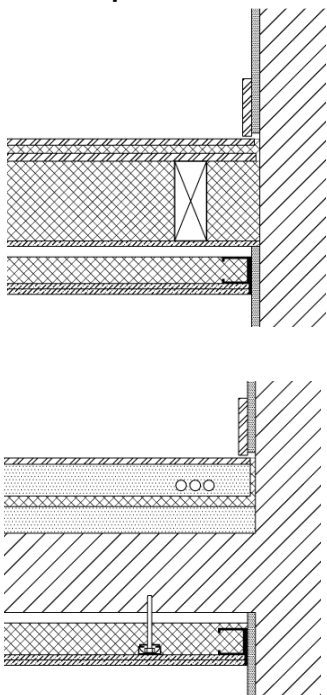


Het verlaagd plafond bestaat uit gips- of vezelplaten, of uit composietplaten (gevormd uit verschillende materialen, bv. paperschuim + vezels + gips, ...), waarop een soepele isolatielaag wordt gelegd (50 mm volstaan). Deze oplossing is bijzonder geschikt voor het dempen van luchtgeluiden.

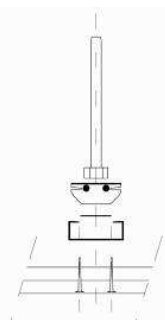
Het verlaagd plafond moet trilvast worden bevestigd of opgehangen en van de muren verwijderd gehouden door een trilvaste strook. Hoe groter de ruimte boven het verlaagd plafond, hoe beter het resultaat, maar als de hoogte onder het plafond beperkt is, geeft een tussenruimte van 1 cm al bevredigende resultaten.

Voor contactgeluiden is het altijd beter op te treden boven de vloer, dan iets te willen doen aan het plafond daaronder. Als een interventie boven de vloer niet mogelijk is, bestaat de enige mogelijke oplossing erin een verlaagd plafond toe te voegen volgens het principe "massa/vering/massa". Het verlaagd plafond wordt los gehouden van de structuur om overdracht van trillingen in de vloer (en dus de geluiden) naar onderen tegen te houden, en omgekeerd.

> Vloer-plafondcombinatie

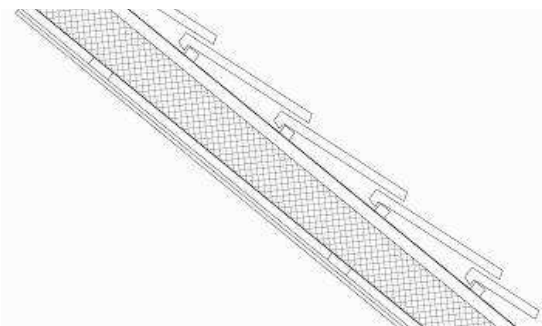


Deze samenstelling is een zeer afdoende oplossing, want ze dempt zowel de luchtgeluiden als de contactgeluiden. Uiteraard moeten de twee betreffende ruimtes toegankelijk zijn, en alle betrokken bewoners en/of eigenaars moeten akkoord gaan.



AKOESTISCHE ISOLATIE VAN DAKEN

> Zadeldak



De thermische isolatie op zich volstaat niet; ze moet worden uitgevoerd als een dicht samenhangend geheel dat werkt als een lichte wand (massa-vering-massa).

Om een goede akoestische isolatie tot stand te brengen, plaatst men een zwaar onderdak, in plaats van het microgeperforeerd polyethyleenblad, dat te licht is.

De ideale samenstelling is als volgt (van buiten naar binnen):

