







# Handboek droge afbouw

**Auteur:** Bert ter Laan

**In opdracht van:**



**Bedrijfschap  
AFBOUW**

2e druk  
Editie 2010



## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>pagina</b>			<b>pagina</b>
- de afbouw als bouwmethode.....	9			
- de moderne afbouw.....	10	<b>2.6 Voegmateriaal en afwerksystemen</b> .....		44
- grondprincipes.....	11	- de kunst van het afvoegen.....		44
- organisaties.....	13	- kantuitvoering.....		44
		- tabel afwerkingniveaus voor wanden en plafonds		45
<b>2. Bouwstoffen</b>		- voeg- en afwerkingsmaterialen.....		46
<b>2.1 Gips, natuurgips en rookgasontzwarelinggips</b> .....	14	- wapeningtapes.....		46
<b>2.2 Gipsplaten: gipskarton-en gipsvezelplaten</b> .....	17	- voegenvullers en finishers.....		47
- platensoorten en hun toepassing.....	17	- juiste methode van afvoegen.....		47
- kantuitvoeringen van de platen.....	18	- voegenvullers op gipsbasis.....		48
- afmetingen en toleranties.....	18	- machinaal afvoegen.....		49
- het werken met gipskartonplaten.....	20			
- eigenschappen van gipskartonplaten.....	21	<b>2.7 Bevestigingsmiddelen</b> .....		51
- minimale breukbelastingen.....	21	- schroeven.....		51
- andere mechanische eigenschappen.....	23	- draadnagels.....		54
- bouwysische eigenschappen van gipskartonplaten.....	24	- nieten.....		55
- hygrische eigenschappen.....	24	- pluggen.....		57
- thermische eigenschappen.....	25			
- elektrotechnische eigenschappen.....	26	<b>2.8 Beschermingsprofielen, wandbeeindigingen, bijzondere profielen en afdichtingsband</b> .....		62
- bijzondere gipsplaten.....	26	- hoekbeschermers.....		62
gipskartonplaten met houtvezels.....	26	- designprofielen.....		63
geperforeerde gipskartonplaten.....	26	- dilatatievoegprofielen.....		64
onbrandbare gipsplaten A1.....	27	- akoestisch band.....		65
voorgevormde gipskartonplaten.....	27			
- gipskartonplaten waarop andere bouwstoffen zijn aangebracht.....	29	<b>3. Bouwysische aspecten</b>		
- 4-zijdig afwerkbaar gipskartonplaten.....	29	<b>3.1 Brand</b> .....		66
- gipskartonplaten met wit karton.....	29	- ontwikkeling van een brand.....		67
- buigbare gipskartonplaten.....	30	- standaard brandkromme.....		67
		- eigenschappen gipsproducten wat betreft brand..		68
<b>2.3 Metalen profielen voor wanden en plafonds</b> .....	31	<b>3.2 Termen en definities</b> .....		70
- soorten profielen.....	31	<b>3.3 Brandwerendheidscriteria</b> .....		71
- overzicht en afmetingen wandprofielen.....	32	vlamdichtheid E.....		71
- plafondprofielen en hulpstukken.....	35	thermische isolatie I.....		71
- technische waarden C-profielen.....	39	bezwijken R.....		71
		- rookontwikkeling.....		71
<b>2.4 Houten stijlen en regels</b> .....	40	<b>3.4 Brandwerendheid gipskartonplaatwanden</b> .....		72
		- berekeningsmethoden.....		72
<b>2.5 Minerale wol</b> .....	41	doorbrandtijd.....		73
- steenwol.....	41	brandwerendheid.....		74
eigenschappen.....	41	- tabel brandwerendheid gipskartonplaatwanden volgens NEN6073.....		76
toleranties.....	41	<b>3.5 Brandwerendheid voorzetwanden</b> .....		80
- glaswol.....	42	<b>3.6 Brandwerendheid van houtconstructies</b> .....		82
eigenschappen.....	43	<b>3.7 Het begrip vuurbelasting</b> .....		83
toleranties.....	43	<b>3.8 Uitzetting en krimp van gipskartonplaten door temperatuur verschillen</b> .....		84
		- dilatatie van een wand met brandeisen.....		84



	pagina		pagina
- plafondaansluiting van een wand met brandeisen.....	84	- geluidsisolatie in de praktijk.....	132
- inbouw elektradozen.....	86	- nagalmtijd.....	134
<b>3.9 Brandwerendheid van staalconstructies.....</b>	<b>88</b>	- contactgeluidsisolatie.....	134
<b>3.10 Geluid.....</b>	<b>90</b>	<b>4. Wandbekledingen, voorzetwanden en schachtwanden</b>	
- wat is geluid.....	91	<b>4.1 Wandbekleding, soorten platen.....</b>	<b>135</b>
- golfengte.....	91	- montage.....	135
- geluidsdruk niveaus.....	92	- dilataties.....	137
- sterkte van een geluidsbron.....	92	- geïsoleerde gipskartonplaten.....	137
- berekeningsvoorbeelden $L_p$ .....	93	<b>4.2 Voorzetwanden.....</b>	<b>137</b>
- meerdere geluidsbronnen.....	94	- soorten voorzetwanden.....	137
- frequentie.....	95	- waarom voorzetwanden.....	138
- hoorgevoeligheid.....	97	- verbetering van geluidsisolatie.....	138
- octaafbanden.....	98	- verbetering warmte-isolatie.....	139
- genormaliseerde frequentiebanden.....	100	- verbetering van brandwerendheid.....	141
<b>3.11 Luchtgeluidsisolatie.....</b>	<b>100</b>	- wegwerken van leidingen.....	141
- massawetten.....	101	<b>4.3 Schachtwanden.....</b>	<b>142</b>
- buigstijfheid.....	102		
- coïncidentie-effect.....	103	<b>5. Scheidingswanden, lichte niet-dragende montagewanden</b>	
- spouwconstructies.....	106	<b>5.1 Wandcodes, code-opbouw en uitleg.....</b>	<b>145</b>
- resonantie.....	106	- wandtypes.....	145
- luchtgeluidsisolatie $R$ .....	108	<b>5.2 Opbouw gipskartonplaatwanden op metalen profielen.....</b>	<b>146</b>
- $I_{lu}$ en $I_{lu,k}$ .....	111	- montage.....	146
<b>3.12 Geluidsabsorptie.....</b>	<b>112</b>	- tabel minimale schroeflengtes.....	147
- geluidsabsorptie gipskartonplaten.....	114	- tabel maximale wandhoogtes.....	148
- invloedfactoren op de geluidsisolatie van wanden.....	115	<b>5.3 Wandtypes.....</b>	<b>150</b>
- factoren die de geluidsisolatie beïnvloeden.....	116	<b>5.4 Gebogen wanden.....</b>	<b>171</b>
- aansluiting systeemplafonds.....	117	- de platen.....	171
- vloeraansluitingen.....	117	- tabel voor het buigen van de platen.....	172
- andere factoren die het resultaat beïnvloeden.....	119	- de profielen.....	172
- invloed van de platen en minerale wol.....	120	- tabel stijfstanden.....	173
- invloed van de spouwbreedte en minerale wol..	121	<b>5.5 Brandwerende bekleding van staalconstructies.....</b>	<b>174</b>
- tabel geluidsisolatie van gipskartonplaatwanden volgens berekening.....	122	- kritieke staaltemperatuur.....	174
- bepaling $R_w$ .....	125	- de profielfactor $P_i$ .....	174
- begrippen nader toegelicht.....	126	- wijze van verhitting.....	174
- afstraalfactor.....	126	- tabel profielfactoren bij bekleding strak om het profiel.....	175
- verliesfactor.....	126	- voorbeeld brandwerende bekleding met gipskartonplaten.....	177
- grensfrequentie.....	126	- tabel profielfactoren bij bekleding met clips en profielen.....	178
- verband tussen $R_w$ en $I_{lu}$ .....	126	- voorbeeld brandwerende bekleding met gipsvezelplaten.....	179
- 0dB wand.....	127		
- voorzetwanden.....	127		
- schachtwanden.....	129		
- geluidlekkers.....	131		
- inbouw elektradozen.....	131		
- invloed van ramen, deuren en kieren op de geluidsisolatie.....	132		



	pagina
<b>5.6 Het brandwerend bekleden van kabelgoten en ventilatiekanalen</b> .....	180
- kabelgoten.....	180
- ventilatiekanalen.....	181
<b>6. Plafonds</b> .....	pagina
<b>6.1 Indeling plafonds</b> .....	182
<b>6.2 De systeemplafonds</b> .....	183
<b>6.3 Het ophangstelsel of het grid</b> .....	184
<b>6.4 Benamingen profielonderdelen</b> .....	186
<b>6.5 Brandrasterprofielen</b> .....	187
<b>6.6 Akoestiek van systeemplafonds</b> .....	188
<b>6.7 Overlangs geluidsisolatie</b> .....	188
<b>6.8 Voorbeeld van een geluidsmeting</b> .....	189
<b>6.9 Geluidsabsorptie plafondpanelen</b> .....	189
<b>6.10 De platen</b> .....	190
<b>6.11 Gipskartonplaten met perforaties als inlegpaneel</b> .....	190
<b>6.12 Vaste plafonds met gipskartonplaten</b> .....	192
<b>6.13 Verlaagd plafond, draagconstructie metaal, gipskartonplaten</b> .....	194
<b>6.14 Verlaagd plafond, draagconstructie metaal, geperforeerde gipskartonplaten</b> .....	195
<b>6.15 Grafieken en waarden van enkele typen perforaties</b> .....	200
<b>6.16 Montage van de geperforeerde akoestische desing platen</b> .....	210
<b>6.17 Naadloos plafondsysteem</b> .....	212
<b>6.18 Plafonds direct bevestigd tegen houten balklaag, draagconstructie van metalen profielen, gipskartonplaten</b> .....	213
<b>6.19 Plafonds direct bevestigd tegen houten balklaag, draagconstructie veerrail, gipskartonplaten</b> .....	214
<b>6.20 Vrijdragend plafond, draagconstructie metalen profielen gipskartonplaten</b> .....	215
<b>7. Gipsvezelplaten</b> .....	
<b>7.1 Inleiding</b> .....	
<b>Gipsvezelplaten in Europa en Nederland</b> .....	216
<b>7.2 Gipsvezelplaten</b> .....	218
<b>7.3 Met glasvlies matten versterkte gipsplaten, type GM</b> .....	218
- kantuitvoeringen.....	218
- afmetingen en toleranties van met glasvlies matten versterkte gipsplaten volgens EN 15283-1 type GM.....	219
- minimale breukbelastingen volgens EN 15283-1 type GM.....	219
- thermische en hygrische eigenschappen van gipsvezelplaten type GM.....	220
<b>7.4 Met vezel versterkte gipsplaten, type GF</b> .....	220
- platensoorten volgens EN 15283-2:2008.....	221
- kantuitvoeringen type GF.....	221
- afmetingen en toleranties van met gipsvezelplaten volgens EN 15283-2 type GF.....	222
- minimale buigtreksterktes volgens EN 15283-2 type GF.....	222
- thermische eigenschappen van gipsvezelplaten type GF.....	222
- Hygrische eigenschappen van gipsvezelplaten type GF.....	223
- toepassing gipsvezelplaten type GM.....	223
- toepassing gipsvezelplaten type GF.....	223
<b>7.5 Het werken met gipsvezelplaten</b> .....	224
- voegverbindingen algemeen.....	224
<b>7.6 Lijmvoegmethode</b> .....	225
- montage van de platen.....	225
<b>7.7 Gipsvoegmethode voor rechte kant</b> .....	226
<b>7.8 Gipsvoegmethode voor AK kant</b> .....	227
<b>7.9 Bevestigingsmogelijkheden van gipsvezelplaten op metalen profielen</b> .....	228
- schroeven.....	229
<b>7.10 Voorzetwanden</b> .....	231
<b>7.11 Schachtwanden</b> .....	233
- aansluitingen.....	234
<b>7.12 Glijdende plafondaansluitingen</b> .....	236
<b>7.13 Glijdende gevelaansluitingen</b> .....	237
<b>7.14 Dilatatievoegen</b> .....	237
- dilatatie-details met brandeisen.....	238
- vloeraansluitingen op zwevende dekvloer.....	238
<b>7.15 Wandafwerking</b> .....	239
- condities op de bouwplaats.....	239
- schilderwerk.....	239
- behangen.....	239
- structuurpleister.....	239
- tegels.....	240
<b>7.16 Het buigen van gipsvezelplaten</b> .....	241
<b>7.17 Kolom en ligger bekleding stalen profielen</b> .....	242
<b>7.18 Kolom en ligger bekleding houten balken en kolommen</b> .....	243
<b>7.19 Plafonds met gipsvezelplaten type GF op stalen draagconstructie</b> .....	244
<b>7.20 Plafondaansluitingen</b> .....	246
<b>7.21 Dilataties in plafonds</b> .....	247
<b>7.22 Bevestigen en ophangen van voorwerpen aan gipsvezelplaten</b> .....	248
- schilderijhaken.....	248



	pagina
- hollewandpluggen.....	249
- pluggen voor plafonds.....	249
<b>7.23 Ophangen van zware sanitaire voorwerpen..</b>	<b>250</b>
<b>7.24 Gipsvezelplaten op houten onderconstructie, niet-dragende wanden.....</b>	<b>251</b>
<b>7.25 Plafonds met gipsvezelplaten op houten draagconstructie.....</b>	<b>254</b>
<b>Nawoord Handboek Droge Afbouw...</b>	<b>256</b>
<b>Literatuurlijst en geraadpleegde documentatie.....</b>	<b>257</b>
<b>Trefwoordenlijst.....</b>	<b>259</b>





## 1. Inleiding

### De afbouw als bouwmethode

Sinds de jaren 60 van de vorige eeuw heeft de afbouw zich ontwikkeld als een moderne en volwaardige bouwmethode, mede door de introductie van de gipskartonplaat in Nederland.

In 1957 kwam de eerste gipskartonplaat in Nederland op de markt. Deze werd geïntroduceerd door de Hollandse Agentuur Maatschappij te Rotterdam. De plaatjes van 400 mm breed kwamen uit Dublin en waren bekend onder de naam “Neostuc”. Deze plaat werd de vervanger van de zachtboard plafonds. In 1957 wordt in België een productie-unit opgestart. In 1958 brengt Eternit NV v/h Martinit vanuit België ook bredere platen, 1200 mm, op de Nederlandse markt. Sinds 1973 is de eerste Nederlandse gipskartonplatenfabriek in bedrijf.



*Lafarge*

Vanuit de VS en de UK werden diverse wand- en plafondsysteem geïntroduceerd en voor de Nederlandse markt verder ontwikkeld.

In de 70er jaren werden de eerste projecten, ziekenhuizen, met gipskartonplaatwanden uitgevoerd. Wanden die waren opgebouwd uit een licht metalen frame waarop gipskartonplaten werden geschroefd en waarbij de spouw meestal was gevuld met steen- of glaswol. Deze wanden voldoen aan alle eisen wat betreft akoestiek en brand. Ze zijn echter veel lichter en economischer dan de daarvoor toegepaste, meestal gemetselde, arbeidsintensieve wanden.

Door te werken met droge bouwmaterialen wordt er geen extra vocht in de bouw gebracht.

Hieruit is de term “de droge afbouw” voortgekomen, ook wel de droge stucmethode genoemd. Dit als tegenhanger van de natte stucmethode, het stukadoeren of pleisteren van gemetselde wanden



*Lafarge*





Lafarge

en betonwanden. Het is dan ook niet de bedoeling dat gipskartonplaatwanden worden gestukadoord! Voor plafonds worden stucplaten gebruikt, die worden bepleisterd. Deze platen zijn voorzien van een voor dat doel speciaal soort karton.

**De droge afbouw** omvat de volgende constructies:

- scheidingswanden
- wandbekleding
- voorzetwanden
- plafonds
- gevelsluitende elementen
- vloeren
- bekleding dragende staal-, beton- en houtconstructies

### Doorbraak

De echte doorbraak kwam toen in de 80er jaren montagebedrijven werden opgericht gespecialiseerd in de gipskartonplatenmontage.

Deze werkten als onderaannemer en namen grote projecten aan zoals ziekenhuizen, hotels en kantoorgebouwen en grote renovatieprojecten zoals bijvoorbeeld de Transvaalbuurt in Amsterdam. Enkele bedrijven van het eerste uur bestaan nu nog.

De overheid zorgde voor regelgeving, er werden beoordelingsrichtlijnen - BRL's - ontwikkeld en de fabrikanten van gipskartonplaten lieten hun producten certificeren.



Lafarge



Lafarge

Er werden KOMO-attesten voor wand-systemen afgegeven.

Een volwaardig nieuw bouwstelsel was geboren.

## De moderne afbouw

Met de ontwikkeling van steeds weer nieuwe systemen zijn de mogelijkheden in design en toepassing van de droge afbouw eindeloos.

Vorm, verlichtingstechniek, akoestiek en klimaattechnieken worden in de plafond- en wand-constructies geïntegreerd.

Droogbouwssystemen omvatten een groot aantal constructies en mogelijkheden voor wanden plafonds en vloeren, waarvoor een grote variatie aan bouwstoffen beschikbaar is.

Zoals:

- diverse soorten gipsplaten;
- metalen profielen in allerlei vormen voor wanden en plafonds;
- verschillende soorten bevestigingsmiddelen;
- vele voegenvullers en finishers voor de naadafwerking;
- spraycoatings voor complete oppervlakafwerking wanneer hoge eisen aan de vlakheid worden gesteld;
- minerale wollen voor spouwvulling bij geluidseisen;
- andere afdichtingsmaterialen.

Het grote aantal wand- en plafondconstructies ontstaat mede door de verschillende eisen die op bijvoorbeeld bouw-fysisch gebied, zoals brandwerendheid, akoestiek en thermische isolatie worden gesteld. De moderne afbouw is zo flexibel dat aan alle eisen kan worden voldaan. Ook de mogelijkheden voor het integreren van installaties, het beschermen tegen bijvoorbeeld röntgenstralen, zijn legio.

Sommige vormen worden geprefabriceerd zodat de afbouwer alleen nog de bevestiging voor zijn rekening





neemt. Dit is een geweldige besparing van arbeidsintensieve handelingen op de bouw.

De moderne afbouw is volop in beweging en nog lang niet aan het einde van zijn ontwikkeling.

### Grondprincipes

Uiteindelijk zijn het grote aantal systemen terug te brengen tot enkele grondprincipes:

- wandsystemen
- bekledingssystemen
- plafondsysteem
- vloersystemen

In principe is de opbouw van de wanden, plafondsysteem en vloersysteem dezelfde. Een draagconstructie, een bekleding en vaak wordt in de spouw een minerale wol aangebracht.

De samenwerking tussen deze materialen is de garantie voor goede bouw fysieke eigenschappen van de totale constructie.

### Wandsystemen

(binnenwanden, voorzetwanden, schachtwanden en wandbekledingen)

**Binnenwanden** bestaan uit een draagconstructie van speciale profielen of hout. In de spouw kan tussen de stijlen een minerale wol worden aangebracht om aan akoestische of thermische eisen te voldoen. De binnenwanden worden aan beide zijden met gipsplaten bekleed.

**Voorzetwanden** staan altijd voor een andere wand en worden dus aan één kant bekleed.

Een voorzetwand dient ter verbetering van de bouw fysieke eigenschappen van de bestaande wand.

**Schachtwanden** zijn zelfstandige wanden, meestal aan één kant bekleed.



*Mebest*

**Wandbekledingen** worden toegepast om bestaande wanden esthetisch af te werken. De bekledingsplaten worden rechtstreeks op de wand gelijmd. Soms zijn de platen voorzien van een isolerende laag voor akoestische of thermische isolatie. Dit komt voor als de thermische of akoestische eigenschappen van de bestaande wand moeten worden verbeterd.

### Bekleden van bijzondere constructies

In het bijzonder dragende staalconstructies, kolommen en liggers, worden met gipsplaten bekleed om de brandwerendheid te verhogen.

Ook bij beton- en houtconstructies, zij het in mindere mate, wordt deze bouw methode toegepast.



*Mebest*



### Plafondsysteem

Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- gipskartonplatenplafonds rechtstreeks aangebracht tegen, bijvoorbeeld, een houten balklaag op latten of metalen profielen;
- gipskartonplatenplafonds verlaagd aangebracht met hangers en metalen profielen;
- gipskartonplatenplafonds vrij gehouden van de bovenliggende hoofdconstructie.

De keuze hierbij hangt af van de eisen die aan een plafondconstructie worden gesteld wat betreft brandwerendheid en geluidsisolatie.

### Vloersysteem

Ter verbetering van contactgeluidsisolatie zijn er diverse systemen ontwikkeld.

Het principe bestaat hieruit dat op een bestaande vloerconstructie, bijvoorbeeld een betonvloer, elementen worden gelegd bestaande uit één of meerdere

gipsplaten waarop een speciale minerale wol is gelijmd.

Ook een opbouw met losse onderdelen, minerale wol waarop gipsplaten worden gelegd, wordt toegepast.

Belangrijk hierbij is dat een verbinding tussen de bestaande vloer, de omringende wanden en het element erop wordt vermeden.

Alle bovengenoemde systemen zullen in dit naslagwerk uitgebreid worden behandeld.



*Mebest*



## Organisaties

De afbouwwereld heeft zich in enkele organisaties verenigd.

Zo zijn er:

- **Bedrijfschap Afbouw**, voorheen HAO, te Rijswijk met de afdeling Techniek in Veenendaal;
- **NOA**, Nederlandse Ondernemers vereniging voor Afbouwbedrijven te Veenendaal.  
De NOA is ontstaan in 2001 uit een fusie van:
  - stucadoors- en afbouwbedrijven, NAVAS;
  - bedrijven in de plafond- en wandmontage, NEVAP;
  - vloer- en terrazzobedrijven, VTV;
- **NBVG**, Nederlandse Branche Vereniging Gips opgericht in 1995 te Rotterdam;
- **NVF**, Nederlandse Vereniging van Fabrikanten van plafond- en wandmaterialen te Haarlem.

## Dankwoord:

Voor het meelesen en geven van commentaar wil ik de volgende heren dank zeggen:

Jan van Strijp  
Peter van Nuland  
Hans Geerken  
Hermen de Hek  
Jos Verbrugge  
Gijs de Jong  
Hans Zwaanenburg  
Erwin van Elteren



*Mebest*

## Het jaar 2008 / 2010

De auteur  
Bert ter Laan



## 2. Bouwstoffen

### 2.1 Gips, natuurgips en rookgasontzwavelinggips

In Nederland worden producten op de markt gebracht die zijn vervaardigd uit natuurgips of rookgasontzwavelinggips. Natuurgips is een delfstof, gewonnen in dagbouw of mijnbouw. Het komt voor in diverse Europese landen zoals Frankrijk (bij Parijs zelfs lagen tot 50 meter dik), Duitsland, Spanje, Groot-Brittannië, Rusland, Italië en Polen.

Natuurgips komt verder over de hele wereld voor en ontstond als een natuurlijk mineraal tijdens de geologische ontwikkeling honderden miljoen jaren geleden.

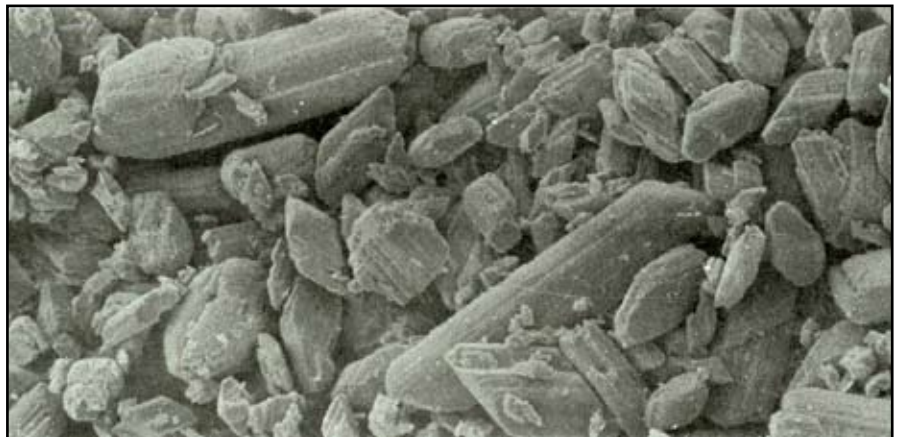
Het gips is gekristalliseerd als een zout en afgezet tijdens het verdampen van binnenzeeën zo'n 280 miljoen jaren geleden in de Permperiode.

Er ontstonden geweldige lagen gips. Door andere gesteenten, afgezet op het gips, steeg de druk en daardoor de temperatuur. Het in het gips gebonden kristalwater werd uitgedreven. Zo ontstond anhydriet. Het volume werd tot een derde gereduceerd. Het boven gelegen gesteente scheurde, waardoor er water doorsijpelde.

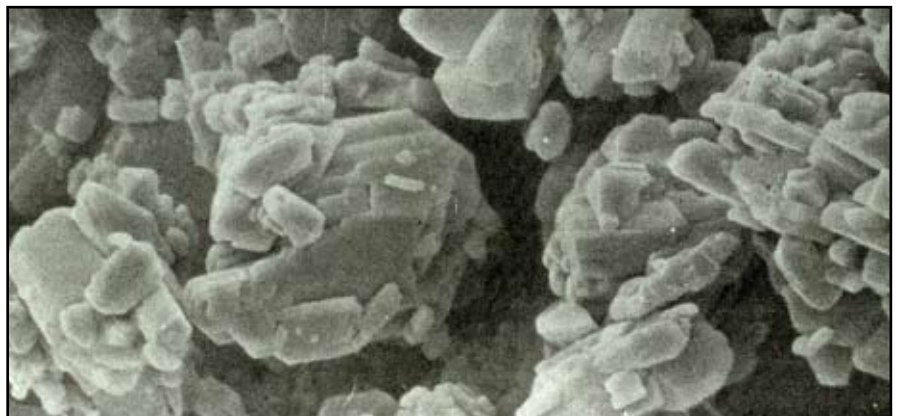
Het anhydriet nam weer twee volumedelen water op en zette daardoor uit. Het gips werd dichter naar het aardoppervlak gedrukt.

Het oppervlaktewater loste het gips op. Het natuurgips is als kleine gipskristalletjes uit het zeewater afgescheiden en heeft zich als een fijnkorrelige brij tot dichte lagen gevormd in verschillende vastheden. Daarbij ontstonden ook doorzichtige gipslagen, het zogenaamde Mariaglas.

Gips is het in de natuur meest verspreide sulfaat en wordt in vele steenzoutafzettingen aangetroffen, waar het wegens zijn geringe oplosbaarheid in water één



*Opname natuurgips*



*Opname rookgasontzwavelinggips*

van de eerste mineralen is die uit de oplossingen uitkristalliseren.

Gips is bekend onder de chemische formule  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### **Rookgasontzwavelinggips, ook wel Rogips genoemd**

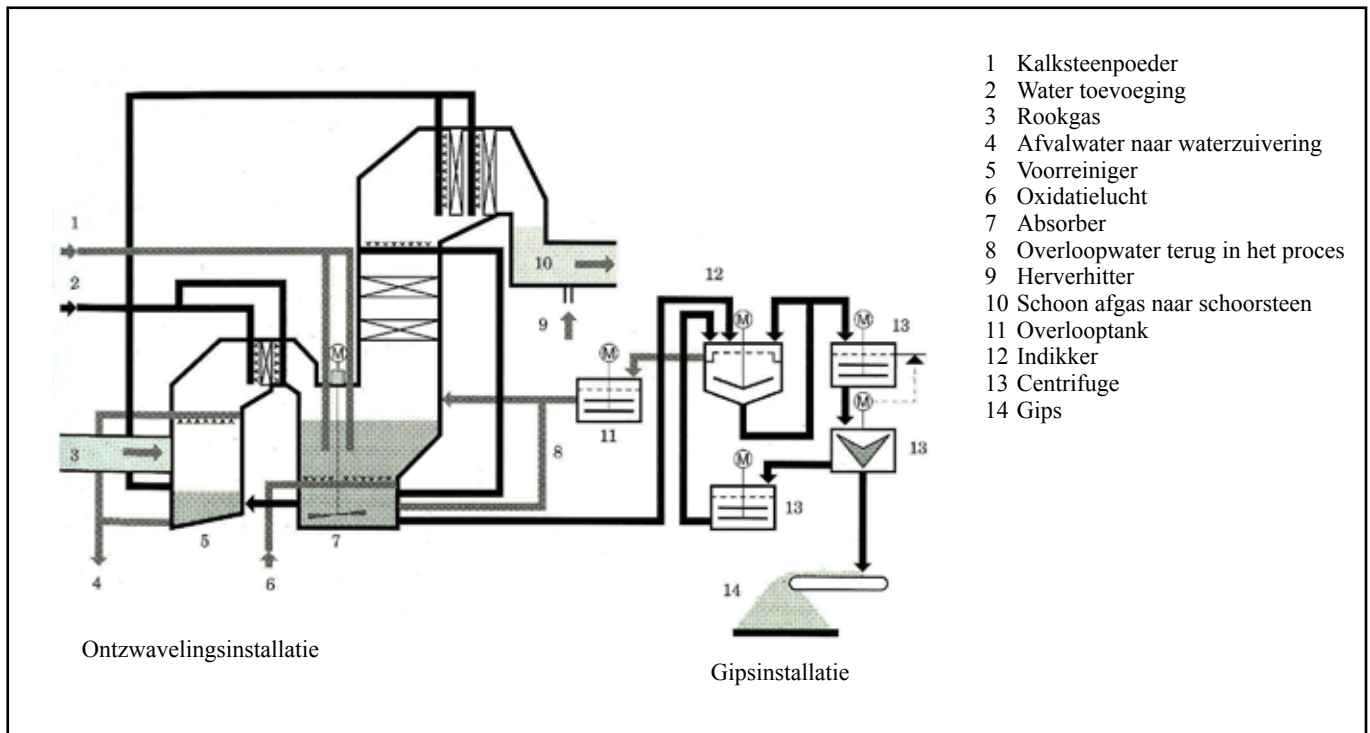
Rogips is een secundaire grondstof, het komt vrij bij de ontzwaveling van rookgassen uit de met kolen gestookte elektriciteitscentrales. Steenkool bevat zwavel. Bij de verbranding ontstaat zwaveldioxide  $\text{SO}_2$ . In contact met water ontstaat zwavelzuur, hetgeen voor een groot deel verantwoordelijk is voor de zure regen. Bij de rookgasreiniging

wordt het zwaveldioxide omgezet in gips. Dit gips heeft een zuiverheid van 98%.

Voor rookgasontzwaveling bestaan diverse processen, waarvoor het proces dat gebaseerd is op kalksteen ( $\text{CaCO}_3$ ) met eindproduct gips het meeste voorkomt.

#### **Omschrijving rookgasontzwavelingproces**

De door een elektrofilter voor 99% van vlieg-as ontdane rookgassen worden in de voorreinigingsfase eerst met water besproeid. Alle voor het produceren van gips niet noodzakelijke elementen worden uit de rookgassen verwijderd. In de



- 1 Kalksteenpoeder
- 2 Water toevoeging
- 3 Rookgas
- 4 Afvalwater naar waterzuivering
- 5 Voorreiniger
- 6 Oxidatielucht
- 7 Absorber
- 8 Overloopwater terug in het proces
- 9 Herverhitter
- 10 Schoon afgas naar schoorsteen
- 11 Overlooptank
- 12 Indikker
- 13 Centrifuge
- 14 Gips

absorber vindt de eigenlijke ontzwaveling plaats. Hier komen de rookgassen door middel van een fijn sproeisysteem in aanraking met een kalksteensuspensie. De zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) in de rookgassen wordt door de suspensie opgenomen en oxydeert door de in het rookgas aanwezige zuurstof en de extra ingeblazen lucht. Tegelijkertijd werkt de kalk neutraliserend. Er ontstaat calciumsulfaat ( $\text{CaSO}_4$ ). In de aan de ontzwavelingsinstallatie gekoppelde gipsinstallatie wordt de gipswatersuspensie met behulp van centrifuges van het water ontdaan. Het resultaat is een fijn gipspoeder met een vochtgehalte van 5-8%.

### Verskil en/of overeenkomsten tussen natuurgips en rookgasontzwaveling-gips

De tendens bestaat dat mensen bouwstoffen meer op hun herkomst dan op hun kwaliteit of geschiktheid beoordelen. Men denkt dat natuurlijke en biologische bouwstoffen de voorwaarde zijn voor een gezond leven. Kunstmatige of synthetische producten worden dan ook vaak afgewezen.

Zo ook met rookgasontzwavelinggips ten opzichte van natuurgips. Men denkt dat het bij rookgasontzwavelinggips om een kunstmatig product gaat, dat bovendien nog schadelijke stoffen zoals rookgassen bevat.

De vraag moet worden beantwoord of er vanuit het oogpunt van gezondheid een verschil bestaat tussen natuurgips en rookgasontzwavelinggips. In Duitsland is hiernaar een omvangrijk onderzoek verricht (opdrachtgever Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie te Darmstadt).

Men is als volgt te werk gegaan. Men maakt onderscheid tussen vier niveaus waarop de te onderzoeken bouwstoffen steeds aan een beoordeling voor de gezondheid worden onderworpen. Deze zijn:

- het gebied waar de bouwstoffen worden geproduceerd;
- het gebied waar ze worden verwerkt. Bijvoorbeeld op de bouw;
- het gebruiksgedebied. Bijvoorbeeld voor woon- en werkdoeleinden;
- het afvalgebied. Bijvoorbeeld vuilstortplaatsen en dergelijke.

Hierbij heeft men de invloed onderzocht op:

- de huid;
- het ademhalingskanaal;
- het spijsverteringskanaal.

Daarbij is gekeken naar de chemische analyse van het gips, de sporenelementen, de radioactiviteit en het gehalte aan dioxine en furanen (koolwaterstoffen).

Er is duidelijk aangetoond dat gips geen schade aan de gezondheid berokkent door huidcontact (denk aan het gebruik van gips bij botbreuken).

Wat betreft de ademhalingsorganen kan gips alleen inwerken als inadembare stof.

Gips kan alleen in het spijsverteringskanaal komen wanneer ingeademde gipsbestanddelen met het speeksel worden doorgeslikt of via het drinkwater.

Voor de beoordeling voor de gezondheid zijn de inwerkingconcentraties van de gipsbestanddelen belangrijk. In Duitsland hanteert men een maximale stofconcentratie van 6 mg fijn stof per  $\text{m}^3$  lucht (MAK-waarde). Voor hogere concentraties zijn veiligheidsmaatregelen nodig.



In de productie-units worden hiervoor maatregelen genomen, zoals afzuiginstallaties.

In de gebruiksfase kan stof ontstaan door boren en schuren. Men heeft vastgesteld dat hier maximaal 5 mg per m<sup>3</sup> lucht kan ontstaan. Bij ondeskundig gebruik kan in zeldzame gevallen een hogere concentratie worden bereikt, dit is meestal kort en komt weinig voor. Hierbij wordt opgemerkt dat de hoeveelheden gips hier veel geringer zijn dan bij de vindplaatsen van natuurgips. De invloed op het grondwater van het op de stortplaats gedeponeerde gips heeft alleen betrekking op het voor de gezondheid ongevaarlijke sulfaatgehalte.

### Verdere beoordeling voor de gezondheid

In geen van de onderzochte natuurgipsen rookgasontzwavelinggipsmonsters konden medisch relevante dioxines en furanen alsmede polycyclisch aromatische koolwaterstoffen worden aangetoond.

Ook de radioactieve stoffen zoals Kobalt-60, Cesium-134 en Cesium-137 konden niet worden aangetoond. De gehalten aan natuurlijke radioactieve stoffen lagen in vergelijking met andere bouwstoffen op het laagste niveau.

### Samenvattend

Samenvattend beschouwd is uit de onderzoeken gebleken dat de verschillen tussen natuurgips en rookgasontzwavelinggips in chemische samenstelling en in het gehalte aan sporenelementen vanuit het oogpunt van gezondheid te verwaarlozen zijn. De resultaten van de analyses laten de beoordeling toe dat de onderzochte natuurgips- en rookgasontzwavelinggipssoorten zonder gevaar voor de gezondheid voor het produceren van bouwstoffen toegepast worden.

### De chemische formule

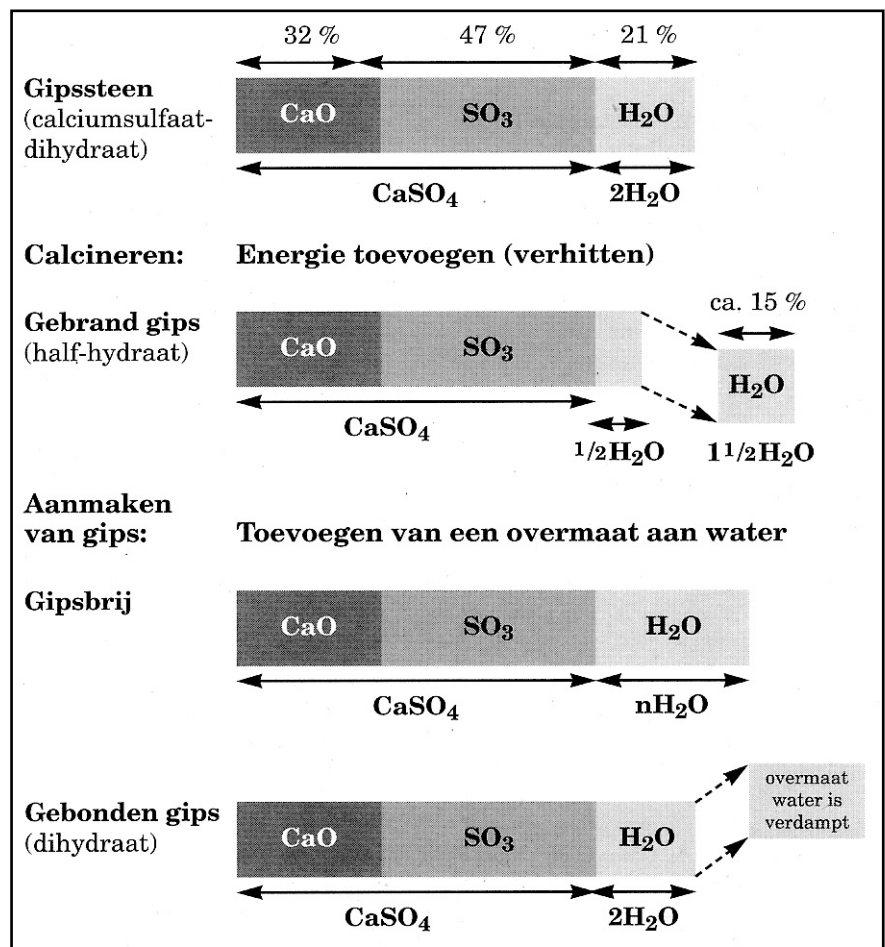
De scheikundige formule van gips is  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , dat wil zeggen één molecuul calciumsulfaat en twee moleculen water.

Bij het zogenaamde calcineren wordt het gipspoeder verhit tot ca. 160<sup>o</sup> C, daarbij komt ¾ van het chemisch gebonden water vrij.

Het gecalcineerde gips heeft de formule  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , waaruit blijkt dat ¼ gedeelte van het chemisch gebonden water over is. Het gips zal nu reageren op toevoeging van water en vormt een brij, klaar om na toevoeging van diverse toeslagstoffen in allerlei vormen te worden gegoten.



Gipskristal







## 2.2 Gipsplaten: gipskarton- en gipsvezelplaten

Door de Europese harmonisering van bouwproducten is het begrip gipsplaten beter gedefinieerd. Gipskartonplaten vallen onder de Europese norm EN 520. Gipsvezelplaten worden in twee groepen verdeeld: gipskern versterkt door vezels en gipskern versterkt door een glasvlies, direct onder het oppervlak of op het oppervlak. Hiervoor zijn twee aparte normen ontwikkeld. Respectievelijk: NEN EN 15283-2, NEN EN 15283-1.

### Gipskartonplaten

Gipskartonplaten bestaan uit een kern van gips, die door een speciaal daarvoor vervaardigd karton wordt ommanteld. Het karton is de wapening van de plaat en dient om trekspanningen te kunnen opnemen. De gipskartonplaat krijgt daardoor zijn buigstijfheid en is daarom zeer geschikt om te worden toegepast in wanden en plafonds.

Aan de gipskern worden diverse toeslagstoffen toegevoegd, zoals bijvoorbeeld zetmeel voor een goede hechting van het karton en zeep voor een zekere poreusheid.

Glasvezels worden toegevoegd voor een nog hogere brandwerendheid, houtvezels voor een grotere hardheid. Waterafstotende middelen worden toegepast om de wateropname te vertragen.

Gipskartonplaten worden in een continu proces op een lopende band vervaardigd in diktes tussen de 6 en 25 mm.

### Gipsvezelplaten

Deze platen worden behandeld in hoofdstuk 7.

### Platensoorten en hun toepassing volgens NEN EN 520, Nederlandse types

Gipskartonplaat		standaard	type A
Gipskartonplaat	met minimaal vastgelegd gewicht		type D
Gipskartonplaat		extra brandwerend	type F
Gipskartonplaat	met vertraagde wateropname		type H1, H2 of H3
Gipskartonplaat	met vertraagde wateropname en extra brandwerend		type FH
Gipskartonplaat	met verhoogde oppervlak hardheid		type I
Gipskartonplaat	geschikt om te worden afgewerkt met pleistergipsen		type P
Gipskartonplaat	met hogere breuksterkte		type R

Uitgezonderd type A en type P zijn combinaties mogelijk.

Bijvoorbeeld type DFH1R.

Type A: Standaard bouwplaat toe te passen als bekleding en als beplating voor gipskartonplaatwanden en -plafonds.

Type D: Toe te passen als standaard bouwplaat waar verhoogd gewicht een rol kan spelen; bijvoorbeeld bij geluidsisolatie-eisen.

Type F: Toe te passen als standaard bouwplaat waar verhoogde brandwerendheidseisen worden gevraagd.

Type H: Toe te passen als standaard bouwplaat waar een vertraagde wateropname gewenst is, zoals bijvoorbeeld in vochtige ruimtes zoals badkamers.

Type FH: Als type H indien ook verhoogde brandwerendheidseisen worden gevraagd.

Type I: Toe te passen als een verhoogde oppervlakhardheid wordt vereist, bijvoorbeeld bij vloeren of wanden die een hogere gebruiksbelasting moeten kunnen hebben.

Type P: Toe te passen in plafonds als platen moeten worden bepleisterd.

Type R: Toe te passen indien een hogere breuksterkte is vereist.

De beste gipskartonplaat die aan alle toepassingen zal voldoen is dus **type DFH1R**. Enkele fabrikanten hebben een dergelijke plaat in hun leveringsprogramma.

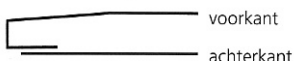
Buiten de bovengenoemde genormeerde platen zijn vele andere soorten en vormen verkrijgbaar. Zoals:

- gipskartonplaten voorzien van perforaties voor akoestische doeleinden.
- gipskartonplaten waarop aan de achterzijde een folie is gelijmd als dampremmer.
- gipskartonplaten waarop aan de voorzijde een folie, al of niet met structuur, is gelijmd om decoratieve redenen.
- gipskartonplaten waarop aan de achterzijde loodplaten van verschillende diktes worden gelijmd als bescherming tegen röntgenstralen.
- gipskartonplaten waarop een isolerende laag voor thermische of brandwerende/geluidsisolerende doeleinden wordt gelijmd. Respectievelijk polyurethaan, polystyreen of dergelijke materialen voor thermische isolatie en een minerale wol voor brandwerende/geluidsisolerende toepassingen.
- gipskartonplaten herzaagd tot kleinere afmetingen zoals bijvoorbeeld 1200 x 600 mm of 600 x 600 mm, die kunnen worden toegepast als inlegpanelen voor systeemplafonds.
- gipskartonplaten waarin v-groeven worden gefreesd, waardoor deze platen in allerlei vormen kunnen worden gevouwen en als prefabelementen worden toegepast.

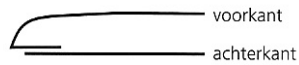
Voor de meeste van de bovengenoemde platen zijn Europese normen in ontwikkeling.

## Kantuitvoeringen van de platen volgens NEN EN 520

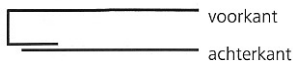
Er zijn zes verschillende kantuitvoeringen ontwikkeld met elk zijn eigen toepassing.



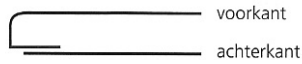
*Figuur 1 - afgeschuinde kant (AK)*



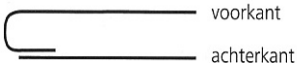
*Figuur 2 - halfronde afgeschuinde kant (HRAK)*



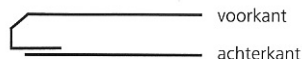
*Figuur 3 - volle kant (VK)*



*Figuur 4 - halfronde kant (HRK)*



*Figuur 5 - ronde kant (RK)*



*Figuur 6 - facet langskant (FK)*

## Afmetingen en platendiktes

Door het produceren van de platen op een lopende band is de breedte begrensd. De maximale breedte is meestal 1250 mm.

Voor platen met een grotere dikte, bijvoorbeeld 25 mm, is de breedte in verband met het gewicht beperkt tot 600 mm.

In de lengte is een grote variatie mogelijk. De begrenzing zal worden veroorzaakt door de transportmogelijkheden.

Platen met toenemende diktes zullen in lengte afnemen.

De langste lengte op dit moment is 4800 mm. Dit is een plaat met een dikte van 9,5 mm en een breedte van 600 mm.

In de volgende tabellen worden de afmetingen en de toleranties aangegeven.

Afgeschuinde kant AK	Dit is de kantvorm die wordt toegepast indien de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt met een wapeningstape en een standaard voegenvuller.
Halfronde afgeschuinde kant HRAK	Dit is de kantvorm die wordt toegepast indien de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt echter zonder wapeningstape. Wel is een speciale voegenvuller nodig.
Volle kant VK	Dit is de kantvorm die wordt toegepast indien de naden worden afgewerkt met afdekstrips. Bijvoorbeeld bij systeemwanden waarbij de plaat is voorzien van een afwerklaag.
Halfronde kant HRK	Dit is de kantvorm die wordt toegepast indien de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt, echter zonder wapeningstape. Wel is een speciale voegenvuller nodig Dit type wordt in smalle uitvoering toegepast in plafonds.
Ronde kant RK	Dit is de kantvorm die wordt toegepast in plafonds. De ronde kant wordt niet afgewerkt, maar zorgt voor een geleidelijke overgang van de ene naar de andere plaat.
Facet kant FK	Dit is de kantvorm die eveneens wordt toegepast in plafonds. De facet kant wordt niet afgewerkt maar zorgt voor een accentuering van de naden.





## Afmetingen en toleranties van gipskartonplaten volgens NEN EN 520

**Tabel 1**

Gipskartonplaten types A, D, F, H, I, R of een combinatie van deze types.

Dikte mm	Tolerantie mm	Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
6,0	±0,5	600 900 1.200	0 tot -4	3.000	0 tot -5
9,5	±0,5	600 1.200	0 tot -4	2.000 2.400 2.500 2.600 2.800 3.000 3.600 4.200 4.800	0 tot -5
12,5	±0,5	1.200	0 tot -4	2.400 2.500 2.600 2.800 3.000 3.200 3.600	0 tot -5
15,0	±0,5	1.200	0 tot -4	2.600 3.000	0 tot -5
18,0	±0,04 x d	1.200	0 tot -4	2.000 2.500	0 tot -5

Voor platen > 18 mm diktetolerantie ±0,04 x d.

Ook andere diktes, breedtes en lengtes zijn mogelijk. Minimale dikte is 6 mm.

## Afmetingen en toleranties van gipskartonplaten volgens NEN EN 520

**Tabel 1a**

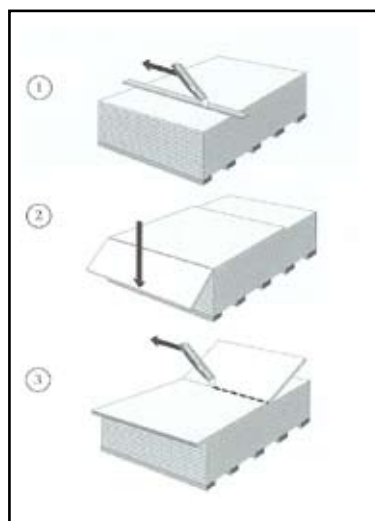
Gipskartonplaat type P, plaat geschikt om te worden afgewerkt met pleistergipsen.

Dikte mm	Tolerantie mm	Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
9,5	±0,6	400 600	0 tot -8	1.600 2.000	0 tot -6
12,5	±0,6	400 600	0 tot -8	1.600 2.000	0 tot -6

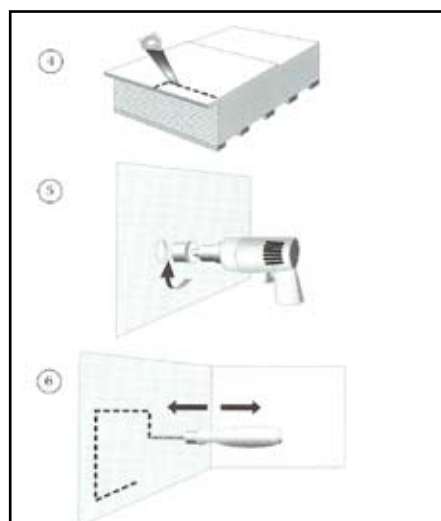
Ook andere breedtes en lengtes zijn mogelijk.

## Het werken met gipskartonplaten

De platen kunnen makkelijk worden afgekort door eerst het karton aan de voorzijde door te snijden, de kern te breken en dan het karton aan de achterzijde door te snijden. Er komt dan geen stof vrij. Indien de platen toch gezaagd moeten worden, dienen er beschermende maatregelen tegen stof te worden genomen.

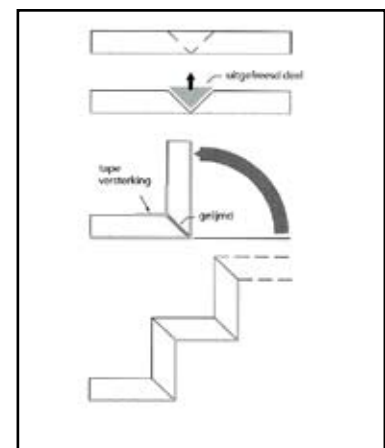


1. karton aan de voorzijde doorsnijden
2. gipskern breken
3. karton aan de achterzijde doorsnijden



4. uitzagen van een hoek
5. uitsparing met gatenboor
6. uitsparing met "rattenstaart" of decoupeerzaag

Door het frezen van v-groeven tot op de buitenste kartonlaag, kunnen de platen tot strakke kanten worden gevouwen.



In bevochtigde toestand kunnen de dunne platen gemakkelijk worden gebogen en worden toegepast voor ronde wanden en plafonds.

Gipskartonplaten worden normaliter, zonder voorboren, geschroefd op een metalen of houten onderconstructie. Met een speciale gipslijm is ook lijmen op metselwerk mogelijk.

Op gipskartonplaten kunnen diverse afwerkklagen, zoals tegels, behang en dergelijke worden aangebracht.



## Eigenschappen van gipskartonplaten

Gipskartonplaten hebben een groot aantal gunstige eigenschappen, waardoor ze in een breed spectrum inzetbaar zijn. Onder anderen op het gebied van geluidsisolatie, brandwerendheid en thermische isolatie als ook constructief als verstijvingsschijf, in bijvoorbeeld de houtskeletbouw.

### Mechanische eigenschappen

De sterkte eigenschappen berusten op de samenwerking van de gipskern met het karton.

Het karton werkt als wapening in de trekzone.

Daardoor kunnen, ondanks de geringe dikte, behoorlijke overspanningen worden overbrugd.

## Minimale breukbelastingen volgens NEN EN 520

Tabel 2

Breuklast van gipskartonplaten (types A, D, F, H, I)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting. Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup>	Monster 300 x 400, evenwijdig aan de vezelrichting. Getest loodrecht op de vezel- richting <sup>2)</sup>
9,5	160	400
12,5	210	550
15,0	250	650
Andere diktes (d)	16,8 x d	43 x d

<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone  
<sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone



**Tabel 3**

Breuklast van gipskartonplaten (type P)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting. Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup> )	Monster 300 x 400, evenwijdig aan de vezelrichting. Getest loodrecht op de vezel- richting <sup>2)</sup> )
9,5 12,5	125 165	180 235
<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone <sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone		

**Tabel 4**

Breuklast van gipskartonplaten (type R of combinaties)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting. Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup> )	Monster 300 x 400, evenwijdig aan de vezelrichting. Getest loodrecht op de vezel- richting <sup>2)</sup> )
12,5 15,0	300 360	725 870
Andere diktes (d)	24 x d	58 x d
<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone <sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone		

## Andere mechanische eigenschappen

### Buigtreksterkte

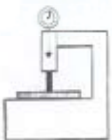
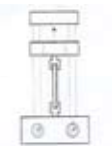
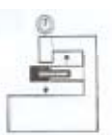
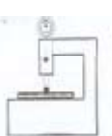

De buigtreksterkte  $\sigma_B$  van gipskartonplaten wordt berekend met de volgende formule:

$$\sigma_B = \frac{3 \cdot F \cdot \ell}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

- F = breuklast (N)  
 $\ell$  = opleglengte (mm)  
 b = plaatbreedte (mm)  
 d = plaatdikte (mm)

**Tabel 5. Buigtreksterkte afhankelijk van de plaatdikte en vezelrichting**

Dikte d mm	Buigtreksterkte (N/mm <sup>2</sup> )	
	Loodrecht op vezelrichting	Evenwijdig aan vezelrichting
9,5	7,8	3,1
12,5	6,2	2,4
15,0	5,0	1,9

Eigenschappen	Omschrijving	N/mm <sup>2</sup>
 druksterkte	Loodrecht op het oppervlak	5-10
 treksterkte	Loodrecht op de richting van de kartonvezels Evenwijdig aan de richting van de kartonvezels	1,0-1,2 1,8-2,5
 afschuiving	Loodrecht op de richting van de kartonvezels Evenwijdig aan de richting van de kartonvezels	3,0-4,5 2,5-4,0
 oppervlakhardheid	Brinell-test	Hb = 10-18 (dimensieloos)
 hechttreksterkte	Karton-gipskern Platenlijm-karton Voegenvuller-karton Lijm-karton	ca. 0,3
statische elasticiteitsmodulus	Loodrecht op de richting van de kartonvezels Evenwijdig aan de richting van de kartonvezels	> 2500 > 2000



## Bouwfysische eigenschappen van gipskartonplaten

### Hygrische eigenschappen

Tabel 6. Waterabsorptieclassen volgens NEN EN 520

Klasse	Totale waterabsorptie %
H1	≤ 5
H2	≤ 10
H3	≤ 25

Tabel 7. Capillaire stijghoogte van water in gipskartonplaten

Dompeltijd	Capillaire stijghoogte (cm)	
	Type A, F	Type H2, FH2
30 minuten	3 – 4	0
2 uur	7 – 8	0,5
24 uur	20 – 22	1,5 – 2,0

Tabel 8. Vochtopname van gipskartonplaten bij een omgevingstemperatuur van 20°C

Rel. luchtvochtigheid R.V.	40%	60%	80%
Vochtopname in gew.% (% m/m)	0,3 – 0,6	0,6 – 1,0	1,0 – 2,0

Kortstondige vochtinwerking op een gipskartonplaat zal de sterkte-eigenschappen sterk verminderen. Na droging echter zal, indien het karton nog voldoende hechting aan de gipskern heeft, de plaat zijn volledige sterkte terugkrijgen. Voldoende hechting zal door een test moeten worden aangetoond.



Tabel 9. Wateropname en drogingstijd van gipskartonplaten bij 2 uur onderdompeling

Type plaat	A, F	H2, FH2
Wateropname in gew. %	30-50	5-9
Uitdrogingstijd in uren	70	15

Tabel 10. Andere hygrische eigenschappen

Eigenschap	Conditie	Waarde
Krimp/uitzetting	Bij 20°C en een verhoging van de R.V. van 65% tot 95%	≈ 0,2 mm/m
Dikte zwellung	Bij 20°C en een verhoging van de R.V. van 65% tot 95%	≈ 1,0 mm/m
Waterdamp	Geleidingscoëfficiënt $\delta$	31 x 10 <sup>-12</sup> s
	Diffusieweerstandsgetal $\mu$	8 (6-10)

Tabel 11. Thermische eigenschappen

Eigenschap	Waarde
Warmte-uitzettingcoëfficiënt	≈ 0,018 (0,013-0,020) mm/mK (voor plaatdiktes van 9,5-25 mm)
Soortelijke warmtecapaciteit C bij 20°C	960 J/kgK
Warmtegeleidingscoëfficiënt $\lambda$	0,25 W/mK (volgens EN 520)
R-waarden gipskartonplaten	9,5 mm: 0,04 m <sup>2</sup> K/W 12,5 mm: 0,05 m <sup>2</sup> K/W 15,0 mm: 0,06 m <sup>2</sup> K/W
Uiterste grenswaarde hittebelasting	Op langere termijn: maximaal 50°C 5 - 10 minuten: maximaal 120°C

**Tabel 12.**

**Elektrotechnische eigenschappen**

Statische elektriciteit volgens DIN 53486 bij 100 Volt, 20°C en een R.V. van 65%

Specifieke oppervlakteweerstand van de zichtzijde	$3,5 \cdot 10^8 - 5 \cdot 10^8 \Omega$
Specifieke oppervlakteweerstand van de achterkant	$6,5 \cdot 10^8 - 10 \cdot 10^8 \Omega$
Specifieke doorgangsweerstand	$2 \cdot 10^9 \Omega$

Bovenstaande tabellen gelden voor de stand der techniek en de kennis van dit moment

### Bijzondere gipsplaten

#### Gipskartonplaten met houtvezels

Door het toevoegen van houtvezels bereikt men een hogere oppervlakhardheid.

Een standaard gipskartonplaat heeft een Brinell-hardheid van ca. 15, een plaat met houtvezels ca. 27.

De druk- en buigtreksterkten worden aanzienlijk verhoogd. Als houtvezels worden eiken- en/of beukenspaanders gebruikt met een grootte van 0,02 tot 5,0 mm. Het aandeel vezels ligt tussen de 5 en 15 gewichtsprocent en kan dus, al naar gelang de toepassing, aangepast worden. De productie en verwerking is als de standaard gipskartonplaten. Op de gesneden kanten zijn de houtvezels duidelijk zichtbaar. Voor extra brandwerendheid worden ook nog glasvezels toegevoegd. Aan de kern wordt een waterafstotend middel toegevoegd om de vochtopname te beperken. Volgens NEN EN 520 valt deze plaat in de categorie DFH1IR.

Vanwege hun hogere oppervlakhardheid en stootvastheid worden deze platen vaak toegepast in wanden van ziekenhuizen en scholen.

#### Andere gipskartonplaten met hogere oppervlakhardheid

Afgezien van het bovenvermelde bestaan meerdere soorten platen met verhoogde oppervlakhardheid. Deze platen hebben

een extra zware kern van gips, versterkt met glasvezels en bekleed met een speciaal soort karton. De platen zijn herkenbaar aan het blauwe karton. De Brinell hardheid van dergelijke platen is ca. 32. De platen hebben eveneens een verhoogde brandwerendheid, dichtheid en sterkte.

Ook de wateropname is vertraagd. Volgens NEN EN 520 valt deze plaat in de categorie DFH2IR. Deze platen worden toegepast waar een hogere stootvastheid gewenst is.

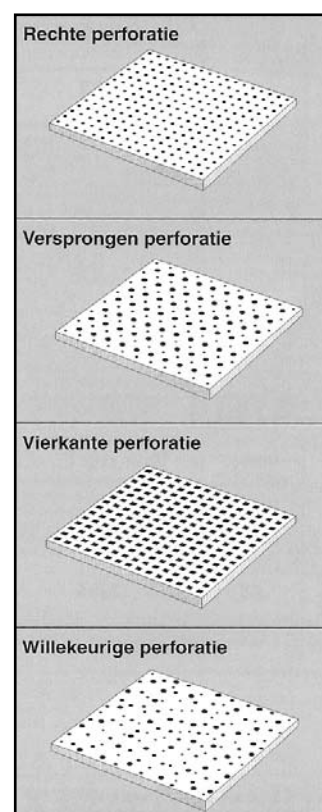
#### Geperforeerde gipskartonplaten

Akoestische gipskartonplaten bestaan, net als de standaard platen, uit een met karton ommantelde gipskern. De platen worden voorzien van een variatie aan perforaties of sleuven.

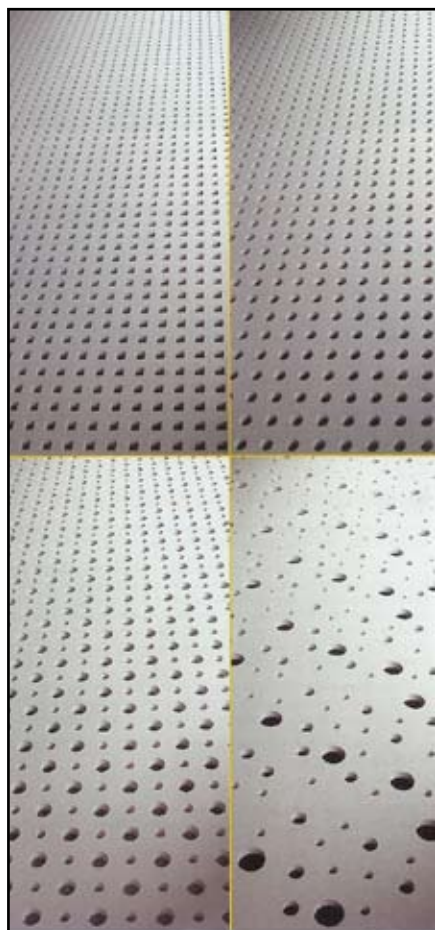
Door te kiezen voor de juiste perforatie kan men de akoestische eigenschappen van een ruimte aanpassen. Met name de nagalm en de absorptie kunnen worden beïnvloed. Door hun variatie aan uiterlijk worden de platen niet alleen vanwege hun akoestische eigenschappen toegepast, maar ook esthetisch. Men spreekt dan van akoestische designplaten, die veel in plafonds worden toegepast. Vaak worden de platen aan de achterzijde voorzien van een vlies met als doel te voorkomen dat vezels van op de platen aangebrachte absorptiematerialen, zoals glas- en steenwol, door de perforaties naar beneden vallen. In som-

mige gevallen wordt op de achterkant een zogenaamd akoestisch vlies aangebracht. De meeste platen zijn te verkrijgen in breedtes van ca. 1200 mm en in lengtes van ca. 2000 mm (hangt van de perforatiegraad af) of tegels van ca. 600 x 600 mm. De grote platen kunnen naadloos worden verwerkt. De tegels worden als inlegpaneel in systeemplafonds toegepast.

#### Enkele soorten akoestische designplaten







Plafonds met akoestische designplaten worden behandeld in hoofdstuk 6. Hierbij zal worden ingegaan op de draagconstructies en de akoestische waarden.



Akoestisch plafond (Lafarge)

### Onbrandbare gipsplaten: klasse A1

Alhoewel gipskartonplaten brandwerend zijn, zijn ze volgens de Europese definitie niet onbrandbaar. De reden hiervoor is het karton. Gips is onbrandbaar.

Daarom hebben de meeste fabrikanten, als de plaat onbrandbaar moet zijn, gekozen voor een onbrandbaar glasvlies in plaats van karton.

Dit vlies wordt op of een paar mm onder het oppervlak aangebracht al naar gelang het fabrikaat. In beide gevallen is het stevig met de gipskern verbonden.

Deze speciale brandwerende platen zijn harder en sterker dan de standaard gipskartonplaten.

Ze worden toegepast voor wand- en plafondconstructies waaraan onbrandbaarheidseisen worden gesteld, voor schachtwanden, kabelgoten, leidingkokers en luchtbehandelingskanalen.

Ook voor het brandwerend bekleden van dragende staalconstructies wordt een dergelijke plaat gekozen.

Voor dit soort platen is een Europese norm ontwikkeld: NEN EN 15283-1.

Met deze platen zijn brandwerende constructies tot 180 minuten haalbaar!

Ze zijn verkrijgbaar in diverse afmetingen en in diktes van 12,5, 15, 20 en 25 mm.

Ze worden op dezelfde wijze verwerkt en op maat gemaakt als standaard gipskartonplaten.

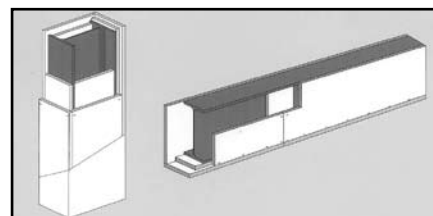
Er zijn bedrijven die gespecialiseerd zijn in het in stroken en op maat zagen van deze platen, wat voor het bekleden van staalconstructies een groot voordeel kan zijn.

De platen kunnen worden geschroefd, maar worden ook geniet al naar gelang de fabrikant aangeeft.

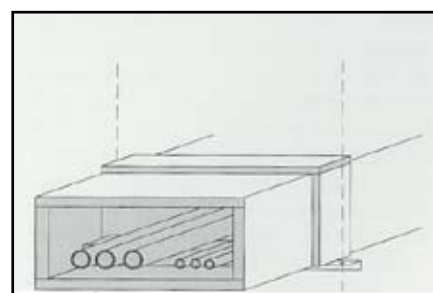
Ze zijn verkrijgbaar met afgeschuinde kant AK of volle kant VK.

Net als gipskartonplaten bevatten deze platen geen bij brand vrijkomende, schadelijke stoffen.

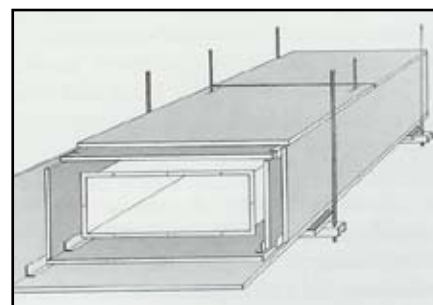
Deze platen worden verder behandeld in hoofdstuk 5 en 7.



Kolom en liggerbekleding



Kabelgoot



Luchtbehandelingskanaal

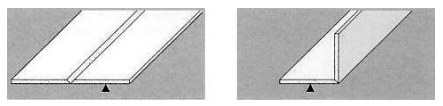
### Voorgevormde gipskartonplaten

De mogelijkheden van de toepassing van gipskartonplaten lijken onuitputtelijk. De laatste jaren wordt meer en meer gebruik gemaakt van geprefabriceerde elementen.

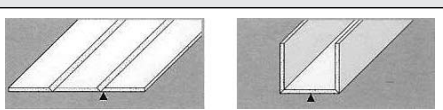
Door het frezen van v-groeven in de platen kunnen deze gevouwen worden in bijna alle mogelijke vormen. Vormen die, als ze op de bouw moesten worden gemaakt, nauwelijks uitvoerbaar zouden zijn. De prefab elementen hoeven nu alleen nog maar te worden bevestigd aan een draagconstructie. Daardoor ontstaat een aanzienlijke tijdsbesparing in de montage. De architect is veel vrijer in zijn ontwerpen.



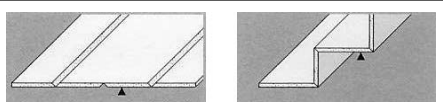
**Enkele voorbeelden van hoeken:**



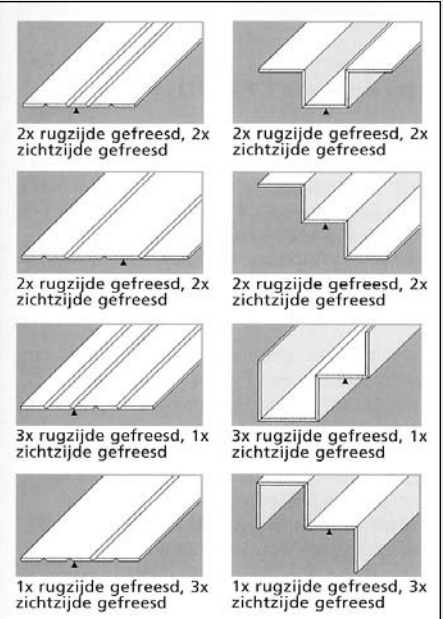
met één v-groef



met twee v-groeven



met drie v-groeven



Meerdere v-groeven aan voor- en achterkant



Monteren van een prefabelement (Lafarge)

**Enkele voorbeelden van het werken met voorgevormde elementen**



(Foto's Lafarge)

### Gipskartonplaten waarop andere bouwstoffen worden aangebracht

Platen waarop aan de achterzijde een isolerende laag wordt aangebracht:

- om akoestische redenen: een minerale wol; glas- of steenwol
- om thermische redenen: kunststofschuimen zoals
  - Polystyreen (EPS)
  - Polyurethaan (PU)
  - Polyisocyanuraat (PIR)

Platen waarop aan de achterzijde een folie wordt geplakt:

- om esthetische redenen: diverse vinylsoorten
- om vochtwerende redenen: dampremmers zoals aluminium- of polyethyleenfolie
- om röntgenstralen tegen te houden: loodplaten

Platen waarop aan de voorzijde metalen of kunststofplaten worden geplakt:

- om esthetische redenen: formica, melamine
- om brandtechnische redenen: staalplaat

Bovengenoemde platen worden in een later stadium nader belicht.

### 4-zijdig afwerkbare platen, 4 x afgeschuinde kant AK

De standaard platen zijn meestal in de langsrichting voorzien van een afgeschuinde kant.

Bij hoge wanden en plafonds ontstond het probleem hoe de kopse kanten kunnen worden afgewerkt zonder verdikking door het voegmateriaal. Alle fabrikanten hebben inmiddels een oplossing door 4-zijdig afwerkbare platen aan te bieden. Ook op de kopse kant wordt de plaat voorzien van een afgeschuinde kant, die op de normale manier kan worden afgewerkt. Daardoor kunnen volkomen vlakke wanden en plafonds worden gecreëerd.



Kopsekant, 4-zijdig afwerkbare plaat. (Lafarge)

### Gipskartonplaten met wit karton

Standaard platen hebben aan de voorzijde een ivoorkleurig karton. Wanneer de naden zijn afgewerkt ontstaan witte banen. Het voordeel van witte platen zal duidelijk zijn:

Na het afvoegen van de naden oogt de wand of het plafond in zijn geheel wit en geeft een beter afgewerkt geheel. Men heeft niet de indruk extra aandacht te moeten besteden aan de naden. Een ander voordeel is dat het karton meestal is geïmpregneerd, waardoor een primer overbodig en zelfs niet gewenst is. Dit scheelt een arbeidshandeling, dus tijd en geld. De naden worden afgewerkt met een voegenvuller en finisher in één, die

dezelfde absorptiegraad heeft als het karton. Hierdoor worden kleurverschillen door verschil in absorptie voorkomen. Na het afvoegen is de wand klaar om te worden gesausd, waarbij vaak een laag verf kan worden bespaard, omdat het speciale witte karton minder verf opzuigt.





(Lafarge)

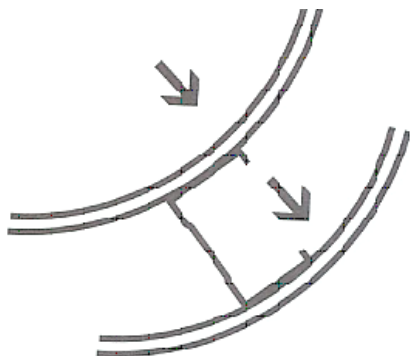
### Gipskartonplaten die makkelijk kunnen worden gebogen

Alhoewel ook platen van 9,5 en 12,5 mm dikte kunnen worden gebogen, wordt toch meestal een 6,5 mm dikke plaat gekozen.

Het voordeel van deze plaat is dat zonder te bevochtigen al een behoorlijke kleine straal kan worden bereikt. Bij kleine stralen van 300 tot 900 mm is bevochtigen noodzakelijk.

Bij grotere stralen vanaf 900 mm kunnen de platen direct tegen het staalskelet aan worden gebogen. Als men er de voorkeur aan geeft de platen van te voren over een mal te buigen, is bevochtigen altijd noodzakelijk. Alleen dan blijven de platen na droging hun gebogen vorm behouden. Het is absoluut van het allergrootste belang de platen aan de juiste zijde te bevochtigen. Gips kan geen trek opnemen, daarom zijn gipskartonplaten van een speciaal soort karton voorzien. Dit geeft de sterkte aan de plaat. Als men de plaat aan de verkeerde zijde bevochtigt, zal het karton uittrekken en zal er trek op de gipskern ontstaan, waardoor de plaat zal breken. De plaat moet altijd aan de kortste zijde, de binnenkant van de kromming, worden bevochtigd. (Zie schets.)

Aan de lange zijde ontstaat door de spanning in het karton druk op de gipskern. Dit is geen probleem.



(Lafarge)

## 2.3 Metalen profielen voor wanden en plafonds

Voor lichte, niet dragende scheidings-, schacht-, voorzetwanden en plafonds is een draagconstructie van stalen profielen ontwikkeld, waarop de verschillende soorten gipsplaten direct, zonder voorboren, kunnen worden geschroefd. Deze profielen zijn licht en recht, bovendien werken ze niet wat met houten regels vaak wel het geval is.

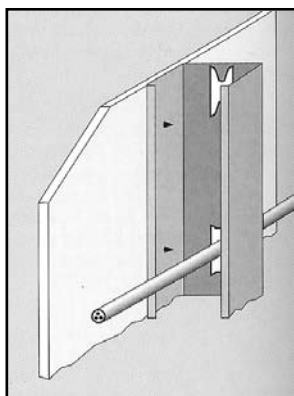
De profielen worden uit verzinkt, dunwandig staal koudgewalst.

De zinklaag is minimaal 100 g/m<sup>2</sup> (Z 100). Over het algemeen hebben ze een C en U-vormige doorsnede.

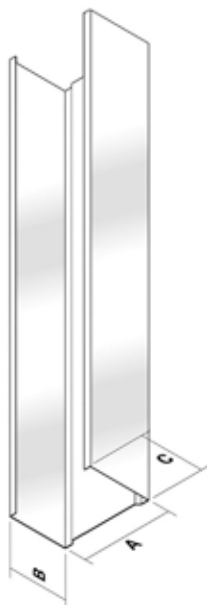
De profielen dienen te voldoen aan de Europese norm NEN EN 14195.

De dikte van het staal is nominaal 0,6 en 0,75 mm. Ten behoeve van specifieke constructies zijn ook diktes van 1, 1,5 en 2 mm mogelijk.

De wandprofielen zijn ten behoeve van elektriciteitsdoorvoeren voorzien van ronde gaten of H-vormige uitsparingen.

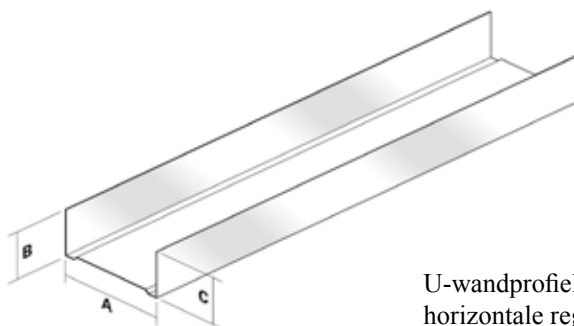


De profielen vallen wat betreft brand in de Europese klasse A1, hetgeen onbrandbaar betekent. De “yield strength” (buigtreksterkte) is minimaal 140 N/mm<sup>2</sup>.

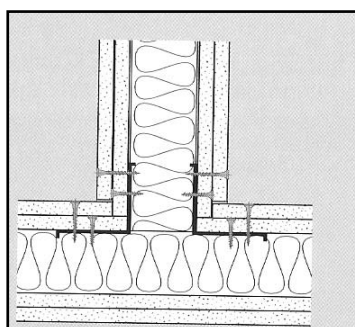


### Soorten profielen

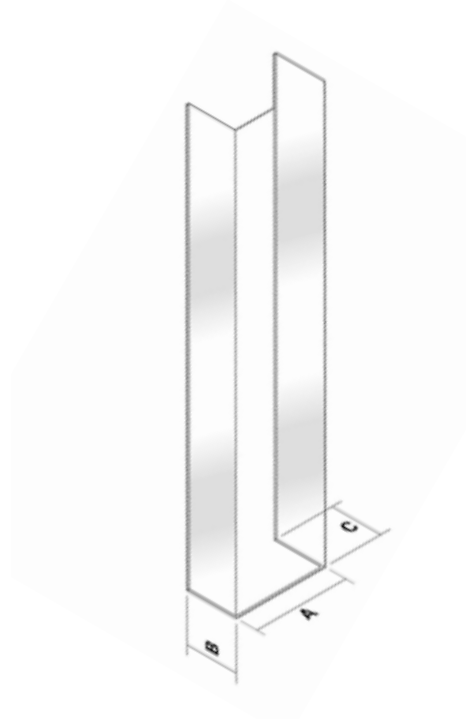
C-wandprofielen worden toegepast als verticale stijlen



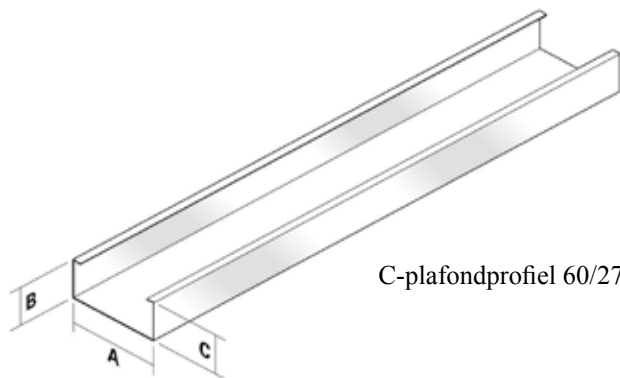
U-wandprofielen worden toegepast als horizontale regels



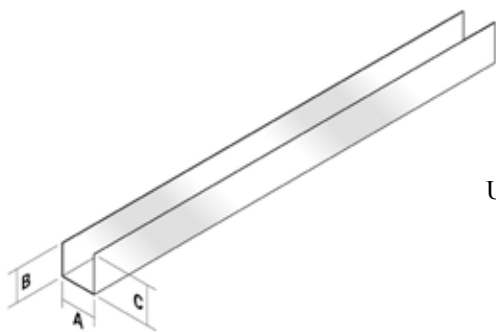
L-binnenhoekprofiel voor wanden



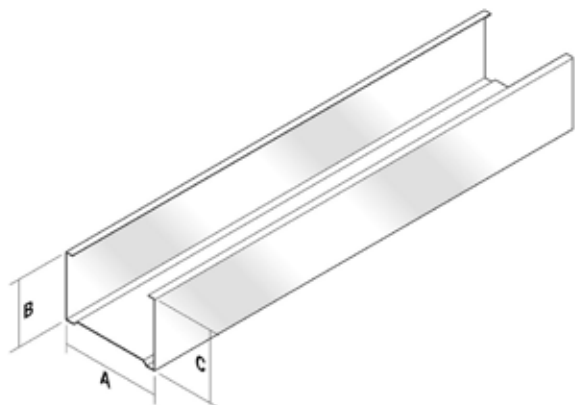
U-verstijvingsprofiel voor wanden  
bijvoorbeeld ter plaatse van kozijnen



C-plafondprofiel 60/27

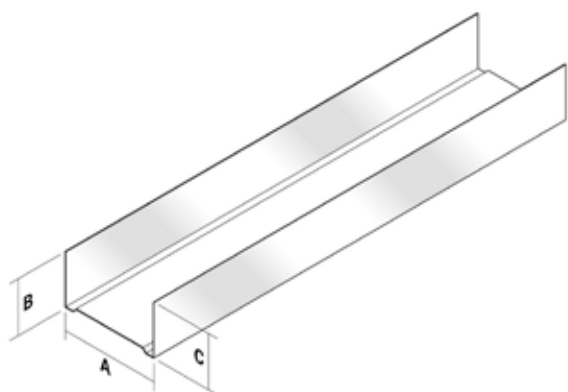


U-27 profiel



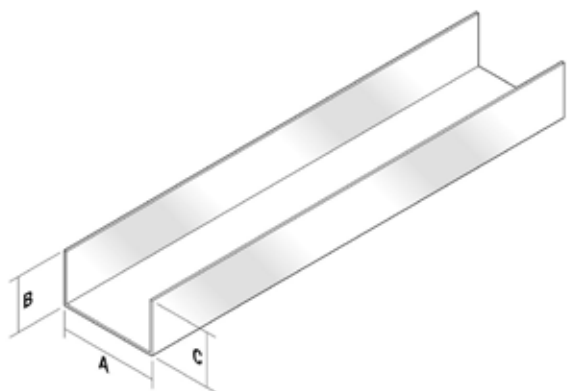
#### Overzicht en afmetingen C-profielen

Type	A mm	B mm	C mm
C 40	38,8	49	51
C 45	43,8	49	51
C 50	48,8	49	51
C 70	68,8	49	51
C 75	73,8	49	51
C 100	98,8	49	51
C 125	123,8	49	51
C 150	148,8	49	51



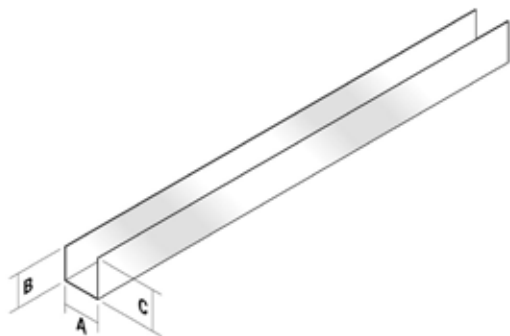
#### Overzicht en afmetingen U-profielen

Type	A mm	B mm	C mm
U 40	40	40	40
U 45	45	40	40
U 50	50	40	40
U 70	70	40	40
U 75	75	40	40
U 100	100	40	40
U 125	125	40	40
U 150	150	40	40



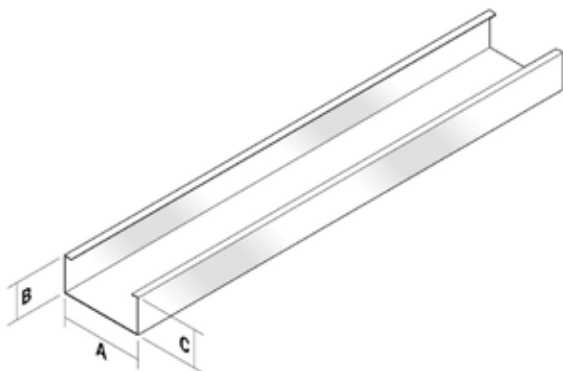
#### Overzicht en afmetingen verzwaarde profielen

Type	A mm	B/C mm dikte in mm	
VU 45.10	43,8	40	1
VU 50.10	48,8	40	1
VU 75.10	73,8	40	1
VU 100.10	98,8	40	1
VU 125.10	123,8	40	1
VU 45.15	38,8	40	1,5
VU 50.15	48,8	40	1,5
VU 75.15	73,8	40	1,5
VU 100.15	98,8	40	1,5
VU 125.15	123,8	40	1,5
VU 40.20	38,8	40	2
VU 45.20	43,8	40	2
VU 50.20	48,8	40	2
VU 70.20	68,8	40	2
VU 75.20	73,8	40	2
VU 100.20	98,8	40	2
VU 125.20	123,8	40	2
VU 150.20	148,8	40	2



**Overzicht en afmetingen U-27 profielen**

Type	A mm	B mm	C mm
U 27	28,2	25	30
U 27/50	28,2	25	50



**Overzicht en afmetingen C-plafondprofiel 60/27**

Type	A mm	B mm	C mm
C 60/27	60	27	27

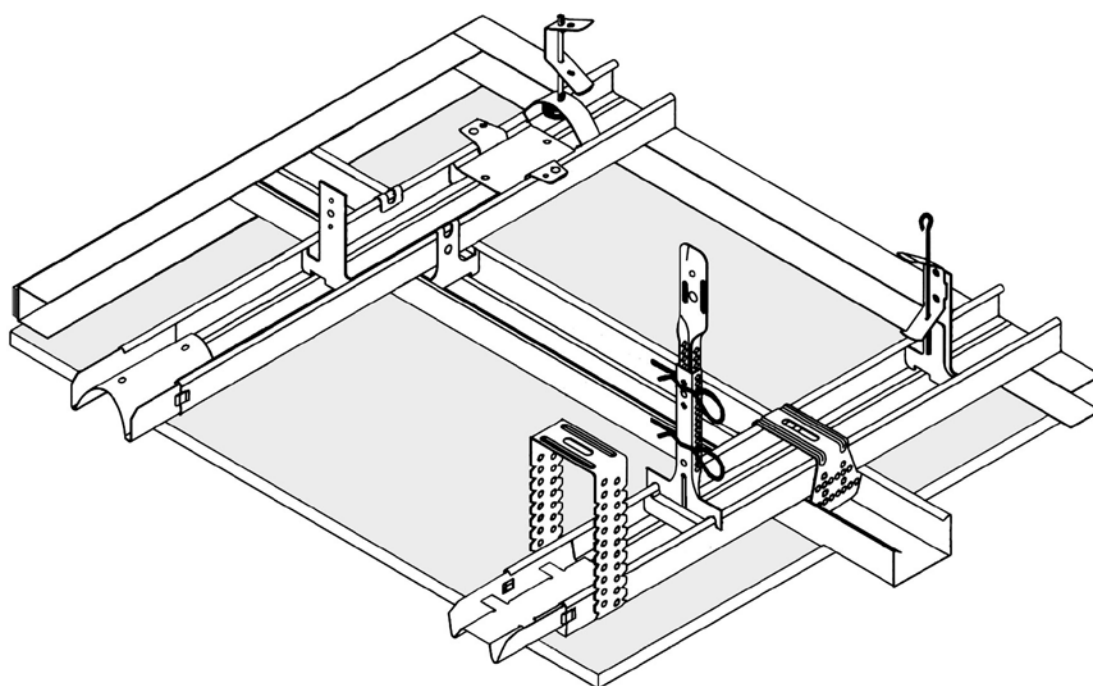
Afbeeldingen profielen: Dingemans



Toepassing C en U-profielen voor wanden

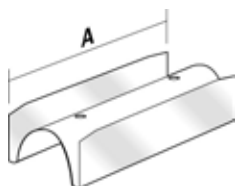
Foto Dingemans



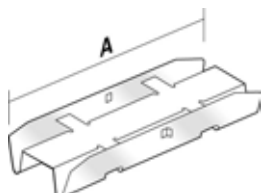


**Plafond met een dubbele laag C 60/27 profielen.** Overzicht van ophangprofielen en verbindingshulpmiddelen. In hoofdstuk 6 wordt dit type plafond uitvoerig behandeld.

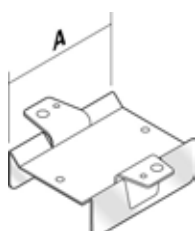
Onderstaand een overzicht van alle hulpmiddelen. (Bron: Dingemans)



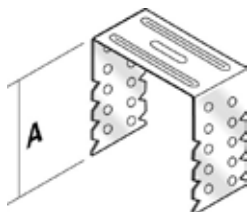
Verbindingsstuk A = 80 mm  
Voor het verlengen en verbinden  
van C 60/27 profielen



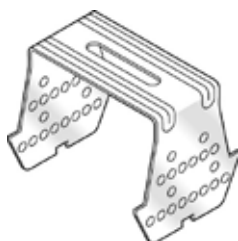
Klapverbinder A = 110 mm  
Voor het verlengen en verbinden  
van C 60/27 profielen



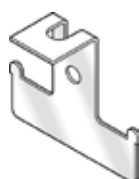
Directophanger A = 75 mm  
Voor bevestiging C 27/60 profiel  
direct tegen een houten balklaag



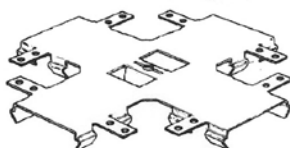
Directhanger/afstandhouder  $A = 60,125$  mm  
Voor het bevestigen van een C 60/27 profiel  
aan een balklaag of hoofdraagconstructie



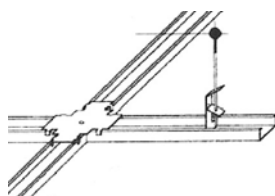
Kruissnelverbinder  
Voor het kruiselings verbinden  
van twee C 60/27 profielen



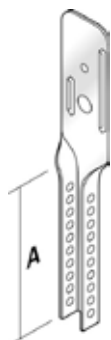
Ankerhoek  
Voor het verbinden van twee kruiselings  
geplaatste C 60/27 profielen



Niveau verbinder  
Voor het op dezelfde hoogte verbinden  
van twee kruiselings geplaatste  
C 60/27 profielen



plafondprofielen worden op hetzelfde  
niveau aan elkaar verbonden met behulp  
van de niveau verbinder.  
Het voordeel hiervan is dat er minder ruimte  
nodig is.



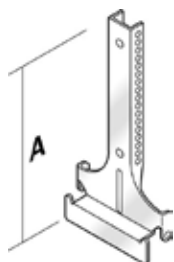
Noniusbovenhanger  
Voor het ophangen van de plafondprofielen

A = 100 mm

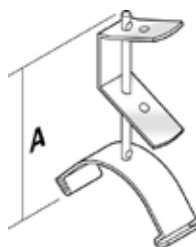
- 140
- 240
- 340
- 440
- 540
- 640
- 740
- 840
- 940
- 1140
- 1340



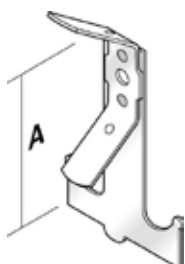
Noniuspen  
Voor het verbinden van de boven en onderhanger



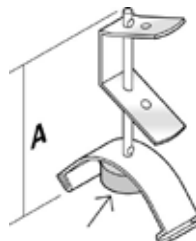
Nonius onderhanger A = 122 mm



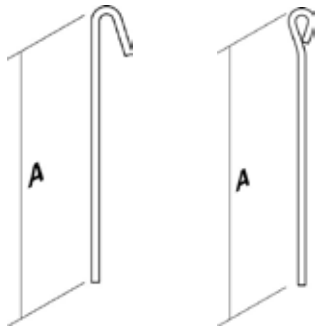
Snelophangclip A = 113 mm  
Voor het ophangen van plafondprofielen



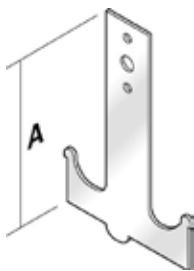
Ankerhanger met veer A = 90 mm  
Voor het ophangen van plafondprofielen



Snelophangclip met geluiddemping A = 113 mm

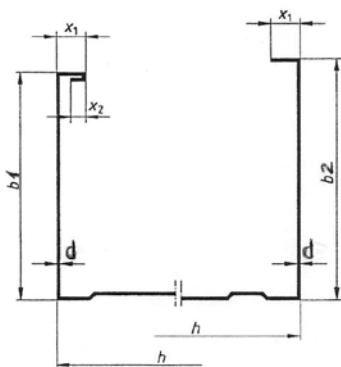


Ophangdraad met haak of oog A = 125 mm  
250  
375  
500  
750  
1000



Ankerhanger A = 90  
Voor het ophangen van plafondprofielen

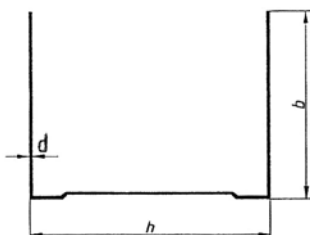
### Mogelijke doorsneden profielen



#### Nominale afmetingen

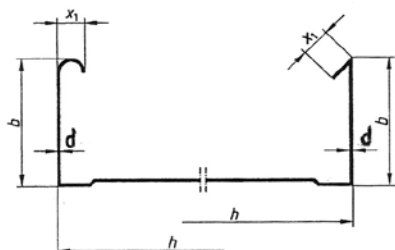
b1 = 49  
b2 = 51  
d = 0,6  
x1 = 6,5  
x2 = 3  
h = variabel (zie overzicht)

C-wandprofiel



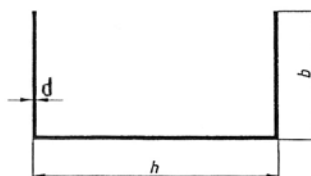
b = 40  
d = 0,6  
h = variabel (zie overzicht)

U-wandprofiel



b = 27  
d = 0,6  
x1 = 5,9  
h = 60

Plafondprofiel C 60/27



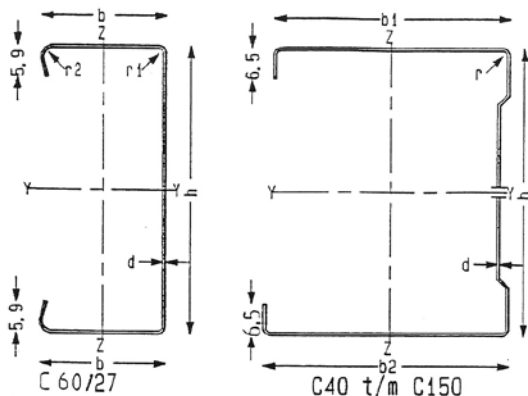
b = 40  
d = 1;1,5;2  
h = variabel (zie overzicht)

VU-verzwaard wandprofiel

**Technische waarden C-profielen** (volgens opgave Dingemans)

Profiel	G	h	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d	r	A	I <sub>y</sub>	W <sub>y<sub>o</sub></sub>	W <sub>y<sub>b</sub></sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>Z<sub>L</sub></sub>	W <sub>Z<sub>R</sub></sub>	i <sub>z</sub>
	kg/m <sup>1</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
C 40	0,696	38,8	49	51	0,6	1	0,90	2,63	1,38	1,34	1,71	2,62	1,26	0,93	1,71
C 45	0,720	43,8	49	51	0,6	1	0,93	3,43	1,58	1,54	1,92	2,73	1,36	0,94	1,72
C 50	0,744	48,8	49	51	0,6	1	0,96	4,33	1,80	1,75	2,13	2,84	1,46	0,96	1,72
C 70	0,840	68,8	49	51	0,6	1	1,08	9,20	2,70	2,64	2,92	3,28	1,89	1,04	1,75
C 75	0,846	73,8	49	51	0,6	1	1,11	10,74	2,94	2,88	3,12	3,40	2,01	1,06	1,75
C 100	0,984	98,8	49	51	0,6	1	1,26	20,60	4,21	4,13	4,05	3,99	2,68	1,17	1,78
C 125	1,104	123,8	49	51	0,6	1	1,41	34,39	5,60	5,51	4,94	4,66	3,49	1,31	1,82
C 150	1,224	148,8	49	51	0,6	1	1,56	52,57	7,12	7,01	5,81	5,40	4,47	1,46	1,86

Profiel	G	h	b	d	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	A	I <sub>y</sub>	W <sub>y<sub>o</sub></sub>	W <sub>y<sub>b</sub></sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>Z<sub>L</sub></sub>	W <sub>Z<sub>R</sub></sub>	i <sub>z</sub>
	kg/m <sup>1</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
C60/27	0,576	60	27	0,6	1	2	0,74	4,33	1,44	1,44	2,42	0,76	0,92	0,41	1,02



Toleranties volgens NEN EN 14195.

De nominale dikte **d** en de tolerantie volgens opgave van de fabrikant.

Lijfhoogte **h** tolerantie: + of - 0,5 mm.

Flensbreedte **b** tolerantie: voor C-profielen + of - 0,5 mm.  
voor U-profielen + of - 1 mm.

Lengte van het profiel, tolerantie: tot 3000 mm + of - 3 mm  
van 3000-5000 + of - 4 mm  
boven 5000 mm + of - 5 mm

## 2.4 Houten stijlen en regels

Voor lichte, niet dragende scheidingswanden kunnen ook houten stijlen en regels worden toegepast. Voor dragende wanden is het Handboek Houtskeletbouw een uitstekend naslagwerk.

Het hout dient afkomstig te zijn uit duurzaam beheerde bossen en bij voorkeur te worden geleverd met een keurmerk: FSC = Forest Stewardship Council.

De stijlen en regels zijn van Noord-Amerikaans of Europees naaldhout

Enkele standaardafmetingen geschaafd Noord-Amerikaans naaldhout in mm:

- 38 x 64
- 38 x 89
- 38 x 140

Enkele standaardafmetingen geschaafd Europees naaldhout in mm:

- 40 x 71
- 40 x 96
- 40 x 121
- 46 x 71
- 46 x 96
- 46 x 121

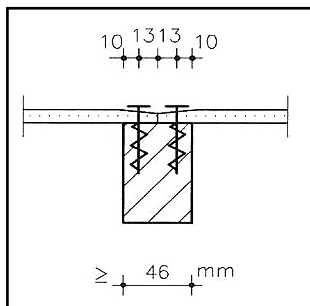
Er gelden een aantal randvoorwaarden voor het gebruik van houten stijlen waarop een beplating van gipskartonplaten moet worden aangebracht.

De minimale dikte van een stijl ter plaatse van een stuiknaad is 46 mm.

De minimale dikte van een rand- of tussenstijl is 38 mm.

Dit in verband met een goede bevestiging van de gipskartonplaat door middel van schroeven of nagels en de randafstand ten opzichte van het hout (minimaal 10 mm).

Bron: Handboek Houtskeletbouw.



Schroeven h.o.h. 250 mm verspringend aanbrengen

De brandwerendheid van niet dragende wanden met geschroefde gipskartonplaten en houten stijlen kan gelijk worden gesteld aan wanden met metalen stijlen. Hierbij geldt eveneens globaal 1 x 12,5 mm gipskartonplaat aan elke zijde is 30 minuten; 2 x 12,5 mm aan elke zijde is 60 minuten. Dit kan ook berekend worden volgens NEN 6073. Zie ook hoofdstuk 3: Bouwfysische aspecten: brand.

De geluidsisolatie zal echter minder goed zijn. Door de houten stijlen ontstaat een stijvere wand, wat akoestisch gezien een verslechtering is. Zie ook hoofdstuk 3: Bouwfysische aspecten: geluid.

### Voorbeeld van een wand, akoestisch gezien.

Stijlen 38 x 89 mm h.o.h. 600 mm (ter plaatse van de naden breedte minimaal 46 mm).  
Gipskartonplaat 1 x 12,5 aan elke zijde:  $I_{lu,k} = -19\text{dB} \rightarrow R_w = 33\text{ dB}$ .

Ter vergelijking:

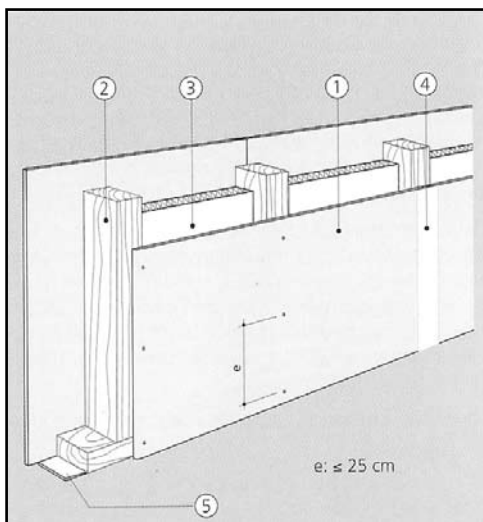
Gipskartonplatenwand op metalen stijlen, spouw 90 mm  $\rightarrow R_w = 35\text{ dB}$ .

