



Technisch Bureau Afbouw

Handboek droge afbouw

Editie december 2024

INHOUDSOPGAVE

INDELING

1. Droge afbouw, een korte inleiding.....5

1.1 De sector droge afbouw in Nederland.....5

1.2 Het principe en de voordelen.....5

BOUWSTOFFEN

2. Materialen en onderdelen6

2.1 Gipskartonplaten.....6

2.1.1 Platensoorten en hun toepassing volgens NEN EN 520.....6

2.1.2 Kantuitvoeringen van de platen volgens NEN EN 520.....7

2.1.3 Afmetingen en plaatdiktes.....8

2.1.4 Eigenschappen van gipskartonplaten.....8

2.1.5 Gipskartonplaten met houtvezels8

2.1.6 Andere gipskartonplaten met een hogere oppervlakhardheid9

2.1.7 Geperforeerde gipskartonplaten9

2.1.8 Onbrandbare gipsplaten in de klasse A1.....9

2.1.9 Voorgevormde gipskartonplaten9

2.2 Regelwerk.....10

2.2.1 Metalen regelwerk10

2.2.2 Houten stijlen en regels10

2.3 Isolatiematerialen.....11

2.3.1 Algemeen11

2.3.2 Steenwol11

2.3.3 Glaswol11

2.3.4 PIR.....11

2.3.5 PUR11

2.3.6 XPS.....11

2.3.7 Vochthuishouding, isolatie en folies11

2.4 Voegmateriaal en afwerksystemen.....12

2.4.1 Afwerkingsniveaus voor wanden en plafonds12

2.4.2 Voeg- en afwerkingsmaterialen12

2.5 Bevestigingsmiddelen: schroeven, draadnagels, en nieten.....14

2.6 Beschermingsprofielen, dilatatieprofielen en afdichtingsband15

BRAND EN GELUID

3. Bouwfysische aspecten, geluid en brand...17

3.1 Geluid.....17

3.1.1 Wat is geluid.....17

3.1.2 Geluidsisolatie.....17

3.1.3 Galm, nagalm en geluidsabsorptie21

3.2 Brand.....21

3.2.1 Brand21

3.2.2 Termen en definities.....21

3.2.3 Brandpreventie22

WANDEN

4. Gipskartonplaatwanden op metalen regelwerk.....23

4.1 Scheidingswanden23

4.1.1 Montage van scheidingswanden.....28

4.1.2 Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten.....37

4.2 Gebogen wanden39

4.2.1 Montage van gebogen wanden.....41

4.3 Montage van voorzetwanden42

4.3.1 Montage van voorzetwanden44

4.4 Schachtwanden45

4.4.1 Montage van brandwerende schachtwanden ...45

PLAFONDS

5. Vaste plafonds.....46

5.1 Plafondonderdelen46

5.2 Plafonds van gipskartonplaten op metalen regelwerk.....47

5.2.1 Afgehangen plafond met dubbel regelwerk47

5.2.2 Afgehangen plafond met enkel regelwerk49

5.2.3 Plafond rechtstreeks gemonteerd met directhangers50

5.2.4 Plafond op metalen veerregels, rechtstreeks gemonteerd51

5.2.5 Vrijdragend plafond.....53

5.3 Montage.....56

5.3.1 Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten.....57

SYSTEEMPLAFONDS

6. Systeemplafonds59

6.1 Wat is een systeemplafond?59

6.2 De belangrijke kenmerken en voordelen van systeemplafonds59

6.3 Type systeemplafonds60

MONTAGE SYSTEEMPLAFONDS

7. Montage systeemplafonds.....63

7.1 Montagerichtlijn is van toepassing op systeemplafonds.....63

7.1.1 Voorbereidingsfase.....63

7.1.2 Planning en de logistiek63

7.1.3 Bouwplaatsomstandigheden64

7.1.4 Materiaal en opslag64

7.1.5 Montage.....64

7.1.6 Opleveringen65

MONTAGESYSTEMEN VOOR SYSTEEMPLAFONDS

7.2 Montagesystemen voor systeemplafonds 66

7.2.1 Montagesystemen66

OPPERVLAKTEBEOORDELINGS-CRITERIA

8. Oppervlaktebeoordelingscriteria70

8.1 Vlakheid montage70

8.2 Algemeen.....70

8.3 Meetmethode71

8.4 Uitvoeringseisen71

8.5 Randaansluiting71

8.6 Ophangstelsel71

8.7 Membraamcomponent (= de plafondtegels of het -paneel en dergelijke).....71

8.8 Sparingen71

REGELGEVING

9. Regelgeving72