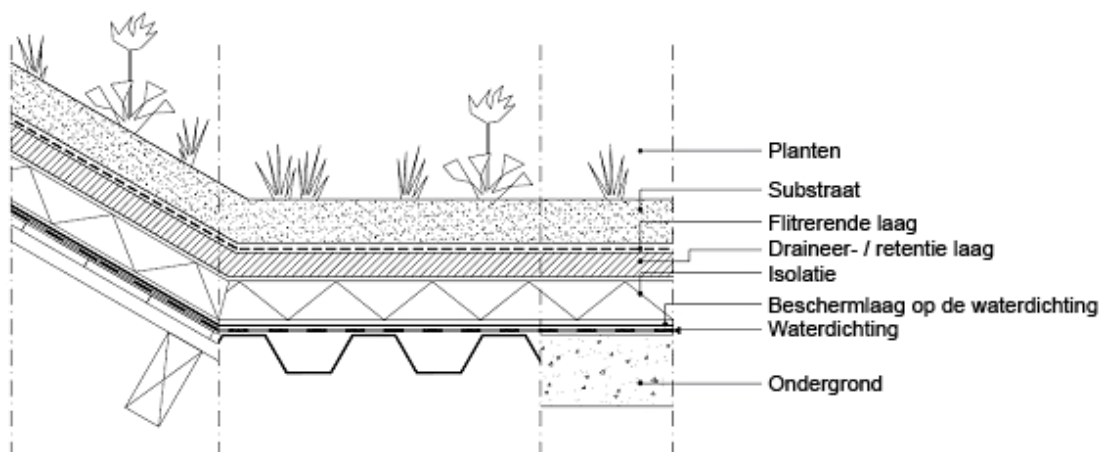
- o **Dakbedekking;**
- o Zwaar **onderdak** in houtagglomeraat – idealiter twee panelen (36 à 44 mm) als hun gewicht gedragen kan worden. Het onderdak moet waterdicht, maar dampdoorlatend zijn. De panelen kunnen met bitumen worden geïmpregneerd of worden gecombineerd met een microgeperforeerd polyethyleenblad;
- o **Isolatie** in panelen, rollen of bulk – ten minste 12 cm dik – geplaatst tussen of onder de gordingen;
- o **Dampscherm** – niet vergeten ruimte te laten tussen het dampscherm en de afwerkingsplaten, voor het doorvoeren van de leidingen;
- o **Afwerkingsplaten** – in gipsplaten, vezelplaten of dergelijke, op trivaste manier bevestigd op het gebint (met speciale haken of tegen een licht metalen kader). Als de structuur de bijkomende belasting kan opvangen, zijn twee of zelfs drie platen doeltreffender dan één.

> Plat dak

Hier is het principe opnieuw dat een geheel wordt gemaakt van massa – vering – massa.

Volgens het massaprincipe zal de akoestische isolatie voor een dak dat bestaat uit zware materialen (holle vloerplaat, gewapend beton), minder dik moeten zijn.

De toepassing van een **groen dak** verbetert aanzienlijk de akoestische prestaties van een plat dak.



AKOESTISCHE ISOLATIE VAN MUROPENINGEN (VENSTERS EN DEUREN)

Vensters en deuren maken deel uit van de zwakke akoestische zones in een gevel. Hun globale prestatie hangt af van:

- **Het ontwerp van het raam** als dusdanig: dikte, profielen (aanslagen van vaste en bewegende delen), luchtdichtheid enz.
De ramen moeten voorzien zijn van dichtingsvoegen van hoge kwaliteit en sluitingsinrichtingen met meerdere punten. Let op een luchtdichte verbinding tussen raam en glaswerk.
Het gebruikte materiaal heeft weinig belang voor de prestatie van de akoestische isolatie.
- **De kwaliteit van de uitvoering van het raam** (aansluiting raam - metselwerk).
Een gebrekkige dichting kan de prestaties van het venster tenietdoen.
Voegen van meer dan 5 mm breed moeten worden gestopt met mortel en niet met silicone.
- **De verhouding tussen de oppervlakte van het raam en totale vensteroppervlakte.**
Het gebruik van akoestische beglazing bijvoorbeeld is nutteloos als het raam meer dan 40% uitmaakt van de totale oppervlakte van een venster of een deur.
- **De eigen prestaties van het beglaasde gedeelte.** Maak gebruik van dubbele beglazing met glasbladen van verschillende dikte, om het isolatiespectrum op verschillende frequenties te vergroten.

Samenstelling (mm)	Rw (dB)
6-15-4	33
8-12-5	35
8-20-5	35
10-12-6	36
10-15-6	37
10-12-8	38

Akoestische prestaties van dubbele beglazing volgens verschillende assemblages (bron: UCL)

- Als de **inrichtingen voor de verluchting** goed zijn ontworpen (ook die voor natuurlijke ventilatie), hebben ze geen invloed op de akoestische isolatie tegen luchtgeluiden.