Met twee platen aan elke zijde wordt het verschil nog groter:

Op staal:  $R_w = 44\text{ dB}$

Op hout:  $R_w = 36\text{ dB}$

Alle waarden zonder minerale wol



Wandopbouw

1. gipskartonplaat minimaal 12,5mm
2. houten stijlen
3. eventueel minerale wol
4. afgewerkte naad
5. akoestisch band



## 2.5 Minerale wol:

### Steenwol (bron: Rockwool) Het product steenwol

Steenwol dient te voldoen aan de Europese norm NEN-EN 13162. De producten toegepast in wanden en plafonds hebben een KOMO-productcertificaat.



Afbeelding Rockwool

De belangrijkste grondstof voor steenwol is diabaas of basalt, een vulkanisch gesteente. Een groot deel van de grondstoffen bestaat uit gerecycleerde steenwol. Bij een temperatuur van ca. 1600<sup>o</sup> C smelten deze grondstoffen.

De gesmolten grondstoffen lopen via een opening in de ovenwand op snel ronddraaiende spinners. Hierbij ontstaan draden die snel stollen. Na toevoeging van een bindmiddel ontstaat een mat, die wordt afgevoerd naar een pendel. Deze legt de mat zigzagsgewijs op een haaks eronder lopende transportband. Zo ontstaat een wolpakket.

Het wolpakket wordt vervolgens naar een hardingsoven gevoerd. Hier wordt het wolpakket door twee stalen geperforeerde transportbanden op de juiste dikte geperst, terwijl er tegelijkertijd hete lucht van ca. 230<sup>o</sup> C door het pakket wordt gezogen. Het bindmiddel hardt hierbij uit en verbindt de steenwolvezels aan elkaar. Nadat het uitgeharde steenwol de hardingsoven heeft verlaten wordt het met lucht gekoeld.

Daarna wordt het product op maat gezaagd, verpakt en getransporteerd naar de gebruiker, de afbouwer.

#### Eigenschappen steenwol

Steenwol heeft goede thermische en akoestische eigenschappen en is goed bestand tegen vuur tot boven 1000<sup>o</sup> C. De steenwolstructuur blijft onder brandbelasting intact. Steenwol valt in de Europese brandklasse A1, hetgeen onbrandbaar betekent. Ook hebben steenwolproducten geen rookontwikkeling of druppelvorming.

Steenwolproducten zijn ongevoelig voor veroudering, ze zijn kiemvrij en anorganisch. Steenwol is geen voedingsbodem voor bacteriën of schimmels.

Voor brandwerendheid is minerale wol niet altijd een verbetering. Hierbij zijn vooral het smeltpunt, de warmtecapaciteit en de stevigheid van belang (in verband met uitzakken).

Minerale wol kan de bescherming tegen brand ook negatief beïnvloeden. Er ontstaat een warmtestuwing door de achter de gipskartonplaat liggende minerale wol. Zo ontstaat een snellere dehydratie van de gipskartonplaat en zal deze vroegtijdig uit elkaar kunnen vallen. Om te voorkomen dat na het vallen van de gipskartonplaat de verdere constructie kan worden aangetast, dient de minerale

wol een hoog smeltpunt van meer dan 1000<sup>o</sup> C te hebben en goed te zijn bevestigd. Ook kan de temperatuur in de stalen stijlen zodanig oplopen dat er een overschrijding van het temperatuurcriterium vroegtijdig kan plaatsvinden. Zie hoofdstuk 3 Bouwfysische aspecten, brand. De brandwerendheid van gipskartonplaatwanden wordt voornamelijk bepaald door de gipskartonplaten.

Vooral bij plafonds kan een goede minerale wol de bovenliggende constructie langere tijd tegen vuur en hitte beschermen. De minerale wol ligt meestal niet direct op de beplating, maar op de profielen. Er ontstaat en verkoelende luchtstroom.

In de afbouw wordt steenwol toegepast in wanden, vloeren en plafonds.

Voor de gipskartonplaatwanden kan worden gekozen uit een lichte, stevige steenwolplaat met een  $\lambda = 0,037$  W/mK, het gewicht is ca. 34 kg/m<sup>3</sup>. Of een iets stevigere plaat met een gewicht van ca. 43 kg/m<sup>3</sup> en een  $\lambda = 0,035$  W/mK. De plaat is blijvend waterafstotend, niet hygroscopisch en niet capillair. De waterdampdiffusieweerstand  $\mu=1$ .

Voor zwevende vloeren wordt een zeer zware steenwolplaat gebruikt met een gunstige dynamische stijfheid en een  $\lambda=0,040$  W/mK. Het gewicht is ca.  $140 \text{ kg/m}^3$ . De druksterkte bij een dikte minder dan 50 mm = 20 kPa.

Voor plafonds wordt vaak een lichte, veerkrachtige steenwolplaat met een  $\lambda=0,037$  W/mK en een gewicht van ca.  $34 \text{ kg/m}^3$  toegepast. Voor een goede thermische isolatie en geluidsisolatie moet de specifieke luchtstromingsweerstand van minerale wol minimaal  $5 \text{ kPa}\cdot\text{s/m}^2$  zijn ( $5 \text{ kNs/m}^4$ ). Steenwol is ca.  $7 \text{ kNs/m}^4$ .

De steenwolplaat zorgt voor een goede geluidsabsorptie in de spouw van de gipskartonplaatwanden, waardoor de geluidsisolatie van de wanden aanzienlijk wordt verbeterd. Zie tabel geluidsisolatie wanden in hoofdstuk 3 Bouwfy-sische aspecten, geluid.

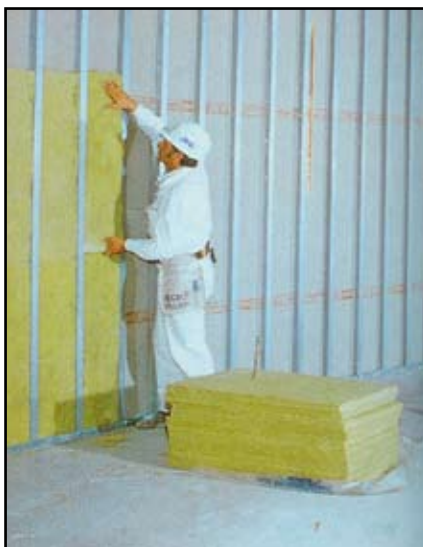


Foto Rockwool

**Toleranties volgens NEN-EN 13162** van de in de afbouw meest toegepaste platen.

Dikte : - 3% of -3 mm,  
of ook +10% of + 10 mm

Lengte : + of - 2%

Breedte : + of - 1,5%

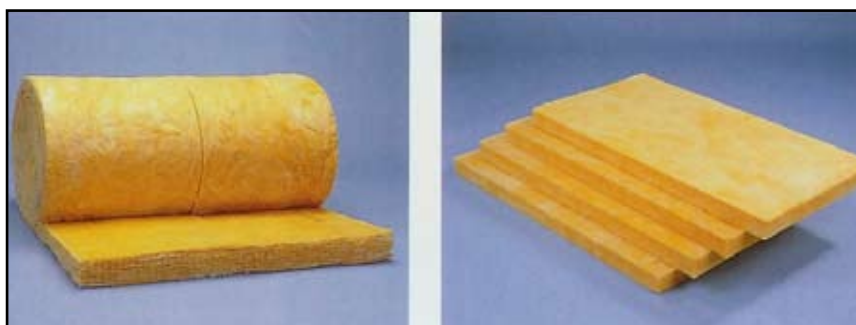
Haaksheid, alleen voor platen:  
afwijking lengte en breedte ten opzichte van een rechte hoek maximaal 5 mm/m.

Vlakheid, alleen voor platen:  
afwijking ten opzichte van een plat vlak maximaal 6 mm.

## Minerale wol: glaswol (bron Isover)

### Het product glaswol

Glaswol dient te voldoen aan de Europese norm NEN-EN 13162. De producten voor wanden en plafonds hebben een KOMO-productcertificaat.



Afbeeldingen Isover

De belangrijkste grondstoffen voor glaswol zijn glasscherven (ca.70%), kwartszand, soda en kalksteen.

Deze grondstoffen worden gemengd, naar een oven gevoerd waar het bij een temperatuur van ca.  $1100^0$  C wordt omgesmolten tot vloeibaar glas. De vloeibare hete massa stroomt na het verlaten van de smeltoven in zeer snel ronddraaiende spinkoppen. In de zijwanden van de spinkoppen zitten kleine gaatjes. Doordat de spinkop zeer snel ronddraait, wordt het vloeibare

glas naar buiten geslingerd, zo ontstaan de lange glaswoldraden die snel stollen. Na toevoeging van een bindmiddel ontstaat een glaswolpakket die op een transportband terecht komt. De transportband voert de glaswol door de hardingsoven, waar hete lucht het bindmiddel uithardt, het glaswolpakket één geheel wordt en op de juiste dikte wordt gebracht Er worden platen of rollen gemaakt, die voordat ze worden ingepakt door middel van zeer dunne

waterstralen, op maat worden gesneden. Hierdoor wordt stofvorming tot een minimum beperkt. De glaswolproducten worden gecompriemd. Dit is mogelijk omdat glaswol zeer elastisch is en goed terugkomt op dikte. De producten worden verpakt en getransporteerd naar de gebruiker, de afbouwer.



### Eigenschappen glaswol

Glaswol heeft goede thermische en akoestische eigenschappen en is goed bestand tegen vuur.

Glaswol valt in de Europese brandklasse A1, hetgeen onbrandbaar betekent. Ook hebben glaswolproducten geen rookontwikkeling of druppelvorming.

Glaswolproducten zijn rotvrij en er is geen voedingsbodem voor ongedierte.

Voor brandwerendheid is minerale wol niet altijd een verbetering. Hierbij zijn vooral het smeltpunt, de warmtecapaciteit en de stevigheid in verband met uitzakken van belang.

Minerale wol kan de bescherming tegen brand ook negatief beïnvloeden. Er ontstaat een warmtestuwing door de achter de gipskartonplaat liggende minerale wol. Zo ontstaat een snellere dehydratatie van de gipskartonplaat en zal deze sneller uit elkaar kunnen vallen. Om te voorkomen dat na het vallen van de gipskartonplaat de verdere constructie kan worden aangetast, dient de minerale wol een hoog smeltpunt van meer dan 1000° C te hebben en goed te zijn bevestigd. Ook kan de temperatuur in de stalen stijlen zodanig oplopen dat er een overschrijding van het temperatuurcriterium vroegtijdig kan plaatsvinden. Zie hoofdstuk 3 Bouwfysische aspecten, brand. De brandwerendheid van gipskartonplaatwanden wordt voornamelijk bepaald door de gipskartonplaten.

Vooraf bij plafonds kan een minerale wol de bovenliggende constructie langere tijd tegen hitte en vuur beschermen. Meestal ligt de minerale wol niet direct op de beplating, maar op de profielen, door de ruimte ontstaat een verkoelende luchtstroom.

In de afbouw wordt glaswol toegepast in wanden, vloeren en plafonds.

Voor de gipskartonplaatwanden wordt een glaswolplaat of -deken gekozen met

een  $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$  en een gewicht van ca.  $16 \text{ kg/m}^3$ . De plaat is waterafstotend en niet capillair.

De waterdampdiffusieweerstand  $\mu=1$ . De plaat of deken kan voorzien zijn van een glasvlies aan één zijde.

De specifieke luchtstromingsweerstand is  $9 \text{ kNs/m}^4$ . Dit is voor geluidsisolatie van belang.

Ook voor contactgeluidsisolatie van vloeren zijn glaswolproducten beschikbaar.

Voor de verbetering van overgangsgeluidsisolatie van verlaagde plafonds ter plaatse van scheidingswanden worden glaswolpakketten als absorber toegepast, de zogenaamde “plofpakketten”. Dit is een pakket veerkrachtig gecomprimeerd glaswol, verpakt in een papierwikkel. Als de papierwikkel wordt doorgesneden, “ontploft” als het ware het pakket en vult deze volledig de ruimte boven een verlaagd plafond ter plaatse van de scheidingswand. Dit voorkomt dus ongewenste geluidsoverdracht via het plenum.

De glaswolplaat of -deken zorgt voor een goede geluidsabsorptie in de spouw van de gipskartonplaatwanden, waardoor de geluidsisolatie van de wanden aanzienlijk wordt verbeterd. Zie tabel geluidsisolatie wanden in hoofdstuk 3 Bouwfysische aspecten, geluid.

**Toleranties volgens NEN-EN 13162** van de in de afbouw meest toegepaste glaswolproducten, voor wanden en plafonds.

Dikte : - 3% of - 3mm, of ook + 10% of 10 mm

Lengte : + of - 2%

Breedte : + of - 1,5%

Haaksheid, alleen voor platen:

afwijking lengte en breedte ten opzichte van een rechte hoek maximaal 5 mm/m.

Vlakheid, alleen voor platen:

afwijking ten opzichte van een plat vlak maximaal 6 mm.

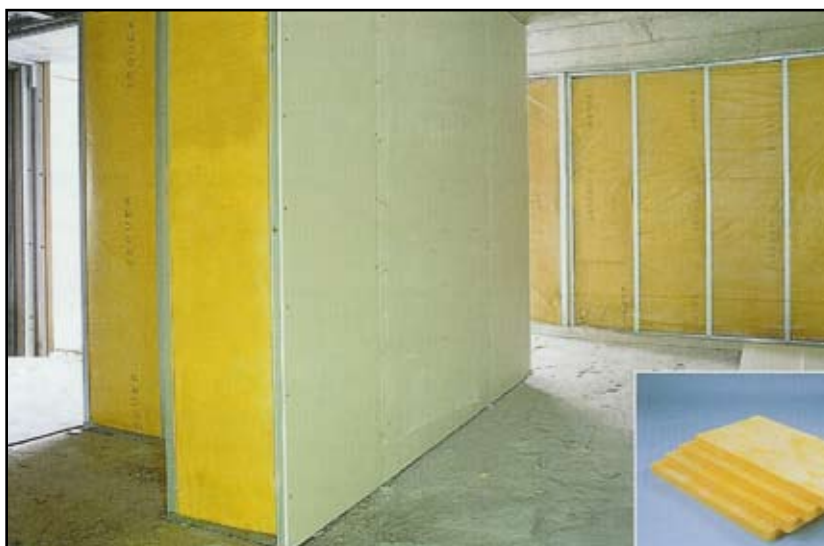


Foto Isover

## 2.6 Voegmateriaal en afwerksystemen

### De kunst van het afvoegen

Hij die het afvoegen beheerst, beheerst de afbouw met gipsplaten.

Vakmanschap is meesterschap en dat geldt zeker voor de afvoeger.

Het afvoegwerk is het visitekaartje van de afbouwer; elke oneffenheid in wand of plafond, die met het blote oog wordt waargenomen, zal direct worden bekritiseerd.

Er dient voor en tijdens de werkzaamheden rekening te worden gehouden met:

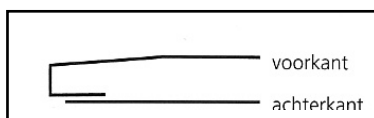
- de relatieve luchtvochtigheid: moet tussen de 40% en 80% liggen;
- de temperatuur moet boven 5°C zijn;
- het wind- en waterdicht zijn van het gebouw;
- het feit dat alle extra vochtinbrengende werkzaamheden dienen te zijn uitgevoerd;
- dat het snel en extreem opwarmen van de ruimtes moet worden vermeden.

Hieruit volgt dat de voegwerkzaamheden zo laat mogelijk in het afbouwproces moeten worden uitgevoerd. Indien aan bovenstaande voorwaarden niet is voldaan, is een correcte en goede voegafwerking niet mogelijk. Later optredende oneffenheden of zelfs scheurvorming kan dan niet worden uitgesloten. Toch is het de bedoeling dat de voegen na de bewerking en de afwerking niet meer zichtbaar zijn en dat het oppervlak van wand en plafond daardoor vlak en strak overkomt en aan de vooraf gestelde eisen wat betreft vlakheid voldoet. De eisen zijn vastgelegd in een door het Bedrijfschap Afbouw opgesteld document over afwerkingsniveaus, ingedeeld in de klassen A t/m F, waarbij A het hoogste niveau is.

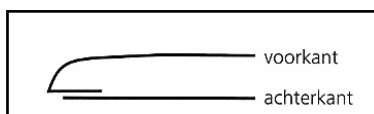
Zie tabel Afwerkingsniveaus.

### Kantuitvoering

Een goed resultaat hangt mede af van de kantuitvoering van de plaat. In principe zijn twee kantuitvoeringen geschikt:



het type AK, afgeschuinde kant



het type HRAK, halfronde afgeschuinde kant

Het type HRAK wordt in Nederland nauwelijks toegepast.





**Tabel Afwerkingsniveaus van in het werk af te werken gipskarton- en gipsvezelplaten op wanden en plafonds.**  
Bron Bedrijfschap Afbouw

Niveau	A	B	C	D	E	F	
Afwerkingsniveau:	Glad oppervlak voor hoge visuele eisen	Glad oppervlak voor normale visuele eisen	Egaal oppervlak	Egaal oppervlak	Afgevoegd oppervlak	Niet afgevoegd oppervlak	
Bewerkingseisen van oppervlak en voegen:	Voegen gevuld en oppervlak volledig gefilmd. Vrij van bewerkingsgroeven, holle voegen en oneffenheden	Voegen gevuld, gefinisht en geschuurd. Vrij van bewerkingsgroeven, holle voegen en oneffenheden	Voegen gevuld en gefinisht. Oneffenheden en bewerkingsgroeven $\leq 1$ mm zijn toegestaan	Voegen gevuld. Oneffenheden en bewerkingsgroeven $\leq 1$ mm zijn toegestaan	Voegen gevuld	nvt	
Toepassingsgebied:	Geschikt voor hoog- en zijdeglanzende verfsystemen en dun (vinyl)behang	Geschikt voor gematteerde verfsystemen of dunne en lichtgekleurde afwerkingen van behang, textiel en fijn gestructureerde afwerking, zoals (spuit)pleisters met korrelgrootte $\leq 1$ mm	Geschikt voor zwaar vinylbehang of middelgrof gestructureerde afwerking zoals glasvezelvlies met grove structuur en (spuit) pleisters met een korrelgrootte van 1 t/m 3 mm	Geschikt voor grof gestructureerde afwerking zoals (spuit)pleisters met korrelgrootte $> 3$ mm, stucwerk en bouwbehang	Uitsluitend geschikt voor functionele toepassing	Geschikt voor tegelwerk, betimmeringen, stucwerk, tijdelijke constructies e.d.	
Vlakheidstoleranties in mm bij een onderlinge afstand tussen de meetpunten van:	0,4 m	< 1	< 1	< 1,5	< 2	nvt	nvt
	1 m	1,5	2	4	5	5	5
	2 m	2	3	4	6	6	6
Vlakheidstoleranties van een hoek in mm bij een onderlinge afstand tussen de meetpunten van:	0,4 m	2	3	4	4	4	4

### Toelichting

Niveau A: Hoogste kwaliteit en daarbij de meest effectieve methode voor een gelijkmatig oppervlak.

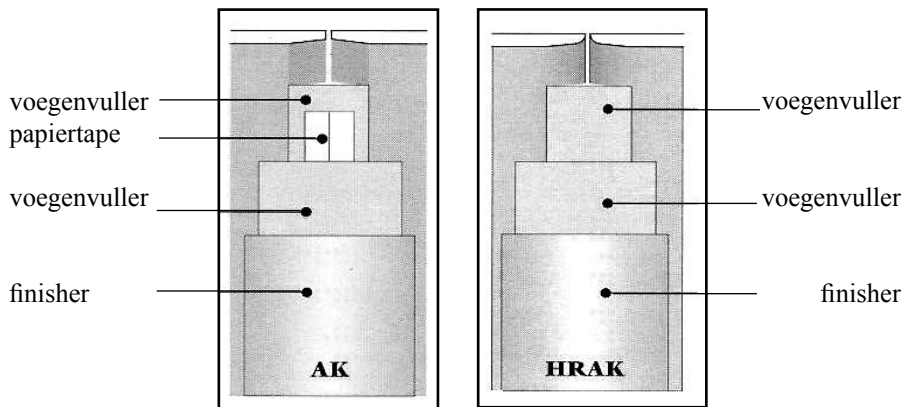
De kans op aftekenen van voegen en het doorschijnen van bevestigingsmiddelen wordt door de filmlaag geminimaliseerd, zichtbare oneffenheden kleiner dan 1 mm zijn bij strijklicht niet te vermijden.

Niveau B: Normale kwaliteit, waarbij de kans op aftekening van de voegen en het doorschijnen van bevestigingsmiddelen aanwezig is.

Visuele beoordeling: Tijdens de beoordeling mag het te controleren oppervlak niet door strijklicht, afkomstig van direct zon- en of kunstlicht, worden aangelicht.

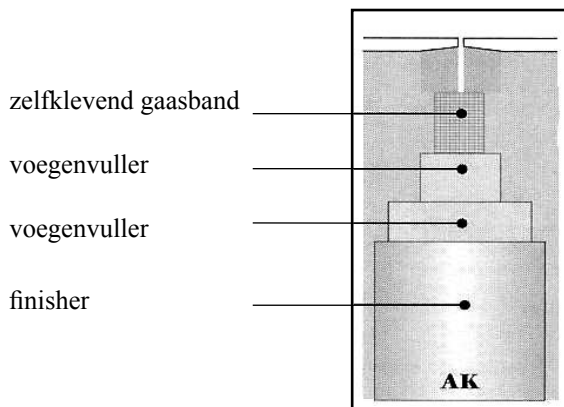
Proefvlak: Bij niveau A en B is het raadzaam vooraf een proefvlak te benoemen als referentie voor het overeengekomen resultaat.

**Afvoegsystemen**



Naadafwerking met wapeningstape:  
papier- of glasvliestape

Naadafwerking zonder wapeningstape



Naadafwerking met zelfklevend wapeningstape

**Voeg- en afwerkingsmaterialen**

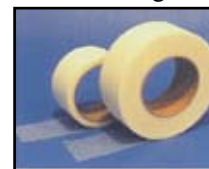
- Wapeningstapes
- Voegenvullers
- Finishers
- Pleisters

**Wapeningstapes**

- Papiertape, 50 mm breed, geperforeerd en gevouwen. De zijken zijn enigszins afgeslepen voor een geleidelijke overgang op het plaatoppervlak. Op rol, in lengtes van 25, 75 en 150 meter.
- Glasvliestape, 50 mm breed, geperforeerd. Wordt in Nederland weinig toegepast. Op rol, in lengtes van 25 meter.
- Zelfklevend gaasband, 50 mm breed. Op rol, in lengtes van 20 en 90 meter.

Sommige fabrikanten leveren speciale tapes, zoals wit papiertape; toe te passen bij platen met wit karton en witte voegenvuller of zelfklevend papiertape. Papiertape is sterker dan gaasband. Het is dan ook aan te bevelen uitsluitend papiertape toe te passen.

Zelfklevend gaasband



Papiertape



Foto KnauF





## Voegenvullers en finishers

Elke fabrikant heeft zijn eigen voegenvullers. Toch kunnen voegenvullers in groepen worden ingedeeld. De Europese norm NEN-EN 13963 geeft hiervoor een werkbare indeling.

Omschrijving	Principe mechanisme van uitharden	
	Lucht drogend, poeder of pasta (ready mix) kunsthars gebonden	Setting, drogen door de chemische reactie en lucht. Alleen poeder op gipsbasis.
Voegenvuller	1A	1B
Finisher	2A	2B
Voegenvuller/finisher	3A	3B
Tapeloos voegenvuller	4A	4B

- Voegenvuller wordt direct op de gipskartonplaat aangebracht. Hierin wordt de wapeningstape ingebed. Geschikt voor AK-platen.
- Finisher wordt over de voegenvuller aangebracht in één of meer lagen en vormt het uiteindelijke oppervlak van de voeg.
- Voegenvuller/finisher geschikt voor zowel voegenvuller als finisher (2 in 1). Geschikt voor AK-platen.
- Tapeloos voegenvuller geschikt voor het vullen van voegen van HRAK-platen zonder wapeningstape. Wil men toch tape toepassen, dan geen zelfklevend tape gebruiken. Door de vorm van de kantuitvoering wordt de voeg bij toepassing van zelfklevend tape niet voldoende opgevuld.

De B-types worden nog ingedeeld naar "setting" tijd:

- kort, tussen 20 en 60 minuten;
- normaal, tussen 60 en 180 minuten;
- lang, meer dan 180 minuten.

De droogtijd van de A-types is afhankelijk van de luchtvochtigheid.

Voegenvullers en finishers die voldoen aan NEN-EN 13963 vallen in de klassen zoals genoemd in de tabel.

Fabrikanten kunnen speciale voegenvullers en finishers ontwikkelen voor speciale doeleinden en toepassingen.

### Pleisters

De hoogste vlakheidsklasse, klasse A, kan slechts bereikt worden door het gehele plaatoppervlak na het afvoegen van een dunne filmlaag te voorzien. De kans op het aftekenen van voegen en het doorschijnen van bevestigingsmiddelen is door de aangebrachte filmlaag geminimaliseerd.

### Wat is de juiste methode van afvoegen of hoe bereikt men het beste resultaat

Allereerst dient de klasse te worden vastgesteld waaraan de vlakheid van wand of plafond moet voldoen. Deze geeft de vlakheidstoleranties. Een tolerantie van 0 bestaat niet. De kleinst mogelijk bereikbare tolerantie is volgens de vlakheidstabel ca. 1 mm.

### Afvoegen met papiertape of glasvliestape

De AK-kant wordt vol en gelijk met het plaatoppervlak afgestreeken. Het papiertape wordt in de natte voegenvuller gedrukt en met een plamuurmes stevig gladgestreken. Luchtbellen worden zo door de perforaties in het papiertape naar buiten gedrukt.

Dit goed laten uitharden, alvorens de tweede laag voegenvuller wordt aangebracht. Dit is nodig, omdat door het verdampen van water altijd een zeker krimp zal optreden. Tussen de lagen mag licht geschuurd worden, maar dit is normaal gesproken niet nodig. Hangt ook af van het vakmanschap van de afvoeger.

Als ook de tweede laag volledig is uitgehard, kan de finisher worden aangebracht.

Na droging kan licht worden geschuurd om kleine oneffenheden te verwijderen. Het is niet de bedoeling dat de voeg glad moet worden geschuurd. Oppassen dat het karton van de gipskartonplaat niet wordt beschadigd.

### Afvoegen met zelfklevend gaasband

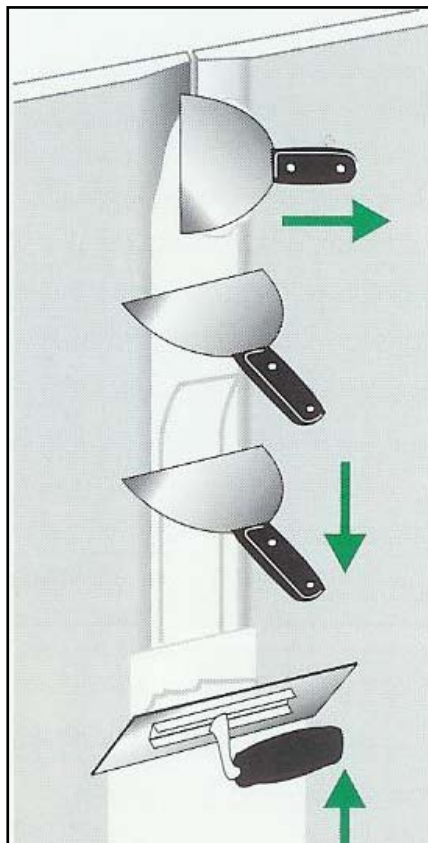
Het zelfklevende tape wordt op de naad geplakt. Daarna wordt de AK-kant vol en gelijk met het plaatoppervlak afgestreeken. Dit goed laten uitharden, alvorens de tweede laag voegenvuller wordt aangebracht. De volgende handelingen idem als met papiertape.

### Afvoegen zonder wapeningstape

De HRAK-kant met speciale voegenvuller vol en geheel vullen en gelijk met het plaatoppervlak afstrijken. Na het uitharden een tweede laag aanbrengen. Na het uitharden een finisher aanbrengen en licht schuren, zoals boven aangegeven.

Tegelijkertijd met het afvoegen worden de schroef- en spijkergaten gevuld met voegenvuller.

Als de afwerking bestaat uit behangen, is een finisher niet nodig. Wel is een primer nodig om later het behang te kunnen verwijderen zonder het karton te beschadigen. Ook is een primer, meestal dezelfde, nodig om verschil in absorptie tussen het gipskarton en de voegenvuller op te heffen. Dit zal de dekking van verfsystemen bevorderen.



Juiste manier van afvoegen: De eerste laag voegenvuller wordt dwars op de naad aangebracht om volledig opvullen te bewerkstelligen. Het afstrijken moet in één beweging gebeuren om onnodig aanzetten van het plamuurmes te voorkomen. Dit geldt ook bij het inbedden van het tape en de finishlaag.

### **Voegenvullers op gipsbasis**

Het aanmaken van voegenvullers dient te geschieden volgens voorschriften van de fabrikant.

Er dient altijd voor gezorgd te worden dat gewerkt wordt met schoon water en schoon gereedschap.

Achtergebleven gipsresten zullen het verhardingsproces versnellen, hetgeen niet gewenst is.

Ook is het niet verstandig te experimenteren met versnellers of vertragers. Dit kan onnodige scheurvorming of slechte hechting tot gevolg hebben.

Door de fabrikanten worden de formules voor de producten uiterst zorgvuldig samengesteld, zodat de afnemer datgene krijgt wat hij verwacht.

Het poeder wordt in schoon water gestrooid; enkele minuten laten bezinken; daarna met een elektrische mixer goed roeren tot een klontvrije massa.

Geen poeder meer toevoegen, aangezien dit klontvorming tot gevolg kan hebben. Beter is het de eerste keer ruim poeder toe te voegen, wat eventueel met water wordt verdund tot de juiste dikte.

De juiste smeugheid en dikte hangen af van de toepassing en dat is vaak een kwestie van gevoel. Ook hier geldt vakmanschap is meesterschap. De voegenvuller mag in ieder geval niet uitzakken, dus niet te dun zijn.

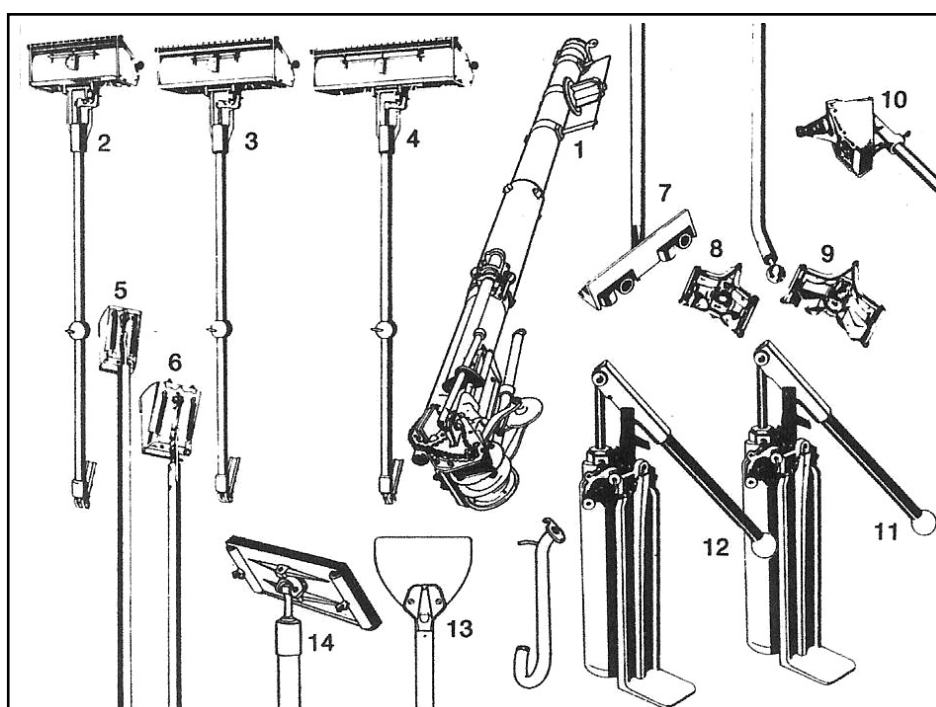
Voegenvullers op gipsbasis harden dus uit door een chemische reactie. Voegenvullers waarvan het verhardingsproces in de emmer of kuip begint, kunnen niet meer worden verdund door water toe te voegen en kunnen niet meer worden gebruikt. Het is dus belangrijk niet meer voegenvuller aan te maken dan binnen de gegeven verwerkingstijd in één keer kan worden verwerkt.

Kunsthars gebonden voegenvullers zijn niet gevoelig voor verwerkingstijd en verharderen niet in de emmer.

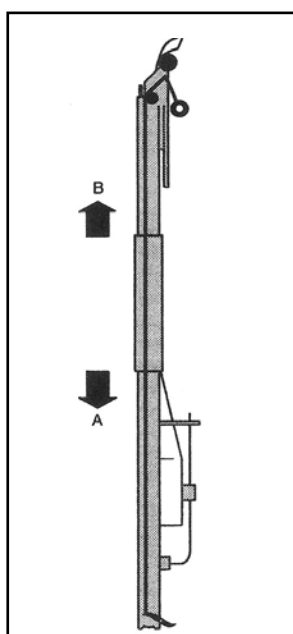
In plaats van met de hand, kan ook machinaal worden afgevoegd.  
Hiervoor bestaan complete machines.

### Machinaal afvoegen

Een complete set gereedschap bestaat uit:



1. bazooka
2. 7" uitstrijkbak
3. 10" uitstrijkbak
4. 12" uitstrijkbak
5. 2" uitstrijkbak voor schroefkoppen
6. 3" uitstrijkbak voor schroefkoppen
7. hoekroller
8. 2" uitstrijker met steel
9. 3" uitstrijker met steel
10. hoekuitstrijkbak met steel
11. pomp met zwanenhals
12. pomp
13. plamuurmes
14. schuurblok met steel



#### Bazooka

- A Het papiertape wordt doorgesneden  
B Nieuw papiertape wordt aangevoerd

De voegmachine, de bazooka, bestaat uit een buis waarin de voegenvuller wordt gepompt. De gebruikte voegenvullers zijn niet op basis van gips, maar kunsthars gebonden. Gips zou verhard in de buis. Aan het eind van de buis bevindt zich een houder voor de taperol. De machine trekt zelf de tape over de kop van de machine, waarop gelijktijdig de juiste hoeveelheid voegenvuller wordt aangebracht.

In de kop bevindt zich een mes dat bij gebruik van het grote handvat in het midden van de bazooka, tussen A en B, het tape doorsnijdt.

Het hoekwielje onder de kop van de machine kan met behulp van een handvat onderaan de machine worden uitgeschoven, waardoor het papiertape, bij het aanbrengen in een inwendige hoek, wordt gevouwen.

De uitstrijkbakken worden toegepast voor de volgende lagen.

Ook voor in de hoeken heeft de set onderdelen: 7 t/m 10.

Hierbij worden 8 of 9 op 10 geschoven. Bak 10 wordt gevuld met voegenvuller.



Bazooka,  
aanbrengen  
tape en voegen-  
vuller



Afstrijken tape



Uitstrijkbak,  
aanbrengen volgende  
lagen



Hoekroller,  
verwijderen  
overtollige  
voegenvuller

## 2.7 Bevestigingsmiddelen: Schroeven, draadnagels, nieten en pluggen

Het speciale karton is de wapening van de gipskartonplaat, dit mag dus niet worden beschadigd.

Gipskartonplaten en schroeven zijn op elkaar afgestemd. De trompetvormige kruiskop zorgt ervoor dat het karton niet wordt doorgesneden, maar naar binnen wordt gedrukt.

Het beste resultaat wordt dan ook verkregen door te schroeven.

De schroeven worden 0,5 mm verzonken ten opzichte van het plaatoppervlak.

Zo kunnen ook de schroefkoppen onzichtbaar worden weggewerkt.

De schroeven zijn zelftappend, voorboren is dus niet nodig.

De spoed en de punt zijn afgestemd op het materiaal waarop de platen worden geschroefd:

metaal of hout. Voor staal met een dikte tot 0,9 mm heeft de schroef een naaldpunt.

Voor staal met een grotere dikte tot 2,0 mm is een boorpunt noodzakelijk.

Ook het schroefdraad is verschillend voor het schroeven in staal of hout. Voor hout gebruikt men schroeven met een grovere spoed.

Bij de juiste manier van schroeven met voldoende toerental, minimaal 4000 t/minuut, vormt zich een kraag aan de achterkant van het profiel wat een stevige bevestiging garandeert.

Het is belangrijk tijdens het schroeven de plaat stevig tegen de onderconstructie te drukken. Gebeurt dit niet dan vormt zich de kraag of braam tussen het profiel en de plaat en zit de plaat los. Dit kan oneffenheden in wand of plafond tot gevolg hebben.

Indringsdiepte schroeven:

- in hout, dikte beplating met een minimum van 20 mm;
- in staal, minimaal 10 mm.

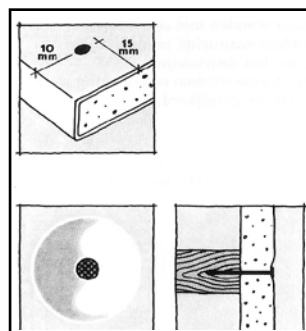
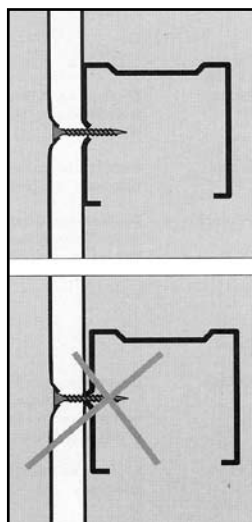
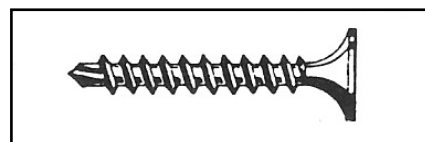
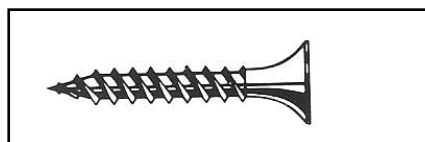
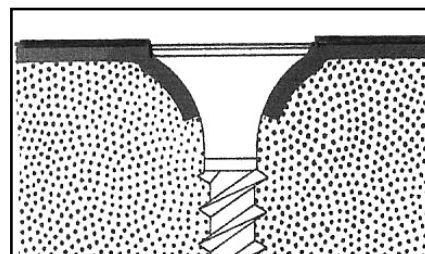
Ook draadnagels worden zodanig bevestigd dat er een indrukking in de plaat ontstaat, die weer kan worden weggewerkt met voegenvuller.

De plaats van de schroef of draadnagel tot de rand van de plaat is zeer kritisch.

De minimale afstand tot de karton ommantelde kant is: 10 mm.

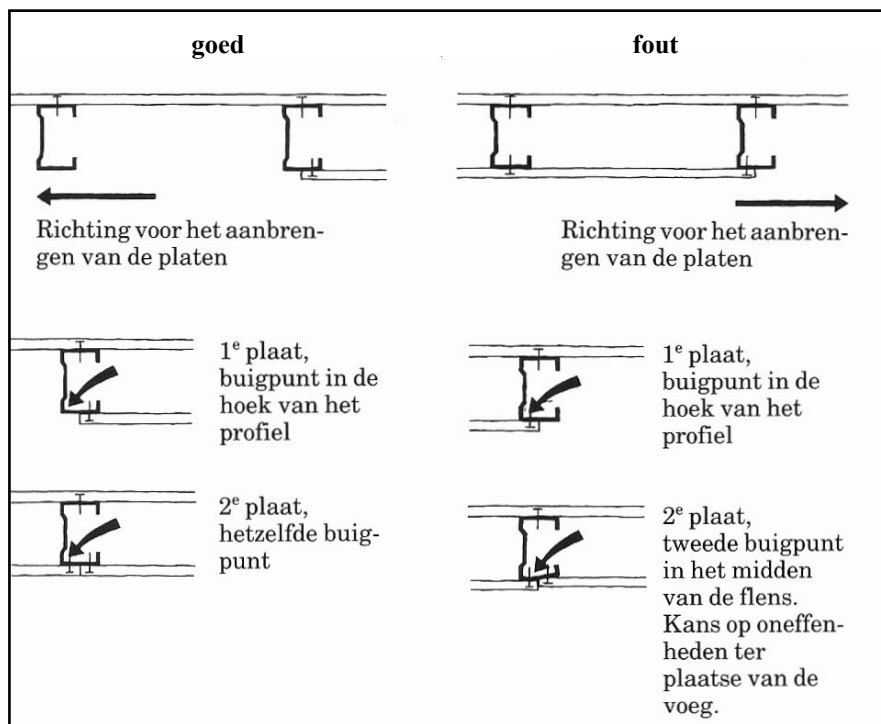
De minimale afstand tot de gesneden kant: 15 mm.

Draadnagel zodanig inslaan dat deuk in karton ontstaat zonder het karton te beschadigen.



Afgezien van het schroeven, de juiste soort en types is ook de volgorde van aanbrengen van de platen belangrijk voor het bouwen van vlakke wanden.

Onderstaand wordt de juiste en verkeerde montagerichting aangegeven



### Europese norm

Momenteel wordt nog gewerkt aan een Europese norm voor bevestigingsmiddelen: De NEN-EN 14566. Deze is nog niet definitief. Meestal wordt nog de DIN 18182 aangehouden.





Alle bevestigingsmiddelen dienen tegen corrosie te zijn beschermd. De Europese norm geeft hiervoor klassen. Meestal zijn de schroeven verzinkt of gefosfateerd. De DIN 18182 stelt als eis 48 uur.

### Klassen voor bescherming tegen corrosie, getest volgens ISO 9227

Classificatie	Testduur in uren	Criterium
Klasse 24	24	geen zichtbare corrosievorming
Klasse 48	48	geen zichtbare corrosievorming
Klasse 96	96	geen zichtbare corrosievorming

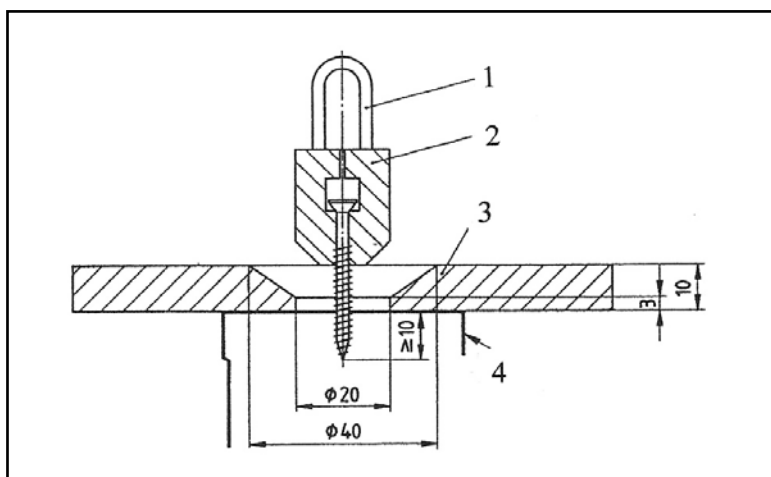


Tabel meest voorkomende gipskartonplaatschroeven, bron Egetra

gipskartonplaatschroef	vorm	afmetingen	toepassing
	trompetkop, naaldpunt	dikte    lengte 3,5    25 3,5    35 3,5    45 3,5    55 4,2    70	bevestiging gipskartonplaten op lichte metalen profielen (0,5-0,9 mm)
	trompetkop, boorpunt	3,5    25 3,5    35 3,5    45 3,5    55	bevestiging gipskartonplaten op dikkere metalen profielen (0,9-2,0 mm)
	trompetkop, naaldpunt, grof schroefdraad	3,9    25 3,9    35 3,9    45 3,9    55 4,2    70	bevestiging gipskartonplaten op houten stijlen en regels
	speciale trompetkop met rand, naaldpunt	3,9    25 3,9    35 3,9    45	bevestiging van extra harde gipskartonplaten op lichte, metalen profielen

Voor het bepalen van de uit- en doortrekkracht geeft de norm een tweetal testen.

**Test voor het bepalen van de uittrekkraft volgens NEN-EN 14566 / DIN 18182**

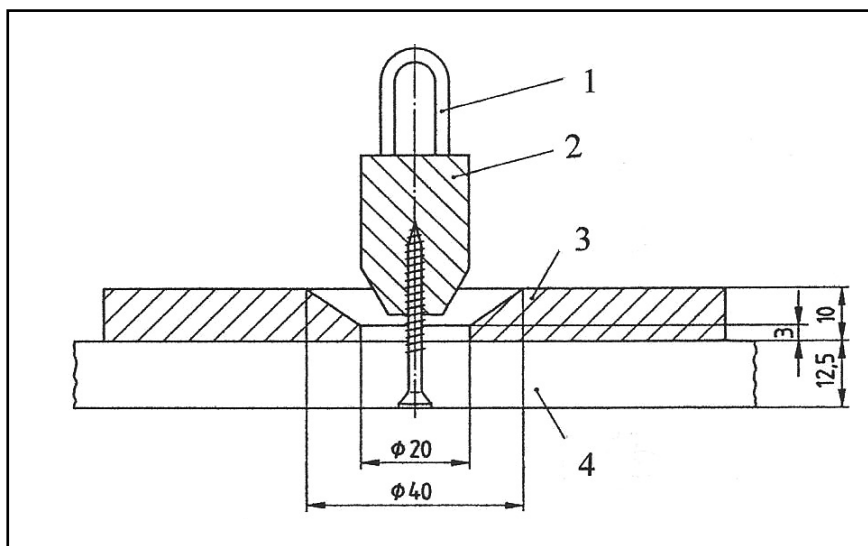


- 1 trekoog
- 2 inklemtoestel
- 3 ondersteuningsplaat
- 4 proefstuk, hout of staal

Bij staal schroef minimaal 10 mm inschroeven, bij hout 20 mm.

Eis: minimaal 450 N uittrekkraft voor zowel hout als staal getest volgens de norm. Voor draadnagels geldt 200 N en voor nieten 100 N, uiteraard uit hout. Ook hieruit blijkt een duidelijke voorkeur voor het schroeven.

**Test voor het bepalen van de kopdoortrekkraft volgens NEN-EN 14566/DIN 18182**

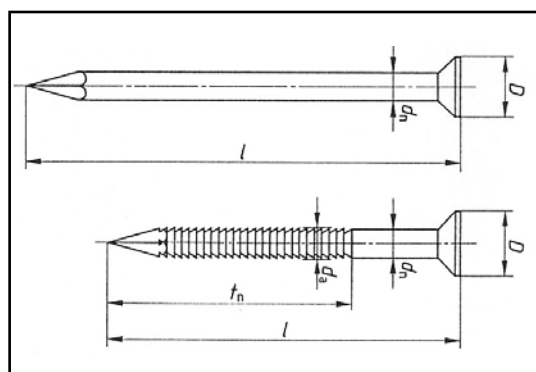


- 1 trekoog
- 2 inklemtoestel
- 3 ondersteuningsplaat
- 4 proefstuk 12,5 mm gips-kartonplaat

Eis: een minimale kopdoortrekkraft van 450 N getest volgens de norm.

**Draadnagels**

Typen : Gebruikelijk zijn nagels met een holle kop, de schacht is glad of gerild.  
De nagel is tegen corrosie beschermd, vaak zijn ze verzinkt. Hiervan moet de laagdikte minstens minimaal 35 g/m<sup>2</sup> of 5 µm zijn volgens DIN 18182.



Schacht glad G

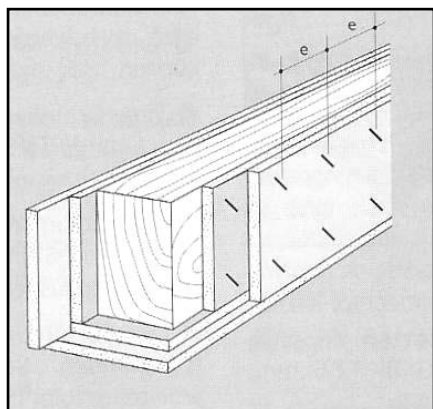
Schacht gerild R

Lengte gerilde schacht  $t_n > 8 \times d_n$ . Diameter  $d_a > d_n$ .

De kop moet zodanig van vorm zijn dat het karton niet wordt beschadigd.

**Tabel afmetingen gipskartonplaatnagels**

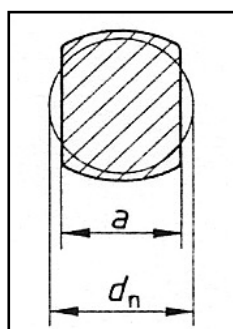
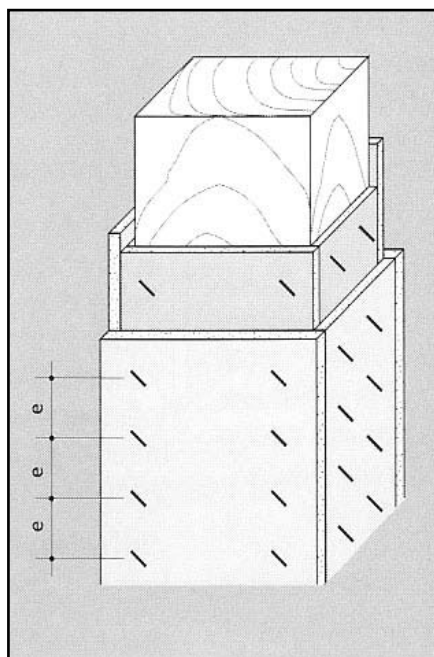
Schachtdiameter $d_n : + \text{ of } - 0,1$	Schachtvorm	Diameter kop	Lengte nagel $l : + 3 - 0$
2,2	R	5,0	28-50
	G		37-50
2,5	R	5,5	30-70
	G		40-70
2,8	R	6,0	41-70
	G		52-70


**Nieten**

Alhoewel het nieten voor gipskartonplaten niet wordt aanbevolen, zijn er toepassingen waar goed kan worden geniet, met name daar waar de plaat volledig op een houten ondergrond wordt aangebracht.

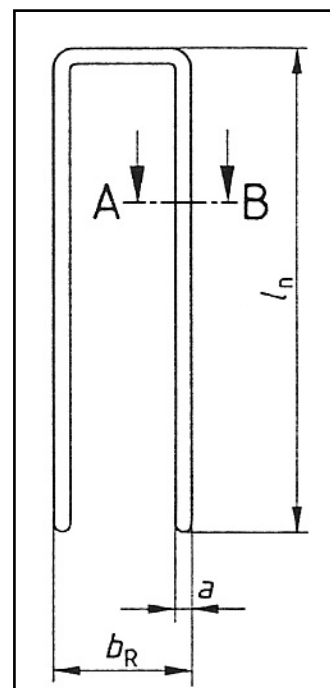
Bijvoorbeeld het bekleden van houten balken en kolommen .

Indringdiepte in hout  
15 x draaddiameter met  
een minimum van 25 mm



Doorsnede A-B

$a = \text{uitgewalst staal} = < d_n$



Tabel afmetingen nieten NEN-EN 14566/DIN 18182

Type	draaddiameter <i>d<sub>n</sub></i>	rugbreedte <i>b<sub>r</sub></i>	Lengte <i>l<sub>n</sub></i> : + 2 - 0
A	1,0-1,3	5,0-8,4	29-32
B	1,0-1,3	8,5-11,5	29-40
C	1,31-1,49	9,0-12,0	35-40
D	1,5-1,6	9,0-12,0	37-65

De nieten moeten tegen corrosie zijn beschermd. Bijvoorbeeld verzinkt met een laagdikte van minimaal 21 g/m<sup>2</sup>. Of een dikte van 3 µm.

### Bevestigen en ophangen van voorwerpen aan gipskartonplaten

De meeste voorwerpen kunnen direct aan gipskartonplaten, met een minimum dikte van 12,5 mm, worden bevestigd door middel van gipskartonplaatspijkers of -schroeven en speciale pluggen. Zware voorwerpen of voorwerpen die aan een dynamische belasting worden blootgesteld moeten worden bevestigd met achterhout of speciale constructies die in de wand worden opgenomen.



Schilderijhaak met één nagel, maximale belasting 5 kg

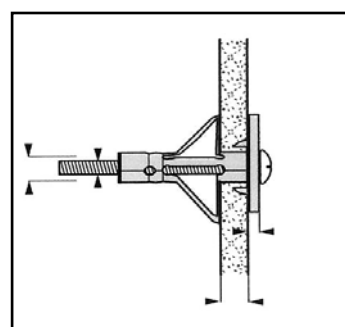
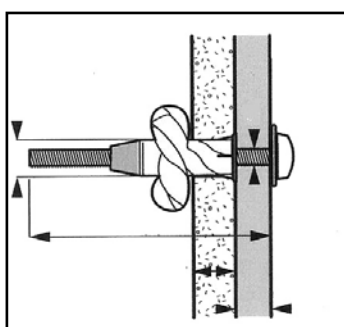
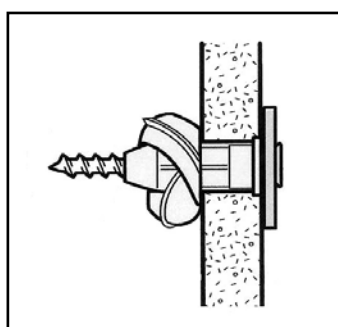
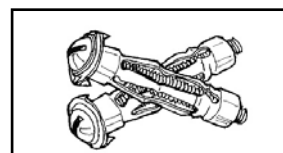
Schilderijhaak met twee nagels, maximale belasting 10 kg

Schilderijhaak met drie nagels, maximale belasting 15 kg



Er zijn vele soorten goede spreidpluggen te verkrijgen, deze vormen een knoop aan de achterkant van de gipskartonplaat. De meeste zijn van kunststof, enkele van metaal.

Hieronder volgen enkele voorbeelden met montage instructie. Bron Expandet.



Type A  
Maximale belasting  
afhankelijk van plaatdikte  
en plugtype 10-30 kg

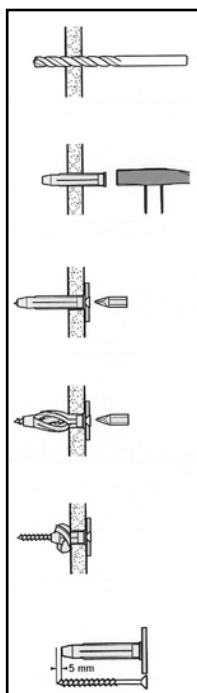
Type B  
Maximale belasting  
afhankelijk van plaatdikte  
en plugtype 20-70 kg

Type C  
Maximale belasting  
afhankelijk van plaatdikte  
en plugtype 15-30 kg

### Type A



Kunststof, meerdere schroefsoorten mogelijk



Boor een gat in de gipskartonplaat.

Sla de plug voorzichtig in de plaat.

Kies een juiste schroefdikte, zoals voorgeschreven door de fabrikant.

Tijdens het aandraaien van de schroef vormt zich een knoop.

De schroef is aangedraaid en het voorwerp bevestigd.

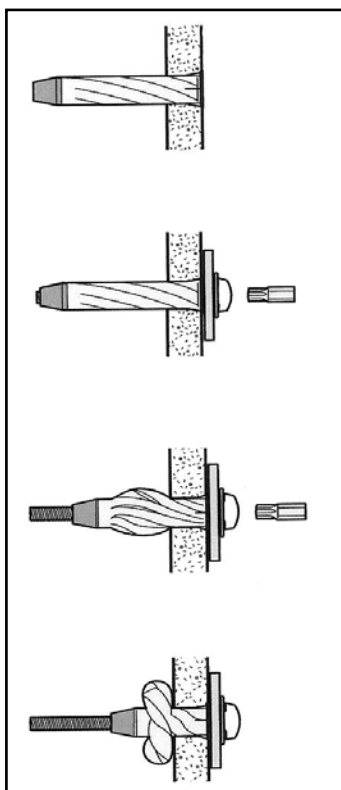
De schroef moet 5 mm langer dan de plug zijn.



type B



Kunststofpluggen met bijbehorende schroef. Ook met haak of oog.



Boor een 10 mm dik gat in de plaat en plaats de plug.

Duw de schroef in de plug en draai hem aan.

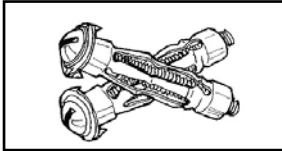
Tijdens het aandraaien krult de plug op.

Er vormt zich een stevige knoop, de schroef kan uitgedraaid worden en het voorwerp wordt bevestigd.

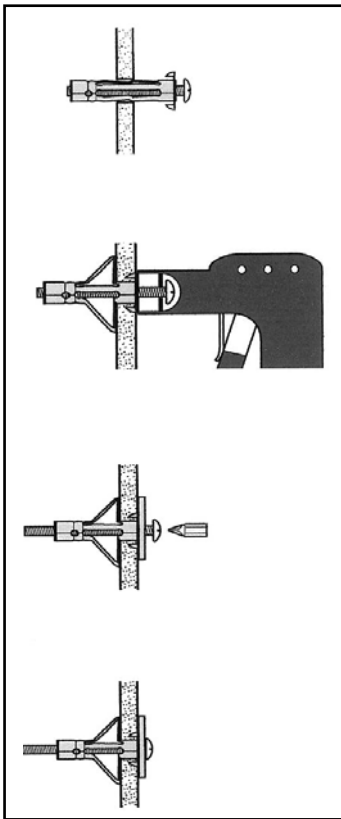




type C



Metaal met bijbehorende schroef en bevestigingstang.



Boor een gat in de plaat en plaats de plug.

Met een speciale tang wordt de plug aangetrokken.

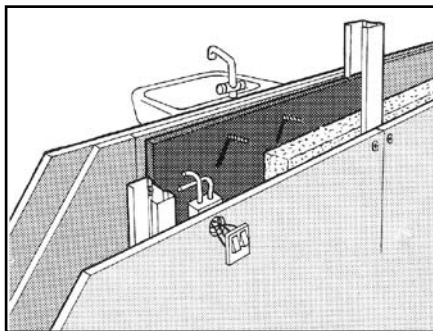
Plaats het te bevestigen voorwerp en draai de schroef aan.

Plug en voorwerp zitten vast.

Voor alle typen geldt: Volg de voorschriften van de fabrikant.

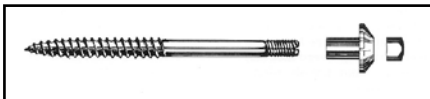


Voor het bevestigen van zware voorwerpen dient achterhout te worden toegepast, opgenomen in het staalskelet.

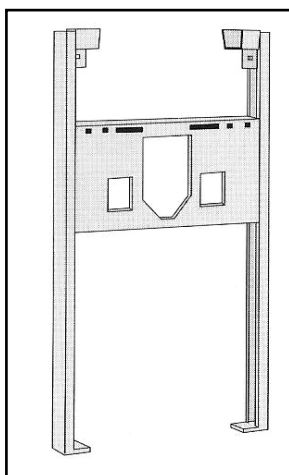


Bijvoorbeeld:

Ophangen van een wasbak ( kans op dynamische belasting) met een 18 mm multiplexplaat van 300 mm hoog en stokschroeven. Stokschroeven hebben twee soorten schroefdraad: houtschroefdraad aan de ene kant en aan de andere kant schroefdraad voor moeren.



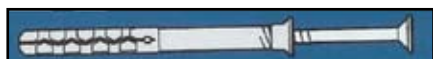
Met de stokschroeven wordt de wasbak aan de wand bevestigd. De gipskartonplaten worden eveneens aan de multiplexplaat geschroefd h.o.h. 200 mm.



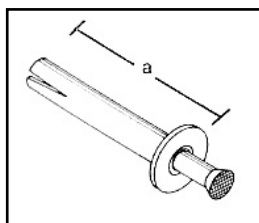
Een andere mogelijkheid voor het ophangen van wasbakken en toiletten aan gipskartonplatenwanden zijn kant en klare standaards, die in het frame kunnen worden opgenomen.



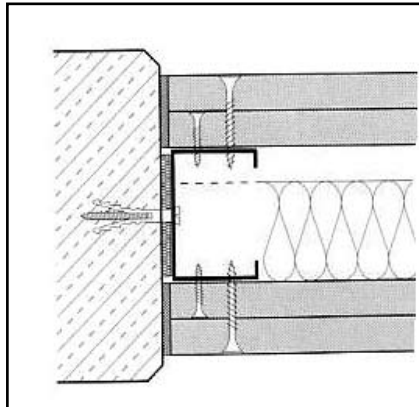
Voor het bevestigen van de profielen aan betonvloeren en -kolommen worden slagpluggen toegepast. De pluggen zijn in diverse lengten te verkrijgen.



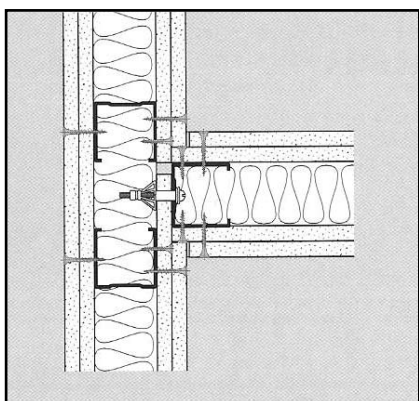
Kunststof slagplug.



Metalen slagplug, toe te passen bij brandeisen.



Toepassing slagplug bij betonkolom.



Toepassing spreidplug.

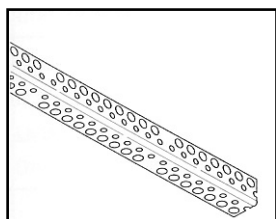
*Afbeeldingen Lafarge.*

## 2.8 Beschermingsprofielen, wandbeëindigingen, bijzondere profielen en afdichtingsband.

Er komen steeds meer profielen beschikbaar die de afbouw met gipskartonplaten op een hoger niveau brengen. Afgezien van de bekende hoekbeschermers zijn er de zogenaamde Designprofielen. Hiermee kunnen strakke schaduw -en lichtkanten, rechte hoeken en fraaie rondingen worden gecreëerd.

### Hoekbeschermers.

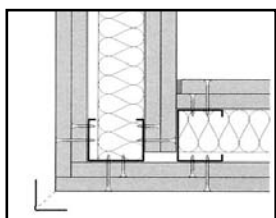
Ter bescherming van het beschadigen van buitenhoeken. In hoofdzaak twee types :



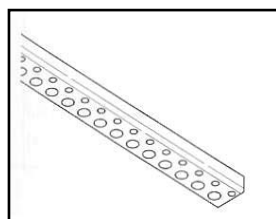
als aluminium/gegalvaniseerde stalen L - profiel  
afmeting 25x25 mm,  
lengtes: 2500, 3000mm



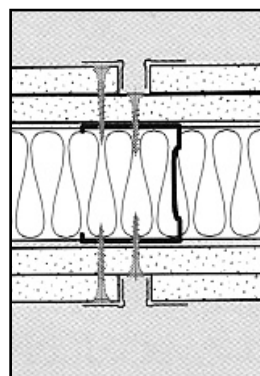
of op rol, papirtape waarop twee gegalvaniseerde metalen strips zijn gelijmd. Ook wel flexcorner genoemd.  
breedte: circa 50mm, lengte circa 30 meter.



Ter bescherming van kanten of voor een strakke afwerking, bijvoorbeeld bij dilatatie of andere plaatbeëindigingen.



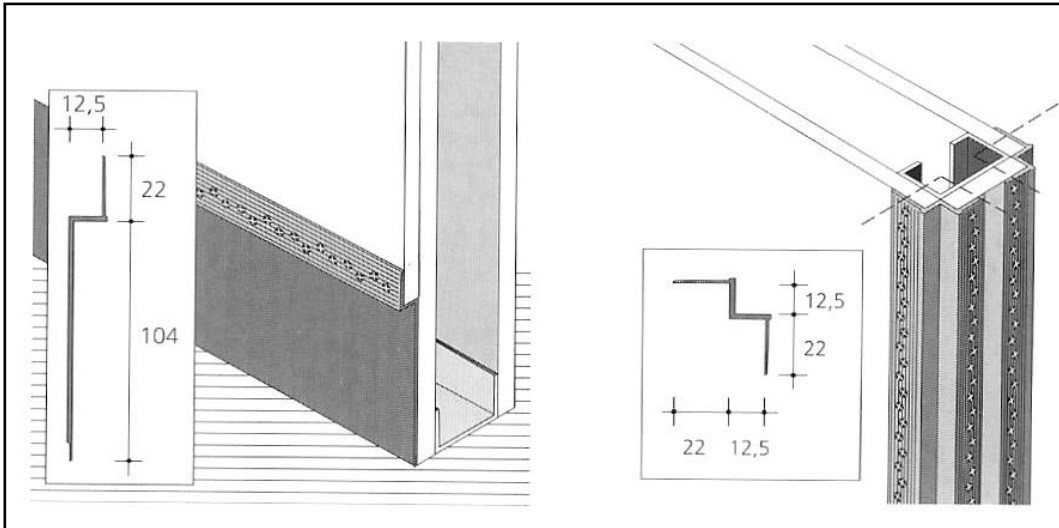
Aluminium/gegalvaniseerde stalen L- profiel  
afmeting 25x12,5mm,  
lengtes: 2500,2750mm



*afbeeldingen Lafarge*

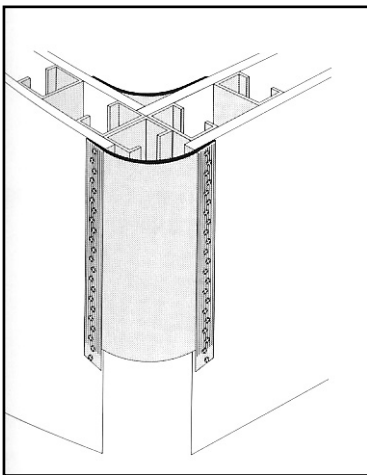


**Designprofielen voor een strakke en fraaie afwerking**

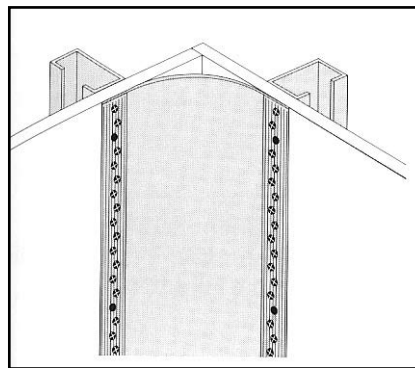


strakke plintafwerking

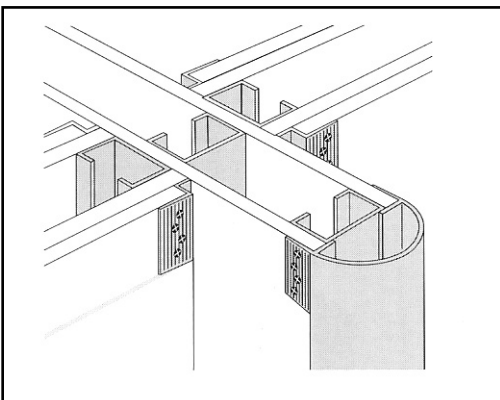
strakke hoekbeëindiging



fraaie ronde buitenhoekafwerking



fraaie ronde binnenhoekafwerking

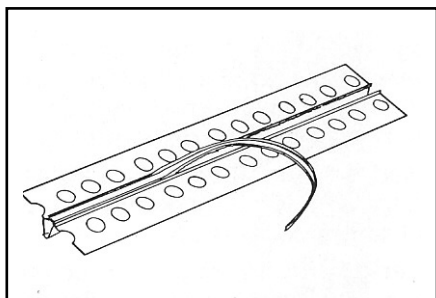


fraaie ronde hoekbeëindiging

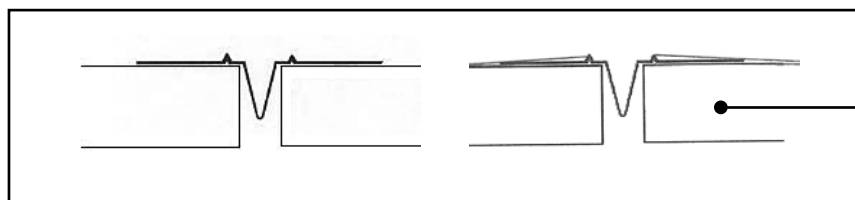


### Dilatatievoeg profielen

Voor het afwerken van dilatatievoegen zijn diverse soorten profielen te verkrijgen.

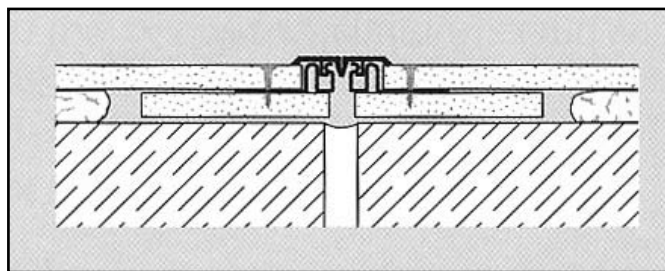
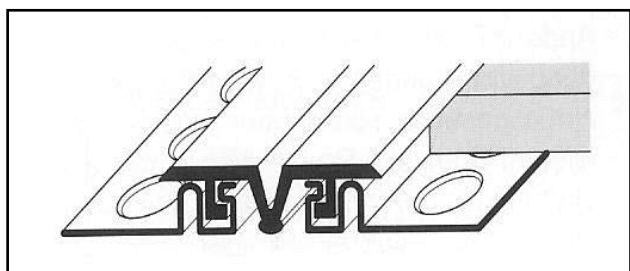


De beschermingsstrip dient na het afvoegen te worden verwijderd.



Gipskartonplaat

De strip wordt vlak met de plaat afgevoegd.

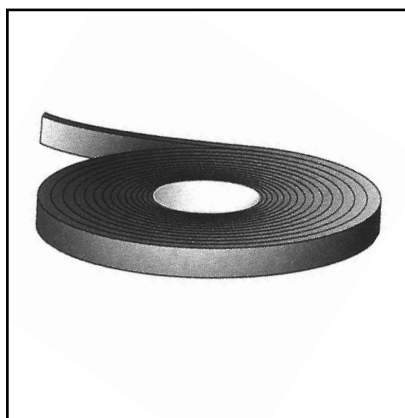


Een ander voorbeeld van een dilatatievoeg profiel.





### Akoestisch band

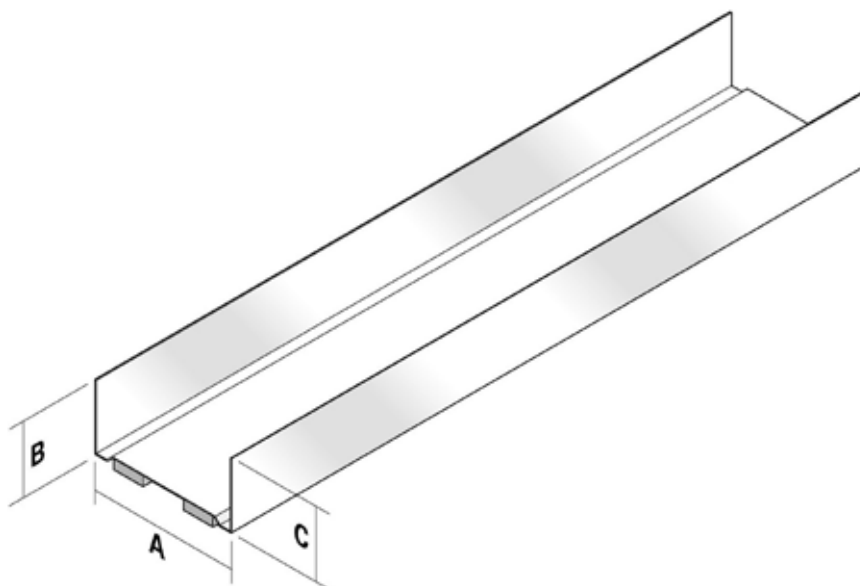


PE- polyethyleenband met gesloten celstructuur aan één zijde zelfklevend.

Bij smalle profielen tot 50 mm één brede strook, boven 50 mm twee smalle stroken toepassen.

De stroken dienen zodanig te worden aangebracht dat er geen contact is tussen het profiel en de aanliggende bouwdeelen, bijvoorbeeld betonvloer of -kolom. Eventuele oneffenheden in vloer of plafond worden ook door het band vereffend, waardoor geluidsllekken worden voorkomen.

Er worden ook profielen geleverd waarop het akoestisch band al is aangebracht.



## 3. Bouwfysische aspecten

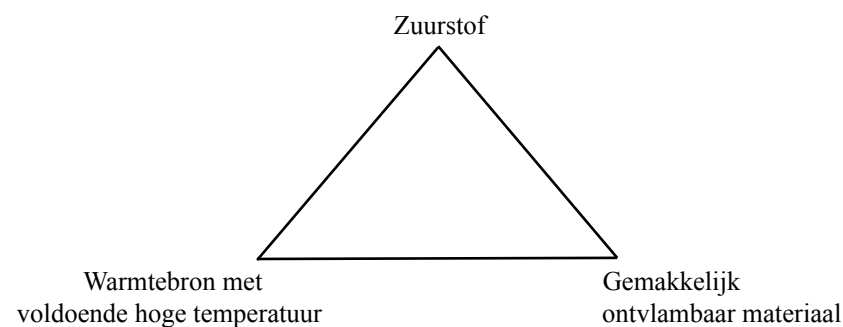
### 3.1 Brand

Alhoewel de droge afbouw met gipsproducten een grote bijdrage levert aan de brandveiligheid, kunnen branden niet worden voorkomen. Daarom worden er eisen aan constructies gesteld, waardoor de schade aanzienlijk kan worden beperkt en de veiligheid vergroot.

De genomen maatregelen dienen ter bescherming van leven en gezondheid. De eisen zijn daarop afgestemd.

Een brand is vuur dat niet gewenst is en kan ontstaan door een ongeluk of opzet. Meestal begint een vuur door het samengaan van een warmtebron en gemakkelijk ontvlambaar materiaal. De oorzaak hiervan is vaak een menselijke tekortkoming. Ook de natuur kan zorgen voor branden, bijvoorbeeld door blikseminslag. Bosbranden ontstaan door grote droogte, maar ook hier is de mens vaak de veroorzaker van brand.

De zogenaamde branddriehoek geeft de drie voorwaarden voor een brand, valt één van de voorwaarden weg dan stopt de brand.



Verbranding is het omgekeerde van plantengroei. Bij brand komt koolzuur, waterdamp, licht en warmte vrij.

Bomen groeien onder invloed van koolzuur, water, licht en warmte.

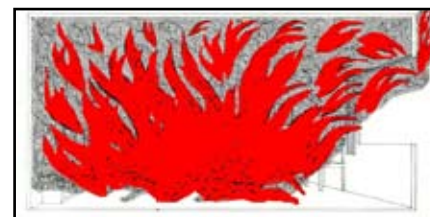
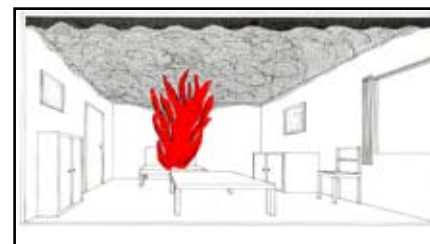
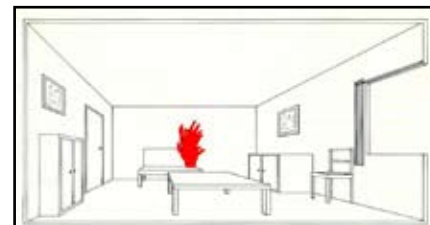
Wat door de zon aan energie in de plantenwereld wordt vastgelegd, komt bij verbranding vrij.

Om hout te laten ontbranden, moet het zo lang verwarmd worden dat er voldoende brandbare gassen vrijkomen om een explosiegrens te kunnen bereiken. Dit is een kwestie van het volume. Een spaander is eerder op temperatuur dan een massief stuk hout. Het exotherme karakter van de ontledingsreactie speelt hierbij een rol. Wanneer dit soort reacties optreden, komt warmte vrij. De temperatuurstijging die daarvan het gevolg is, hangt af van de warmtebalans. Hoeveel warmte wordt ontwikkeld, hoeveel wordt afgevoerd naar de omgeving. Hoe groter de afmetingen van het hout, des te minder de afvoer zal zijn.

Het komt er op neer dat een houtspaandertje dat bijvoorbeeld tot 190° C wordt verwarmd niet in brand zal vliegen, maar langzaam verkoold (denk aan een lucifer). Een houten balk van behoorlijke afmetingen zal als gevolg van een dergelijke verwarming wel in brand vliegen. Hetzelfde gebeurt met een paar grassprietjes en een hooiberg. Een hooiberg kan bij 30° C in brand vliegen, terwijl de paar sprietjes tot ver boven de 100° C kunnen verdragen.

Branden in een gebouw beginnen meestal in meubels of ander brandbare inventaris, zoals gordijnen en degelijke, als deze met een warmtebron in aanraking komen, waarbij brandbare gassen ontstaan. Zodra er hitte wordt ontwikkeld, zullen rook en giftige gassen vrijkomen die zich onder het plafond verzamelen. Zolang er voldoende zuurstof aanwezig is, kan de brand zich verder ontwikkelen. Als er geen zuurstof meer toegevoerd wordt, zal de brand doven.

Het is dus belangrijk deuren en ramen gesloten te houden. Helaas zal in veel gevallen de hitte zo groot zijn dat ruiten barsten en extra zuurstof wordt aangevoerd. Het hangt dan van de brandbare materialen af hoe lang een brand duurt.



De ontwikkeling van een brand in enkele minuten



Op het moment dat de vlammen het plafond raken is de brandbaarheid van het materiaal essentieel. Gipsproducten zijn onbrandbaar. Als de temperatuur door de brandbare materialen verder stijgt, zal er een moment zijn waarop alle andere brandbare materialen in de ruimte plotseling in brand vliegen. Dit noemt men de "flashover" een alles vernietigende vlamoverslag.

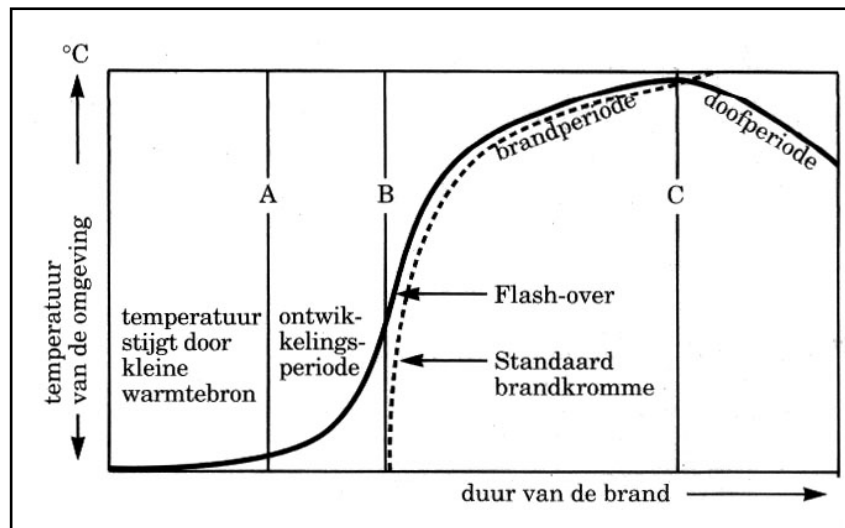
Zodra 80 % van de brandbare stoffen op zijn zal de temperatuur snel dalen en het vuur doven.

Zolang er zich brandbare gassen ontwikkelen, zal de hitte stijgen en kunnen temperaturen boven de 1000°C voorkomen. Op het moment dat de ruiten springen zal de hitte naar buiten gaan met de kans dat aangrenzende bouwdelen in brand vliegen, dit noemt men brandoverslag.

### De ontwikkeling van een brand

Door het stijgen van de temperatuur gaat een materiaal ontleden in gassen. Er is een temperatuur waarbij deze gassen plotseling vlam vatten (benedenste explosiegrens = flash-over).

De vier stadia van een brand



### De standaard brandkromme

Constructies worden getest volgens de genormaliseerde standaard brandkromme.

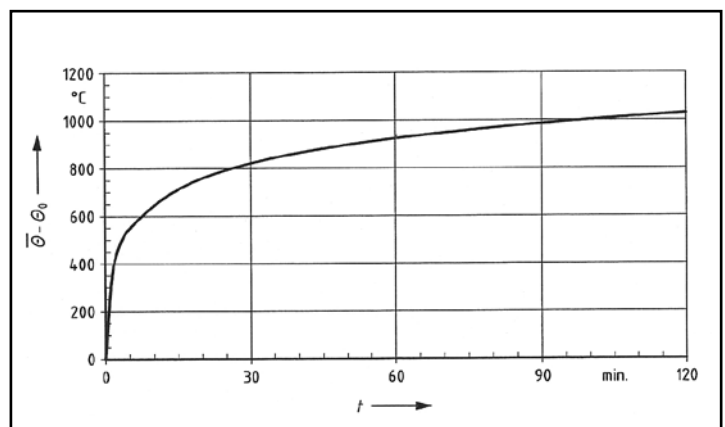
Het temperatuur-tijdverloop wordt uitgedrukt volgens:

$$\Theta - \Theta_0 = 345 \log(8t + 1)$$

waarin:

- $\Theta$  = De gemiddelde temperatuur in °C
- $\Theta_0$  = De getalwaarde van de aanvangstemperatuur, waarvoor 20° C moet worden aangehouden
- t = De getalwaarde van de tijd in minuten

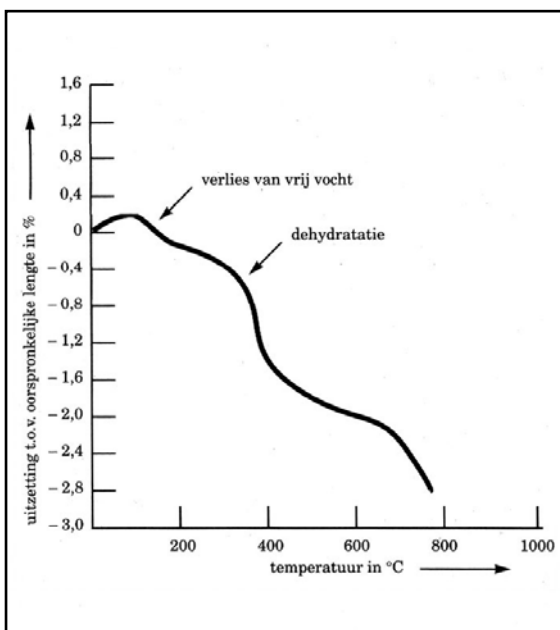
- voor t = 30 →  $\Theta - \Theta_0 = 820$  °C
- voor t = 60 →  $\Theta - \Theta_0 = 925$  °C
- voor t = 120 →  $\Theta - \Theta_0 = 1029$  °C



De brandproef begint bij de flash-over. Er is dus extra reserve in de ontstaantijd.

### Eigenschappen van gipsproducten

De bijdrage van gips en gipsproducten aan de brandveiligheid komt door hun gedrag bij hoge temperaturen. Bij verhitting verdampt het vrije water in het gips bij ongeveer 100°C, terwijl het kristalwater, dat 21% van de massa van  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  uitmaakt bij 150°C vrijkomt. Voordat de temperatuur de 250°C heeft bereikt, is de dehydratie beëindigd. Daarna blijft het materiaal stabiel tot ver boven de 1000°C.

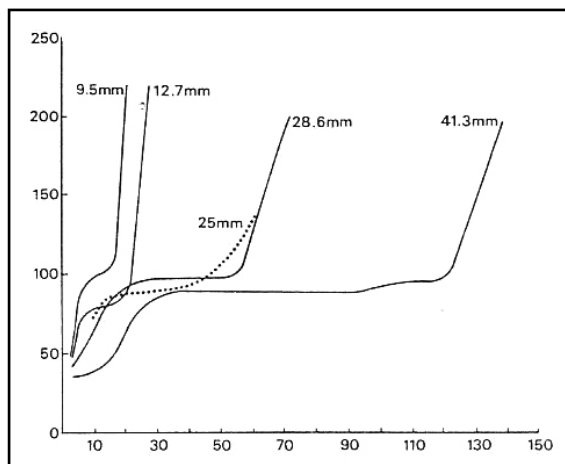


Gips zet uit tot ca. 100°C uit, waarna, afhankelijk van het vochtverlies en andere chemische veranderingen, krimpen optreedt. De afbeelding toont geringe veranderingen tussen 200°C en 250°C. Bij 450°C ontstaat een samentrekking waarna de verandering geringer wordt, om daarna meer en meer toe te nemen tot 800°C. Hier bedraagt de samentrekking bijna 3%. De gevolgen van het krimpen zien we door het ontstaan van scheuren.

Vaak worden toeslagstoffen aan de gipskern toegevoegd die de ruimtes, ontstaan door het verlies van water, opvullen. Hierdoor wordt scheurvorming verminderd.

### Thermische “beweging” in gips

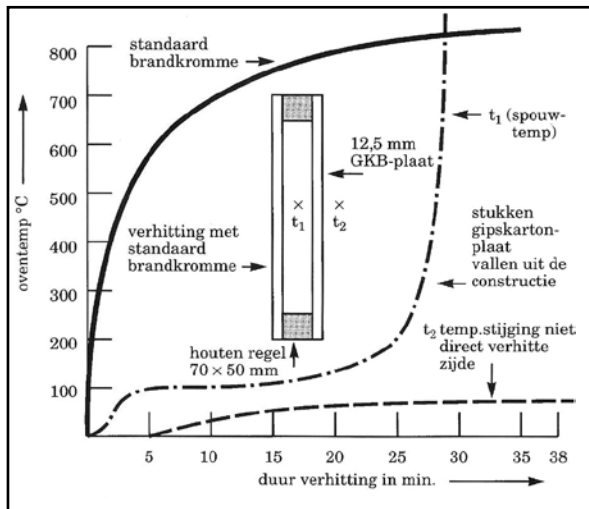
Nadat het dehydratieproces is beëindigd, treedt vrij snel desintegratie van de standaard gipskartonplaten op. Om dit uiteenvallen te vertragen, worden de platen voorzien van een wapening met glasvezels. Deze zorgen ervoor dat na de scheurvorming in de gipskartonplaten de stukken gedurende een langere periode niet uit de constructie vallen. De laag van gebrand gips geeft een hogere warmte-isolatie, waardoor de constructie ook langer wordt beschermd tegen brand.



### Verband tussen plaatdikte en warmte-overdracht

Dikkere platen geven minder warmte-overdracht.

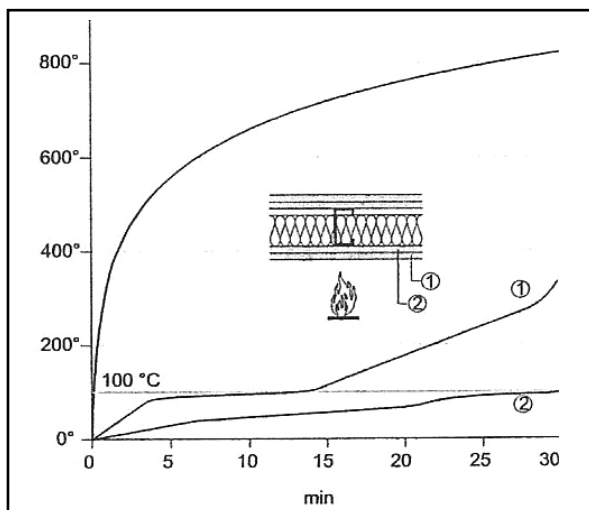
In de figuur: Plaatdiktes in mm.  
Op de verticale as de temperatuur in °C  
Op de horizontale as de minuten



Temperaturen gemeten tijdens een brandproef van een wandconstructie met gipskartonplaten

Zelfs na 30 minuten is de temperatuur aan de niet verhitte zijde nog rond de 50°C, terwijl de oventemperatuur al 820°C is!

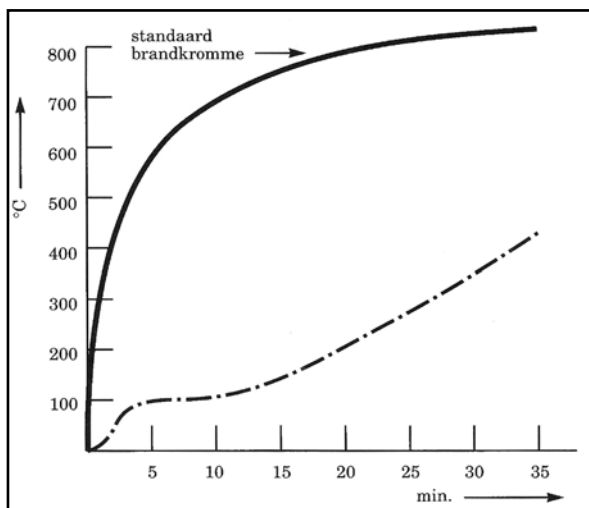
Het zijn juist de bekledingsmaterialen van wanden en plafonds die grote, bij brand al snel door warmtestraling en convectie, direct verhitte oppervlakken in beslag nemen. Van groot belang is dan ook die materialen te kiezen die geen of een geringe bijdrage leveren aan brandvoortplanting, vlamoverslag of vlamuitbreiding. Gipskartonplaten zijn een uitstekende keuze.



Temperatuur gemeten tijdens een brandproef aan de achterzijde van de 12,5 mm gipskartonplaten type F.

Na 30 minuten is de temperatuur op de achterkant van plaat 2 nog steeds beneden 100°C.

Voorstelbaar is dat na 60 minuten de wand aan de andere kant slechts handwarm is.



Temperatuur verloop door een 12,5 mm dikke gipskartonplaat type F.

Aan de kern van gipskartonplaten type F worden glasvezels toegevoegd om de samenhang te verbeteren. Vooral bij plafonds kan dit de brandwerendheid sterk verhogen.

De doorbrandtijd van een 12,5 mm gipskartonplaat type F is 23 minuten.

## 3.2 Termen en definities

In de bouw doen vele termen de ronde op het gebied van brand, zoals vlamdovend, vuurbestendig enzovoort. Onderstaand enkele officiële definities.

### Brandwerendheid

De tijd gerekend vanaf het begin van de verhitting tot aan het tijdstip waarop een proefstuk blootgesteld aan de standaard brandconditie, brandkromme, juist voldoet aan één of meer van de relevante brandwerendheidscriteria. Deze worden later in dit hoofdstuk behandeld. De brandwerendheid wordt uitgedrukt in minuten. Wellicht ten overvloede: een brandrapport is slechts geldig indien de constructie is uitgevoerd zoals in het rapport vermeld.

### Brandvoortplanting

De uitbreiding van een brand **binnen** de ruimte waarin de brand is ontstaan. Dit wordt veroorzaakt door vlamoverslag en/of vlamuitbreiding.

### Vlamoverslag

Flash-over, het verschijnsel tijdens de ontwikkeling van een brand in een ruimte, dat wordt gekenmerkt door het plotseling geheel in brand raken van die ruimte.

Boven de 300°C wordt de warmtestraling zo hevig dat brandbare materialen in de ruimte beginnen te ontleden en tot zelfontbranding komen. Er ontstaat een soort kettingreactie.

### Vlamuitbreiding

Maat voor de snelheid waarmee vlammen zich bij de vlamuitbreidingsbepaling over een proefstukoppervlak voortplanten.

### Brandoverslag

De uitbreiding van een brand van een ruimte naar een andere ruimte uitsluitend **via de buitenlucht**.

### Branddoorslag

De uitbreiding van een brand van een ruimte naar een andere ruimte uitsluitend **via de bouwkundige scheidingen**, zoals wanden, plafonds en vloeren.

### Brandcompartiment

Besloten gedeelte van een gebouw, bestemd als maximaal uitbreidingsgebied van een brand.

### WBDBO

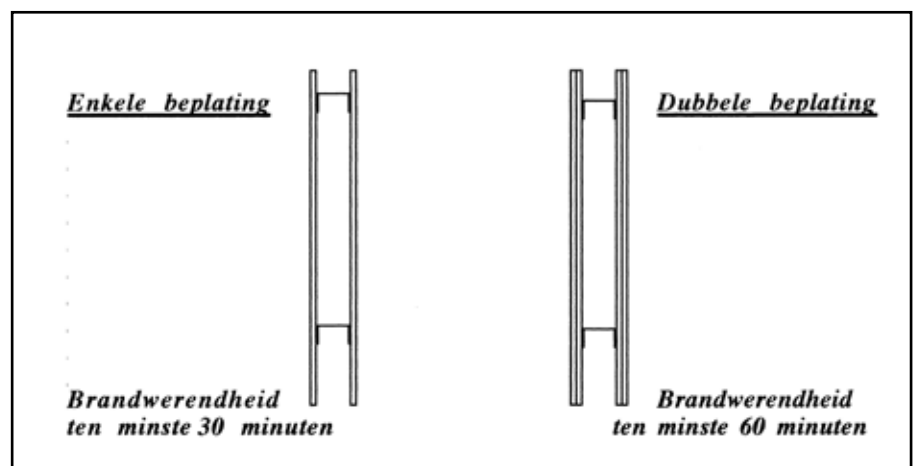
Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag.

### Doorbrandtijd

De verhittingsduur in minuten, waarbij plaatmaterialen, eenzijdig verhit volgens de standaard brandkromme, doorbranden, uiteenvallen of waarvan de niet direct verhitte zijde een bepaalde kritiek veronderstelde temperatuur overschrijft.

Er is nooit sprake geweest van de brandwerendheid van een gipskartonplaat, maar altijd van de brandwerendheid van een constructie! De gehele constructie telt mee!

Als indicatie kan worden uitgegaan van het onderstaande, bij 12,5 mm dikke gipskartonplaten:







## 3.3 Brandwerendheidscriteria

**Brandwerendheid** is de tijd gerekend vanaf het begin van de verhitting tot aan het tijdstip waarop het proefstuk, blootgesteld aan de standaard brandconditie, juist voldoet aan één of meer van de relevante brandwerendheidscriteria.

### **Brandwerendheid m.b.t. bezwijken**

De tijd gedurende welke een bouwdeel kan worden onderworpen aan verhitting volgens de standaard brandkromme, zonder dat bezwijken optreedt.

### **Brandwerendheid m.b.t. de scheidingsfunctie**

De laagste waarde (de kortste tijd) van de criteria:

- vlamdichtheid op afdichting;
- vlamdichtheid op ontvlambaarheid;
- thermische isolatie op temperatuur;
- thermische isolatie op warmtestraling.

#### **1. Vlamdichtheid** volgens Europese norm E

##### **a. betrokken op afdichting:**

- aan de niet-directe verhitte zijde van het proefstuk zijn vlammen voortdurend zichtbaar gedurende 10 seconden;
- watten gaan gloeien of ontvlammen nadat deze ter plaatse van doorgaande scheuren, kieren of andere openingen op een afstand van  $25 \pm 5$  mm van het proefstukoppervlak zijn gehouden;
- openingskalibers, met een diameter van 6 en 25 mm, kunnen zonder kracht uit te oefenen door scheuren, kieren of andere openingen tot in de oven worden gestoken. Voor het kaliber met de kleinste middellijn geldt bovendien dat het over een afstand van ten minste 150 mm in de lengterichting van de opening moet kunnen worden bewogen.

##### **b. betrokken op ontvlambaarheid:**

- aan de niet-direct verhitte zijde van het proefstuk blijven gassen, ontstoken met een gasbrander, langer dan 30 seconden zelfstandig doorbranden.

#### **2. Thermische isolatie** volgens Europese norm I

##### **a. betrokken op temperatuur:**

- de gemiddelde temperatuurstijging van het proefstukoppervlak, gemeten met de vaste thermokoppels bedraagt meer dan  $140^{\circ}\text{C}$ ;
- de max. temperatuurstijging van het proefstukoppervlak, gemeten met mobiele thermokoppels bedraagt meer dan  $180^{\circ}\text{C}$ .

##### **b. betrokken op warmtestraling:**

- het moment waarop de maximale warmtestraling  $> 15 \text{ kW/m}^2$ .

#### **3. Bezwijken** volgens Europese norm R:

- het moment waarop het proefstuk niet langer in staat is de belasting, waaronder begrepen de belasting door eigen gewicht, over te brengen.

### **Een brand verplaatst zich door een gebouw als een mens**

- Via - deuren  
- trappen  
- gangen

Om dit te voorkomen worden brandcompartimenten en branddeuren aangebracht.

Daarom worden aan vluchtwegen extra eisen gesteld. Het is belangrijk bij brand het gebouw zo spoedig mogelijk te verlaten en ramen en deuren te sluiten.

### **Rookontwikkeling**

De meeste slachtoffers bij een brand vallen door verstikking en vergiftiging door de rookgassen.

Rookgassen hebben een hoge temperatuur, een laag zuurstofgehalte en zijn vaak giftig.

Door een verstandige keuze van materialen kan rookoverlast bij een brand worden voorkomen.

Gipskartonplaten zijn ook in dit verband zeer gunstig. Het karton geeft weliswaar enige rookontwikkeling, maar dit is te verwaarlozen. Na een paar minuten is het karton verbrand.

### **Weerstand tegen rookdoorgang WRD**

Hierbij is de rookwerendheid van een scheidingsconstructie van belang.

De rookwerendheid van een scheidingsconstructie mag volgens NEN 6075 gelijk worden gesteld aan 1,5 maal de brandwerendheid van een scheidingsconstructie, uitgaande van het criterium vlamdichtheid.