9.1 Europese regelgeving voor systeemplafonds72

9.2 Producttoleranties volgens NEN-EN 1396474

AKOESTIEK

10. Akoestiek75

10.1 Akoestische termen.....76

10.2 Akoestische welbevinden in de praktijk.....79

10.3 Hoe ontstaat galm of nagalm en wat zijn de gevolgen?81

10.4 Nagalmtijd81

10.5 De formule van Sabine82

10.6 Wat is geluidsisolatie?83

10.7 Barrières84

10.8 Montage barrières85

CONDITIES EN PRODUCTEIGENSCHAPPEN

11. Condities en producteigenschappen86

11.1 Aan welke condities kan het plafond worden blootgesteld86

11.1.2 Vocht86

11.2 Brand88

11.3 Vochtbestendigheid en vormvastheid91

11.4 Corrosiebestendigheid92

11.5 Stootbestendigheid93

11.6 Formaldehyde-afgifte93

1. DROGE AFBOUW, EEN KORTE INLEIDING

1.1 De sector droge afbouw in Nederland

Binnen de sector bouw in de Nederlandse economie is de afbouw een grote en in toenemende mate belangrijker wordende groep. Het Handboek droge afbouw beperkt zich tot werkzaamheden die binnen de afbouwbranche behoren tot de zogenaamde droge afbouw.

Het gaat dan om het werken met de volgende systemen:

Gipsplatenwanden en -plafonds

- Gipskartonplaten
- Bijzondere (gips)platen

Systeemplafonds

- Standaard type systeemplafonds
- Bijzondere systeemplafonds

In een later stadium worden de volgende onderwerpen toegevoegd:

Naadloze akoestische plafonds
Verplaatsbare systeemwanden
Droge dekvloersystemen

Afbouwwerkzaamheden als stukadoren, schilderen, het leggen van dekvloeren, maar ook het blokken stellen en uitvoeren van spuitwerkzaamheden vallen buiten deze sector en derhalve buiten de doelgroep voor dit handboek.

Hoewel de droge afbouwsector is ontstaan in de jaren 60, vindt de doorbraak pas echt plaats aan het begin van de jaren 80. Dit komt mede door het ontstaan van een aantal grote montagebedrijven en de invulling die zij geven aan een aantal grote projecten op de markt. Belangrijk hierbij is het gegeven dat gezocht werd naar duurzame, flexibele en efficiënte snelle manier van afbouwen. Met als belangrijkste voorwaarde dat moest worden voldaan aan de eisen op bouwfysisch gebied, zoals brandwerendheid, akoestiek en thermische isolatie.

1.2 Het principe en de voordelen

Dat in het bouwproces de keuze in het voordeel van de droge afbouw valt, laat zich verklaren. In tegenstelling tot de vol-kern wanden als bijvoorbeeld cellenbeton, is bij droge afbouw sprake van een licht inbouwsysteem dat optimaal gebruik maakt van het massa-veer-massa principe waardoor hoge luchtgeluidisolatiewaarden worden gerealiseerd.

Maar ook de bijdrage in brandwering, de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag en de ruimere mogelijkheden bij compartimentering zijn noemenswaardig. Naast de goede geluidisolatie en brandwering is ook het thermisch isoleren een mogelijkheid, die met name in de gevelrenovatie wordt toegepast.

Droog afbouwen is verder licht in gewicht, zware en dure funderingen zijn dus niet nodig. Het is flexibel en in bijna elke uitvoeringssituatie te realiseren. Er is een grote ontwerpvrijheid. Gelet op bovengenoemde zal het duidelijk zijn waarom de toekomst van droog afbouwen goede perspectieven kent.

2. MATERIALEN EN ONDERDELEN

De systemen die binnen de droge afbouw worden toegepast zijn veelal opgebouwd uit een metalen frame-werk dat bekleed wordt met één of meerdere lagen gipskartonplaat. Dit wordt bij wanden en plafonds toegepast.