> Venster met een dempingsindex $R < 35$ dB

Het raam heeft geen invloed op de prestaties als:

- De verhouding in oppervlakte tussen raam en beglazing $< 30\%$
- De doorsnede van het houten raam ten minste 60 mm bedraagt
- Men gebruik maakt van gewone aluminium profielen
- Men gebruik maakt van enkelvoudige profielen in PVC

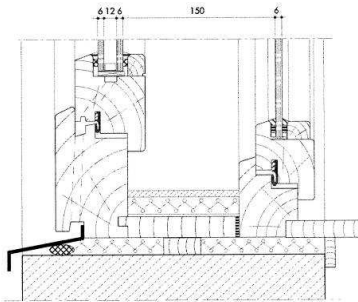
> Venster met een dempingsindex 35 dB $< R < 40$ dB

Het raam heeft geen invloed op de prestaties als:

- De verhouding in oppervlakte tussen raam en beglazing $< 30\%$
- De doorsnede van het houten raam ten minste 75 mm bedraagt
- Men gebruik maakt van aluminium profielen met thermische onderbreking
- Men gebruik maakt van dikke PVC-profielen die met metaal zijn verstevigd



> Dubbel venster (R van 40 tot 50 dB) voor een hoge isolatie tegen luchtgeluiden



Bron: WTCB – Normen Antenne Akoestiek

Dit type venster bestaat uit twee totaal aparte vensters. Ze zijn meestal opgebouwd uit een bestaand buitenraam waaraan een nieuw binnenraam is toegevoegd.

De verkregen isolatie hangt af van:

- De keuze van de beglazing
- De dikte van de spouw en aanwezigheid of niet van een akoestische absorbeerder. De spouw is doeltreffend vanaf 40 mm dikte.
- Het ontwerp van de ramen (dikte, massa, thermische onderbreking en luchtdichtheid)
- Het soort verbinding tussen de twee ramen. Als ze helemaal los van elkaar staan, kan de geluidsdempingsindex R boven 50 dB worden gebracht.

> Deuren

Net als de vensters maken de deuren deel uit van de zwakke akoestische zones in een gevel. De sloten moeten luchtdicht zijn. Om het comfort aanzienlijk te verbeteren, moeten de deuren eveneens luchtdicht zijn tegen de drempel.

AKOESTISCHE INRICHTING VAN LOODGIETERIJ EN SANITAIR

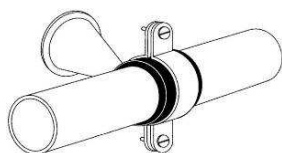
In de eerste plaats moet er rechtstreeks worden ingegrepen aan de bron, opdat die zo weinig mogelijk lawaai voortbrengt. Vervolgens moet men vermijden dat het geluid zich voortzet in de installatie of de structuur, door gebruik te maken van trilvaste noppen en **beugels**.

> Leidingen

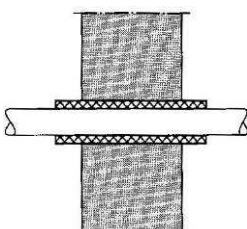
- o Beperk de druk in de verdeelleidingen tot 3 bar en beperk de snelheid van het water in de leidingen (max. 3 m/s).
- o Geef de voorkeur aan zware i.p.v. lichte buisleidingen.
- o Respecteer de minimumdiameter van voedingsbuizen voor de sanitaire toestellen:

Gootstenen, wastafels, douches:	12 mm
Handwasbekkens, W.C.'s, urinoirs, (vaat)wasmachines:	10 mm
Badkuipen:	14 mm
- o Zet de leidingen los van de gebouwstructuur (muren, vloeren enz.) met behulp van beugels en moffen in elastisch materiaal.