## 3.4 Brandwerendheid gipskartonplaatwanden

### Berekeningsmethoden

#### Niet-dragende wanden/plafonds

(volgens NEN 6073, 1e druk, dec. '91 en NEN 6073/A2 dec. 2001 )

#### 1. Berekening **doorbrandtijd** gipskartonplaten TYPE F

Formule:  $t_{D;p;d} = \xi_p \times t_{500}$

Waarin  $t_{D;p;d}$  = doorbrandtijd in minuten  
 $\xi_p$  = 1,0 met uitzondering van platen bevestigd tegen:  
- een horizontaal houten raamwerk,  $\xi_p = 0,9$   
- stalen veerrails van vloeren,  $\xi_p = 0,8$   
 $t_{500}$  = 1,9 d als  $d \leq 15$  mm  
= 2,5 d - 9 als  $d > 15$  mm  
**D** = plaatdikte of de som van beide plaatdikten bij een dubbele beplating in mm

#### Voorbeelden

- enkele beplating 12,5 mm TYPE F (wand)  
 $t_{D;p;d} = 1 \times 1,9 \times 12,5 = 23$  minuten
- dubbele beplating 12,5 mm TYPE F (wand)  
 $t_{D;p;d} = 1 \times 2,5 \times 25,0 - 9 = 53$  minuten
- dubbele beplating 12,5 mm TYPE F (plafond)  
 $t_{D;p;d} = 0,9 \times 2,5 \times 25,0 - 9 = 47$  minuten



## Berekeningsmethoden

### Niet-dragende wanden/plafonds

(volgens NEN 6073, 1<sup>e</sup> druk, dec. '91 en NEN 6073/A2 dec. 2001)

#### 2. Berekening **doorbrandtijd** standaard gipskartonplaten TYPE A

Formule:  $t_{d;p;d} = \xi_p \times 1,7 \times d$

Waarin  $t_{d;p;d}$  = doorbrandtijd in minuten  
 $\xi_p$  = 1,0 met uitzondering van platen bevestigd tegen:  
- een horizontaal houten raamwerk,  
 $\xi_p = 0,9$  bij een enkele beplating  
 $\xi_p = 0,8$  bij een dubbele beplating  
- stalen veerrails van vloeren  
 $\xi_p = 0,8$  bij een enkele plaat  
 $d$  = plaatdikte of de som van beide plaatdikten bij een dubbele beplating in mm

#### Voorbeelden

- enkele beplating 12,5 mm TYPE A (wand)  
 $t_{d;p;d} = 1 \times 1,7 \times 12,5 = 21$  minuten
- dubbele beplating 12,5 mm TYPE A (wand)  
 $t_{d;p;d} = 1 \times 1,7 \times 25 = 42$  minuten
- enkele beplating 9,5 mm TYPE A (plafond)  
 $t_{d;p;d} = 0,9 \times 1,7 \times 9,5 = 14$  minuten



## Berekeningsmethoden

### Niet-dragende wanden

(volgens. NEN 6073, 1<sup>e</sup> druk, dec. '91 en NEN 6073/A2 dec. 2001)

#### 3. Berekening **brandwerendheid** m.b.t. de scheidende functie van vlakke bouwdelen met gipskartonplaten

Formule:  $t_{s;d} = \Delta t_{s;b1;d} + \Delta t_{s;b2;d} + \Delta t_{s;i;d}$

Waarin:

$t_{s;d}$	= brandwerendheid in minuten
$\Delta t_{s;b1;d}$	= doorbrandtijd direct verhitte zijde
$\Delta t_{s;b2;d}$	= 0,65 x de doorbrandtijd van de verhitte zijde (is waarde voor niet-verhitte zijde)
$\Delta t_{s;i;d}$	= de bijdrage van de isolatie

Bijdrage isolatie wordt berekend met de volgende formule

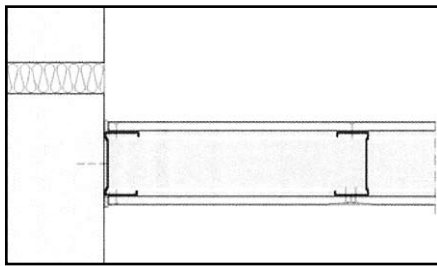
Formule:  $t = K_b \frac{d_i - 20}{K_i} \sqrt[3]{\rho_i^2}$

Waarin:

$K_b$	= 1,0 indien aan de van de brand afgekeerde zijde van de isolatie een bekleding aanwezig is
$K_b$	= 0,6 indien er geen bekleding aanwezig is
$d_i$	= dikte isolatie in mm
$K_i$	= 30 voor steenwol en 45 voor glaswol
$\rho_i$	= volumieke massa van de isolatie in kg/m <sup>3</sup>



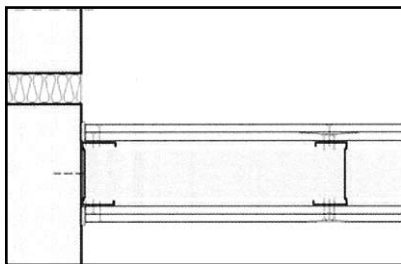
## Voorbeelden



Brandwerendheid TYPE A, dikte 12,5 mm  
 $t_{s;d} = \text{doorbrandtijd verhitte zijde} + 0,65 \times$   
 $\text{doorbrandtijd voor niet-verhitte zijde}$   
 $= 21 + 0,65 \times 21 = 34 \text{ minuten}$

Brandwerendheid TYPE F, dikte 12,5 mm  
 $= 23 + 0,65 \times 23 = 38 \text{ minuten}$

Enkele beplating



Brandwerendheid TYPE A, dikte 12,5 mm  
 $= 42 + 0,65 \times 42 = 69 \text{ minuten}$

Brandwerendheid TYPE F, dikte 12,5 mm  
 $= 53 + 0,65 \times 53 = 87 \text{ minuten}$

Dubbele beplating

Wat is de invloed van minerale wol? Stel we kiezen 40 mm dik, massa 35 kg/m<sup>3</sup>

$$t = 1 \times \frac{40-20}{30 \text{ (steenwol)}} \sqrt[3]{35^2}$$

$= 0,6 \times 10,7 = 6 \text{ minuten}$ . De invloed van minerale wol is gering.

Tabel brandwerendheid gipskartonplaatwanden berekend volgens NEN 6073 met platen type A.

Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Brandwerendheid in minuten
Enkel frame - Enkele beplating						
	1 x 15 mm	40 mm	70 mm	-	C-11/40/70	42
				30 mm	C-11/40/70 + MW 30	43
	1 x 12,5 mm	45 mm	70 mm	-	C-11/45/70	34
				40 mm	C-11/45/70 + MW 40	38
	1 x 12,5 mm	50 mm	75 mm	-	C-11/50/75	34
				40 mm	C-11/50/75 + MW 40	38
	1 x 12,5 mm	75 mm	100 mm	-	C-11/75/100	34
				60 mm	C-11/75/100 + MW 60	41
	1 x 12,5 mm	100 mm	125 mm	-	C-11/100/125	34
				75 mm	C-11/100/125 + MW 75	43
						> 30
Enkel frame - Dubbele beplating						
	2 x 12,5 mm	50 mm	100 mm	-	C-22/50/100	69
				40 mm	C-22/50/100 + MW 40	71
	2 x 12,5 mm	75 mm	125 mm	-	C-22/75/125	69
				60 mm	C-22/75/125 + MW 60	75
	2 x 12,5 mm	100 mm	150 mm	-	C-22/100/150	69
				75 mm	C-22/100/150 + MW 75	77
						> 60
Enkel frame - Drievoudige beplating						
	3 x 12,5 mm	50 mm	125 mm	-	C-33/50/125	105
				40 mm	C-33/50/125 + MW 40	108
	3 x 12,5 mm	75 mm	150 mm	-	C-33/75/150	105
				60 mm	C-33/75/150 + MW 60	111
	3 x 12,5 mm	100 mm	175 mm	-	C-33/100/175	105
				75 mm	C-33/100/175 + MW 75	113
						> 90





Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Brandwerendheid in minuten
Dubbel frame – Niet gekoppeld – Dubbele beplating						
	2 x 12,5 mm	2 x 45 mm	145 mm	40 mm	CC-22/45/145 + MW 40	72
				40 mm + 40 mm	CC-22/45/145 + 2MW 40	77
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	CC-22/50/155 + MW 40	72
				40 mm + 40 mm	CC-22/50/155 + 2MW 40	77
	2 x 12,5 mm	2 x 75 mm	205 mm	60 mm	CC-22/75/205 + MW 60	75
				60 mm + 60 mm	CC-22/75/205 + 2 MW 60	83
	2 x 12,5 mm	2 x 100 mm	255 mm	-	CC-22/100/255	69
				75 mm	CC-22/100/255 + MW 75	77
				75 mm + 75 mm	CC-22/100/255 + 2 MW 75	87



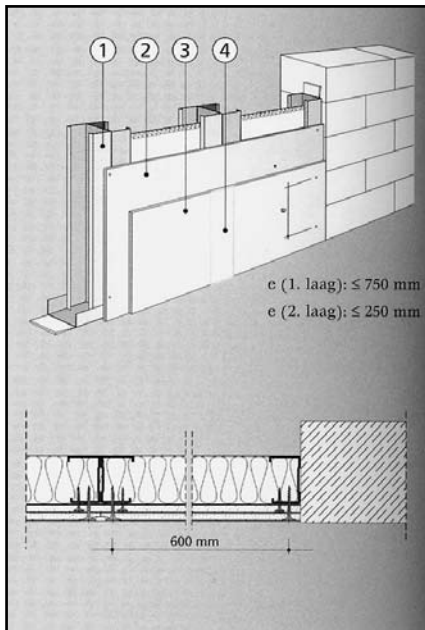
Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Brandwerendheid in minuten	
Dubbel frame - Gekoppeld – Dubbele beplating							
	2 x 12,5 mm	2 x 45 mm	145 mm	40 mm	CC*-22/45/145 + MW 40	72	> 60
				40 mm + 40 mm	CC*-22/45/145 + 2MW 40	77	
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	CC*-22/50/155 + MW 40	72	
				40 mm + 40 mm	CC*-22/50/155 + 2MW 40	77	
	2 x 12,5 mm	2 x 75 mm	205 mm	60 mm	CC*-22/75/205 + MW 60	75	
				60 mm + 60 mm	CC*-22/75/205 + 2 MW 60	83	
	2 x 12,5 mm	2 x 100 mm	255 mm	-	CC*-22/100/255	69	
				75 mm	CC*-22/100/255 + MW 75	77	
				75 mm + 75 mm	CC*-22/100/255 + 2 MW 75	87	
	Dubbel frame – Niet gekoppeld – Driedubbele beplating						
	3 x 12,5 mm	2 x 100 mm	280 mm	-	CC-33/100/280	105	> 90
				75 mm	CC-33/100/280 + MW 75	113	
				75 mm + 75 mm	CC-33/100/280 + 2MW 75	123	



Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Brandwerendheid in minuten	
Dubbel frame - Gekoppeld – Driedubbele beplating							
	3 x 12,5 mm	2 x 100 mm	280 mm	-	CC*-33/100/280	105	> 90
				75 mm	CC*-33/100/280 + MW 75	113	
				75 mm + 75 mm	CC*-33/100/280 + 2MW 75	123	> 120

CC\* = dubbel frame gekoppeld

### 3.5 Brandwerendheid voorzetwanden



De berekening gaat op dezelfde wijze als voor wanden.

#### Brandwerendheid 30 minuten

Opbouw: profielen 50 mm met de ruggen tegen elkaar.  
 Steenwol dik 50 mm,  $\rho_i$  45 kg/m<sup>3</sup>,  
 1 x 12,5 mm **TYPE F**.

$$\begin{aligned}
 t_{s;d} &= 1 \times 1,9 \frac{d}{K_i} + 0 + \frac{d_i - 20}{30} \sqrt[3]{\rho_i^2} \\
 &= 23,75 + 0 + \left(0,6 \frac{50 - 20}{30} \sqrt[3]{45^2}\right) \\
 &= 23,75 + 7,59 \\
 &= 31 \text{ minuten}
 \end{aligned}$$

#### Brandwerendheid 60 minuten

Opbouw: Profielen 50 mm met de ruggen tegen elkaar. Steenwol dik 50 mm,  $\rho_i$  45 kg/m<sup>3</sup>, 2 x 12.5 mm **TYPE F**.

$$\begin{aligned}
 t_{s;d} &= 1 \times 2,5 \frac{d}{K_i} + 0 + \frac{d_i - 20}{30} \sqrt[3]{\rho_i^2} \\
 &= 53,5 + 0 + 7,59 \\
 &= 61 \text{ minuten}
 \end{aligned}$$



### Brandwerendheid 90 minuten

$$t_{s;d} = t_{D;p;d} + 0,65 t_{D;p;d} + t_s$$

We kiezen 2 x 18 mm **TYPE F** geschroefd op 2 profielen 75 mm met de ruggen tegen elkaar. 60 mm steenwol.  $\rho_i$  45 kg/m<sup>3</sup>.

$$t_{s;d} = t_{D;p;d} + 0,65 t_{D;p;d} + t_s$$

$$t_{s;d} = 2,5 d - 9 + 0 + Kb \times \frac{di-20}{K_i} \times \sqrt[3]{\rho_i^2}$$

$$= 81 + 0 + (0,6 \times \frac{60-20}{30} \times \sqrt[3]{45^2})$$

$$= 81 + 0 + (0,6 \times 1,3 \times 12,65)$$

$$= 81 + 9,8 = 90 \text{ minuten}$$

### Brandwerendheid 120 minuten

$$t_{s;d} = t_{D;p;d} + 0,65 t_{D;p;d} + t_s$$

We kiezen 2 x 25 mm **TYPE F** geschroefd op 2 profielen 75 mm met de ruggen tegen elkaar. 50 mm steenwol.  $\rho_i$  35 kg/m<sup>3</sup>.

$$t_{s;d} = t_{D;p;d} + 0,65 t_{D;p;d} + t_s$$

$$t_{s;d} = 2,5 d - 9 + 0 + Kb \times \frac{di-20}{K_i} \times \sqrt[3]{\rho_i^2}$$

$$= 116 + 0 + (0,6 \times \frac{50-20}{30} \times \sqrt[3]{35^2})$$

$$= 116 + 0 + (0,6 \times 1 \times 10,69)$$

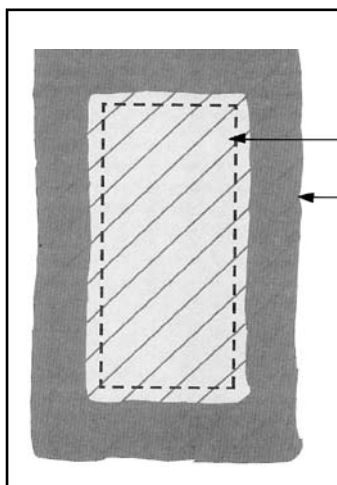
$$= 116 + 6,4 = 122 \text{ minuten}$$

## 3.6 Brandwerendheid van houtconstructies

Hout kan een belangrijke bijdrage leveren aan de brandwerendheid van bouwdelen.

Een houten vloer of wand kan lange tijd aan het criterium van thermische isolatie voldoen, omdat het een vrij lage  $\lambda$ -waarde heeft (warmtegeleidingscoëfficiënt).

Er geldt een vuistregel voor de inbrand-snelheid van hout. Voor vurenhout is dat 4 cm per uur. Voor hardhout 3 cm per uur. Men kan dus hout zodanig dimensioneren dat ook na een brand nog voldoende doorsnede over is om de belasting te kunnen dragen.



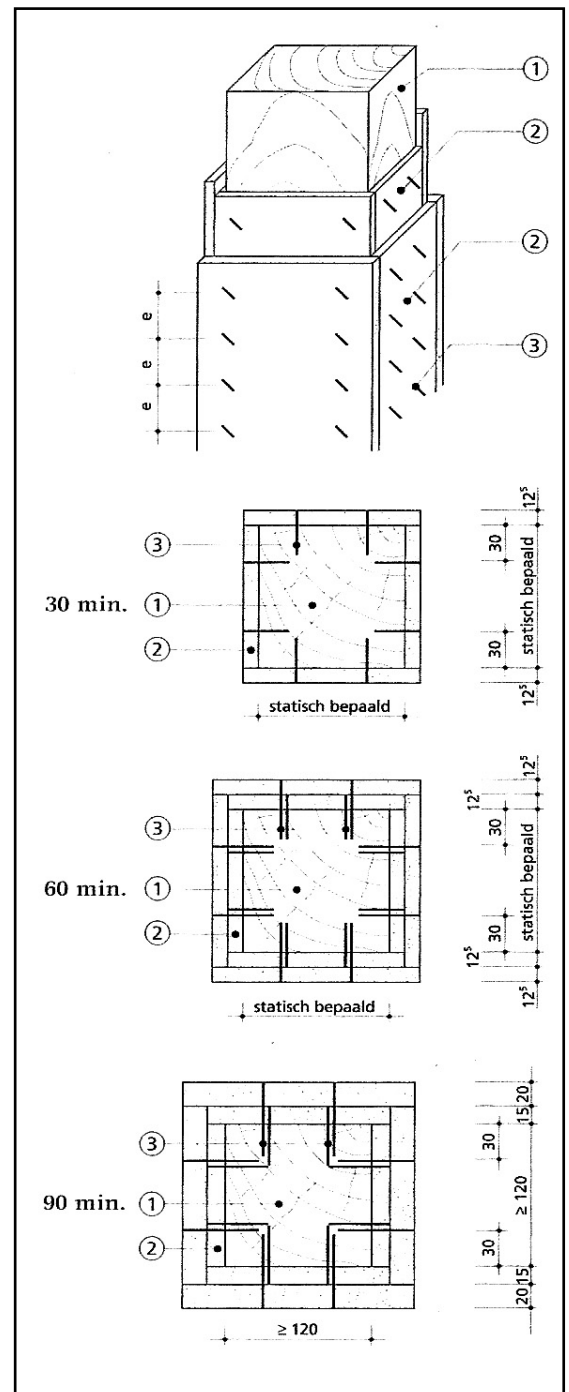
Effectieve gereduceerde doorsnede

Koollaag kan brand remmen of zelfs doven

In plaats van de doorsnede te verhogen, kan men de houten constructie bekleden met gipskartonplaten. Het voordeel hiervan is dat in veel gevallen na een brand slechts de bekleding hoeft te worden vervangen.

In veel gevallen is een bekleding met 2 x 12,5 mm TYPE F gipskartonplaten voldoende om een brandwerendheid van 60 minuten te bereiken. De platen worden direct op het hout geniet met speciale nieten of geschroefd met gipskartonplaatschroeven. Schroeven en nieten minimaal 25 mm in het hout.

### Houten kolommen



Platen altijd type F

Afmetingen kolommen worden bepaald door de constructeur





## 3.7 Het begrip vuurbelasting

Bij de vaststelling van de brandwerendheidseisen wordt rekening gehouden met de vuurbelasting.

De waarde van de vuurbelasting is de som van de permanente vuurbelasting (materialen van de bouwconstructie) en de variabele vuurbelasting (materialen in de ruimte, geen deel uitmakend van de constructie).

Permanent in formule vorm:  $q_{perm} = \frac{1}{A} \sum H_i \cdot m_i$  in MJ/m<sup>2</sup> netto vloeroppervlak

Waarin: A = netto vloeroppervlak in m<sup>2</sup>,  
m<sub>i</sub> = totale massa dat deel uitmaakt van de bouwdelen die zich in de ruimte bevinden dan wel begrenzen (Nen 6702) in kg,  
H<sub>i</sub> = netto verbrandingswaarde van het materiaal (Nen 6090) in MJ/kg.

Variabel in formule vorm:  $q_{var} = \frac{1}{A} \sum H_j \cdot m_j$  in MJ/m<sup>2</sup> vloeroppervlak

Waarin: A = netto vloeroppervlak in m<sup>2</sup>,  
m<sub>j</sub> = totale massa van het materiaal dat voorkomt in de ruimte, voor zover dit geen deel uitmaakt van de bouwdelen (Nen 6702),  
H<sub>j</sub> = netto verbrandingswaarde van het materiaal (Nen 6090) in MJ/kg.

### Opmerking

De grenzen van brandwerendheid zijn vaak afhankelijk van de vuurbelasting en wel < 500 en > 500 MJ/m<sup>2</sup>.

Vuurbelasting van een ruimte is de hoeveelheid warmte die vrijkomt per eenheid vloeroppervlak bij volledige verbranding van alle in de ruimte aanwezige brandbare materialen, met inbegrip van materialen die deel uitmaken van de bouwdelen die zich in de ruimte bevinden, dan wel deze ruimte begrenzen.

De netto verbrandingswaarde van vurenhout is 19 MJ/kg.  
1 kg vurenhout is ongeveer 1 minuut brandtijd.

### 3.8 Uitzetting en krimp van gipskartonplaten door temperatuurverschillen

Alhoewel bovengenoemde gering is, dient er brandtechnisch en akoestisch toch rekening mee te worden gehouden.

Er zijn dilataties nodig indien:

- in lengterichting meer dan 15 meter aaneengesloten plaatoppervlak aanwezig is;
- het totale oppervlak meer dan 100 m<sup>2</sup> is;
- er vormveranderingen in het oppervlak aanwezig zijn;
- er bouwkundige dilataties zijn.

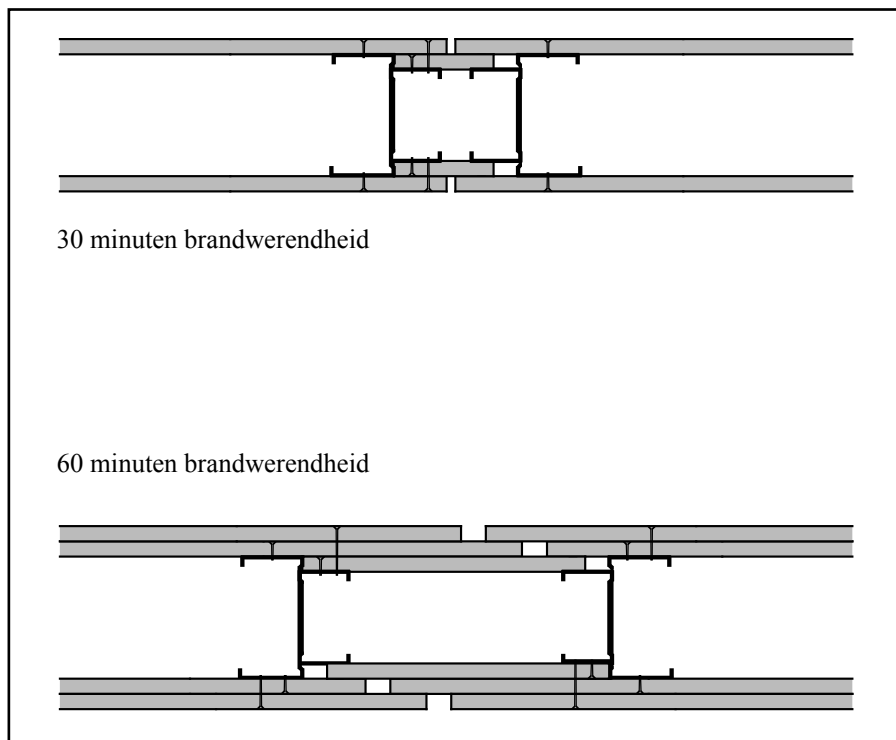
Bij detaillering rekening houden met brand- en geluidseisen.

Uitzetting van gipskartonplaten is ca. 0,018 mm/m per graad verschil.

Dus bij een verschil van 0 – 20° C is bij een plaatbreedte van 1200 mm de uitzetting:

$$20 \times 0,018 \times 1,2 = 0,43 \text{ mm.}$$

Dus bij 12 platen (ca. 15 meter) is de uitzetting 5,16 mm.



#### Dilatatie van een wand met brandeisen

Dilatatie kleiner dan 20 mm; ruimte groter dan 20 mm.

Let op wijze van schroeven, constructie moet kunnen bewegen.

Dilatatie kan met speciale strips worden afgewerkt.

Ter plaatse van de dilatatie dient dezelfde plaatdikte aanwezig te zijn als van de wand zelf.

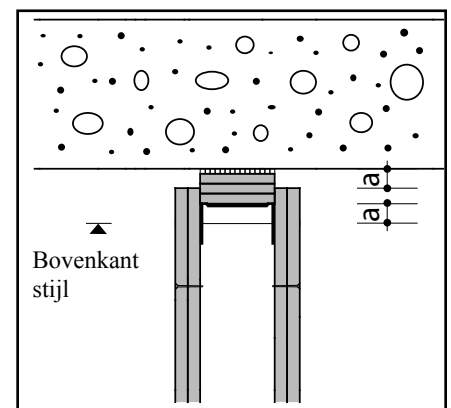
#### Glijdende plafondaansluiting van een wand met brandeisen

Brandwerendheid 60 minuten, profielbreedte minimaal 50 mm.

a = kleiner dan of gelijk aan 20 mm.

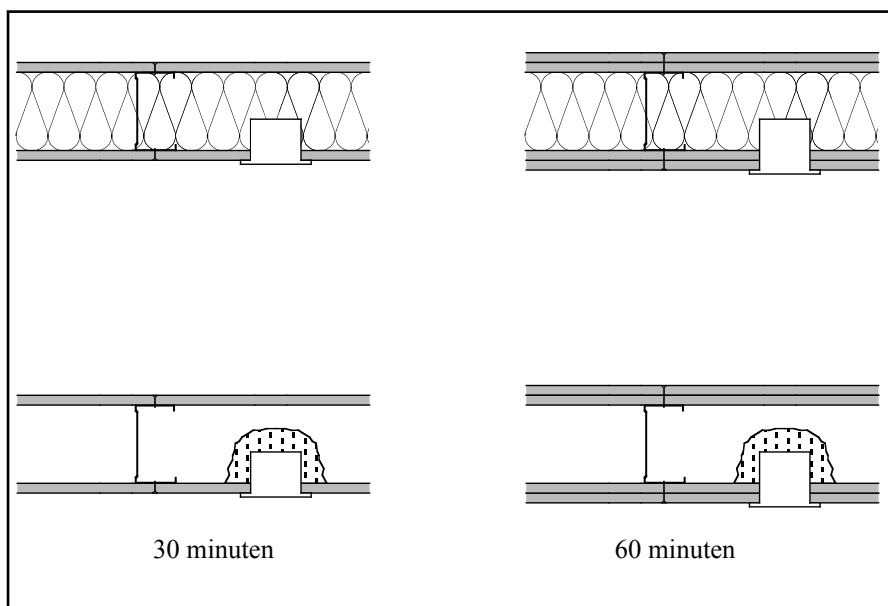
Deze constructie is geldig bij een doorbuiging van de vloer van 10 mm.

Indien een grotere doorbuiging wordt verwacht, moet de detaillering worden aangepast.





### Inbouw van elektradozen in binnenwanden



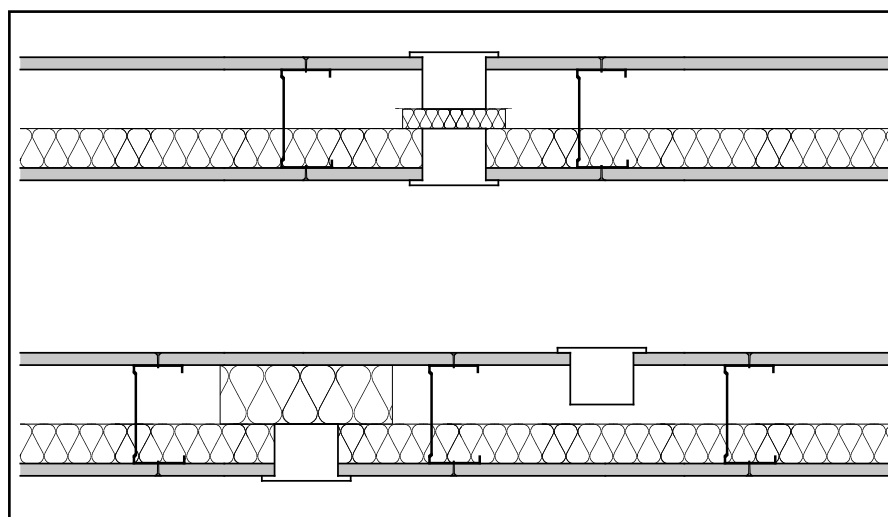
Min. 75 mm profiel

Min. 50 mm profiel en 10 mm gips

Dozen altijd rondom afdichten met gips.

30 minuten

60 minuten



**Fout**

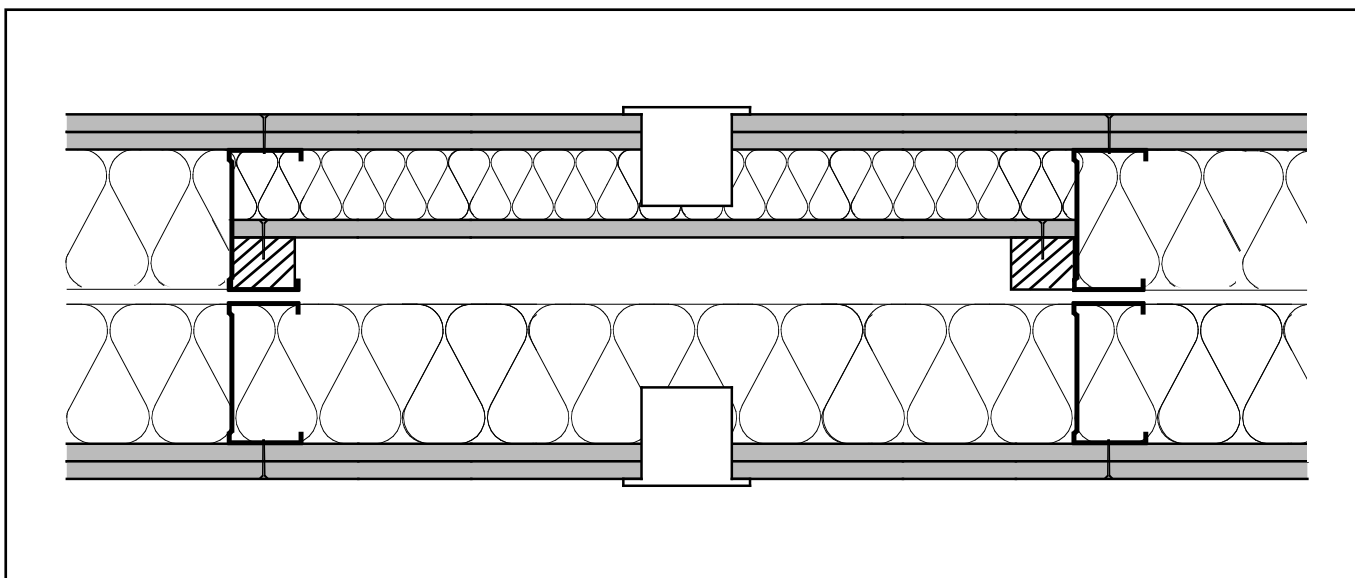
**Goed**

Elektradozen nooit tegenover elkaar bij enkele stijlen.  
Altijd laten verspringen per stijlveld.



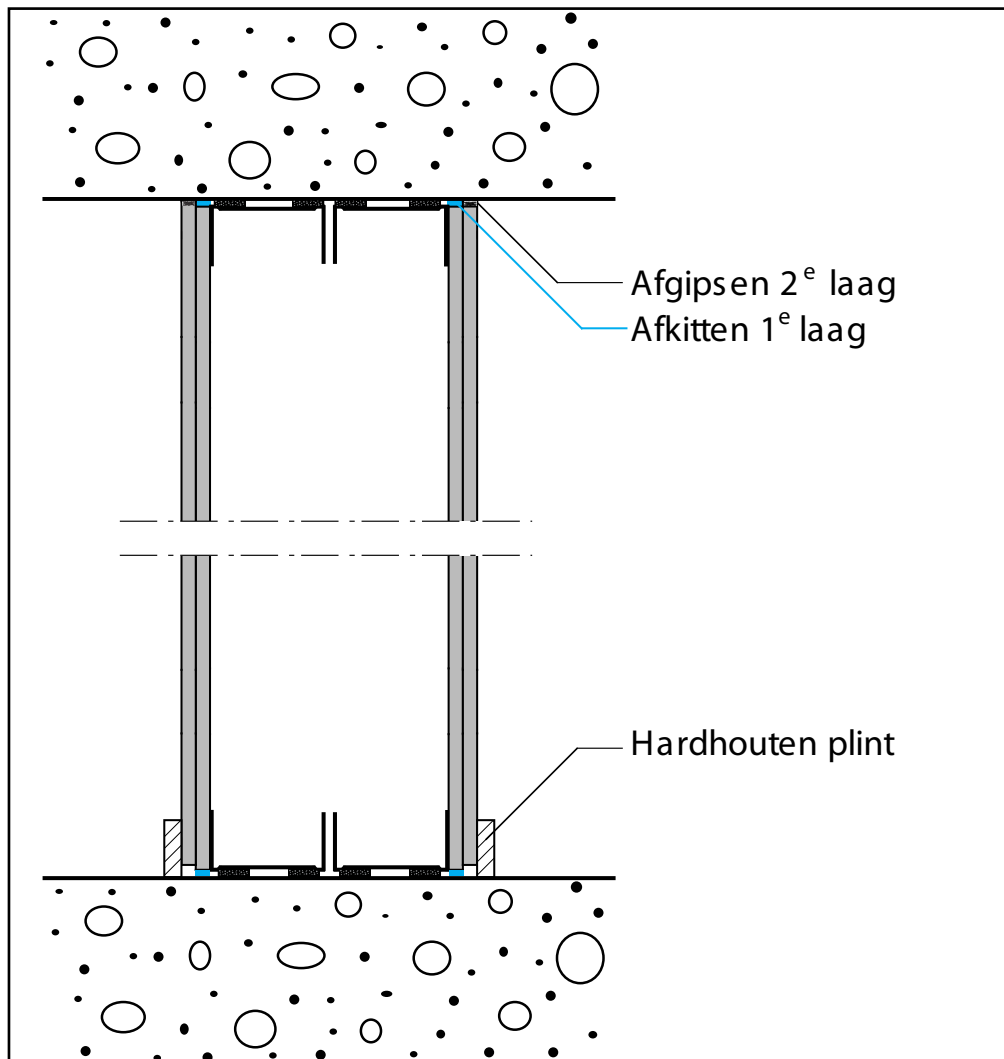
### Inbouw elektradozen in een woningscheidende wand

In de spouw extra gipskartonplaat type F aanbrengen, minimaal 300 mm hoog.





### Detail aansluitingen woningscheidende wand



Rondom afkitten met een flexibel blijvende kit.

Dit detail is zowel akoestisch als brandtechnisch goed.

### 3.9 Brandwerendheid van staalconstructies

Staalconstructies kunnen weinig weerstand bieden aan een brand, omdat staal bij hoge temperaturen uitzet en de sterkte en stijfheid afnemen. De staalconstructie zal vervormen en uiteindelijk bezwijken. Dit gebeurt al onder een constante trekkracht bij 400° C.

Tijdens een brand zal een gelijkmatige temperatuurverdeling in het staal optreden, zowel over de lengte als de hoogte van het profiel. Deze staaltemperatuur zal een punt bereiken waarop de constructie dreigt te bezwijken. Dit wordt de kritieke staaltemperatuur genoemd.

De kritieke staaltemperatuur ligt tussen de 400 en 600° C. Deze waarde ligt zo hoog, doordat bij het ontwerpen van staalconstructies wordt gewerkt met veiligheidsfactoren. Een lagere veiligheid zal een lagere kritieke temperatuur geven. Zo zal bij een constructie waarop de bezwijkbelasting bijna is bereikt de kritieke temperatuur niet veel hoger zijn dan 20° C.

Als er geen belasting op de constructie is aangebracht, zal de kritieke staaltemperatuur het smeltpunt van staal zijn, ongeveer 1000° C.

Zo zal de kritieke staaltemperatuur een functie van de belasting zijn. In de praktijk houdt men meestal de volgende waarden aan:

kolommen	400° C
liggers	500° C
spanten	600° C

De kritieke staaltemperatuur dient te worden opgegeven door de constructeur. Deze weet immers hoe de constructie wordt belast.

Uit brandproeven is gebleken dat de berekende kritieke staaltemperatuur lager ligt dan tijdens de proef is vastgesteld. De berekening geeft dus een veiliger oplossing. Dit ontstaat door de aannames voor de berekening.

De staaltemperatuur wordt door de volgende factoren beïnvloed.

- De vorm en inhoud van het staalprofiel en de blootstelling aan brand.
- De aard en dikte van de brandwerende bekleding.

De geometrie (vorm en inhoud) wordt aangegeven door de profielfactor. Dit is het quotiënt van het staaloppervlak  $O_a$  waarlangs warmte wordt gevoerd en de staalinhoud  $A$ , waaraan warmte wordt toegevoegd.

$$P = \frac{O_a}{A}$$

Hoe groter het oppervlak  $O_a$  waarlangs de warmte wordt gevoerd, des te sneller stijgt de temperatuur. Hoe groter de hoeveelheid staal  $A$ , des te langzamer stijgt de temperatuur.

De waarde van de profielfactor hangt af van de omstandigheden. Het is van belang of het staalprofiel bekleed of onbekleed is.

Staalconstructies kunnen op twee manieren worden beschermd:

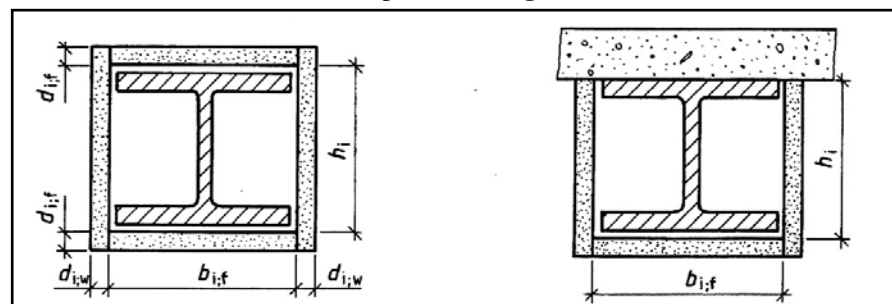
- direct, door
  - \* isolerende bekleding:
    - profiel volgende bekleding (vermiculiet met bindmiddel)
    - kokervormige bekleding (gipskartonplaten)
    - massieve bekleding (beton)
  - \* schuimvormende bekleding
  - \* kernvulling, door vullen met beton of stromend water
- indirect, door:
  - \* brandwerende plafonds

Voor alzijdig verhitte, onbekte staalprofielen is  $O_a$  gelijk aan het verfooppervlak een grootheid die in veel staaltabellen te vinden is.

Als de profielen worden beschermd, moet de profielfactor hierop worden afgestemd.

Niet alle staalconstructies worden alzijdig verhit. Balken onder betonvloeren worden over drie zijden door hitte belast.

#### Profielfactoren van beklede staalprofielen volgens NEN 6072



Berekeningsmethode voor profielen met bekleding van constante dikte.

De profielfactor  $P_i$  in  $m^{-1}$ .

$$P_i = \frac{O_i}{A}$$

$O_i$  is het binnenoppervlak van de bekleding in  $m^2/m$   
 $A$  is het volume van het staalprofiel in  $m^3/m$

Bij een kokervormige isolatie is  $O_i$  gelijk aan het ontwikkelde oppervlak van de rond het staalprofiel omschreven rechthoek per eenheid van lengte.

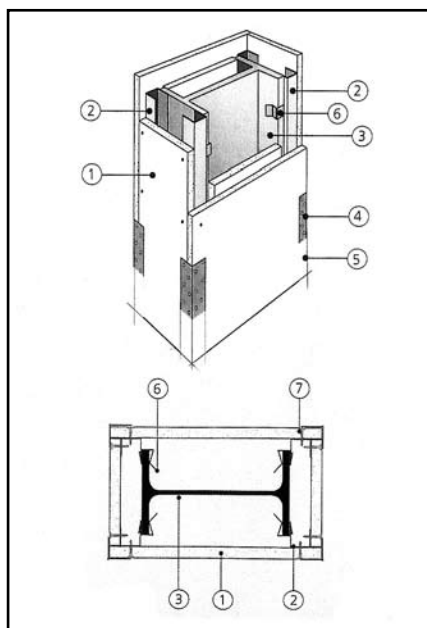
Bij beklede staalprofielen is het temperatuurverloop behalve van de profielfactor ook afhankelijk van de warmtegeleidingscoëfficiënt  $\lambda$  en de dikte van de bekleding.

**Vochthoudende bekledingmaterialen**  
Gipskartonplaten zijn door de aanwezigheid van kristalwater zeer geschikt voor het bekleden van staalconstructies. Als gevolg van verdamping ontstaat een vertraging van de temperatuurverhoging in het staal. Verdamping zorgt voor afkoeling. Een gipskartonplaat Type F met een dikte van 12,5 mm bevat 2 liter water per  $m^2$ . Kristalwater verdampt pas bij  $150^\circ C$ .

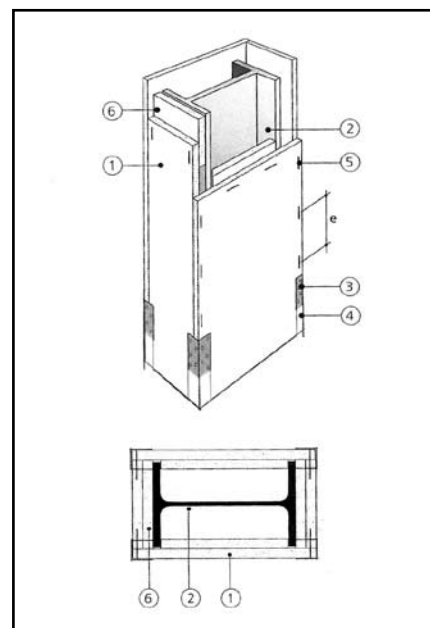
Twee platen van 12,5 mm geven een extra vertragingstijd van ongeveer 10 minuten ten opzichte van platen waarin zich geen kristalwater bevindt.

In hoofdstuk 5 zal nader op het bekleden van staalconstructies worden ingegaan.

### Voorbeelden van brandwerende bekleding van staalconstructies

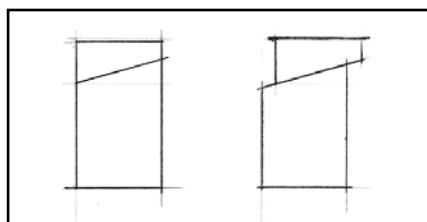


Platen type F bevestigd met clips en profielen en geschroefd



Platen bevestigd met nieten op klossen. alle platen en klossen type F

Brandwerendheid mogelijk van 30 tot 180 minuten.



Detail klos. Klossen 20 mm dik type F.



### 3.10 Geluid

Geluid valt volgens het Bouwbesluit in de categorie: “Voorschriften uit het oogpunt van gezondheid”. Geluidsoverlast kan schade toebrengen aan de gezondheid. Zo worden er eisen gesteld aan bescherming van geluid van buiten af en aan de geluidswering tussen ruimten.

Bij het ontwerpen van gebouwen dient reeds met de geluidseisen rekening te worden gehouden. Voor de afbouw is dan de keuze van de juiste samenstelling van materialen voor wanden en plafonds essentieel.

Geluidsoverdracht kan plaatsvinden door:

- de lucht,
- vaste stoffen,
- vloeistoffen.

Om te begrijpen hoe een wand of plafond zich gedraagt onder een geluidsbelasting is enig inzicht in het natuurkundig verschijnsel geluid noodzakelijk.

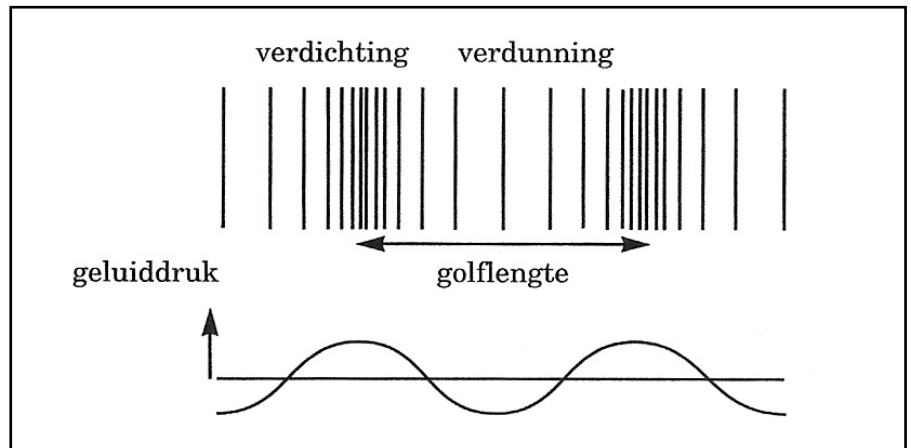
Wat is nu eigenlijk geluid?

Geluid is een trillingsverschijnsel, dat bestaat uit drukschommelingen in de lucht. Er ontstaan geluidsgolven.

Deze geluidstrillingen worden veroorzaakt door een geluidsbron, bijv. luidsprekers, de menselijke stembanden, machines en dergelijke.

Deze bronnen brengen de omgevende lucht in trilling.

Hierdoor ontstaan drukverschillen. De luchtdeeltjes raken uit hun evenwicht en maken een heen en weer gaande beweging rond een evenwichtstoestand. Ze blijven wel op hun plaats, maar stoten op hun beurt aangrenzende luchtdeeltjes aan, waardoor de trilling wordt voortgeplant. Dit is een geluidsgolf in lucht.



**Golflengte  $\lambda$  bij een longitudinale geluidsgolf in lucht**

Wanneer de richting van de deeltjes dezelfde is als de voortplanting is er sprake van een longitudinale golf. Indien de richting van de deeltjes loodrecht op de voortplantingsrichting is, spreken we van een transversale golf.

Longitudinale golven komen voor in gasen en vloeistoffen.

De voortplantingssnelheid is afhankelijk van de temperatuur en de aard van het medium.

De voortplantingssnelheid van het geluid ( $c$ ) is dus afhankelijk van het medium, bijv.:

- lucht  $c = 331,8$  m/s (meestal afgerond op 340 m/s)
- water  $c = 1450,0$  m/s
- staal  $c = 5050,0$  m/s
- beton  $c = 3700,0$  m/s
- gips  $c = 1800,0$  m/s

Als er geen medium aanwezig is, is er ook geen geluid.

Wij kunnen geluid waarnemen door te horen, maar ook door te voelen.

Denk hierbij aan lage, harde tonen, zware bassen, voelbaar als trillingen. Hoge tonen zijn voelbaar als pijn. Soms gehoorbeschadigingen.

De gevolgen zijn zichtbaar te maken: bijv. door een niersteenvergruizer, scheuren in gebouwen of gesprongen glas.

- We kunnen onderscheid maken tussen:
- een hard - laag geluid
  - een hard - hoog geluid
  - een zacht - laag geluid
  - een zacht - hoog geluid

Hoe harder het geluid des te groter is de afwijking in de golf.

Het aantal trillingen per seconde bepaalt de toonhoogte. Dit is de frequentie en wordt uitgedrukt in Hertz. Bijvoorbeeld 1000 Hz is 1000 trillingen per seconde.



Lage tonen hebben een grote golflengte.  
 Hoge tonen hebben een kleine golflengte.

$$\text{De golflengte} = \frac{\text{voortplantingssnelheid}}{\text{aantal trillingen}}$$

Dus wat wij geluid noemen, zijn in feite longitudinale trillingen in de lucht. Als er geen geluid is, is er sprake van een statische toestand en bewegen de luchtdeeltjes niet. Afgezien van meteorologische omstandigheden. De hierbij behorende atmosferische druk is  $P_s = 10^5$  Pa.

$10^5$  Pa is 10.0000 Pascal in  $N/m^2$  of 1 atmosfeer of 1 bar.

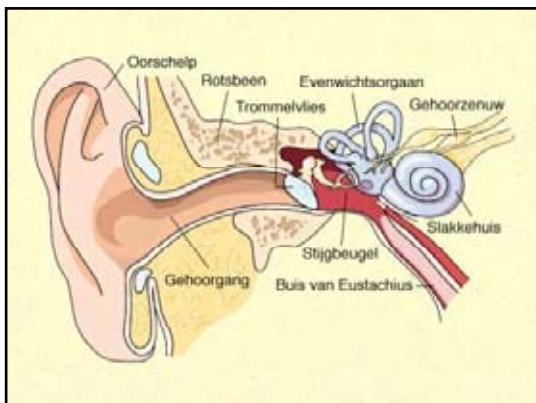
Een geluidsgolf ontstaat door drukschommelingen, zowel positief (overdruk) als negatief (onderdruk) ten opzichte van de atmosferische druk. Deze drukschommelingen noemen we geluidsdruk en is te meten met een microfoon. De gemiddelde geluidsdruk is dus 0.

Het gehoororgaan is in staat dit waar te nemen en bepaalt uit de geluidsdruk de sterkte en hoogte van een geluid. De sterkte zoals wij die ervaren hangt niet van de maximale of gemiddelde geluidsdruk af, maar van de effectieve geluidsdruk (is het kwadratisch gemiddelde)  $P_{\text{eff}}$ . De effectieve geluidsdruk is de wortel uit het gemiddelde kwadraat van de geluidsdruk.

$$P_{\text{eff}} = \sqrt{P^2}$$

De mens kan geluiden waarnemen met een  $P_{\text{eff}}$  tussen  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa en 200 Pa.

### Het gehoororgaan



**Oorschelp** - Hierin worden de geluidsgolven opgevangen en gebundeld.

**Gehoorgang** - Deze zorgt voor resonantie van geluid rond 4000 Hertz, het geluid komt daardoor versterkt aan bij het **trommelvlies**. Rond de 4000 Hertz zijn de meeste menselijke en dierlijke geluiden waar te nemen.

De **gehoorbeentjes** geven de trilling door aan een vloeistof in het **slakkenhuis**. De hoge

tonen worden geregistreerd aan het begin en de lage tonen worden aan het eind van het slakkenhuis waargenomen. De geluidsdruk niveaus worden uitgemiddeld. Het menselijk oor is niet voor alle tonen even gevoelig.

**Trilhaartjes** geven trillingen door aan gehoorzenuwen.

De **gehoorzenuwen** geven de trillingen door aan de hersenen.

De **hersenen** vertalen de trillingen in geluidsgewaarwordingen en we horen spreken, muziek of andere geluiden.

$2 \cdot 10^{-5}$  Pa is de gehoordrempel en 200 Pa is de pijngrens.

Deze waarden liggen een factor  $10^7$  uit elkaar.

De atmosferische druk:  $10^5$  Pa ligt een factor  $5 \cdot 10^9$  boven de gehoordrempel. Dit zijn onhandelbare getallen.

Door dit grote verschil in waarden heeft men gezocht naar een beter hanteerbare eenheid om de sterkte van geluid aan te geven.

Daarom is de dB (decibel) schaal ontwikkeld. Als grootte voor geluidsterkte maken we gebruik van het geluidsdruk niveau  $L_p$  (Level of pressure) uitgedrukt in dB.

Hierbij wordt  $P_{\text{eff}}$  vergeleken met een vaste vergelijkingsdruk  $P_0$ , die overeenkomt met de onderste gehoorrens:  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa. Dit wordt gedefinieerd als 0 dB (gehoordrempel). Alexander Graham Bell heeft een logaritmische schaal ontwikkeld waarbij iedere factor 10, waarbij de geluidsdruk toeneemt, een verhoging is van 20 dB.

Op deze manier is een schaal van 1-10 miljoen teruggebracht tot een van 0-140 dB.

Omdat het kwadraat van  $P_{\text{eff}}$  een maat is van de sterkte van het geluid, gebruikt men voor het bepalen van  $L_p$  de term:

$$\frac{(P_{\text{eff}})^2}{(P_0)^2}$$

Het geluidsdruk niveau ( $L_p$ ) is de logaritme van deze verhouding vermenigvuldigd met 10 om een betere schaalverdeling te krijgen:

$$L_p = 10 \log \frac{(P_{\text{eff}})^2}{(P_0)^2} \text{ (dB) of } 20 \log \frac{P_{\text{eff}}}{P_0}$$

Een logaritmische schaal brengt met zich mee dat geluidsdruk niveaus niet rekenkundig kunnen worden opgeteld.



Het geluidsdrukniveau is dus een logaritmische functie die voor de mens verloopt van 0 tot 140 dB.

**Overzicht geluidsdrukniveaus.** Bron: Bouwfysica, van der Linden

Soort geluid	Geluidsdruk	$\frac{P_{\text{eff}}}{P_0}$	$\frac{P_{\text{eff}}^2}{P_0^2}$	Lp (dB)
Gehoordrempel	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa	1	1	0
Bladergeritsel	$2 \cdot 10^{-4}$ Pa	10	$10^2$	20
Fluisteren op 1 m	$2 \cdot 10^{-3}$ Pa	100	$10^4$	40
Gesprek op 1 m	$2 \cdot 10^{-2}$ Pa	1000	$10^6$	60
Luide radio	$2 \cdot 10^{-1}$ Pa	10000	$10^8$	80
Claxon dichtbij	2 Pa	100000	$10^{10}$	100
Straalmotor	20 Pa	1000000	$10^{12}$	120
Pijngrens	$2 \cdot 10^2$ Pa	10000000	$10^{14}$	140

**Hier zien we dus duidelijk dat een verhoging van de geluidsdruk met factor 10 20 dB meer geeft.** Zie voor berekeningsvoorbeelden Lp verderop.

Geluidsniveaus kunnen niet zomaar worden opgeteld.

Men moet eerst de waarden van  $(P_{\text{eff}})^2/(P_0)^2$  bij elkaar optellen en daarvan de logaritme nemen:

$$L_p \text{ totaal} = 10 \log \sum \frac{(P_{\text{eff}})^2}{(P_0)^2} \quad (\text{dB})$$

Sterkte van een geluidsbron

De sterkte van een geluidsbron wordt geluidsvermogen W genoemd en uitgedrukt in Watt. Ook hier is een vervangende grootheid gedefinieerd: Het geluidsvermogenniveau Lw.

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (\text{dB}) \text{ waarin } W_0 = 10^{-12} \text{ Watt, een referentievermogen} = 0 \text{ dB.}$$

Stel een bron van 10 Watt: bijvoorbeeld een luidsprekerbox of een groot orkest.

$$L_w = 10 \log \frac{10}{10^{-12}} = 10 \log 10^{13} = 130 \text{ dB}$$



Op dezelfde wijze kunnen we meerdere berekeningen uitvoeren, bijvoorbeeld:

$$40 \text{ Watt} \quad L_w = 10 \log \frac{4 \times 10}{10^{-12}} = 10 (\log 4 + \log 10^{13}) = 10 (0,6 + 13) = 136 \text{ dB}$$

Zo geeft 100 Watt: 140 dB en 1 Watt: 120 dB (bijv. een kettingzaag)

De grootte van een ruimte waarin zich een geluidsbron bevindt, bepaalt of er al dan niet hinder ontstaat. Zo zal in een groot stadion een concert met boxen van 100 Watt geen hinder geven. Een box van 10 Watt in een afgesloten auto zal zelfs gehoorbeschadigingen kunnen geven. Geluid van een geluidsbron plant zich over het algemeen bolvormig voort. Doordat het geluid zich over een steeds groter wordend oppervlak verdeelt, neemt de geluidssterkte af. Het geluidsdrukkniveau neemt bij iedere verdubbeling van de afstand met 6 dB af.

Natuurlijk zal bij het ontwerpen van wanden en plafonds in de afbouw rekening met bovengenoemde aspecten moeten worden gehouden en kan het inschakelen van een akoestisch specialist noodzakelijk zijn.

**Berekeningsvoorbeelden  $L_p$** , zie ook voorgaande tabel: Overzicht geluidsdrukkniveaus

Formule :

$$L_p = 10 \log \frac{P_{\text{eff}}^2}{P_0^2} \quad \text{waarin} \quad P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$\text{Stel } P_{\text{eff}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$L_p = 10 \log \frac{(2 \cdot 10^{-5})^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2} = 10 \log 1^2 = 10 \cdot 0 = 0 \text{ dB}$$

$$\text{Stel } P_{\text{eff}} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$L_p = 10 \log \frac{(2 \cdot 10^{-4})^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2} = 10 \log 10^2 = 10 \cdot 2 \log 10 = 10 \cdot 2 \cdot 1 = 20 \text{ dB}$$



Stel  $P_{\text{eff}} = 2 \cdot 10^{-3}$

$$L_p = 10 \log \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2} = 10 \log 10^4 = 10.4 \log 10 = 10.4 \cdot 1 = 40 \text{ dB}$$

Stel  $P_{\text{eff}} = 200 \text{ Pa}$  ( $2 \cdot 10^2$ )

$$L_p = 10 \log \frac{(2 \cdot 10^2)^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2} = 10 \log 10^{14} = 10.14 \log 10 = 10.14 \cdot 1 = 140 \text{ dB}$$

Evenzo zijn de overige waarden in de tabel berekend.

**Geluidsbronnen kunnen dus niet rekenkundig worden opgeteld.**

Het berekenen van twee geluidsbronnen gaat als volgt.

We nemen twee radio's van elk 80 dB. De bijbehorende effectieve geluidsdruk is  $2 \cdot 10^{-1} \text{ Pa}$  (zie tabel).

**FORMULE:**  $L_p \text{ totaal} = 10 \log \Sigma \frac{(P_{\text{eff}})^2}{(P_0)^2} \text{ (dB)}$

$$L_p \text{ totaal} = 10 \log \frac{(2 \cdot 10^{-1})^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2} + \frac{(2 \cdot 10^{-1})^2}{(2 \cdot 10^{-5})^2}$$

$$L_p \text{ totaal} = 10 \log \frac{4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-10}} + \frac{4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-10}}$$

$$= 10 \log 10^8 + 10 \log 2$$

$$= 80 + 3$$

$$= 83 \text{ dB}$$



Dus twee radio's van 80 dB geven 83 dB.

Bij 3 radio's wordt het laatste stuk van de berekening

$$\begin{aligned} 10 \log 3 \cdot 10^8 &= 10 \log 10^8 + 10 \log 3 \\ &= 80 + 5 \\ &= 85 \text{ dB} \end{aligned}$$

Vuistregels: bij twee gelijke bronnen 3 dB meer ( $10 \log 2$ ),  
bij drie gelijke bronnen 5 dB meer ( $10 \log 3$ ),  
bij n gelijke bronnen  $10 \log n$  meer,  
wanneer twee bronnen meer dan 10 dB verschillen is het totale niveau vrijwel  
gelijk aan de hoogste. Optellen heeft dan geen zin.

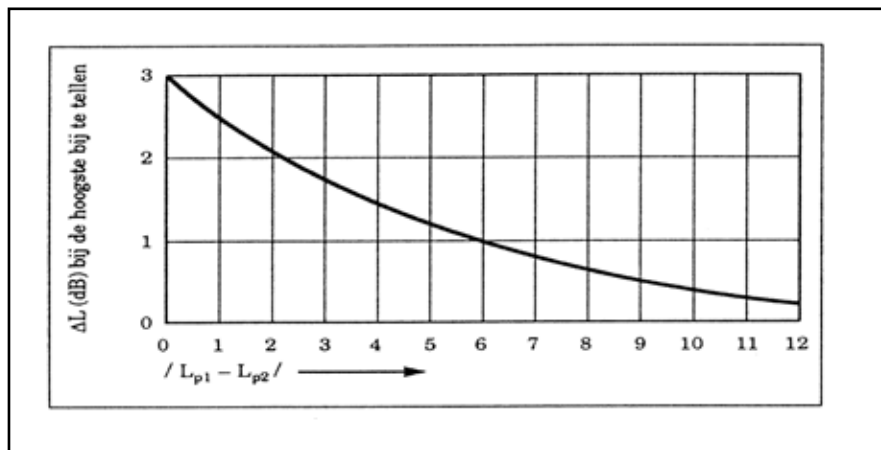
Dus bijvoorbeeld 20 violen extra geeft:  $10 \log 20 = 13$  dB meer.

Zo is ook 10 van 60 dB even hard als 1 van 70 dB ( $10 \log 10 = 10$ ,  $60 + 10 = 70$ ).

Evenzo 1 van 70 dB + 10 van 60 dB = 73 dB.

Bovenstaande is ook met behulp van onderstaande grafiek te bepalen.

Bron: Jellema 7a



Wanneer meerdere geluidsdrukniveaus moeten worden opgeteld, dan kan dat twee aan twee gebeuren.

Voorbeeld:  $L_{p1} = 53$                        $L_{p2} = 53$                        $L_{p3} = 60$

$$L_{p1+2} = 56$$

$$L_p \text{ totaal} = 61,5 \text{ dB}$$

Neem verschil tussen  $L_{p1}$  en  $L_{p2} = 0$ , op de verticale lijn vinden we 3 dB.

Het verschil tussen 56 en 60 dB = 4, op de verticale lijn vinden we 1,5 dB.

$L_p$  totaal is dus 61,5 dB.



Bovenstaande wordt in onderstaande tabel nog eens verduidelijkt.

Bron: Bouwfysica, v.d. Linden

$L_{p1} - L_{p2}$	$\Delta L$	$L_{p1}$	$L_{p2}$	$L_{p1} + \Delta L = L_{ptot}$
0	3,0	60	60	$60 + 3,0 = 63,0$
0,5	2,8	60	59,5	$60 + 2,8 = 62,8$
1	2,5	60	59	$60 + 2,5 = 62,5$
2	2,1	60	58	$60 + 2,1 = 62,1$
3	1,8	60	57	$60 + 1,8 = 61,8$
4	1,5	60	56	$60 + 1,5 = 61,5$
5	1,2	60	55	$60 + 1,2 = 61,2$
7	0,8	60	53	$60 + 0,8 = 60,8$
10	0,4	60	50	$60 + 0,4 = 60,4$
20	0,04	60	40	$60 + 0,04 = 60,0$
30	0,004	60	30	$60 + 0,004 = 60,0$

Het karakter van een geluid wordt bepaald door :

- de wijze waarop de geluidsdruk in de tijd varieert,
- de toonhoogte.

Een zuivere toon bestaat uit een geluid, waarvan de geluidsdruk sinusvormig in de tijd verandert.

Ons gehoor neemt hoge en lage tonen waar. De toonhoogte wordt bepaald door het aantal trillingen per seconde. Dit is de frequentie en wordt uitgedrukt in Herz (Hz).

De snelheid waarmee geluidsgolven zich voortplanten, is voor alle frequenties gelijk:

$$C = f \times \lambda \text{ (m/s)}$$

Waarin  $c$  = voortplantingssnelheid in m/s  
 $f$  = frequentie in Hz  
 $\lambda$  = golflengte in m

Voorbeeld:

Wat is de frequentie van een geluidsgolf met een golflengte van 0,80 m in lucht?

$C = 331,8 \text{ m/s}$

$$f \times 0,80 \Leftrightarrow f = \frac{331,8}{0,80} = 415 \text{ Hz}$$

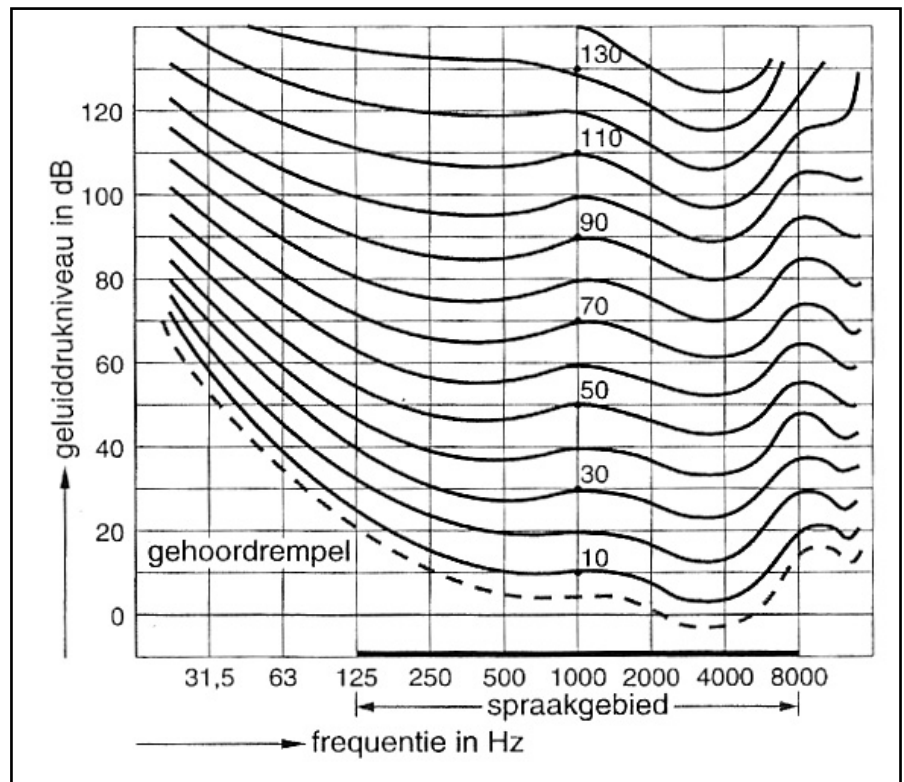


### Hoorgevoeligheid

Het waarneembare frequentiegebied ligt voor de mens tussen 20 – 20000 Hz. Voor bepaalde diersoorten ligt dit aanmerkelijk hoger. Hond en kat tot 40.000 Hz, dolfijnen en vleermuizen zelfs tot 90.000 Hz.

Het menselijk oor is niet voor alle tonen (frequenties) even gevoelig. Bij een fysisch zelfde geluidsdruk niveau ervaren we bijv. een toon van 100 Hz minder luid dan een toon van 1000 Hz. Om de toon van 100 Hz even luid te horen, zal het geluidsdruk niveau verhoogd moeten worden met enkele dB's. Door middel van proeven zijn zgn. isofonen vastgesteld. Isofonen zijn lijnen van gelijke luidheid. Alle punten op een lijn in onderstaande grafiek horen we als even luid. Door filters in te bouwen in de elektronische meetapparatuur kan men het geluid bijv. per octaafband meten of kan men de frequentie afhankelijke gevoeligheid van het oor inbouwen.

Het oor hoort logaritmisch, dus niet rekenkundig. 10 dB wordt ervaren als verdubbeling geluidsniveau.



Isofonen (lijnen van gelijke luidheid) volgens ISO-R220 (1961)

Het oor wordt bij 100 Hz ongevoeliger, boven 5000 Hz lopen de lijnen ook weer op dus ongevoeliger.

Voorbeeld: bij 1000 Hz vinden we een luidheid van 30 dB om bij 125 Hz dezelfde luidheid te krijgen, hebben we 10 dB meer nodig (lijn kruist 40 dB grens).

In meetapparatuur wordt de oorgevoeligheid ingebouwd. Per frequentieband wordt het geluidsdruk niveau bepaald, daarna wordt gecorrigeerd naar oorgevoeligheid. We krijgen dan een geluidsdruk niveau in dB (A). Onderstaande tabel geeft de correcties ten opzichte van 1000 Hz.

Frequentie in Hz	A-weging in dB
63	- 26,2
125	- 16,1
250	- 8,6
500	- 3,2
1000	+ 0,0
2000	+ 1,0
4000	+ 1,1
8000	- 1,0



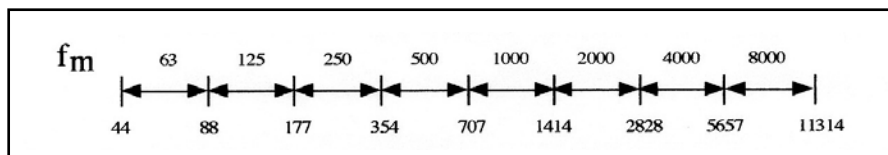
### Octaafbanden

Om te weten hoe de geluidsenergie over het frequentiegebied is verdeeld, wordt gebruik gemaakt van internationaal genormaliseerde octaafbanden.

Octaafband: een frequentiegebied, waarbij de bovenste grensfrequentie ( $f_2$ ) tweemaal zo hoog is als die van de onderste grensfrequentie ( $f_1$ ).

De octaafbanden worden aangegeven met hun middenfrequentie ( $f_m$ ).

De indeling van het frequentiegebied in octaafbanden



Genormaliseerde waarden van octaafbandfilters.

$f_m$	$f_1$	$f_2$
63	44	88
125	88	177
250	177	354
500	354	707
1000	707	1414
2000	1414	2828
4000	2828	5657
8000	5657	11314

Wordt de octaafbandfilter ingesteld op bijvoorbeeld 500 HZ dan wordt alleen gemeten tussen 354 – 707 Hz.

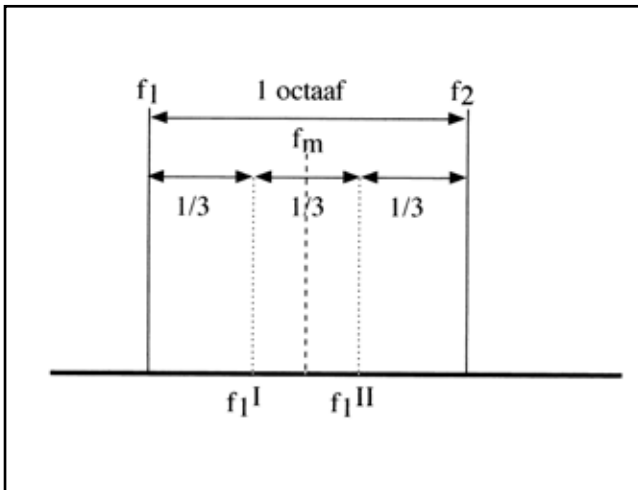
$$\begin{aligned} \text{In formule } f_m &= \sqrt{f_1 \cdot f_2} \\ &= \sqrt{354 \cdot 707} \\ &= 999,8 \text{ (1000)} \end{aligned}$$

$$\text{Genormaliseerd } \frac{f_2}{f_1} = 2$$



**Octaafband filter.**

Bron: Jellema 7a



$f_m$  = middenfrequentie

$$f_m = \sqrt{f_1 \cdot f_2} = f_1 \cdot \sqrt{2} = \frac{f_2}{\sqrt{2}}$$

$$f_2 = 2 \cdot f_1 \text{ of } = \frac{f_2}{f_1} = 2$$

1/3 octaafband of tert

$$\frac{f_1^I}{f_1} = \frac{f_1^{II}}{f_1} = \frac{f_2}{f_1^{II}} = 2^{1/3} = 1,23 \sim 1,25$$

stel:  $f_m = 1000$

$$f_1 = \frac{1000}{\sqrt{2}} = 707 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 1000 \cdot \sqrt{2} = 1414 \text{ Hz}$$

$$\frac{1}{3} \text{ octaaf } \frac{1000}{1,25} = 800 \text{ Hz}$$

$$1000 \cdot 1,25 = 1250 \text{ Hz}$$

### 3.11 Luchtgeluidsisolatie

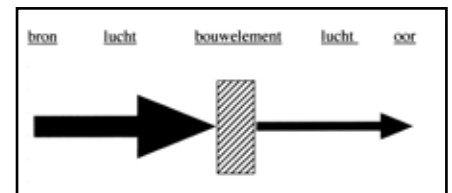
#### Middenfrequenties van genormaliseerde frequentiebanden in Hz

1/1 octaaf fm (Hz)	1/3 octaaf fm (Hz)
63	50 63 80
125	100 125 160
250	200 250 315
500	400 500 630
1000	800 1000 1250
2000	1600 2000 2500
4000	3150 4000 5000
8000	6300 8000 10000

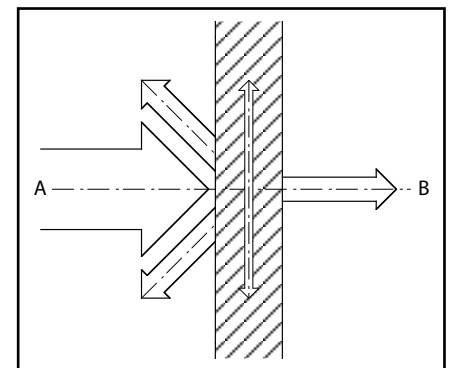
Een octaafband is opgebouwd uit drie 1/3-octafbanden.

Luchtgeluidsisolatie is een eigenschap van een element: wand, plafond of vloer.

Onder luchtgeluidsisolatie wordt verstaan de mate waarin geluid in een ruimte via een bouwelement wordt verhinderd tot een andere ruimte door te dringen.



De geluidsisolatie is dus de verhouding tussen opvallend en doorgelaten geluid. De luchtgeluidsisolatie wordt uitgedrukt in dB.



Luchtgeluidsisolatie is het verschil tussen A, het opvallend geluid, en B, het doorgelaten geluid.

Van het opvallend geluid wordt een deel **teruggekaatst** en een deel **geabsorbeerd** door de constructie, de rest is het **doorgelaten** geluid.

Een geluidsisolatie van 20 dB betekent dat 1/100 deel van het geluidsvermogen, in Watt, wordt doorgelaten.

Een geluidsisolatie van 30 dB betekent dat 1/1000 deel wordt doorgelaten.

Een geluidsisolatie van 40 dB betekent dat 1/10000 deel wordt doorgelaten.

Een geluidsisolatie van 50 dB betekent dat slechts 1/100000 deel wordt doorgelaten.



### Massawetten

Diverse onderzoekers hebben gezocht naar een wiskundig verband tussen luchteluïdsisolatie en de fysische eigenschappen van een scheidingsconstructie, wanden en plafonds.

Hieruit zijn de theoretische en praktische massawetten voortgekomen. Zonder in te gaan op de achtergronden en afleidingen houden de theoretische massawetten in dat:

- de geluïdsisolatie toeneemt met 6 dB bij verdubbeling van de massa per oppervlak;
- de geluïdsisolatie toeneemt met 6 dB bij verdubbeling van de frequentie per octaaf 63, 125, 250 enz.

Bij deze theoretische massawetten zijn echter een paar aannames gedaan die niet met de praktijk in overeenstemming zijn, namelijk:

- De wand heeft oneindige afmetingen.
- De wand beweegt als één geheel, als een zuiger.
- De wand heeft geen stijfheid.

Dit houdt in dat de resultaten te optimistisch zijn.

Later zijn er de zogenaamde praktische massawetten ontwikkeld.

Voor homogene constructies (massief beton, metselwerk e.d.) kan een voorspelling worden gedaan van de geluïdsisolatie.

De geluïdsisolatie is nl. afhankelijk van:

- de massa (traagheid) van de wand;
- de frequentie van de invallende geluidsgolf.

Men heeft zowel proefondervindelijk als wiskundig relaties tussen de geluïdsisolatie (R) en de fysische eigenschappen afgeleid. Bron: Jellema 7a

a.  $R_{500} = 17,5 \log m + 3$  (dB)

Waarin:  $R_{500}$  = weerstand bij 500 Hz

per hoger resp. lager octaaf 4 à 5 dB optellen resp. aftrekken  
 $m$  = massa in  $\text{kg/m}^2$

b. wand  $m < 200 \text{ kg/m}^2$   $R_m = 13,3 \log 10 m$  (dB)

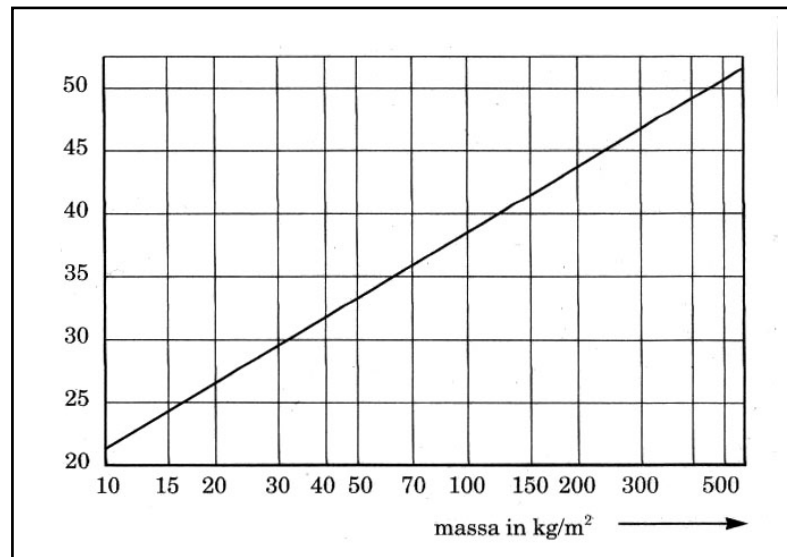
c. wand  $m > 200 \text{ kg/m}^2$   $R_m = 15 \log 4 m$  (dB)

d.  $R_m = 12 + 5,3 \sqrt[3]{m}$

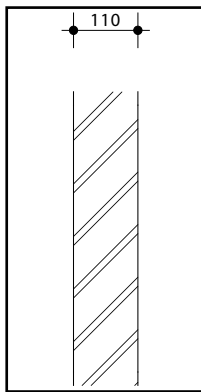
Bovenstaande massawetten voldoen goed bij het vergelijken van wanden. Er is geen rekening gehouden met buigstijfheid.

Onderstaande grafiek is een makkelijk hulpmiddel.

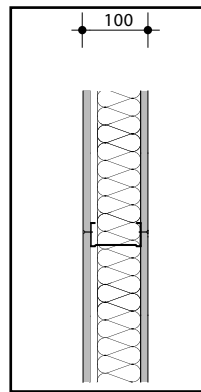
Praktische massawet van de geluïdsisolatie bij 500 Hz. Bron: Bouwfysica, v.d. Linden



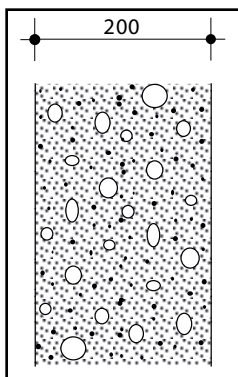
### Massa – Buigstijfheid



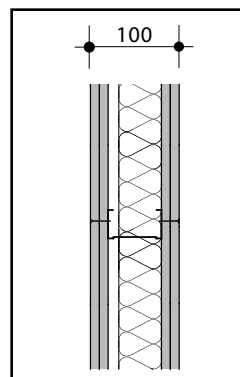
Metselwerk 200 kg/m<sup>2</sup>  
43 dB (zie grafiek)



Gipskartonplatenwand (24 kg/m<sup>2</sup>)  
43 dB



Gewapend betonwand 480 kg/m<sup>2</sup>  
49 dB (zie grafiek)



Gipskartonplatenwand (40 kg/m<sup>2</sup>)  
49 dB

**Bij massa-veer-massa systemen zoals, gipskartonplaatwanden, oppassen voor resonanties in de spouw en ongewenste koppelingen.**

### Buigstijfheid

Bij de massawetten wordt géén rekening gehouden met de buigstijfheid van een constructie.

Valt een geluidsgolf onder een hoek op een constructie, dan zal deze ten gevolge van de onder- en overdrukken de wand uit zijn evenwichtstoestand brengen.

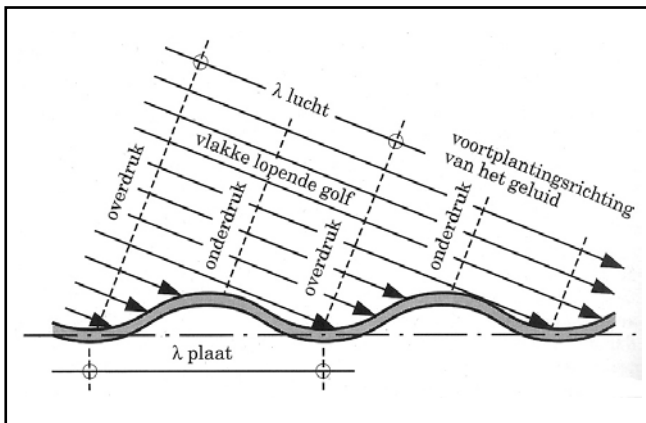
Indien de eigen frequentie ( $f_g$  = waarbij de wand gemakkelijk in trilling komt) samenvalt met de frequentie van de buiggolf, dan resulteert dit in een sterke plaattrilling en wordt het geluid gemakkelijk doorgelaten.

Dit heet het **coïncidentie-effect** (coïncidentie = samenvallen).

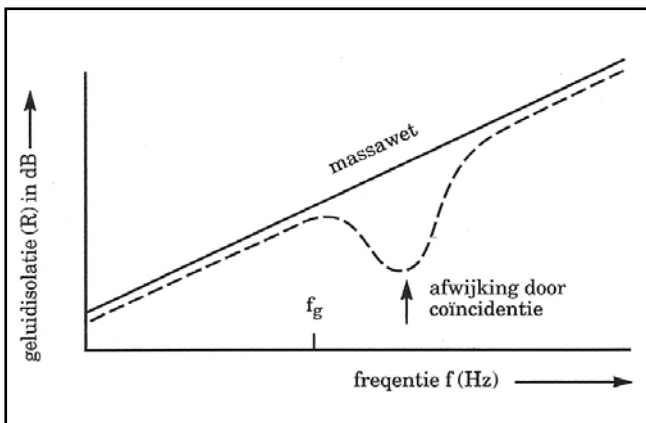
### Grafische voorstelling van het coïncidentie-effect

Bron: Bouwfysica, Van der Linden

Een vlakke, lopende geluidsgolf die onder een bepaalde hoek invalt op een plaatvormige constructie (wand) veroorzaakt hierin een gedwongen buigingsgolf.



Is de frequentie van het invallende geluid gelijk aan de grensfrequentie van de constructie, dan is het geluidsisolerende effect van de wand nihil!



Beïnvloeding van de geluidsisolatie door coïncidentie.

De grensfrequentie  $f_g$  is de laagste frequentie waarbij coïncidentie optreedt. Het effect hiervan is hier het grootst, dit komt door scherpende inval.

Wij zagen bij de massawet bij een hogere frequentie een hogere geluidsisolatie. Door coïncidentie ontstaat een dip.

De grensfrequentie is afhankelijk van de voortplantingssnelheid van de longitudinale golven  $C_L$  en de eigenschappen en dikte van het materiaal.

Een constructie opgebouwd uit 3 lagen zal een veel hogere grensfrequentie hebben dan een massieve constructie met dezelfde dikte. Hogere grensfrequenties zijn gunstiger.





De voortplantingssnelheid van geluid in een materiaal is:

$$C_L = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Waarin  $C_L$  = voortplantingssnelheid in m/s in een bepaald materiaal  
 $E$  = elasticiteitsmodulus in N/mm<sup>2</sup>  
 $\rho$  = dichtheid van het materiaal in kg/m<sup>3</sup>

De grensfrequentie: 
$$fg = \frac{C^2}{1,8 C_L \times d}$$

Waarin  $C$  = voortplantingssnelheid in lucht bij 20° C, ca. 340 m/s  
 $C_L$  = voortplantingssnelheid in een bepaald materiaal in m/s  
 $d$  = dikte van het materiaal in mm

$$fg = \frac{64000}{C_L \times d} \rightarrow fg \times d = \frac{64000 \text{ (afgerond)}}{C_L} \text{ is een materiaalconstante}$$

Deze formule is uiteindelijk afgeleid uit een aantal wiskundige en natuurkundige beschouwingen over buiggolven, hoek van inval  $\varphi$ , voortplantingssnelheid enz. Bij invalshoek  $\varphi 90^\circ$  is de coïncidentiefrequentie het laagst. Dit is de grensfrequentie, beneden  $fg$  treedt geen coïncidentie op, erboven wel.

$fg$  moet  $> 3000$  Hz zijn, omdat anders de “dip” in de geluidsisolatie zich in het midden van het frequentiegebied van de menselijke stem bevindt.

Indeling van wanden naar  $fg$  en massa:

1. buigslappe wanden  $fg > 100$  Hz;  $m < 50$  kg/m<sup>2</sup>  
(bijv. 10 mm gipskartonplaat,  $fg = 3550$  Hz)
2. lichte, buigstijve wanden  $200$  Hz  $< fg < 1000$  Hz  
 $50 < m < 200$  kg/m<sup>2</sup>  
(bijv. 70 mm gipsblok,  $fg = 507$  Hz)
3. zware, buigstijve wanden  $fg < 200$  Hz;  $m > 200$  kg/m<sup>2</sup>  
(bijv. 170 mm beton,  $fg = 101$  Hz)



Materiaalgegevens

Voor de berekening van luchtgeluidsisolatie van enkelvoudige wanden.

Materiaal	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_L = \sqrt{E/\rho}$ (m/s)	Fg x d (Hz m)	Voorbeeld	
				d (mm)	Fg (Hz)
Aluminium	2700	5100	12,5	2	6250
				5	2500
Staal	7800	5050	12,8	1	12800
				3	4267
Glas	2500	5000	12,8	4	3200
				8	1600
Beton	2400	3700	17,3	120	144
				200	87
Cellenbeton	650	1700	38,0	80	475
				200	190
Kalkzandsteen	1900	3000	21,4	105	204
				210	102
Poriso	1200	2500	26,0	50	520
				90	289
Gips	1200	1800	35,5	50	710
				70	507
Gipskartonpl.	1200	1800	35,5	12,5	2840
				15	2367
Hout/spaanpl.	700-1000	2500	25,0	12	2083
				22	1136
Lood	11300	1250	51,2	0,5	102400
				2	25600

**Dubbele constructies**

Een hoge luchtgeluidsisolatie kan met enkelvoudige constructies alleen bereikt worden d.m.v. grote massa's per oppervlak.

Op zich kan de geluidsisolatie van een spouwconstructie beter zijn dan die van een enkele wand. Er kunnen echter randverschijnselen optreden, waardoor de isolatie wordt verslechterd.

Indien een wand wordt opgebouwd uit twee delen met lucht ertussen, kan door het ontbreken van rechtstreekse trillingsoverdracht een grote geluidsisolatie worden bereikt bij een relatief kleine massa per oppervlak.

### Spouwconstructies

Twee spouwbladen kunnen op de tussenliggende luchtlaag een trilling uitvoeren. De luchtlaag fungeert dan als een veer waaraan twee massa's zijn gekoppeld.

Ook bij een spouwconstructie is er een frequentie, waarbij de hele constructie gemakkelijk in trilling wordt gebracht. Dit is de resonantie frequentie  $f_0$ .

$$f_0 = 60 \sqrt{\left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \times \frac{1}{d}}$$

waarin  $d$  = spouwbreedte in m  
 $m$  = massa in  $\text{kg/m}^2$

Bij een symmetrische spouwconstructie, waarbij  $m_1 = m_2 = \frac{1}{2} m_{\text{tot}}$ , geldt:  $f_0 = \frac{120}{\sqrt{m_{\text{tot}} \times d}}$

Bij een voorzetwand, een lichte constructie voor een zware, dus als  $m_1 < m_2$  – geldt:

$$f_0 = \frac{60}{\sqrt{m_1 \times d}}$$

Voor een goede geluidsisolatie geldt de eis: massa-veer resonantie  $f_0 < 80 \text{ Hz}$

De resonantie frequenties zijn als volgt te berekenen:

$$f_0 = \frac{n \times c}{2 \times d}$$

$n$  = aantal golven  
 $c$  = voortplantingssnelheid in lucht  
 $d$  = breedte luchtspouw in m

Voor een spouw van 12 mm =  $f_{\text{sp}} = 14000 \text{ Hz}$

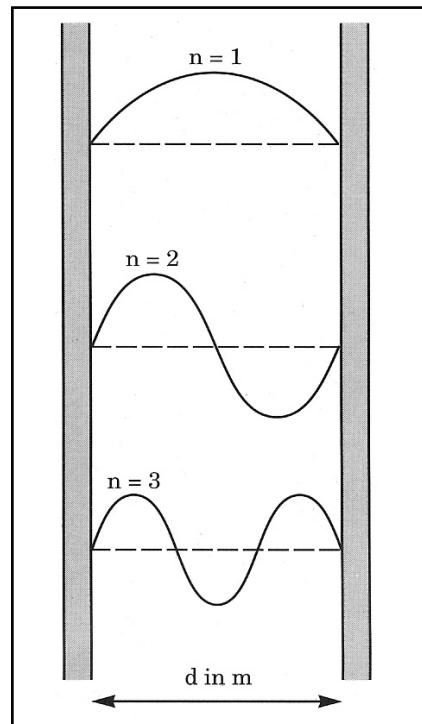
Bij de resonantie frequenties is de geluidsisolatie zeer gering. Evenals bij coïncidentie zouden spouwresonanties beneden de 3000 Hz niet mogen voorkomen.

Voorbeelden enkele resonantie frequenties

Materiaal	$m_1 = m_2$ in $\text{kg/m}^2$	dsp in m	$f_0$ in Hz
Gips (12 mm)	14	0,08	80
Glas (6 mm)	15	0,012	200
Glas (6 mm)	15	0,10	69

### Resonantie

Wordt veroorzaakt door staande golven in de spouw.



Staande golven in de spouw

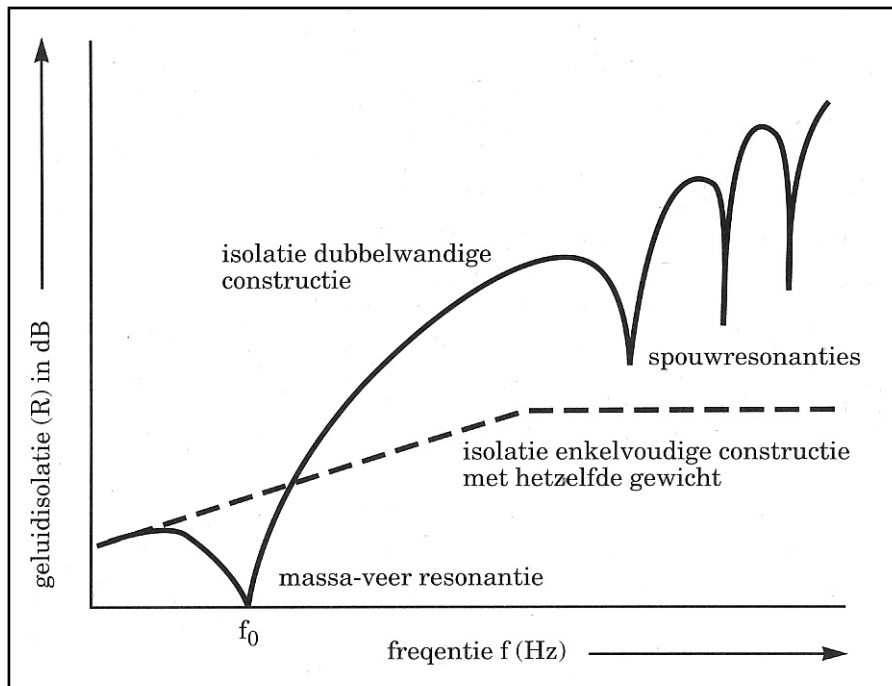
Geluidsisolatie van een dubbele wand kan verslechterd worden door spouwresonanties. Het aanbrengen van geluidsabsorberend materiaal in de spouw zal dit sterk verbeteren.

Ook bij spouwconstructies wordt de geluidsisolatie verlaagd door het optreden van het coïncidentie effect. Dit komt het meest tot uiting als beide spouwbladen dezelfde grensfrequentie hebben.

Is dit niet het geval dan kan het zijn dat de dip bij de grens-frequentie opgevangen wordt door de hoge isolatie van het tweede spouwblad. Bij dubbele beglazing worden dan ook vaak verschillende glasdiktes gebruikt.

### Spouwconstructie of enkelvoudige wand

Theoretische geluidsisolatie van een spouwconstructie en een even zware, enkelvoudige wand van loodrechte inval. Bron: Jellema 7a



#### Conclusies

- Beneden de  $f_0$ -frequentie is de geluidsisolatie van de dubbele wand even hoog als die van de even zware, enkelvoudige wand.
- Rond  $f_0$  blijft de geluidsisolatie van de dubbele wand achter bij die van de enkele.
- Boven  $f_0$  stijgt de geluidsisolatie van de dubbele wand sneller bij toenemende frequentie.
- De geluidsisolatie van een dubbele wand kan verslechteren door spouwresonanties. Geluidsabsorberend materiaal in de spouw kan de invloed van spouwresonanties sterk verminderen.
- Hoe verder  $f_0$  zich naar links bevindt, des te kleiner de invloed. Dit kan bereikt worden door de massa te verhogen of de spouw te verbreden.



### Luchtgeluidsoverdracht tussen ruimten

De grootheid die wordt gehanteerd voor luchtgeluidsoverdracht tussen ruimten, is het genormeerd geluidsniveaoverschil  $D_{nt}$  in octaafbanden, gedefinieerd door:

$$D_{nt} = L_z - L_o + 10 \log \frac{T}{T_o}$$

Waarin:

- $L_z$  = geluidsdruk niveau in de zendruimte, in dB
- $L_o$  = geluidsdruk niveau in de ontvangruimte, in dB
- $T$  = nagalmtijd in de ontvangruimte, in sec
- $T_o$  = referentiewaarde voor de nagalmtijd, 0,5 sec

De normwaarden voor luchtgeluidsisolatie zijn:

trillingsgetal tussen		$f_m$ in Hz	normwaarde in dB	
88	en	177 Hz	125	34
177	en	354 Hz	250	43
354	en	707 Hz	500	50
707	en	1414 Hz	1000	53
1414	en	2828 Hz	2000	54

### Luchtgeluidsisolatie R

De luchtgeluidsisolatie R is het in de ontvangruimte door alle omringende constructies afgestraalde vermogen, gedefinieerd als:

$$R = L_z - L_o + 10 \log \frac{S}{A}$$

Waarin:

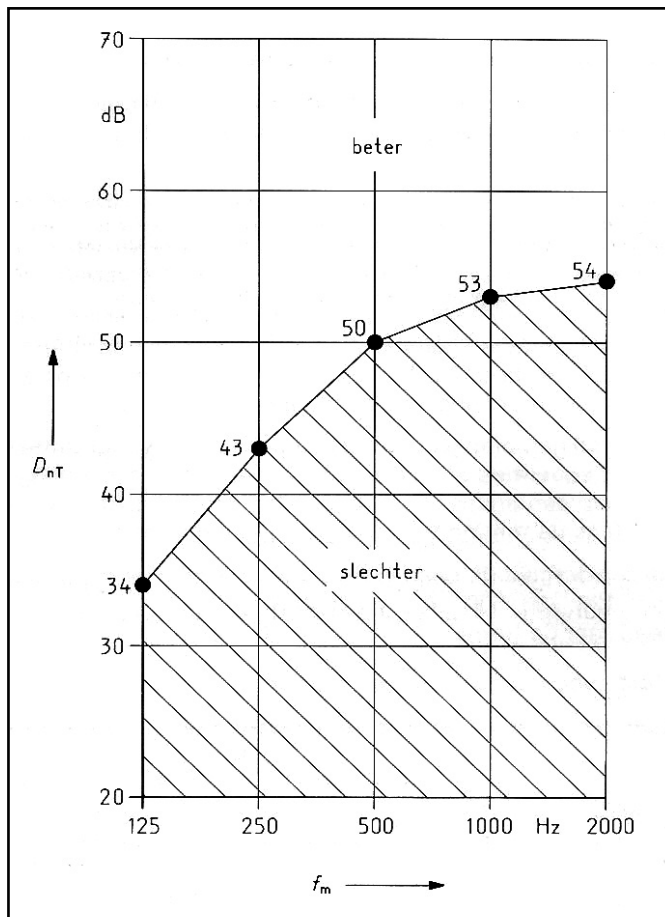
- $L_z$  = geluidsdruk niveau in de zendruimte, in dB
- $L_o$  = geluidsdruk niveau in de ontvangruimte, in dB
- $S$  = oppervlakte van het gemeenschappelijke deel van de scheidingsconstructie tussen zend- en ontvangruimte, in  $m^2$
- $A$  = geluidsabsorptie in de ontvangruimte, in  $m^2$  open raam (gemeten na nagalmtijd)

Dus kan in R worden uitgedrukt met:

$$D_{nt} = R + 10 \log \frac{V}{6T_o S} \quad \rightarrow R = D_{nt} - 10 \log \frac{V}{6T_o S}$$



Grafische voorstelling van de normwaarden voor luchtgeluidsisolatie NEN 1070



$I_{lu}$  = luchtgeluidsisolatie index  
 $I_{lu,k}$  = karakteristieke luchtgeluidsisolatie index

$I_{lu,lab}$  wordt nog veel gebruikt in de woningbouw en is een laboratoriumwaarde  
 $I_{lu,k}$  wordt berekend uit de  $I_{lu}$

$I_{lu}$  wordt uitgedrukt ten opzichte van de normwaarden,    erboven = +  
   eronder = -

Bijvoorbeeld:  $I_{lu} = +5$   
 $I_{lu} = -20$   
 $I_{lu} = 0$



### Berekening van $I_{lu}$

$I_{lu}$ , de isolatie-index voor luchtgeluid, wordt verkregen door de in de praktijk verkregen waarden te vergelijken met de normwaarden. Komen deze overeen, dan is de isolatie-index  $I_{lu} = 0$  dB.

Is dit niet het geval, verminder dan per octaafband de gemeten Dnt met de bijgehorende normwaarde. Op deze wijze worden 5 isolatieverschillen verkregen (op 0,1 dB nauwkeurig).

Bereken daaruit:

- het gemiddelde van de 5 isolatieverschillen;
  - het gemiddelde van de (algebraïsch) 2 kleinste isolatieverschillen, vermeerderd met 2 dB;
  - het (algebraïsch) kleinste isolatieverschil vermeerderd met 4 dB.
- $I_{lu}$  is het (algebraïsch) kleinste getal van deze drie waarden.

### Afronding

$I_{lu}$  wordt afgerond op het dichtstbijzijnde hele getal. Als het niet afgeronde getal eindigt op "5" wordt  $I_{lu}$  afgerond op het dichtstbijzijnde even getal.

### Voorbeeld berekening $I_{lu}$

Voorbeeld van de uitwerking van een luchtgeluidisolatiemeting volgens NEN 1070

	Eenheid	Octaafbanden met $f_m$ in Hz				
		125	250	500	1000	2000
1. Lz	dB	99,4	99,8	101,1	99,9	99,3
2. Lo	dB	67,2	60,7	51,3	43,2	40,0
3. Nagalmtijd	sec.	1,0	1,1	1,0	0,9	0,7
4. $10 \log T/To$	dB	+ 3,0	+ 3,4	+ 3,0	+ 2,6	+ 1,5
5. Genormeerde luchtgeluids- isolatie 1-2+4	dB	35,2	42,5	52,8	59,3	60,8
6. Normwaarden	dB	34	43	50	53	54
7. Verschillen 5-6	dB	+ 1,2	- 0,5	+ 2,8	+ 6,3	+ 6,8

Berekening van de waarden a, b, c:

$$a = 1/5 \times (1,2 - 0,5 + 2,8 + 6,3 + 6,8) = + 3,32 \sim + 3$$

$$b = 1/2 \times (1,2 - 0,5) + 2 = + 2,35 \sim + 2$$

$$c = - 0,5 + 4 = + 3,50 \sim + 4$$

De kleinste van deze uitkomsten is  $I_{lu} = +2$ dB





$$I_{lu} \quad I_{lu;k}$$

$I_{lu}$  = luchtgeluid-isolatie-index

Maat voor de bescherming tegen luchtgeluid uit een andere besloten ruimte.

Is mede afhankelijk van de verhouding:

$$\frac{\text{Volume v.d. ontvangruimte}}{\text{Oppervlakte v.d. scheidingsconstructie}} = \frac{V}{S}$$

Dit betekent dat  $I_{lu}$  zal veranderen wanneer de meetrichting wordt omgekeerd, als de ontvangst- en zendruimte niet gelijk zijn.

Indien diepte ontvangvertrek halveert, wordt de  $I_{lu}$  3dB slechter.

$I_{lu;k}$  = karakteristieke isolatie-index

Index, onafhankelijk van de feitelijke afmetingen van de ruimten, rekening houdend met de invloed van flankerende geluidsoverdracht.

$$I_{lu;k}$$

$$\frac{\text{Volume v.d. ontvangruimte}}{\text{Oppervlakte v.d. scheidingsconstructie}} = \frac{V}{S}$$

De verhouding  $\frac{V}{S}$  wordt genormaliseerd:

Referentie nagalmtijd in sec.	$V$ (genormaliseerd)
	--
	$S$

0,5	7,5 m
0,8	12,0 m

Bij ten opzichte van elkaar verspringende ruimten kan het gemeenschappelijk deel van de scheidingswand of -vloer heel klein zijn. Hier zal de geluidsisolatie hoofdzakelijk worden bepaald door flankerend geluidsoverdracht. Ontbreekt een gemeenschappelijke scheidingsconstructie, dan wordt  $S$  gelijkgesteld aan  $10 \text{ m}^2$ .

$I_{lu;k}$  in formule

$$I_{lu;k} = I_{lu} - 10 \log \left[ \frac{55,3 \cdot V}{C \cdot \text{To} \cdot S} \right] - 1$$

$C = 331,8 \text{ m/s}$



$$I_{lu,k} = I_{lu} - 10 \log \left[ \frac{V}{6 \cdot T_o \cdot S} \right] - 1$$

Bij  $T_o = 0,5$  sec. wordt de formule:

$$I_{lu,k} = I_{lu} - 10 \log \frac{V}{3 \cdot S} - 1$$

$I_{lu,k}$  wordt op dezelfde manier afgerond als  $I_{lu}$

Indien  $\frac{V}{6 T_o S}$  groter dan 2,5 : moet 2,5 worden aangehouden

**Voorbeeld:** stel  $V = 50 \text{ m}^3$   
 $S = 5 \text{ m}^2$   
 $I_{lu} = +4$

$$I_{lu,k} = I_{lu} - 10 \log \frac{V}{3 \cdot S} - 1$$

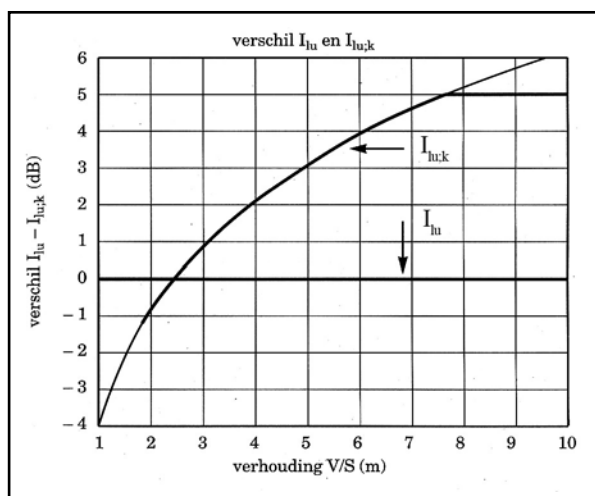
$$= 4 - 10 \log \frac{50}{15} - 1 = 4 - 10 \log 2,5 (!) - 1 = 4 - 4 - 1 = -1 \text{ dB}$$

Het verschil is dus 5 dB, (in dit voorbeeld.)

In onderstaande grafiek wordt het verband tussen  $I_{lu}$  en  $I_{lu,k}$  grafisch weergegeven.

**Versand tussen  $I_{lu}$  –  $I_{lu,k}$**

Grafiek



De  $I_{lu,k}$  waarde gaat over in  $I_{lu}$  indien  $10 \log \left[ \frac{V}{6 T_o S} \right] = -1$

$\frac{V}{S} = \text{ca } 2,5 \text{ m}$

### 3.12 Geluidsabsorptie

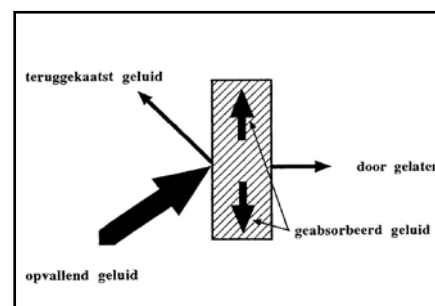
Geluidsabsorptie is de eigenschap van een materiaal of constructie om een deel van een geluidsgolf niet terug te kaatsen. De energie van de trillende luchtdeeltjes wordt omgezet in warmte door wrijving of doorgelaten. Poreuze materialen zoals minerale wollen absorberen goed. De geluidsgolven komen in het materiaal, botsen tegen de vezels en het geluid sterft uit (damping). Absorptie is de som van de wrijving en de doorlating. Het gedeelte van de op de constructie invalende energie dat niet wordt gereflecteerd, wordt geabsorbeerd en verdwijnt uit de ruimte.

De absorptiecoëfficiënt ( $\alpha$ ) is afhankelijk van o.a.

- frequentie;
- invalshoek;
- oppervlaktestructuur van de wand.

Geluidsabsorptie wordt uitgedrukt in  $\text{m}^2 \cdot \text{o.r.}$

O.R = open raam, immers een open raam geeft 100% geluidsabsorptie want alle geluidsenergie verdwijnt.



### Bepaling absorptiecoëfficiënt $\alpha$

#### 1. Loodrechte inval

Bij loodrechte inval wordt  $\alpha$  bepaald d.m.v. de **interferometermethode** (de behandeling van deze methode blijft buiten beschouwing).

#### 2. Alzijdige inval

Bij alzijdige inval wordt  $\alpha$  bepaald d.m.v. de **nagalmethode**.

Het principe is: eerst de nagalm meten in een lege, speciaal daarvoor bestemde ruimte (nagalmkamer).

Daarna wordt het te onderzoeken materiaal aangebracht en vervolgens wordt er weer gemeten.

M.b.v. de volgende formule is  $\alpha_s$  te bepalen.

$$\alpha_s = \frac{V_0}{6S} \left( \frac{1}{T_{\text{vol}}} - \frac{1}{T_{\text{leeg}}} \right)$$

$V_0$  = het volume van de lege ruimte ( $\text{m}^3$ ).

$S$  = de oppervlakte van de wand met het te onderzoeken materiaal ( $\text{m}^2$ ).

$T_{\text{vol}}$  = de nagalmtijd van de ruimte met materiaal (sec.).

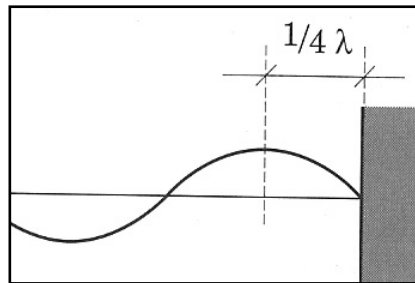
$T_{\text{leeg}}$  = de nagalmtijd van de lege ruimte (sec.).

#### Poreuze materialen

- Poreuze materialen hebben een open oppervlaktestructuur: je moet er als het ware doorheen kunnen blazen. Dan is het geschikt voor absorptie.
- Een geluidsgolf die een poreus materiaal binnendringt, verliest door wrijving energie. Hierdoor wordt de golf verzwakt of gedempt.

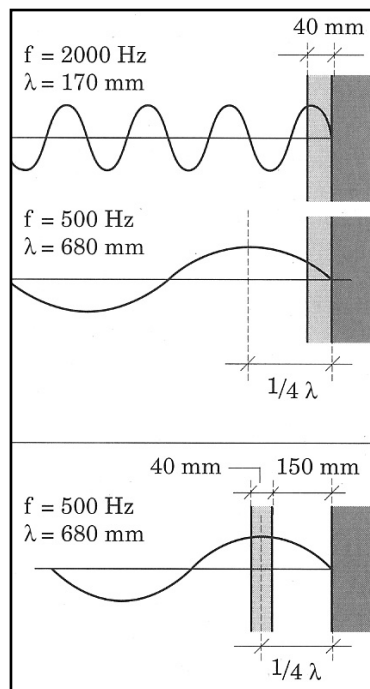
- Bepalend is de lucht- of stromingsweerstand van het materiaal. Optimaal tussen  $10^4$  à  $10^5$   $\text{Ns/m}^4$ .
- Om goed te absorberen moet een laag materiaal minstens een kwart golflengte van het te absorberen geluid dik zijn.
- De deeltjessnelheid is maximaal op  $1/4\lambda$  van de muur.  
Bron: Bouwfysica, van der Linden.

b.v. dikte 50 mm:  
 $\lambda / 4 = 50$     lengte = 200 mm  
 $f = 340/0,2 = 1700$  Hz



dus bij 1700 Hz een goede absorptie!

Absorptie materiaal wordt soms voorzien van een folie. Dit mag niet dikker zijn dan  $50 \mu\text{m}$ , als het dikker is kan het gaan werken als een paneel.



- Hele dikke, absorberende isolatielagen zijn niet altijd mogelijk.
- Door het toepassen van een spouw kunnen zorgen dat het absorberende materiaal zich juist op  $1/4 \lambda$  bevindt.
- dit effect wordt toegepast bij verlaagde plafonds en voorzetwanden.



### Geluidsabsorptie gipskartonplaten

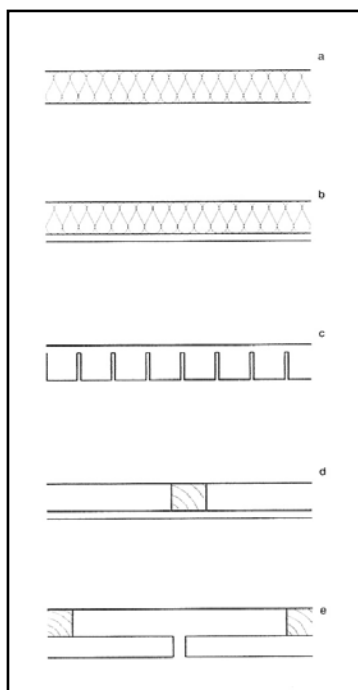
- Gipskartonplaat absorbeert op zich niet erg goed.
- Door het aanbrengen van perforatie kan dit worden verbeterd.
- De perforatie moet dan minimaal 20% zijn, vooral voor de hoge frequenties.
- Poreuze materialen absorberen hoge tonen beter dan lage.
- Ongeperforeerde materialen kunnen ook absorberen, wanneer ze worden aangebracht op een luchtsponw.  
De plaat vormt met de erachter gelegen luchtlaag een massa-veersysteem, waarbij trillingsenergie wordt omgezet in warmte.  
Dit systeem absorbeert alleen de lagere frequenties.
- Goed absorberende constructies hebben een absorptie-coëfficiënt  $\alpha = 0,7 - 0,9$  over het frequentiegebied van 500 – 2000 Hz.

Geperforeerde panelen gedragen zich als een zogenaamde Helmholtzresonator. Een Helmholtzresonator is een gat in een vlak met daarachter een zeker luchtvolume. De bewegende lucht in en rond het gat fungeert als massa, het achterliggende luchtvolume als veer. Door rond de opening een poreuze absorber aan te brengen wordt de geluidsabsorptie vergroot.

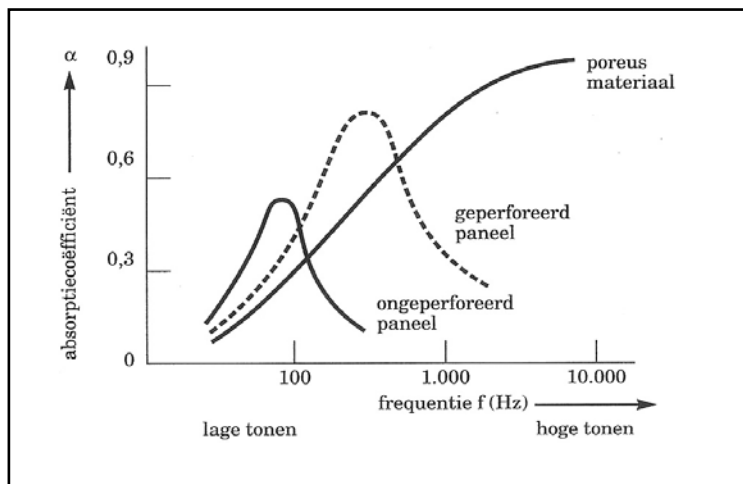
$$\text{De perforatiegraad} = \frac{\text{oppervlak gat}}{\text{totale oppervlak}}$$

### Ook platen met perforaties dempen door absorptie het geluid.

Bron: Trockenbau Atlas

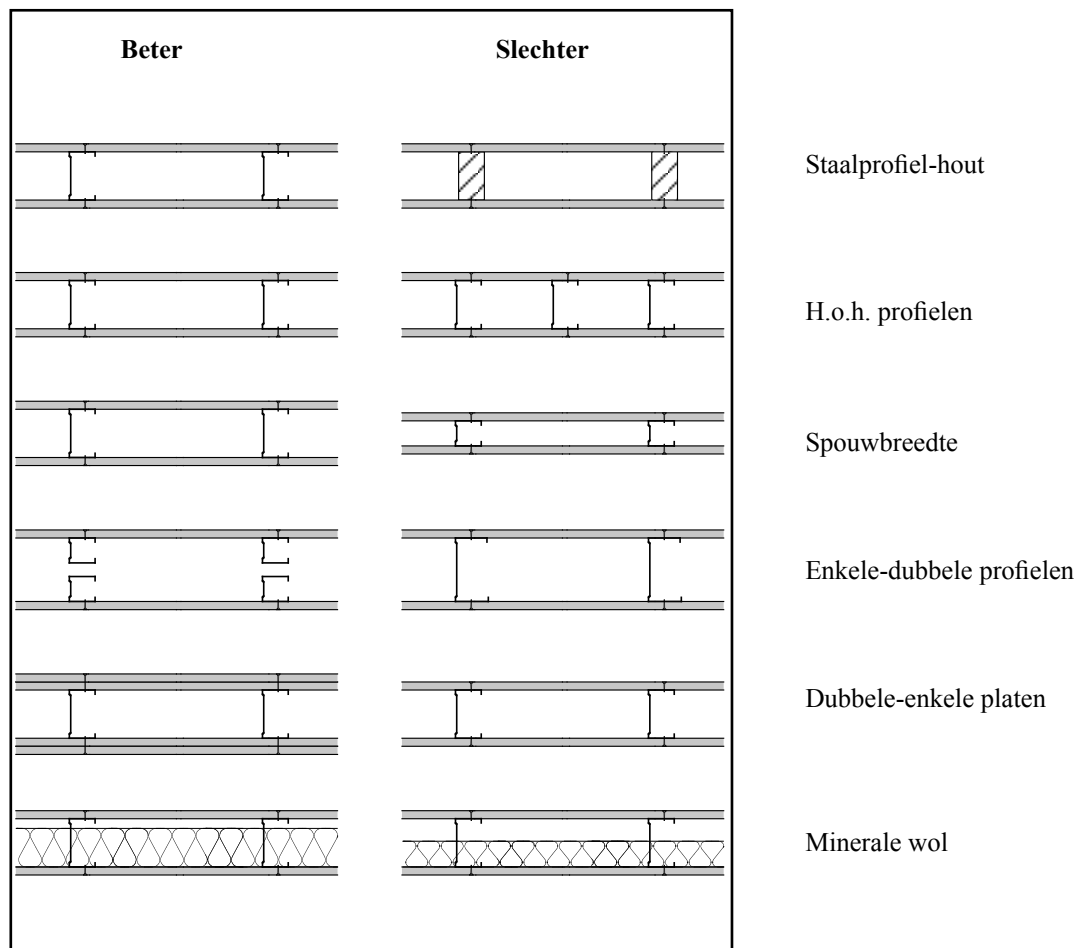


- a ) Poreus absorptiemateriaal
- b ) Als a, met geperforeerde afdekplaat
- c ) Akoestische plaat
- d ) Platenresonator
- e ) Helmholtzresonator  
Geperforeerde gipskartonplaat



**Geluidsabsorptie van panelen.** Bron: Bouwfysica, van der Linden

**Invloedfactoren op de geluidsisolatie van wanden.** Bron: Trockenbau Atlas





## Factoren die de geluidsisolatie beïnvloeden

### Omloopgeluid

Via deuren: afstanden van deur tot deur vergroten.  
Via verlaagde plafonds: barrières boven de wand;  
isolerende verlaagde plafonds;  
geluidabsorptie in plafondspouw.

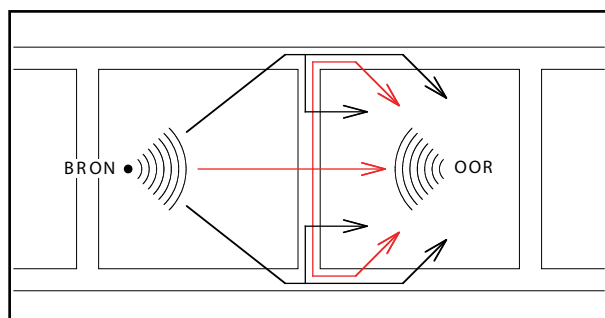
### Lekkage

Geen tegenover elkaar liggende perforaties en alleen dan nog wanneer geluidabsorptie in de spouw aanwezig is.  
Aansluiting tussen wand en leiding goed en blijvend afdichten.

### Nevenwegen (flankerende transmissie)

Geluid wordt uitgestraald door andere wanden.  
Ook vloeren en plafonds kunnen hierin meespelen.  
In de ontwerpfase dient hier rekening mee te worden gehouden.  
Zwevende vloerconstructies kunnen geluidisolatie van een wand negatief beïnvloeden, daarom de dekvloer onder de wand doorsnijden.

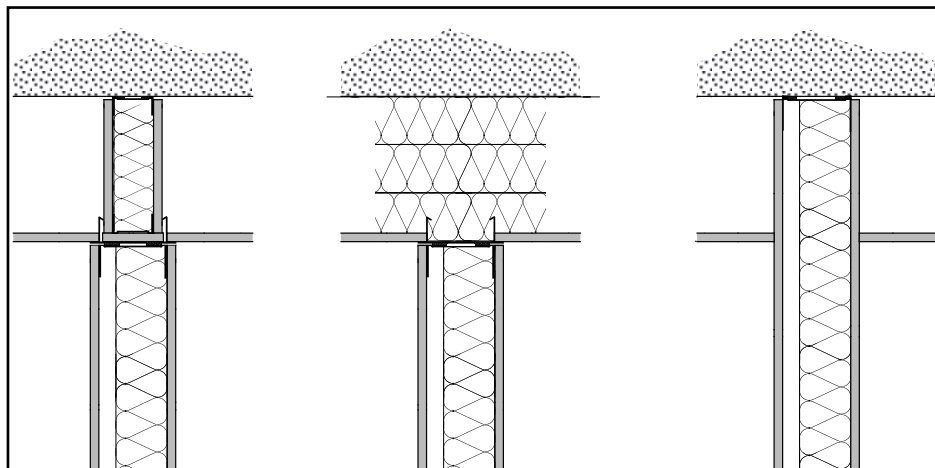
### Geluidsoverdracht via constructies





## Verlaagde plafonds

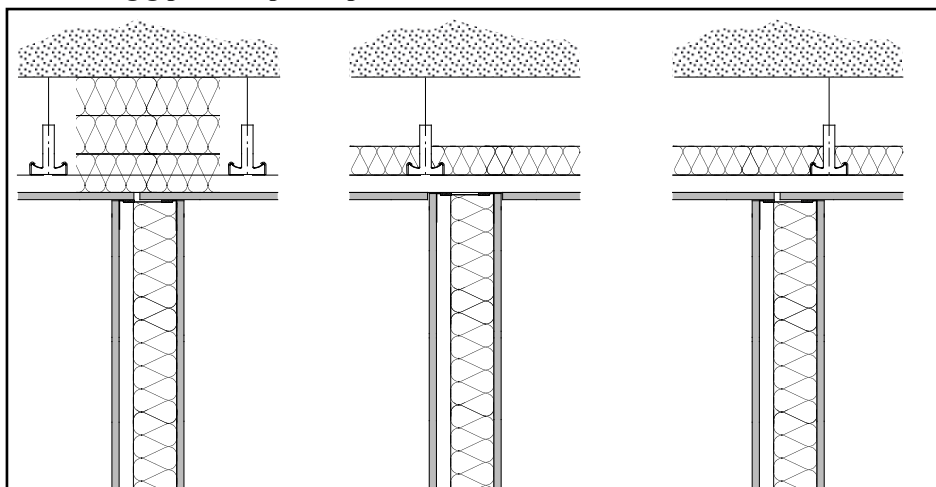
### Aansluiting systeemplafonds



Linker en middelste details:  
Oplossing met bandrasterprofiel.  
Rechter detail: Doorlopende wand

Zowel akoestisch als  
brandtechnisch goed.

### Aansluiting gipskartonplaten plafond



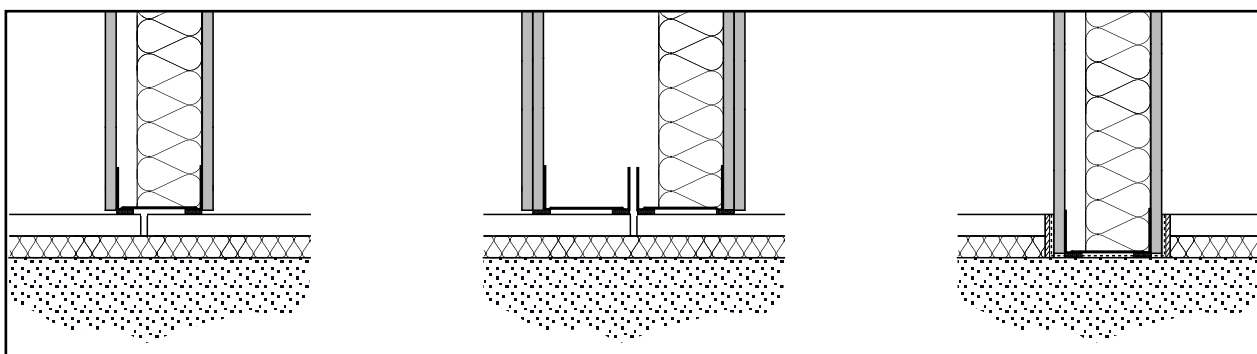
Plafond uitgevoerd met  
het zogenaamde 60/27 profiel

Met absorberschot  
voeg in plafondplaat

Plafondplaat  
onderbroken

Platen lopen  
door met voeg

### Vloeraansluitingen op zwevende dekvloer

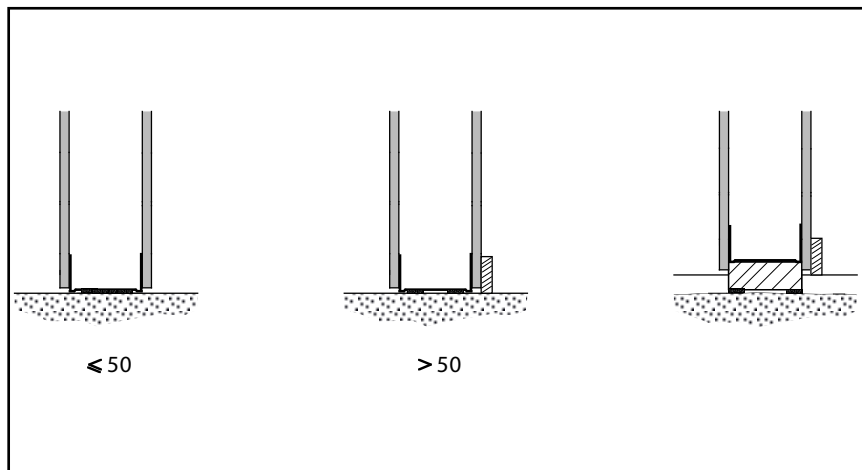


Dekvloer doorsnijden

Wand loopt door  
kantstroken en  
pe -folie



**Principe details gebruik afdichtingsband**

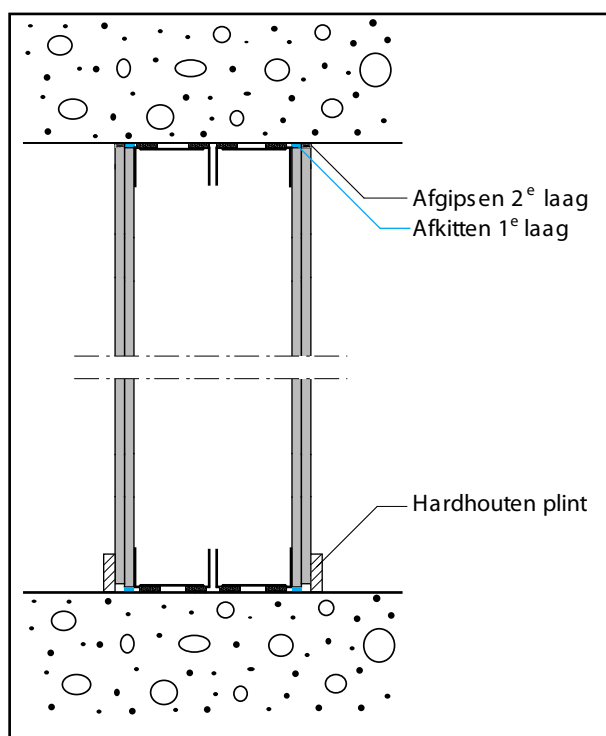


Bij vlakke vloer  
PE afdichtingsband  
5 x 20

2 maal 5 x 9

Bij ruwe vloer  
houten stelregel

**Afkit detail bij geluids- en brandeisen woningscheidende wand**



Rondom afkitten met een flexibel blijvende kit.  
Dit detail is zowel akoestisch als brandtechnisch goed.  
Uiteraard wordt de wand voorzien van een minerale wol.



### Andere factoren die het resultaat beïnvloeden

1. Wel of geen minerale wol in de spouw, absorptie.
2. Stijlen dicht bij elkaar, negatief. Grotere afstand geen verbetering.
3. Enkel of dubbel frame.
4. Enkel of meerdere beplating.
5. Schroefafstanden.
6. Graad van aanschroeven.
7. Kwaliteit montagewerk.
8. Afkitten.

Ad 1. Wordt later dieper op ingegaan, spouw vullen tot maximaal 75%.

Ad 2. Indien stijlen van 600 mm h.o.h. naar 400 mm geeft:

- bij enkele beplating 3-5 dB slechter,
- bij dubbele beplating 0-2 dB slechter.

Ad 3. Wordt later nader uitgewerkt, dubbel frame geeft hogere resultaten.

Ad 4. Wordt later dieper op ingegaan.

Ad 5. Grotere schroefafstanden geven betere akoestische waarden, echter voor stabiliteit niet wenselijk.

Ad 6. Ook graad van aanschroeven is van invloed.

Ad 7. Een belangrijk punt, nauwkeurig werken kan resultaat positief beïnvloeden.

Ad 8. Wel of geen kit is van grote invloed, zonder enige afdichting geeft bij dubbele beplating een verslechtering van wel 20 dB.

Verskil tussen afgipsen en flexibele kit: Alleen afgipsen geeft:

- ca. 1 dB slechter resultaat bij enkele stijlen,
- ca. 2 dB slechter resultaat bij dubbele gekoppelde stijlen.

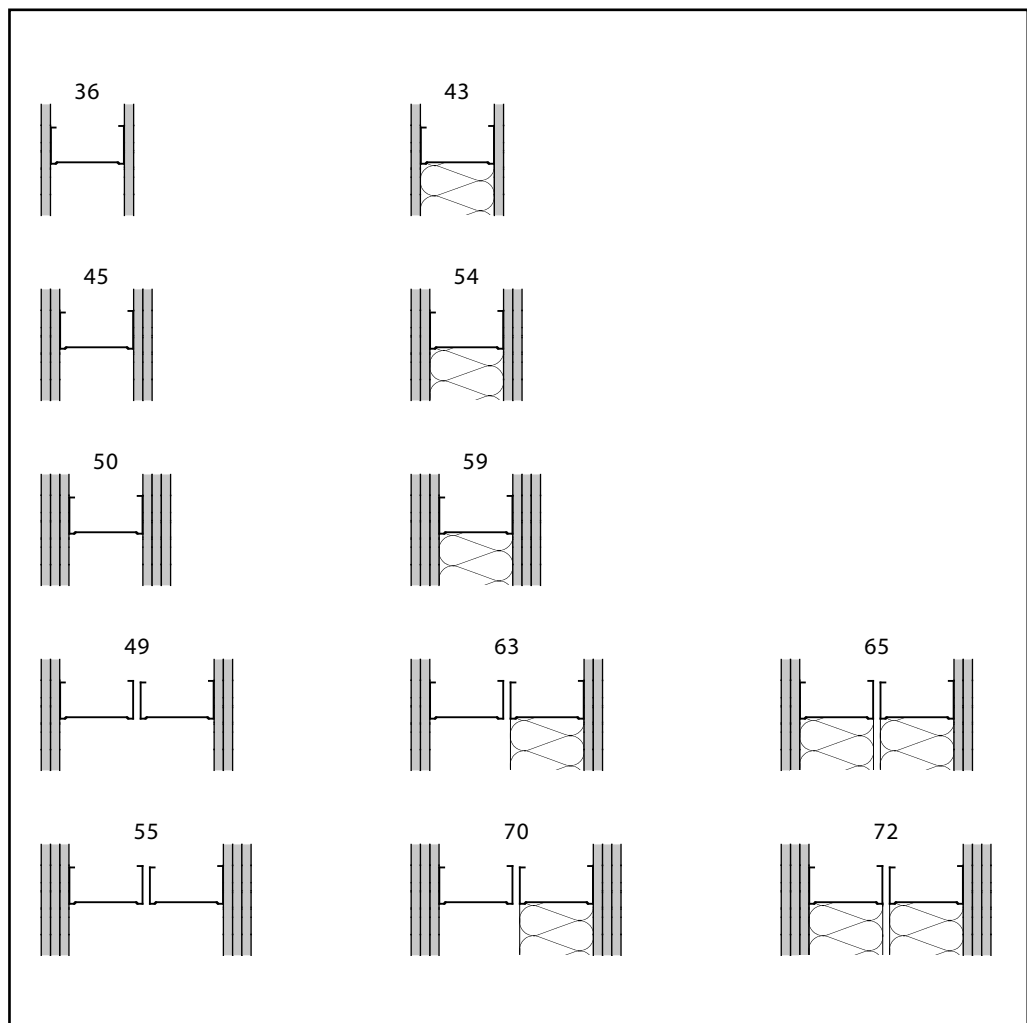


### Invloed van platen en minerale wol

#### Wand met profiel 100

met absorptie (1x)

Enkel frame,	enkele beplating	36 dB	43 dB	
	dubbele beplating	45 dB	54 dB	
	drievoudige beplating	50 dB	59 dB	
Dubbel frame,	dubbele beplating	49 dB	63 dB	65 dB (2x)
	drievoudige beplating	55 dB	70 dB	72 dB (2x)





### Invloed spouwbreedte en minerale wol

#### Enkele beplating, enkel frame

Spouw 50	33 dB
Spouw 100	36 dB

met absorptie (1x)

39 dB
43 dB

#### Dubbele beplating, enkel frame

Spouw 50	41 dB
----------	-------

49 dB

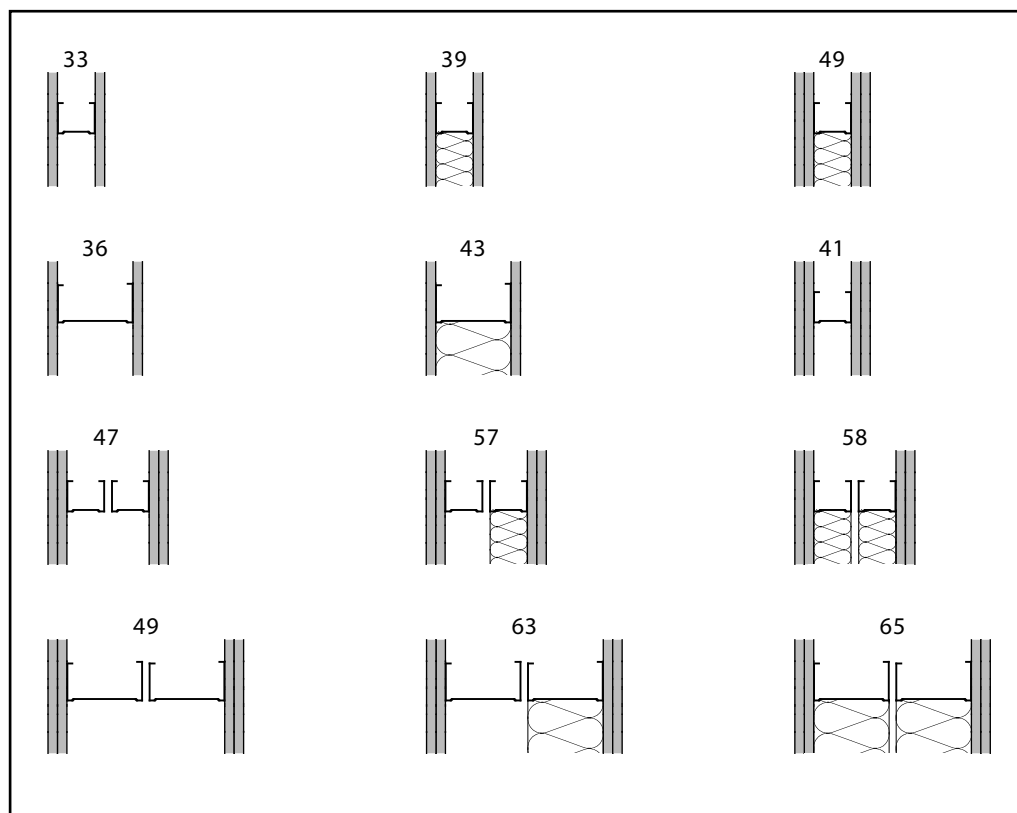
#### Dubbele beplating, dubbel frame

Spouw 2 x 50	47 dB
Spouw 2 x 100	49 dB

absorptie (2x)

57 dB	58 dB
63 dB	65 dB

De invloed van 2 x absorptie bij groter dubbel frame is gering.



Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Geluids-isolatie RW
<b>Enkel frame, enkele beplating</b>						
	1 x 15 mm	40 mm	70 mm	- 30 mm	C-11/40/70 C-11/40/70 + MW 30	34 (-3 ; -5) 41 (-4 ; -11)
	1 x 12,5 mm	45 mm	70 mm	- 40 mm	C-11/45/70 C-11/45/70 + MW 40	33 (-2 ; -6) 39 (-4 ; -10)
	1 x 12,5 mm	50 mm	75 mm	- 40 mm	C-11/50/75 C-11/50/75 + MW 40	33 (-2 ; -6) 39 (-4 ; -10)
	1 x 12,5 mm	75 mm	100 mm	- 60 mm	C-11/75/100 C-11/75/100 + MW 60	35 (-2 ; -7) 42 (-5 ; -12)
	1 x 12,5 mm	100 mm	125 mm	- 75 mm	C-11/100/125 C-11/100/125 + MW 75	36 (-2 ; -7) 43 (-4 ; -11)
	<b>Enkel frame - Dubbele beplating</b>					
	2 x 12,5 mm	50 mm	100 mm	- 40 mm	C-22/50/100 C-22/50/100 + MW 40	41(-1 ; -7) 49(-5 ; -13)
	2 x 12,5 mm	75 mm	125 mm	- 60 mm	C-22/75/125 C-22/75/125 + MW 60	43(-1 ; -7) 52(-5 ; -12)
	2 x 12,5 mm	100 mm	150 mm	- 75 mm	C-22/100/150 C-22/100/150 + MW 75	45(-2 ; -8) 54(-4 ; -10)
	<b>Enkel frame, drievoudige beplating</b>					
	3 x 12,5 mm	50 mm	125 mm	- 40 mm	C-33/50/125 C-33/50/125 + MW 40	47(-2 ; -8) 55(-4 ; -12)
	3 x 12,5 mm	75 mm	150 mm	- 60 mm	C-33/75/150 C-33/75/150 + MW 60	49(-2 ; -8) 58(-4 ; -10)
	3 x 12,5 mm	100 mm	175 mm	- 75 mm	C-33/100/175 C-33/100/175 + MW 75	50(-2 ; -8) 59(-3 ; -9)
	<b>Dubbel frame, niet gekoppeld, dubbele beplating</b>					
	2 x 12,5 mm	2 x 45 mm	145 mm	40 mm 40 mm + 40 mm	CC-22/45/145 + MW 40 CC-22/45/145 + 2MW 40	56(-4 ; -11) 57(-4 ; -12)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm 40 mm + 40 mm	CC-22/50/155 + MW 40 CC-22/50/155 + 2MW 40	57(-4 ; -11) 58(-4 ; -12)
	2 x 12,5 mm	2 x 75 mm	205 mm	60 mm 60 mm + 60 mm	CC-22/75/205 + MW 60 CC-22/75/205 + 2 MW 60	61(-5 ; -13) 62(-5 ; -13)
	2 x 12,5 mm	2 x 100 mm	255 mm	- 75 mm 75 mm + 75 mm	CC-22/100/255 CC-22/100/255 + MW 75 CC-22/100/255 + 2 MW 75	49(-2 ; -8) 63(-5 ; -12) 65(-5 ; -13)

Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Geluids-isolatie RW
Dubbel frame, gekoppeld, dubbele beplating						
	2 x 12,5 mm	2 x 45 mm	145 mm	40 mm	CC*-22/45/145 + MW 40	53(-3 ; -9)
				40 mm + 40 mm	CC*-22/45/145 + 2MW 40	53(-3 ; -8)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	CC*-22/50/155 + MW 40	53(-3 ; -8)
				40 mm + 40 mm	CC*-22/50/155 + 2MW 40	54(-3 ; -8)
	2 x 12,5 mm	2 x 75 mm	205 mm	60 mm	CC*-22/75/205 + MW 60	55(-3 ; -8)
				60 mm + 60 mm	CC*-22/75/205 + 2 MW 60	55(-3 ; -7)
	2 x 12,5 mm	2 x 100 mm	255 mm	-	CC*-22/100/255	48(-2 ; -8)
				75 mm	CC*-22/100/255 + MW 75	56(-4 ; -7)
				75 mm + 75 mm	CC*-22/100/255 + 2 MW 75	56(-3 ; -6)
	Dubbel frame – Niet gekoppeld – Driedubbele beplating					
	3 x 12,5 mm	2 x 100 mm	280 mm	-	CC-33/100/280	55(-3 ; -9)
				75 mm	CC-33/100/280 + MW 75	70(-5 ; -12)
				75 mm + 75 mm	CC-33/100/280 + 2MW 75	72(-5 ; -12)

Doorsnede	Bepaling per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Geluid-isolatie RW
Dubbel frame, gekoppeld, driedubbele beplating						
	3 x 12,5 mm	2 x 100 mm	280 mm	-	CC*-33/100/280	53(-2 ; -7)
				75 mm	CC*-33/100/280 + MW 75	60(-3 ; -5)
				75 mm + 75 mm	CC*-33/100/280 + 2MW 75	61(-4 ; -5)

CC\* = dubbel frame gekoppeld

Bovenstaande tabellen en gegevens zijn gebaseerd op het Insul geluidscalculatieprogramma van Marshall Day Acoustics.

Het programma gaat uit van de massa, de grensfrequentie, de elasticiteitsmodulus en de demping van het materiaal, in dit geval van gipskartonplaten. Voor de berekening van de gekoppelde stijlen is uitgegaan van “point connections”, omdat dit de werkelijkheid het dichtst benadert.

De geluidsisolatie wordt aangegeven met de één getalsaanduiding  $R_w(C;Ctr)$  bijv. 34 (-2;-6).

$R_w$  geeft de globale geluidsisolatie in dB aan van bijvoorbeeld een wand bij normale activiteiten in een woning. Sommige landen hanteren een A-gewogen geluidsisolatie in dB (A), daarvoor wordt de term C toegevoegd.  $R_A = R_w + C$ .

Voor weg-/verkeersgeluid voegt men de term Ctr toe.

Alhoewel bovenstaande berekening een theoretische benadering is, komen de resultaten over het algemeen goed overeen met laboratoriummetingen.

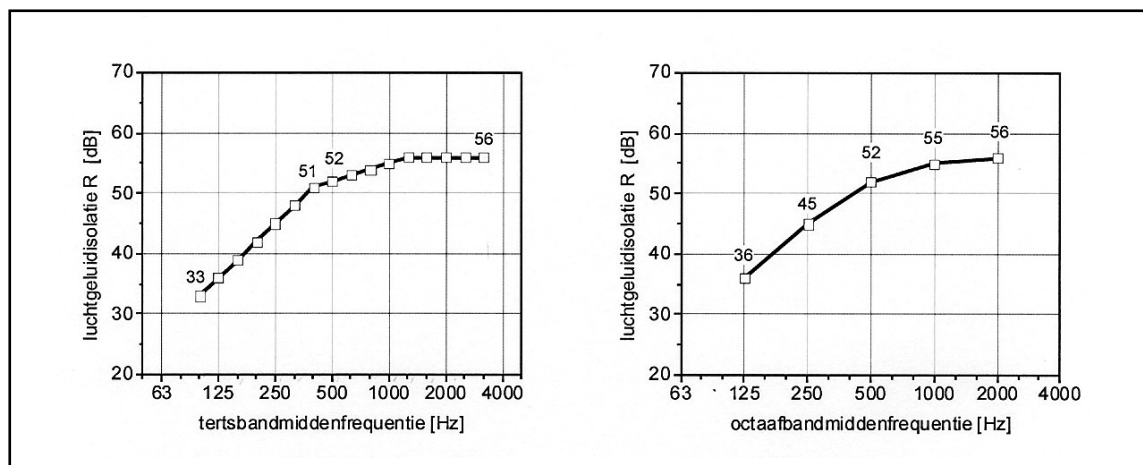
Voor exacte waarden dienen praktijkmetingen te worden uitgevoerd.

Wel kunnen een aantal vuistregels worden gehanteerd: voor praktijkwaarden dienen van de meeste wandtypes de laboratoriumwaarden met 5 dB te worden verhoogd. Dit omdat in de praktijk rekening moet worden gehouden met neveneffecten.

Stel we hebben een wand nodig van 50 dB dan kiezen we een wand met een laboratoriumwaarde van 55 dB. Later wordt hierop nog verder ingegaan.



### Bepaling van $R_w$



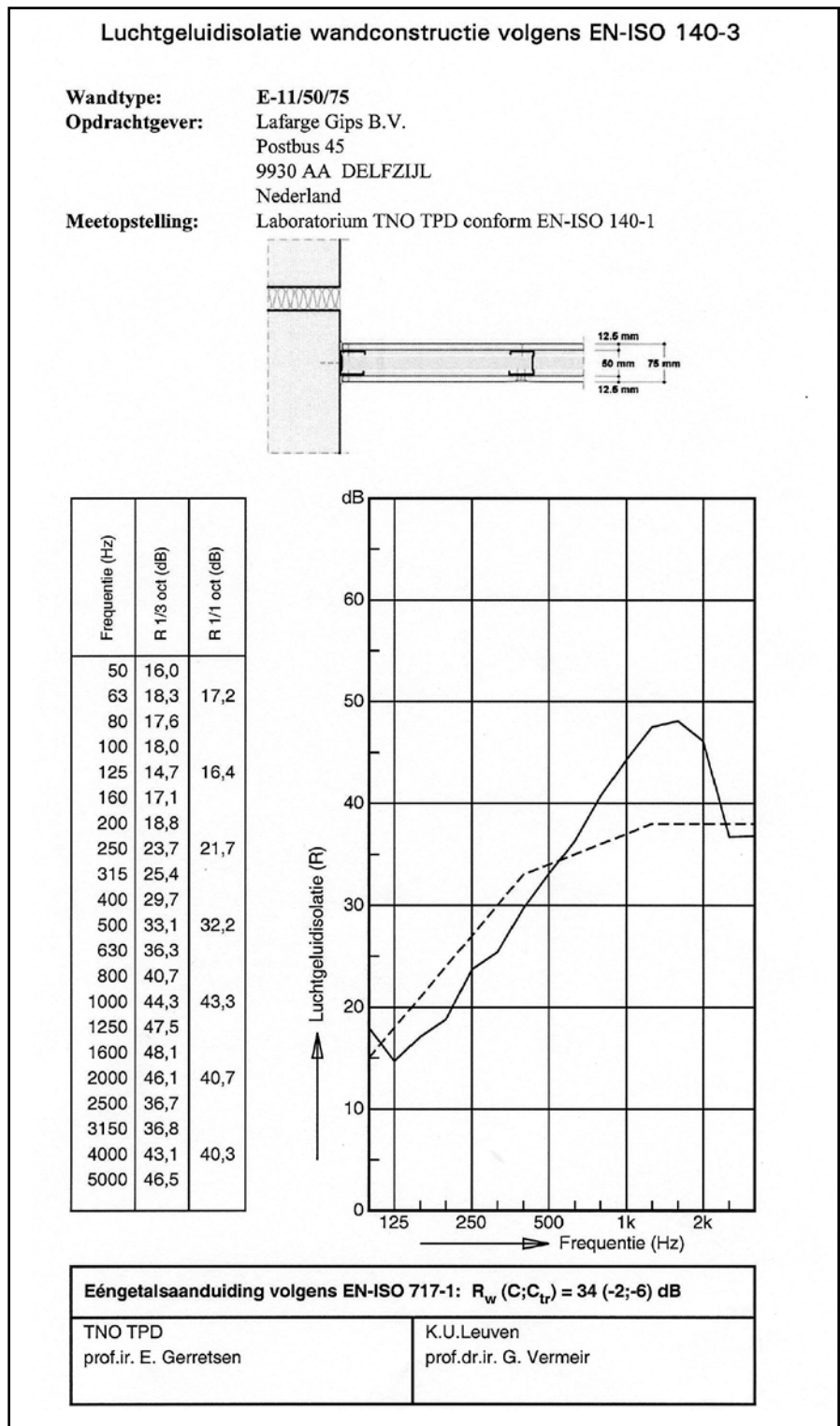
In de grafiek wordt het isolatiespectrum in tertsbanden weergegeven.

De normcurve krijgt de waarde 52 dB toegewezen, omdat bij 500 Hz de geluidsisolatie 52 dB is. De metingen worden met deze normcurve vergeleken en men verschuift de curve in zijn geheel naar boven of beneden afhankelijk of de wand beter of slechter presteert. De verschuivingen gebeuren in stapjes van 1 dB. De gemiddelde negatieve afwijking (onderschrijding) moet kleiner zijn dan 2 dB. Het gemiddelde wordt bepaald door de onderschrijdingen te delen door 16 tertsen. Men leest nu de  $R_w$  waarde af bij 500 Hz op de normcurve.

Frequentie Hz	Referentiespectrum	
	Tertsbanden	Octaafbanden
100	33	
125	36	36
160	39	
200	42	
250	45	45
315	48	
400	51	
500	52	52
630	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	
2000	56	56
2500	56	
3150	56	



**Voorbeeld van een meting**



**Enkele begrippen nader toegelicht**

**Afstraalfactor**

De afstraalfactor is de relatie tussen de snelheidsamplitude van een trillende plaat en de afgestraalde geluidenergie. Gebleken is dat in het gebied onder de grensfrequentie, de afstraalfactor kleiner is dan 1. Dat wil zeggen dat de plaat in verhouding tot zijn trillingsamplitude weinig geluidsvermogen uitstraalt. Dit leidt tot een relatief hoge geluidsisolatie. Dit is dus het geval bij buigslappe materialen

**Verliesfactor (lossfactor)**

(hoog bij zachte materialen)  
 Bij het coïncidentieverschijnsel wordt de plaat relatief sterk aangestoten door luchtgeluidsgolven. Dit geeft vermindering van de geluidsisolatie. De mate van vermindering wordt bepaald door de inwendige demping (verliesfactor) van het plaatmateriaal en door de demping van de randen. Een sterk dempende plaat zal de buig-golfenergie sneller absorberen en dus met een kleinere amplitude trillen. Men kan dit meten door de tijd op te nemen die verloopt om het trillingsniveau, na het beëindigen van de aanstoting, tot 60 dB onder de oorspronkelijke waarde te laten dalen. Dit lijkt op de vaststelling van de nagalmtijd (wordt later behandeld).

**Grensfrequentie**

De grensfrequentie is de laagste frequentie waarbij de voortplantingssnelheid van vrije buiggolven gelijk is aan de voortplantingssnelheid van geluid in lucht.

**Verband tussen  $R_w$  en  $I_{lu}$**

Als vuistregel wordt aangehouden dat een  $I_{lu}$  van 0 = een  $R_w$  van ca. 52 dB. Op deze wijze kan een verband worden gelegd tussen de laboratoriumwaarden en de  $R_w$ .



### Wat betekent de 0 dB wand?

De 0 dB wand is een begrip wat in de markt is ingeburgerd maar verkeerd kan worden uitgelegd.

Men zou kunnen denken dat een dergelijke wand geen geluid doorlaat, dit is een misverstand.

Hier wordt bedoeld een wand met een  $I_{lu,k}$  of  $I_{lu}$  van 0 dB.

De begrippen en het verband tussen  $I_{lu,k}$  en  $I_{lu}$  worden uitgelegd op bladzijde 109 t/m 112.

Zoals op de vorige bladzijde is vermeld geldt voor  $I_{lu} = 0$  een  $R_w$  van ca 52 dB.

Dus een wand met een  $I_{lu}, I_{lu,k}$  van 0 dB houdt 52 dB tegen.

Voorbeeld : een luide radio geeft 80 dB, er komt dus  $80 - 52 = 28$  dB

door de constructie, dit is nauwelijks hoorbaar. Pas wanneer een geluid van 52 dB de wand raakt, zal er geen geluid door de constructie komen.

### Overzicht soorten geluid en hun gevolgen



Geluid afkomstig uit buurtvertrekken	$L_{lu} \geq -10$ dB	$L_{lu} \geq -5$ dB	$L_{lu} \geq +0$ dB	$L_{lu} \geq +5$ dB	$L_{lu} \geq +10$ dB
zachte spraak	soms verstaanbaar	soms hoorbaar	niet hoorbaar	niet hoorbaar	niet hoorbaar
normale spraak	goed verstaanbaar	soms verstaanbaar	soms hoorbaar	niet hoorbaar	niet hoorbaar
luide spraak; normaal spelende radio/tv	zeer goed hoorbaar	goed hoorbaar	soms verstaanbaar	soms hoorbaar	niet hoorbaar
zeer luide spraak; luide radio/tv	zeer hinderlijk	zeer goed hoorbaar	goed hoorbaar	verstaanbaar	soms hoorbaar
musiceren, feestjes	zeer hinderlijk	zeer hinderlijk	zeer goed hoorbaar	goed hoorbaar	hoorbaar

Ook hier wordt duidelijk dat een 0 dB-wand wel geluid doorlaat.

### Voorzetwanden (buigslap)

Verbetering is sterk afhankelijk van de constructie waarop de voorzetwand wordt toegepast.

We krijgen winst door twee effecten:

- voorzetwand heeft lagere afstralfactor;
- voorzetwand heeft kleinere trillingsamplitude (door ont koppeling).

We dienen er rekening mee te houden dat alleen het aanbrengen van een voorzetwand niet voldoende kan zijn.

Door flankerende geluidsoverdracht via andere wanden, vloeren en plafonds kan het resultaat van een voorzetwand teleurstellend zijn.

Lichte wanden geven meer flankerend geluid dan zware wanden, waardoor we sneller verbetering krijgen.

Grote vlakken stralen meer af dan kleine.



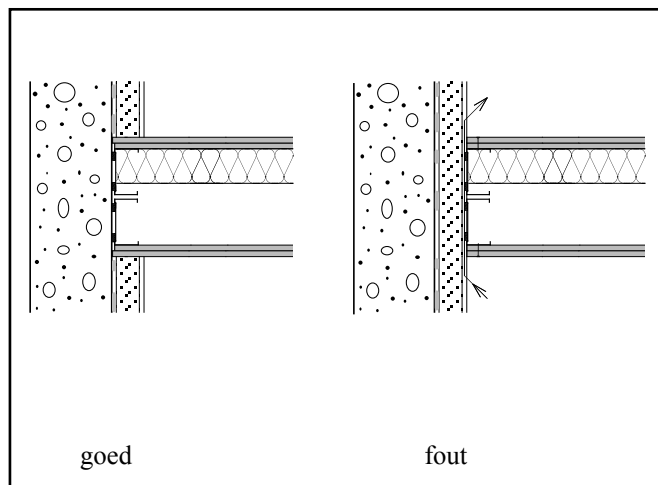
Mogelijke verbeteringen door voorzetwanden:

- steensmuur            475 kg/m<sup>2</sup>            →    3 dB
- ½ steensmuur        200 kg/m<sup>2</sup>            →    6 dB
- lichte blokkenwand  80 kg/m<sup>2</sup>             →    10 dB

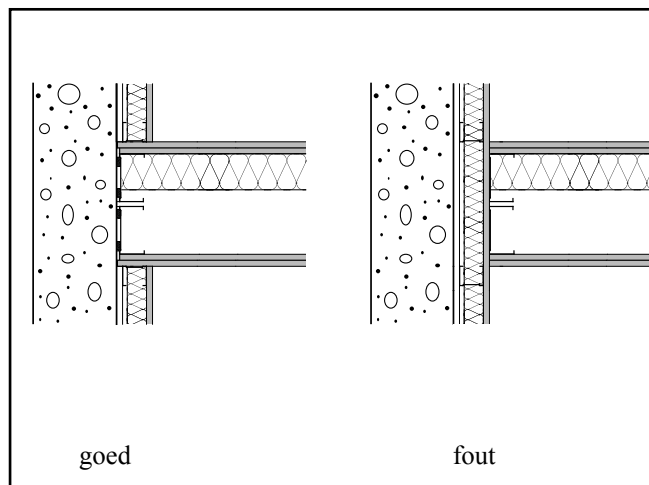
### Kenmerken goede voorzetwand

- Spouwruimte 4 cm of meer.
- Enkele of dubbele beplating van gipskartonplaat.
- Geen starre verbinding met de achterliggende wand.
- Spouwvulling met minerale wol, 70% tot 75%
- De spouwvulling vervult een aanvullende rol en heeft een gunstig effect op de geluidsisolatie bij midden en hoge tonen.
- Sommige typen voorzetwanden hebben de minerale wol als drager van de gipskartonplaat.  
Een spouwvulling ontbreekt dan.

### Voorbeelden voorzetwanden vanuit akoestisch oogpunt

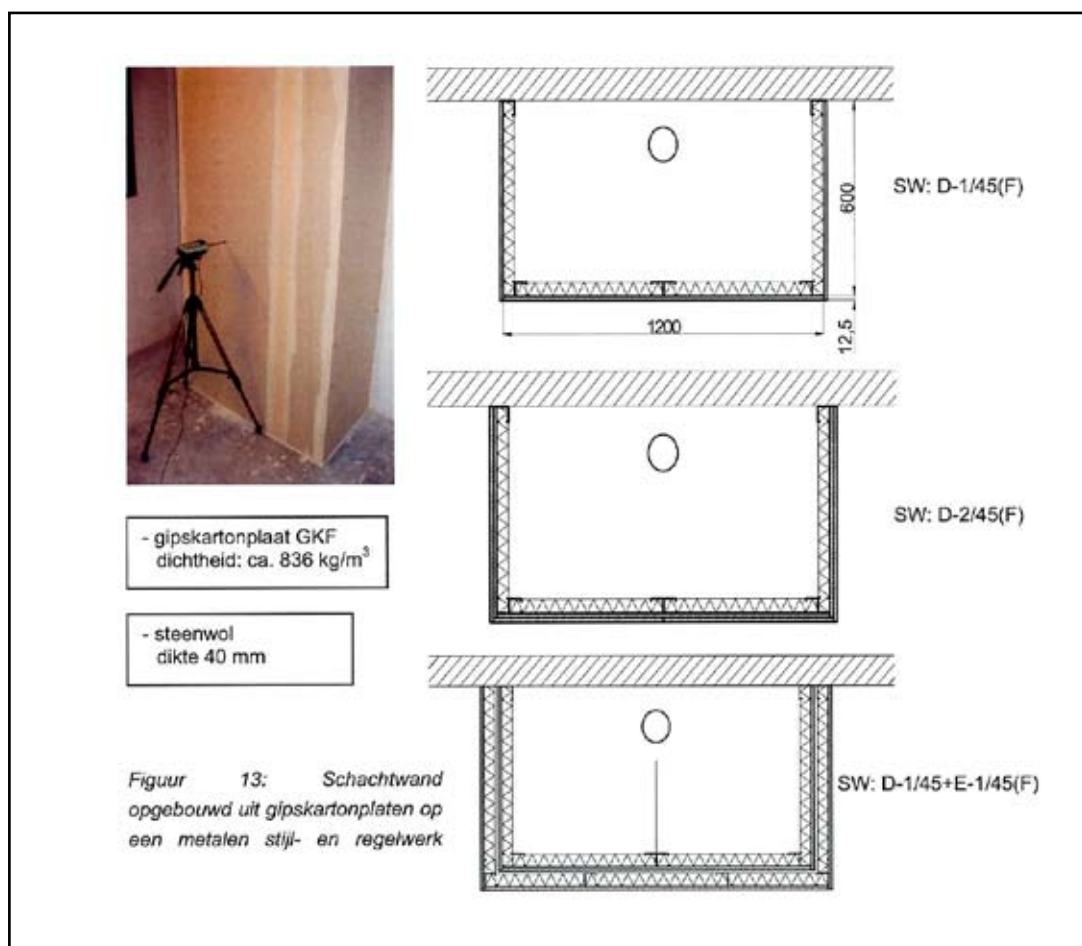


Aansluiting op betonwand bij thermische voorzetwand



Aansluiting op betonwand met gipskartonplaat voorzetwand



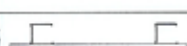





### Schachtwanden (Bron Lafarge)



In verband met brandwerendheidseisen worden de schachtwanden uitgevoerd met type F of DF gipskartonplaten.

**Schachtwanden** (zie hoofdstuk 4)

Bron: Lafarge Gips

Figuur	Lafarge wandcodering	Schachtopbouw	Massa / opp.	Frequentie (Hz)					
				125	250	500	1000	2000	4000
	n.v.t.	10 mm plaatmateriaal	6 kg/m <sup>2</sup>	11	15	20	24	23	24
	n.v.t.	12 mm plaatmateriaal (MDF) <sup>1)</sup>	9 kg/ m <sup>2</sup>	15	19	26	31	27,5	26,5
	n.v.t.	20 mm plaatmateriaal	12 kg/ m <sup>2</sup>	17	21	25	23	24	34
	E-1(A)	1 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKB)	9 kg/ m <sup>2</sup>	15	19	24	28	27	26
	E-1(F)	1 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKF)	10,5 kg/ m <sup>2</sup>	17	21	26	30	27	29
	n.v.t.	1 x 12,5 mm gipsvezelplaat	14 kg/ m <sup>2</sup>	18	22	26	30	33	27
	E-2(A)	2 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKB)	18 kg/ m <sup>2</sup>	21	25	30	34	33	32
	E-2(F)	2 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKF)	21 kg/ m <sup>2</sup>	22	27	32	36	34	35
	n.v.t.	2 x 12,5 mm gipsvezelplaat	28 kg/ m <sup>2</sup>	24	28	32	36	39	33
	LZK 70	70 mm gipsblokken (verzwaard) <sup>1)</sup>	86 kg/ m <sup>2</sup>	26	29	26	33	42	49
	n.v.t.	70 mm kalkzandsteen	125 kg/ m <sup>2</sup>	30	31	31	42	50	58
	n.v.t.	100 mm metselwerk	190 kg/ m <sup>2</sup>	34	36	37	46	55	63
	E-11/45/70 + MW40(A)	2 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKB) spouw 40 mm gevuld met wol	20 kg/ m <sup>2</sup>	18	31	43	53	49	45
	n.v.t.	12 mm plaatmateriaal + 40 mm steenwol aan schachtzijde <sup>1)</sup>	10 kg/ m <sup>2</sup>	15	19	27	35	34,5	35,5
	SW:D-1/45(F)	1 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKF) + 40 mm steenwol aan schachtzijde <sup>1)</sup>	12 kg/ m <sup>2</sup>	17	21	27	34	34	38
	SW:D-2/45(F)	2 x 12,5 mm gipskartonplaat (GKF) + 40 mm steenwol aan schachtzijde <sup>1)</sup>	22 kg/ m <sup>2</sup>	22	27	33	40	41	44
	n.v.t.	1 x 12,5 mm gipsvezelplaat + 40 mm steenwol aan schachtzijde	16 kg/ m <sup>2</sup>	18	22	27	34	40	36
	n.v.t.	2 x 12,5 mm gipsvezelplaat + 40 mm steenwol aan schachtzijde	30 kg/ m <sup>2</sup>	24	28	33	40	46	42
	SW:D-1/45+ E-1/45(F)	2 x 12,5 mm gipskarton (GKF) spouw 40 mm gevuld met wol + 40 mm steenwol aan schachtzijde <sup>1)</sup>	22 kg/ m <sup>2</sup>	18	31	44	57	56	54
	n.v.t.	210 mm kalkzandsteen	400 kg/ m <sup>2</sup>	39	40	50	58	65	72
	n.v.t.	200 mm massief beton	460 kg/ m <sup>2</sup>	39	45	54	62	69	76
	n.v.t.	250 mm massief beton	575 kg/ m <sup>2</sup>	40	49	58	68	72	79

Toelichting: A = Standaardplaat  
F = Novlam  
SW = Schachtwand

 Zie voor berekening wanden SoundSpotSim op [www.ISSO.nl](http://www.ISSO.nl).



### Geluidslekken

Geluidslekken kunnen ontstaan door:

- doorvoer van leidingen;
- luchtkanalen;
- wandcontactdozen;
- randaansluitingen, vloeren, gevels, wanden, kolommen en dergelijke;
- ramen en deuren.

$$R = 10 \log \frac{S}{S_{\text{lek}}}$$

Een lekpercentage van 1 % beperkt de geluidsisolatie tot 30dB!

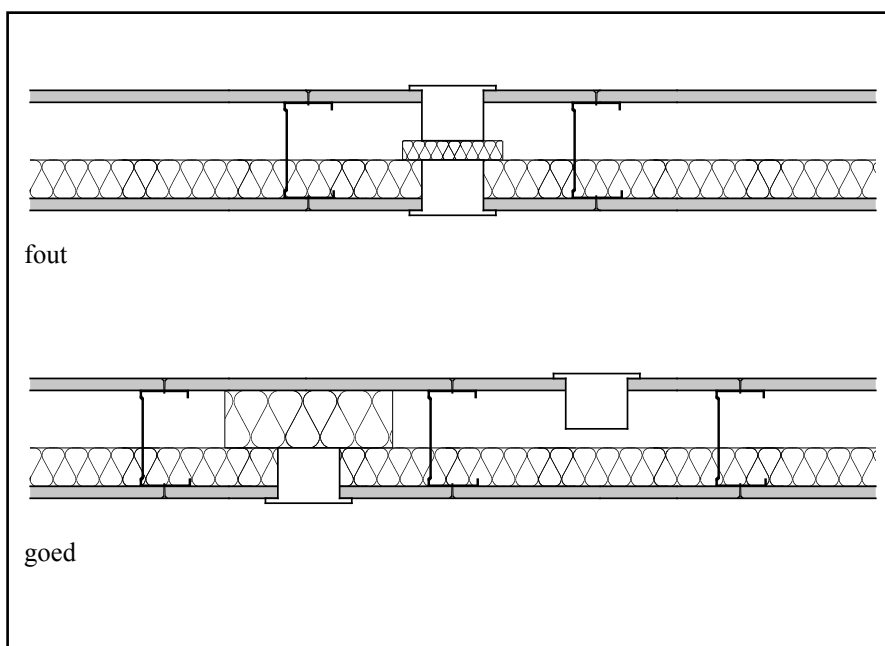
Bij 1% = R max. 20 dB!

De invloed van geluidslekken is vooral bij de hoge frequenties, boven 1000 Hz, duidelijk merkbaar.

### Wat te doen?

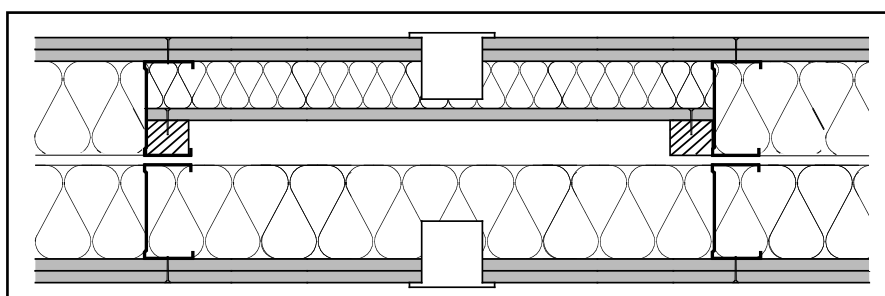
- Doorvoerleidingen luchtdicht afkitten.
- Luchtkanalen voorzien van absorberend materiaal.
- Wandcontactdozen:
  - \* tegenover elkaar liggende dozen vermijden. Indien dit niet kan, moet er extra geluidsabsorberend materiaal ter plaatse in de spouw worden aangebracht en een schot, b.v. gipskartonplaat van 300 mm hoog, tussen de wandcontactdozen en bevestigd tussen de stijlen. Dozen rondom goed afdichten;
  - \* niet tegenover elkaar liggende dozen, één stijlveld uit elkaar plaatsen en dozen rondom goed afdichten. Minerale wol in de spouw aanbrengen.
- Randaansluitingen voorzien van gesloten cellenband en afkitten.
- Ramen en deuren moeten voorzien zijn van deugdelijke afdichtingsprofielen.

### Inbouw elektradozen



Elektradozen nooit tegenover elkaar bij enkele stijlen.  
Laten verspringen per veld.  
Zowel bij brandeisen als akoestisch een goede oplossing.

### Inbouw elektradozen in een woningscheidende wand

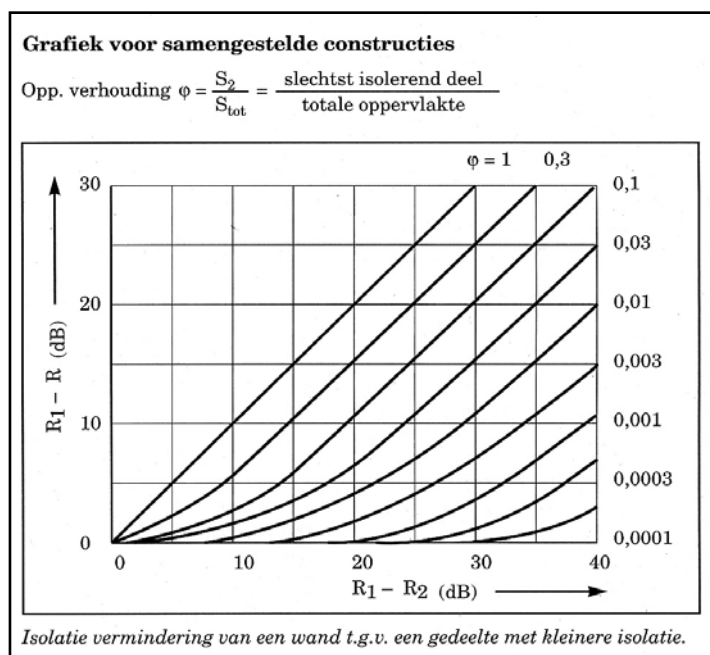


In de spouw extra gipskartonplaat type F of DF aanbrengen, minimaal 300 mm hoog. Deze oplossing is zowel brandtechnisch als akoestisch goed.

### De invloed van een raam, deur of kier in een wand op de geluidsisolatie

Met behulp van onderstaande grafiek kunnen we de invloed bepalen.

Bron: Jellema 7a



- $R_1$  = de isolatie van het best isolerende deel.
- $R_2$  = de isolatie van het slechtst isolerende deel.
- $S_2$  = het oppervlak van het slechtst isolerende deel.
- $S_{\text{tot}}$  = het totale oppervlak van de wand.

Voorbeeld :  $R_{\text{wand}} = 40 \text{ dB}$  oppervlak  $2,5 \times 5 = 12,5 \text{ m}^2$   
 $R_{\text{kier}} = 0 \text{ dB}$  oppervlak  $0,0025 \times 5 = 0,0125 \text{ m}^2$   
 $\phi = \frac{0,0125}{12,5125} = 0,000999$  afgerond  $0,001 \rightarrow 10 \text{ dB}$

$R_{\text{wand + kier}} = 40 - 10 = 30 \text{ dB}$

De geluidsisolatie van lekken is echter niet 0!  
 In kieren en gaten ontstaan resonanties.  
 De isolatie van het lek wordt bepaald door de demping ten gevolge van wrijving.

### Geluidsisolatie in de praktijk

De meeste opgegeven waarden zijn laboratoriumwaarden.

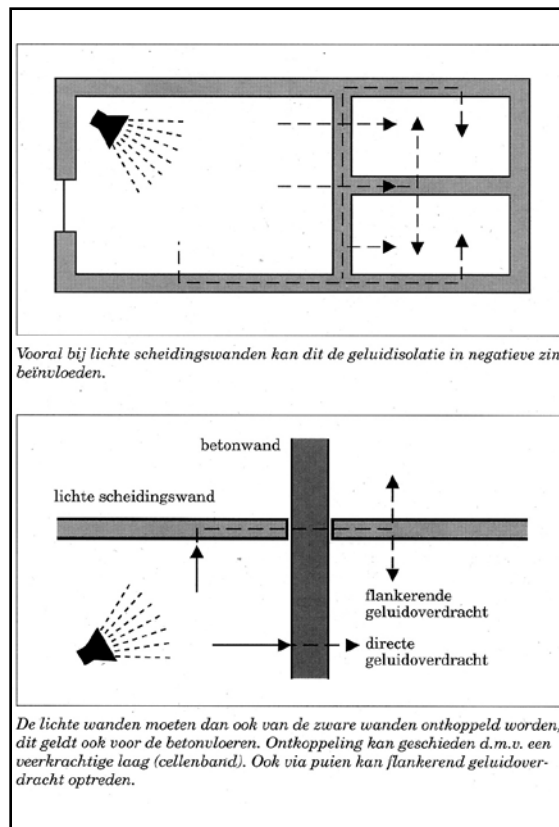
De wanden worden dan onder de meest ideale omstandigheden getest.

Voor praktijkwaarden dienen van de meeste wandtypes de laboratoriumwaarden met 5 dB te worden verhoogd.

Dus laboratorium meting geeft 45 dB, voor de praktijk een wand kiezen van 50 dB.

Afgezien van het ontstaan van geluidspekken, dienen we ook rekening te houden met:

- flankerende transmissie via aansluitende wanden, vloeren, plafonds enz.;
- omloopgeluid via verlaagde plafonds, vloeren, gangen en trappenhuisen.





### Voorbeelden

Voor in de praktijk kiezen:

+ 5dB

$I_{lu,jab}$  = - 20 dB

$R_w$  = 32 dB

37 dB

$I_{lu,jab}$  = 0 dB

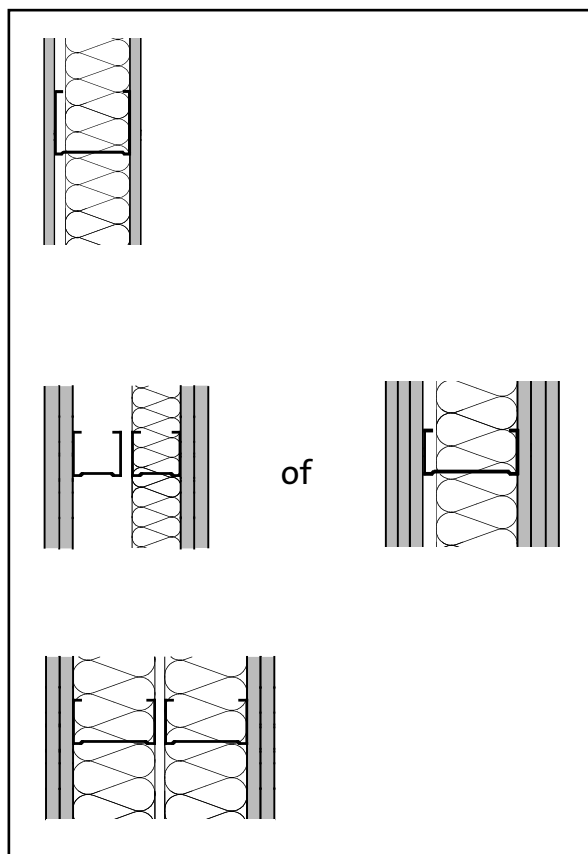
$R_w$  = 52 dB

57 dB

$I_{lu,jab}$  = + 5 dB

$R_w$  = 57 dB

62 dB



voor - 20 dB wand 39 dB  
45 mm profiel

voor 0 dB wand 57 dB  
2x 45 mm profiel  
of  
75 mm profiel en 3 platen 58 dB

voor + 5dB wand 62 dB  
2x 75 mm profiel

Gipskartonplaten dik 12,5 mm.

Minerale wol: steenwol 35 kg/m<sup>3</sup>

glaswol 16 kg/m<sup>3</sup>





### Nagalmtijd

Per definitie is de nagalmtijd de tijd die verstrijkt, na uitschakeling van de bron, tot het geluidsdrukniveau met 60 dB is gedaald.

De nagalmtijd is afhankelijk van de absorptie in de ruimte.

Nadat de geluidsbron is uitgeschakeld, wordt er alleen nog geluid geabsorbeerd en het geluidsniveau zal dalen.

De formule van Sabine geeft het verband tussen de tijd T, het volume V en de absorptie A (m<sup>2</sup> .o.r).

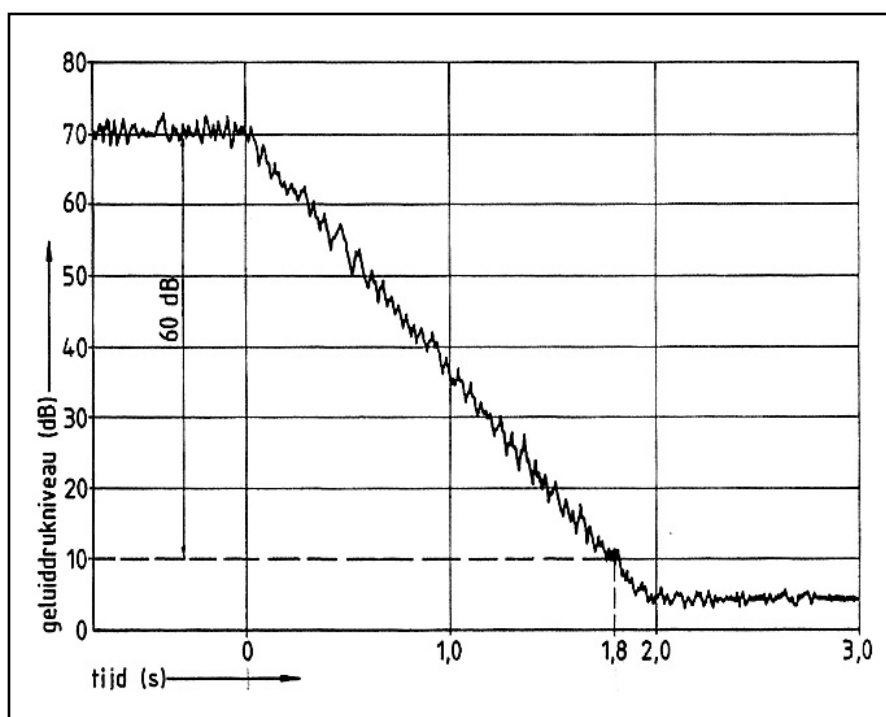
$$A = \alpha_1 \cdot s_1 + \alpha_2 \cdot s_2 + \dots \quad \alpha = \text{absorptiecoëfficiënt (hiervoor bestaan tabellen).}$$

$$T = 0,161 \frac{V}{A} \quad \text{of} \quad T = \frac{1}{6} \frac{V}{A} \quad (\text{s})$$

Voor een gemeubileerde kamer is een goede nagalmtijd	T = 0,5 sec.
Voor een kantoor	T = 0,5 - 0,7 sec.
Voor een schouwburg	T = 0,9 - 1,3 sec.
Voor een concertzaal	T = 1,7 - 2,3 sec.

Onderstaand voorbeeld geeft de nagalmtijd in dit geval 1,8 sec.

Bron: Jellema 7a



### Contactgeluidsisolatie

$$C = L_{co} + 10 \log \frac{A}{10}$$

Genormeerd contactgeluidsniveau:

$$L_n T = L_{co} - 10 \log \frac{T}{T_0}$$

In gebouwconstructies kunnen door aanstoting, door lopen, trillingen van machines, slaan van deuren enzovoort geluid worden opgewekt. Deze trillingen planten zich door de constructie voort en kunnen elders in het gebouw door vloeren en wanden weer als luchtgeluid worden afgestraald.

Nadat de constructie eenmaal is aangestoten is de overdracht van lucht- of contactgeluid hetzelfde. De afstraling gebeurt in beide gevallen op dezelfde manier.

Door de verhoogde eisen zijn er diverse vloerconstructies ontwikkeld om de contactgeluidsisolatie te verbeteren.



## 4. Wandbekledingen, voorzetwanden en schachtwanden

### 4.1 Wandbekledingen: soorten platen

- **Gipskartonplaat** in diverse diktes en afmetingen.

Als bekleding op bijvoorbeeld ruw metselwerk. Geeft nauwelijks bouwfysische verbeteringen.

- **Gipskartonplaat waarop gelijmd :**

- polystyreenplaat (EPS) in diverse diktes
- polyurethaanplaat (PU) in diverse diktes
- polyisocyanuraat (PIR) in diverse diktes
- minerale wol - glaswol in diverse diktes
- steenwol in diverse diktes

Dit noemen we ook wel de geïsoleerde gipskartonplaten. De eerste drie typen voor verbetering van de thermische eigenschappen. De laatste, de minerale wollen, voornamelijk ter verbetering van de geluidsisolatie .

Bovenstaande soorten gipskartonplaat, EPS, PU en PIR, kunnen:

- met klodders gipslijm, afmeting ca.100 x 100 mm, direct op de ruwe muur worden gelijmd. Oneffenheden tot 20 mm;
- met een dunne laag gipslijm op vlakke ondergronden, bijvoorbeeld een betonwand, worden gelijmd. Gladde betonoppervlakken dienen van een hechtlaag te worden voorzien. Niet op vers beton lijmen of wanneer nog bekistingolie aanwezig is;
- op aan de muur bevestigde latten (eventueel ten behoeve van vlakheid uitvullen) worden geschroefd;
- op aan de muur, met klodders gipslijm, bevestigde stroken gipskartonplaat worden gelijmd.

Voor de minerale wollen, glaswol en steenwol, geldt:

- eerst een hechtlaag, soort vertinlaag, aanbrengen in banen van ca.100 mm breed. Hierop worden, na droging, klodders en stroken gipslijm aangebracht (zie schets).

In het algemeen: Kalkpleister is niet geschikt als ondergrond, vanwege ontbrekende hechting.

#### Montage

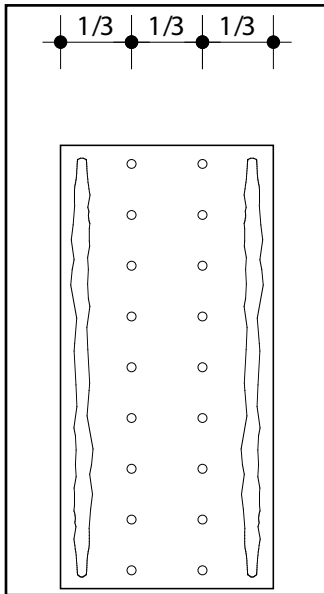
De onderlaag moet goed schoon zijn, vrij van stof en loszittend pleisterwerk. Grote oneffenheden moeten eerst geëgaliseerd worden. Sterk zuigende ondergronden, zoals cellenbeton, moeten worden behandeld om de zuiging te verminderen.

De gipslijm wordt aangemaakt volgens de voorschriften van de fabrikant. De klodders moeten een zodanige consistentie hebben dat ze op de plaat blijven zitten tijdens de montage.

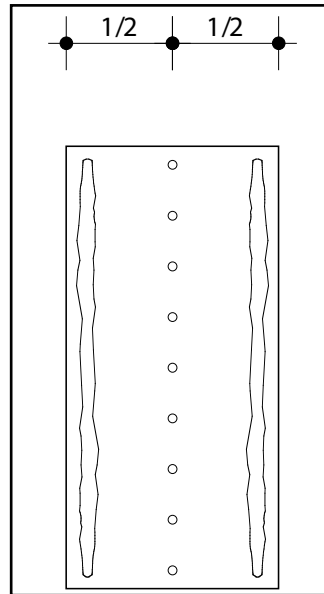
De platen worden met hun zichtzijde op een schone ondergrond gelegd. Ze worden op lengte gesneden, zodanig dat tussen de afgewerkte vloer en plaat een voeg van ca. 20 mm en tussen plafond en plaat een voeg van ca.5 mm open blijft. De gipslijm wordt in een flinke strook langs de zijkanten van de platen aangebracht. Op de tussenliggende ruimte worden klodders van ca.100 x 100 mm met een onderlinge afstand van maximaal 300 mm gesmeerd. Bij 12,5 mm gipskartonplaat en de geïsoleerde platen gebeurt dit in één strook, bij 9,5 mm gipskartonplaat in twee stroken (zie schets). Dit gaat het gemakkelijkst met een troffel. Indien op de plaat tegels zijn voorzien, dan is de maximale afstand van de klodders gipslijm 200 mm.

Doorvoeringen en sparingen worden van te voren uitgesneden. Bij grotere sparingen wordt een strook gipslijm rondom de rand aangebracht. De platen worden overeind gezet en tegen de muur geplaatst op bijvoorbeeld een paar strookjes gipskartonplaat. Met behulp van een rei en een waterpas worden de platen uitgericht en aangeklopt.

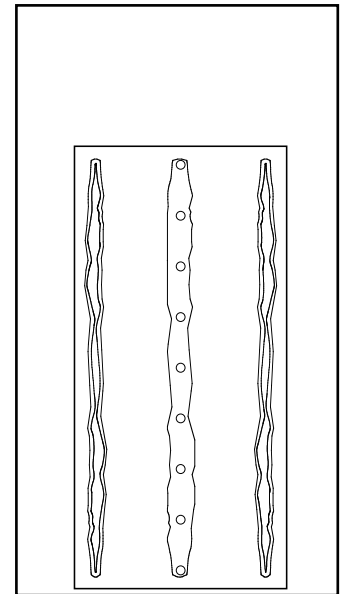
Let op! Zodra de gipslijm begint uit te harden, mag de plaat niet meer worden aangeklopt.



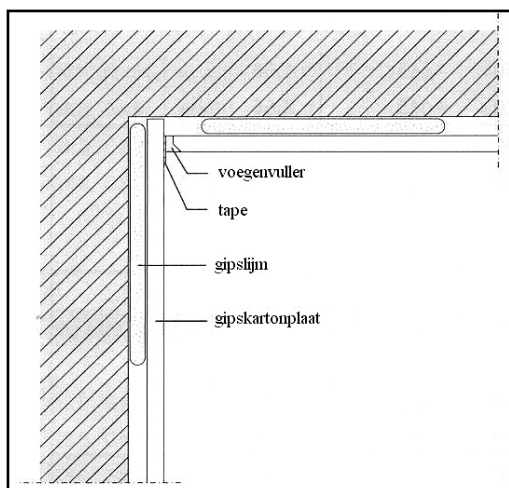
Verdeling bij 9,5 mm gipskartonplaten.



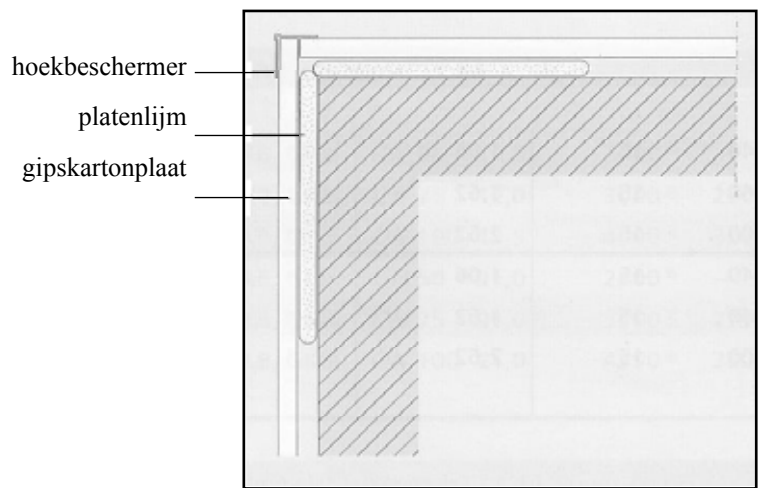
Verdeling bij 12,5 mm gipskartonplaten en geïsoleerde gipskartonplaten



Verdeling bij minerale wolplaten. Eerst vertinlaag aanbrengen, daarop aan de kantenstrook gipslijm en klodders op de middenstrook.



Binnenhoek met gipskartonplaat verlijmd.

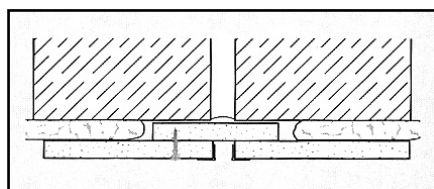


Buitenhoek met gipskartonplaat verlijmd.

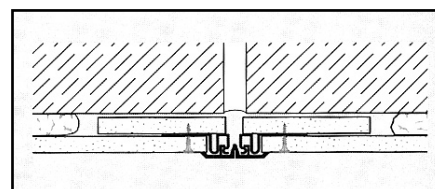


### Dilataties

De dilatatievoegen van de bouwdeelen moeten worden aangehouden. Bij wandlengtes groter dan 15 meter moeten dilataties worden aangebracht. Zie voorbeelden.



Dilatatievoeg met gipsstrook.



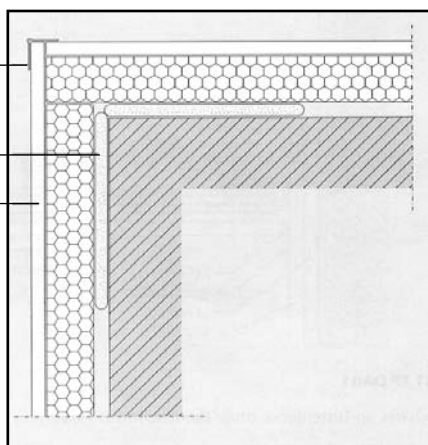
Dilatatievoeg met profiel.

### Geïsoleerde gipskartonplaten

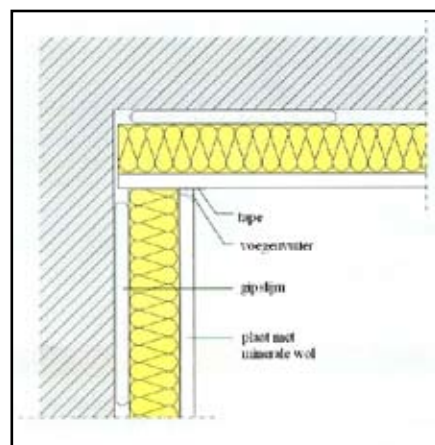
hoekbeschermer

platenlijm

plaat met EPS



Buitenhoek met geïsoleerde gipskartonplaat verlijmd.

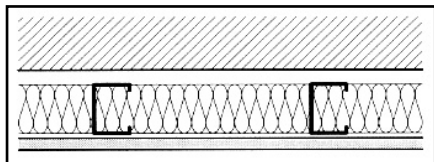


Binnenhoek met geïsoleerde gipskartonplaat verlijmd.

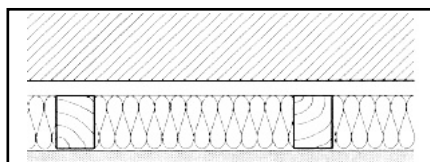
*Afbeeldingen Lafarge*

## 4.2 Voorzetwanden

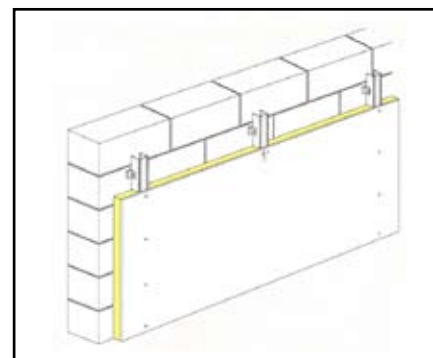
### Soorten voorzetwanden



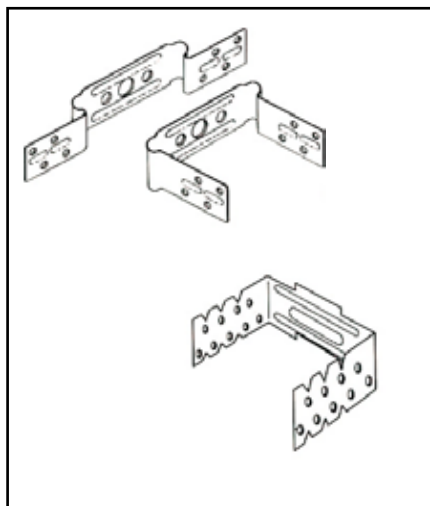
- Vrijstaand op een staalskelet, geen contact met de achterliggende wand.



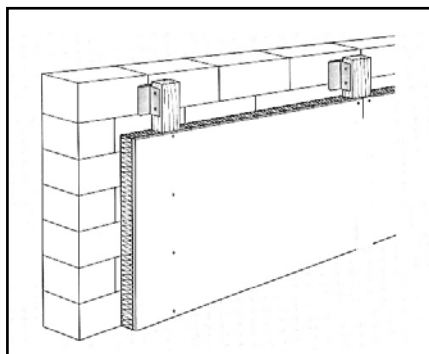
- Vrijstaand op een houtskelet, geen contact met de achterliggende wand.



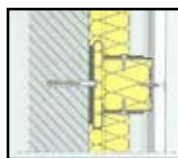
- Met afstandhouders en stalen profielen.



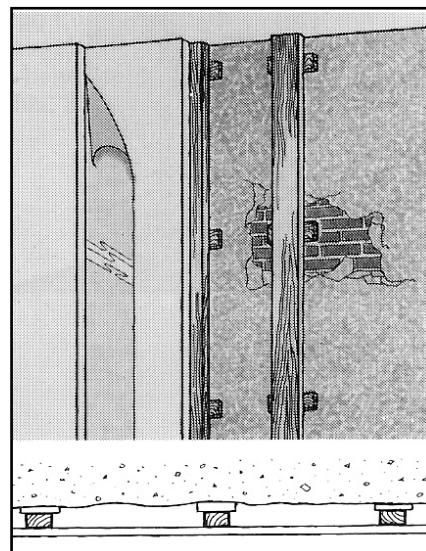
Enkele soorten afstandhouders/  
montagebeugels.



- Met afstandhouders/montagebeugels  
en houten regels.



Opmerking: Het is aan te bevelen tussen  
afstandhouder en muur akoestisch band  
aan te brengen voor een goede ontkop-  
peling.



- Op een uitgelijnd regelwerk van hout  
direct op de ruwe muur.

### Waarom voorzetwanden

- Verbetering van geluidsisolatie (zie ook hoofdstuk 3: geluid).
- Verbetering van warmte isolatie.
- Verbetering van brandwerendheid (zie ook hoofdstuk 3: brand).
- Wegwerken van leidingen, afvoeren en dergelijke.

### Verbetering van geluidsisolatie (Bron: brochure voorzetwanden SBR).

Voorzetwanden met als doel de geluidsisolatie te verbeteren moeten zijn samengesteld uit buigslap materiaal, zoals gipskartonplaten en lichte metalen profielen.

Wil men met een voorzetwand een voldoende resultaat bereiken dan moeten geluidlekken worden vermeden, tevens dient aandacht te worden besteed aan flankerende geluidsoverdracht. Flankerende geluidsoverdracht speelt een minder belangrijke rol bij houten vloeren en gipskartonplaatwanden. Hier kunnen dan ook hogere verbeteringen worden bereikt bij toepassing van voorzetwanden. Niet elke voorzetwand geeft een verbetering! Lichte, buigstijve materialen zoals gipsblokken en cellenbeton zijn ongeschikt. Het geluid wordt door deze materialen extra afgestraald. Een dergelijke voorzetwand kan de geluidsisolatie zelfs verminderen.

Des te zwaarder de achterliggende constructie des te lager de verbetering zal zijn. Bijvoorbeeld: Mogelijke verbeteringen door voorzetwanden op:

- steens muur            475 kg/m<sup>2</sup> → 3dB
- half steens muur    200 kg/m<sup>2</sup> → 6dB
- lichte blokkenwand   80 kg/m<sup>2</sup> → 10dB

Voor een verbetering van 5 dB of zelfs meer moeten de omstandigheden gunstig zijn en vaak extra inspanningen worden geleverd, zoals het tevens bekleden van de aangrenzende vloer, het plafond en (een deel van) de aangrenzende wanden.

De voorzetwand wordt op enige afstand van de achterliggende constructie aangebracht.

Hoe groter de afstand en hoe hoger het gewicht, met behoud van de buigslap, des te beter is de werking van de voorzetwand over een breed frequentiegebied. Meerdere lagen gipskartonplaten geven een hogere geluidsisolatie dan één dikke.

De spouw van een goede voorzetwand is minimaal 40 mm.

In de spouw kunnen echter allerlei reflecties ontstaan. Om dit tegen te gaan kan in de spouw een geluidsabsorberend materiaal worden aangebracht: bijvoorbeeld glas- of steenwol.





Het absorptiemateriaal moet aan de volgende eisen voldoen.

- Het moet minder stijf zijn dan de stijfheid van de luchtlaag teneinde de massa-veer-resonantie niet te verhogen.
- Het materiaal moet aan het oppervlak weinig reflecterend zijn. Het moet voldoende doorblaasbaar zijn, anders wordt de effectieve luchtsponw verkleind.

De spouw moet voor minimaal 70% gevuld zijn. De spouwvulling heeft dus een aanvullende rol.

Kunststofschuimen, zoals polystyreen en polyurethaan, met een gesloten celstructuur zijn ongeschikt als spouwvulling en kunnen zelfs de geluidsisolatie verslechteren.

#### Verbetering van warmte isolatie

(Bron: Jellema 7a)

Voorzetwanden met als enige doel de warmte isolatie te verbeteren hoeven niet los van de achterliggende constructie te worden opgebouwd. Hier speelt de dikte en de lambda ( $\lambda$ )-waarde van het isolatiemateriaal een belangrijke rol.

In een gebouw vindt voortdurend uitwisseling van warmte plaats. De warmtestroom  $\Phi$  treedt op van hoge naar lage temperaturen.

De warmtestroom is afhankelijk van:

- temperatuurverschil;
- de dikte van de constructie;
- warmtegeleidingscoëfficiënt, de  $\lambda$ -waarde. Dit is een materiaaleigenschap.

Bij grote materiaaldikte is de warmtestroom gering, bij kleine dikte groot.

Bij goed geleidend materiaal is de  $\lambda$  groot en de warmtestroom groot. Is de  $\lambda$  klein dan is de warmtestroom klein en het materiaal warmte-isolerend.

Bijvoorbeeld:

$\lambda$  van stilstaande lucht = 0,025 W/mK, lucht is goed warmte-isolerend;

$\lambda$  van staal = 50 W/mK, staal geleidt warmte dus goed, dus slecht warmte-isolerend.

Geïsoleerde gipskartonplaten kunnen als isolerende bekleding uitstekend worden toegepast.

De voorzetwanden met stalen profielen, maar ook die met houten stijlen, hebben het nadeel ter plaatse van de stijlen koude bruggen te kunnen veroorzaken. Koude bruggen zijn thermisch zwakke plekken in een geïsoleerde scheidingsconstructie. Ter plaatse van deze plekken vloeit meer warmte weg.

De warmte weerstand  $R_c$  van een constructie gaat hierdoor achteruit. De  $R_c$ -waarde is de som van alle materiaallagen inclusief luchtsponwen.

$R_m$  is de warmteweerstand van een laag, in formule vorm:

$$R_m = \frac{d}{\lambda} \text{ m}^2\text{K/W} \quad (d \text{ in meter})$$

$$\text{Bijvoorbeeld } 100 \text{ mm minerale wol } R_m = \frac{0,1}{0,04} = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Het Bouwbesluit eist een  $R_c$ -waarde van 2,5  $\text{m}^2\text{K/W}$  voor buitenwanden, daken en begane grondvloeren. Ook tussen bijvoorbeeld woonkamer en garage.

Bij buitenwanden kunnen voorzetwanden hiervoor een goede oplossing zijn.

Voor het berekenen van de  $R_c$ -waarden zijn goede computerprogramma's beschikbaar. Deze houden ook rekening met de koude bruggen die ontstaan door de profielen.

Bij het berekenen van de totale  $R$ -waarde ( $R_l$  = warmteweerstand lucht op lucht) worden ook zogenaamde overgangsweerstanden meegerekend. De luchtlaag dicht tegen de constructie, aan binnen- en buitenkant, staat min of meer stil en heeft dus ook een warmteweerstand.

Men gebruikt hiervoor vaste waarden aan de binnenkant  $R_i = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ ,  
aan de buitenkant  $R_e = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Voor een niet of zwak geventileerde spouw met een dikte van minimaal 10 mm wordt een warmteweerstand aangehouden van  $R_{\text{spouw}} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

In principe is het aan de binnenkant, warme zijde, isoleren bouwfysisch gezien fout. Toch is een na-isolatie aan de buitenkant, koude zijde, meestal niet mogelijk en moet men wel kiezen voor de binnenzijde.

Het probleem dat kan ontstaan is inwendige condensatie. Er vindt voortdurend uitwisseling van vocht plaats, dit is waterdampdiffusie.

Er vindt een stroming plaats van plekken met een hoge concentratie naar plekken met een lage concentratie waterdamp.

Lucht kan een zekere hoeveelheid waterdamp bevatten. Dit is afhankelijk van de temperatuur.

Lucht van 20° C kan maximaal 17,3 gr/m<sup>3</sup> waterdamp bevatten.

**De relatieve luchtvochtigheid RV en het dauwpunt**

Stel, lucht van 20° C bevat 10 gr/m<sup>3</sup> waterdamp (max.17,3gr./m<sup>3</sup>).

$$RV = \frac{10}{17,3} \times 100\% = 57,8\%$$

Lucht van 10° C kan maximaal 9,4gr/m<sup>3</sup> waterdamp bevatten.

Stel, lucht van 10° C zou 10 gr/m<sup>3</sup> waterdamp bevatten, (dit is feitelijk niet mogelijk)

$$RV = \frac{10}{9,4} \times 100\% = \text{meer dan } 100\%, \text{ dus condensatie. (Overtollig vocht slaat neer)}$$

De temperatuur waarbij na afkoeling, bij gelijkblijvende druk, van vochtige lucht de RV juist 100% wordt is het dauwpunt. Het dauwpunt is dus een temperatuur en geen punt in een constructie.

In nevenstaand voorbeeld treedt inwendige condensatie op in het metselwerk en in een stukje van de isolatie.

De geregelde aanwezigheid van zo'n natte laag zal de warmteweerstand Rc van de constructie verminderen. Waardoor nog meer vocht kan ontstaan.

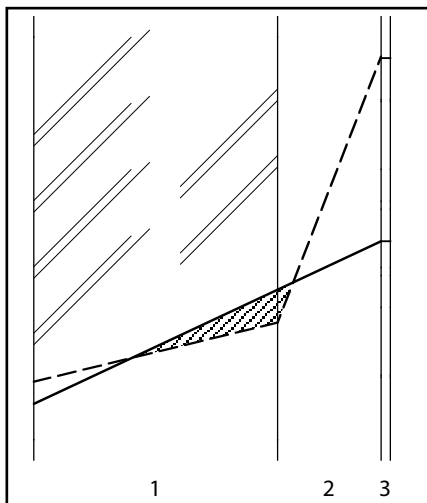
Verder kan condensatie in de constructie leiden tot aantasting van de materialen. Bijvoorbeeld indien hout in een constructie aanwezig is, tot houtrot. Vooral bij daken kan dit leiden tot grote problemen. In geval van metselwerk kan dit leiden tot vorstschade door ijsvorming.

Een bouwfysisch juiste constructie heeft isolatie aan de koude zijde of de dampremmer aan de warme zijde.

Indien er aan de binnenzijde geïsoleerd moet worden, is een dampremmer aan te bevelen. Het is altijd verstandig een dergelijke constructie op condensatie te laten doorrekenen.

Het kan zo zijn dat enige condensatie geen probleem geeft indien de droging het ruimschoots van de condensatie wint.