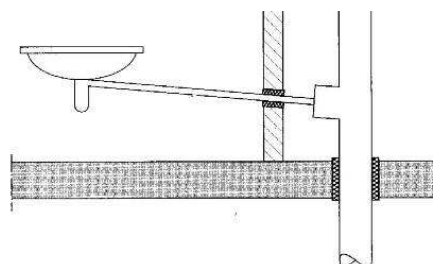
Trilvaste beugel



Buisleiding + koker



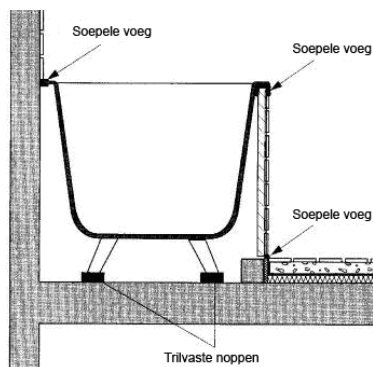
Afvoer van afvalwater – principes



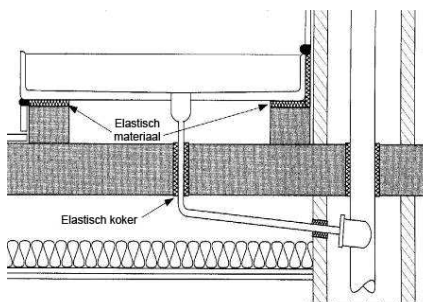
> Sanitaire toestellen

- o Kies geluidsarme toestellen, die weinig trillingen afgeven.
- o Zet de sanitaire toestellen los van de gebouwstructuur.
- o Zet slaapkamers ver van de geluidsbron.
- o Maak gebruik van wanden met een hoge akoestische dempingswaarde.

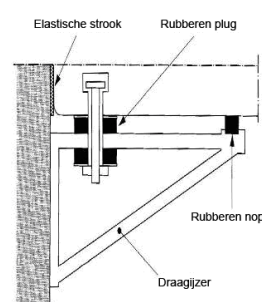
Geluidsgeïsoleerde badkuip



Geluidsgeïsoleerde douchebak



Geluidsgeïsoleerde wastafel



AKOESTISCHE INRICHTING VAN VERWARMINGSINSTALLATIES

> In de stookkamer – collectieve installaties

- o Isoleer de stookkamer van de andere lokalen.
- o Zorg voor een juiste dimensionering van de stookkamer (moet net passen rond de stookinstallatie, zodat het geluid minder galmt).

> In de stookkamer – individuele installaties

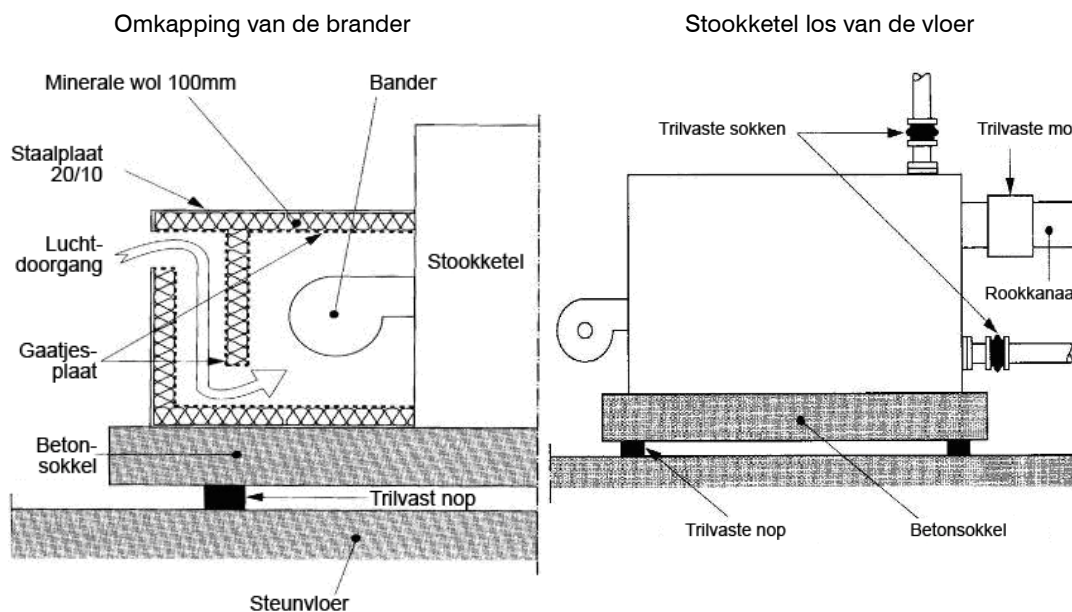
- o Isoleer de stookketel van de rest van het bezette/afgeschermd volume.
- o Plaats scheidingswanden met een hoge geluiddempingsindex (in het geval van een kleine stookkamer is een verzorgde uitvoering van de voegen en aansluitingen tussen de verschillende wanden en de deur van het lokaal van groot belang).