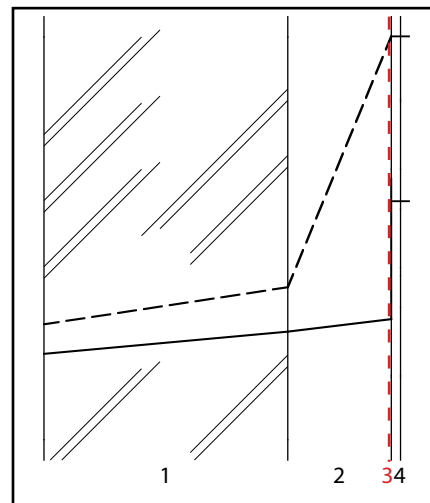
Er bestaan goede bouwfysische calculatieprogramma's.



Inwendige condensatie, isolatie aan de binnenzijde

----- = maximale dampspanningslijn  
 \_\_\_\_\_ = werkelijke dampspanningslijn

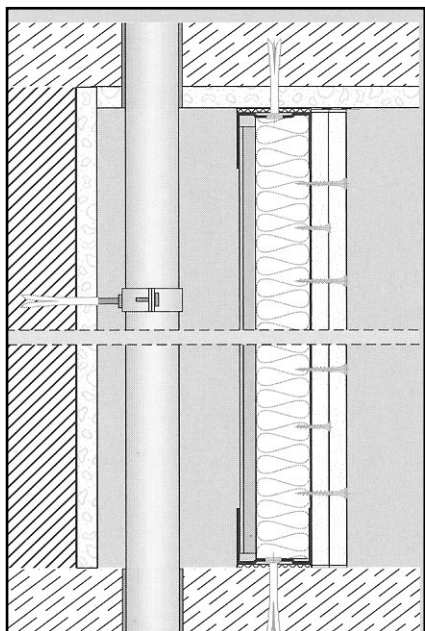
- 1 = metselwerk (buiten)
- 2 = isolatie (binnen)
- 3 = gipskartonplaat



Geen inwendige condensatie, door aanbrengen dampremmer

----- dampremmer (3)

- 1 = metselwerk (buiten)
- 2 = isolatie (binnen)
- 4 = gipskartonplaat



### Verbetering van brandwerendheid

Voorzetwanden met gipskartonplaten lenen zich uitstekend voor het verbeteren van de brandwerendheid van achterliggende constructies. Zoals bijvoorbeeld staalconstructies en betonwanden. Zie voor de berekening van brandwerendheid voorzetwanden **Hoofdstuk 3: Brand**. Met één gipskartonplaat type F of DF bereikt men al een brandwerendheid van 30 minuten.

### Wegwerken van leidingen, afvoeren en dergelijke

Met voorzetwanden op een metalen of houten regelwerk kunnen leidingen en dergelijke uitstekend worden weggewerkt.

Ook hier kan aan alle eisen wat betreft geluidsisolatie en brandwerendheid worden voldaan.

### Maximale wandhoogtes vrijstaande voorzetwanden en volledige wanden

(volgens DIN 18183)

Algemeen: (volgens DIN 4103)

Toepassingsgebied 1 = ruimtes waar kleine groepen mensen samenkomen, bijvoorbeeld in woningen, hotelkamers, kantoren en ziekenhuizen inclusief de gangen.

Toepassingsgebied 2 = ruimtes waar grote groepen mensen samenkomen, bijvoorbeeld hoorzalen, vergaderzalen, bioscoopzalen, schoolvertrekken en tentoonstellingsruimten.  
(Dit geldt ook voor wanden tussen ruimtes waar een hoogteverschil tussen de vloeren is van meer dan 1 meter, bij volledige wanden.)

Tabel maximale hoogtes vrijstaande voorzetwanden (in mm)

wandtype	wanddikte	plaatdikte	toepassingsgebied 1	toepassingsgebied 2
C-1/50/62,5	62,5	12,5	2500	-
C-2/50/75	75	2x12,5	2600	-
C-1/75/87,5	87,5	12,5	3000	2500
C-2/75/100	100	2x12,5	3500	2750
C-1/100/112,5	112,5	12,5	4000	3000
C-2/100/125	125	2x12,5	4250	3500

Indien onverhoopt hogere wandhoogtes noodzakelijk zijn, dienen de wanden aan de achterliggende constructie op de maximale wandhoogtes te worden ondersteund door middel van bijvoorbeeld ontkoppelde afstandhouders.



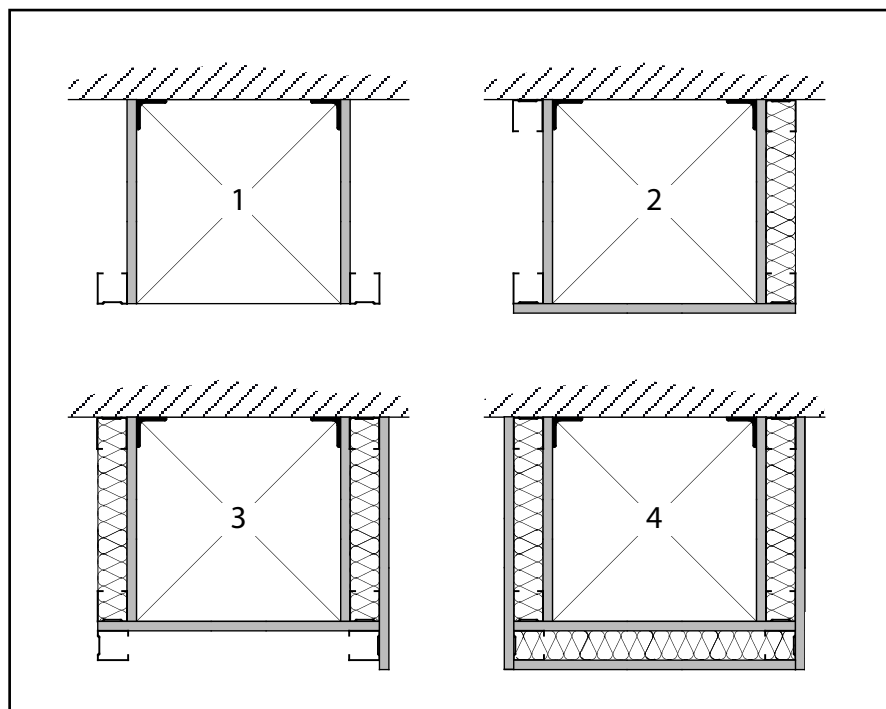
## 4.3 Schachtwanden

Schachtwanden en voorzetwanden hebben veel gemeen. Het grote verschil zit in de toepassing. Voorzetwanden staan altijd vóór iets, er is altijd een achterconstructie aanwezig.

Dit is niet het geval bij schachtwanden. Schachtwanden staan rond een opening in een vloer.

De eisen liggen ook anders, omdat bij voorzetwanden de achterliggende constructie meetelt. Dit kan bij schachtwanden dus niet.

De opbouw van een schachtwand kan verschillen. Meestal is aan één zijde, de buitenzijde, een beplating. Wil men toch een volledige wandopbouw dan is onderstaande methode een mogelijkheid.



Er dient wel rekening mee te worden gehouden dat uit oogpunt van brandwerendheid de laag aan de binnenzijde van minimaal 10 mm onbrandbaar materiaal moet zijn. Gipskartonplaat of gipsvezelplaat is dan niet geschikt! Deze worden niet als onbrandbaar beschouwd. Materiaal moet klasse A1 zijn. Bijvoorbeeld een gipsplaat met een glasvlies in plaats van karton. Bovenstaande kan uiteraard ook met meerdere lagen beplating worden uitgevoerd.

Voor brandwerendheid van schachtwanden wordt ook verwezen naar Hoofdstuk 3: Brand.

Voorbeeld

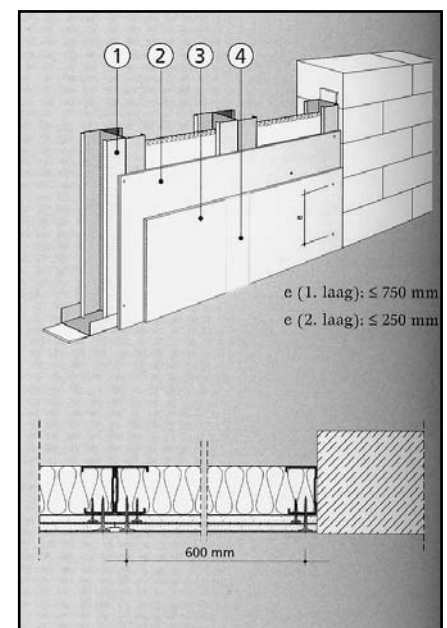
Brandwerendheid 60 minuten:

Opbouw: profielen 50 mm met de ruggen tegen elkaar steenwol dik 50 mm,  $\rho$  45 kg/m<sup>3</sup>, gipskartonplaten 2 x 12.5 mm type F of DF.

$$ts;d = 1 \times 2,5 \frac{d-9}{0} + 0 + (0,6 \frac{50-20}{30} \sqrt[3]{45^2})$$

$$= 53,5 + 0 + 7,59$$

$$= 61 \text{ minuten}$$

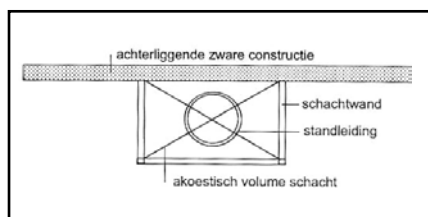


Meestal geldt voor schachtwanden een WBDO van 60 minuten.

### Geluidsisolatie

(Bron: rapport Peutz, RA 708-5 Lafarge Gips)

Om het geluidsniveau van standleidingen naar de aangrenzende ruimten te verminderen, worden schachten toegepast. Het geluidsniveau binnen in een schacht zal veranderen, afhankelijk van de opbouw van de schacht. Meestal wordt een dergelijke schacht tegen een massieve, vaak woningscheidende wand gebouwd. De standleiding dient altijd aan deze zware wand te worden bevestigd.



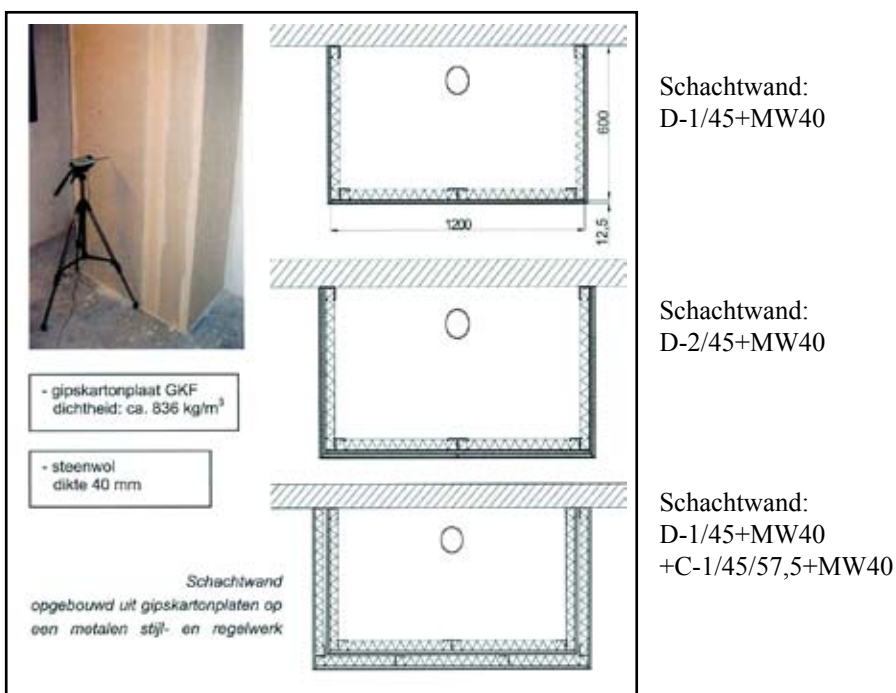
Afgezien van de opbouw van een schachtwand is ook het schachtwandmateriaal van belang.

Men kan ook de standleiding zelf isoleren. Een positieve verbetering wordt verkregen bij toepassing van een flexibel poreus materiaal, bijvoorbeeld minerale wol, met een luchtdichte toplaag. Isolatiemateriaal met gesloten cellen zoals PUR en PIR zijn ongeschikt. Ook de soort standleiding is van invloed. Door toepassing van geluidsdempende leidingsystemen kan 2 tot 8 dB worden gewonnen.

De invloed van de schachtafmetingen, het akoestisch volume, is beperkt. Een grotere schachtafmeting geeft ca. 2 dB verbetering.

Beter is het om materiaal met een goede geluidsabsorptie in de schacht aan te brengen, bijvoorbeeld tegen de achterwand. Dit kan een verbetering opleveren van 5 tot 13 dB.

### Enkele door Peutz geteste schachtwand uitvoeringen





In verband met de brandwerendheid is gekozen voor type F.  
In onderstaande tabel komt één wand voor met type A.

afbeelding	type	opbouw	massa	frequentie						Rw
				125	250	500	1000	2000	4000	
	C-1/45/57,5	1x12,5 type F	10,5kg/m <sup>2</sup>	17	21	26	30	27	26	28
	C-2/45/70	2x12,5 type F	21,0kg/m <sup>2</sup>	22	27	32	36	34	35	34
	C-11/45/70 +MW40	1x12,5 type A +40mm MW	20,0kg/m <sup>2</sup>	18	31	43	53	49	45	41
	SW:D-1/45 +MW40	1x12,5 type F +40mm MW schachtzijde	12,0kg/m <sup>2</sup>	17	21	27	34	34	38	31
	SW:D-2/45 +MW40	2x12,5 type F +40mm MW schachtzijde	22,0kg/m <sup>2</sup>	22	27	33	40	41	44	37
	SW:D-1/45+ MW40+ C-1/45/57,5+ MW40	2x(1x)12,5 Type F+2x MW40	22,0kg/m <sup>2</sup>	18	31	44	57	56	54	41

SW = Schachtwand.

D = Dubbele profielen, in dit geval met de ruggen tegen elkaar.

Eis Bouwbesluit maximale geluidsniveauwaarde: 30 dB (A). Indien de waarde van het geluidsniveau in de schacht bekend is, kan de juiste schachtwand worden gekozen.



## 5. Scheidingswanden: lichte, niet-dragende montagewanden

### 5.1 Wandcodes

Code-opbouw. De combinaties van letters en cijfers betekenen het volgende:

C-11/45/70+MW40

C = enkele stijl

CC = dubbele stijl naast elkaar met een kleine tussenruimte (5 mm)

CC\* = dubbele stijl naast elkaar met een kleine tussenruimte maar dan gekoppeld

C-11/45/70+MW40

11 = één laag gipskartonplaten aan elke kant

22 = twee lagen gipskartonplaten aan elke kant

33 = drie lagen gipskartonplaten aan elke kant

21 = twee lagen gipskartonplaten aan één kant en één laag aan de ander kant enz.

C-11/45/70+MW40

45 = de breedte van de stijlen

C-11/45/70+MW40

70 = de totale wanddikte

C-11/45/70+MW40

MW = 1 laag minerale wol

2MW = 2 lagen minerale wol (bij dubbele stijlen!)

C-11/45/70+MW40

40 = dikte minerale wol

Dus : C-11/45/70+MW40 betekent:

wand met enkele stijlen, met aan elke kant 1 gipskartonplaat, op een C-profiel van 45 mm. De totale dikte is 70 mm. Dit betekent aan elke kant een gipskartonplaat van 12,5 mm. In de spouw 40 mm minerale wol.

C-12/.... betekent dus ook één plaat aan één kant en twee aan de andere kant (zie ook C-21).

Bij voorzetwanden geldt hetzelfde principe.

C-1/50/62,5

1 = één laag aan één kant

50 = breedte van de stijl

62,5 = totale wanddikte, waaruit de plaatdikte weer kan worden afgeleid

#### Wandtypes

Voorzetwanden, zie ook hoofdstuk 4

C-1/50/62,5

C-2/50/75

C-1/75/87,5

C-2/75/100

C-1/100/112,5

C-2/100/125

Enkele stijlen en enkele beplating

C-11/40/70

C-11/40/70+MW30

C-11/45/70

C-11/45/70+MW40

C-11/50/75

C-11/50/75+MW40

C-11/75/100

C-11/75/100+MW60

C-11/100/125

C-11/100/125+MW75

Enkele stijlen en dubbele beplating

C-22/50/100

C-22/50/100+MW40

C-22/75/125

C-22/75/125+MW60

C-22/100/150

C-22/100/150+MW75

Enkele stijlen en drievoudige beplating

C-33/50/125

C-33/50/125+MW40

C-33/75/150

C-33/75/150+MW60

C-33/100/175

C-33/100/175+MW75



Dubbele stijlen, niet gekoppeld  
dubbele beplating

CC-22/45/145+MW40  
CC-22/45/145+2MW40  
CC-22/50/155+MW40  
CC-22/50/155+2MW40  
CC-22/75/205+MW60  
CC-22/75/205+2MW60  
CC-22/100/255  
CC-22/100/255+MW75  
CC-22/100/255+2MW75

Dubbele stijlen, gekoppeld  
dubbele beplating

CC\*-22/45/145+MW40  
CC\*-22/45/145+2MW40  
CC\*-22/50/155+MW40  
CC\*-22/50/155+2MW40  
CC\*-22/75/205+MW60  
CC\*-22/75/205+2MW60  
CC\*-22/100/255  
CC\*-22/100/255+MW75  
CC\*-22/100/255+2MW75

---

Dubbele stijlen, niet gekoppeld  
drievoudige beplating

CC-33/100/280  
CC-33/100/280+MW75  
CC-33/100/280+2MW75

Dubbele stijlen, gekoppeld  
drievoudige beplating

CC\*-33/100/280  
CC\*-33/100/280+MW75  
CC\*-33/100/280+2MW75

---

## 5.2 Opbouw gipskartonplaatwanden op metalen profielen

Verschillende soorten platen (zie Hoofdstuk 2, Gipskartonplaten) kunnen met speciale schroeven (zie Hoofdstuk 2, Bevestigingsmiddelen) zonder voorbereiden op speciale metalen profielen (zie Hoofdstuk 2, Metalen profielen) worden bevestigd.

De platen worden meestal verticaal toegepast op stijlen met een hart op hart (h.o.h.) afstand van 600 mm bij platen met een dikte vanaf 12,5 mm.

In natte ruimtes en bij dunnere platen wordt de h.o.h.-afstand verkleind. Dit hangt mede af van het type plaat: A, F, H, I of R of een combinatie van de laatste 4.

Bij ronde wanden wordt de h.o.h.-afstand eveneens aangepast. In een later stadium worden deze wanden behandeld.

### De montage

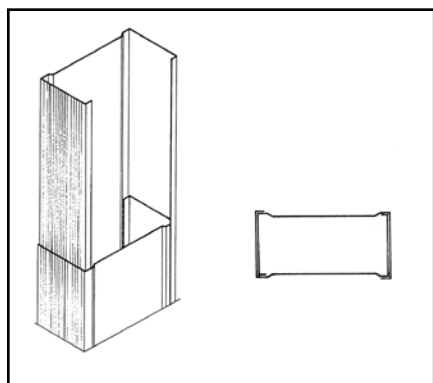
Op de vloer en het plafond wordt de plaats bepaald waar de wand moet komen. Ook de plaats van de aansluitende wanden, deuropeningen en andere openingen worden aangegeven. Het aftekenen kan het beste met een smetlijn en bouwlasers. Het is aan te bevelen de totale wanddikte af te tekenen.

Vervolgens worden de onderregels, U-profielen, op de vloer bevestigd en de bovenregels aan het plafond. De onder- en bovenregels worden van tevoren voorzien van akoestisch band (zie Hoofdstuk 2, Afdichtingsband). De stijlen, C-profielen, worden 10-15 mm korter geknipt dan de afstand tussen de onder- en bovenregel. De U-profielen worden bevestigd met slagpluggen h.o.h. 800 mm (minimaal 2 stuks per wandlengte). Daarna worden eerst de stijlen tegen de

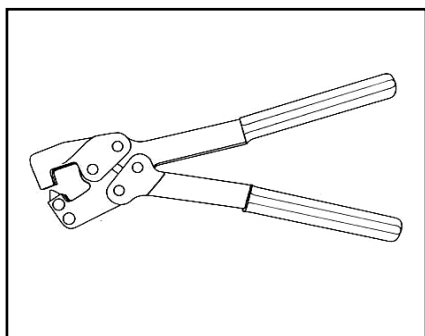
aansluitende bouwkundige constructie geplaatst en ook voorzien van akoestisch band en met slagpluggen h.o.h. 800 mm (minimaal 3 per wandhoogte) vastgezet. De volgende stijlen worden tussen de boven- en onderregel geschoven met een h.o.h.-afstand van ca. 600 mm.

De C-profielen dienen met de opening in dezelfde richting te staan. Tevens dient er op te worden gelet dat de in de stijlen aanwezige sparingen voor leidingen op dezelfde hoogte komen. De onder- en bovenregels kunnen ter verlenging koud tegen elkaar worden gelegd.

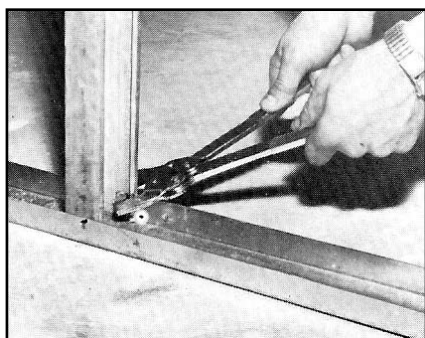
Indien de stijlen moeten worden verlengd kunnen deze in elkaar worden geschoven door ze 180° ten opzichte van elkaar te draaien. Beide flenzen zijn voor dit doel ongelijk van afmeting gemaakt (zie Hoofdstuk 2, Profielen). Deze koppelingen mogen niet in het



midden van de wand worden uitgevoerd en moeten afwisselend onder en boven in de wand worden geplaatst. De overlap is minimaal 500 mm. De profielen worden gefixeerd met een fixeertang of met schroeven bevestigd.



Fixeertang



Toepassing fixeertang

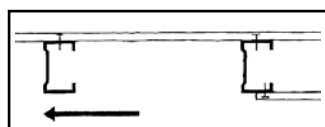
De gipskartonplaten worden op lengte gesneden, ca.10 mm korter dan de wandhoogte.

De platen worden met behulp van een voet- of handhefboom tegen het plafond gedrukt.

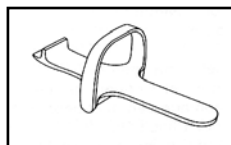
De stijlen worden nu exact op hun plaats verticaal waterpas gesteld, op plaatbreedte en halve plaatbreedte. Aan één zijde van de wand wordt begonnen met een hele gipskartonplaat, aan de andere zijde met een halve plaat. Op deze wijze komen de naden niet tegenover elkaar. Er wordt begonnen met schroeven en beplaten vanaf de open zijde van het profiel (zie ook Hoofdstuk 2, Bevestigingsmiddelen). Bij dubbele beplating moeten ook de in het zicht komende platen verspringend worden aangebracht ten opzichte van de eerste laag platen.

Na het aanbrengen van de gipskartonplaten aan één kant van de wand kunnen leidingen, wandcontactdozen, voorzieningen voor het ophangen van zware voorwerpen en minerale wol worden aangebracht. Daarna wordt de wand aan de andere kant gesloten.

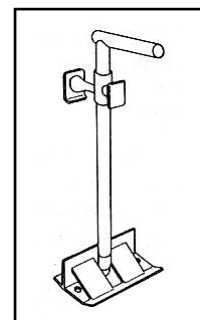
Bij dubbele beplating wordt de buitenste laag h.o.h. maximaal 250 mm geschroefd. De binnenste laag maximaal 750 mm. De naden worden afgewerkt zoals omschreven in hoofdstuk 2, voegmateriaal. Daarna wordt de plint h.o.h. maximaal 600 mm op de onderregel geschroefd.



Monteren van de platen vanaf de open zijde



Voethefboom



Handhefboom

Tabel minimale schroeflengtes in metalen profielen.

Plaatdikte in mm	Aantal lagen	Lengte schroef in mm
6,5	1	25
	2	25
9,5	1	25
	2	35
12,5	1	25
	2	35
	3	55
15,0	1	35
	2	45
18,0	1	35
	2	55
20,0	1	35
	2	55



Tabel maximale wandhoogtes

Type wand	Toepassingsgebied 1	Toepassingsgebied 2
C-11/40/70	2800	n.v.t.
C-11/45/70	2800	n.v.t.
C-11/50/75	3000	2750
C-11/75/100	4500	3750
C-11/100/125	5000	4250
C-22/50/100	4000	3500
C-22/75/125	5500	5000
C-22/100/150	6500	5750
C-33/50/125	4500	4000
C-33/75/150	6000	5500
C-33/100/175	7000	6500
CC-22/45/145	2600	n.v.t.
CC-22/50/155	2600	n.v.t.
CC-22/75/205	3500	2750
CC-22/100/255	4250	3500
CC*-22/45/145	4500	4000
CC*-22/50/155	4500	4000
CC*-22/75/205	6000	5500
CC*-22/100/255	6500	6000
CC-33/100/280	4750	4000
CC*-33/100/280	7000	6500



Tabel berekende maximale wandhoogten van enkele veel voorkomende wanden in meters.

Profieltype	Profiel afstand h.o.h.	Toepas- singsgebied	Enkele beplating 12,5mm					Dubbele beplating 2x12,5mm				
			Staaldikte mm					Staaldikte mm				
			0,6	0,75	1,0	1,5	2,0	0,6	0,75	1,0	1,5	2,0
C-50	600	1	3,00	3,34	3,84	4,63	5,28	3,75	4,18	4,79	5,79	6,60
		2	2,75	3,06	3,52	4,25	4,84	3,44	3,83	4,39	5,31	6,05
	400	1	3,68	4,09	4,70	5,68	6,47	4,59	5,12	5,87	7,10	8,09
		2	3,37	3,75	4,31	5,20	5,93	4,21	4,69	5,38	6,50	7,41
	300	1	4,24	4,73	5,42	6,55	7,47	5,30	5,91	6,78	8,19	9,34
		2	3,89	4,33	4,97	6,01	6,85	4,86	5,42	6,22	7,51	8,56
C-75	600	1	4,05	4,52	5,19	6,29	7,34	5,16	5,76	6,62	8,03	9,36
		2	3,71	4,14	4,76	5,77	6,73	4,73	5,28	6,06	7,36	8,58
	400	1	4,96	5,53	6,35	7,71	8,82	6,32	7,05	8,10	9,83	11,24
		2	4,55	5,07	5,82	7,07	8,08	5,80	6,46	7,43	9,01	10,31
	300	1	5,73	6,39	7,34	8,90	10,18	7,30	8,14	9,36	11,35	12,98
		2	5,25	5,85	6,73	8,16	9,33	6,69	7,46	8,58	10,41	11,90
C-100	600	1	4,95	5,37	6,35	7,72	8,85	6,44	6,99	8,26	10,04	11,50
		2	4,54	4,93	5,82	7,08	8,11	5,90	6,40	7,57	9,20	10,54
	400	1	6,06	6,76	7,78	9,46	10,84	7,88	8,79	10,11	12,29	14,09
		2	5,56	6,20	7,13	8,67	9,93	7,22	8,06	9,27	11,27	12,91
	300	1	7,00	7,81	8,98	10,92	12,51	9,10	10,15	11,68	14,19	16,27
		2	6,42	7,16	8,23	10,01	11,42	8,34	9,31	10,70	13,01	14,91

Bovenstaande tabel dient met enig beleid te worden toegepast. Het is gebaseerd op een in Duitsland ontwikkelde rekenmethode.

**Maximale wandhoogtes vrijstaande voorzetwanden en volledige wanden**  
(volgens DIN18183)

Algemeen: (volgens DIN 4103)

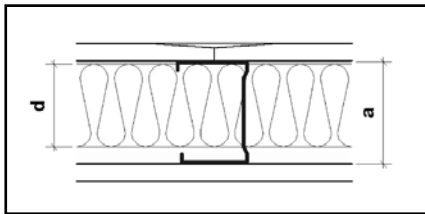
Toepassingsgebied 1 = Ruimtes waar kleine groepen mensen samenkomen, bijvoorbeeld in woningen, hotelkamers, kantoren en ziekenhuizen inclusief de gangen.

Toepassingsgebied 2 = Ruimtes waar grote groepen mensen samenkomen, bijvoorbeeld hoorzalen, vergaderzalen, bioscoopzalen, schoolvertrekken en tentoonstellingsruimten.  
(Dit geldt ook voor wanden tussen ruimtes waar een hoogteverschil tussen de vloeren is van meer dan 1 meter, bij volledige wanden.)



## 5.3 Wandtypes

### Wandtype C-11/40/70 (+ MW30)



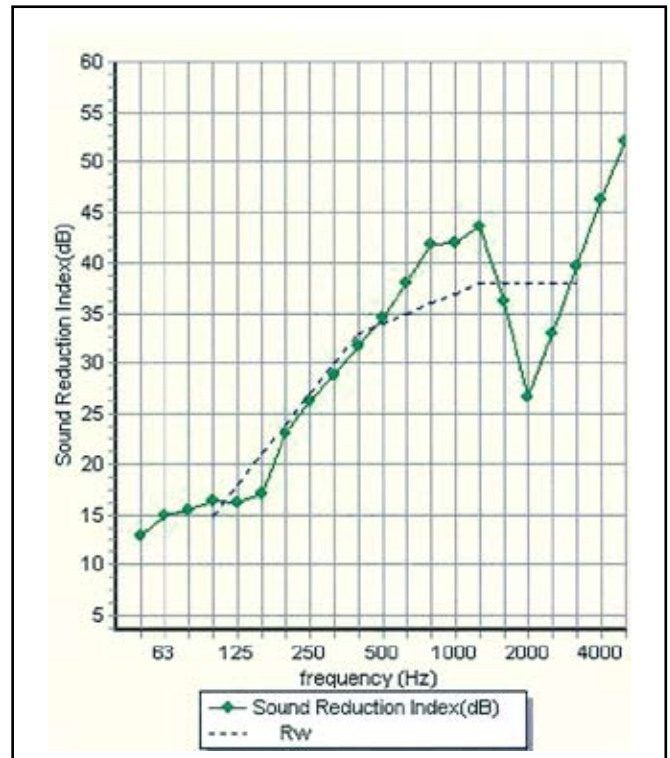
Plaattype : A  
 Dikte : 15 mm  
 Stijl : a = 40 mm

Minerale wol: d = 30 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

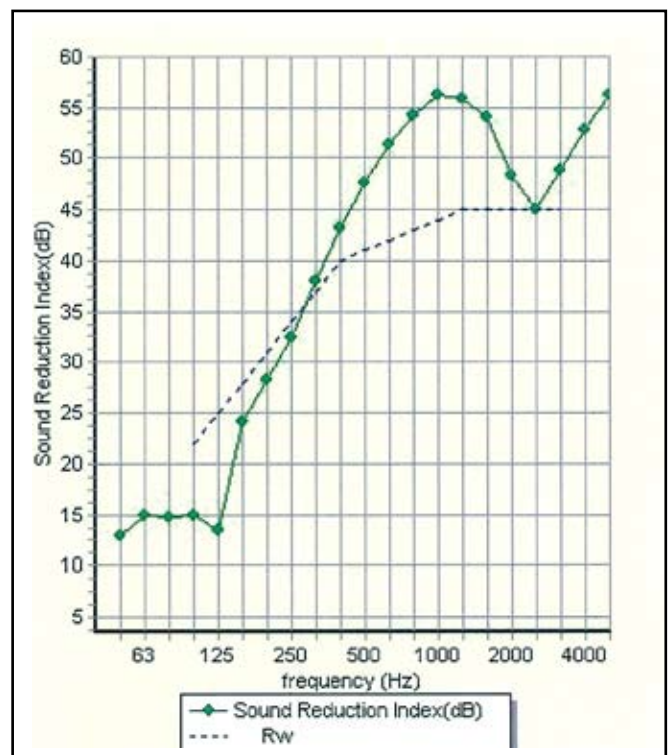
Brandwerendheid:  
 - zonder minerale wol : 42 minuten  
 - met steenwol 35kg/m<sup>3</sup> : 43 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wol : Rw = 34 (-3;-5)  
 - met minerale wol : Rw = 41 (-4;-11)

Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 2800  
 - toepassingsgebied 2 : n.v.t.



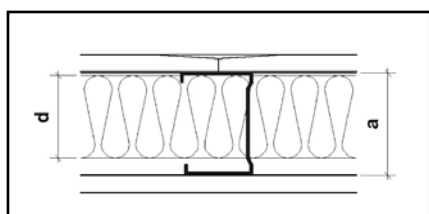
Zonder minerale wol



Met 30 mm minerale wol



### Wandtype C-11/45/70(+MW40)



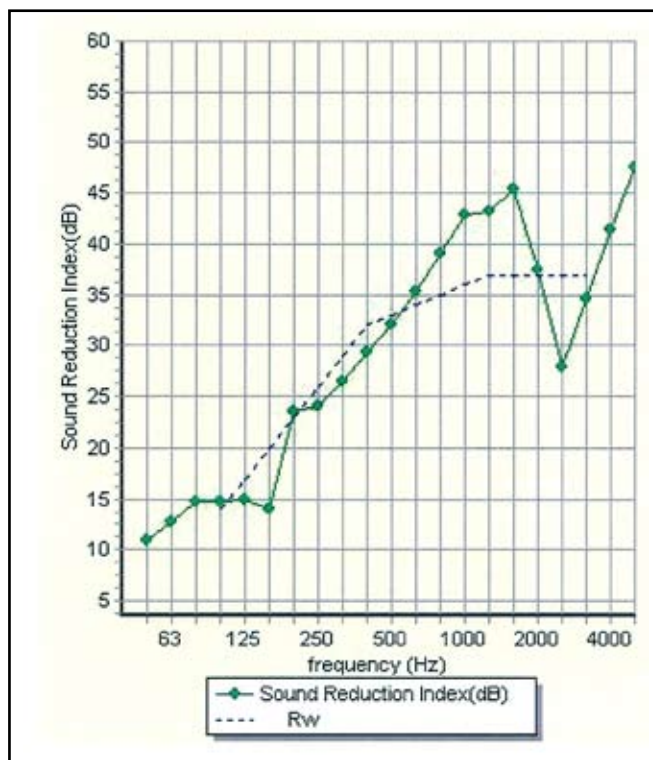
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 45 mm

Minerale wol : d = 40 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

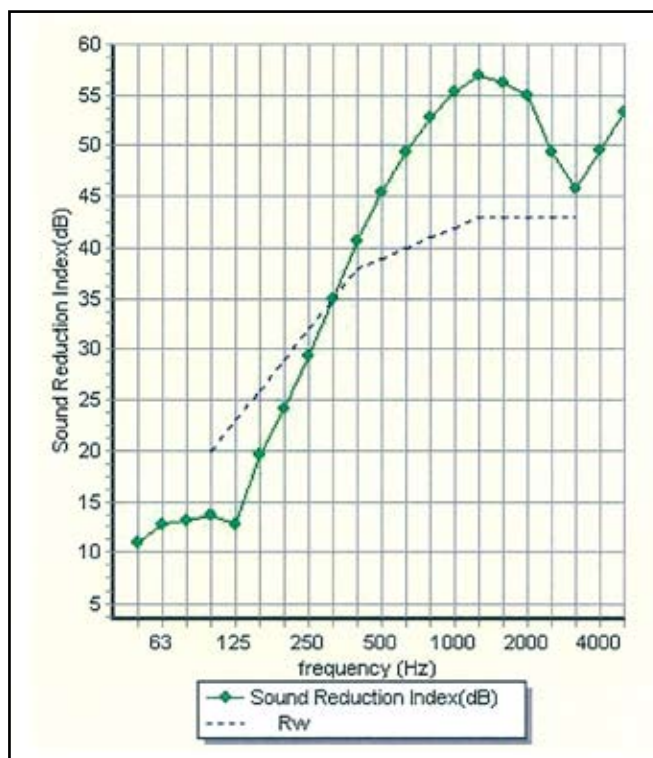
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 34 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 38 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol : Rw = 33 (-2;-6)  
- met minerale wol : Rw = 39 (-4;-10)

Maximale wandhoogte in mm.:  
- toepassingsgebied 1 : 2800  
- toepassingsgebied 2 : n.v.t



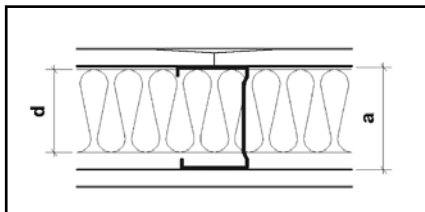
Zonder minerale wol



Met 40 mm minerale wol



**Wandtype C-11/50/75(+MW40)**



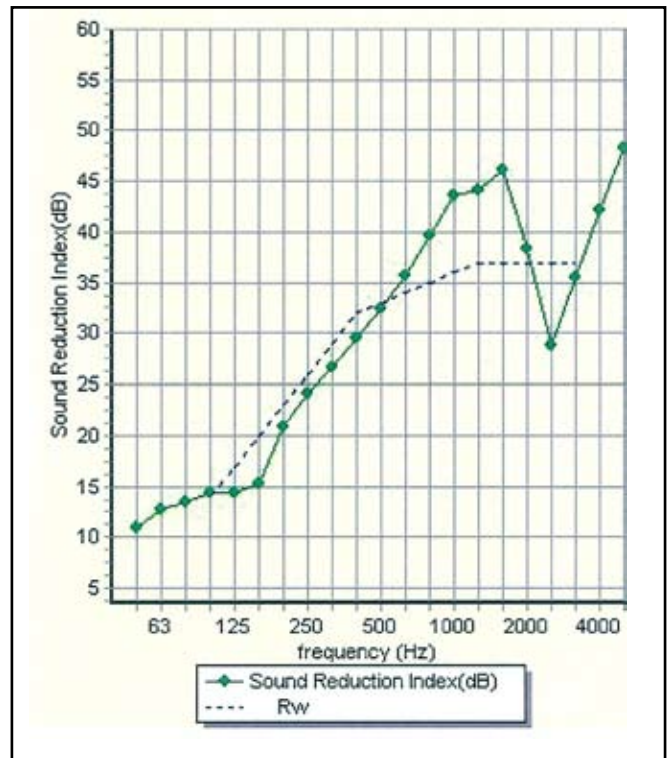
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a=50 mm

Minerale wol : d = 40 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

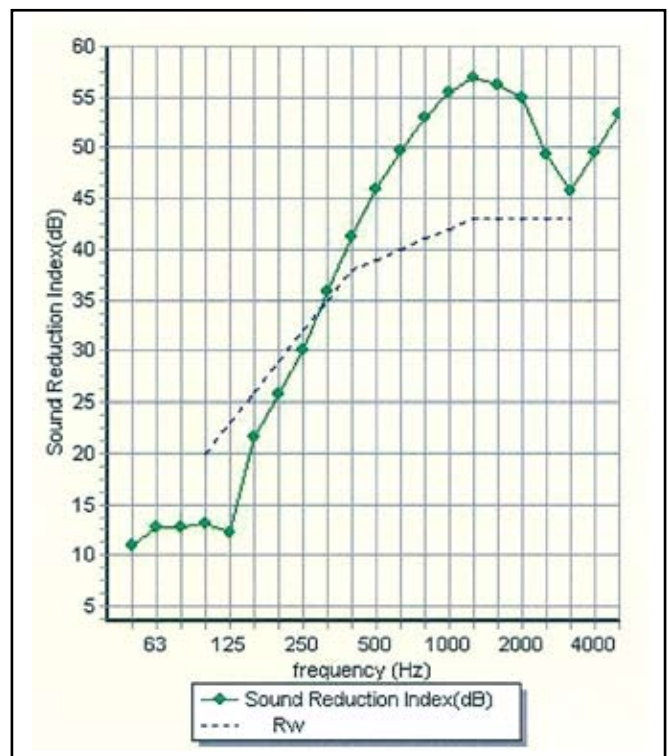
Brandwerendheid:  
 - zonder minerale wol : 34 minuten  
 - met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 38 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wo : Rw = 33 (-2;-6)  
 - met minerale wol : Rw = 39 (-4;-10)

Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 3000  
 - toepassingsgebied 2 : 2750



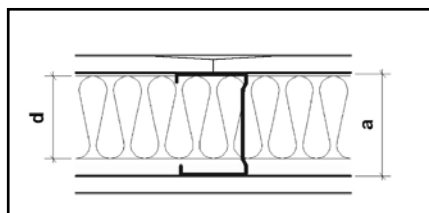
Zonder minerale wol



Met 40 mm minerale wol



### Wandtype C-11/75/100(+MW60)



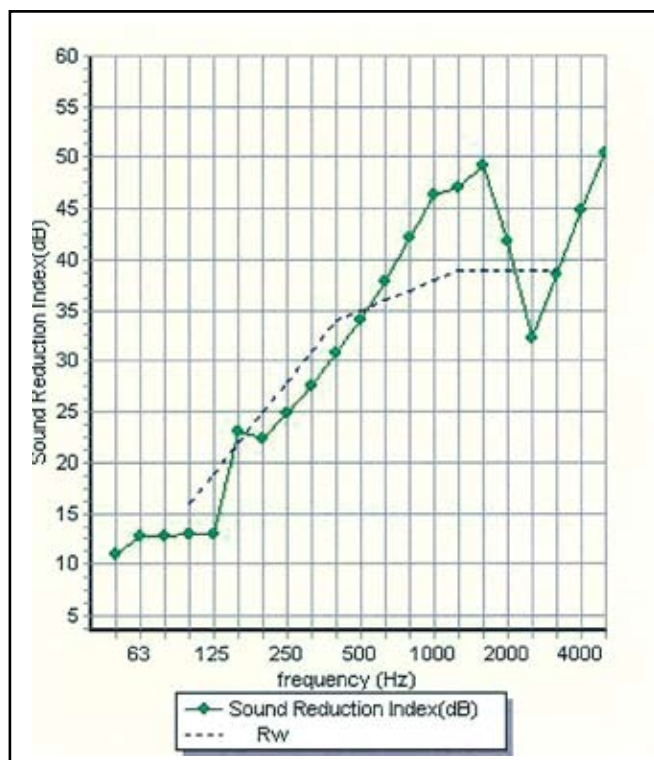
Plaattype : A  
Dikte : 12,5mm  
Stijl : a = 75 mm

Minerale wol : d = 60 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

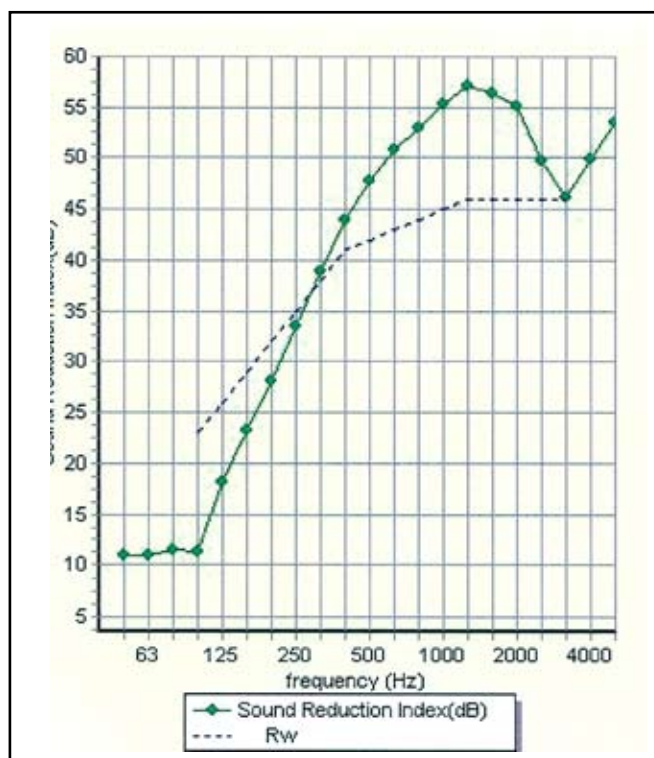
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 34 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 41 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol :  $R_w = 35$  (-2;-7)  
- met minerale wol :  $R_w = 42$  (-5;-12)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 4500  
- toepassingsgebied 2 : 3750



Zonder minerale wol

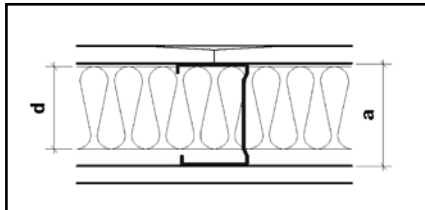


Met 60 mm minerale wol





### Wandtype C-11/100/125(+MW75)



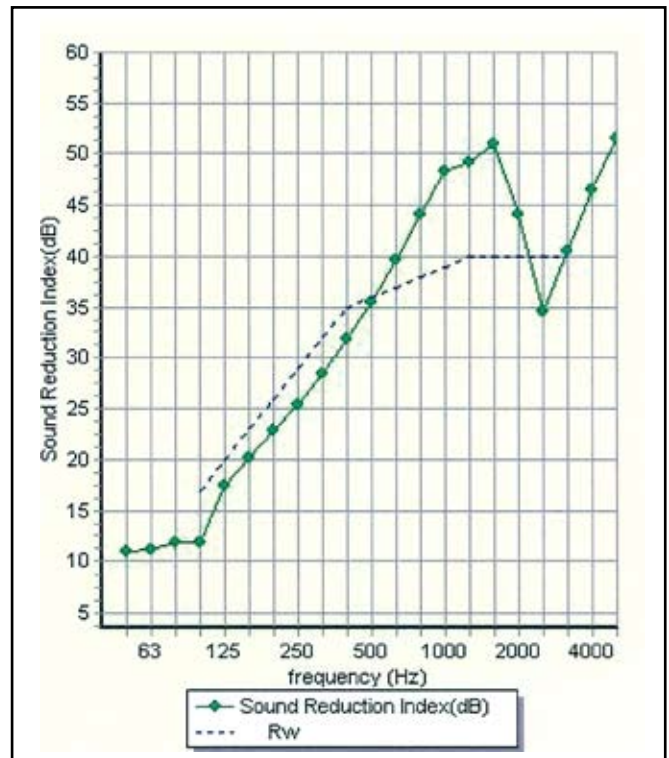
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 100 mm

Minerale wol : d = 75 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

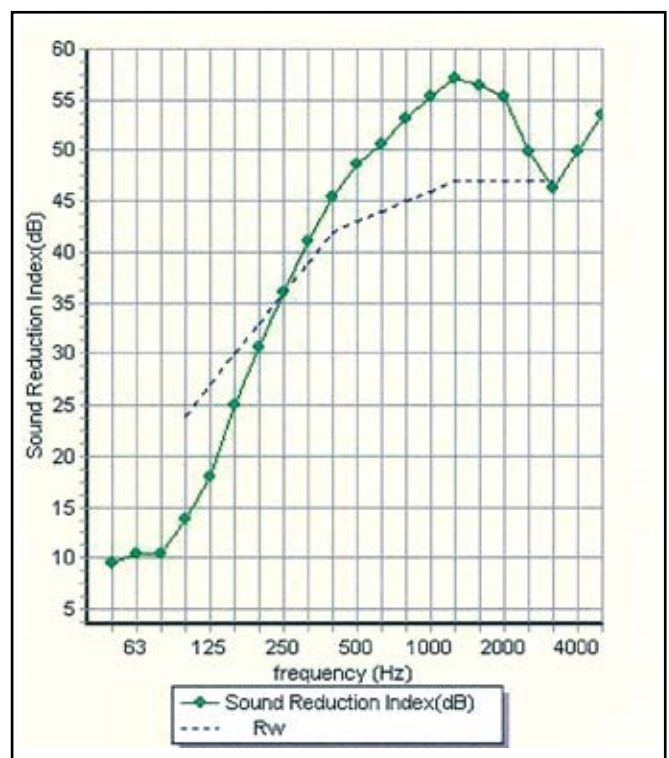
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 34 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 43 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol :  $R_w = 36$  (-2;-7)  
- met minerale wol :  $R_w = 43$  (-4;-11)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 5000  
- toepassingsgebied 2 : 4250



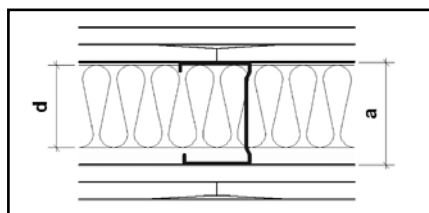
Zonder minerale wol



Met 75 mm minerale wol



### Wandtype C-22/50/100(+MW40)



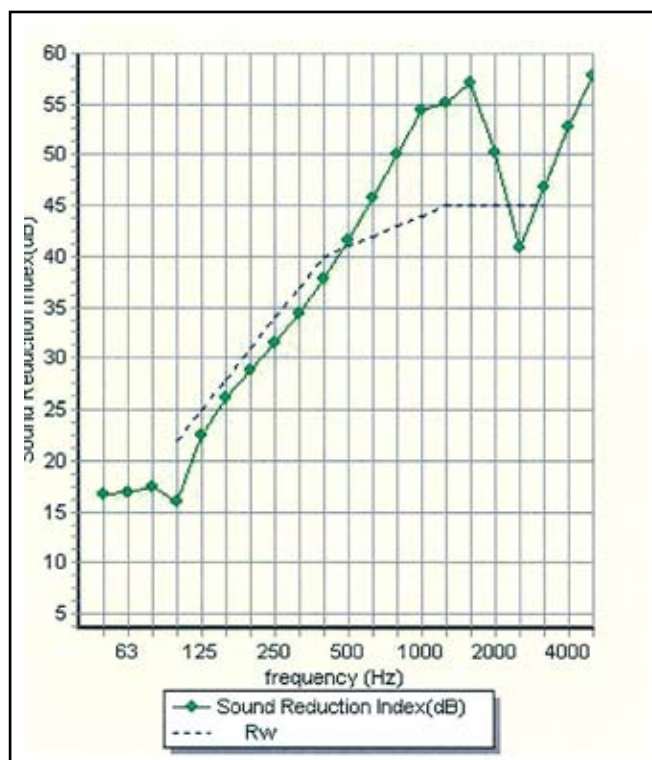
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 50 mm

Minerale wol : d = 40 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

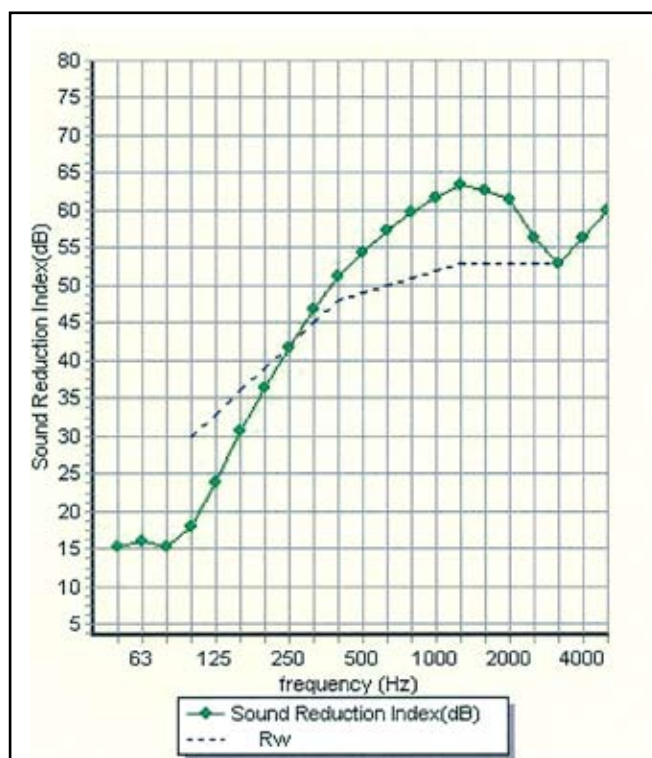
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 69 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 71 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol : Rw = 41 (-1;-7)  
- met minerale wol : Rw = 49 (-5;-13)

Maximale wandhoogte in mm:  
toepassingsgebied 1 : 4000  
toepassingsgebied 2 : 3500



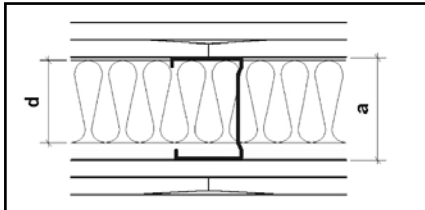
Zonder minerale wol



Met 40 mm minerale wol



### Wandtype C-22/75/125(+MW60)



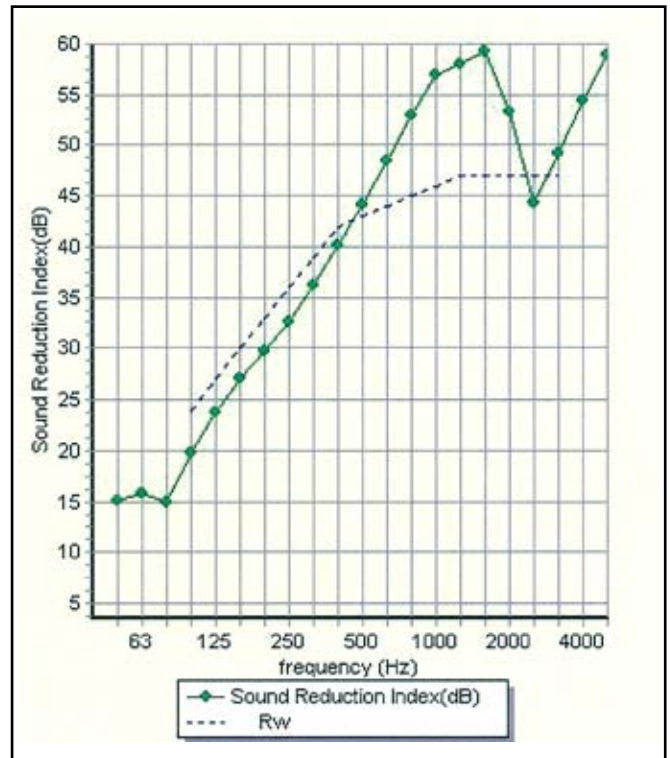
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 75 mm

Minerale wol : d = 60 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

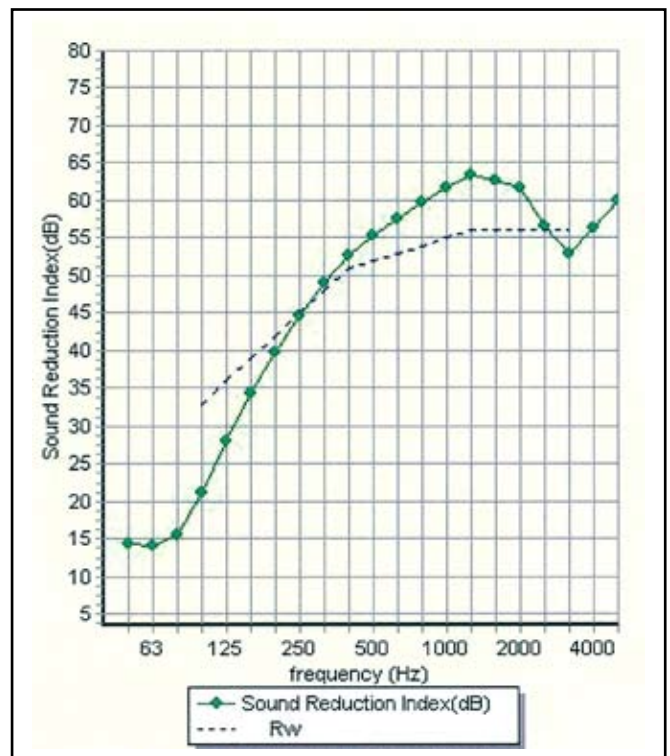
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 69 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 75 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol :  $R_w = 43$  (-1;-7)  
- met minerale wol :  $R_w = 52$  (-5;-12)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 5500  
- toepassingsgebied 2 : 5000



Zonder minerale wol

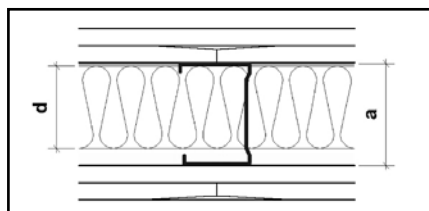


Met 60 mm minerale wol





### Wandtype C-22/100/150(+MW75)



Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 100 mm

Minerale wol : d = 75 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

#### Brandwerendheid:

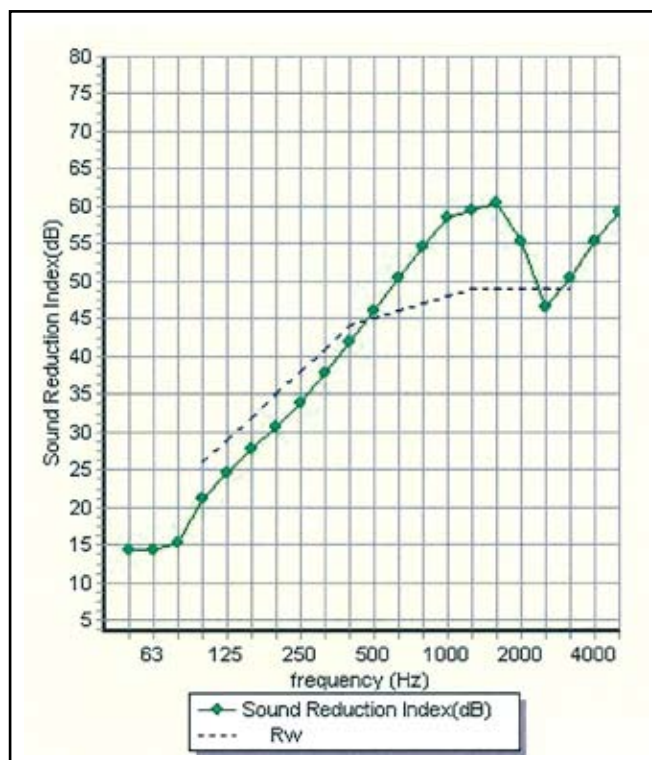
- zonder minerale wol : 69 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten

#### Geluidsisolatie:

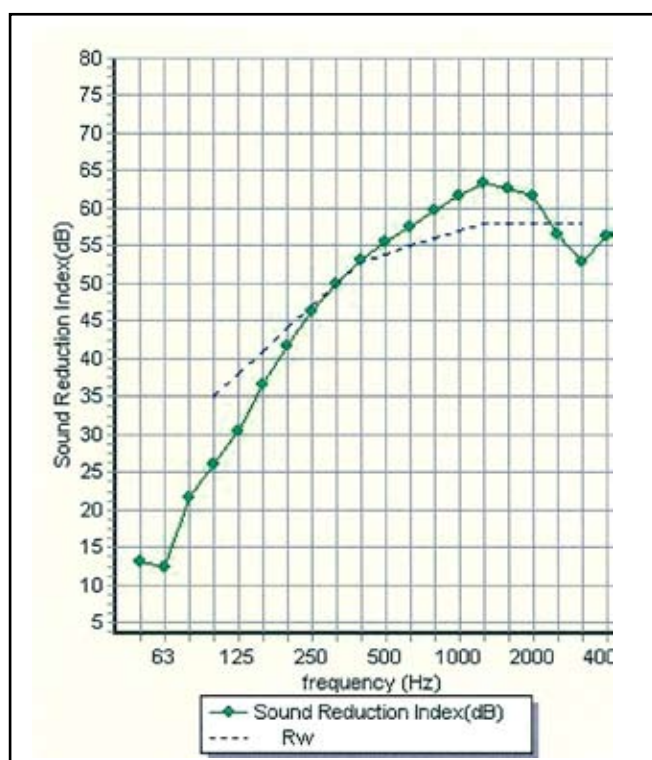
- zonder minerale wol :  $R_w = 45$  (-2;-8)  
- met minerale wol :  $R_w = 54$  (-4;-10)

#### Maximale wandhoogte in mm:

- toepassingsgebied 1 : 6500  
- toepassingsgebied 2 : 5750



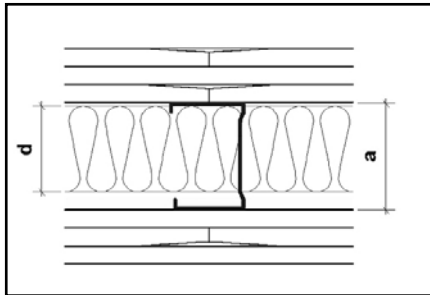
Zonder minerale wol



Met 75 mm minerale wol



### Wandtype C-33/50/125(+MW40)



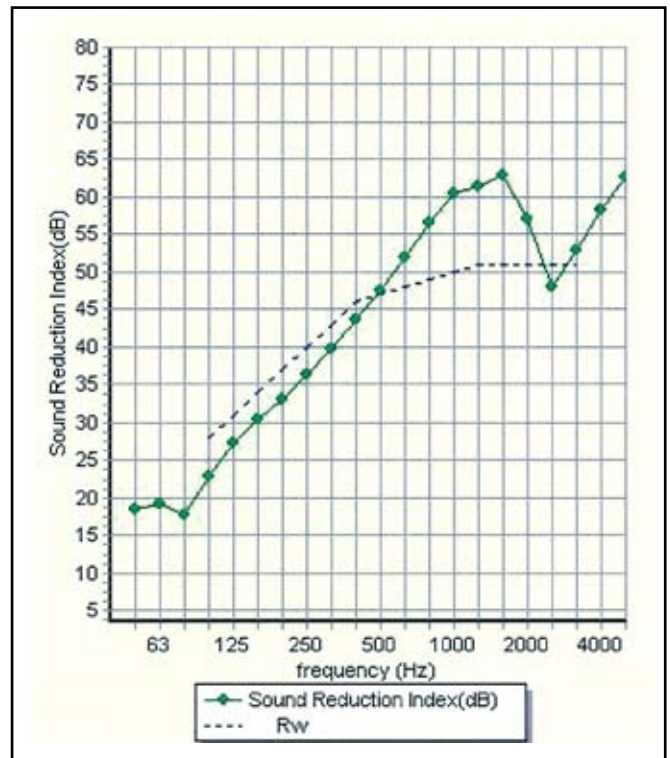
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 50 mm

Minerale wol: d = 40 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

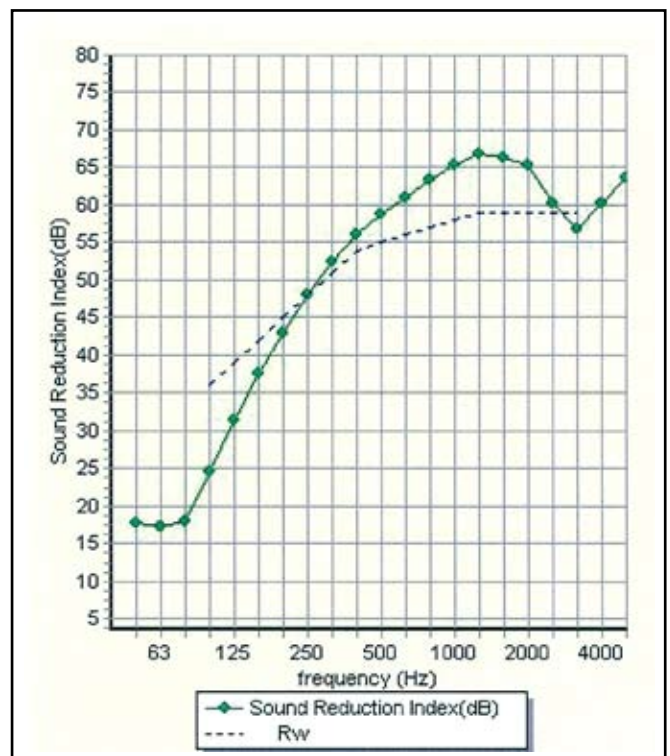
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 105 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 108 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol : Rw = 47 (-2;-8)  
- met minerale wol : Rw = 55 (-4;-12)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 4500  
- toepassingsgebied 2 : 4000



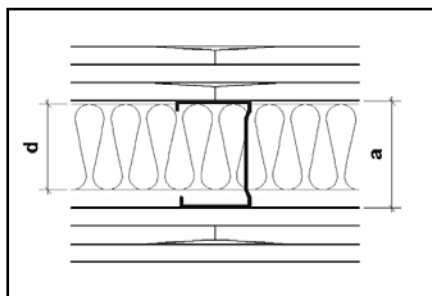
Zonder minerale wol



Met 40 mm minerale wol



### Wandtype C-33/75/150(+MW60)



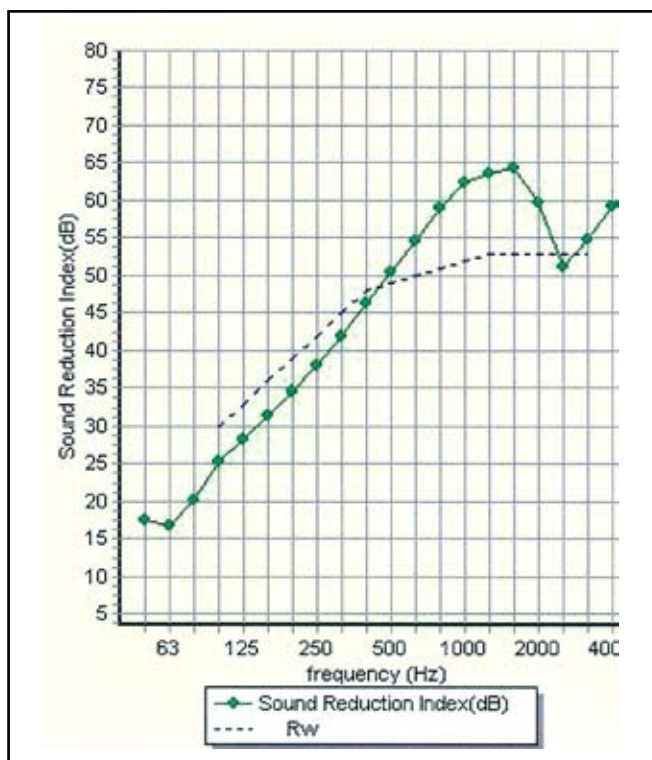
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 75 mm

Minerale wol: d = 60 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

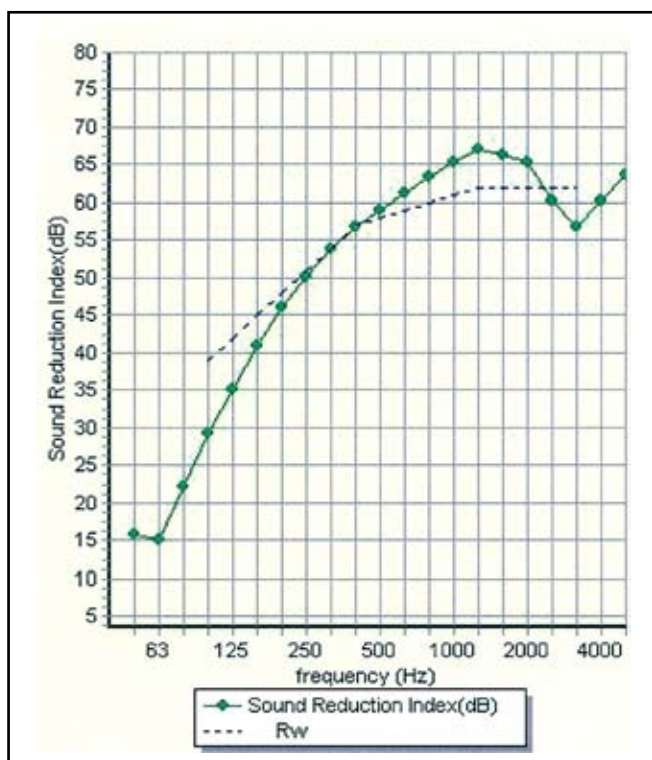
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 105 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 111 minuten

Geluidsisolatie:  
- zonder minerale wol : Rw = 49 (-2;-8)  
- met minerale wol : Rw = 58 (-4;-10)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 6000  
- toepassingsgebied 2 : 5500



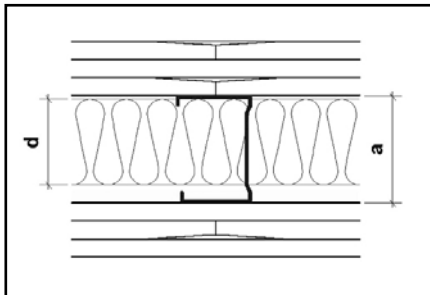
Zonder minerale wol



Met 60 mm minerale wol



### Wandtype C-33/100/175(+MW75)



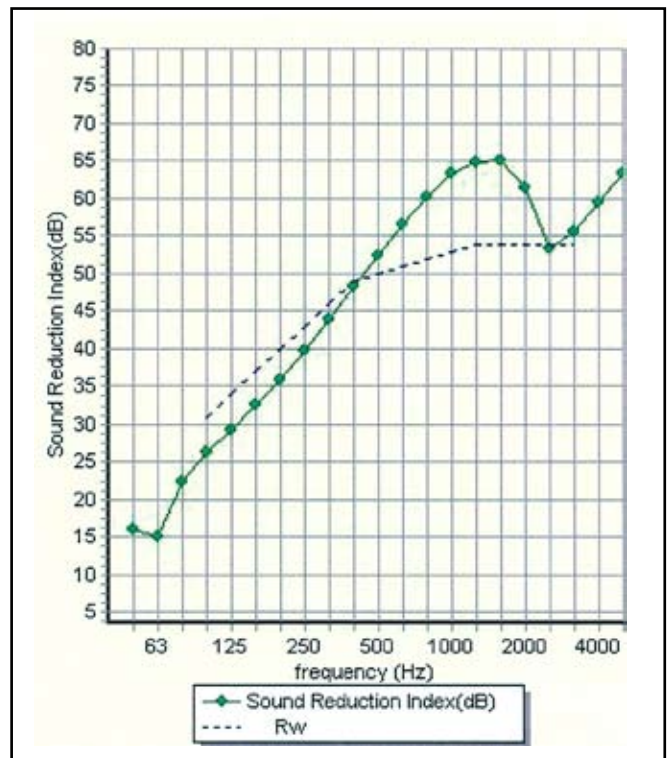
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 100 mm

Minerale wol: d = 75 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

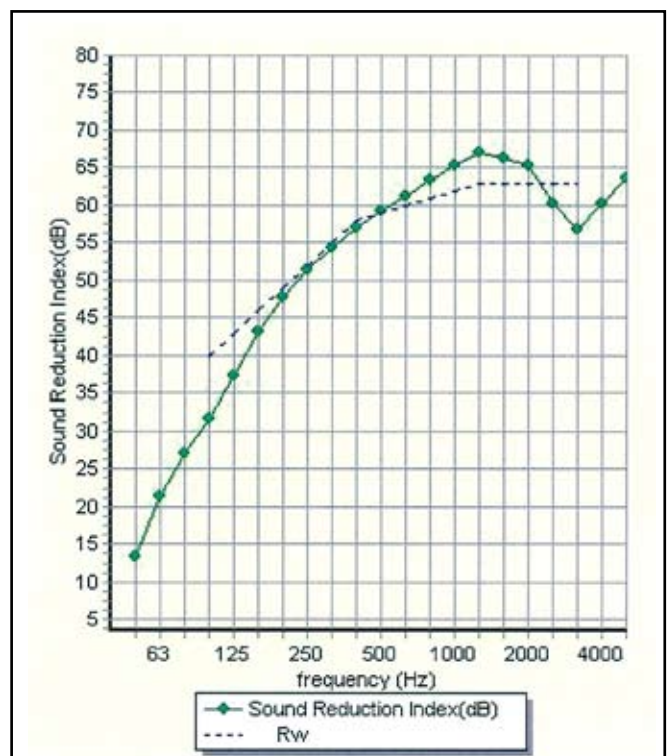
Brandwerendheid:  
- zonder minerale wol : 105 minuten  
- met steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 113 minuten

Geluidsisolatie  
- zonder minerale wol : Rw = 50 (-2;-8)  
- met minerale wol : Rw = 59 (-3;-9)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 7000  
- toepassingsgebied 2 : 6500



Zonder minerale wol

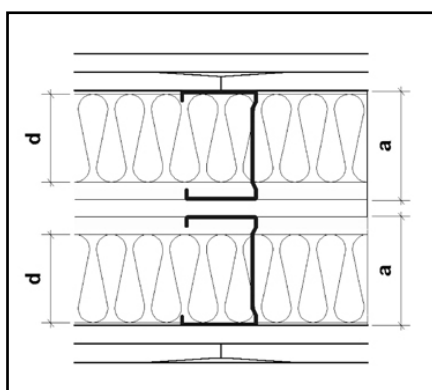


Met 75 mm minerale wol





**Wandtype CC-22/45/145 (+MW40)  
(+2MW40)**



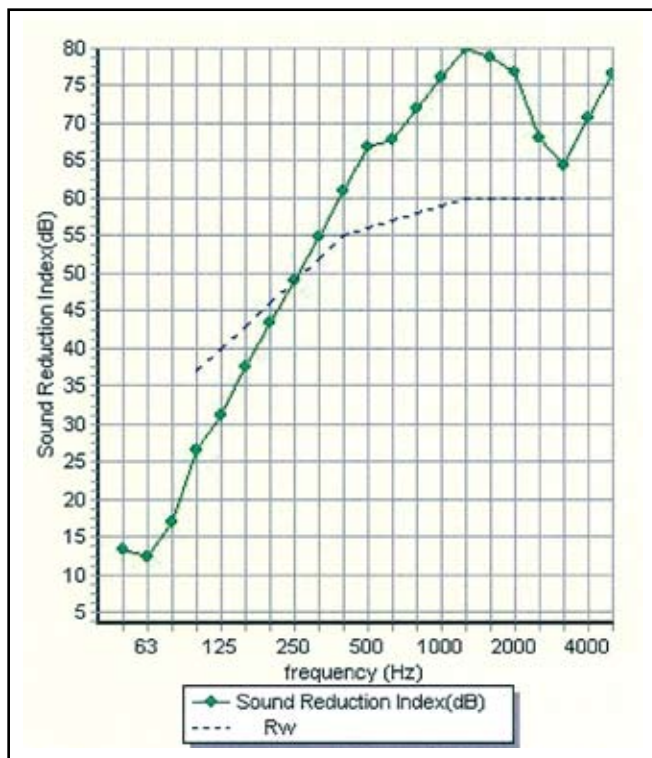
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 2 x 45 mm

Minerale wol: d = 40 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

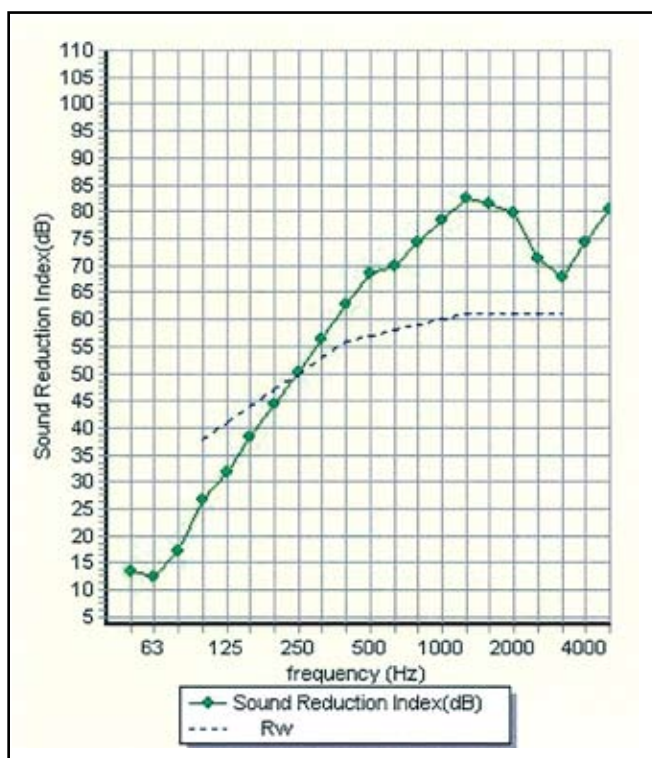
Brandwerendheid:  
- met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 72 minuten  
- met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten

Geluidsisolatie:  
- met 1 x minerale wol : Rw = 56 (-4;-11)  
- met 2 x minerale wol : Rw = 57 (-4;-12)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 2600  
- toepassingsgebied 2 : n.v.t.



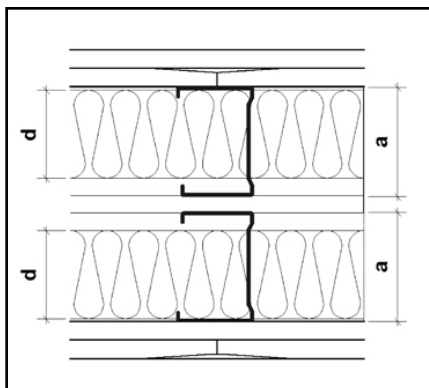
Met 1 x 40 mm minerale wol



Met 2 x 40 mm minerale wol



**Wandtype CC-22/50/155 (+MW40)  
(+2MW40)**



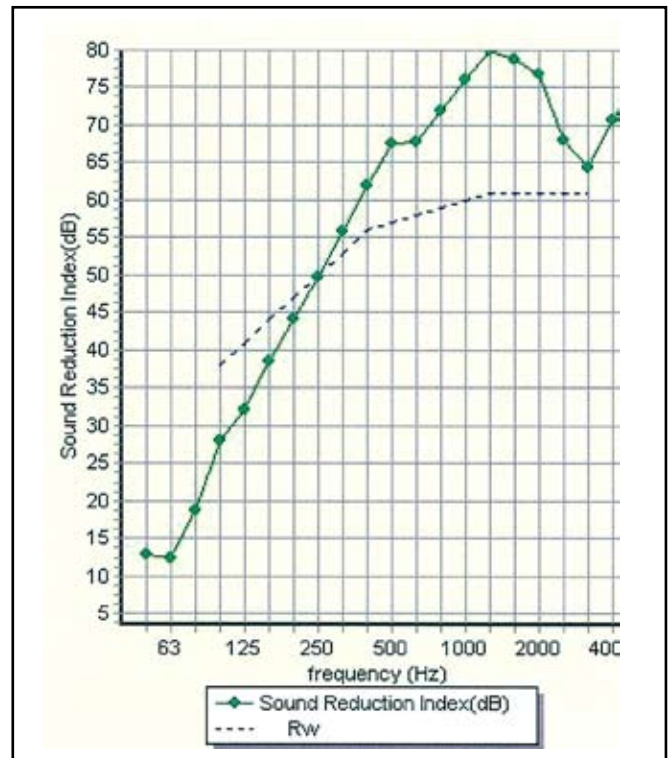
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 50 mm

Minerale wol: d = 40 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

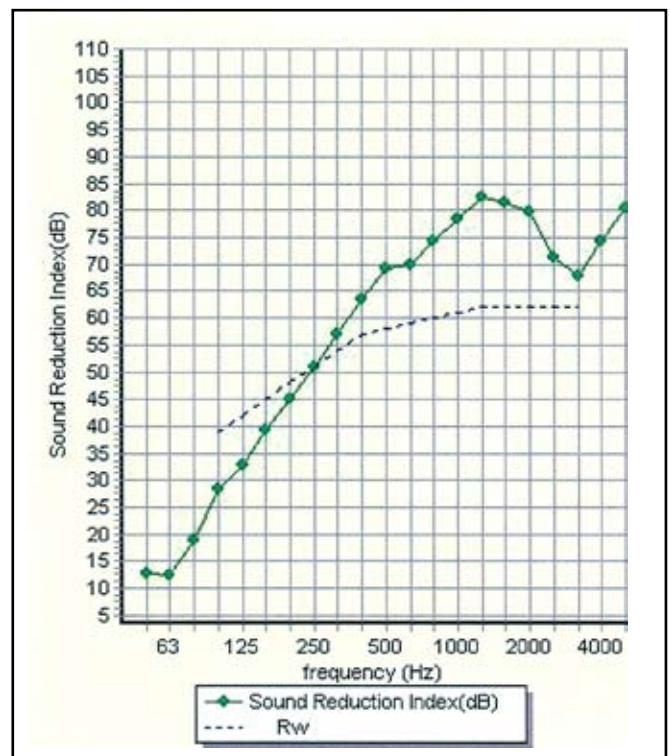
Brandwerendheid:  
 - met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 72 minuten  
 - met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten

Geluidsisolatie:  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 57 (-4;-11)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 58 (-4;-12)

Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 2600  
 - toepassingsgebied 2 : n.v.t.



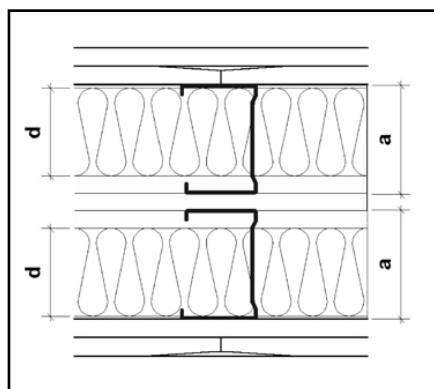
Met 1x 40mm minerale wol



Met 2 x 40 mm minerale wol



**Wandtype CC-22/75/205 (+MW60)  
(+2MW60)**



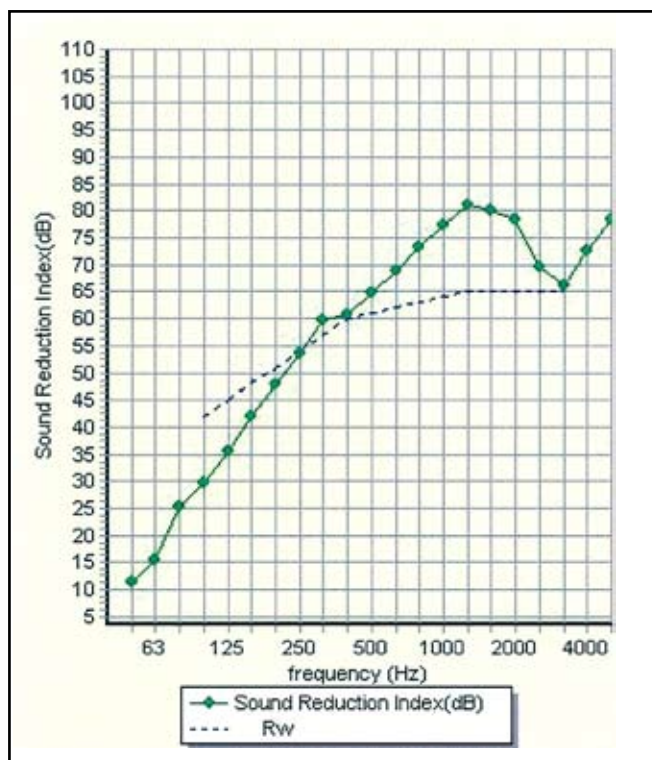
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 2 x 75 mm

Minerale wol: d = 60 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

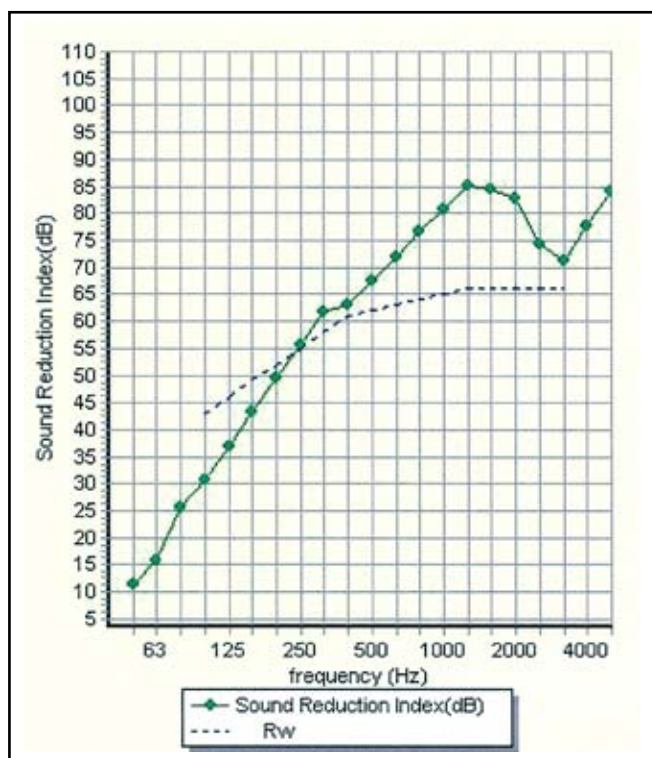
Brandwerendheid:  
- met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 75 minuten  
- met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 83 minuten

Geluidsisolatie:  
- met 1 x minerale wol : Rw = 61 (-5;-13)  
- met 2 x minerale wol : Rw = 62 (-5;-13)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 3500  
- toepassingsgebied 2 : 2750



Met 1 x 60 mm minerale wol

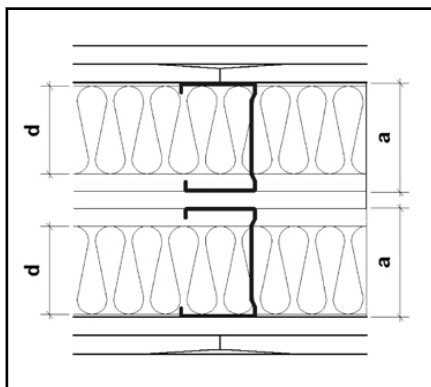


Met 2 x 60 mm minerale wol





**Wandtype CC-22/100/255 (+MW75)  
(+2MW75)**



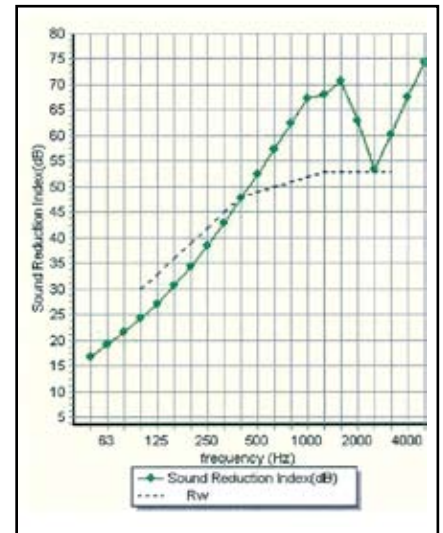
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 100 mm

Minerale wol: d = 75 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

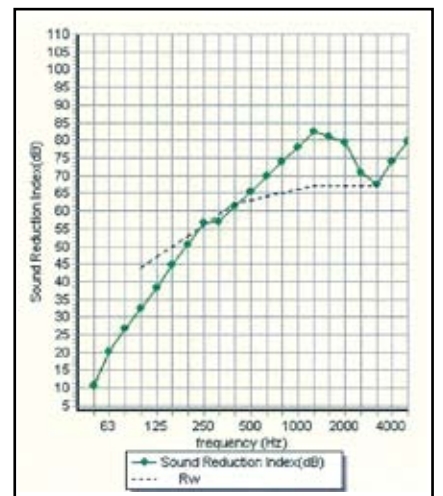
Brandwerendheid:  
 - zonder steenwol : 69 minuten  
 - met 1x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten  
 - met 2x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 87 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wol : Rw = 49 (-2;-8)  
 - met 1x minerale wol : Rw = 63 (-5;-12)  
 - met 2x minerale wol : Rw = 65 (-5;-13)

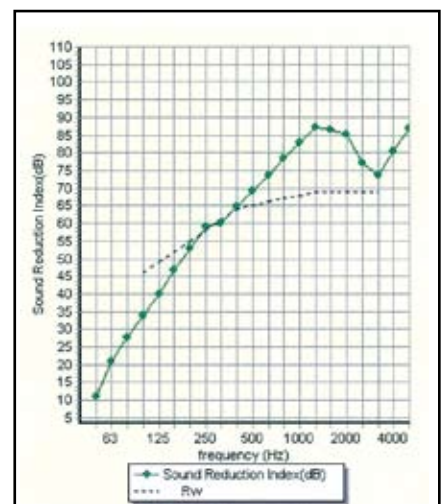
Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 4250  
 - toepassingsgebied 2 : 3500



Zonder minerale wol



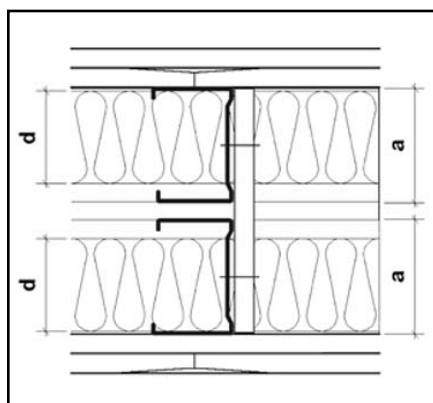
Met 1 x 75 mm minerale wol



Met 2 x 75 mm minerale wol



**Wandtype CC\*-22/45/145 (+MW40)**  
**(+2MW40)**



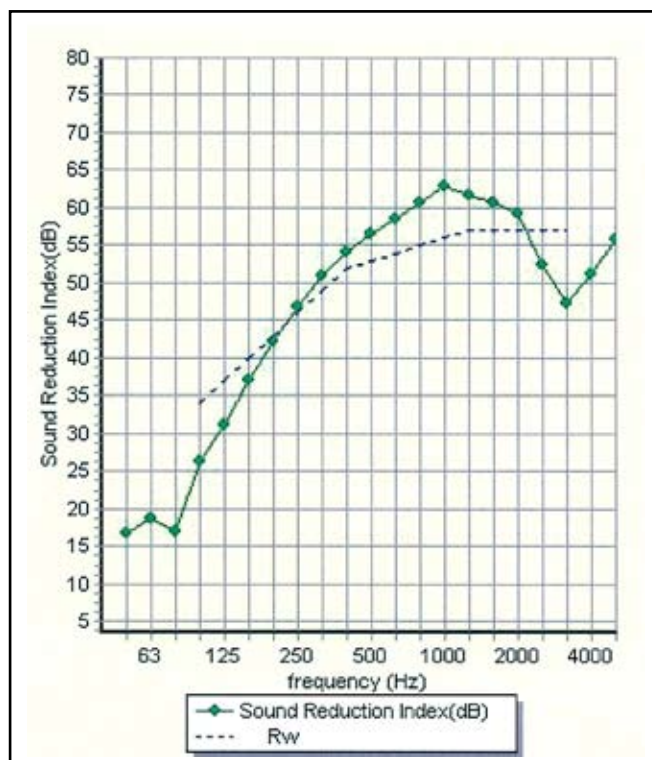
Plaattype : A  
Dikte : 12,5 mm  
Stijl : a = 2 x 45 mm

Minerale wol : d = 40 mm  
- steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
- glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

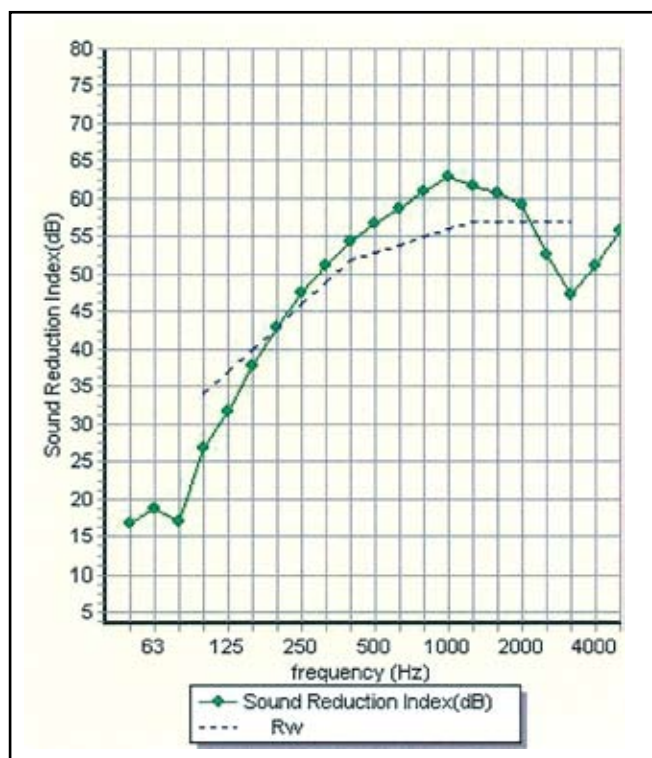
Brandwerendheid:  
- met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 72 minuten  
- met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten

Geluidsisolatie:  
- met 1 x minerale wol : Rw = 53 (-3;-9)  
- met 2 x minerale wol : Rw = 53 (-3;-8)

Maximale wandhoogte in mm:  
- toepassingsgebied 1 : 4500  
- toepassingsgebied 2 : 4000



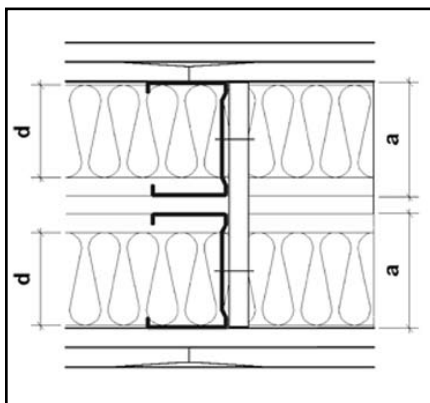
Met 1 x 40 mm minerale wol



Met 2 x 40 mm minerale wol



**Wandtype CC\*-22/50/155 (+MW40)  
(+2MW40)**



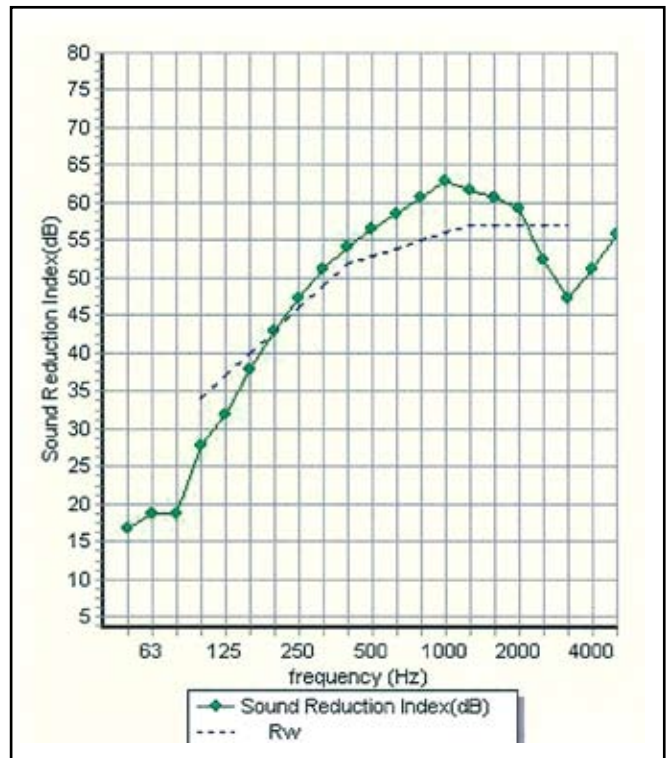
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 50 mm

Minerale wol : d = 40 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

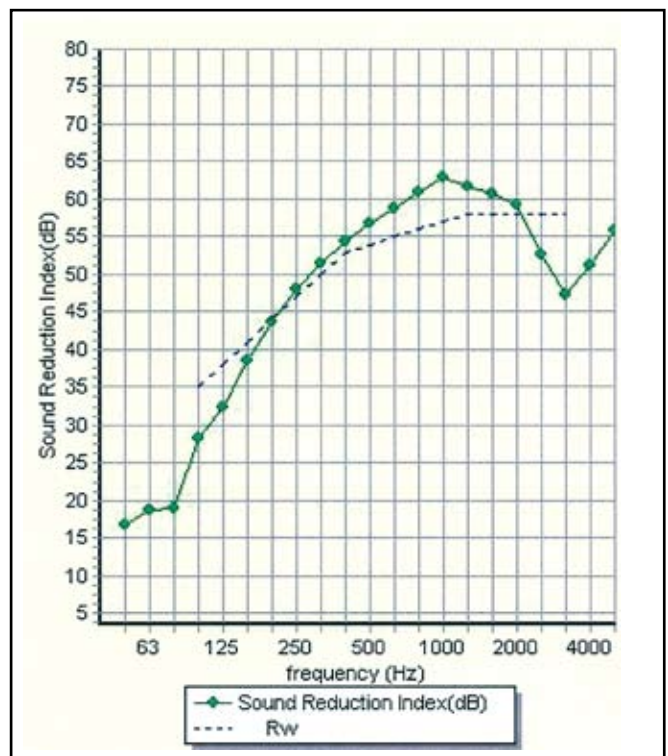
Brandwerendheid:  
 - met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 72 minuten  
 - met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten

Geluidsisolatie:  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 53 (-3;-8)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 54 (-3;-8)

Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 4500  
 - toepassingsgebied 2 : 4000



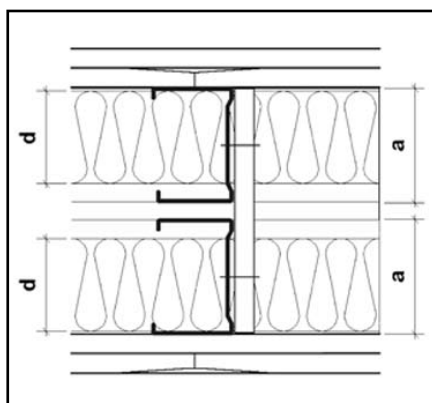
Met 1 x 40mm minerale wol



Met 2 x 40 mm minerale wol



**Wandtype CC\*-22/75/205 (+MW60)**  
**(+2MW60)**



Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a=2x75 mm

Minerale wol : d = 60 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

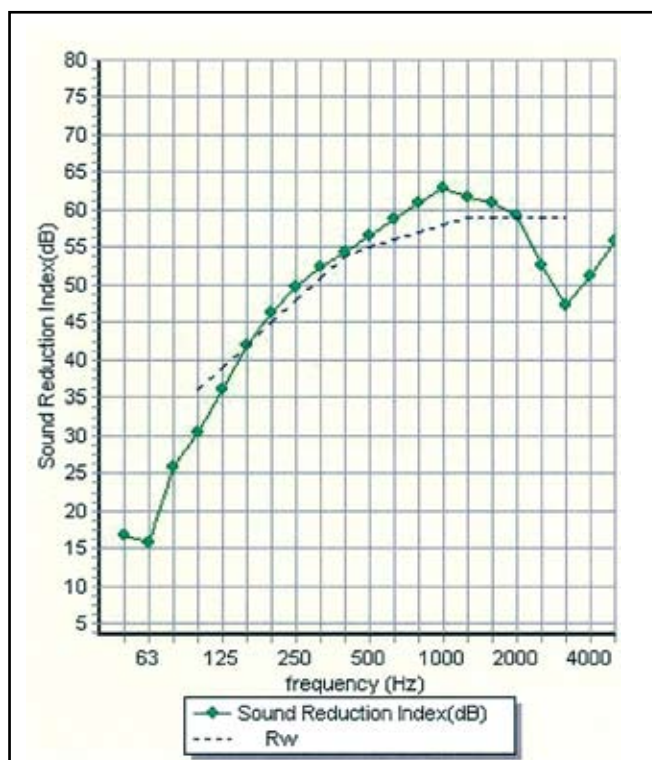
Brandwerendheid:  
 - met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 75 minuten  
 - met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 83 minuten

Geluidsisolatie:  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 55 (-3;-8)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 55 (-3;-7)

Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 6000  
 - toepassingsgebied 2 : 5500



Met 1 x 60 mm minerale wol

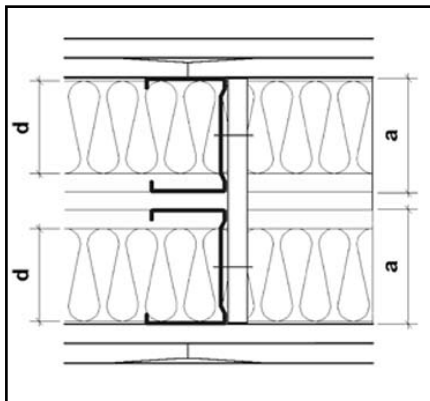


Met 2 x 60 mm minerale wol





**Wandtype CC\*-22/100/255 (+MW75)  
(+2MW75)**



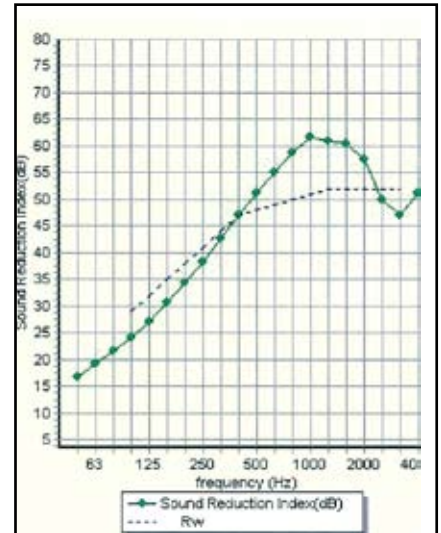
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 100 mm

Minerale wol : d = 75 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

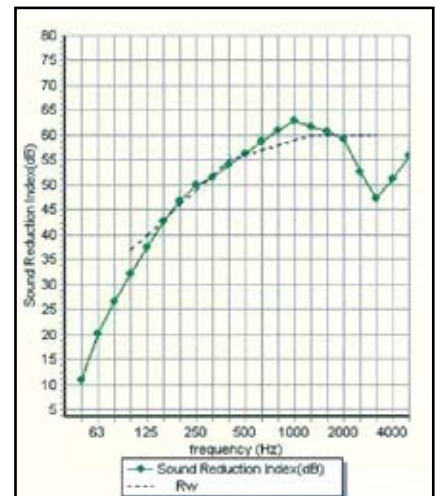
Brandwerendheid:  
 - zonder minerale wol : 69 minuten  
 - met 1x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 77 minuten  
 - met 2x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 87 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wol : Rw = 48 (-2;-8)  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 56 (-4;-7)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 56 (-3;-6)

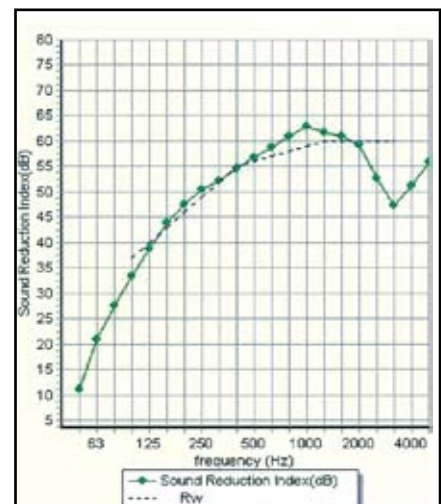
Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 6500  
 - toepassingsgebied 2 : 6000



Zonder minerale wol



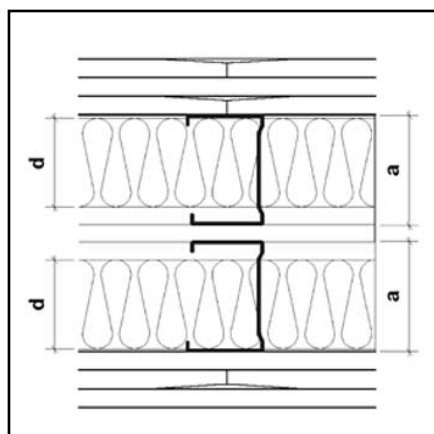
Met 1 x 75 mm minerale wol



Met 2 x 75 mm minerale wol



**Wandtype CC-33/100/280 (+MW75)  
(+2MW75)**



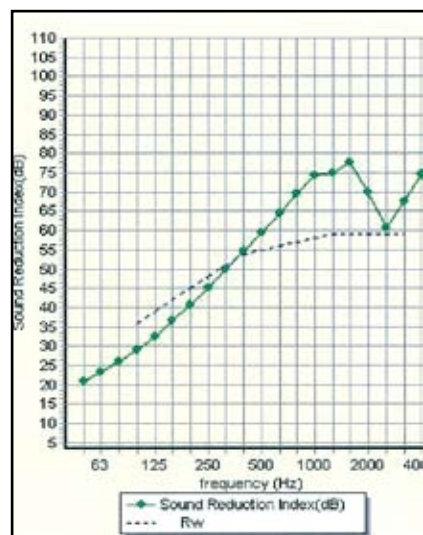
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 100 mm

Minerale wol : d = 75 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

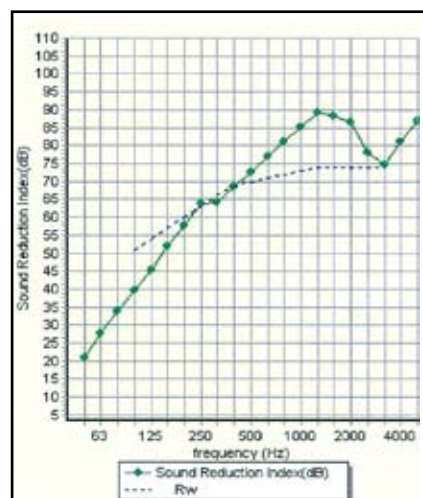
Brandwerendheid:  
 - zonder minerale wol : 105 minuten  
 - met 1 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 113 minuten  
 - met 2 x steenwol 35 kg/m<sup>3</sup> : 123 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wol : Rw = 55 (-3;-9)  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 70 (-5;-12)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 72 (-5;-12)

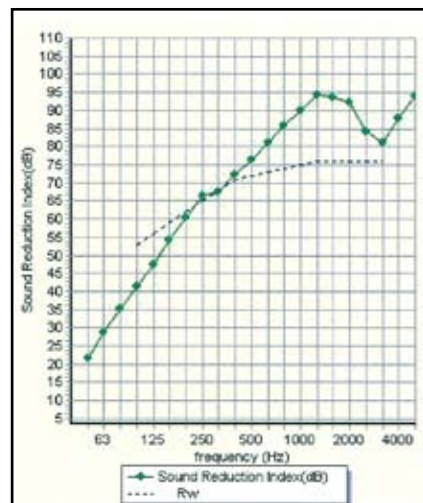
Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 4750  
 - toepassingsgebied 2 : 4000



Zonder minerale wol



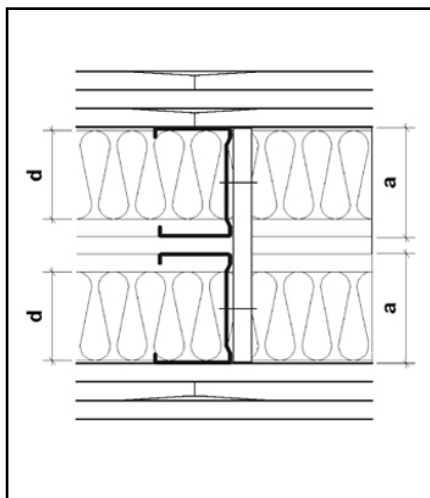
Met 1 x 75 mm minerale wol



Met 2 x 75 mm minerale wol



**Wandtype CC\*-33/100/280 (+MW75)**  
**(+2MW75)**



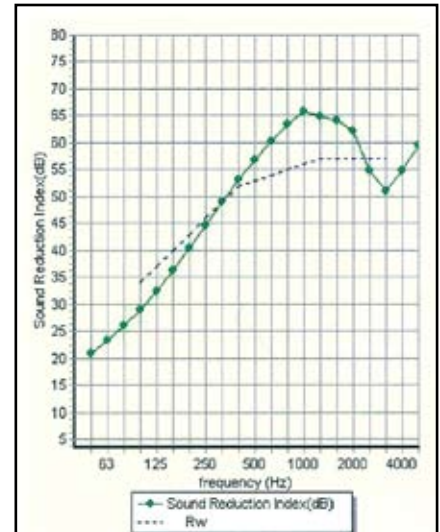
Plaattype : A  
 Dikte : 12,5 mm  
 Stijl : a = 2 x 100 mm

Minerale wol : d = 75 mm  
 - steenwol minimaal 33 kg/m<sup>3</sup>  
 - glaswol minimaal 15 kg/m<sup>3</sup>

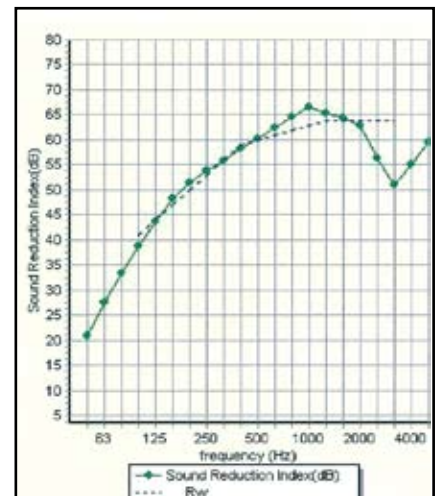
Brandwerendheid:  
 - zonder minerale wol : 105 minuten  
 - met 1x steenwol 35kg/m<sup>3</sup> : 113 minuten  
 - met 2x steenwol 35kg/m<sup>3</sup> : 123 minuten

Geluidsisolatie:  
 - zonder minerale wol : Rw = 53 (-2;-7)  
 - met 1 x minerale wol : Rw = 60 (-3;-5)  
 - met 2 x minerale wol : Rw = 61 (-4;-5)

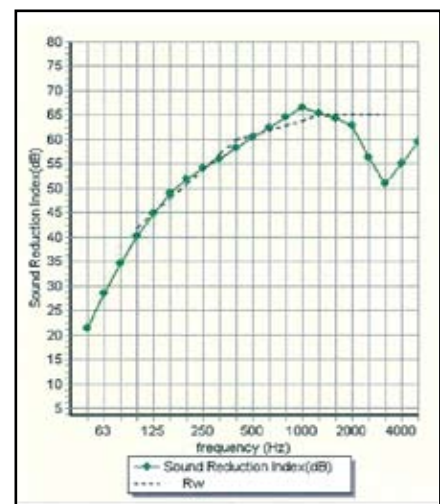
Maximale wandhoogte in mm:  
 - toepassingsgebied 1 : 7000  
 - toepassingsgebied 2 : 6500



Zonder minerale wol



Met 1 x 75 mm minerale wol



Met 2 x 75 mm minerale wol



## 5.4 Gebogen wanden

Gipskartonplaten zijn zeer geschikt voor het creëren van ronde vormen. Met inachtneming van enkele regels, zoals het op de juiste wijze bevochtigen, de juiste plaatdikte en profielafstand kiezen, is bijna alles mogelijk.

### De platen

De platen buigen het gemakkelijkst in de lengte richting, een horizontale beplating is dan ook aan te bevelen. Alhoewel in principe de plaatdiktes 6,5, 9,5 en 12,5 mm type A kunnen worden gebogen, wordt hiervoor meestal de 6,5 mm dikke plaat toegepast. Deze is, al of niet bevochtigd, makkelijker te buigen (zie tabel).

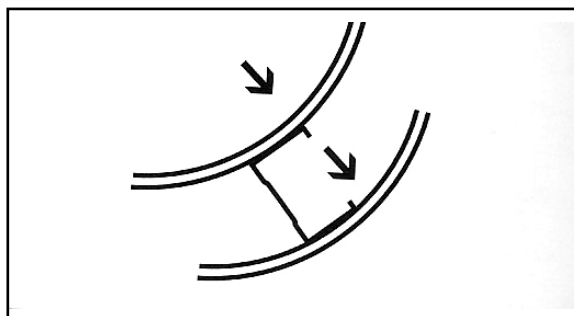
Het bevochtigen en over een mal voorbuigen van de platen is aan te bevelen, vooral bij kleinere stralen. Na het drogen kunnen de platen op het frame worden geschroefd. Dit geeft uiteindelijk een beter resultaat zonder ongewenste spanningen in de plaat.

Het op de juiste wijze bevochtigen, met een roller of kwast, van de platen is zeer belangrijk.

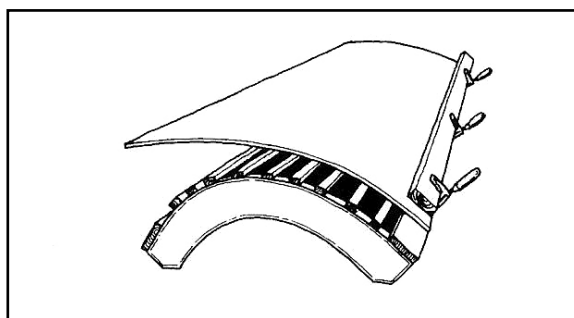
Gips kan geen trek opnemen, daarom zijn gipskartonplaten van een speciaal soort karton voorzien. Dit dient dus als wapening. De platen moeten daarom aan de drukzijde worden bevochtigd. Dit is de kortste zijde, de binnenkant van de kromming (zie schets).

De platen mogen vocht opnemen tot in de kern, doch niet tot de andere kartonzijde. Dit om breken te voorkomen.

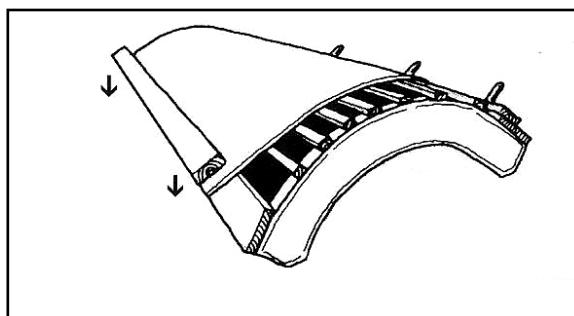
Na het bevochtigen kan de plaat voorzichtig over een mal worden gebogen (zie schetsen). Bij grotere stralen kan men de platen voorzichtig direct op het frame bevestigen. Vaak kan men volstaan met de bevochtigde plaat rechtop tegen een muur te zetten, waardoor de plaat uit zichzelf al door gaat buigen.



De juiste wijze van bevochtigen, altijd aan de binnenkant van de kromming. De plaat nooit aan beide zijden bevochtigen!



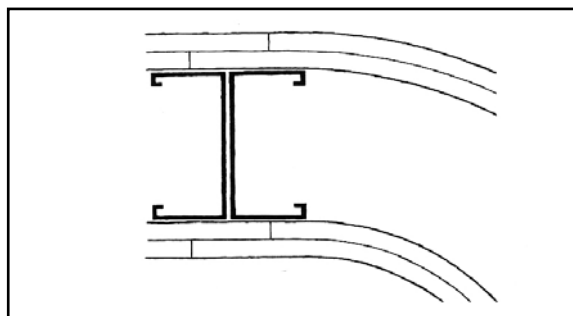
Het buigen over een mal.



Druk de plaat voorzichtig met een plank in de juiste vorm, plank vastzetten. Plaat laten drogen.

Meestal wordt de 6,5 mm plaat dubbel toegepast. Dit in verband met stabiliteit, geluids- en brandeisen. Twee platen van 6,5 mm komen dan overeen met één van 12,5 mm. Als men de platen per zijde over dezelfde mal buigt, moet rekening worden gehouden met een klein verschil tussen de inwendige en uitwendige straal. Het kan dan noodzakelijk zijn een extra stijl te moeten bijplaatsen (zie schets).

Op deze wijze kunnen ook meerdere lagen worden toegepast, al naar gelang de eisen.



Door verschillen in straal extra stijl nodig.

Tabel: mogelijkheden voor het buigen van de platen direct op het frame.

Straal in mm	6,5 mm plaat		9,5 mm plaat		12,5 mm plaat	
	bevochtigd	droog	bevochtigd	droog	bevochtigd	droog
>3500	X	X	X	X	X	–
3500-2600	X	X	X	X	X	–
2600-2000	X	X	X	X	o	–
2000-1500	X	X	o	–	o	–
1500-1200	X	X	o	–	o	–
1200 - 900	X	–	o	–	o	–
900 - 600	o	–	–	–	–	–
600 - 400	o	–	–	–	–	–
400 - 300	o	–	–	–	–	–

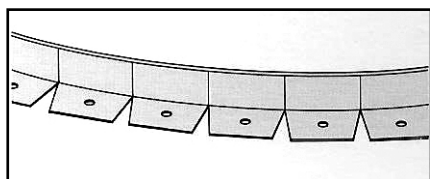
X = mogelijk

o = platen van te voren bevochtigd over een mal buigen en laten drogen

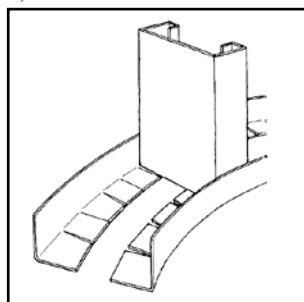
### De profielen

De verticale stijlen zijn dezelfde als bij rechte wanden, alleen de hart-op-hart afstand is variabel (zie tabel).

Voor de boven- en onderregel zijn diverse mogelijkheden: de U-profielen kunnen worden ingeknipt met een blikshaar en er zijn speciale vervormbare profielen te verkrijgen (zie schetsen).

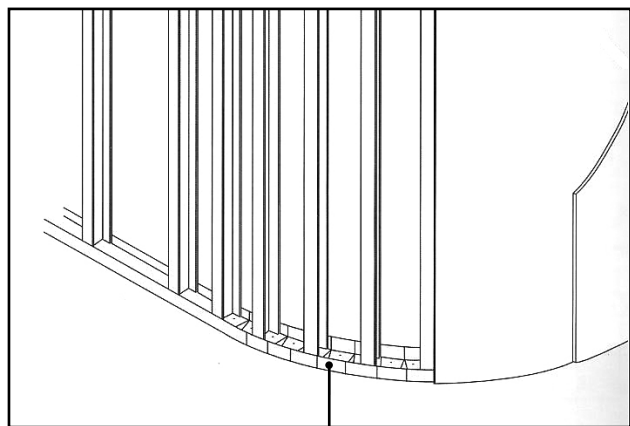


Buigzaam L-profiel.

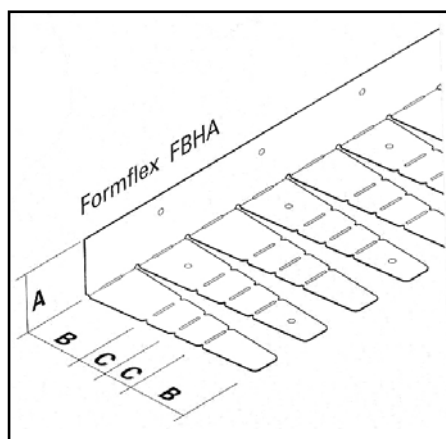


Afstand tussen de L-profielen wordt bepaald door de stijlen.

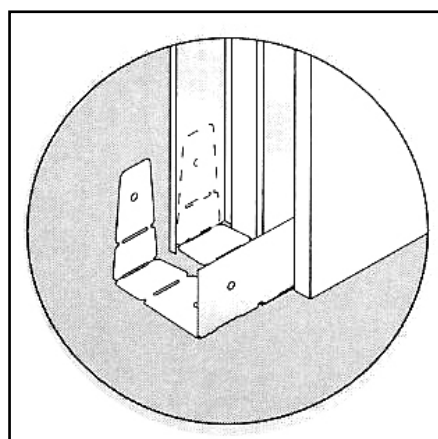
Afbeeldingen Lafarge.



Buigzaam L- profiel.



A = 50 mm  
B = 50 mm  
C = 25 mm



De gesloten zijde moet als buitenhoek worden toegepast.

Afbeeldingen Dingemans

Tabel: hart-op-hart maat stijlafstanden.

Straal in mm	Stijlafstand in mm					
	6,5 mm plaat		9,5 mm plaat		12,5 mm plaat	
	Zonder voorbuigen	Met voorbuigen	Zonder voorbuigen	Met voorbuigen	Zonder voorbuigen	Met voorbuigen
>3500	300	300	300	400	300	600
3500-2600	200	300	200	400	200	600
2600-2000	150	300	150	300	150	300
2000-1500	150	300	150	300	150	300
1500-1200	150	200	150	200	-	300
1200 - 900	-	200	100	200	-	300
900 - 600	-	200	-	-	-	-
600 - 400	-	150	-	-	-	-
400 - 300	-	150	-	-	-	-

## 5.5 Brandwerende bekleding van staalconstructies

(zie ook Hoofdstuk 3, Brand)

Staalconstructies kunnen weinig weerstand bieden aan hoge temperaturen. Tot ca. 400°C behoudt staal zijn sterkte. Wanneer brandeisen worden gesteld dan moet de constructie worden beschermd. In deze paragraaf zal worden ingegaan op het beschermen door een isolerende bekleding. In dit geval gipsplaten, gipskartonplaten of gipsvezelplaten.

Voor de keuze en dikte van de bekleding zijn een aantal factoren van belang namelijk:

- de **kritieke** staaltemperatuur;
- de **profielfactor**, afhankelijk van type profiel en aard van de bekleding;
- de **wijze van verhitting**: alzijdig, aan één, twee of drie zijden;
- de vereiste **brandwerendheid** in minuten.

Pas wanneer alle bovengenoemde factoren bekend zijn, kan de juiste benodigde plaatdikte worden vastgesteld.

### Kritieke staaltemperatuur

De kritieke staaltemperatuur dient te worden opgegeven door de constructeur, deze weet hoe de staalconstructie wordt belast en welke veiligheidsfactoren gelden.

Meestal ligt deze temperatuur tussen 400-600°C. Dit hangt af van de bezwijkbelasting.

Als de bezwijkbelasting al bijna is bereikt, zal de kritieke staaltemperatuur niet veel hoger zijn dan 20°C.

Als er helemaal geen belasting op de constructie is aangebracht, zal de kritieke temperatuur het smeltpunt van staal zijn, ongeveer 1000°C.

Uit bovenstaande zal het belang van de juiste kritieke staaltemperaturen duidelijk zijn. Wil men de benodigde bekledingdiktes van diverse fabrikanten met elkaar vergelijken dan is het zaak eerst

de kritieke temperaturen vast te stellen waarmee is gerekend.

Bij de gegevens van de leverancier van de benodigde bekledingsmaterialen dient de kritieke staaltemperatuur te worden vermeld. Het gaat hier om de veiligheid!

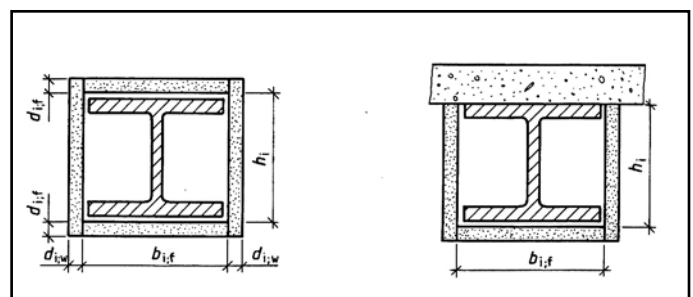
Immers, des te hoger de kritieke temperatuur, des te dunner de bekleding kan zijn.

### De profielfactor $P_i$ in $m^{-1}$

$$P_i = \frac{O_i}{A}$$

$O_i$  = het binnenoppervlak van de bekleding in  $m^2/m$ .

$A$  = het volume van het staalprofiel in  $m^3/m$ .



### De wijze van verhitting

Een vrijstaande kolom wordt alzijdig verhit.

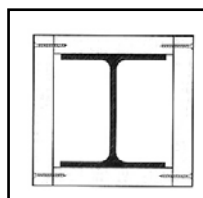
Een ligger meestal 3-zijdig.

Een kolom tegen een achterconstructie 3-zijdig.

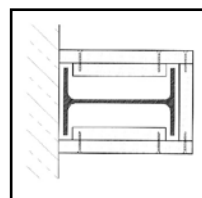
Een kolom in een hoek 2-zijdig.

Een kolom 1-zijdig.

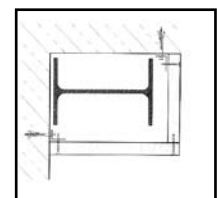
Principe details wijze van bekleden, schematisch aangegeven:



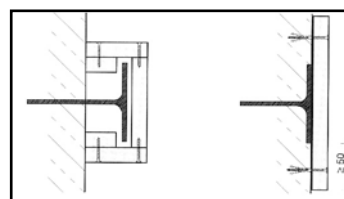
Kolom alzijdig beschermd



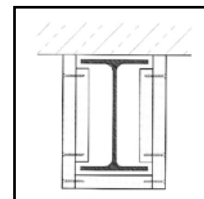
Kolom 3-zijdig beschermd



Kolom 2-zijdig beschermd



Kolom 1-zijdig beschermd



Ligger 3-zijdig beschermd



### De vereiste brandwerendheid

Voor de vereiste brandwerendheid dienen het Bouwbesluit en de geldende normen te worden aangehouden.

Tabel: Profielfactoren indien bekleding strak rond profiel is aangebracht. Bijvoorbeeld geniet of geschroefd.

Profiel- nummer	Kolommen 4-zijdig bekleed				Balken 3-zijdig bekleed			
	I	I	I	I	I	I	I	I
	IPE	HE-A	HE-B	HE-M	IPE	HE-A	HE-B	HE-M
80	329,8	-	-	-	269,6	-	-	-
100	301,0	184,9	153,8	85,0	247,6	137,7	115,4	65,0
120	278,8	185,0	141,2	80,1	230,3	137,5	105,9	61,1
140	259,8	173,9	130,2	75,9	215,2	129,3	97,7	57,8
160	240,8	160,8	117,9	71,3	200,0	119,6	88,4	54,2
180	226,8	155,0	110,3	68,1	188,7	115,2	82,7	51,7
200	210,5	145,0	102,4	64,9	175,4	107,8	76,8	49,2
220	197,6	133,7	96,7	62,4	164,7	99,5	72,5	47,3
240	184,1	122,4	90,6	51,9	152,5	91,1	67,9	39,5
260	-	117,5	87,8	50,8	-	87,6	65,9	38,6
270	176,5	-	-	-	147,1	-	-	-
280	-	113,1	85,2	49,8	-	84,3	63,9	37,8
300	167,3	104,9	80,5	42,9	139,4	78,2	60,4	32,7
320	-	98,1	76,9	42,8	-	74,0	58,3	32,9
330	156,5	-	-	-	131,0	-	-	-
340	-	94,4	74,9	43,4	-	71,9	57,3	33,7
360	145,8	91,0	73,1	44,1	122,4	70,0	56,5	34,4
400	137,3	86,8	70,8	45,4	116,0	67,9	55,6	35,9
450	129,6	83,1	68,8	46,8	110,3	66,3	55,0	37,7
500	120,7	80,0	67,1	48,2	103,4	64,8	54,5	39,3
550	113,4	79,3	66,9	49,5	97,8	65,2	55,1	40,9
600	105,1	78,6	66,7	50,9	91,0	65,3	55,6	42,5

### Attentie

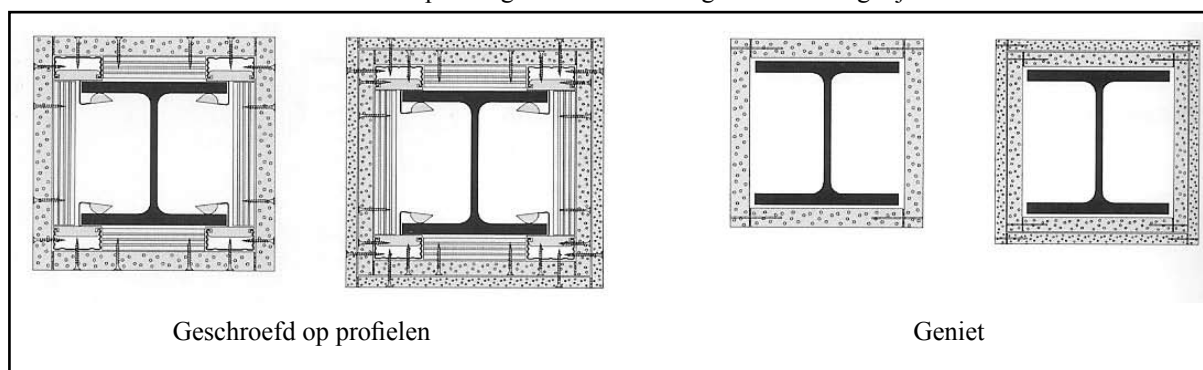
Zodra wordt gewerkt met klemmen of profielen op de stalen profielen, verandert de profielfactor en daardoor de dikte van de bekleding.

### De bekleding

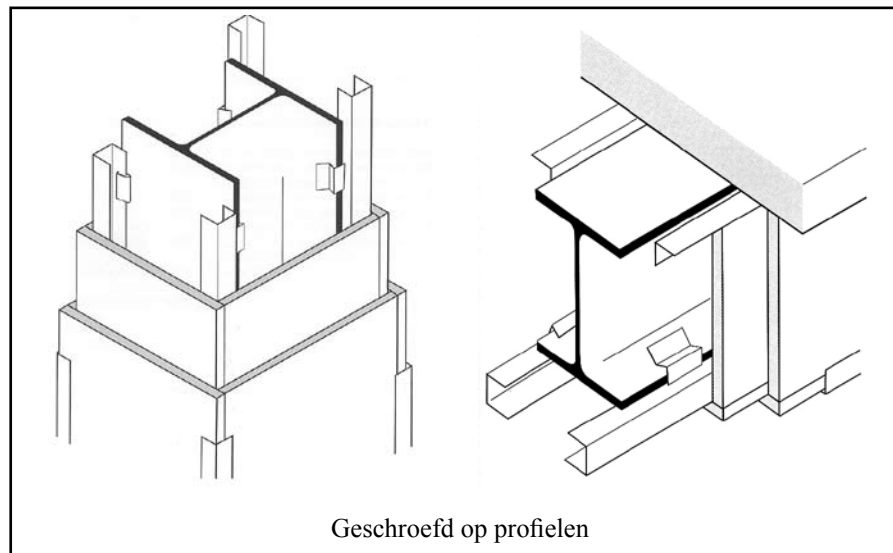
De bekleding kan bestaan uit:

- gipskartonplaten type F, DF en andere combinaties waarin F voorkomt;
- gipsvezelplaten type met:
  - glasvlies en/of glasvezel verstrekte kern.;
  - glasvlies op het oppervlak.

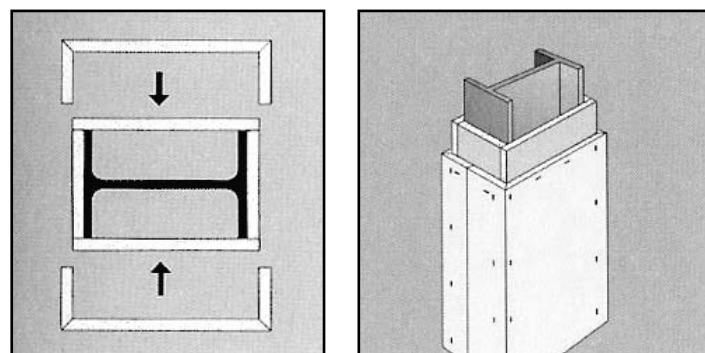
Diverse fabrikanten bieden meerdere oplossingen. Hieronder volgen enkele mogelijkheden.



*Afbeeldingen  
Knauf.*



*Afbeeldingen  
Lafarge.*



*Afbeeldingen  
Lafarge.*

Geniet met voorgevormde elementen



**Voorbeeld brandwerende bekleding stalen liggers (3-zijdig) en kolommen (4-zijdig of alzijdig) met gipskartonplaten.**

**Als kritieke staaltemperatuur is in dit voorbeeld gekozen voor minimaal 400° C.**

De kritieke staaltemperatuur dient, zoals eerder vermeld, te worden bepaald door de staalconstructeur.

Zoals eerder opgemerkt wijzigt de bekledingsdikte bij andere temperaturen. Een hogere temperatuur geeft minder bekledingsdikte.

De gegeven brandwerendheid is met betrekking tot bezwijken en wordt uitgedrukt in minuten.

De bekleding is bevestigd op profielen die op het staalprofiel zijn geklemd, hierdoor ontstaat een andere profielfactor dan eerder in de tabel genoemd.

De juiste profielfactoren zijn bepaald overeenkomstig NEN 6072 artikel 10.2.2.3.

Tabel (Bron: Lafarge)

Profielfactor in m <sup>-1</sup>	Minimale bekledingsdikte in mm (aantal platen) bij kritieke staaltemperatuur ≥ 4000 C bij gegeven brandwerendheid op bezwijken.		
	60 minuten	90 minuten	120 minuten
≤ 60	15 (1 x 15,0)	25 (2 x 12,5)	30 (2 x 15,0)
≤ 90	15 (1 x 15,0)	30 (2 x 15,0)	30 (2 x 15,0)
≤ 120	15 (1 x 15,0)	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)
≤ 150	25 (2 x 12,5)	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)
≤ 180	25 (2 x 12,5)	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)
≤ 210	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)	45 (3 x 15,0)
≤ 250	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)	45 (3 x 15,0)
≤ 300	30 (2 x 15,0)	37,5 (3 x 12,5)	45 (3 x 15,0)

Het benodigde plaattype is altijd type F of combinaties waarin F voorkomt, bijvoorbeeld DF.

Voor 30 minuten brandwerendheid is in alle gevallen 1 x 12,5 mm voldoende.

**ATTENTIE: De enige juiste manier van werken is via de profielfactor, omdat dan zeker is dat de wijze van bevestiging van de bekleding is meegenomen.**

**Men dient hier bij het toepassen van de gegevens van de leverancier op te letten.**

**Als de profielfactor en de kritieke temperatuur niet zijn vermeld, moet men hieromtrent navraag doen bij de fabrikant. Het gaat om de veiligheid !**

Ter illustratie hierna de tabel met profielfactoren van het hiervoor aangegeven overzicht.









Er zijn duidelijke verschillen met de tabel op één van de voorgaande pagina's.

Dit ontstaat door de bevestigingsmethode van de platen op de staalconstructie. In dit geval is dat met speciale clips, hetgeen resulteert in een extra afstand van bekleding tot het profiel. Dit leidt tot dikker benodigde beplating.





Tabel met profielfactoren bij bekleding bevestigd met clips en profielen (Bron: Lafarge)

Profielnummer (profielhoogte)	profielfactor (P <sub>i</sub> )* kolommen 4-zijdig bekleed				profielfactor (P <sub>i</sub> )* liggers 3-zijdig bekleed			
	IPE 	HE-A 	HE-B 	HE-M 	IPE 	HE-A 	HE-B 	HE-M 
100	**	236	195	105	**	189	157	85
120	**	228	169	96	**	180	134	77
140	326	208	152	89	281	164	120	71
160	295	189	135	82	254	147	105	65
180	272	179	124	78	234	139	96	61
200	248	165	114	73	213	128	88	57
220	230	151	106	70	197	116	82	54
240	212	136	99	**	181	105	76	**
260	nvt	130	95	**	nvt	100	73	**
270	200	nvt	nvt	**	171	nvt	nvt	**
280	nvt	124	92	**	nvt	95	71	**
300	187	114	86	**	159	88	66	**
320	nvt	107	82	**	nvt	83	64	**
330	174	nvt	nvt	**	148	nvt	nvt	**
340	nvt	102	80	**	nvt	80	62	**
360	161	99	78	**	137	78	61	**
400	150	94	75	**	129	75	60	**
450	139	89	73	**	120	72	59	**
500	130	85	71	**	113	70	59	**
550	121	84	70	**	106	70	59	**
600	112	83	70	**	98	70	59	**

\*\* geeft aan dat de clips bij dat profiel niet passen op de profielflens.



**Voorbeeld brandwerende bekleding stalen liggers (3-zijdig) en kolommen (4-zijdig of alzijdig) met gipsvezelplaten voorzien van glasvlies op het oppervlak.**

**Als kritieke staaltemperatuur is in dit voorbeeld gekozen voor minimaal 400° C.**

De kritieke staaltemperatuur dient, zoals eerder vermeld, te worden bepaald door de staalconstructeur.

Tabel (Bron: Lafarge)

Minimale bekledingsdikte in mm bij een <b>kritieke staaltemperatuur van 400° C</b>							
Brandwerendheid op bezwijken ≥ 30 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 60 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 90 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 120 min.	
<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm
≤ 205	12,5	≤ 55	12,5	≤ 55	15,0	≤ 35	15,0
≤ 320	15,0	≤ 112	15,0	≤ 85	20,0	≤ 50	20,0
		≤ 212	20,0	≤ 146	25,0	≤ 72	25,0
		≤ 320	25,0	≤ 210	30,0	≤ 93	30,0
				≤ 320	35,0	≤ 138	35,0
						≤ 240	40,0
						≤ 320	45,0

### Opmerkingen

De vermelde profielfactoren zijn die voor een bekleding strak rond de staalprofielen.

De bekledingsdikte mag ook een samenstelling van platen zijn dus voor 45 mm bijvoorbeeld 20 + 25 mm platen.

Tabel: **Nu met een kritieke staaltemperatuur van 600° C.** We zien duidelijke verschillen met de vorige tabel. We constateren dus: Een hogere kritieke temperatuur geeft minder plaatdikte, zoals eerder opgemerkt.

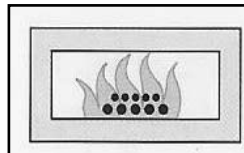
Minimale bekledingsdikte in mm bij een <b>kritieke staaltemperatuur van 600° C</b>							
Brandwerendheid op bezwijken ≥ 30 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 60 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 90 min.		Brandwerendheid op bezwijken ≥ 120 min.	
<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm	<b>Profielfactor</b> in m <sup>-1</sup>	Minimale dikte in mm
≤ 320	12,5	≤ 117	12,5	≤ 60	12,5	≤ 49	12,5
		≤ 250	15,0	≤ 110	15,0	≤ 70	15,0
		≤ 320	20,0	≤ 187	20,0	≤ 100	20,0
				≤ 320	25,0	≤ 146	25,0
						≤ 203	30,0
						≤ 320	35,0

## 5.6 Het brandwerend bekleden van kabelgoten en ventilatiekanalen

In het huidige computertijdperk hebben we te maken met grote hoeveelheden bekabelingen die door het hele gebouw lopen. Het gevaar is dan ook niet denkbeeldig dat, via de kabels of leidingen, een brand zich over een gebouw verspreidt indien geen goede maatregelen worden genomen.

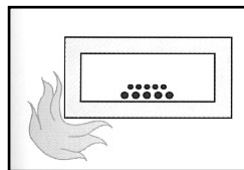
In principe verdelen we de kabelkanalen, waarin de kabelgoten zijn opgenomen, in twee typen:

Type I, een kanaal dat voorkomt dat een kabelbrand zich buiten het kanaal verspreidt.



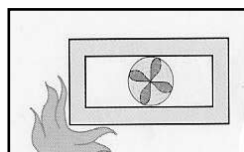
Type I = interne brand

Type E, een kanaal dat voorkomt dat een brand van buiten het kanaal zich via het kanaal verspreidt.

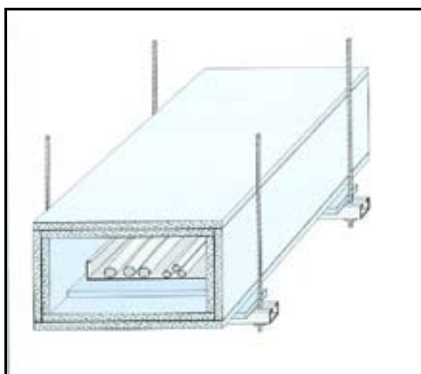


Type E = externe brand

Daarnaast komen voor:  
Ventilatiekanalen. Hierbij moet worden voorkomen dat een brand zich via het kanaal verspreidt.



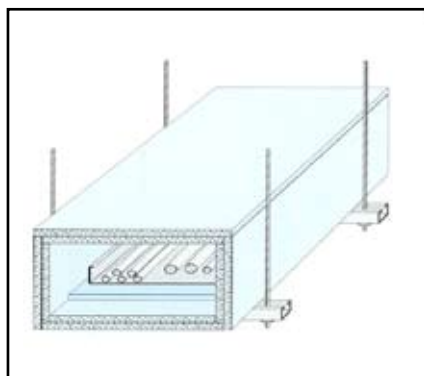
Ventilatiekanaal



**Type I** beschermt vluchtwegen tegen een kabelbrand. Het vuur blijft in het kabelkanaal en verhindert zo de uitbreiding van een brand naar de omgeving.

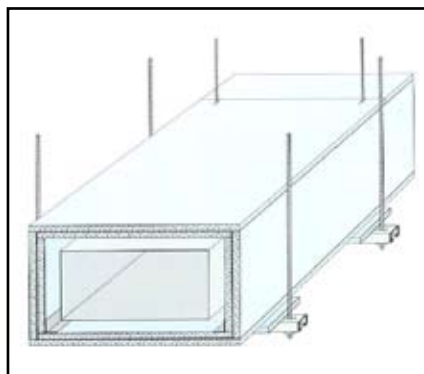
De bekleding bestaat uit onbrandbare gipsplaten. Bij voldoende dikte, bijvoorbeeld 2 x 25 mm, kunnen brandwerendheden van 120 minuten worden gehaald. Ook de kabelgoot wordt op stroken onbrandbare plaat gelegd.

Op de draagprofielen komt eveneens een extra strook onbrandbare gipsplaat. Bij dubbele beplating de naden minimaal 100 mm verspringend aanbrengen. Bij enkele beplating de naden afdekken met stroken van 100 mm breed in dezelfde dikte als de beplating.



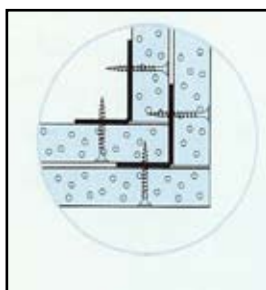
**Type E.** Hierbij blijft de bekabeling in het kanaal beschermd tegen vuur van buiten. Kabels ten behoeve van de noodstroomvoorziening en dergelijke blijven dus intact.

De bekleding bestaat uit onbrandbare gipsplaten. Bij voldoende dikte, bijvoorbeeld 2 x 25 mm, kunnen brandwerendheden van 120 minuten worden gehaald. De kabelgoot wordt op stroken onbrandbare plaat gelegd. Bij dubbele beplating de naden minimaal 100 mm verspringend aanbrengen. Bij enkele beplating de naden afdekken met stroken van 100 mm breed in dezelfde dikte als de beplating.



**Ventilatiekanaal** beschermt tegen vuur van buiten om te voorkomen dat een brand zich via het kanaal door een gebouw verspreidt.

De bekleding bestaat uit onbrandbare gipsplaten. Het stalen kanaal kan zelfstandig aan de bovenconstructie worden opgehangen.



Hoekdetail

*Afbeeldingen Knauf.*

Bij voldoende dikte van de bekleding, bijvoorbeeld 2 x 25 mm, kunnen brandwerendheden van 120 minuten worden behaald. Bij dubbele beplating de naden minimaal 100 mm verspringend aanbrengen. Bij enkele beplating de naden afdekken met stroken van 100 mm breed in dezelfde dikte als de beplating.



## 6. Plafonds

Een plafond is een horizontale afscheiding van een ruimte aangebracht onder een vloer of het dak. De meeste plafondsystemen kunnen direct tegen de bouwkundige constructie worden bevestigd of verlaagd opgehangen worden door bijvoorbeeld een uit metalen profielen bestaand draagsysteem. In dit hoofdstuk zullen diverse mogelijkheden worden behandeld.

### 6.1 Indeling plafonds

Plafonds kunnen op diverse manieren worden ingedeeld al naar gelang het doel.

Een plafond wordt aangebracht om bouwfysische of esthetische redenen.

We onderscheiden:

- systeemplafonds. Hiervoor geldt de Europese norm **EN 13964**
- vaste plafonds

Vaste plafonds bestaan uit een draagconstructie van metaal of hout, waarop bevestigd:

- gipskartonplaten
- geperforeerde gipskartonplaten
- gipsvezelplaten
- houtwolcementplaten
- houten schroten
- metaal

Systeemplafonds bestaan uit een metalen draagconstructie, meestal  $\perp$  vormige profielen, waarin tegelvormige elementen liggen, bestaande uit :

- hard mineraal
- zacht mineraal
- houtwolcement
- gipskartonplaten bekleed met vinyl
- geperforeerde gipskartonplaten
- lamellen
- staal
- roosters

Systeemplafonds worden ook ingedeeld naar uitvoering:

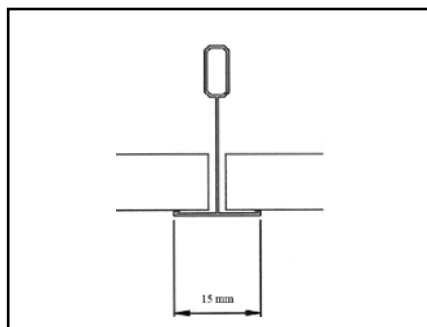
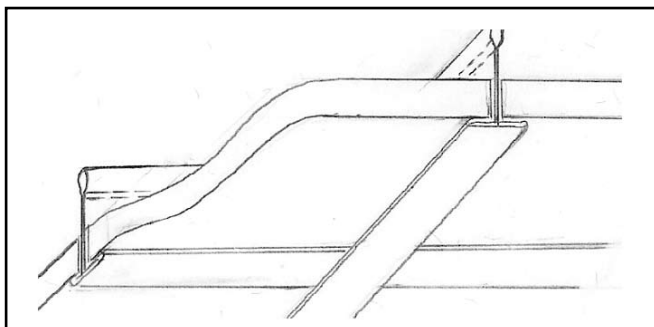
- inlegsysteem
- doorzakstelsysteem
- verdekt systeem
- verdekt uitneembaar systeem

Indeling systeemplafonds naar montagetechniek:

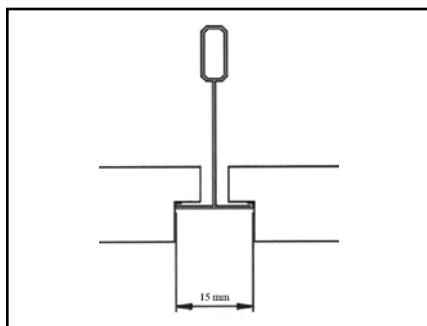
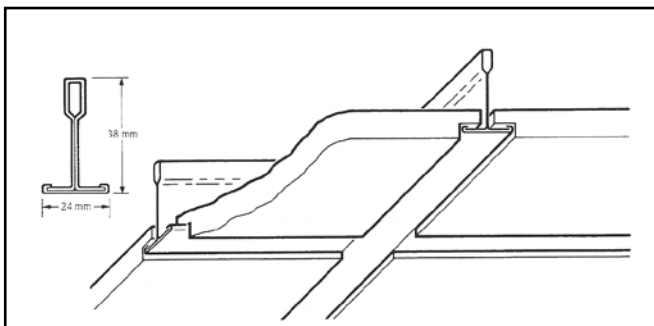
- niet uitneembare plafonds
- uitneembare plafonds



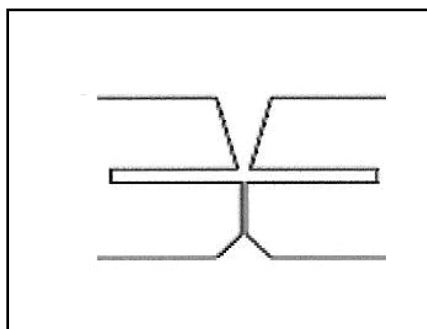
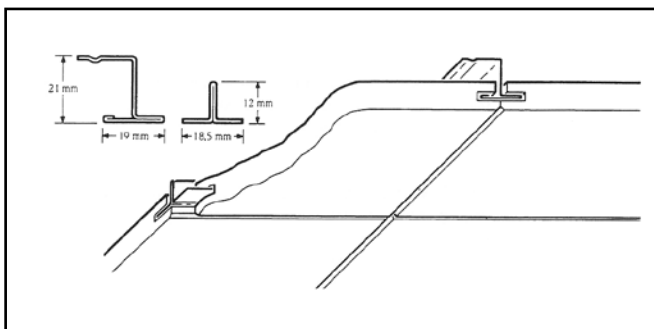
## 6.2 De systeemplafonds



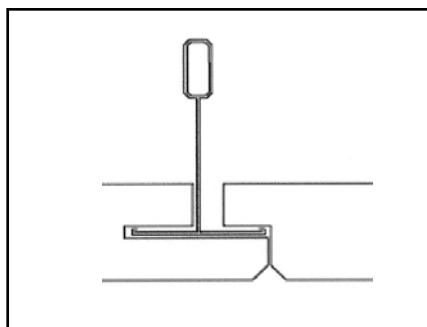
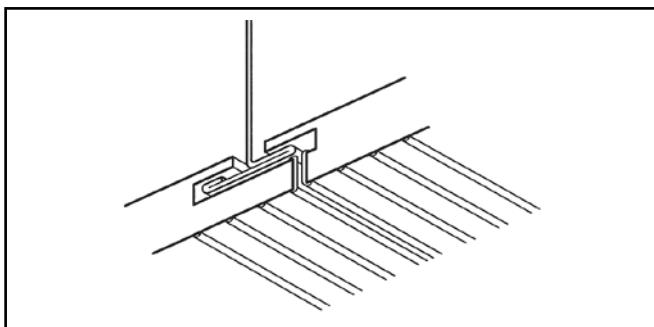
Inlegsysteem



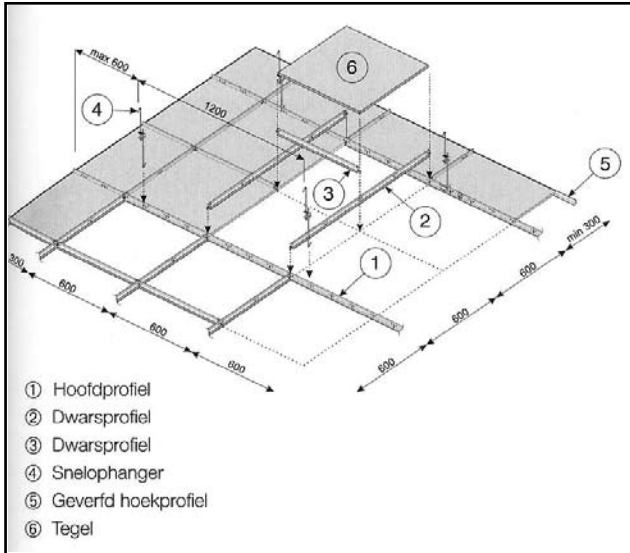
Doorzakstelsysteem



Verdekt systeem



Verdekt uitneembaar systeem

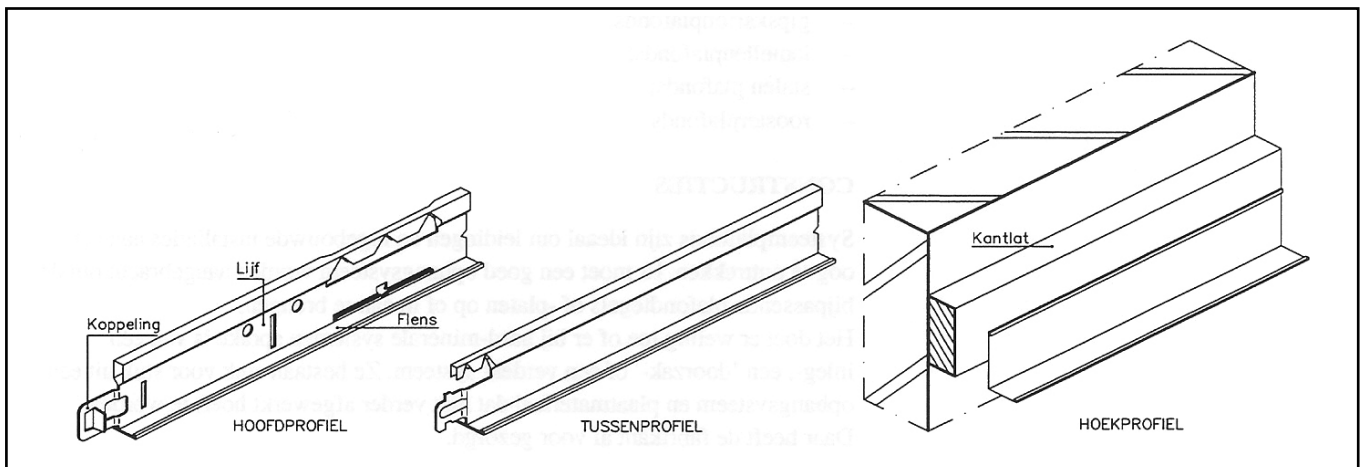


## 6.3 Het ophangstelsel van het grid

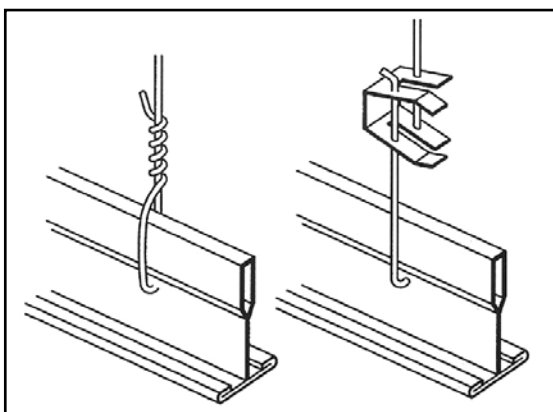
Het ophangstelsel wordt opgebouwd uit:

- kantlat
- hoeklijn/hoekprofiel
- hoofdprofiel
- tussen- of dwarsprofiel
- (snel)hangers
- toebehoren

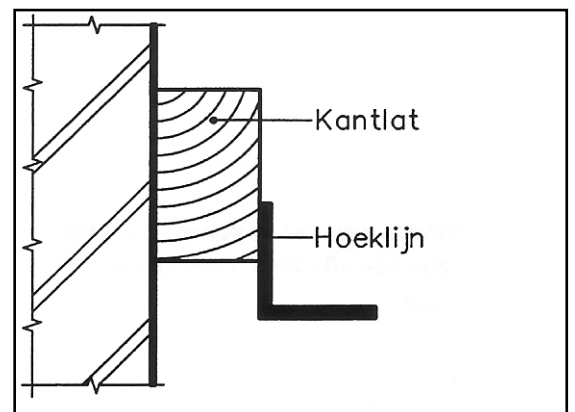
Afbeelding Armstrong



### Hoofdonderdelen



Hangers



Detail hoeklijn-kantlat





### De verschillende onderdelen nader bekeken

De hoofdprofielen worden aan het bouwkundig plafond gemonteerd door middel van hangers.

Een hoofdprofiel is het dragende gedeelte van het systeemplafond.

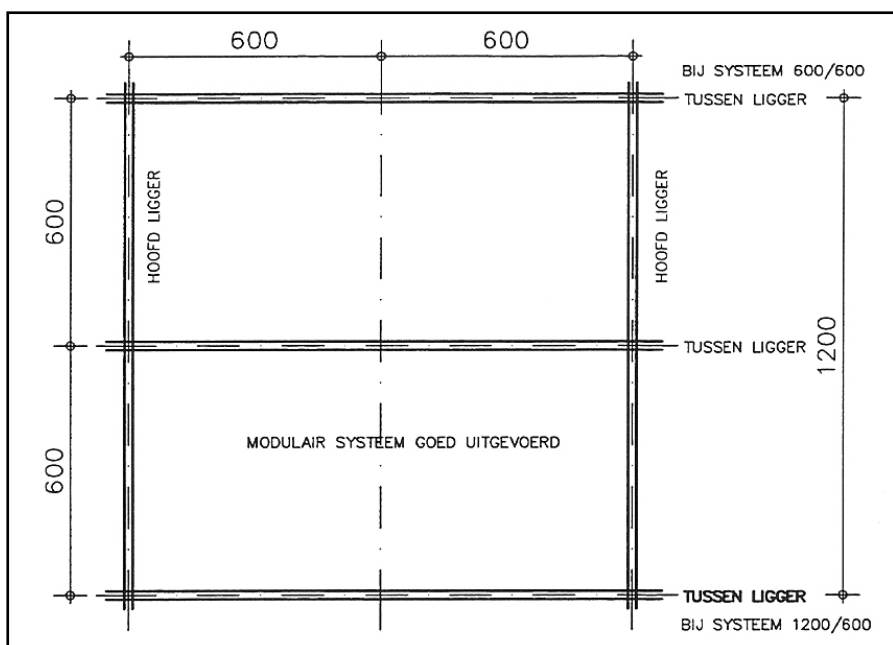
De tussen- of dwarsprofielen dragen de platen.

De hoeklijn geeft de hoogte van het plafond aan.

De hoeklijn of randprofiel komt een halve centimeter lager dan het kanthout.

Door de kantlat matzwart te schilderen, ontstaat een schaduwwerking. Deze schaduw camoufleert eventuele oneffenheden in de muur. Bij brandeisen mag geen houten kantlat worden toegepast!

### Basisopzet van het stramien

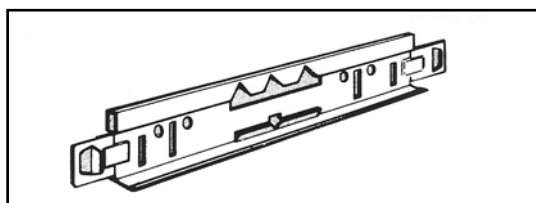


Op bovenstaande wijze dient het systeem te worden opgebouwd: het zogenaamde ladderprincipe.

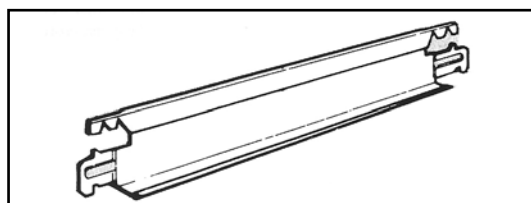
### Firebreaks

De hoofdprofielen en tussenprofielen bij ophangsystemen die in het zicht komen, zijn voorzien van een firebreak of kreukelzone om het uitzetten bij verhitting op te vangen. Firebreaks mogen er dus nooit afgeknipt worden! Firebreaks zitten altijd aan het eind van het profiel.

Firebreak bij hoofdprofiel aan bovenzijde

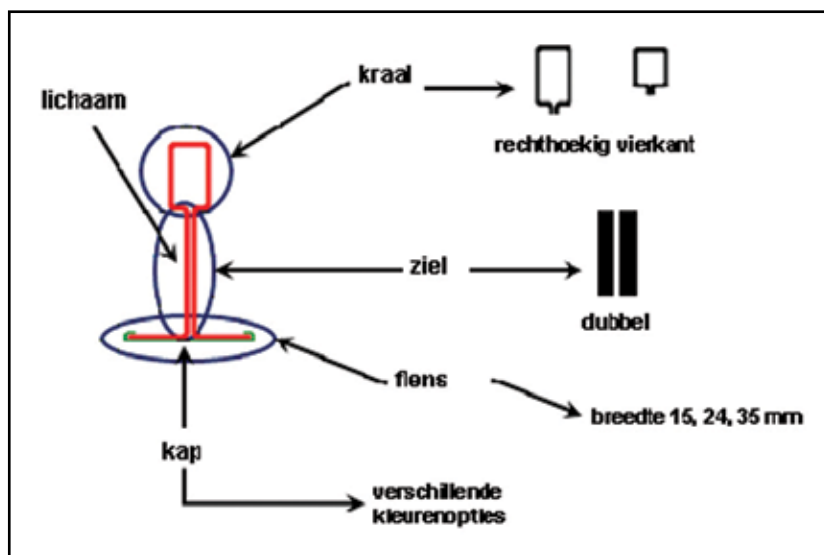


Firebreak bij dwarsprofiel aan uiteinde

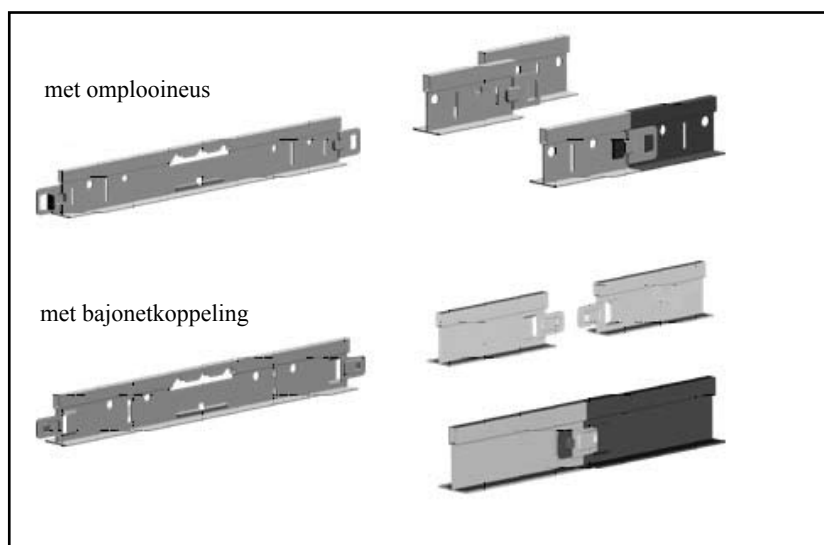




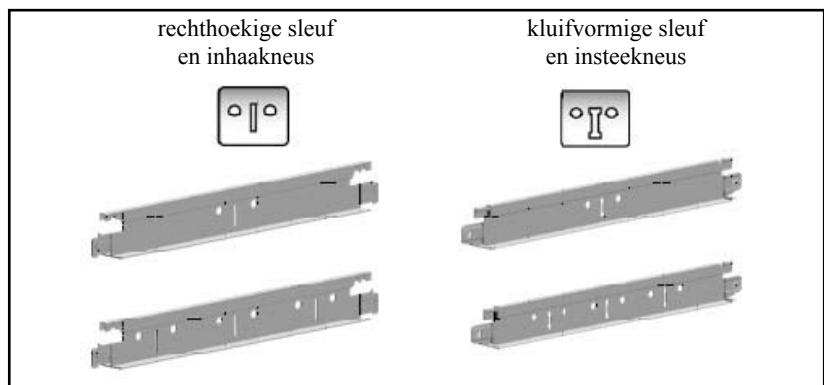
## 6.4 Benamingen profielonderdelen



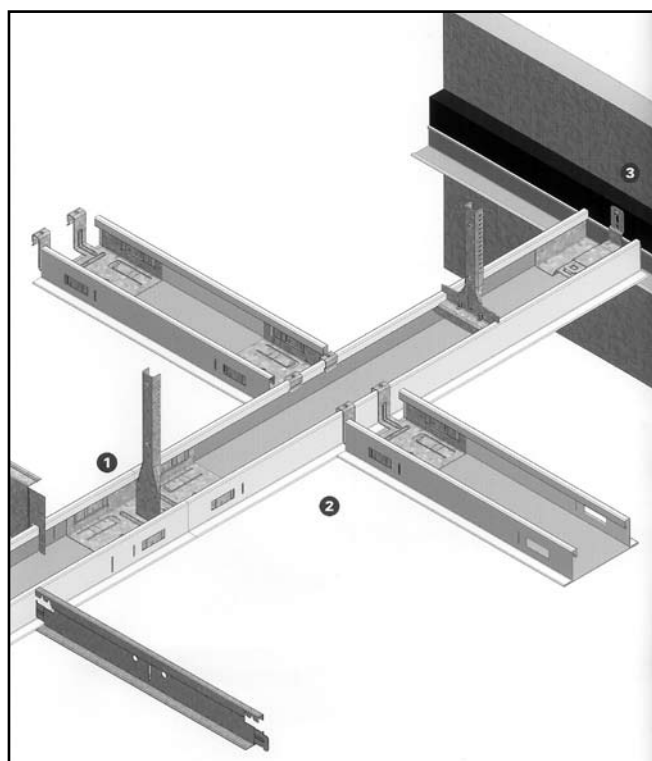
### Enkele voorbeelden van koppeling hoofdprofielen



### Enkele voorbeelden van koppeling dwarsprofielen



## 6.5 Bandrasterprofielen



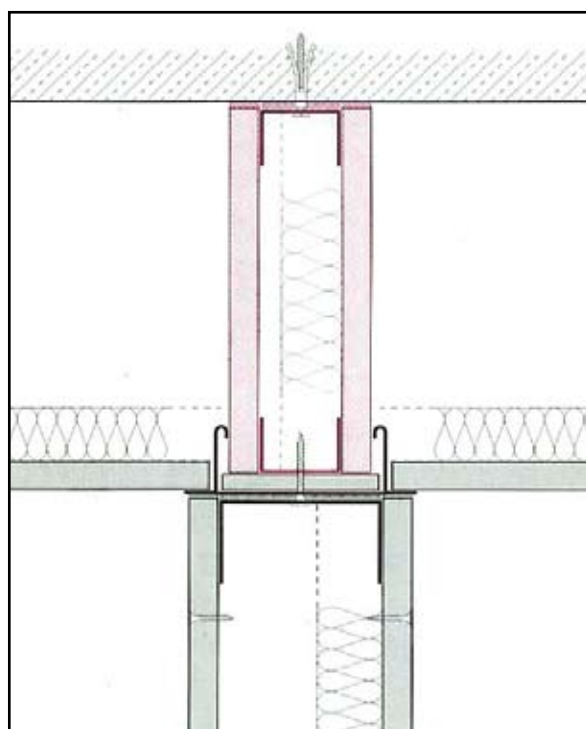
Bandrasterprofielen worden gebruikt wanneer een ruimte wordt ingedeeld door lichte scheidingswanden. De wanden worden ter plaatse van de bandrasterprofielen gemonteerd. Bandrasterprofielen zijn in diverse breedtes te verkrijgen, bv: 50, 75 en 100 mm.

- 1 - Lengtekoppeling
- 2 - Kruiskoppeling
- 3 - Aansluiting op kantlat en hoekprofiel

Diverse fabrikanten hebben hun eigen systemen ontwikkeld. Bovenstaande voorbeelden zijn ontleend aan de documentatie van Chicago Metallic Continental (CMC).

Op bandrasterprofielen kunnen gemakkelijk voorzieningen worden aangebracht om geluidsoverdracht en brandoverslag via het plenum te voorkomen.

Bovenop het bandrasterprofiel kan eventueel een geluids-/brandschot worden gemonteerd.



Afbeelding Trockenbau Atlas

## 6.6 Akoestiek van systeemplafonds

Enkele begrippen

### - Absorptievermogen $\alpha_w$ of NRC van 0,00-1,00

$\alpha_w$  = gewogen geluidsabsorptiecoëfficiënt bepaald volgens EN 11654. Waarden van octaafbanden worden vergeleken met de standaard frequentie wegingscurve.

Bij volledige reflectie is de waarde 0,00.

Bij volledige absorptie is de waarde 1,00 (100%).

$\alpha_w = 0,6 = 60\%$  van de op het vlak vallende geluidsenergie wordt geabsorbeerd.

NRC = Noise Reduction Coëfficiënt:

- In de VS ontwikkeld systeem.
- Rekenkundig gemiddelde van vier middenfrequenties in de tertsbanden 250, 500, 1000 en 2000 Hz, afgerond op 0,05.

### - Overlangs geluidsisolatie $D_{nc,w}$

$D_{nc,w}$  = weighted suspended ceiling normalised level difference (laboratorium meting).

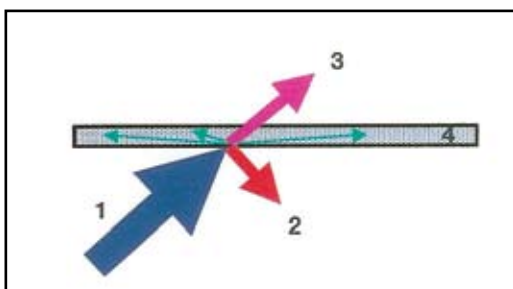
### - Geluidsreductie $R_w$

$R_w$  = geluidsisolatie van geluid uit boven liggende voer of plenum.

**Geluidsabsorptie** van een plafondtegels (bron Armstrong)

- 1 Oorspronkelijk geluid
- 2 Gereflecteerd geluid
- 3 Overgedragen geluid
- 4 Geabsorbeerd geluid

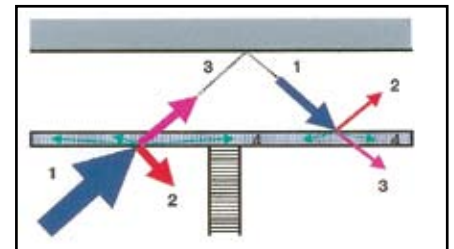
3 + 4 is geluidsabsorptie



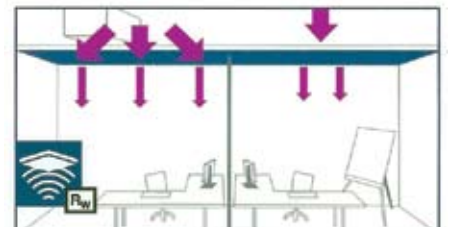
## 6.7 Overlangs geluidsisolatie

$D_{nc,w}$  (bron Armstrong)

- 1 Oorspronkelijk geluid
- 2 Gereflecteerd geluid
- 3 Overgedragen geluid
- 4 Geabsorbeerd geluid



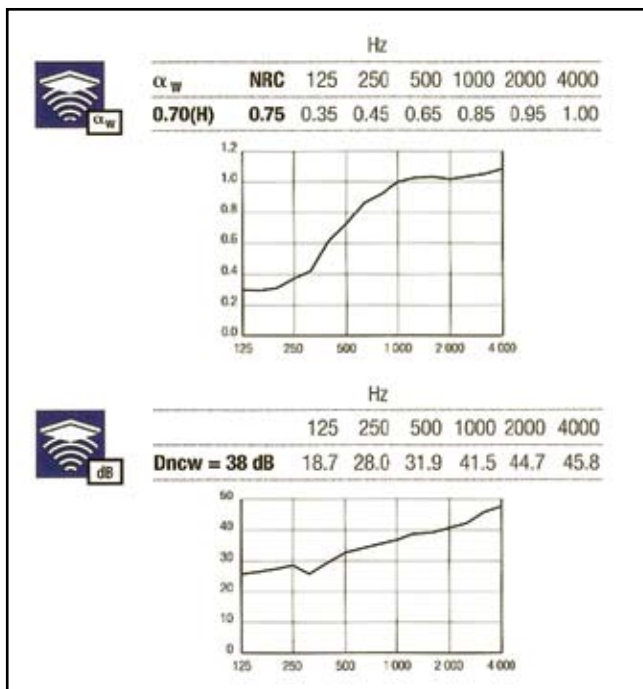
**Geluidsisolatie  $R_w$**



## 6.8 Voorbeeld van een geluidsmeting

(bron Armstrong)

Geluidsabsorptie en overlansmeting



### Fysieke eigenschappen plafondtegels

Hierbij spelen de volgende eigenschappen een rol:

poreusheid, dikte en dichtheid.

- Toename poreusheid + absorberende werking  
- geluidsisolatie
- Toename dikte + absorberende werking  
+ geluidsisolatie
- Toename dichtheid - absorberende werking  
+ geluidsisolatie

## 6.9 Geluidsabsorptie plafondpanelen

- 1 Harde, gladde materialen, zoals hout en metaal geven meer reflectie en absorberen geluid in de lage frequenties 50 tot 500 Hz in combinatie met een luchtsponw.
- 2 Zachte, poreuze materialen, zoals glas- en steenwol absorberen geluid in de hogere frequenties 1000 tot 8000 Hz.
- 3 Geperforeerde panelen absorberen geluid in de midden frequenties in combinatie met een luchtsponw.

De geluidsabsorptiecoëfficiënt bij 1000 Hz wordt vaak als maatgevend gezien, omdat de menselijke spraak in dat frequentiegebied zit.

De geluidsabsorptie wordt bepaald door het oppervlak van het materiaal en de geluidsabsorptiecoëfficiënt.

**Een kenmerk van systeemplafonds is dat ze in moduulmaten worden uitgevoerd. Moduulmaten van systeemplafonds zijn veelvoud van 300 mm.**

### Plaatmaat en moduulmaat

- Inleg of doorzak zichtbaar plafondstelsel: profielen in moduul 600 x 600 mm, plafondplaten worden 5-6 mm korter geleverd. Dus bijvoorbeeld 595 x 595 mm.
- Bij verdekt of een verdekt uitneembaar plafond is meestal: plaatmaat = moduulmaat.

Het is van belang de verdeling van de plafondtegels symmetrisch uit te voeren. Dit geeft een mooier en rustiger beeld van het plafond. Onderstaand rekenvoorbeeld geeft aan hoe de verdeling is vast te stellen.

- Stel een ruimte van 4000 x 4000 mm
- De moduulmaat is 600 x 600 mm  
 $4000/600 = 6x \rightarrow$  restmaat van 400 delen door 2 is 200 mm.
- De regel is nu: een pastegel niet kleiner dan halve moduulmaat dus 300 mm.
- Oplossing: restmaat optellen bij vol moduul en delen door 2 dus  $600 + 400/2 = 500$ .  
Verdeling wordt dan  $5 \times 600 + 2 \times 500$ .



## 6.10 De platen

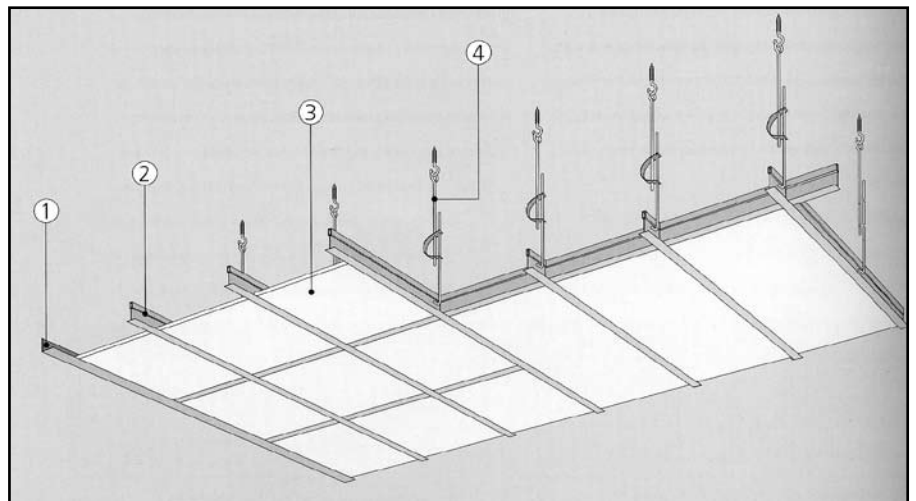
In dit hoofdstuk zullen alleen de met vinyl bekleedde en de geperforeerde gipskartonplaten worden behandeld. Voor de andere platen zoals, onder anderen, hard en zacht mineraal wordt verwezen naar de diverse fabrikanten van deze producten.

### Gipskartonplaten als inlegpaneel bekleed met vinyl.

Deze vallen onder de EN 14190.

Deze plafonds vinden toepassing in bijvoorbeeld supermarkten, showrooms en winkels. De platen zijn gemakkelijk met een zachte zeepoplossing schoon te maken. De meest voorkomende platafmetingen zijn: 595 x 1195 en 595 x 595 mm en daardoor passend in het modulaire systeem. De platen zijn 9,5 mm dik en demonteerbaar.

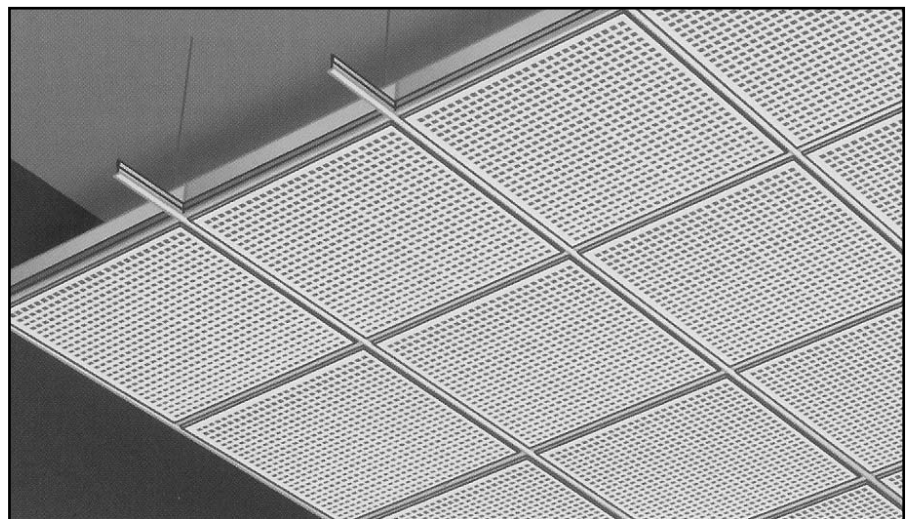
- 1 - Hoeklijn
- 2 -  $\perp$  profiel
- 3 - Vinylplaat
- 4 - Hanger met ophangdraad



Afbeelding Lafarge

## 6.11 Gipskartonplaten met perforaties als inlegpaneel

Deze plafonds worden toegepast in ruimten waar akoestische eisen aan het plafond worden gesteld. De achterkant van de tegel kan voorzien zijn van een wit of zwart glasvlies. Dit dempt geluiden, veroorzaakt door de menselijke stem. Op het plafond kan een laag minerale wol worden gelegd voor de verbetering van de absorptie van hoge tonen, wel dient gelet te worden op eventuele condensvorming.

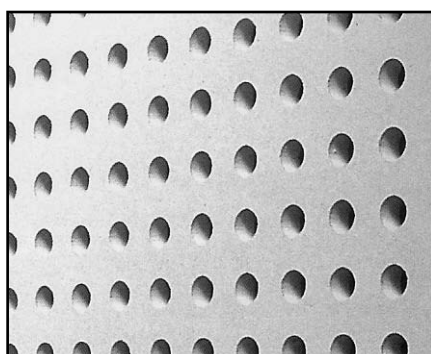


Afbeelding Lafarge

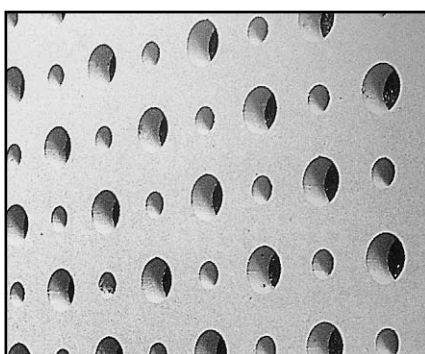


De tegels zijn verkrijgbaar in diktes van 12,5 mm en in de meest voorkomende plaatafmetingen van 595 x 595 en 595 x 1195. De tegels worden door diverse leveranciers in diverse designs geleverd. De perforaties zijn meestal rond of vierkant. Des te hoger de perforatiegraad des te beter de absorptie. De vorm van de perforaties is van minder belang.

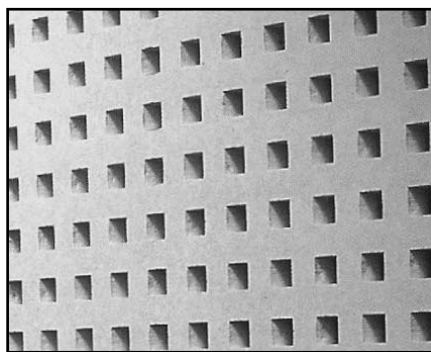
Enkele voorbeelden (afbeeldingen Lafarge)



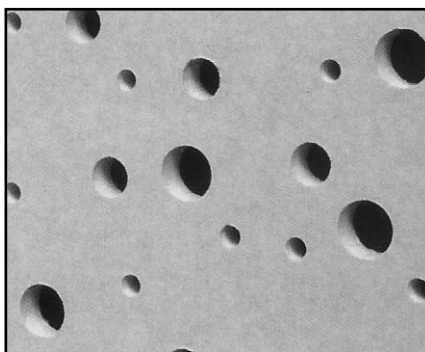
Regelmatige, ronde perforatie



Onregelmatige, ronde perforatie



Regelmatige, vierkante perforatie



Willekeurige, ronde perforatie

Boven vermelde plafonds leveren een goede bijdrage aan de zaalakoestiek en verbeteren de nagalmtijd. Bij eenzelfde oppervlak geven veel, kleinere, perforaties een hogere absorptie.



## 6.12 Vaste plafonds met gipskartonplaten

Vaste plafonds kunnen in twee hoofdgroepen worden verdeeld namelijk:

- een verlaagd plafond,
- een plafond direct tegen de hoofdconstructie bevestigd.

### Verlaagde plafonds

Verlaagde plafonds worden onderverdeeld in:

- draagconstructie: hout of metaal,
- type beplating: gipskartonplaten, geperforeerde gipskartonplaten, stucplaten.

### Plafond direct tegen hoofdconstructie

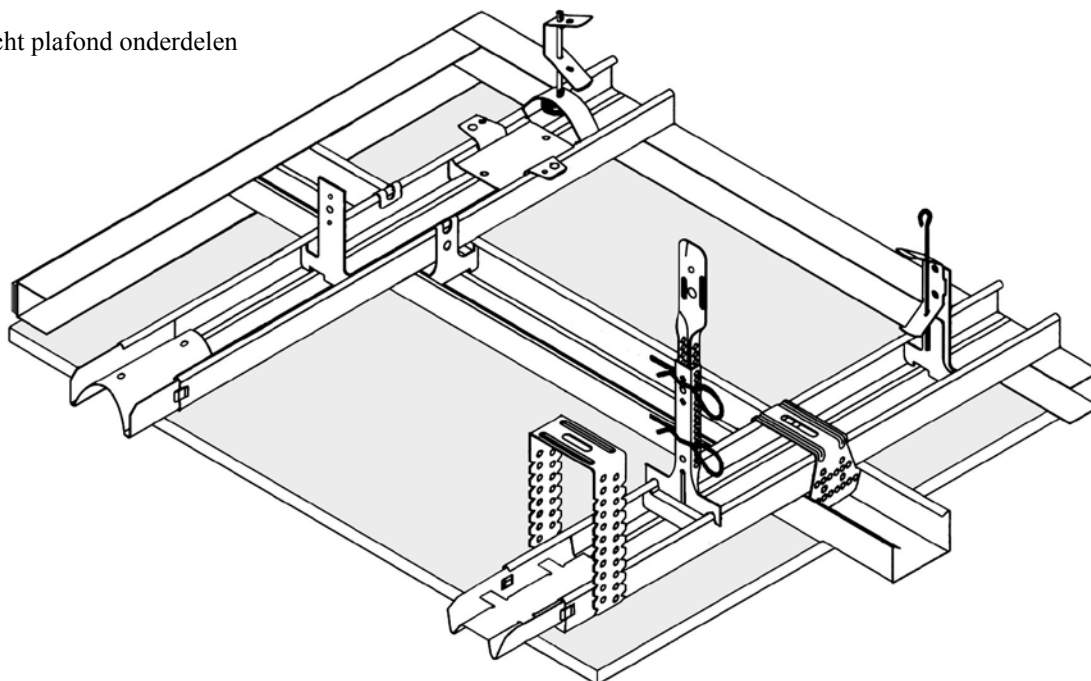
Dit type wordt onderverdeeld in draagconstructie:

- houten latten,
- metalen plafondprofielen zoals veerrails of C-profielen tegen balklaag geklemd.

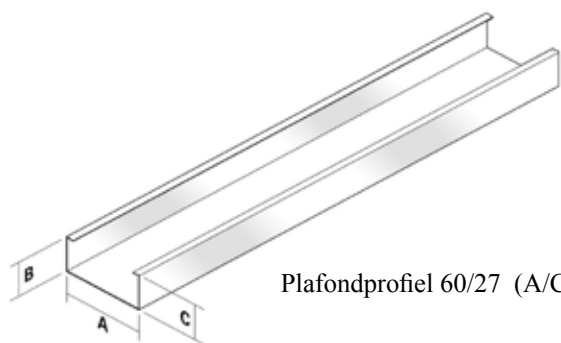
### Onderdelen metalen draagconstructie

(zie ook **Hoofdstuk 2**, Bouwstoffen: metalen profielen)

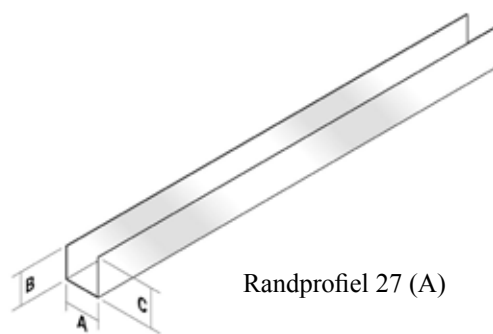
Overzicht plafond onderdelen



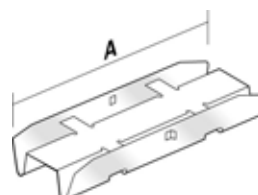
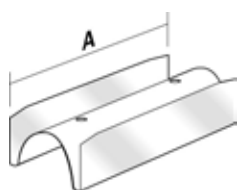
(afbeelding Dingemans)



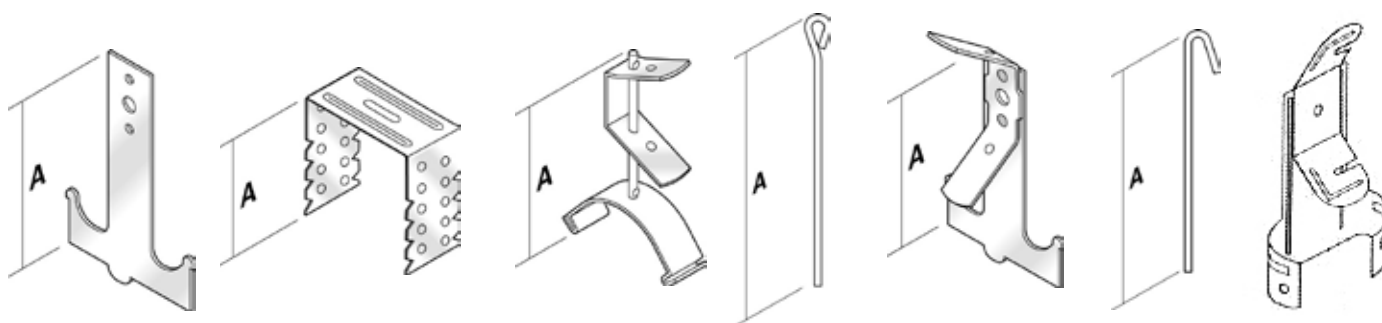
Plafondprofiel 60/27 (A/C)



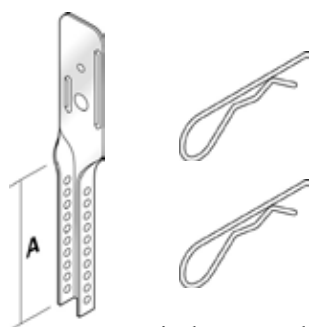
Randprofiel 27 (A)



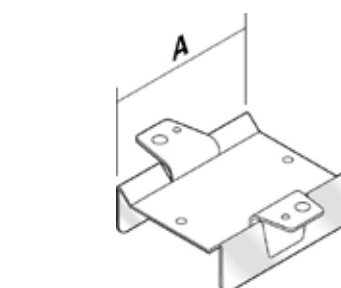
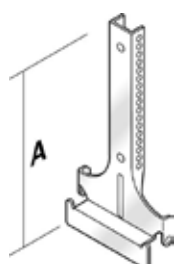
Verbindingsstukken plafondprofiel



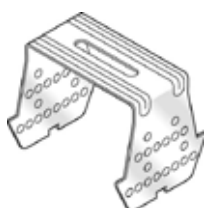
(Snel)hangers, ophangdraden



Noniushanger, splitpen

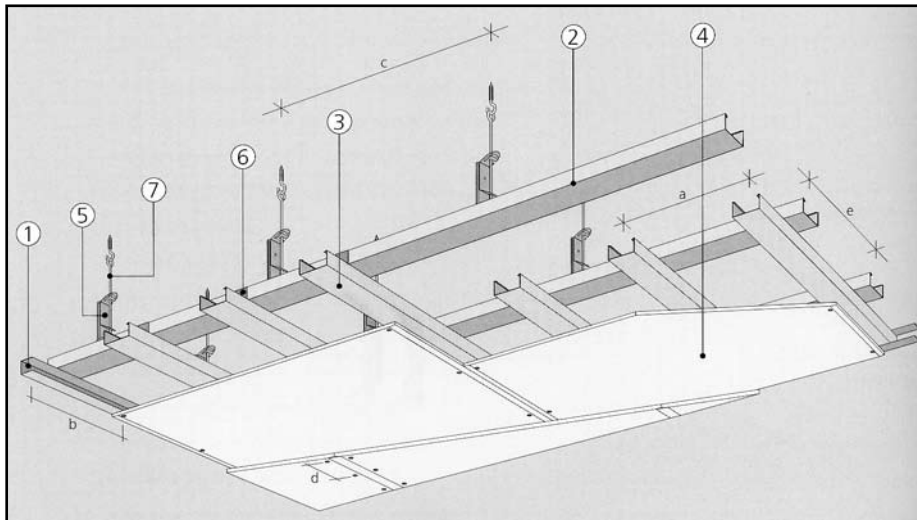


Direct hanger tegen houten balklaag



Kruisverbinder plafondprofielen 60/27

## 6.13 Verlaagd plafond, draagconstructie metaal, gipskartonplaten



- 1 = randprofiel 27  
(b = bevestigen met pluggen  
h.o.h. 600 mm)
- 2 = plafondprofiel 60/27
- 3 = plafondprofiel 60/27
- 4 = gipskartonplaat
- 5 = snelhanger
- 6 = kruisverbinder
- 7 = ophangdraad

*Afbeelding Lafarge*

Enkele profiellaag, afstanden profielen, hangers en schroeven

Plaatafmeting	a //	a ⊥	b	c	d
600 x 9,5 mm	300	400	600	800	170
1200 x 9,5 mm	300	400	600	800	170
1200 x 12,5 mm	400	500	600	800	170
1200 x 15,0 mm	400	550	600	800	150
2 platen 1200 x 12,5 mm	400	500	600	800	150
2 platen 1200 x 15,0 mm	400	500	600	800	150

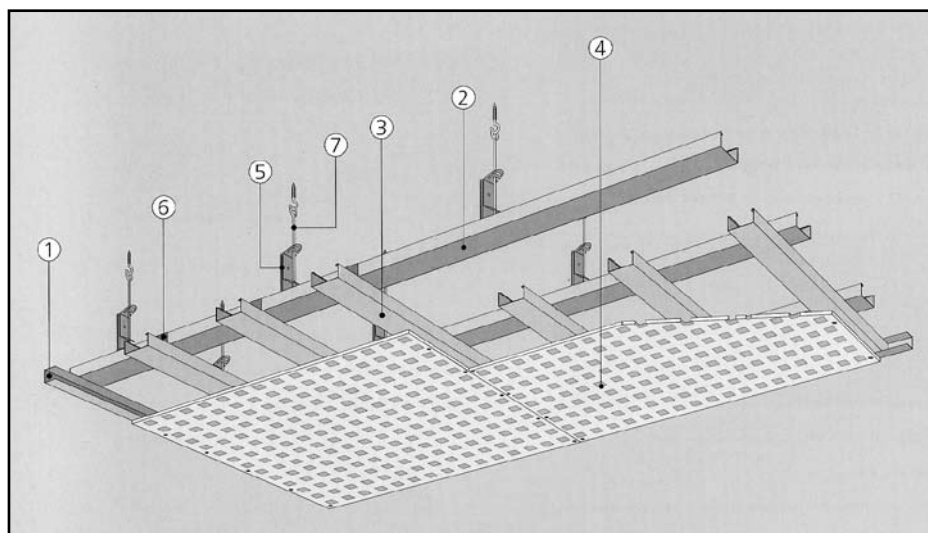
a // is evenwijdig aan de plaat

a ⊥ is dwars op de plaat

Dubbele profiellaag, afstanden profielen, hangers en schroeven

Plaatafmeting	a //	a ⊥	b	c	d	e
600 x 9,5 mm	300	400	600	800	170	750
1200 x 9,5 mm	300	400	600	800	170	750
1200 x 12,5 mm	400	500	600	800	170	750
1200 x 15,0 mm	400	550	600	800	150	750
2 platen 1200 x 12,5 mm	400	500	600	800	150	750
2 platen 1200 x 15,0 mm	400	500	600	800	150	750

## 6.14 Verlaagd plafond, draagconstructie metaal, geperforeerde gipskartonplaten



- 1 = randprofiel 27
- 2 = plafondprofiel 60/27
- 3 = plafondprofiel 60/27
- 4 = akoestische gipskartonplaat
- 5 = snelhanger
- 6 = kruisverbinder
- 7 = ophangdraad

Afbeelding Lafarge



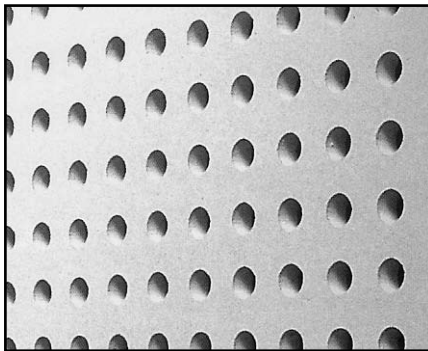
Enkele voorbeelden van toepassing van geperforeerde gipskartonplaten.  
Ook in wanden kunnen deze platen worden toegepast om de akoestiek van een ruimte te verbeteren.



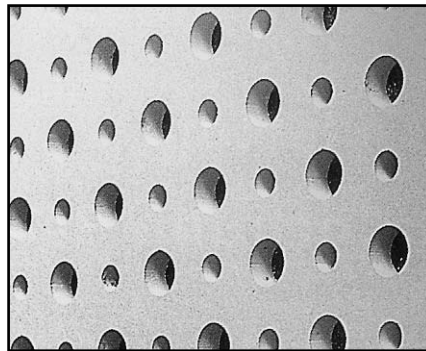
Ook hier is een scala aan soorten perforaties, ieder met zijn eigen akoestische waarden, beschikbaar bij de diverse fabrikanten.



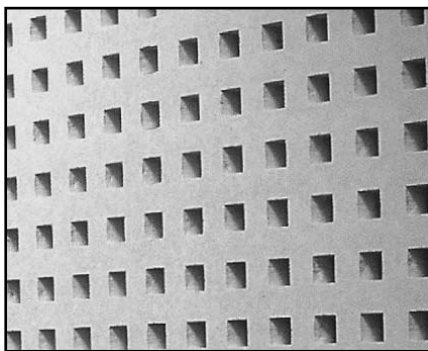
Evenals bij de tegels zijn ook hier de standaardperforaties:



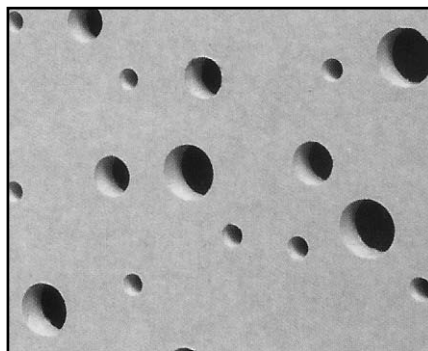
Regelmatige, ronde perforatie



Onregelmatige, ronde perforatie



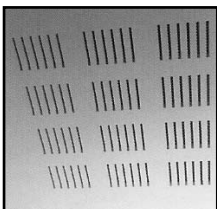
Regelmatige, vierkante perforatie



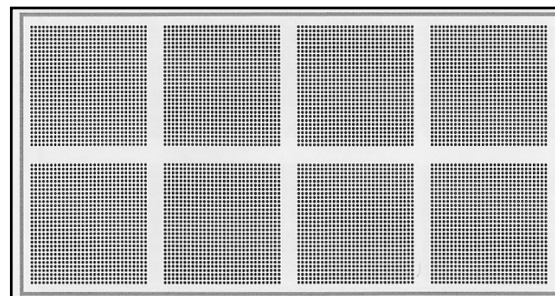
Willekeurige, ronde perforatie

*Afbeeldingen Lafarge*

Andere mogelijkheden:



Met sleuven



Perforaties in blokvorm

*Afbeeldingen Knauf*

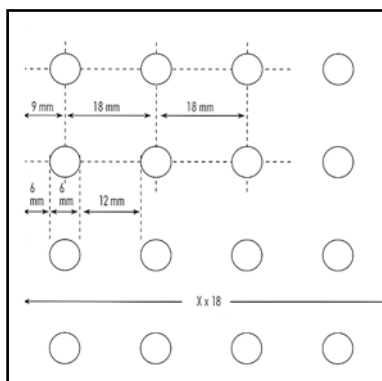
De afmetingen van de platen hangen af van de soort en aantal perforaties. Zie tabel. Bij de "standaard" platen varieert de perforatiegraad tussen 8% en 23%. Als vuistregel geldt: des te groter het percentage perforaties, des te hoger de geluidsabsorptie. Bij hetzelfde oppervlak geven veel kleine perforaties een betere absorptie.