> Op het niveau van de distributie

- o Maak gebruik van trilvaste moffen tussen de kokers en het toestel.
- o Beperk de snelheid van het water in de leidingen tot 1 m/s.

> De toestellen zelf

- o Gebruik technische apparaten met een laag geluidsniveau en die weinig trillingen afgeven.
- o Zet een kap rond de brander. Dit is een lichte oplossing die weinig doeltreffend is tegen lage frequenties.
- o Zet de toestellen los t.o.v. de gebouwstructuur, door middel van trilvaste noppen of bevestigingen.



AKOESTISCHE INRICHTING VAN VERLUCHTINGSINSTALLATIES

> In het technisch lokaal

- Houd het technisch lokaal van de ventilatie verwijderd van de andere lokalen.

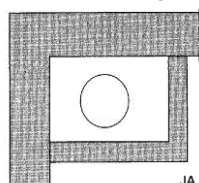
> De toestellen zelf

- Kies geluidsarme ventilatoren met een lage draaisnelheid.
- Om slaggeluiden te verminderen, moeten de verluchtungsbuizen op de ventilator worden aangesloten met soepele moffen en de ventilator op een betonplaat met daaronder trilvaste noppen worden geplaatst.

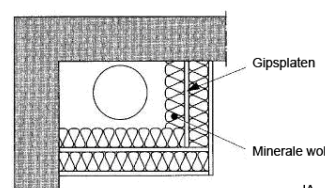
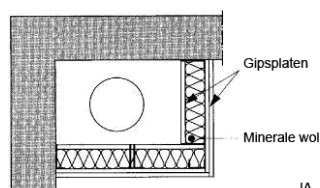
> Kokers en buizen

- Voorzie de ventilatiekokers en -monden van dempers.
- Realiseer geluidsarme luchtinlaten: de lucht kan erdoor, maar het geluid wordt gestopt door chicanes en absorberende materialen langs het traject.
- De lichtsnelheid in de buizen mag niet meer bedragen dan 3 à 4 m/s. De buizen moeten luchtdicht zijn.
- De buizen worden van de vloeren gehouden door trilvast materiaal.
- Sluit op eenzelfde verdieping nooit twee monden aan op dezelfde ventilatiebuis die twee verschillende appartementen bedient. De monden moeten ten minste 5 meter van elkaar verwijderd zijn. Het beste is de monden te scheiden en de even verdiepingen te voeden met één buis, de oneven verdiepingen met de andere buis.
- Vermijd kokers in stijve en lichte materialen. Geef voorkeur aan zware materialen of verschillende (vezel)platen met daartussen een samendrukbare isolatie (bv. schapenwol, minerale wol, hennep, ...)

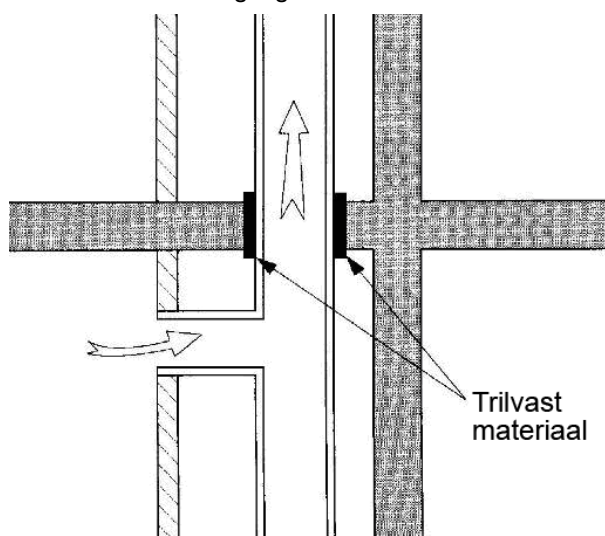
Koker in zware materialen \geq
150 kg/m²