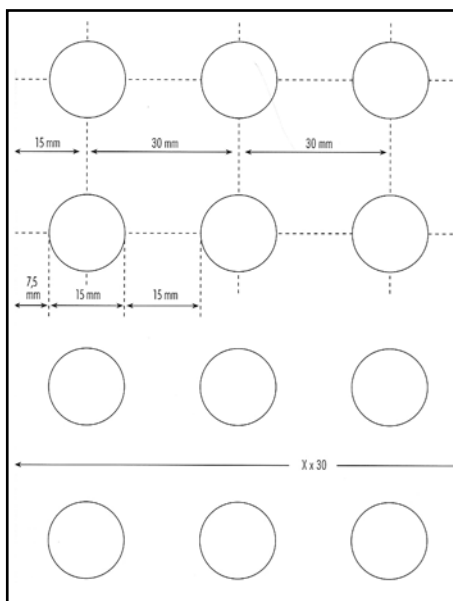
**Tabel:**

Enkele perforatiepatronen en plaatafmetingen (bronnen: Knauf, Lafarge)

Perforatietype	Perforatiepatroon	Perforatiegraad in %	Plaatbreedte in mm	Plaatlengte in mm	H.o.h.-afstand plaatdragend profiel
Regelmatige, ronde perforatie	6/18	8,7	1188	1998	310,50
	8/18	15,5	1188	1998	310,50
	10/23	14,8	1196	2001	310,50
	12/25	18,1	1200	2000	312,55
	15/30	19,6	1200	1980	311,25
Onregelmatige, ronde perforatie	8/12/50	13,1	1200	2000	312,55
	12/20/66	19,6	1188	1980	313,50
Vierkante, regelmatige perforatie	8/18	19,8	1188	1998	310,50
	12/25	23,0	1200	2000	312,55
Willekeurige, ronde perforatie	8/15/20	9,9	1200	1875	312,55
	12/20/35	9,8	1200	1875	312,55

**Voorbeelden codering regelmatige, ronde perforatie**


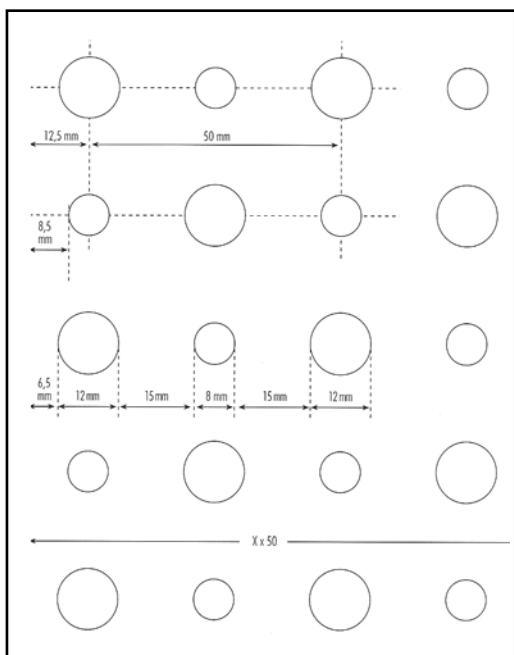
6/18: diameter 6 mm  
h.o.h.-afstand 18 mm



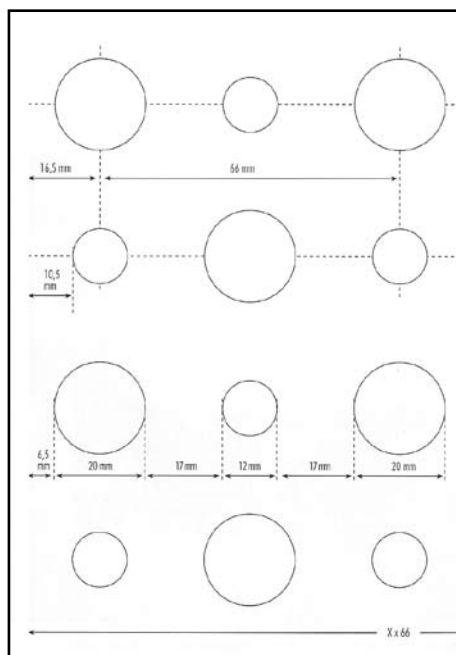
15/30: diameter 15 mm  
h.o.h.-afstand 30 mm



**Voorbeelden codering onregelmatige, ronde perforatie**

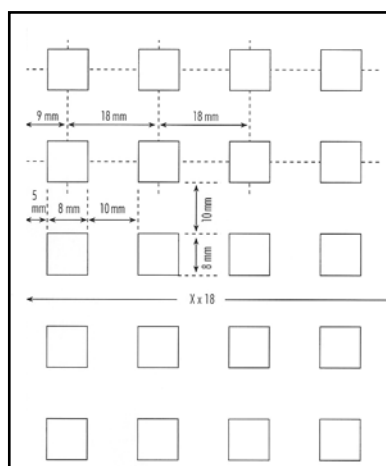


8/12/50: diameter 8 mm en 12 mm  
h.o.h.-afstand 50 mm

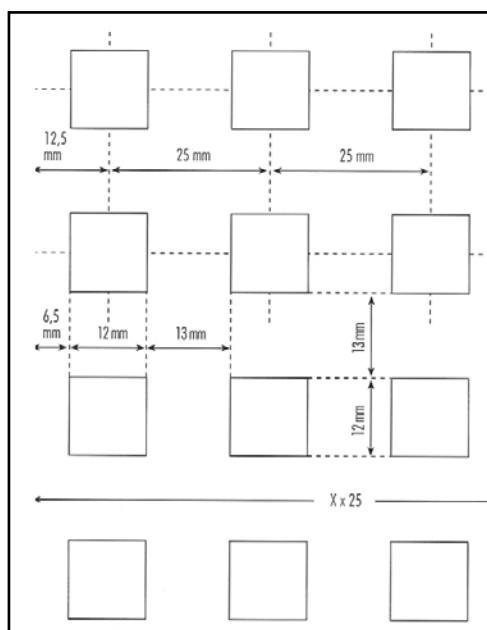


12/20/66: diameter 12 mm en 20 mm  
h.o.h.-afstand 66 mm

**Voorbeelden codering vierkante perforatie**



8/18: diameter 8 mm  
h.o.h.-afstand 18 mm

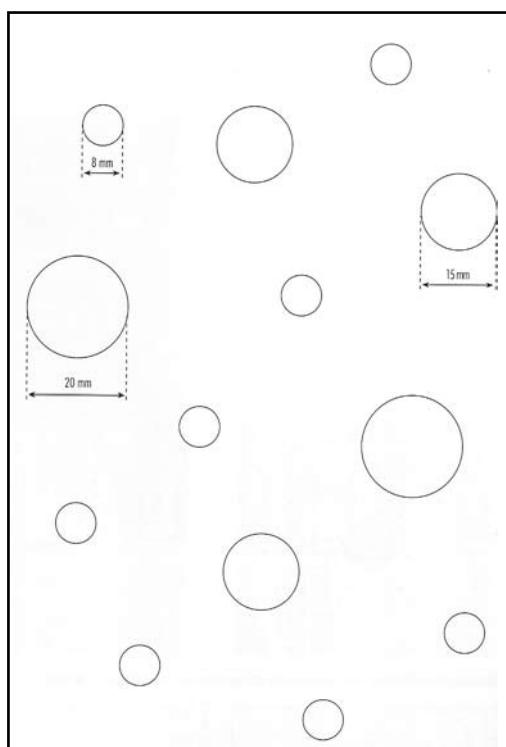


12/25: diameter 12 mm  
h.o.h.-afstand 25 mm

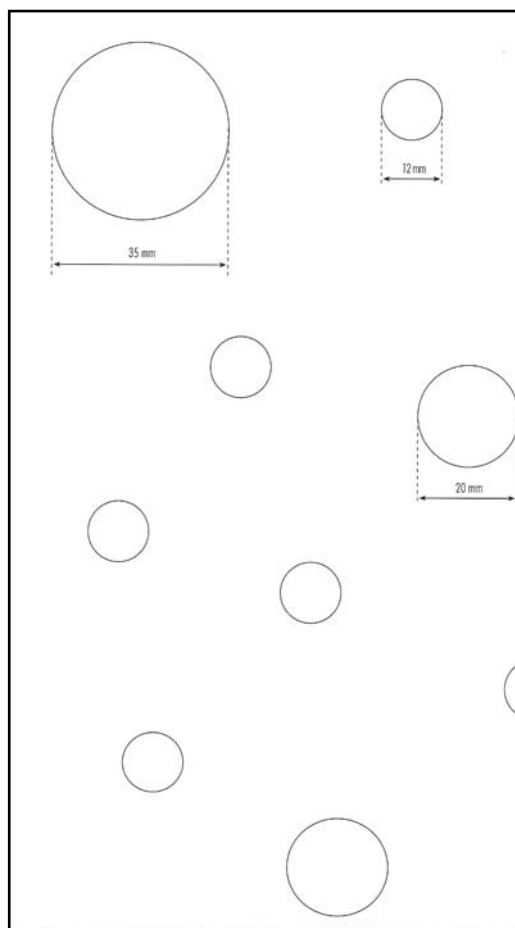




**Voorbeelden codering willekeurige, ronde perforatie**



8/15/20: diameter 8 mm, 15 mm, 20 mm  
h.o.h.-afstand onregelmatig

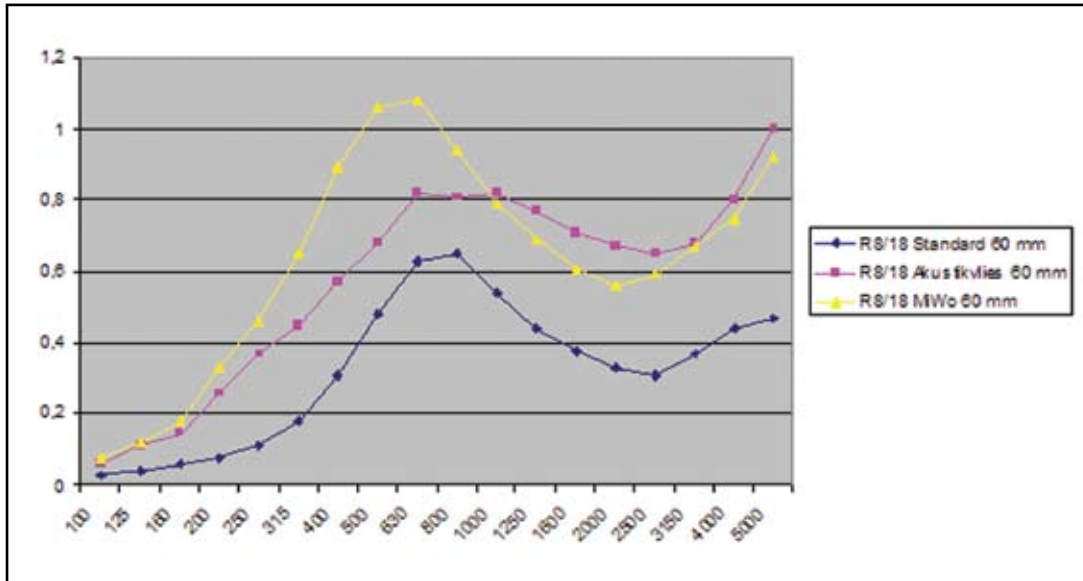


12/20/35: diameter 12 mm, 20 mm, 35 mm  
h.o.h.-afstand onregelmatig

## 6.15 Grafieken en waarden van enkele typen perforaties

(bron Lafarge)

Uit onderstaande grafieken is een ruime keuze te maken, al naar gelang de absorptie eisen.

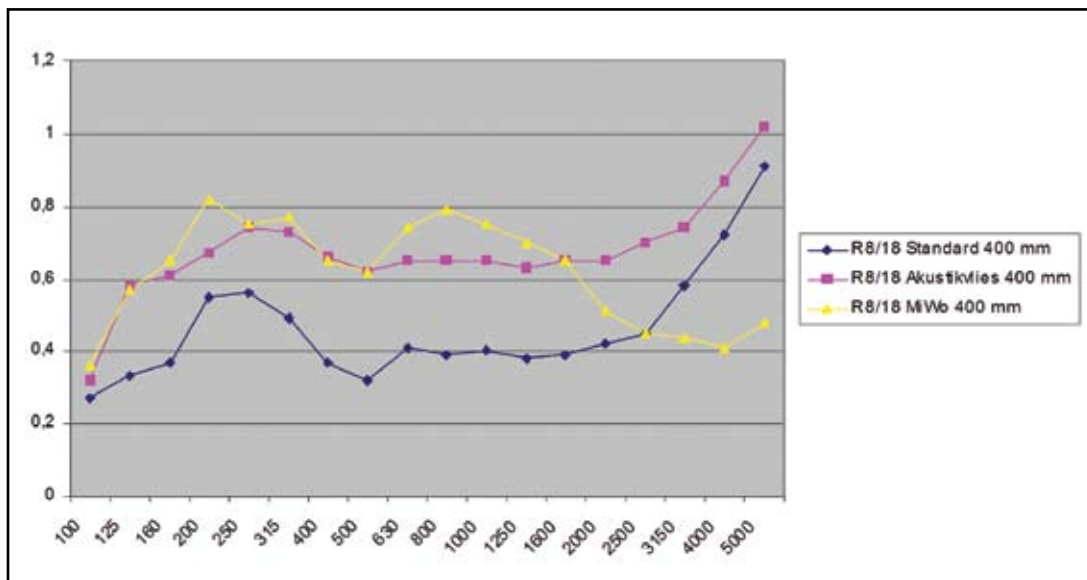


**Type 8/18 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm**

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$

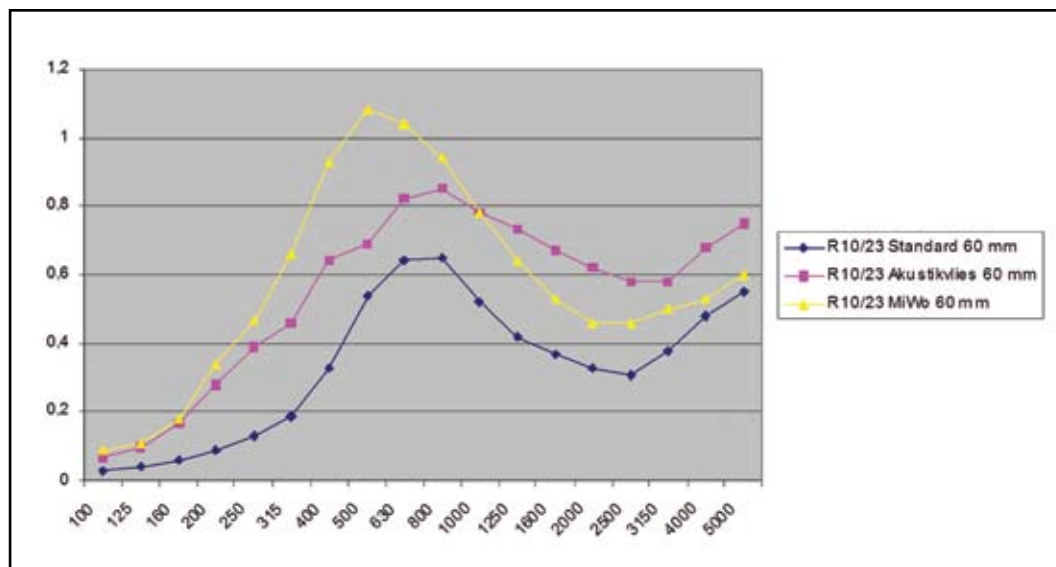


**Type 8/18 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm**

— = standaard vlies

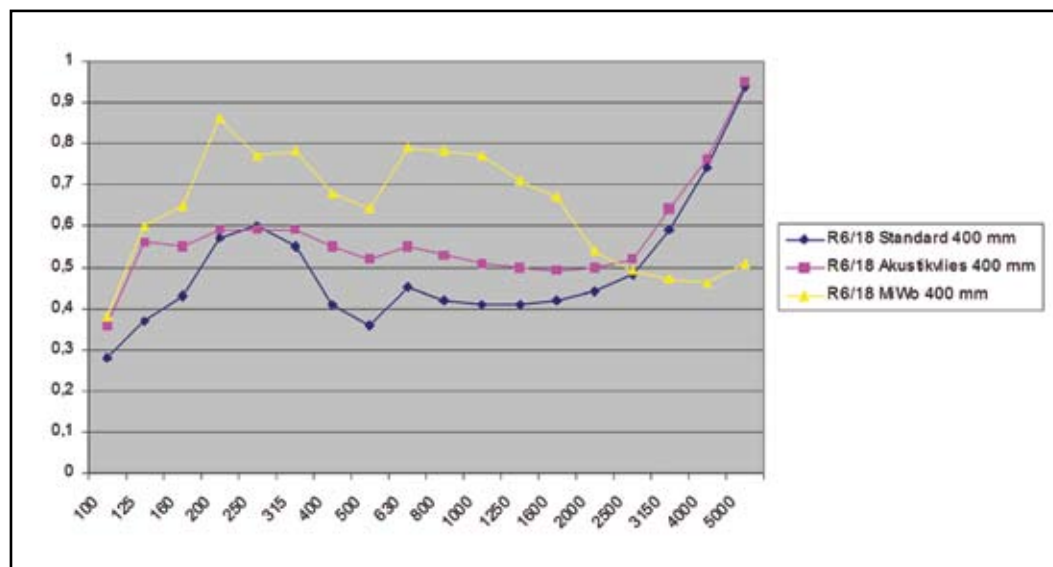
— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,60$



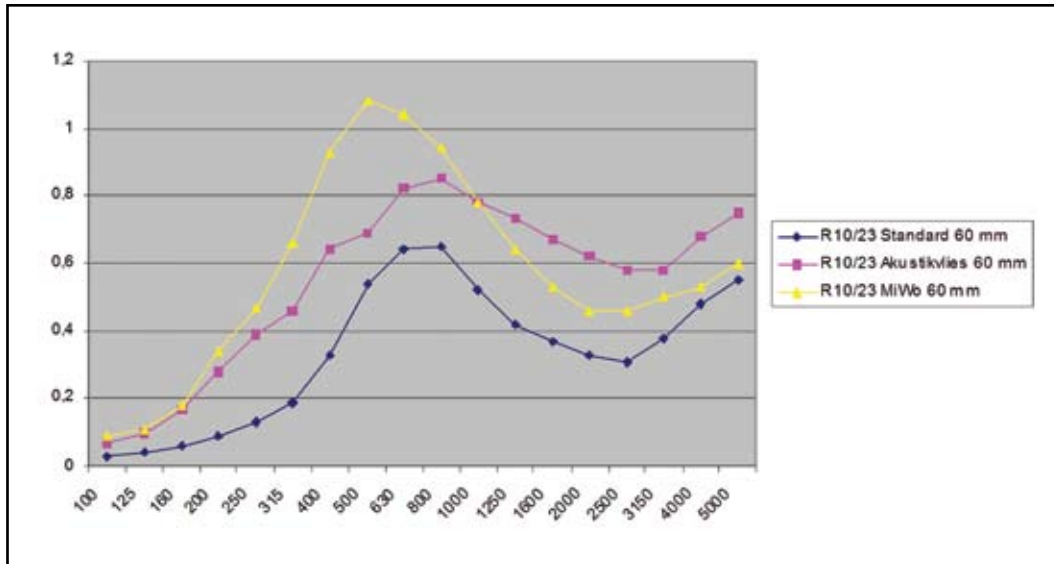
**Type 6/18 regelmatige ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,60$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$



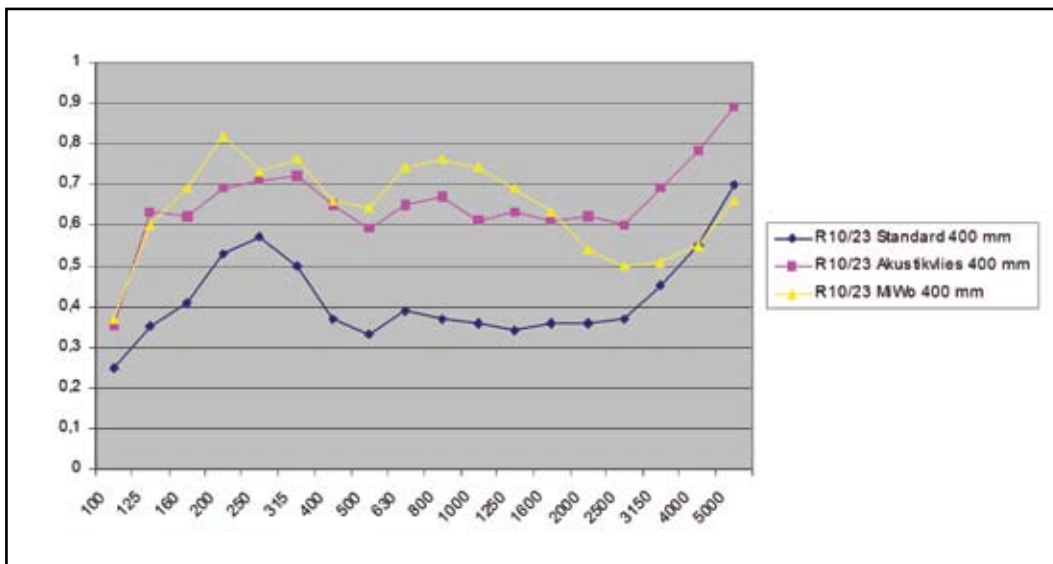
**Type 6/18 regelmatige ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,55$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,60$



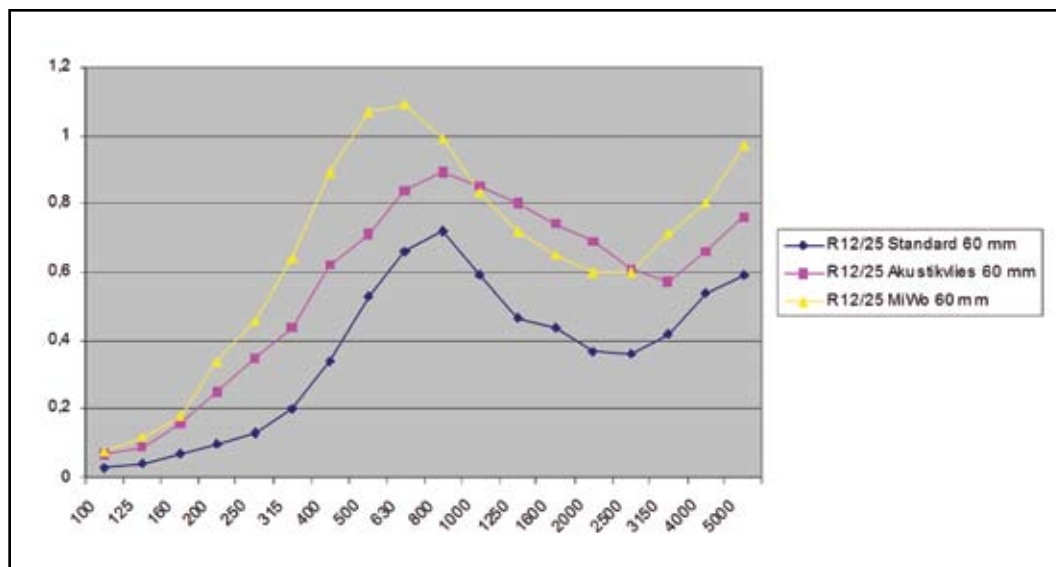
**Type 10/23 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,60$



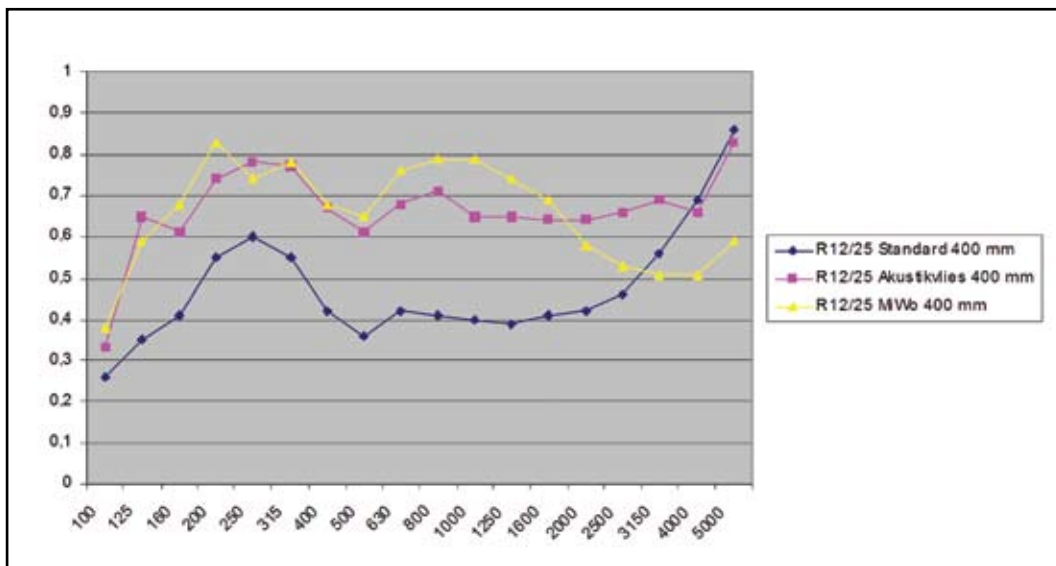
**Type 10/23 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,70$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,65$



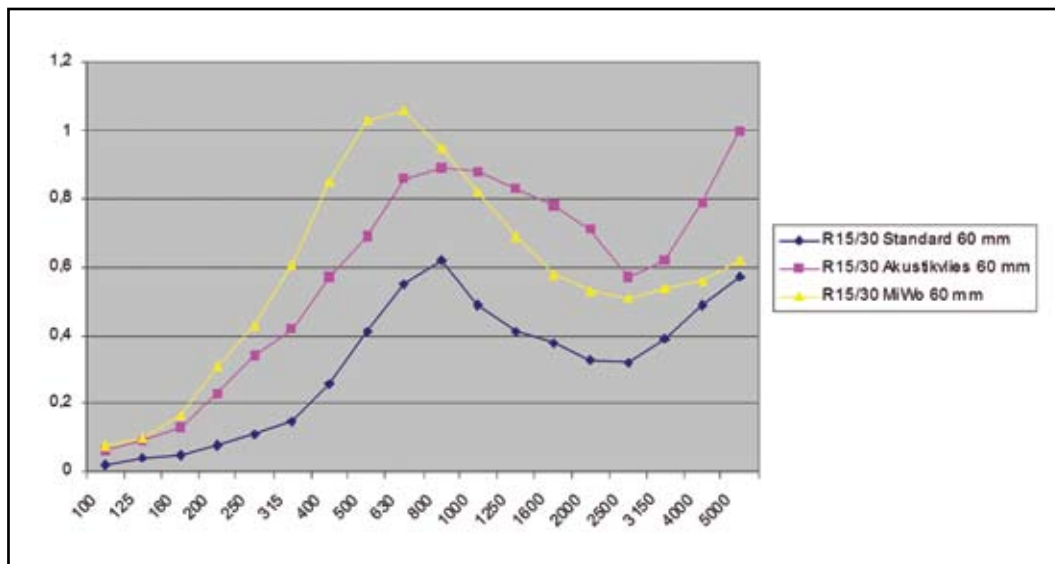
**Type 12/25 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$



**Type 12/25 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm**

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,70$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,65$

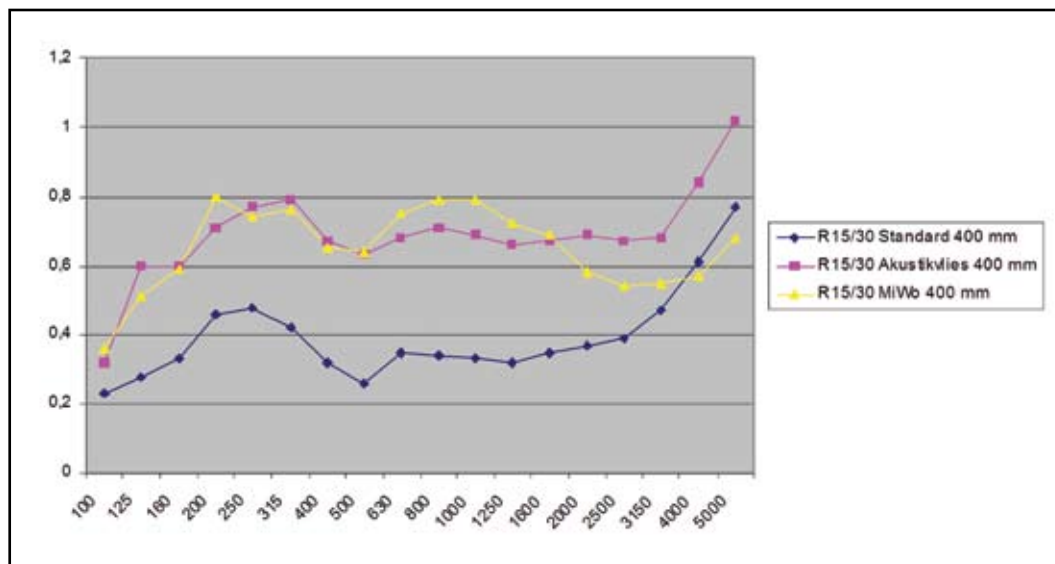


**Type 15/30 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm**

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,65$

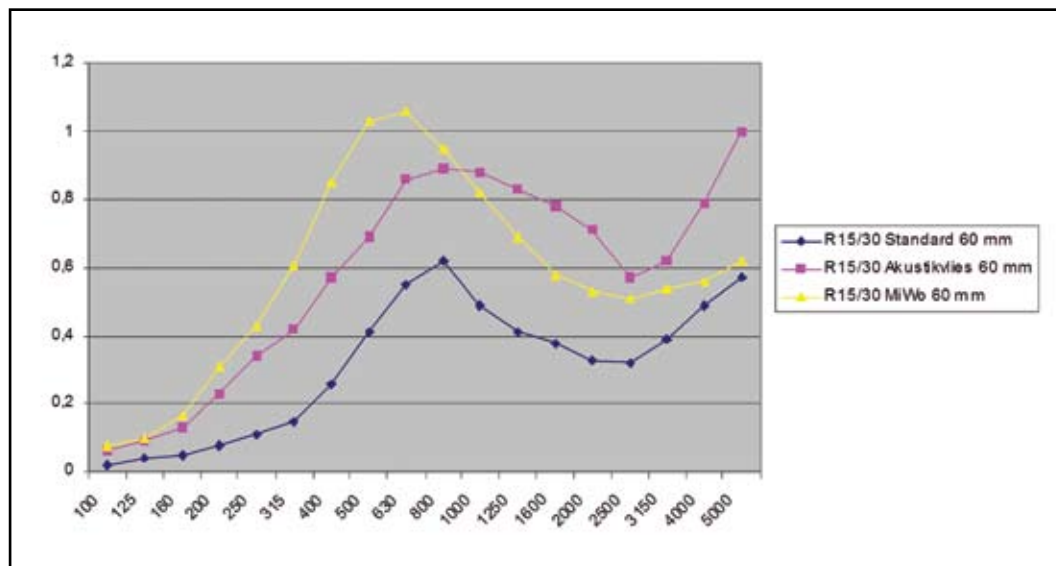


**Type 15/30 regelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm**

— = standaard vlies

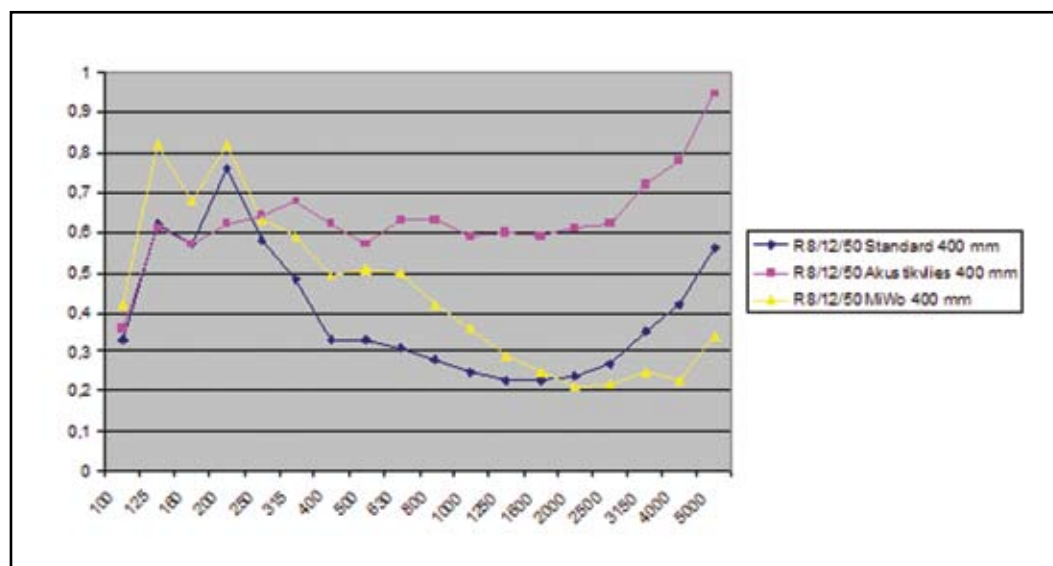
— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,70$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$



Type 8/12/50 onregelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm

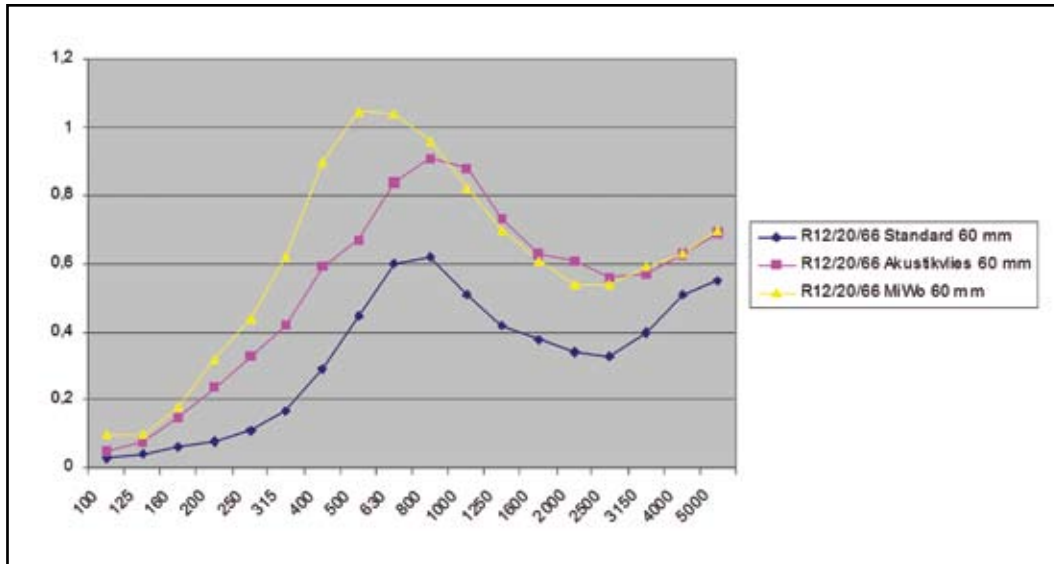
- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,65$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,35$



Type 8/12/50 onregelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm

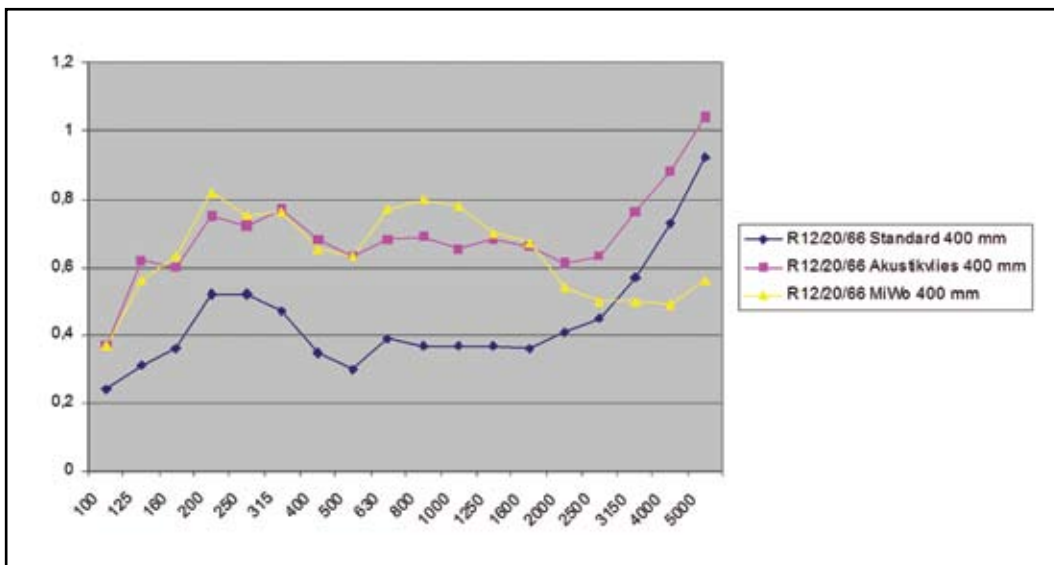
- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,60$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,35$





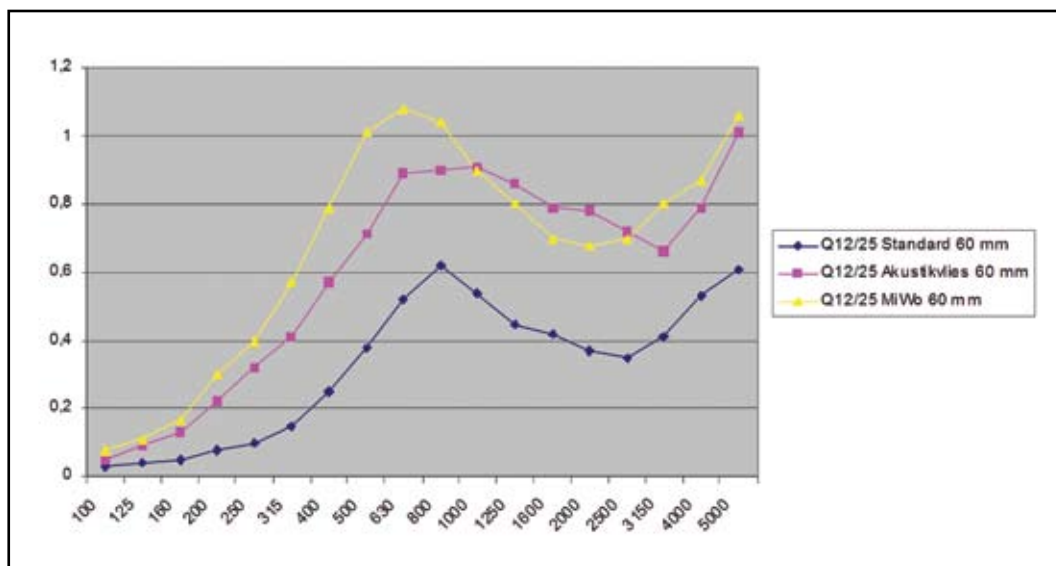
Type 12/20/66 onregelmatige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,60$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,65$



Type 12/20/66 onregelmatige, ronde perforatie: plenumhoogte 400 mm

- = standaard vlies
- = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,60$
- = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,60$



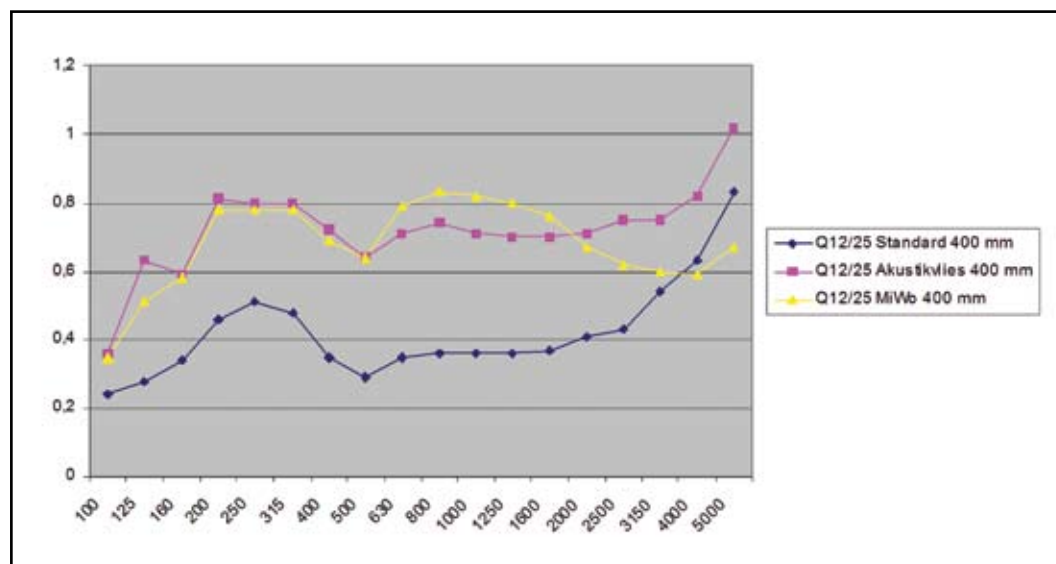
Type 12/25 vierkante, regelmatige perforatie; plenumhoogte 60 mm

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies

$$\alpha_w = 0,60$$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$



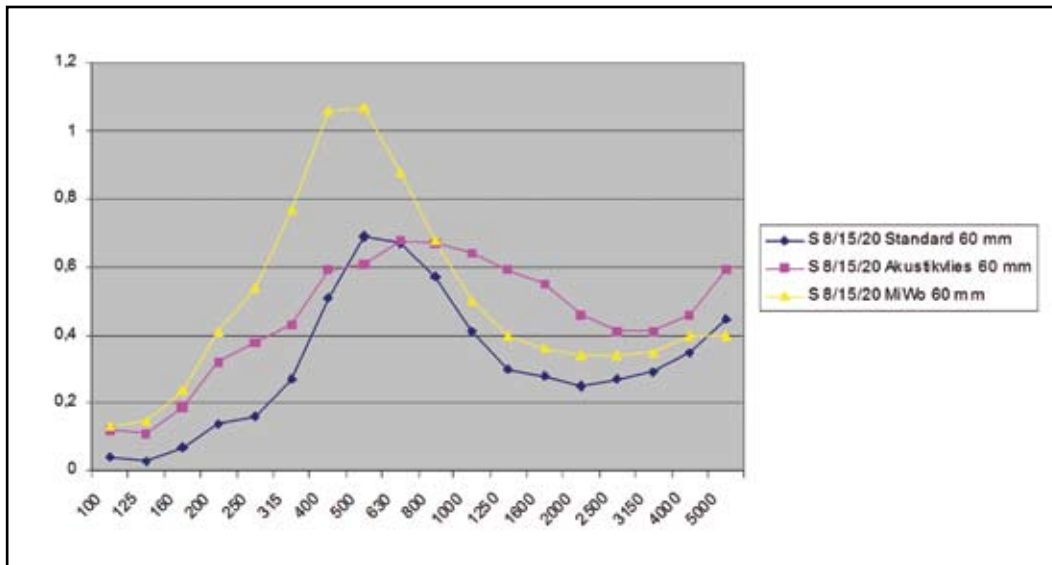
Type 12/25 vierkante, regelmatige perforatie; plenumhoogte 400 mm

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies

$$\alpha_w = 0,70$$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,70$

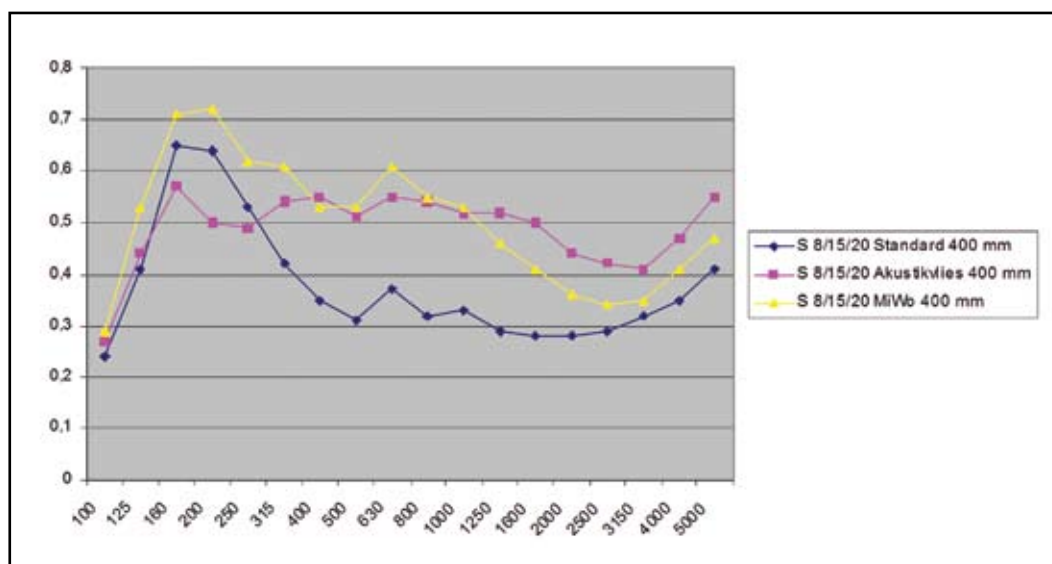


Type 8/15/20 willekeurige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,55$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,45$

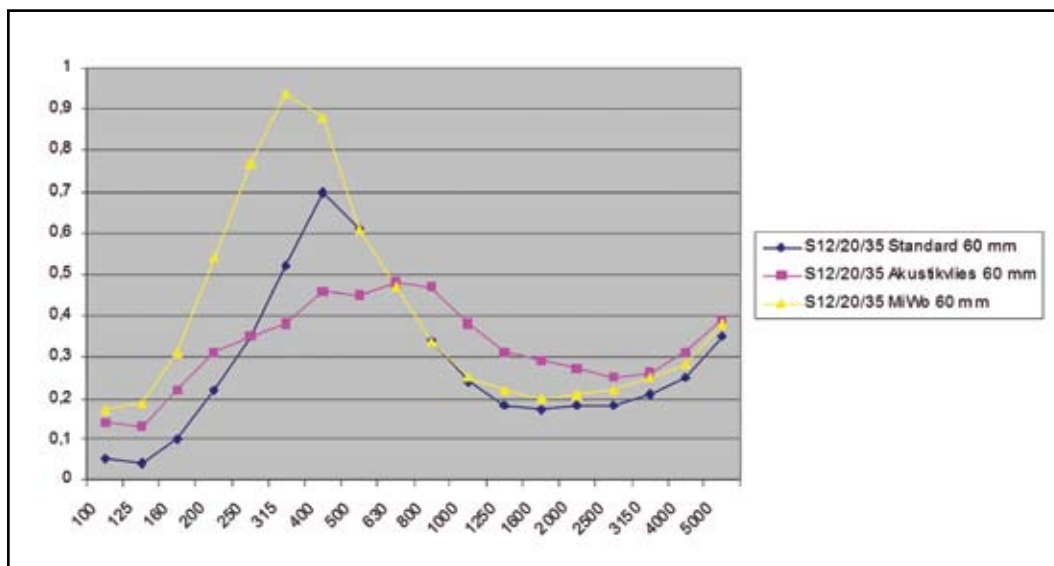


Type 8/15/20 willekeurige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,55$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,45$

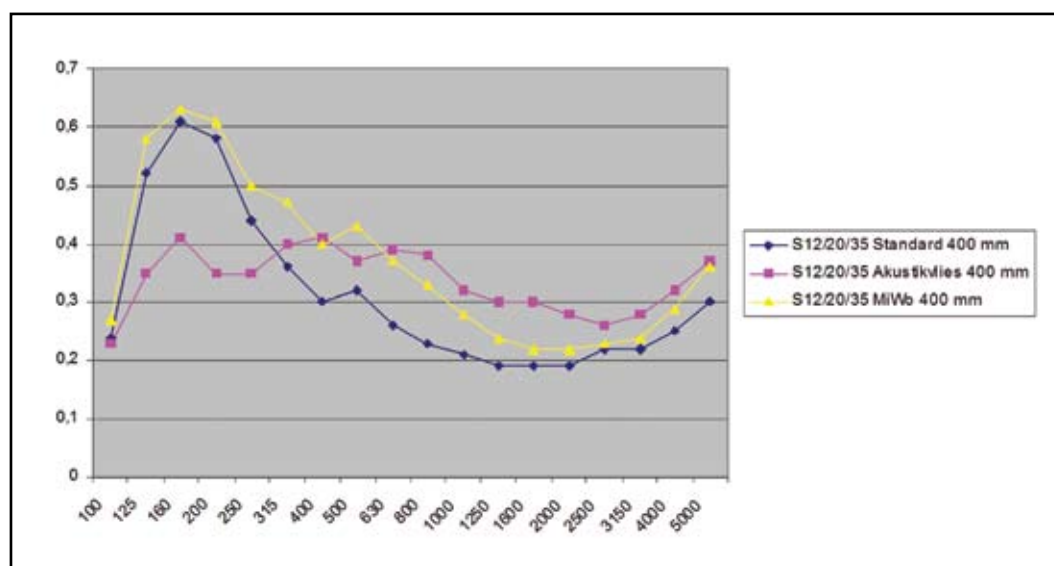


Type 12/20/35 willekeurige, ronde perforatie; plenumhoogte 60 mm

— = standaard vlies

— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,35$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,25$



Type 12/20/35 willekeurige, ronde perforatie; plenumhoogte 400 mm

— = standaard vlies

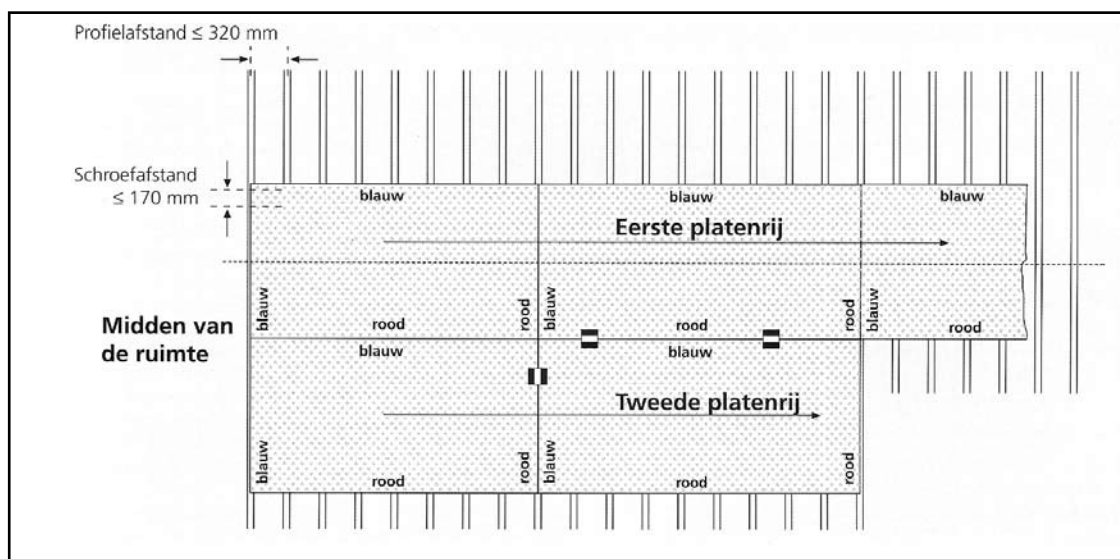
— = met akoestisch vlies  $\alpha_w = 0,35$

— = met minerale wol op standaard vlies  $\alpha_w = 0,30$

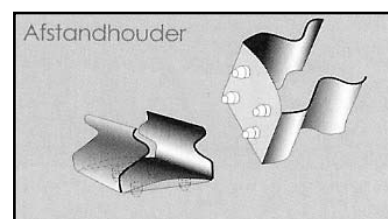
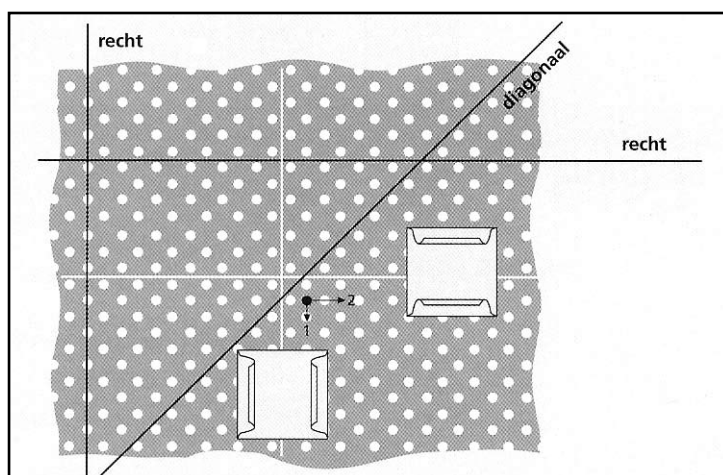
## 6.16 Montage van de geperforeerde, akoestische design platen

(bron Lafarge)

De montage van geperforeerde platen vergt extra aandacht. De montage hangt af van de soort perforatie. Sommige fabrikanten markeren met kleuren de productierichting.



Opdat de productierichting bij de montage wordt aangehouden, moet steeds de rode plaatmarkering bij de blauwe markering aan korte en lange zijde aansluiten.



Afstandhouders afhankelijk van het type perforatie

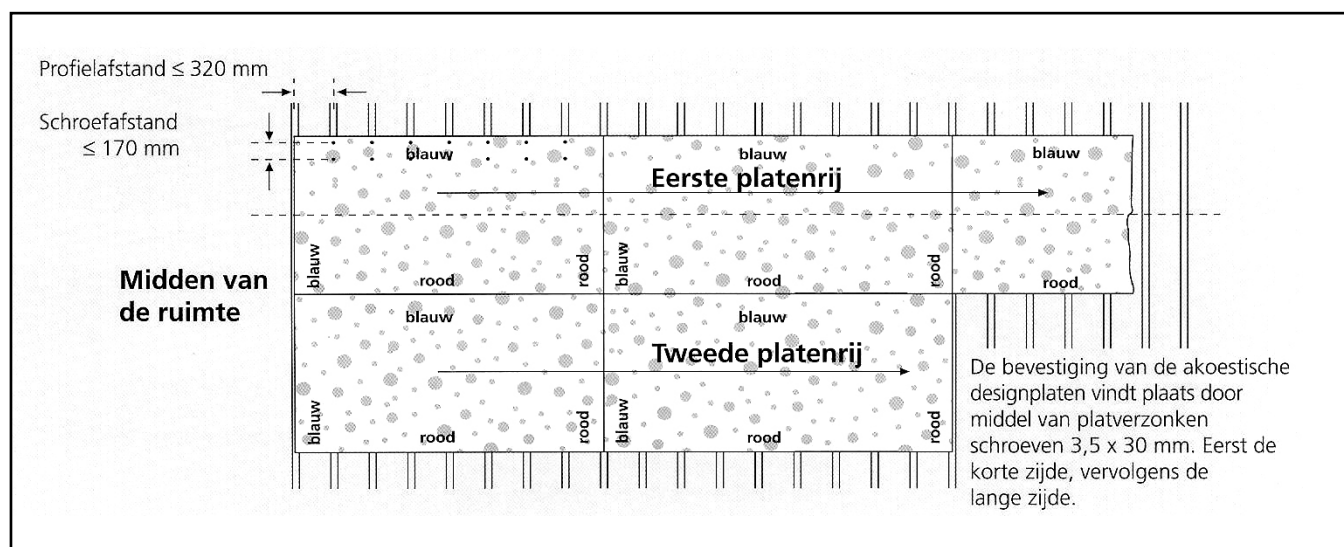
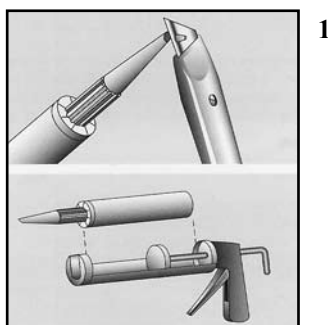
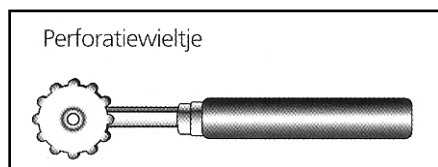
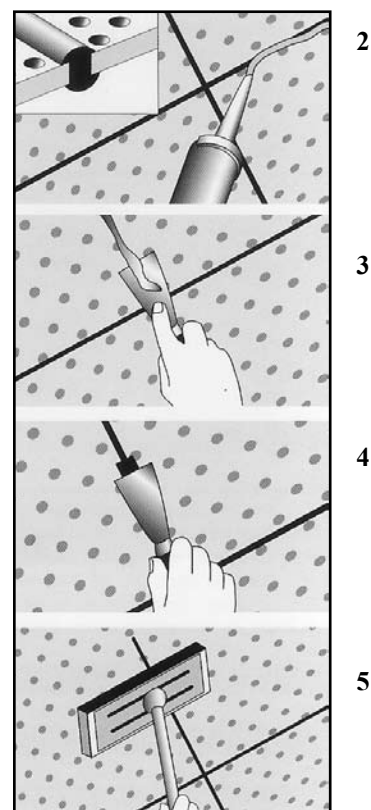
Met de juiste afstandhouder wordt de voegbreedte bepaald, afhankelijk van het type perforatie. De platen worden diagonaal en recht uitgelijnd.



## Het afvoegen van de geperforeerde platen

- 1 De kunststof spuitmond afhankelijk van de voegbreedte afsnijden.  
De huls met speciale voegenvuller vullen.
- 2 De voegen gelijkmatig en bol opvullen.  
De voegenvuller moet aan de achterzijde van de plaat uitpuilen.
- 3 De overtollige voegenvuller na uitharden afsteken.
- 4 Na het volledig uitharden de voegen navoegen en ook de schroefgaten vullen.
- 5 Voorzichtig schuren.

Met behulp van een perforatiewieltje kunnen eventueel dichtgevoegde perforaties weer worden geopend.

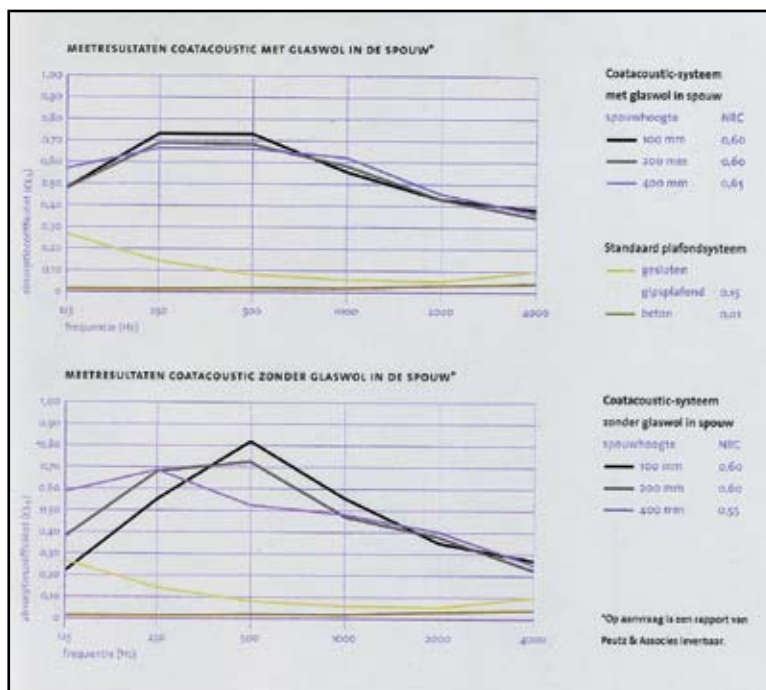
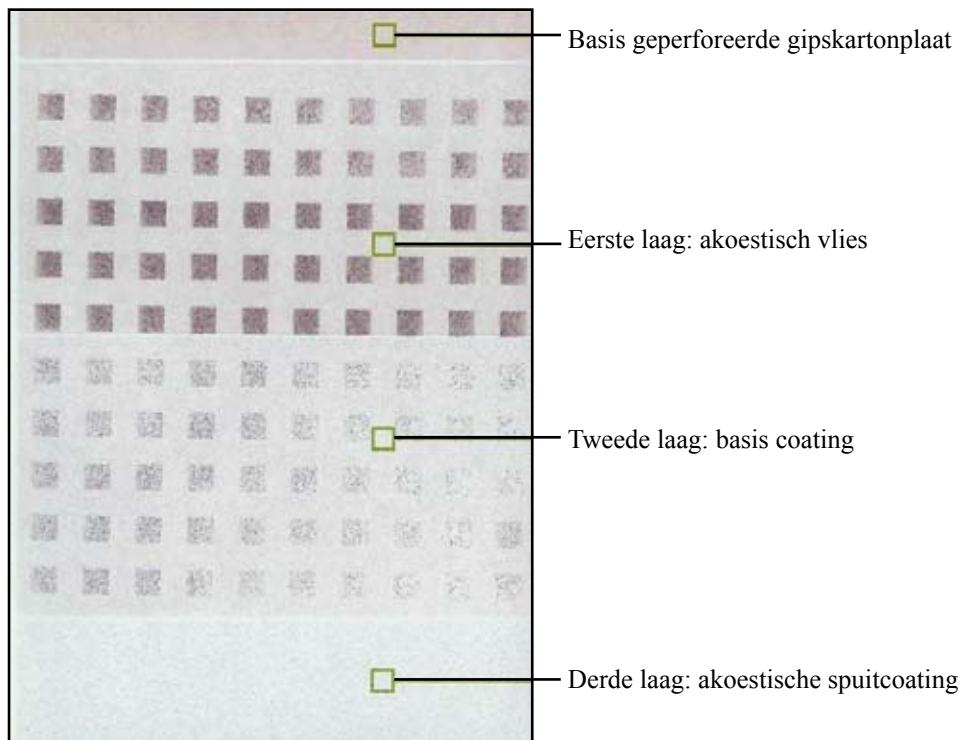


Bij willekeurige perforaties zijn geen montagehulpmiddelen nodig. De platen worden met een voeg van ca. 4 mm gemonteerd.

## 6.17 Naadloos plafondsysteem

(bron Coatacoustic)

De perforaties zorgen voor een goede akoestiek van een ruimte. Niet altijd zijn zichtbare perforaties gewenst, daarvoor zijn nieuwe systemen ontwikkeld. Deze combineren de akoestische eigenschappen van de geperforeerde platen met een fraaie afwerking voor een strak en egaal plafond.



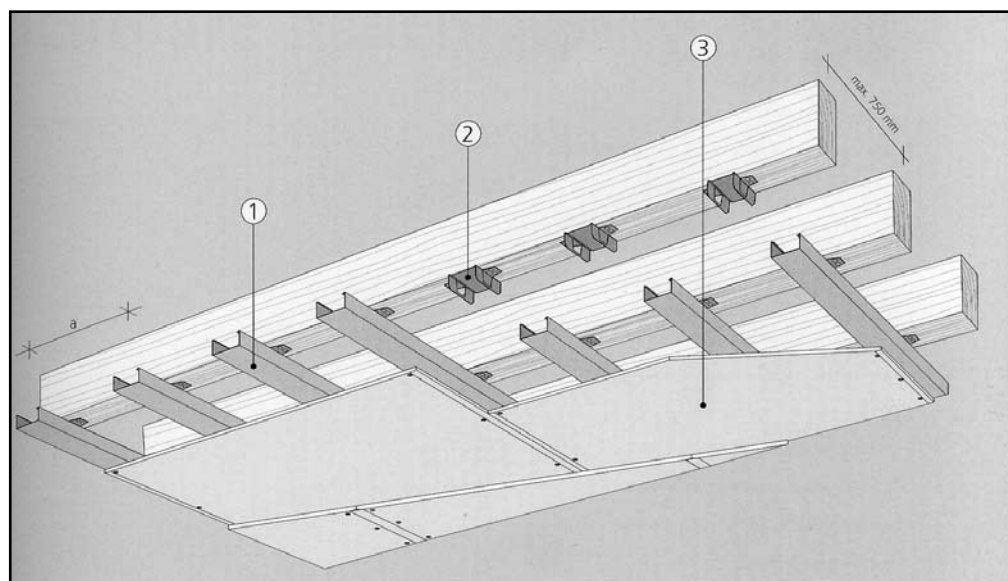
Ook op de achterkant is een akoestisch vlies aangebracht.

Bovengenoemd systeem zorgt voor een goede akoestiek in een ruimte door geluidsabsorptie, maar geeft geen verbetering van de geluidsisolatie.



## 6.18 Plafond direct bevestigd tegen houten balklaag, draagconstructie van metalen profielen, gipskartonplaten

Deze methode wordt toegepast als er weinig ruimte is voor een verlaagd plafond



- 1 = plafondprofiel 60/27
- 2 = direct hanger
- 3 = gipskartonplaat

Afbeelding Lafarge

Plaatafmeting	a // in mm	a ⊥ in mm	Max. overspanning balklaag in mm
600 x 9,5 mm	300	400	750
1200 x 9,5 mm	300	400	750
1200 x 12,5 mm	400	500	750
1200 x 15,0 mm	400	550	750
2 platen 1200 x 12,5 mm	400	500	750
2 platen 1200 x 15,0 mm	400	500	750

a // is evenwijdig aan de plaat

a ⊥ is dwars op de plaat

Pas vanaf een plaatdikte van 12,5 mm kan aan brand- of geluidseisen worden voldaan.

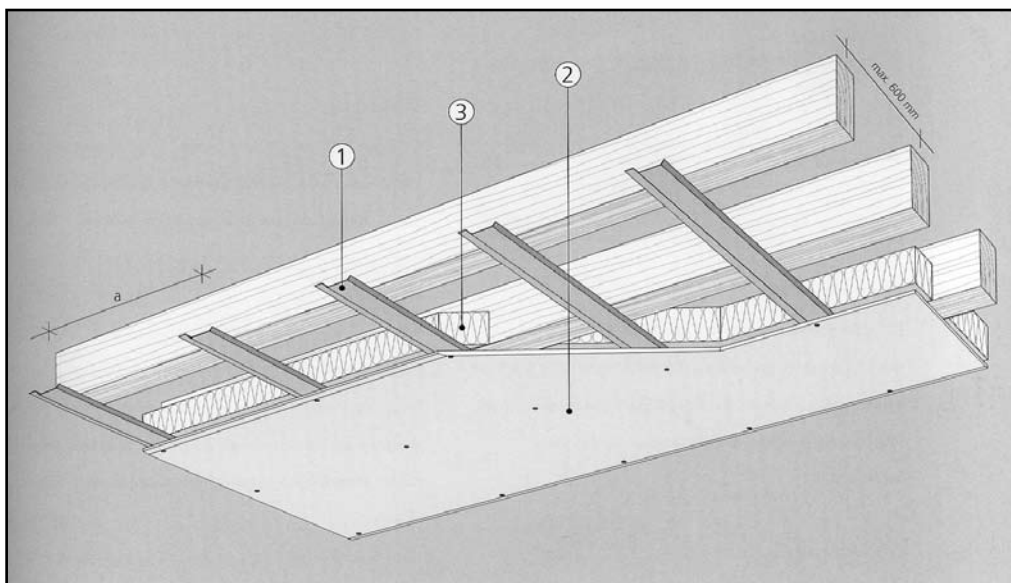
Bij brandeisen is een extra brandwerende plaat type F noodzakelijk.

Bijvoorbeeld: 1 x 12,5 type F met afgeschuinde kant (AK) geeft een brandwerendheid van 30 minuten, indien op de balklaag een vloer is aangebracht. De naden dienen afgewerkt te zijn.

Zie voor hogere brandwerendheidseisen de rapporten van de fabrikanten.

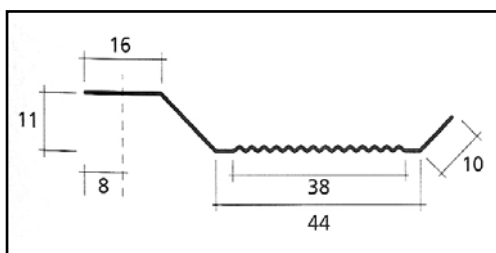
## 6.19 Plafond direct bevestigd tegen houten balklaag, draagconstructie veerrail, gipskartonplaten

Deze methode wordt toegepast als er weinig ruimte is voor een verlaagd plafond en er geluidsisolatie eisen worden gesteld. De veerrail zorgt voor ont koppeling.

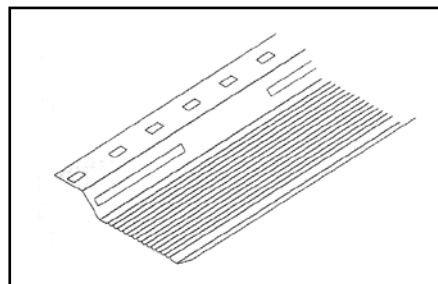


- 1 = veerrail
- 2 = gipskartonplaat
- 3 = minerale wol

Afbeelding Lafarge



afmetingen veerrail



vorm veerrail

Veerrail schroeven h.o.h. maximaal 500 mm, schroeflengte 35 mm.

Plaatafmeting	a // in mm	a ⊥ in mm	Max. overspanning balklaag in mm
12,5	400	500	600

a // is evenwijdig aan de plaat

a ⊥ is dwars op de plaat

Pas vanaf een plaatdikte van 12,5 mm kan aan brand- of geluidseisen worden voldaan.

Bij brandeisen is een extra brandwerende plaat type F noodzakelijk.

Bijvoorbeeld: 1 x 12,5 type F met afgeschuinde kant (AK) geeft een brandwerendheid van 30 minuten, indien op de balklaag een vloer is aangebracht. De naden dienen afgewerkt te zijn.

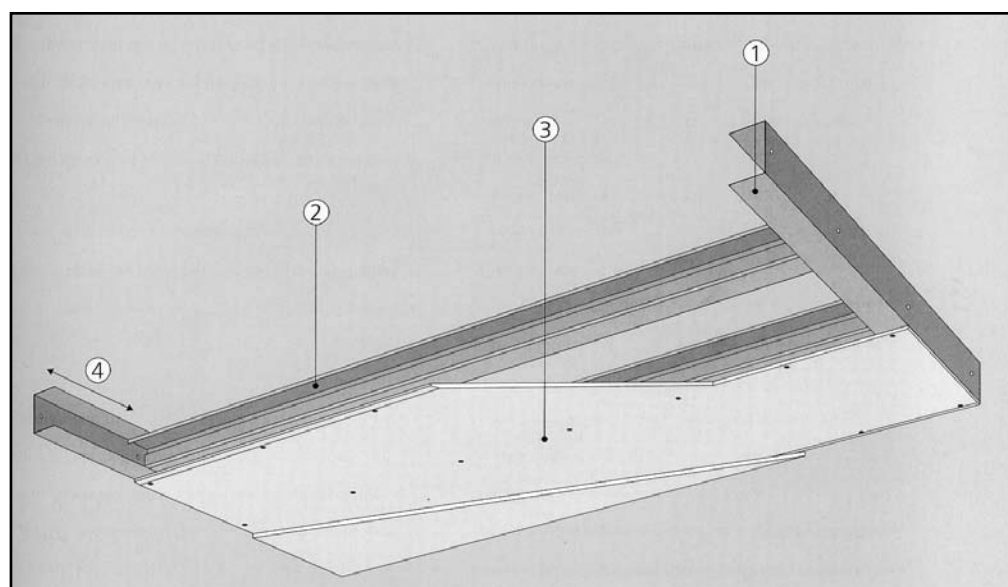
Zie voor hogere brandwerendheidseisen de rapporten van de fabrikanten.

## 6.20 Vrijdragend plafond, draagconstructie metalen profielen, gipskartonplaten

Deze methode wordt toegepast onder, bijvoorbeeld, een bestaand plafond. Er ontstaat geen koppeling met de bovenliggende, bouwkundige constructie.

Voordeel: een betere geluidsisolatie,  
bovenliggend plafond blijft bestaan.

Vooral in renovatieprojecten kan dit een snelle en goede oplossing zijn.



- 1 = U-randprofiel  
(zie voor profielafmetingen  
Hoofdstuk 2; Bouwstoffen;  
profielen)
- 2 = plaatdragend C-profiel
- 3 = gipskartonplaat
- 4 = pluggen h.o.h. 600 mm, bij  
brandeisen metalen  
pluggen toepassen.

Afbeelding Lafarge

Tabel maximale overspanningen (bron Lafarge)

Plaatdikte mm	Profielafstand mm		Maximale overspanning mm	
	//	⊥	C 75	C 100
9,5	300		3650	4400
		400	3350	4150
12,5	400		3200	4000
		500	3000	3750
15,0	400		3150	3900
		550	2850	3500
2 x 12,5	400		2800	3500
		500	2600	3250

// is evenwijdig aan de plaat

⊥ is dwars op de plaat

## 7. Gipsvezelplaten

### 7.1 Inleiding

(bron Fermacell)

#### Gipsvezelplaten in Europa en Nederland

De eerste gipsvezelplaat kwam in 1971 op de Duitse markt onder de naam Fermacell, een samenvoeging van ferma = stevig en cell = cellulose.

In 1977 worden de eerste platen in Nederland op de markt gebracht door Borsumij Bouwspecialiteiten B.V.

Dit zijn de zogenaamde éénmans platen van 10 mm dik en een afmeting van 1000 x 1500 mm, voor de doe-het-zelf-markt. Gamma is de eerste afnemer.

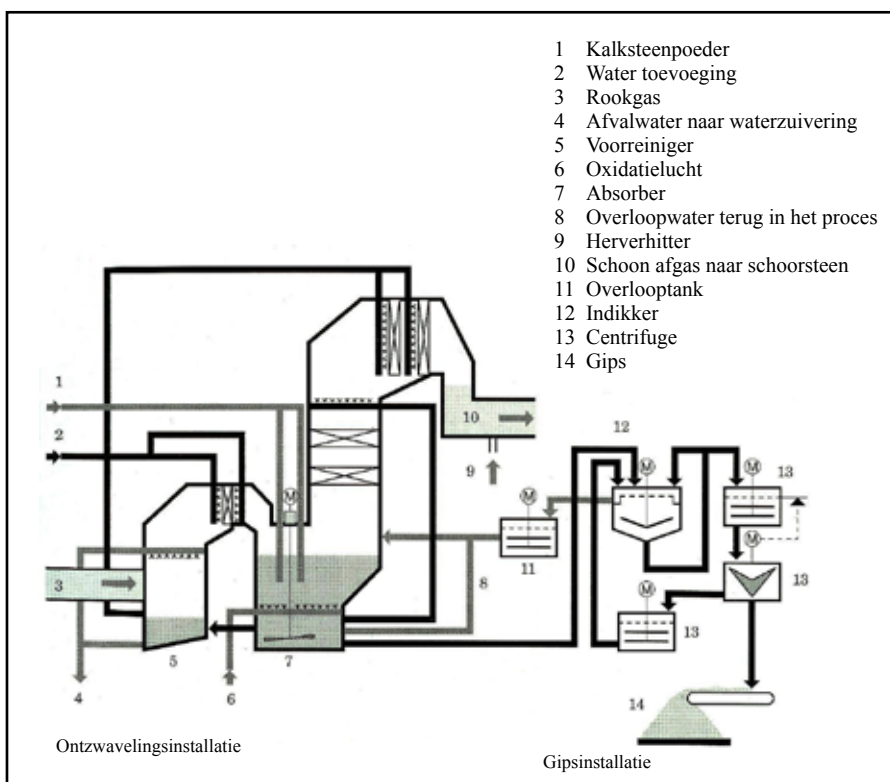
Begin jaren 80 worden ook grotere platen geproduceerd en vindt de eerste toepassing plaats voor wanden en plafonds. Enkele projecten zijn het Esso hoofdkantoor te Breda en het Waterlandziekenhuis te Purmerend.

In 1982 wordt door de PGEM in Nijmegen een kolengestookte elektriciteitscentrale in bedrijf genomen.

Door een strengere milieuwetgeving moet het productieproces schoner. Bij de productie van elektriciteit komen grote hoeveelheden vliegashoudend rookgas vrij. Om dit te verwerken wordt naast de centrale een fabriek, de BV Vasim gebouwd, die de zogenaamde Lytagkorrels produceert.

Lytag wordt gebruikt als vervanging van grind in beton.

Tevens worden de rookgassen ontdaan van zwavelverbindingen door middel van een rookgasontzwavelingsinstallatie (zie ook Hoofdstuk 1).





Bij dit proces komt gips vrij met een zuiverheid tot 98%.

Om dit restproduct te verwerken wordt besloten onder de naam Vasim een fabriek te bouwen voor de vervaardiging van een gipsvezelplaat.

De productie-unit komt aan de Loonsewaard in Wijchen en de plaat krijgt de naam Vagips.

Deze plaat komt naast Fermacell op de Nederlandse markt.

In 1994 neemt Fels-Werke, de producent van Fermacell, de fabriek van Vagips over.

De naam Fermacell blijft ook in Nederland bestaan als gipsvezelplaat.

Later komen er nog andere producenten met gelijkwaardige platen, maar het grootste marktaandeel blijft voor Fermacell.



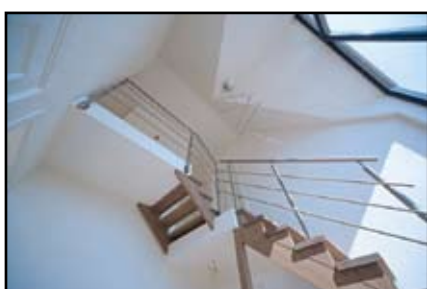
*Museum voor Schone Kunsten te Gent*



*Woonhuis te Gemert*



*Esso hoofdkantoor te Breda*



*Woonhuis te gemert in houtskeletbouw*



*Ziekenhuis te Purmerend*





## 7.2 Gipsvezelplaten

Gipsvezelplaten worden in twee groepen verdeeld:

- gipskern versterkt door vezels en
- gipskern versterkt door een glasvlies, direct onder het oppervlak of op het oppervlak. Er zijn hiervoor twee Europese normen:
- **NEN EN 15283-1** met matten versterkte gipsplaten, **type GM**,
- **NEN EN 15283-2** met vezel versterkte gipsplaten, **type GF**.

## 7.3 Met glasvlies matten versterkte gipsplaten, type GM

Het glasvlies, op het oppervlak of er net onder, zorgt voor de buigtreksterkte van de plaat.

Aan de gipskern kunnen glasvezels en andere stoffen worden toegevoegd om bepaalde eigenschappen te verbeteren.

De platen worden in een continu proces op een lopende band vervaardigd in diktes tussen de 6 en 25 mm.

### Platensoorten volgens NEN EN 15283-1:2008

Deze platen vallen in brandwerendheidsklasse A1, onbrandbaar

Gipsvezelplaat: standaard	type	GM
Gipsvezelplaat: met vertraagde wateropname	type	GM-H1
Gipsvezelplaat: met vertraagde wateropname	type	GM-H2
Gipsvezelplaat: met verhoogde oppervlakhardheid	type	GM-I
Gipsvezelplaat: met hogere breuksterkte	type	GM-R
Gipsvezelplaat: met hogere brandwerendheid	type	GM-F

Type GM: Standaard plaat, toe te passen bij hoge brandwerendheidseisen zoals bekleding van staalconstructies, kabelgoten, ventilatiekanalen, speciale plafonds en wanden (zie ook Hoofdstuk 5 voor toepassing).

Type GM-H1: Als boven, indien vertraagde wateropname wordt gevraagd, zoals bijvoorbeeld in vochtige ruimtes als badkamers. Maximale waterabsorptie 5% (gewichtspcenten).

Type GM-H2: Als boven, maar dan met een maximale waterabsorptie van 10% (gewichtspcenten).

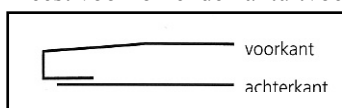
Type GM-I: Toe te passen als een verhoogde oppervlakhardheid wordt vereist, bijvoorbeeld voor vloeren of wanden die een hogere gebruiksbelasting moeten kunnen hebben.

Type GM-R: Toe te passen indien een hogere breuksterkte is vereist.

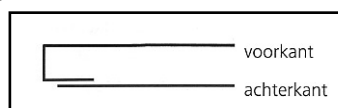
Type GM-F: Toe te passen indien een hogere hechting van de kern bij hoge temperaturen is vereist.

### Kantuitvoeringen

Meest voorkomende kantuitvoeringen zijn:



Afgeschuinde kant AK



Volle kant VK

Ook andere kantuitvoeringen zoals aangegeven in NEN EN 520 zijn mogelijk. Zie ook Hoofdstuk 2: Bouwstoffen, gipskartonplaten.

**Afmetingen en toleranties van met glasvlies matten versterkte gipsplaten volgens NEN EN 15283-1, type GM**

Geldt voor alle types.

Dikte mm	Tolerantie mm	Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
6,0	+ of -0,7	1200	+ 0 tot -4	2700	+ 0 tot -5
10,0	+ of -0,7	1200	+ 0 tot -4	2700	+ 0 tot -5
12,5	+ of -0,7	1200	+ 0 tot -4	2500 2700 3000	+ 0 tot -5
15,0	+ of -0,7	1200	+ 0 tot -4	2400 2500 3000	+ 0 tot -5
20,0	+ of -0,04 x d	1200	+ 0 tot -4	2000 2500 3000	+ 0 tot -5
25,0	+ of -0,04 x d	1200	+ 0 tot -4	2000 2500	+ 0 tot -5

Voor platen  $\geq 18,0$  mm is de dikte tolerantie + of -0,04 x d.

Ook andere diktes, breedtes en lengtes zijn mogelijk. Minimale nominale dikte is 6 mm.

**Minimale breukbelastingen volgens NEN EN 15283-1 type GM**

Type	Dikte mm	Breuklast in N	
		Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup>	Monster 300 x 400, evenwijdig aan de vezelrichting getest loodrecht op de vezelrichting <sup>2)</sup>
GM, GM-H1, GM-H2, GM-I, GM-F	d	16,8.d	43.d
GM-R	d	24.d	58.d

1) Getest met de achterkant in de trekzone

2) Getest met de voorkant in de trekzone





### Thermische eigenschappen van gipsvezelplaten type GM

Warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ )	0,25 W/mK
Thermische uitzettingscoëfficiënt	0,013-0,02 mm/mK
Soortelijke warmtecapaciteit C	0,96 kJ/kgK bij 20°C
Maximaal toelaatbare temperatuur	50°C

### Hygrische eigenschappen van gipsvezelplaten type GM

Eigenschap	Conditie	Waarde
Krimp/uitzetting	Bij 20°C en een verhoging/verlaging van de RV met 30%	0,35 mm/m
Vochtgehalte	Bij 20°C en RV van 65%	0,6-1,0 %

### Andere eigenschappen type GM

- Waterdampgeleidingscoëfficiënt  $\delta = 31 \times 10^{-12}$  s
- Waterdampdiffusieweerstandsgetal  $\mu = 10$
- Oppervlakhardheid (Brinell-test) = 20

## 7.4 Met vezel versterkte gipsplaten type GF

Meestal worden deze platen gipsvezelplaten genoemd. Over het algemeen worden deze platen vervaardigd uit rookgasontzwavelingsgips, water en cellulosevezels.

De cellulosevezels, meestal papiervezels die via een recyclingproces zijn gewonnen, geven de plaat zijn sterkte. Het mengsel van gips, water en vezels wordt onder hoge druk tot een stabiele plaat geperst, gedroogd en op maat gezaagd.

De eerste gipsvezelplaat kwam in 1971 in Duitsland op de markt. Dit was een éénlaagse, homogene gipsvezelplaat.

De platen worden in een continu proces op een lopende band vervaardigd in diverse diktes, bijvoorbeeld in 10,0, 12,5, 15,0 en 18,0 mm.



### Platensoorten volgens NEN EN 15283-2:2008

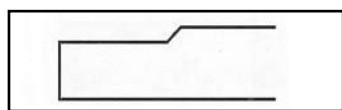
Deze platen vallen in brandwerendheidsklasse A2-s1,d0

Gipsvezelplaat:	standaard type	GF
Gipsvezelplaat:	met vertraagde wateropname type	GF-H
Gipsvezelplaat:	met maximale oppervlak waterabsorptie type	GF-W1
Gipsvezelplaat:	met maximale oppervlak waterabsorptie type	GF-W2
Gipsvezelplaat:	met minimaal vastgelegd gewicht type	GF-D
Gipsvezelplaat:	met verhoogde oppervlak hardheid type	GF-I
Gipsvezelplaat:	met verhoogde buigtreksterkte type	GF-R1
Gipsvezelplaat:	met verhoogde buigtreksterkte type	GF-R2

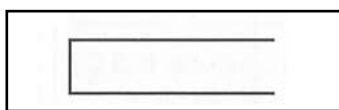
Type GF:	Standaard plaat, toe te passen als bekleding en als beplating voor wanden en plafonds.
Type GF-H:	Als boven indien vertraagde wateropname wordt gevraagd, zoals bijvoorbeeld in vochtige ruimtes als badkamers. Totale maximale waterabsorptie 5% (gewichtsprocenten).
Type GF-W1:	Toe te passen als beperkte oppervlak waterabsorptie wordt gevraagd, maximale absorptie 300 g/m <sup>2</sup> .
Type GF-W2:	Als boven, maximale absorptie 1500 g/m <sup>2</sup> .
Type GF-D:	Toe te passen als een hoger gewicht wordt gevraagd, bijvoorbeeld bij geluidsisolatie-eisen. Minimaal gewicht 1,4 x 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> .
Type GF-I:	Toe te passen als verhoogde oppervlak hardheid wordt vereist, bijvoorbeeld bij toepassing in vloeren.
Type GF-R1:	Toe te passen indien een verhoogde buigtreksterkte wordt vereist, minimaal 10,0 N/mm <sup>2</sup> .
Type GF-R2:	Als boven, buigtreksterkte minimaal 8,0 N/mm <sup>2</sup> .

### Kantuitvoeringen type GF

Meest voorkomende kantuitvoeringen zijn:



Afgeschuinde kant AK



Volle kant VK

Ook andere kantuitvoeringen zoals onder anderen aangegeven in NEN EN 520 zijn mogelijk.

Zie ook Hoofdstuk 2: Bouwstoffen, gipskartonplaten.



## Afmetingen en toleranties van gipsvezelplaten volgens NEN EN 15283-2 type GF

Geldt voor alle types.

Dikte mm	Tolerantie mm		Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
	klasse					
	C1	C2				
10,0	+ of -0,2	+ of -0,5	1000	+ 0 tot -4	1500	+ 0 tot -5
			1195		2600	
12,5	+ of -0,2	+ of -0,5	600	+ 0 tot -4	1200	+ 0 tot -5
			1000		1500	
			1195		2600	
			1200		2600	
15,0	+ of -0,2	+ of -0,05 x d	1195	+ 0 tot -4	2600	+ 0 tot -5
			1200		2400	
18,0	+ of -0,2	+ of -0,05 x d	1200	+ 0 tot -4	2500	+ 0 tot -5
					2600	
					2800	
					3000	

Opmerking: De klasse C1 of C2 van de dikte tolerantie dient op de platen te worden vermeld.  
Ook andere diktes, breedtes en lengtes zijn mogelijk.

## Minimale buigtreksterktes volgens NEN EN 15283-2 type GF

Type	Minimale buigtreksterkte in N/mm <sup>2</sup>	
	d < 18 mm	d ≥ 18 mm
GF, GF-H, GF-W1, GF-W2, GF-D, GF-I	5,5	5,0
	Voor alle diktes	
GF-R1	10,0	
GF-R2	8,0	

## Thermische eigenschappen van gipsvezelplaten type GF

Warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ )	0,29- 0,44 W/mK
Thermische uitzettingscoëfficiënt	0,01 mm/mK
Soortelijke warmtecapaciteit C	1,1 kJ/kgK bij 20°C
Maximaal toelaatbare temperatuur	50°C



## Hygrische eigenschappen van gipsvezelplaten type GF

Eigenschap	Conditie	Waarde
Krimp/uitzetting	Bij 20°C en een verhoging/verlaging van de RV met 30%	0,25-0,60 mm/m
Vochtgehalte	Bij 20°C en RV van 65%	1-1,3%
Zwelling bij onderdompeling	Na 24 uur	< 2%

### Andere eigenschappen type GF

- **Waterdampgeleidingscoëfficiënt**  $\delta = 31 \times 10^{-12} \text{ s}$
- **Waterdampdiffusieweerstandsgetal**  $\mu = 13-20$
- **Oppervlakhardheid (Brinell-test)** = 25-40
- **Oppervlakhardheid** (getest volgens EN 15283) maximale indrukking 15 mm, geldt voor type GF-I
- **Stootweerstand** (volgens EN 1128) = 11 mm/mm plaatdikte

## Toepassing gipsvezelplaten type GM

Zie voor toepassing als brandwerende bekleding van staalconstructies Hoofdstuk 5.

## Toepassing gipsvezelplaten type GF

Gipsvezelplaten hebben eenzelfde toepassingsgebied als gipskartonplaten in wanden, vloeren en plafonds.

Naast de éénlaagse homogene gipsvezelplaat bestaan twee andere types namelijk:

- de drielaagse, homogene gipsvezelplaat,
- de drielaagse, sandwich gipsvezelplaat.

Voor alle types geldt een opbouw uit gips, cellulosevezels en water.

Aan de drielaagse sandwichplaat worden perlietkorrels toegevoegd voor het verkrijgen van een lager gewicht met behoud van de brandwerende eigenschappen.

### Nominale gewichten:

éénlaags homogeen	drielaags homogeen	drielaags sandwich
1125-1175 kg/m <sup>3</sup>	1200 kg/m <sup>3</sup>	990 kg/m <sup>3</sup>

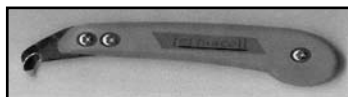
## 7.5 Het werken met gipsvezelplaten

(éénlaags homogeen, bron Fermacell)

De verwerking van gipsvezelplaten is eenvoudig. Speciaal gereedschap is niet nodig. Na het aangeven van de snijlijnen kunnen de platen met een ritsmes, langs een rei, worden ingesneden en vervolgens afgebroken. Er dient rekening te worden gehouden met een voegbreedte van 5-7 mm (of  $\frac{1}{2}$  x de plaatdikte). Ook is het mogelijk de platen op maat te maken met behulp van een handzaag of decoupeerzaag. Om stof te vermijden, dient er voor voldoende afzuiging te worden gezorgd.



Insnijden met ritsmes



Ritsmes



Afbreken



Speciale spuitmond bij lijmvoegmethode

Voor het uitsnijden van rechthoekige stukken dient de korte kant te worden ingezaagd en de lange kant te worden ingesneden en afgebroken. De gesneden zijanten hoeven alleen geschaafd te worden als ze in het zicht blijven. Het afvoegen van de platen wordt niet bemoeilijkt door ongeschaafde kanten.

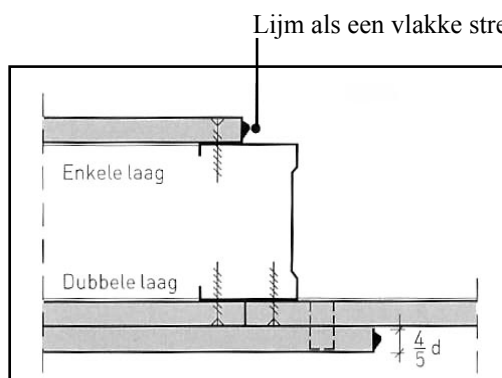
Voor het verbinden van de platen en de afwerking van de naden bestaan drie verschillende voegtechnieken. Twee op basis van gips bij rechte kant en afgeschuinde kant AK en één met een speciale lijm.

### Voegverbindingen algemeen

Bij dubbele of meervoudige beplating wordt de eerste laag altijd “koud” tegen elkaar bevestigd. De voegverbindingen kunnen op drie manieren worden uitgevoerd:

- lijmvoegmethode
- gipsvoegmethode voor rechte kant
- gipsvoegmethode voor AK kant

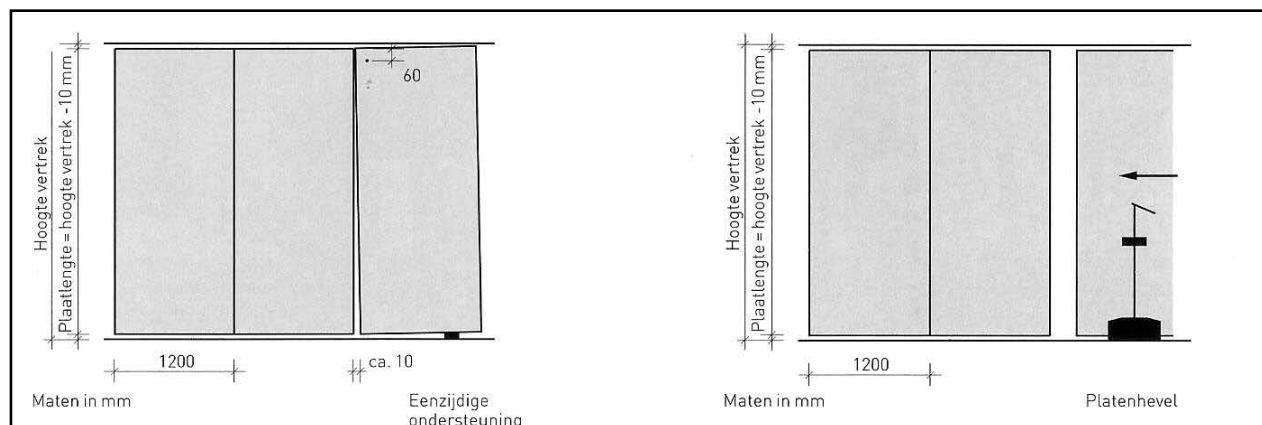
## 7.6 Lijmvoegmethode



$4/5 d$  = breedte van de lijms streng

Om een optimale verbinding tussen de platen te verkrijgen, dient hiervoor de door de fabrikant aanbevolen lijms te worden toegepast. De zijkanten van de plaat dienen stofvrij te zijn. De lijms mag niet in contact komen met het regelwerk. De platen dienen haaks en volledig recht gezaagd te zijn. Het is belangrijk dat bij het tegen elkaar drukken van de platen de lijms de voeg helemaal vult en uit de voeg vloeit. De maximale breedte van de voeg is 1 mm en mag niet tot nul worden samengedrukt.

### Montage van de platen



*afbeeldingen Fermacell*

De eerste plaat wordt volledig vastgeschroefd op het metalen C-profiel (zie voor de profielen: Hoofdstuk 2 Bouwstoffen; metalen profielen).

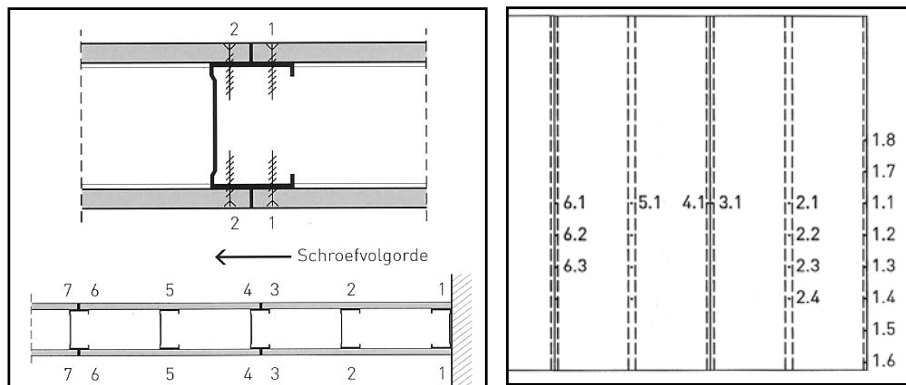
Men dient te beginnen aan de open zijde van het profiel. Daarna wordt de lijms vanuit de koker in de vorm van een vlakke streng op het midden van de zijkant aangebracht.

Minimale verwerkingstemperatuur van de lijms is 10°C. Omgevingstemperatuur niet lager dan 5°C .

De tweede plaat wordt aan één zijde zodanig ondersteund dat de platen elkaar aan de bovenzijde raken. De plaat wordt op ca. 60 mm onder de bovenkant met een schroef 3,9 x 30 mm op het metalen profiel bevestigd.

Als de ondersteuning wordt verwijderd, drukt de plaat zich door zijn eigen gewicht tegen de al geplaatste plaat, waardoor de lijms wordt samen gedrukt. De volgende schroeven moeten gelijkmatig van boven naar beneden worden aangebracht.

Het monteren kan ook worden uitgevoerd met een platenhevel. In dat geval worden de platen vanuit het midden geschroefd. De voegbreedte dient 0,5-1 mm te zijn.



Schroefvolgorde voor het bevestigen van de platen bij gebruik van de platenhevel bij de lijmvoegtechniek. Dit geldt ook voor de onderste plaatlaag bij meervoudige beplating.

De lijmvoegtechniek wordt alleen bij de buitenste laag toegepast.

Bij dubbele beplating wordt de tweede laag minimaal 200 mm verspringend aangebracht. Bij de lijmvoegtechniek hoeft de voeg van de tweede laag niet op de stijl te worden aangebracht. Schroeven ca. 1 mm laten verzinken.

Na het uitharden van de lijm wordt de overtollige lijm volledig verwijderd. De wand wordt vervolgens afgewerkt met voegengips bij de voegen en de schroefkoppen.

## 7.7 Gipsvoegmethode voor rechte kant

Gipsvezelplaten kunnen ook worden afgevoegd met een speciaal voegengips, zie hiervoor de voorschriften van de fabrikant.

Bij platen afgewerkt met de gipsvoegmethode dient de voegbreedte de helft van de plaatdikte te bedragen. Platen van 10 en 12,5 mm dikte worden 5-7 mm uit elkaar gemonteerd op dezelfde stijl. Voor platen van 15 en 18 mm wordt dit 7-9 mm.

De voegen moeten voor het afvoegen stofvrij zijn.

Er mag pas worden afgevoegd als de werkzaamheden in de ruimte die bouwvocht veroorzaken, zoals stukadoors of het aanbrengen van afwerkvloeren, zijn uitgevoerd en gedroogd. De platen mogen niet meer restvocht hebben dan 1,3%.

Normaal gesproken wordt geen wapeningsband gebruikt. Alleen bij dikkere afwerk-lagen, bijvoorbeeld structuurpleister, kan wapeningsband nodig zijn.

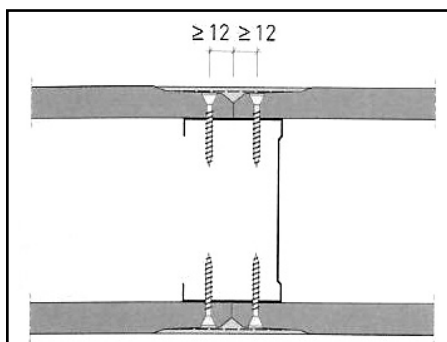
Bij de gipsvoegmethode is achter de voeg altijd een ondersteuning noodzakelijk, ook bij horizontale naden.

Het afvoegen (zie ook Hoofdstuk 2, Bouwstoffen; voegmateriaal en afwerksyste-men).

De voegen worden met behulp van een pleisterspaan volledig gevuld met voegen-gips en glad getrokken. Ook de schroefkoppen worden afgevoegd. Oneffenheden kunnen na verharding licht worden geschuurd. Nadat de voeg stofvrij is gemaakt, kan de tweede laag worden aangebracht. Afhankelijk van de gestelde vlakheidseisen (zie Hoofdstuk 2, Voegmateriaal en afwerksystemen) kunnen extra finishlagen nodig zijn.



## 7.8 Gipsvoegmethode voor AK kant

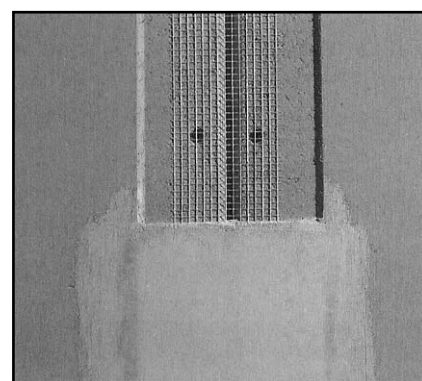
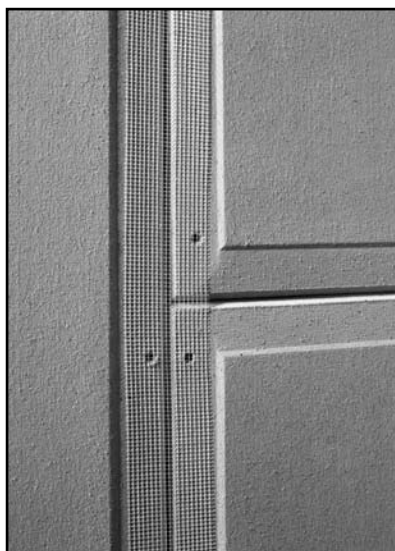


Bij enkele beplating naden tegenover elkaar

Bij deze methode worden platen met een afgeschuinde langskant, AK, gebruikt. De platen worden tegen elkaar gemonteerd. Schroeven ca. 1 mm onder het oppervlak laten verzinken, dit om de schroefkoppen te kunnen afvoegen. De platen mogen pas worden afgevoegd als het restvochtgehalte onder 1,3% ligt.

### Het afvoegen.

De platen moeten voor het afvoegen stofvrij zijn. Op de naad wordt een zelfklevend gaasband als wapening aangebracht, daarna wordt het verdiepte gedeelte (de AK kant) volledig opgevuld met voegengips. Het is van belang het gips door het gaasband te drukken om de v-groef goed te vullen.



afbeeldingen Fermacell

Door het drogen zal het voegengips iets krimpen. Door na droging een tweede laag aan te brengen wordt dit vlakgestreken. Oneffenheden kunnen licht worden geschuurd. Tevens worden de schroefkoppen gevuld. Afhankelijk van de gestelde vlakheidseisen kan een brede finishlaag worden aangebracht.

Voor alle afvoegmethodes geldt:

bij vlakheidsklasse A, de hoogste kwaliteit, wordt het oppervlak volledig gefilmd met een daartoe geschikt finishmateriaal.

## 7.9 Bevestigingsmogelijkheden van gipsvezelplaten op metalen profielen

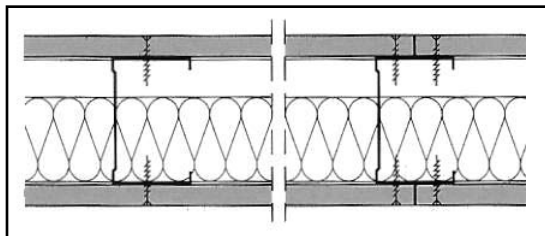
(bron Fermacell)

Bij enkele beplating worden de platen geschroefd.

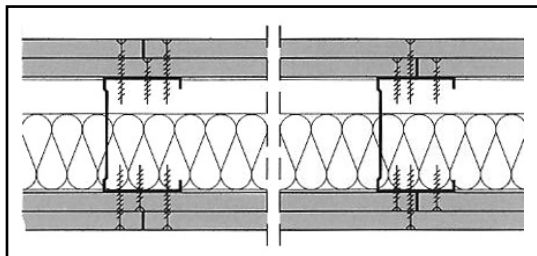
Bij dubbele of meervoudige beplating kunnen de platen geschroefd worden op de onderconstructie of op de eerste beplating en op de volgende beplatingen geniet.

Indien de platen worden geschroefd, komt de naad altijd ter plaatse van het profiel.

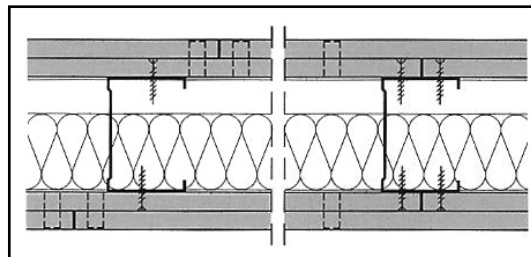
De naden verspringen per laag per profielveld. Indien de platen worden geniet, verspringen de platen per laag minimaal 200 mm. Zie onderstaande details. De profielafstanden zijn voor wanden afhankelijk van de plaatdikte; maximaal 50 x plaatdikte.



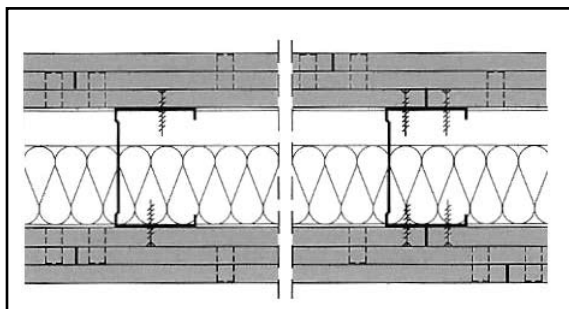
Enkele beplating geschroefd



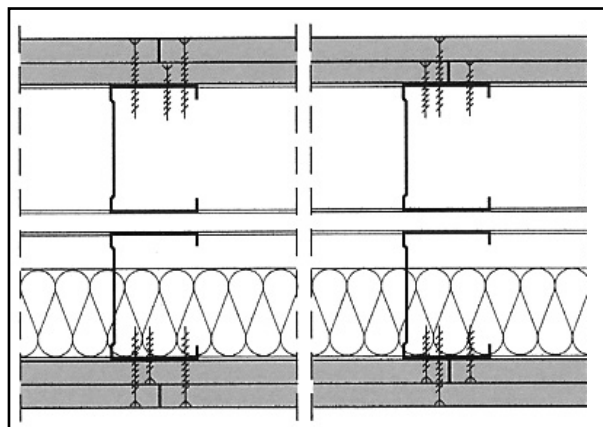
Dubbele beplating geschroefd



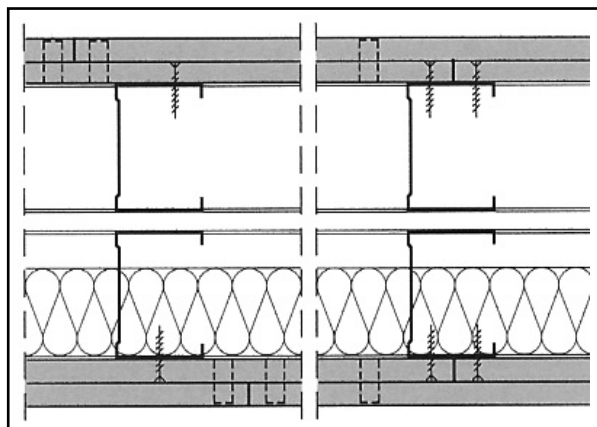
Dubbele beplating, buitenste plaat op de onderste plaat geniet



Drievoudige beplating, de tweede en de derde plaat op de onderste geniet



Dubbele beplating geschroefd



Dubbele beplating, buitenste plaat op de onderste geniet

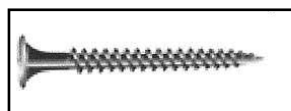
Ook is het zeer goed mogelijk de buitenste beplating op de onderste te schroeven zonder dat de schroef in het profiel wordt bevestigd.

TABEL: Type, lengte en h.o.h.-afstand van bevestigingsmiddelen bij de bevestiging van plaat op plaat in wandconstructies.

Plaatopbouw	Spreidneten, verzinkt en geharst d = 1,5 mm, h.o.h.- afstand rijen ≤ 400 mm		Schroeven d = 3,9 mm, h.o.h.-afstand rijen ≤ 400 mm	
	lengte in mm	afstand in mm	lengte in mm	afstand in mm
10,0 mm op 10,0 mm 10,0 mm op 12,5 mm	18-19	150	30	250
12,5 mm op 12,5 mm 12,5 mm op 15,0 mm	21-22	150	30	250
15,0 mm op 15,0 mm	25-28	150	30	250
18,0 mm op 18,0 mm	31-34	150	45	250

TABEL: Maximale h.o.h. afstanden van de stijlen in wanden met gipsvezelplaten bij verschillende plaatdiktes.  
Maten in mm.

Dikte 10,0 mm	Dikte 12,5 mm	Dikte 15,0 mm	Dikte 18,0 mm
500	625	750	900



### Schroeven

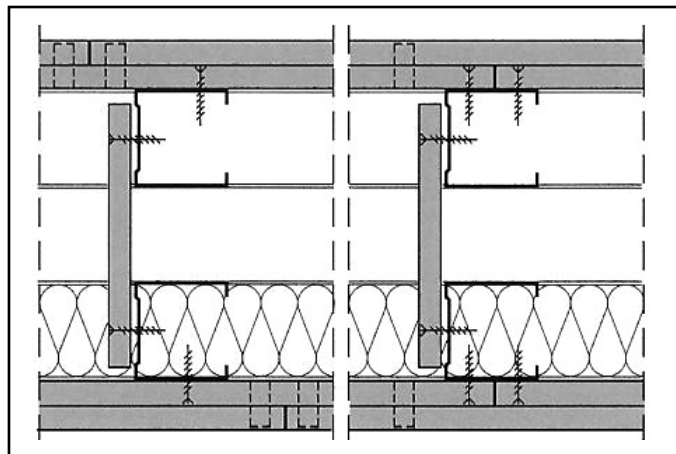
Gipsvezelplaten worden bevestigd met speciale schroeven.  
Afmetingen 3,9 x 19; 3,9 x 22; 3,5 x 30; 3,9 x 30; 3,9 x 40 en 3,9 x 55

Gipsvezelschroef.

TABEL: Veel voorkomende wandtypes met waarden brandwerendheid en geluidsisolatie (bron Fermacell).

Wandtype	Beplating per zijde mm	Breedte profielen mm	Totale wanddikte mm	Minerale wol (mw) mm/ kg/m <sup>3</sup>	Brandwerendheid in minuten	Geluidsisolatie Rw in dB
	12,5	50	75	40/40	30	48
		75	100	zonder mw	30	43
				40/20	30	51
				60/20	30	54
				60/55	60	54
		100	125	zonder mw	30	43
				40/20	30	51
				60/20	30	54
				75/45	60	54
			125	150	zonder mw	30
			100/20	30	55	
	12,5 + 10,0	50	95	50/50	90	59
	12,5 + 12,5	50	100	50/50	90	59
	12,5 + 10,0	75	120	50/50	90	60
	12,5 + 12,5	75	125	zonder mw	60	54
				50/50	90	60
	12,5 + 10,0	100	145	50/50	90	60
	12,5 + 12,5	100	150	zonder mw	60	56
				50/50	90	60
12,5 + 10,0	125	170	80/30	90	62	
12,5 + 12,5	125	175	zonder mw	60	56	
			80/30	90	62	
	12,5 + 12,5 + 10,0	100	170	80/50	180	63
	12,5 + 12,5 + 10,0	125	195	80/50	180	64
	12,5 + 10,0	2 x 50	150	50/50	90	62
	12,5 + 12,5		155			
	12,5 + 10,0		155			
	12,5 + 12,5		160			
	12,5 + 10,0*		155*			
	12,5 + 12,5*		160*			
	12,5 + 10,0	2 x 75	200	64		
	12,5 + 12,5		205			
	12,5 + 10,0		205			
	12,5 + 12,5		210			
	12,5 + 10,0*		205*			
	12,5 + 12,5*		210*			
			60*			

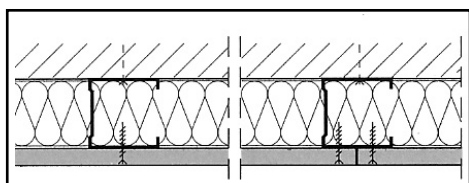
\* = Profielen zijn gekoppeld door middel van stroken gipsvezelplaat op 1/3 wandhoogte met een maximum afstand van 1500 mm.



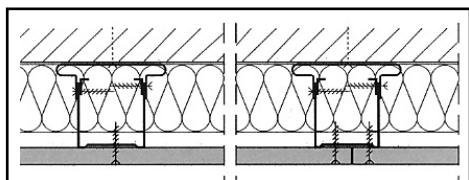
Koppeling van de stijlen door middel van stroken 12,5 mm gipsvezelplaat 300 mm hoog, op 1/3 en 2/3 van de hoogte met een maximum afstand van 1500 mm.

## 7.10 Voorzetwanden (zie ook Hoofdstuk 4)

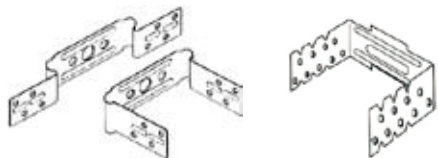
Soorten voorzetwanden met gipsvezelplaten



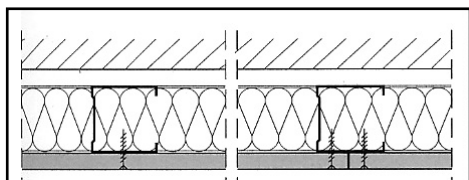
Onderconstructie met C-profiel bevestigd aan achterwand.



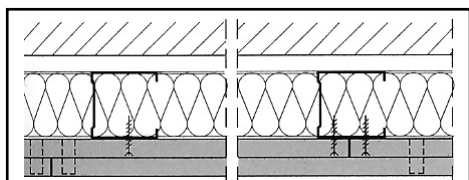
Onderconstructie met C-profiel op afstandhouder/montagebeugel. Het is aan te bevelen tussen muur en afstandhouder akoestisch band aan te brengen.



Enkele soorten afstandhouders/montagebeugels.



Onderconstructie met C-profiel vrij van achterwand enkele beplating.

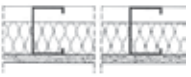





Onderconstructie met C-profiel vrij van achterwand dubbele beplating.

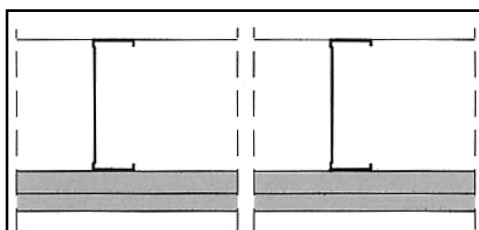


TABEL: Voorzetwanden

De geluidsisolatie van voorzetwanden is afhankelijk van de achterliggende constructie.

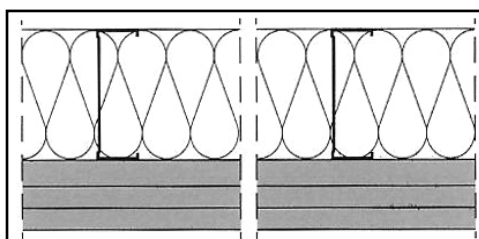
Type voorzetwand	Bepaling in mm	Breedte profielen mm	Wanddikte	Minerale wol mm/kg/m <sup>3</sup>	Brandwerendheid in minuten
	12,5	75	87,5	50/20	-
		100	112,5		
	12,5 + 10,0	75	97,5	50/20	30
		100	122,5		
	15,0 + 15,0	75	105,0	75/30	60
		100	130,0	100/30	
	15,0 + 2 x 12,5	75	115,0	60/40	90
		100	140,0	100/30	

## 7.11 Schachtwanden



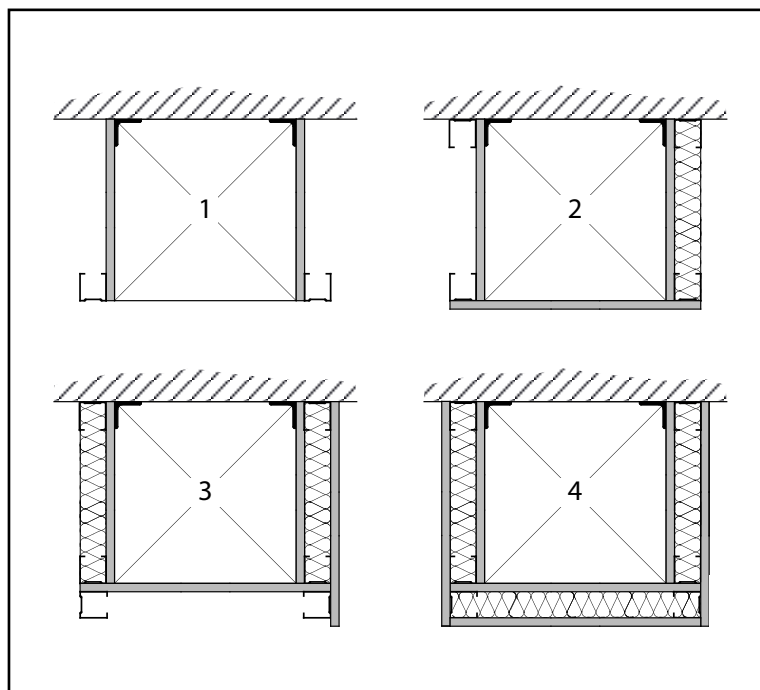
Schachtwand

Beplating: 12,5 mm + 10 mm  
Brandwerendheid 30 minuten



Schachtwand

Beplating: 15,0 mm + 2 x 12,5 mm  
Brandwerendheid 90 minuten



Schachtwanden en voorzetwanden hebben veel gemeen. Het grote verschil zit in de toepassing. Voorzetwanden staan altijd vóór iets. Er is altijd een achterconstructie aanwezig. Dit is niet het geval bij schachtwanden. Schachtwanden staan rond een opening in een vloer.





De eisen liggen ook anders, omdat bij voorzetwanden de achterliggende constructie meetelt. Dit kan bij schachtwanden dus niet.

De opbouw van een schachtwand kan verschillen. Meestal is aan één zijde, de buitenzijde, een beplating (zie boven). Wil men toch een volledige wandopbouw dan is nevenstaande methode een mogelijkheid.

Er dient wel rekening mee te worden gehouden dat uit oogpunt van brandwerendheid de laag aan de binnenzijde van minimaal 10 mm dik onbrandbaar materiaal moet zijn. Gipsvezelplaat is dan niet geschikt! Deze worden niet als onbrandbaar beschouwd. Het materiaal moet klasse A1 zijn. Bijvoorbeeld een gipsplaat met een glasvlies in plaats van karton. Bovenstaande kan uiteraard ook met meerdere lagen beplating worden uitgevoerd.



TABEL: Geluidsisolatie schachtwanden met gipsvezelplaten

Afbeelding	Type	Opbouw	Massa	Frequentie						Rw
				125	250	500	1000	2000	4000	
	C-1/45/57,5	1 x 12,5	14,0 kg/m <sup>2</sup>	18	22	26	30	33	27	30
	C-2/45/70	2 x 12,5	28,0 kg/m <sup>2</sup>	24	28	32	36	39	33	36
	SW:D-1/45 + MW40	1 x 12,5 + 40 mm MW schachtzijde	16,0 kg/m <sup>2</sup>	18	22	27	34	40	36	32
	SW:D-2/45 + MW40	2 x 12,5 + 40 mm MW schachtzijde	30,0 kg/m <sup>2</sup>	24	28	33	40	46	42	38

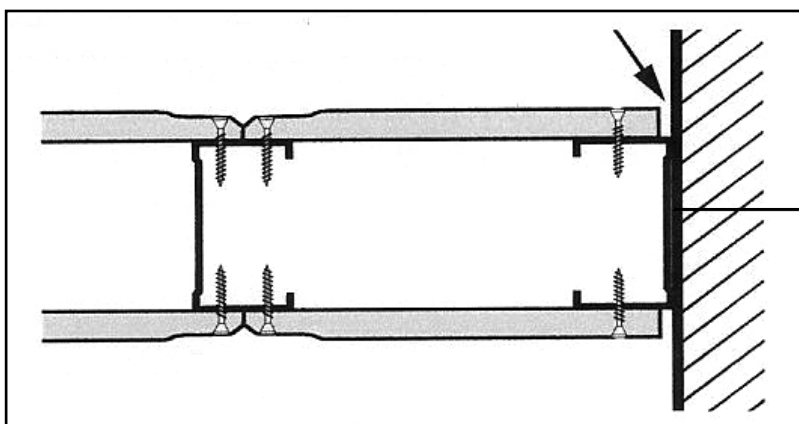
MW = minerale wol, in dit geval steenwol.

D = dubbele profielen, in dit geval met de ruggen tegen elkaar.

Eis in het Bouwbesluit: maximale geluidsniveauwaarde 30dB(A).

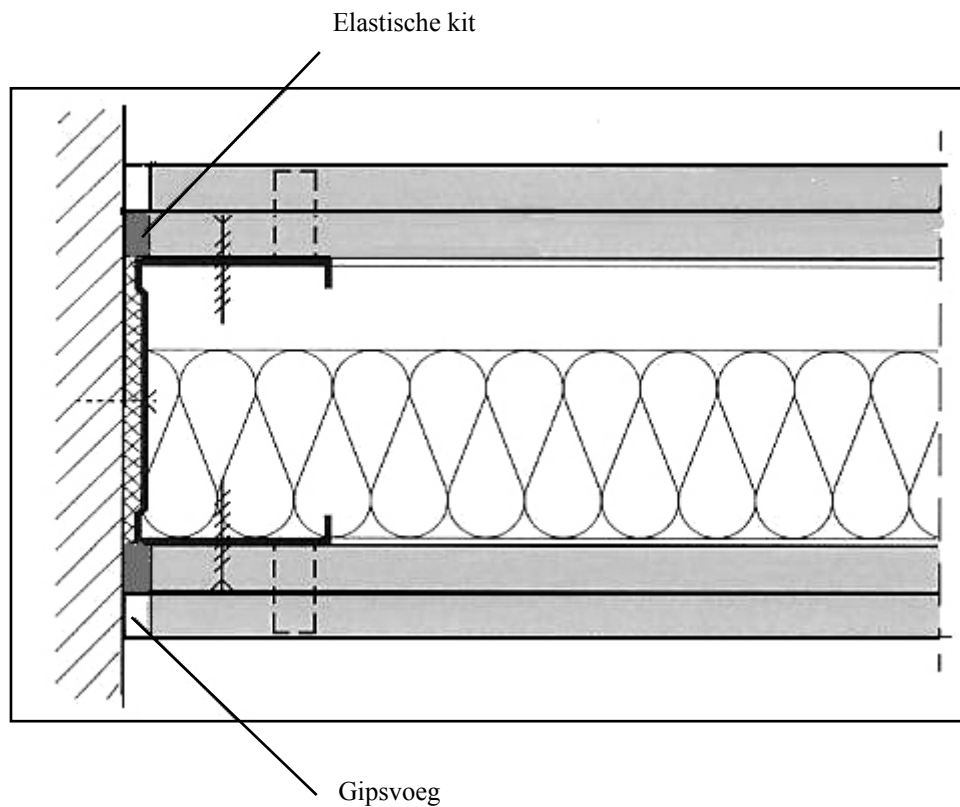
Indien de waarde van het geluidsniveau in de schacht bekend is, kan de juiste schachtwand worden gekozen.

### Aansluitingen (bron Fermacell)



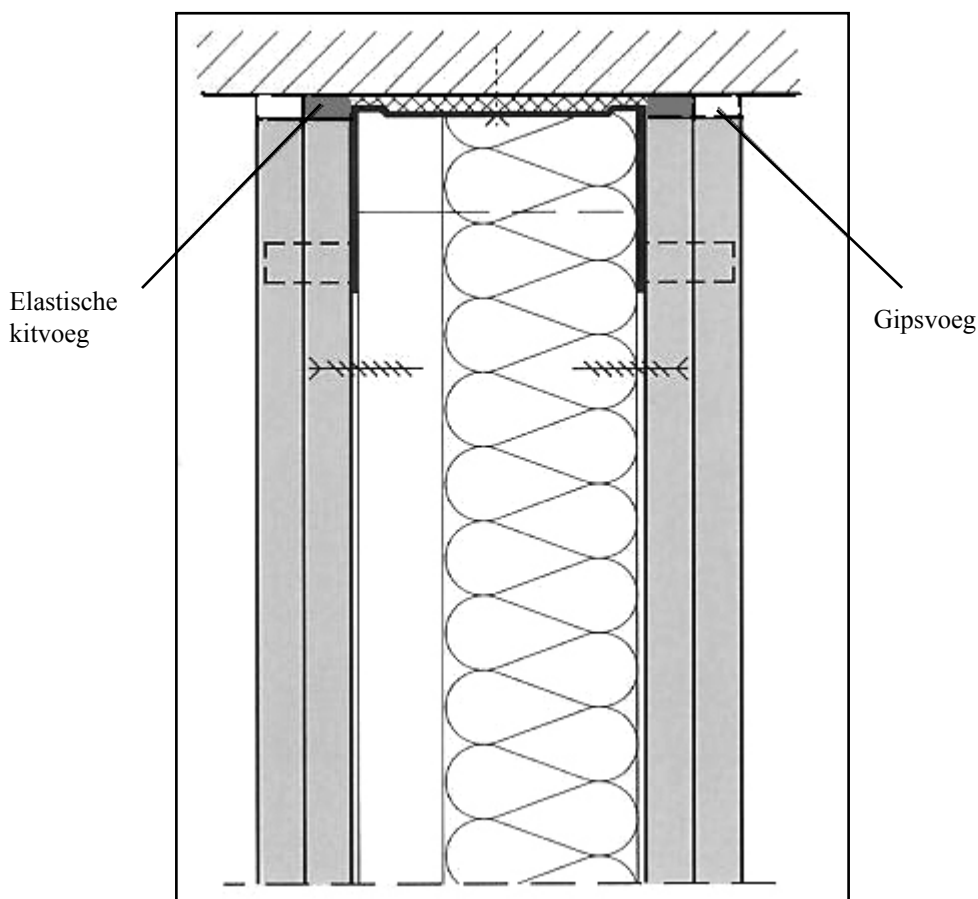
Bepaling dient 5 mm vrij gehouden te worden van aansluitingen

Cellenband / akoestisch band



#### Zij-aansluiting

De beste resultaten worden verkregen indien de eerste laag wordt afgekit, goede akoestische oplossing, en de tweede laag wordt afgegipst, goede brandwerende oplossing. Geldt ook voor onderstaand detail. Brandwerendheid minimaal 60 minuten.



#### Boven aansluiting

Goede akoestische en brandwerende oplossing.

Let op: platen mogen niet aan boven- of onderregel worden geschroefd.

## 7.12 Glijdende plafondaansluitingen

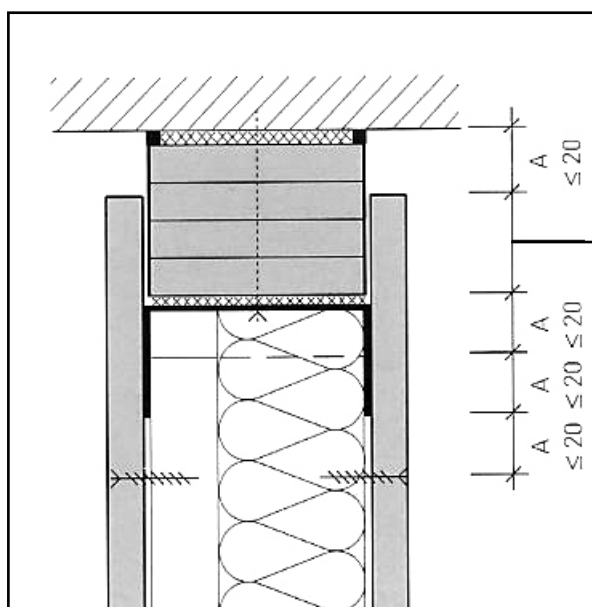
In de meeste gevallen is geen glijdende plafondaansluiting nodig omdat een doorbuiging van de bovengelegen vloer  $< 10$  mm wordt opgevangen door de wand zelf.

Immers zowel de platen als de profielen zijn 10 mm korter dan de afstand van vloer tot vloer en de platen worden niet aan de boven en onderregel geschroefd. Zie ook de montagevoorschriften van de fabrikanten.

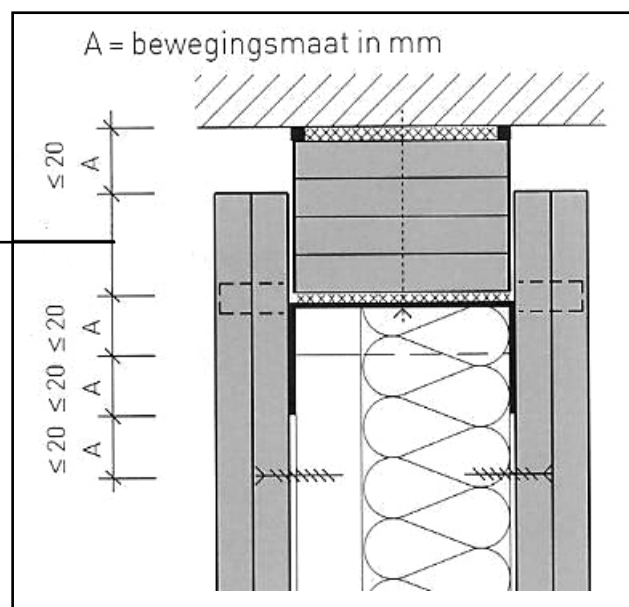
Wordt een doorbuiging verwacht  $\geq 10$  mm dan zijn speciale voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Krachten vanuit de ruwbouw mogen nooit worden overgebracht op niet dragende scheidingswanden.

Onderstaand volgen enkele principedetails van glijdende bovenaansluitingen met brandeisen.

Glijdende plafondaansluitingen, bewegingsmaat A is in mm.

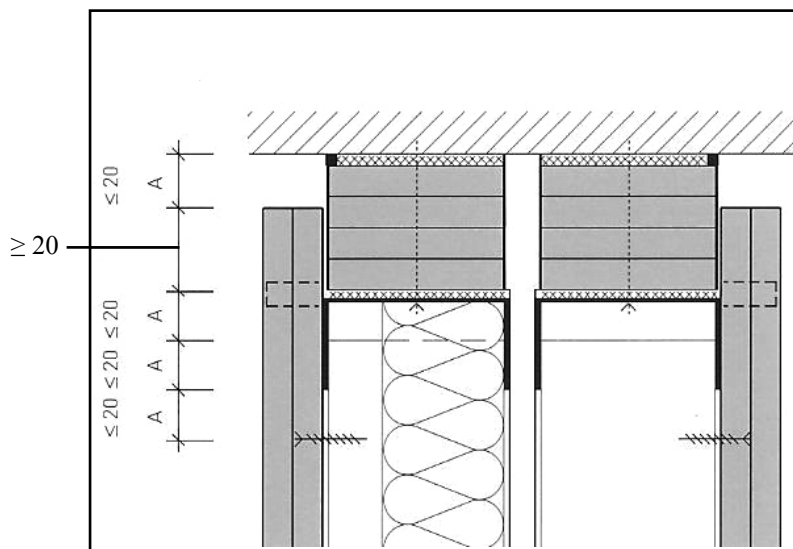


Brandwerendheid 30 minuten



Brandwerendheid 90 minuten

(afbeeldingen Fermacell)



Brandwerendheid 90 minuten

Het pakket stroken worden ter breedte van de bovenregel gezaagd. Ze worden onderling verlijmd of met nieten of schroeven aan elkaar bevestigd. Het geheel wordt gelijktijdig met de bovenregel aan het ruwbouwplafond bevestigd h.o.h. maximaal 700 mm.

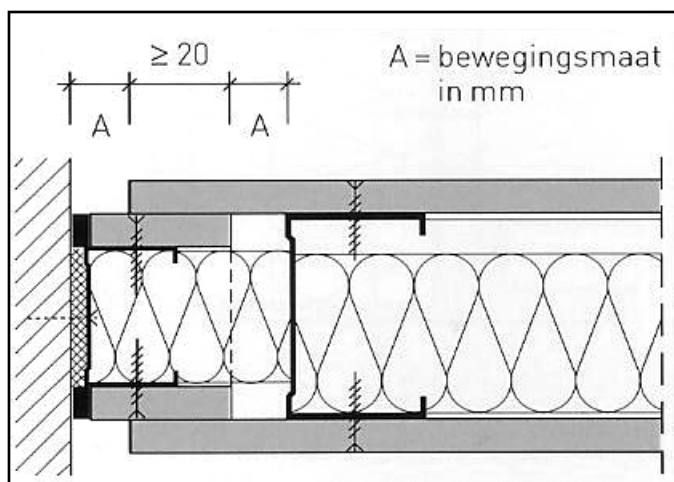
De dikte van het pakket is het totaal van de verwachte doorbuiging en de overlapping van de wandplaten. In verband met de vereiste brandwerendheid is de breedte van de stroken minimaal 50 mm.

De wandplaten worden zodanig op maat gesneden dat tussen onderkant vloer en bovenkant beplating een voeg overblijft gelijk aan de te verwachten doorbuiging -A- van de vloer. De overlapping tussen de rand van de plaat en de stroken is minimaal 20 mm. De platen mogen alleen op de C-stijlen worden bevestigd. De bovenste schroeven dienen op de maat -A- onder de bovenregel te worden geschroefd.

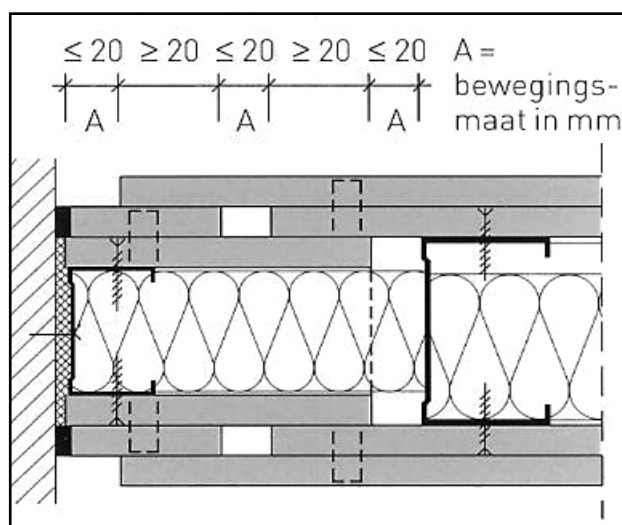
## 7.13 Glijdende gevelaansluitingen

Gevels kunnen onder invloed van windbelasting een drukkende of zuigende beweging uitoefenen op aansluitende binnenwanden.

Enkele principedetails om deze bewegingen op te kunnen vangen.



Enkele beplating 1 x 12,5 mm  
Brandwerendheid 30 minuten



Dubbele beplating 2 x 12,5 mm  
Brandwerendheid 90 minuten

## 7.14 Dilatatievoegen

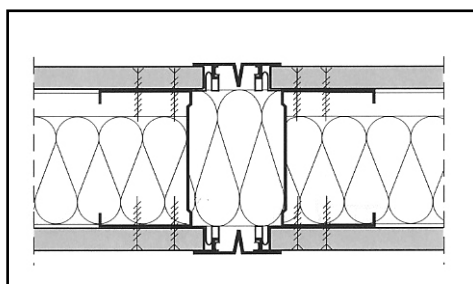
Dilataties zijn nodig indien:

- bouwkundige dilataties aanwezig zijn;
- in lengterichting meer dan 8 meter aaneengesloten plaatoppervlak aanwezig is bij gipsvoegen;
- in lengterichting meer dan 10 meter aaneengesloten plaatoppervlak aanwezig is bij lijmvoegen.

Bij dilataties dient extra aandacht te worden besteed aan brandeisen.

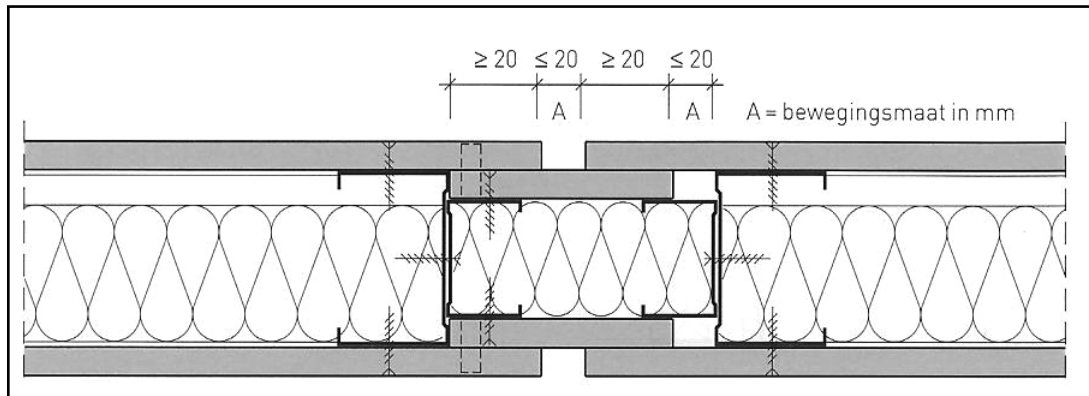
Ter plaatse van de voeg dient minimaal dezelfde plaatdikte aanwezig te zijn als bij de rest van de wand.

Onderstaand detail is mogelijk indien er geen brandeisen zijn.



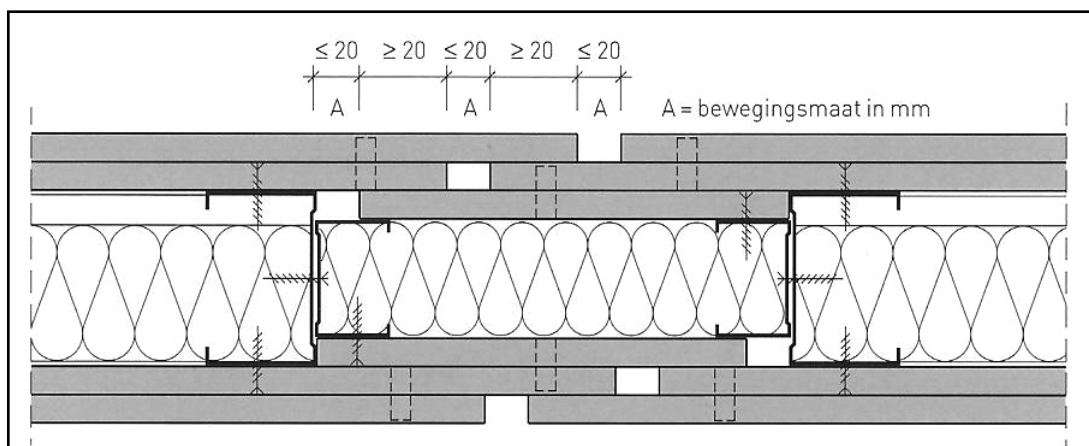
Dilatatie kan met speciale strips worden afgewerkt.

**Dilatatie details met brandeisen.**



Ter plaatse van de voeg dezelfde plaatdikte als de rest van de wand.  
Beplating 1 x 12,5 mm.

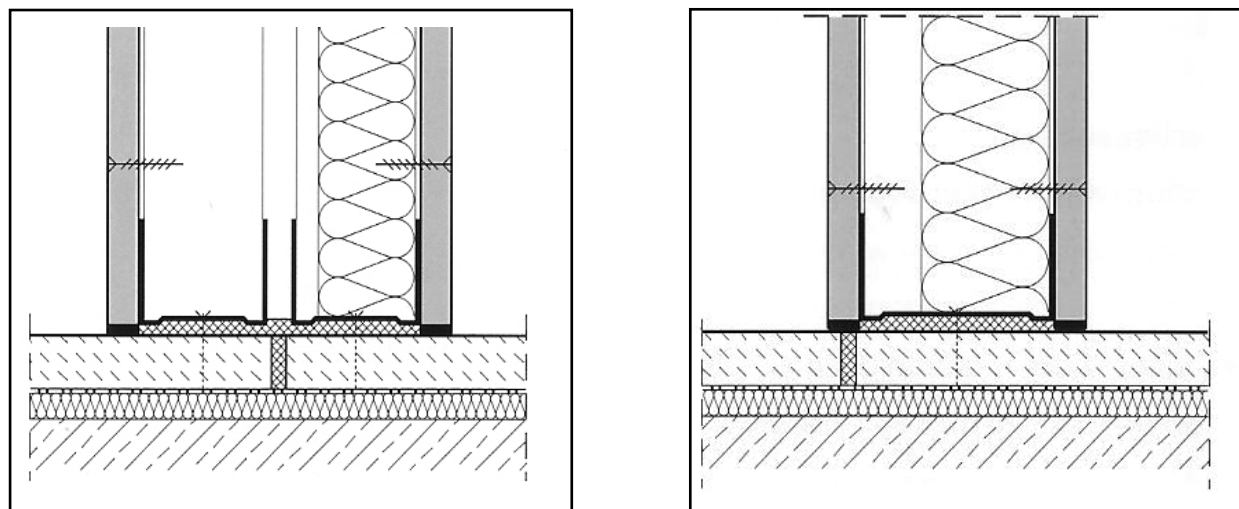
Brandwerendheid 30 minuten



Ter plaatse van de voeg dezelfde plaatdikte als de rest van de wand.  
Beplating 2 x 12,5 mm.

Brandwerendheid 90 minuten

**Vloeraansluitingen op zwevende dekvloer**



Ter voorkoming van flankerend geluidsoverdracht via de vloer, de zwevende dekvloer onder de wand dilateren.



## 7.15 Wandafwerking

Zie voor tabel Afwerkingsniveaus van in het werk af te werken gipsvezelplaten op wanden en plafonds: Hoofdstuk 2, Afwerksystemen.

Gipsvezelplaten kunnen op vele manieren worden afgewerkt, bijvoorbeeld schilderen of behangen, betegelen of bepleisteren.

Van te voren dient te worden vastgesteld of het oppervlak geschikt is.

Algemeen: Het oppervlak moet droog en stofvrij zijn. Dit geldt ook voor de voegen.

Voordat wordt begonnen moet extra aandacht worden geschonken aan de volgende punten.

- Resten gips, cement en dergelijke moeten zijn verwijderd.
- Krassen en eventuele beschadigingen moeten zijn geëgaliseerd.
- Alle afgevoegde naden en schroefkoppen moeten glad en eventueel licht nageschuurd zijn.
- De platen moeten droog zijn.
- Stof moet zorgvuldig zijn verwijderd.

### Conditie op de bouwplaats

De vochtigheid van de gipsvezelplaten moet vóór het afwerken onder de 1,3% liggen.

### Schilderwerk

Op gipsvezelplaten kunnen alle algemeen gebruikelijke verfsoorten worden toegepast, zoals latex- en dispersieverf.

Een latexverf moet voldoende dekkend worden aangebracht.

### Behangen

Alle soorten behang, ook structuurbehang, kunnen met de juiste behanglijm worden aangebracht. In tegenstelling tot gipskartonplaten hoeven gipsvezelplaten niet te worden voorgestreekt om het behang later te kunnen verwijderen.

Het gebruik van een voorstrijkmiddel is alleen nodig indien de fabrikant van het behang dit voorschrijft.

### Structuurpleister

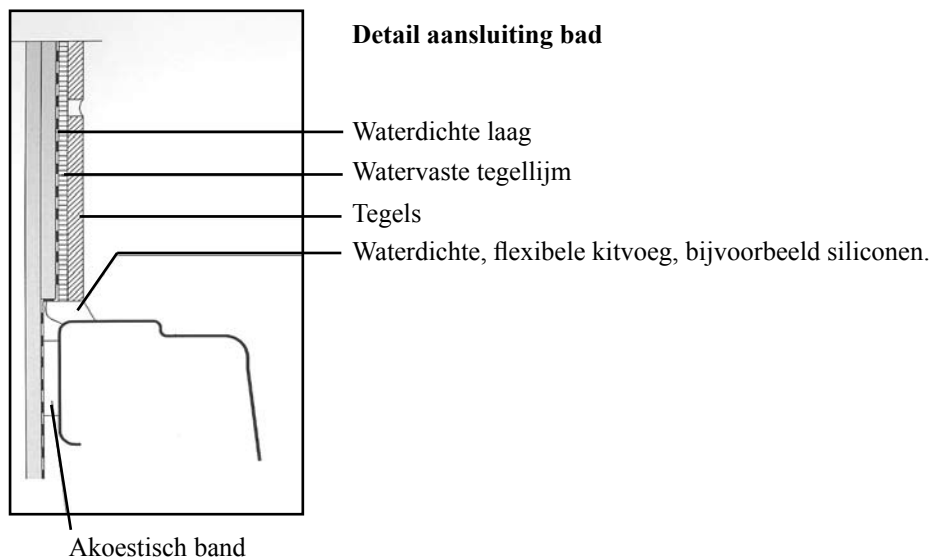
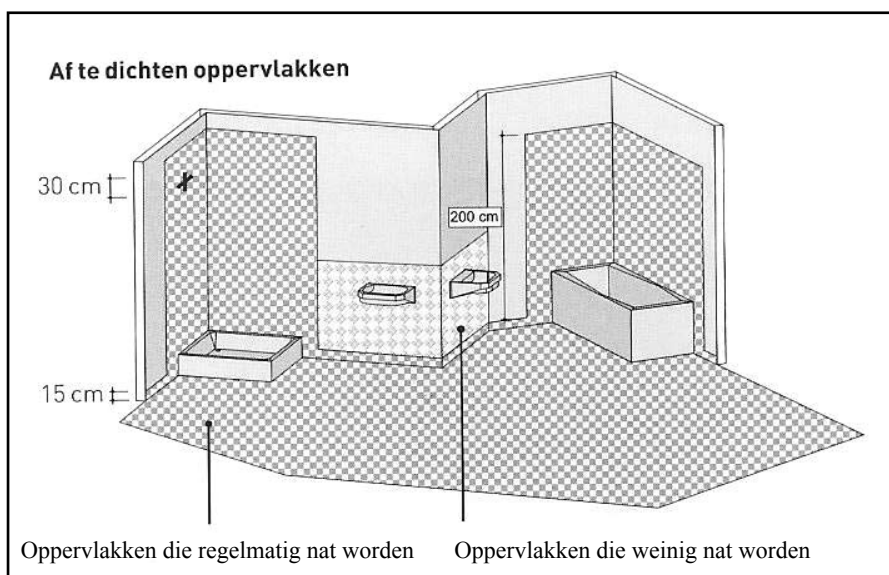
Indien structuurpleister op de gipsvezelplaten wordt aangebracht moeten de gipsvoegen (niet de AK kant) extra van een wapeningsband te worden voorzien. Bij lijmvoegen is dit niet nodig.

De structuurpleisters moeten volgens voorschrift van de fabrikant worden verwerkt.



## Tegels

In badkamers, waar de oppervlakken regelmatig nat worden, dienen de tegels met watervaste tegelijm te worden aangebracht. Hieronder een waterdichte laag aanbrengen. Wandoppervlakken dienen tot minstens 2 meter boven douche- of badvloer waterdicht te worden afgewerkt bijvoorbeeld door middel van tegels. Bij een douche moet de afdichting tot minstens 300 mm boven de hoogste stand van de douchekop worden aangebracht. Alle onderaansluitingen van de wand aan de vloer moeten over een hoogte van minimaal 150 mm waterdicht worden afgewerkt door middel van bijvoorbeeld een zelfklevend kimband. De verticale tegelnaden in de hoeken moeten worden afgedicht met een waterdichte, flexibele, schimmelwerende kit, bijvoorbeeld siliconen. Dit geldt ook voor alle horizontale aansluitingen van wand aan de vloer, douchebak of bad.





## 7.16 Het buigen van gipsvezelplaten

(bron Fermacell)

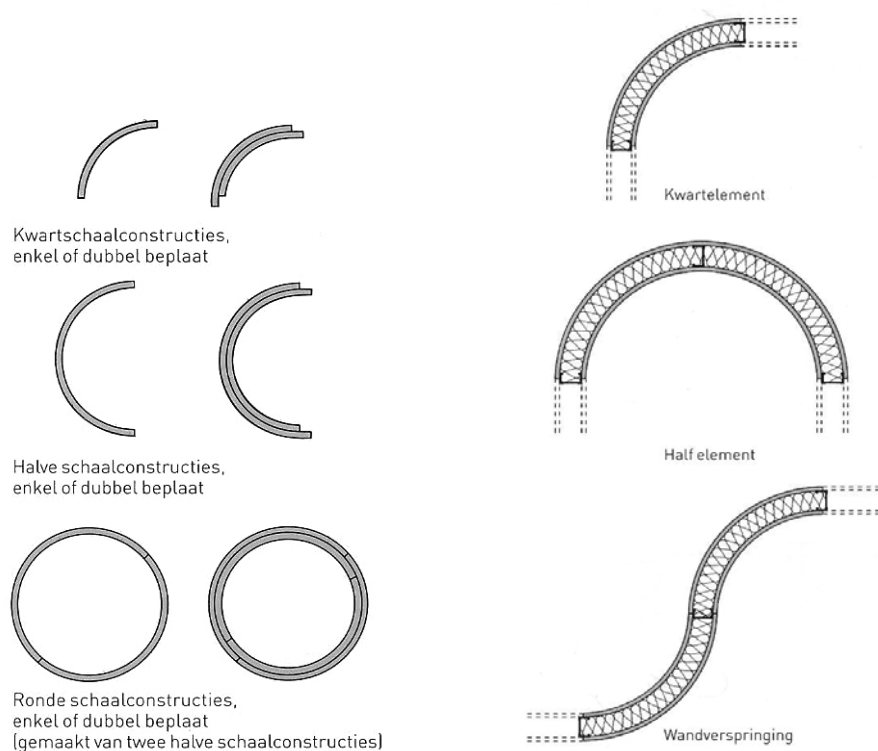
Net als bij gipskartonplaten is hierbij voorzichtigheid geboden en is het noodzakelijk de voorschriften van de fabrikant op te volgen.

De straal waarover gipsvezelplaten kunnen worden gebogen is ten opzichte van gipskartonplaten beperkt. De dikte is 10,0 of 12,5 mm en de platen zijn verdiepingshoog.

Bij een straal van 1000-4000 mm is de afstand van de onderconstructie maximaal h.o.h. 250 mm en de platen moeten nat worden gebogen. De platen moeten minstens 10 uur worden bevochtigd, waarna ze op mallen voorzichtig in de gewenste straal worden gebogen. Na droging behouden de platen de gebogen vorm.

Bij een straal  $\leq 1000$  mm moet een gespecialiseerd bedrijf worden ingeschakeld. Er kunnen losse kwart of halve schaalconstructies in prefabvorm worden gemaakt voor het, bijvoorbeeld, bekleden van kolommen.

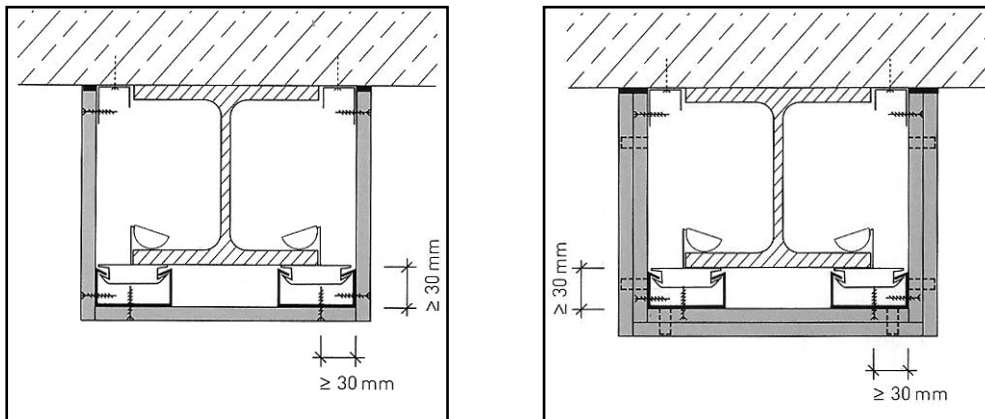
Boven de 4000 mm kunnen de platen droog worden gebogen en is de maximale afstand van de onderconstructie h.o.h.300 mm. De platen worden dwars, dus horizontaal, op de onderconstructie geschroefd.



(afbeeldingen Fermacell)

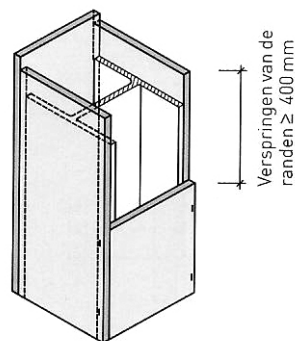
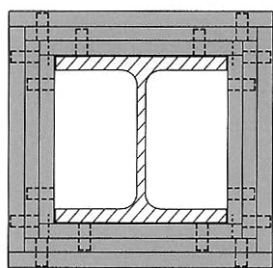
## 7.17 Kolom en ligger bekleding stalen profielen (zie ook Hoofdstuk 5) (bron Fermacell)

Ook gipsvezelplaten type GF kunnen worden toegepast als brandwerende bekleding van staalconstructies.



Tabel brandwerendheid bovenstaande constructies bij profielfactor  $\leq 300 \text{ m}^{-1}$

30 minuten	60 minuten	90 minuten	120 minuten
Plaatdikte	Plaatdikte	Plaatdikte	Plaatdikte
10 mm	10 mm + 10mm	15 mm + 12,5 mm	18 mm + 18 mm



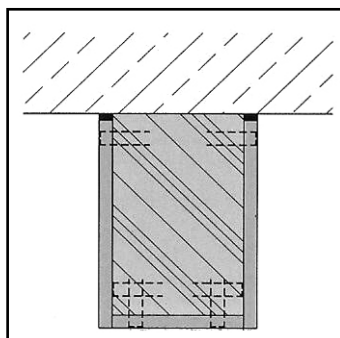
Tabel brandwerendheid stalen kolom bij profielfactor  $\leq 300 \text{ m}^{-1}$

30 minuten	60 minuten	90 minuten	120 minuten	180 minuten
Plaatdikte	Plaatdikte	Plaatdikte	Plaatdikte	Plaatdikte
10 mm	10 mm + 10mm	2 x 15 mm + 1 x 12,5 mm	4 x 15 mm	5 x 15 mm

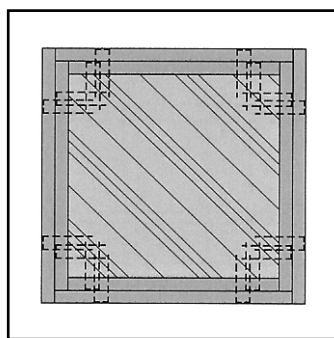
Bij meerdere plaatlagen dienen alle lagen afzonderlijk in de onderliggende plaat te worden bevestigd en de naden minimaal 400 mm ten opzichte van elkaar te verspringen.

## 7.18 Kolom en ligger bekleding houten balken en kolommen

(bron Fermacell)



Houten balk driezijdig bekleed, enkele beplating



Houten kolom vierzijdig bekleed, dubbele beplating

### Tabel brandwerendheid

30 minuten	60 minuten
Plaatdikte	Plaatdikte
10 mm	10 mm + 10mm

De constructieve afmetingen van houten balken en kolommen worden door de constructeur bepaald.

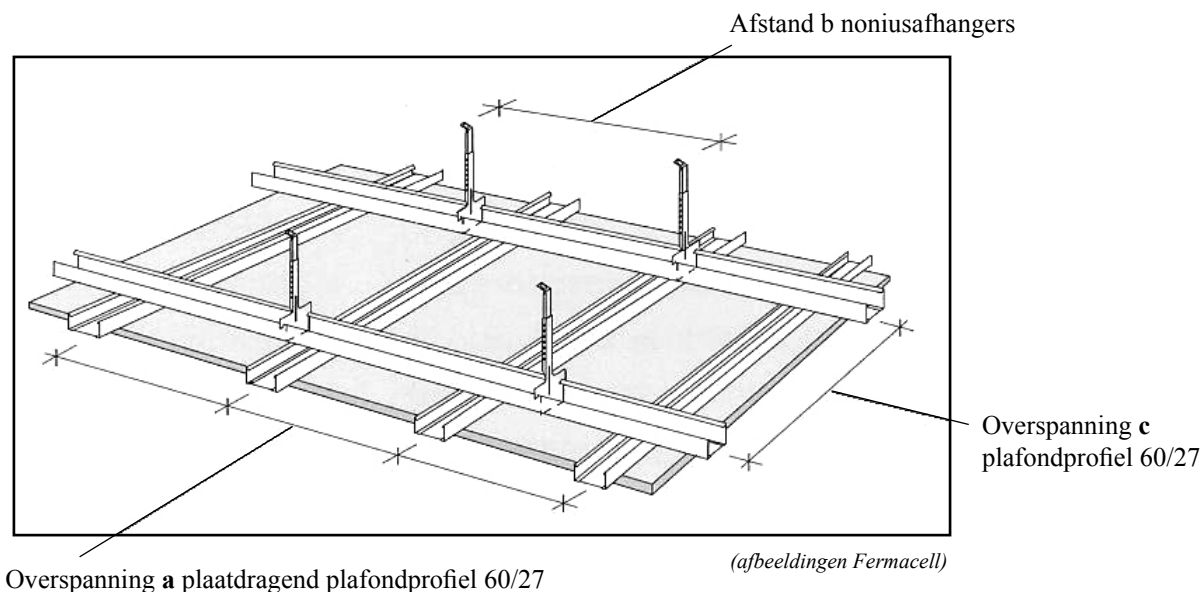
De naden van de platen dienen ook hier minimaal 400 mm ten opzicht van elkaar te verspringen.

## 7.19 Plafonds met gipsvezelplaten type GF op stalen draagconstructie.

(éénlaags homogeen, bron Fermacell)

### Dit soort plafonds zijn niet beloopbaar.

Zie voor profielen en ophangconstructies: Hoofdstuk 2, Bouwstoffen: metalen profielen



Voor het vervaardigen van verlaagde plafonds zijn diverse systemen verkrijgbaar, zie Hoofdstuk 2 en Hoofdstuk 6. In deze hoofdstukken wordt ingegaan op de verschillende mogelijkheden wat betreft profielen, snelhangers, kruisverbinders en ophangdraden.

De constructie van het plafond moet zodanig worden uitgevoerd dat de doorbuiging van  $1/500$  van de overspanning niet wordt overschreden. In onderstaande tabellen is met die eis rekening gehouden.

Tabel maximale afstanden **a** plaatdragend profiel (bron Fermacell)

Constructie	Maximale h.o.h.-afstand <b>a</b> plaatdragend profiel in mm			
	Plaatdikte 10,0 mm	Plaatdikte 12,5 mm	Plaatdikte 15,0 mm	Plaatdikte 18,0 mm
Horizontaal vlak	350	435	525	630
Schuin dakvlak $10^{\circ}$ - $50^{\circ}$	400	500	600	720



Tabel maximale afstanden **b** van de hangers

Maximale h.o.h.-afstand <b>b</b> van de hangers in mm		
Enkele beplating tot 15 kg/m <sup>2</sup>	Dubbele beplating tot 30 kg/m <sup>2</sup>	Meervoudige beplating tot 50 kg/m <sup>2</sup>
900	750	600

Tabel maximale afstanden **c** van de plafondprofielen

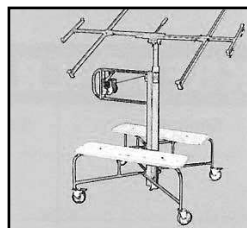
Maximale h.o.h.-afstand <b>c</b> van het plafondprofiel in mm		
Enkele beplating tot 15 kg/m <sup>2</sup>	Dubbele beplating tot 30 kg/m <sup>2</sup>	Meervoudige beplating tot 50 kg/m <sup>2</sup>
1000	1000	750

Tabel maximale schroefafstanden, schroefdikte d = 3,9 mm

Plaatdikte in mm	Schroefdikte in mm	Maximale h.o.h.-afstand in mm
1 x 10,0	30	20
1 x 12,5	30	20
1 x 15,0	30	20
1e laag 10,0	30	30
2e laag 10,0	45	20
1e laag 12,5	30	30
2e laag 12,5	45	20
1e laag 15,0	30	30
2e laag 12,5 of 15,0	45	20

De schroeven moeten zodanig in de gipsvezelplaat zijn verzonken dat de schroefkop kan worden opgevuld met een voegmateriaal.

De platen moeten spanningsvrij worden aangebracht. Dat kan worden bereikt door de platen vanuit het midden te schroeven. De platen dienen stevig tegen de onderconstructie te worden gedrukt. Een platenlift kan hier uitkomst bieden.



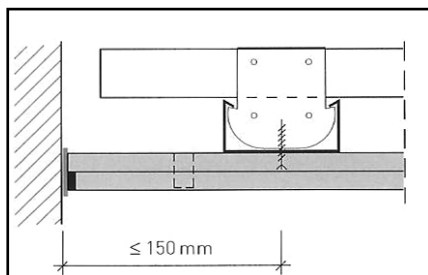
#### Platenlift

De platen worden met behulp van de platenlift stevig tegen de draagconstructie gedrukt.

## 7.20 Plafondaansluitingen

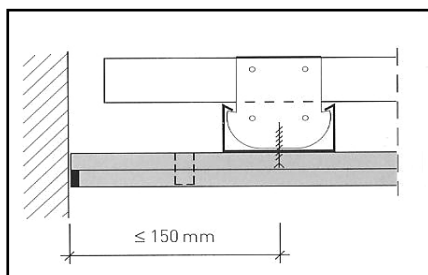
Bij plafondaansluitingen met gipsvezelplaten tegen andere bouwstoffen, zoals bijvoorbeeld metselwerk of beton, dient een scheiding te worden aangebracht tussen de verschillende bouwmaterialen. Dit om een starre verbinding, met kans op scheuren, te voorkomen.

Onderstaand enkele voorbeelden.



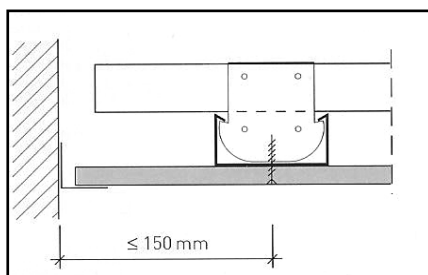
Aansluiting met scheidingsstroken

Breng plakstroken, bijvoorbeeld akoestisch band, aan op het constructieve deel vóór het beplaten. De stroken steken buiten het plaatoppervlak. Als voegbreedte 5-7 mm aanhouden. De voeg wordt gevuld met voegvuller. Na het uitharden worden de plakstroken afgesneden.



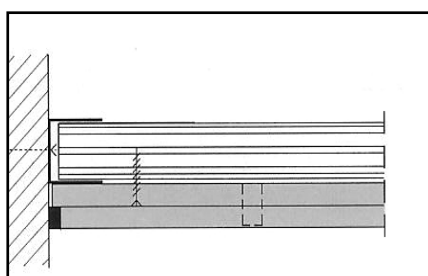
Aansluiting met elastische kit

De kitvoeg dient 5-7 mm breed te zijn. De rand van de plaat moet worden voorgestreeken. De kit dient blijvend elastisch te zijn. In dit geval en in het bovenstaande mag geen beweging uit de ruwbouw te verwachten zijn.



Aansluiting met L profiel

Hierbij wordt de voeg afgedicht met een hoekprofiel. De plaat wordt niet op het hoekprofiel geschroefd.

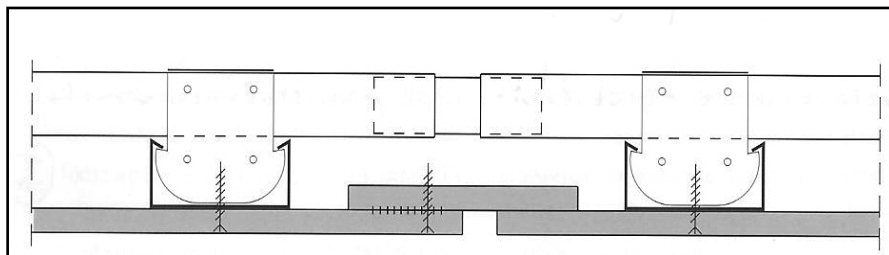


Aansluiting met U-vormig randprofiel

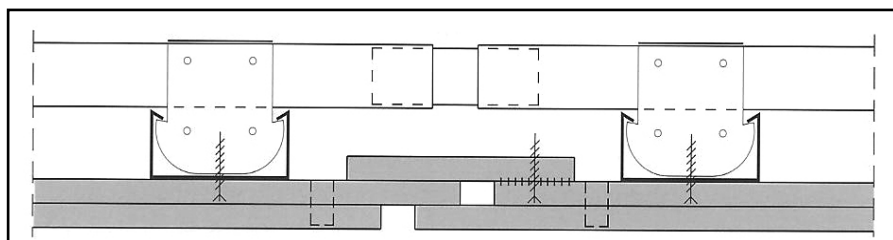
Hierbij is de aansluiting door middel van een U-profiel. De voeg wordt afgekit met een elastisch blijvende kit.

## 7.21 Dilataties in plafonds

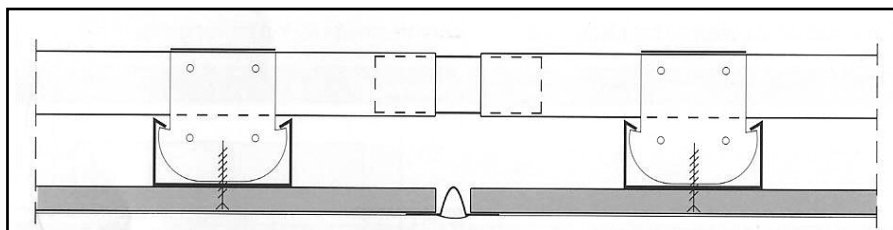
Dilataties worden in ieder geval aangebracht daar waar de ruwbouw is gedilateerd. Ook worden plafonds gedilateerd bij een lengte van maximaal 8 meter.



Dilatatie met brandeisen. De plaatstroken worden éézijdig verlijmd en geschroefd. Brandwerendheid 30 minuten. Plaatdikte minimaal 18,0 mm.



Dilatatie met brandeisen. De plaatstroken worden éézijdig verlijmd en geschroefd. Brandwerendheid 60 minuten. Plaatdikte minimaal 2 x 15,0 mm.



Dilatatie zonder brandeisen. Dilatatie wordt afgedicht met speciaal profiel.

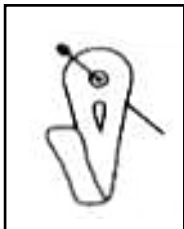


## 7.22 Bevestigen en ophangen van voorwerpen aan gipsvezelplaten

(Zie ook Hoofdstuk 2: Bouwstoffen, bevestigingsmiddelen)

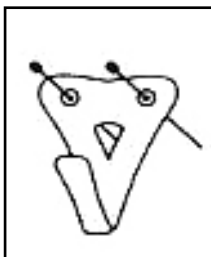
De meeste voorwerpen kunnen direct aan de gipsvezelplaten, met een minimum dikte van 10,0 mm, worden bevestigd door middel van spijkers, schilderijhaken, schroeven of speciale pluggen. Zie voor maximale belastingen onderstaande tabellen. Zwaardere voorwerpen moeten worden bevestigd met achterhout of speciale constructies die in de wand worden opgenomen.

### Schilderijhaken



Tabel: schilderijhaak met één spijker

Plaatdikte in mm	Maximale belasting in kg
10,0	15
12,5	17
15,0	18
18,0	20
12,5 + 10,0	20



Tabel: schilderijhaak met twee spijkers

Plaatdikte in mm	Maximale belasting in kg
10,0	25
12,5	27
15,0	28
18,0	30
12,5 + 10,0	30



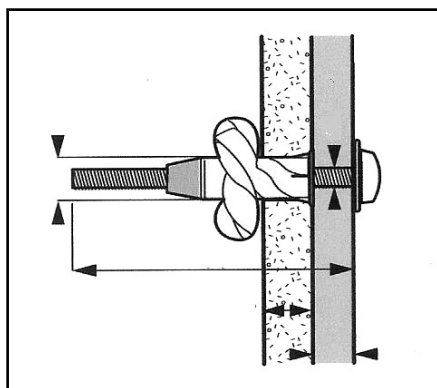
Tabel: schilderijhaak met drie spijkers

Plaatdikte in mm	Maximale belasting in kg
10,0	35
12,5	37
15,0	38
18,0	40
12,5 + 10,0	40

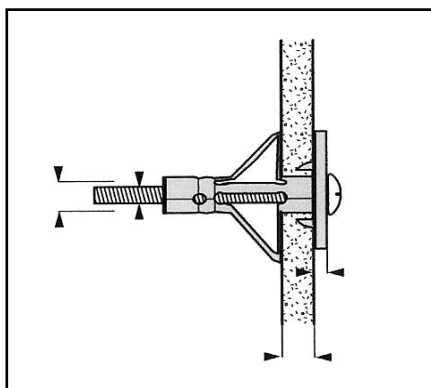
De sterkte van de haken en de maximale belasting is afhankelijk van het merk. De voorschriften van de fabrikant van de haak dienen te worden opgevolgd.

## Hollewandpluggen

De beschikbaarheid van hollewandpluggen is zeer divers. Het principe voor het draagvermogen van dit soort pluggen ligt in het vormen van een knoop of het spreiden van de plug aan de achterzijde van de plaat.



Het vormen van een knoop

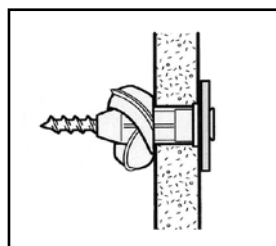


Het spreiden van een plug

Lichte en middelzware lasten, zoals bijvoorbeeld boekenrekken, hangkasten, vitrines en dergelijke, kunnen direct met hollewandpluggen aan de gipsvezelplaten worden opgehangen.

De afstand tussen de pluggen moet minimaal 500 mm zijn.

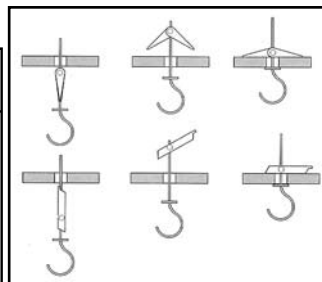
Onderstaand tabellen met principe belastingen. De werkelijke maximale belastingen dienen te worden opgegeven door de pluggenfabrikant.



Plaatdikte in mm	Maximale belasting in kg
10,0	40
12,5	50
15,0	55
18,0	55
12,5 + 10,0	60

## Pluggen voor plafonds

Plaatdikte in mm	Maximale belasting in kg
10,0	25
12,5	30
15,0	35
18,0	40
12,5 + 10,0	40

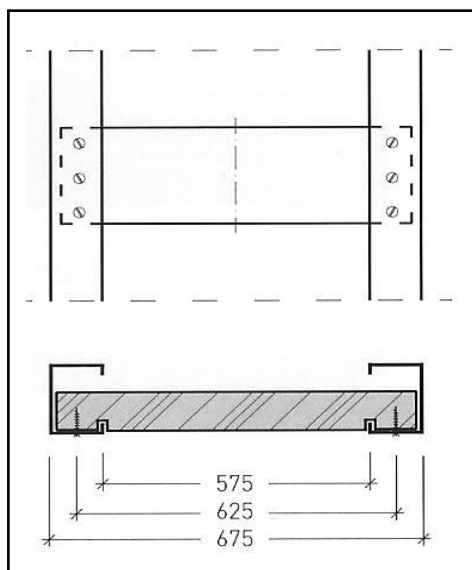


Kantelpluggen

Tuimelpluggen

Voor het aanbrengen van lasten aan plafonds zijn bovenstaande pluggen van metaal geschikt.

Voor het bevestigen van zware en/of dynamische belastingen zoals sanitair, waaronder wastafels, hangtoiletten en dergelijke, moeten in wanden met gipsvezelplaten extra voorzieningen worden getroffen. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van in te bouwen prefab sanitairdragers voor hangtoiletten of achterhout voor wastafels.

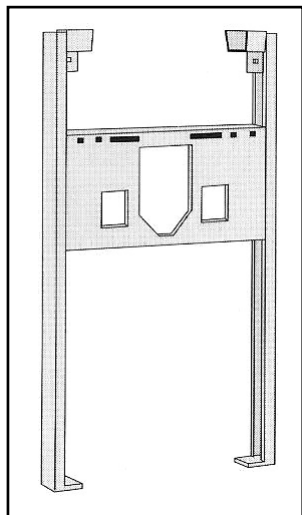


Oplossing met "achterhout":  
Bijvoorbeeld multiplexstroken minimaal 18 mm dik en 300 mm hoog. Hierop kunnen met stokschroeven lichte wastafels worden bevestigd. Het achterhout ligt vlak met de achterkant van de gipsvezelplaat.

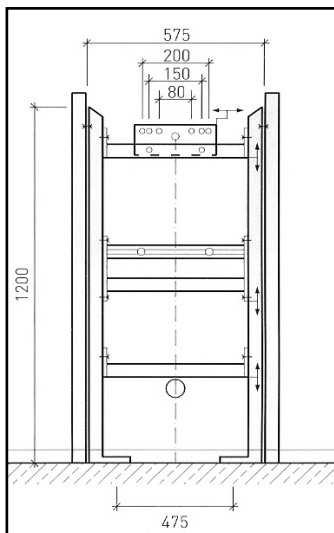
## 7.23 Ophangen van zware sanitaire voorwerpen

Voor het ophangen van zware sanitaire voorwerpen zijn verschillende prefabsystemen op de markt. Deze frames passen tussen de C-profielen van de wanden en worden volgens de aanwijzingen van de fabrikant op de vloer en aan de profielen bevestigd. De bevestiging op de vloer moet aan de constructieve vloer en niet op de afwerkvloer geschieden.

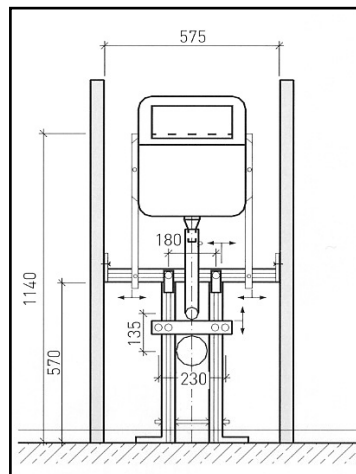
Onderstaand enkele voorbeelden van sanitairstandaards.



Sanitairstandaard



Standaard voor wastafel



Standaard voor hangtoilet

## 7.24 Gipsvezelplaten op houten onderconstructie, niet-dragende wanden. (bron Fermacell)

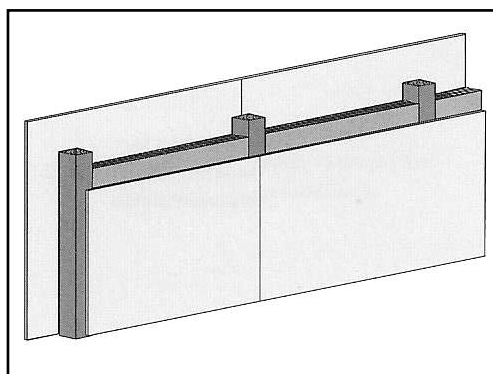
In plaats van stalen profielen, zoals behandeld in het voorgaande, worden gipsvezelplaten ook veelvuldig toegepast op een houten onderconstructie, zowel voor wanden als plafonds.

De platen kunnen met nieten, spijkers of schroeven op de onderconstructie worden bevestigd.

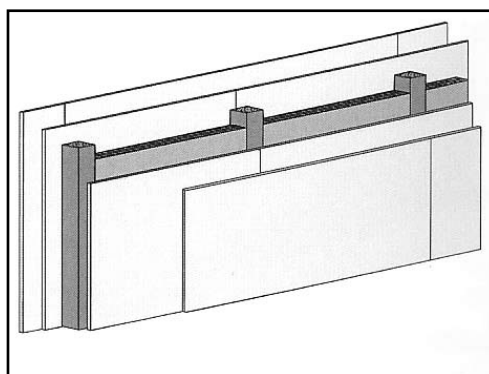
De eerste laag gipsvezelplaten worden symmetrisch van wand tot wand aangebracht.

De naden bevinden zich tegenover elkaar op dezelfde stijl. Bij enkele beplating altijd een ondersteuning achter de naad aanbren- gen.

Bij meerdere beplating verspringen de naden vanaf de eerste laag met minimaal 200 mm.



Naden 1e laag tegenover elkaar

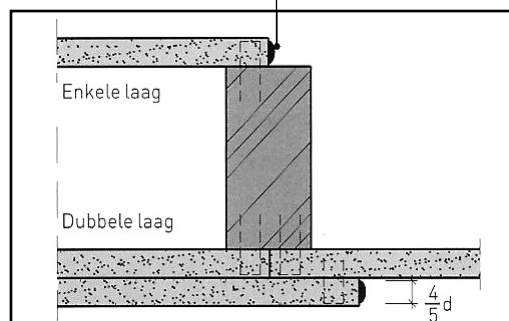


Naden 2e en volgende lagen verspringend aanbren- gen, minimaal 200 mm

De naden worden als lijmvogen, AK-voegen of gipsvoegen uitgevoerd.

Zie ook voegverbindingen algemeen op bladzijde 225.

Lijm als een vlakke streng aanbren- gen



$4/5 d =$  breedte van de lijms- streng

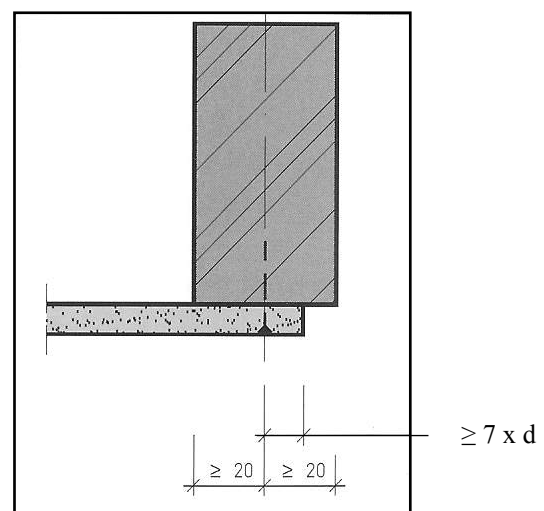
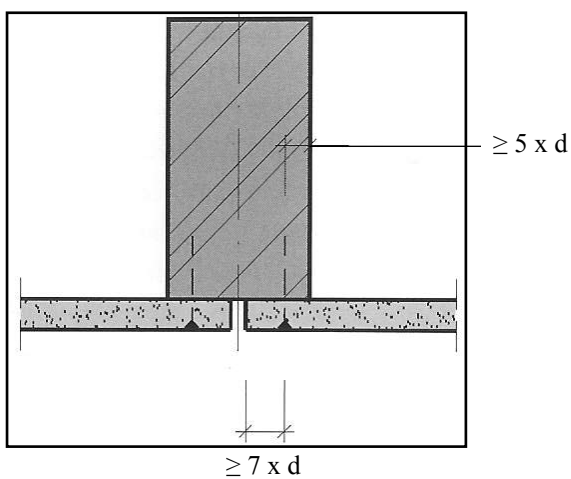
TABEL: Maximale h.o.h.-afstanden van houten stijlen in niet-dragende wanden met gipsvezelplaten bij verschillende plaatdiktes.

Maten in mm.

Dikte 10,0 mm	Dikte 12,5 mm	Dikte 15,0 mm	Dikte 18,0 mm
500	600	750	900

TABEL: Type, lengte en h.o.h.-afstand van bevestigingsmiddelen bij niet-dragende wanden met houten stijlen.

Plaatopbouw/ constructie	Nieten, verzinkt en geharst $d \geq 1,5$ mm		Spijkers, verzinkt en geharst $d \geq 2,2$ mm		Schroeven $d = 3,9$ mm	
	Lengte in mm	Afstand in mm	Lengte in mm	Afstand in mm	Lengte in mm	Afstand in mm
Hout 1 laag						
10,0 mm Stijlen h.o.h. 500 mm	$\geq 30$	200	$\geq 30$	200	30	250
12,5 mm Stijlen h.o.h. 600 mm	$\geq 35$	200	$\geq 35$	200	30	250
15,0 mm Stijlen h.o.h. 600 mm	$\geq 44$	200	$\geq 44$	200	45	250
18,0 mm Stijlen h.o.h. 600 mm	$\geq 50$	200	$\geq 50$	200	45	250
Hout 2 lagen						
1e laag 12,5 mm 2e laag 10,0 mm of 12,5 mm	$\geq 35$	400	$\geq 35$	400	30	400
1e laag 15,0 mm 2e laag 12,5 mm of 15,0 mm	$\geq 44$	400	$\geq 44$	400	45	400
	$\geq 60$	200	$\geq 60$	200	45	250

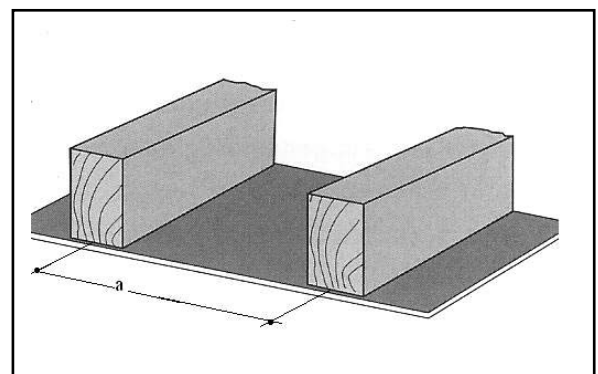
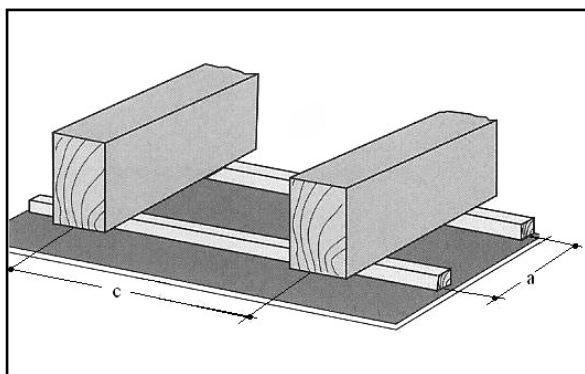
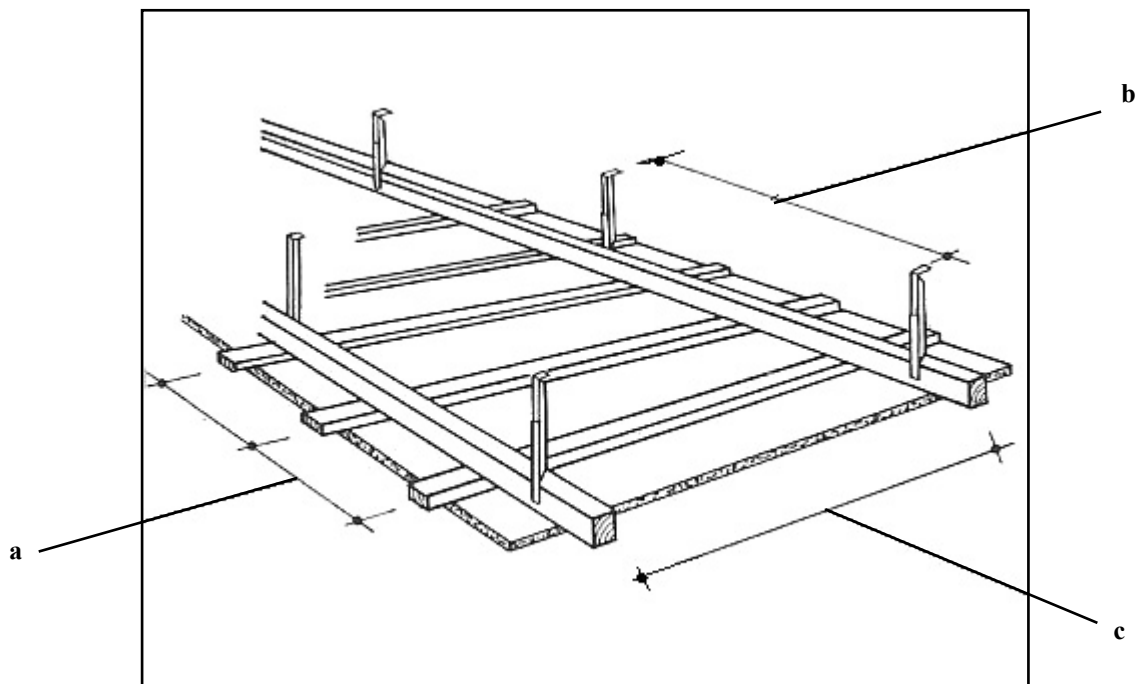


Afstanden tot plaatranden en balkranden, bij dragende stijlen.  
 $d$  = diameter spijkers en schroeven.

TABEL: Veel voorkomende niet-dragende wandtypes met houten stijlen met waarden brandwerendheid en geluidsisolatie. (bron Fermacell)

Wandtype	Beplating per zijde mm	Afmeting stijlen mm	Totale wanddikte mm	Minerale wol mm/kg/m <sup>3</sup>	Brandwerendheid in minuten	Geluidsisolatie Rw in dB
	10,0	40 x 60	80	40/30	30	47
		40 x 80	100	40/30	30	47
	12,5	40 x 60	85	40/30	30	47
		40 x 80	105	40/30	30	47
	12,5	38 x 89	114	90/35	60	47
	12,5 + 10,0	40 x 60	105	50/50	90	54
		40 x 80	125	50/50	90	54
	12,5	38 x 89	215	2 x 90/35	60	60
	12,5 + 10,0	40 x 60	170	50/50	90	68
		40 x 80	210	50/50	90	68
	12,5	50 x 80	105	-	30	41
	12,5 + 10,0	50 x 80	125	-	60	48
	12,5 + 10,0 + 10,0	50 x 80	145	-	90	54

## 7.25 Plafonds met gipsvezelplaten op houten draagconstructie. Dit soort plafonds zijn niet beloopbaar.



TABEL: maximale afstanden a plaatdragende latten of balken (bron Fermacell)

Constructie	Maximale h.o.h.-afstand a plaatdragende lat in mm			
	Plaatdikte 10,0 mm	Plaatdikte 12,5 mm	Plaatdikte 15,0 mm	Plaatdikte 18,0 mm
Horizontaal vlak	350	435	525	630
Schuin dakvlak 10°-50°	400	500	600	720





TABEL: maximale afstanden **b** van de hangers

Maximale h.o.h.-afstand <b>b</b> van de hangers in mm		
Afmeting basislat in mm	Enkele beplating	Dubbele beplating
30 x 50	1000	850
40 x 60	1200	1000

TABEL: maximale afstanden **c** van de draagbalken

Maximale h.o.h.-afstand <b>c</b> van de draagbalken in mm		
Afmeting draagbalk in mm	Enkele beplating	Dubbele beplating
48 x 24	700	600
50 x 30	850	750
60 x 40	1100	1000

TABEL: Type, lengte en h.o.h.-afstand van bevestigingsmiddelen bij plafonds

Plaatopbouw/ constructie	Nieten, verzinkt en geharst $d \geq 1,5$ mm		Spijkers, verzinkt en geharst $d \geq 2,2$ mm		Schroeven $d = 3,9$ mm	
	Lengte in mm	Afstand in mm	Lengte in mm	Afstand in mm	Lengte in mm	Afstand in mm
Hout 1 laag						
10,0 mm	$\geq 30$	150	$\geq 30$	150	300	200
12,5 mm	$\geq 35$	150	$\geq 35$	150	300	200
15,0 mm	$\geq 44$	150	$\geq 44$	150	450	200
Hout 2 lagen						
1e laag 10,0 mm	$\geq 30$	300	$\geq 30$	300	300	300
2e laag 10,0 mm	$\geq 44$	150	$\geq 44$	150	450	200
1e laag 12,5 mm	$\geq 35$	300	$\geq 35$	300	300	300
2e laag 12,5 mm	$\geq 50$	150	$\geq 50$	150	450	200
1e laag 15,0 mm	$\geq 44$	300	$\geq 44$	300	450	300
2e laag 12,5 of 15,0 mm	$\geq 60$	150	$\geq 60$	150	450	200

#### Opmerking

Van de drielaagse, homogene gipsvezelplaat en de drielaagse sandwich gipsvezelplaat zijn afgezien van het gewicht geen andere waarden bekend dan die van de éénlaagse, homogene gipsvezelplaat.

De meeste waarden zullen dan ook overeenkomen met de éénlaagse, homogene plaat.

Navraag en verzoeken om gegevens, bij de desbetreffende leveranciers, heeft geen resultaat opgeleverd.

Ook in de Europese norm NEN EN 15283-2 wordt geen onderscheid gemaakt en alle type platen dienen aan deze norm te voldoen.



## Nawoord Handboek Droge Afbouw

Alhoewel aan de inhoud van deze uitgave de uiterste zorg is besteed kunnen fouten en of onvolledigheden niet worden uitgesloten.

Het Bedrijfschap Afbouw zowel als de auteur aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, door of verband houdende met de toepassing van informatie uit deze uitgave.

Het is aan te bevelen de vermelde bronnen te raadplegen in verband met eventuele wijzigingen of aanvullingen.

Deze uitgave is samengesteld aan de hand van de huidige stand der techniek.

Voortschrijdend inzicht kan leiden tot aanpassing van de waarden opgenomen in de tabellen.

Het is dan ook raadzaam bij het Bedrijfschap Afbouw te informeren of de gegevens nog correct zijn alvorens over te gaan tot gebruik hiervan.

De waarden voor geluidsisolatie en brandwerendheid zijn of laboratoriumwaarden of berekende waarden en zijn derhalve indicatief.

Voor praktijkwaarden kunnen de aanwijzingen in deze uitgave worden gevolgd.

De juiste praktijkwaarde kan uitsluitend worden verkregen door in de praktijk te testen.

Het Bedrijfschap Afbouw stelt opmerkingen, aanvullingen en dergelijke naar aanleiding van deze uitgave zeer op prijs.



## Literatuurlijst en geraadpleegde documentatie

- CaSo<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O, Bert ter Laan
- Technische documentatie Lafarge
- Technische documentatie Rockwool
- Technische documentatie Isover
- Technische documentatie Dingemans
- Technische documentatie Knauf
- Technische documentatie Fermacell
- Technische documentatie CMC
- Technische documentatie Armstrong
- Technische documentatie Rockfon
- Technische documentatie OWA
- Technische documentatie API
- Jellema Bouwkunde deel 7a 1984
- Alles over gips
- Trockenbau mit Gipskartonplatten Teil 1
- Gips-Datenbuch
- Trockenbaupraxis mit Gipskartonplattensystemen, Harro Böker
- Trockenbau Atlas, Becker, Pfau, Tichelmann
- Tabellenbuch Trockenbau, Wricke, Müller
- Brandveiligheid staalconstructies, Twilt/Witteveen
- Wetenschappelijk rapport TNO/K.U. Leuven  
rapportnr. PV4335/DGT-RPT-020029
- Rapport Peutz, RA 708-5
- Bouwfysica 1983, A.C. van der Linden
- Bouwfysica, termen en begrippen
- Warmte- en vochttransport in bouwconstructies,  
door E. Tammes en B.H. Vos
- Gipskartonplatten, Hellmut Hanusch
- Trockenbau, das Handbuch
- Handboek houtskeletbouw
- Brochure voorzetwanden
- Eigenschappen van bouw- en isolatiematerialen nr. 9, 3e druk
- Lafarge Gips BV
- Lafarge Gips BV
- Rockwool Benelux BV
- Saint-Gobain Isover BV
- Dingemans Elementenbouw BV
- Knauf BV
- Xella Droogbouw Systemen BV
- Chicago Metallic Continental
- Armstrong Building Products
- Rockfon BV
- OWA Benelux BV
- Acoustical Products International BV
- Waltman
- NBVG
- Industriegruppe Gipskartonplatten
- Bundesverband der Gipsindustrie E.V.
- Rudolf Müller
- Rudolf Müller
- B.G. Teubner
- Staalcentrum Nederland
- Lafarge Gips BV
- Lafarge Gips BV
- Waltman
- Stichting Bouwresearch
- Kluwer Technische Boeken
- Rudolf Müller
- Lafarge Gips GmbH
- Centrum hout
- Stichting Bouwresearch
- Stichting Bouwresearch



### **Normen**

NEN-EN 520  
NEN-EN 15283-1  
NEN-EN 15283-2  
NEN-EN 13964  
NEN-EN 14190  
NEN-EN 14195  
NEN-EN 14246  
NEN-EN 14496  
NEN-EN 14566  
NEN-EN 13501-1  
NEN-EN 13501-2  
NEN-EN 13815  
NEN-EN 13950  
NEN-EN 13963  
NEN-EN 13162  
ETAG 003  
NEN 6072  
NEN 6073  
NEN 1070  
NEN 1068

### **Praktijk richtlijnen**

NPR 5086  
NPR 2068

### **Beoordelingsrichtlijnen**

BRL 1003  
BRL 1009  
BRL 1102  
BRL 1308  
BRL 2212  
BRL 2880  
BRL 4511



## A

Absorber 15, 43, 114, 216  
Achterhout 56, 60, 248, 250  
Afbouw 9, 10  
Afvoegsystemen 46  
Afwerkingsniveau 44, 45, 239  
Afwerkssystemen 44  
Afschuiving 23  
Akoestiek 9, 10, 188, 212  
Aluminiumfolie 29  
Anhydriet 14  
Ankerhanger 37, 38  
Ankerhoek 36

## B

Bazooka 49, 50  
Bandrasterprofielen 187  
Badkamer 17, 218, 221, 240  
Beoordelingsrichtlijnen 10, 258  
Beschermsprofielen 62  
Bevestigingsmiddelen 10, 51, 52, 229, 252, 255  
Binnenwanden 11, 85, 237  
Bouwmethode 9, 11  
Bouwstoffen 10, 14, 15, 29  
Brandcompartiment 70, 71  
Branddoorslag 70  
Brandoverslag 67, 70, 187  
Brandvoortplanting 69, 70  
Breukbelastingen 21, 219  
Breuklast 21, 22, 23, 219  
Brinell-test 23, 26, 220, 223  
Buigstijfheid 17, 101, 102  
Buigtreksterkte 23, 26, 31, 218, 221, 222

## C

Calcineren 16  
Calciumsulfaat 15, 16  
Cellulosevezels 220, 223  
Centrifuge 15, 216  
Coïncidentie 102, 103, 104, 106, 126  
Condensatie 139, 140  
Corrosie 52, 54, 56

## D

Dagbouw 14  
Dampremmer 17, 29, 140  
Dampspanning 140  
Dauwpunt 140  
Delfstof 14  
Designplaten 26, 27  
Diktetolerantie 19  
Dilataties 62, 84, 137, 237, 247  
Directhanger 36, 193  
Doorbrandtijd 69, 70, 72 t/m 75  
Draadnagels 51, 53, 54  
Draagconstructie 27, 31, 182, 192, 194, 195, 213 t/m 215, 244, 245, 254,  
Drogingstijd 25  
Droogbouwsystemen 10  
Druksterkte 23, 42  
Dwarsprofiel 184, 185, 186

## E

Elasticiteitsmodulus 23, 104, 124  
Elektradozen 85, 86, 131

## F

Finishers 10, 46, 47  
Filmlaag 45, 47  
Firebreak 185  
Fixeertang 147  
Flashover 67  
Folie 17, 29, 113  
Frequentiegebied 97, 98, 104, 114, 138, 189,

## G

Gaasband 46, 48, 227  
Gatenboor 20  
Geluidsabsorptie 42, 43, 108, 112 t/m 116, 188, 189  
Geluidsdruk 91 t/m 97, 108, 134  
Geluidsisolatie 12, 21, 40, 42, 43, 100t/m 111, 115, 116, 132, 134, 135, 138, 143  
Geluidspekken 65, 131, 132, 135, 138  
Geluidsoverdracht 43, 90, 108, 111, 116, 127, 138, 187, 238  
Geluidstrillingen 90



Gipskartonplaat 9, 17  
Gipskartonplatenplafonds 12  
Gipskern 17, 21, 23, 218  
Gipslijm 20 135, 136  
Gipsvezelplaten 17, 45, 174, 182, 216  
Gipsvoegmethode 224, 226, 227  
Glasvlies 17, 27, 43, 46, 218  
Glasvliestape 46  
Golflengte 90, 91, 113

## H

Handhefboom 147  
Hangers 12, 184, 185, 193, 194, 244, 245, 255  
Hechting 17, 24, 48, 135, 218  
Hechttreksterkte 23  
Hoeklijn 184, 185, 190  
Hoekprofiel 184, 187, 246  
Hoekroller 49, 50  
Hollewandplug 249  
Hoofddraagconstructie 192  
Hoofdprofiel 184, 185, 186  
Houtwolcement 182  
Houtvezel 17, 26

## I

Inlegpanelen 17

## J

## K

Kabelgoot 27, 180, 181  
Kalksteen 14, 42  
Kantlat 184, 185, 187  
Kantuitvoeringen 18, 44, 218, 221  
Kantvorm 18  
Klapverbinder 35  
Kolommen 11, 82, 88, 175, 177, 179, 243  
KOMO-attesten 10  
Koudgewalst 31  
Krimp 25, 47, 68, 84, 220, 223, 227

Kristal 14  
Kristalwater 14, 68, 89  
Kruissnelverbinder 36  
Kruisverbinder 193, 194, 195, 244

## L

Lamellen 182  
Liggers 11, 88, 177, 179, 242  
Loodplaten 17, 29  
Luchtbehandelingskanaal 26, 27  
Luchtgeluidsisolatie 100 t/m 112  
Luchtvochtigheid 24, 44, 47, 140  
Lijmvoegmethode 224, 225

## M

Mariaglas 14  
Melamine 29  
Mijnbouw 14

## N

Naadafwerking 10, 46  
Naadloos 26, 212  
Nagalmtijd 108, 110, 113, 134, 191  
Natuurgips 14, 15, 16  
Neostuc 9  
Nieten 51, 53, 55, 56, 229, 236, 251, 252, 255  
Niveau verbinder 36  
Normen 258  
Nonius 37, 193, 244

## O

Octaafbanden 98, 100, 108, 110, 188  
Ontzweveling 14, 15, 16  
Ophangdraad 38, 190, 194  
Oppervlakhardheid 17, 23, 26, 218, 220, 223

## P

Papiertape 46 t/m 49, 62  
Perforatie 17, 26, 114, 190, 191, 195 t/m 212



Perforatiewieltje 211  
Plafondprofielen 36, 37, 38, 192, 193, 245  
Plafondsysteem 9, 11, 12, 182  
Plamuurmes 47, 48, 49  
Platenlift 245  
Platenlijm 23, 136, 137  
Pleisters 45, 46, 47  
Plenum 43, 187, 188, 200  
Plenumhoogte 200 t/m 209  
Polyethyleenfolie 29  
Polyisocyanuraat (PIR) 29, 135  
Polystyreen (EPS) 29, 135  
Polyurethaan (PU) 29, 135  
Primer 29, 48  
Profielen 10, 11, 12, 31, 62  
Profielfactor 88, 89, 174, 175, 177, 178, 179, 242

## Q

## R

Randprofiel 185, 193, 194, 195, 215, 246  
Rattenstaart 20  
Regels 31, 40, 138  
Resonanties 102, 106, 107, 132  
Rogips 14  
Röntgenstralen 10, 17, 29  
Rookgasontzweving 14, 15, 16, 220  
Rookontwikkeling 41, 43, 71

## S

Schaalconstructies 241  
Schachtwanden 11, 27, 129, 130, 135, 142, 233  
Scheidingswanden 10, 31, 145  
Schilderijhaak 56, 248  
Schroefafstanden 245  
Schroeven 51  
Schuurblok 49  
Snelhangers 184, 192, 244  
Snelophangclip 37  
Spanten 88  
Spraycoating 10  
Staalconstructies 11, 27, 88, 89, 141, 174, 218, 242

Staalplaat 29  
Staalprofielen 88, 89, 179  
Staaltemperatuur 88, 174, 177, 179  
Steenwol 9, 26, 29, 41, 42, 74  
Strijklicht 45  
Stucplaten 10, 192  
Stijlen 31, 40  
Systeemplafonds 26, 182, 183, 188, 189

## T

Tapeloos 47  
Toepassingsgebied 141, 148, 149, 223  
Toeslagstoffen 16, 17, 68  
Tolerantie 19, 20, 39, 42, 43, 45, 47, 219, 222  
Tussenprofiel 184, 185

## U

Uitstrijkbak 49  
Uitzetting 25, 84, 220, 222, 223  
Uitzettingscoëfficiënt 25, 220, 222

## V

V-groeven 20  
Ventilatiekanaal 180, 181, 218  
Verbindingsstuk 35, 193  
Verstijvingsschijf 20  
Verstijvingsprofiel 32  
Vezelrichting 21, 22, 23, 219  
Vezels 17  
Vlakheidstolerantie 45, 47  
Vlamdichtheid 71  
Vlamoverslag 67, 69, 70  
Vlamuitbreiding 69, 70  
Vliegias 14, 216  
Vloerconstructie 12, 116, 134  
Vloersystemen 11, 12  
Vochtinwerking 24  
Vochtgehalte 15, 220, 223, 227  
Voegmateriaal 29, 44, 147, 226, 245  
Voegenvuller 10, 18, 29, 46t/m 51, 211, 246  
Voethefboom 147  
Voorzetwanden 10, 11, 80, 135, 137, 231





## W

Wandbeëindigingen 62  
Wandbekleding 10, 11, 135  
Wandhoogte 141, 147, 148, 149  
Wandsystemen 10, 11  
Wandprofielen 31  
Wandtypes 150 t/m 170  
Wapening 17, 21, 68, 227  
Wapeningstape 18, 45 t/m 48  
Warmtecapaciteit 25, 220, 222  
Warmtegeleidingscoëfficiënt 25, 89, 139, 220, 222  
Warmte-uitzettingcoëfficiënt 25  
Waterdampdiffusieweerstand 41, 43, 220, 223  
Wateropname 17, 25, 26, 218, 221  
WBDBO 70

## X

## Y

## Z

Zwavedioxide 14, 15  
Zwavelzuur 14