Kokers in gipsplaten en minerale wol



Trilvaste doorgang van buizen in een vloer



AANVULLENDE INFORMATIE

ANDERE AANDACHTSPUNTEN

Andere infofiches die verband houden met de thematiek van het geluidscmfort:

- o MAT11 - Akoestische isolatie: gezonde materialen met een gunstige milieubalans kiezen.
- o MAT05 - Thermische isolatie: gezonde en ecologische materialen kiezen
- o TER06 - Een groendak aanleggen

BIBLIOGRAPHIE

- o Akoestische isolatie, bijlage bij "Beter Bouwen en Verbouwen" van maart 2007.
- o BEAUMIER, Jean-Luc; L'isolation phonique écologique, Matériaux et mise en œuvre, ISBN 978-2-914717-26-7; Uitg. Terre Vivante 2007
- o CERTU, Confort Acoustique, Mémento techniques du bâtiment, Juillet 2003.
- o WTCB, De nieuwe norm NBN S 01-400-1 Akoestische criteria voor woongebouwen, bijlage bij WTCB-Contact nr. 13, 1e kwartaal 2007.
- o WTCB, Wintercursus; Akoestiek in de bouw: contactgeluiden en nagalm (2e deel), november 2006.
- o WTCB, Geluidsisolatie van vensters (1e deel), Technische voorlichtingen, voorjaar 1998.
- o WTCB, Geluidsisolatie van vensters (2e deel), Technische voorlichtingen, najaar 1998.
- o WTCB, TV 229 – Groendaken
- o DELPIRE, Xavier, L'architecte et l'isolation acoustique; de la théorie à la pratique, Scriptie, ISA St Luc Brussel, studiejaar 2006-2007.
- o HAMAYON, Loïc, Réussir l'acoustique d'un bâtiment, 2e uitgave, Uitg. Le Moniteur, 2006

WEBSITES

- o Vademecum voor wegverkeerslawaai in de stad, Hoofdstuk 10: De akoestische studie in het urbanisme en architectuur:
http://www.leefmilieubrussel.be/uploadedFiles/Contenu_du_site/Professionnels/Theme_s/Bruit/Vademecum_du_bruit_routier_urbain/Vademecum_f10_nl.pdf?langtype=2067
- o Normen antenne akoestiek van het WTCB:
http://www.bbri.be/antenne_norm/akoestiek/fr/index.htm
- o De Stadswinkel vzw – Dossier akoestiek in de architectuur:
http://www.curbain.be/nl/renovation/information/notionsdacoustique_IAC.php
- o <http://www.insonorisation.wallonie.be>
- o <http://www.sobane.be>
- o DbStop – (Franstalige) portal van leveranciers in akoestiek: <http://www.dbstop.com>
- o Tisseyre & Associés – Online software voor akoestiekberekeningen:
<http://www.planete-acoustique.com/global.htm>
- o <http://nl.wikipedia.org/wiki/Akoestiek>
- o Dossier over akoestisch comfort (Frankrijk):
http://www.preventica.com/dossier_confort_acoustique.php
- o Studiebureau Peutz:
<http://http://www.peutz.fr/index.php?page=lacoustique&cat=concepts&def=isolation>
- o Praktische gids van Ademe over lawaaibestrijding:
<http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/bruit/index.htm>
- o AcouStiff – Software voor indexberekening akoestische verzwakking:
http://www.acoustique-gamba.fr/logiciels/acous_stiff.htm
- o IRC-CNRC – Factoren van het verlies aan geluidstransmissie CBD-239-F:
http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/cbd/cbd239_f.html
- o Acobat V4.0 – Software voor akoestisch ontwerp van gebouwen:
<http://software.cstb.fr>
- o Anah – Technische fiche akoestiek - <http://www.anah.fr/technique/tech-frameset.htm>
- o Akoestische ingrepen – Basisprincipes: wat u moet weten (Franstalig):
http://www.actionacoustiques.be/isolation_principes_types_bruits.html