2.1 Gipskartonplaten

Gipskartonplaten zijn samengesteld uit een kern van gips die omwikkeld wordt met karton. Het toegepaste gips is het zogenaamde rookgasontzwavelingsgips (vaak afgekort tot ro-gips) of natuurgips, dat in veel landen wordt gedolven. Het karton is gerecycled papier en dient als wapening om trekspanning op te nemen. Samen met de gipskern zorgt dat voor een hoge buigsterkte. Gipskartonplaten vallen onder de Europese normen EN 520.

2.1.1 Platensoorten en hun toepassing volgens NEN EN 520

Door bepaalde grondstoffen aan de gipskern toe te voegen, kunnen specifieke eigenschappen zoals bijvoorbeeld brandwerendheid en stootvastheid aan de gipskartonplaten worden meegegeven. De keuze voor een type plaat wordt bepaald door de eisen die er aan gesteld worden. De criteria waar de diverse typen aan moeten voldoen (afmetingen en toleranties, breukbelasting, buigtreksterkte en de oppervlaktehardheid), zijn gereguleerd en in de NEN-EN 520, 2004+A1 2009.EN vastgelegd. Gipskartonplaten zijn onderverdeeld in de volgende typen.

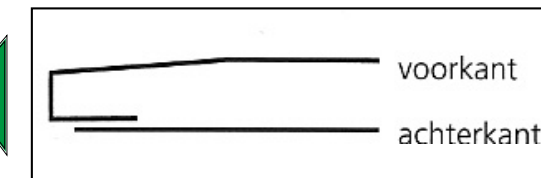
Type A:	Standaard bouwplaat, toe te passen als bekleding en als beplating voor gipskartonplaatwanden en -plafonds.
Type D:	Toe te passen als standaard bouwplaat waar verhoogd gewicht een rol kan spelen; bijvoorbeeld bij geluidsisolatie-eisen.
Type F:	Toe te passen als standaard bouwplaat waar verhoogde brandwerendheidseisen worden gevraagd.
Type H:	Toe te passen als standaard bouwplaat waar een vertraagde wateropname gewenst is; 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 oppervlaktehardheid 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.

2.1.2 Kantuitvoeringen van de platen volgens NEN EN 520

Naast de diverse typen zijn er verschillende kantuitvoeringen met elk zijn eigen toepassing.

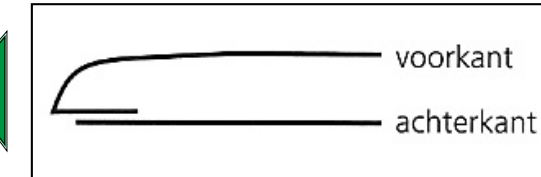
Afgeschuinde kant AK

Deze kantvorm wordt toegepast als de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt met een wapeningstape en een standaard voegenvuller.



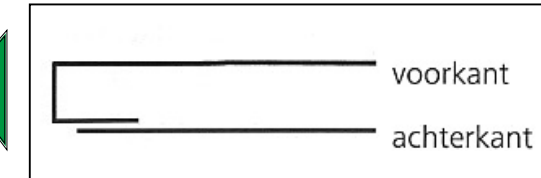
Halfronde afgeschuinde kant HRAK

Deze kantvorm wordt toegepast als de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt, echter zonder wapeningstape. Wel is een speciale voegenvuller nodig.



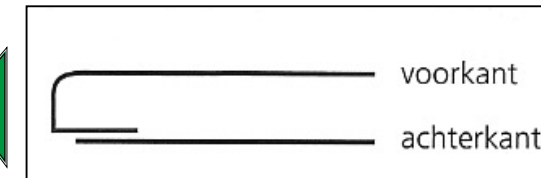
Volle kant VK

Deze kantvorm wordt toegepast als de naden worden afgewerkt met afdekstrips. Bijvoorbeeld bij systeemwanden waarbij de plaat is voorzien van een afwerklaag.



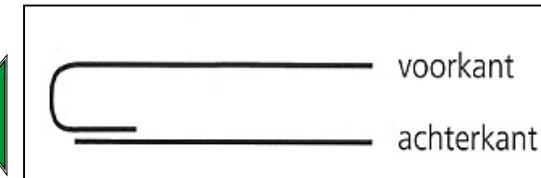
Halfronde kant HRK.....

Deze kantvorm wordt toegepast als de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt, echter zonder wapeningstape. Wel is een speciale voegenvuller nodig. Dit type wordt in smalle uitvoering toegepast in plafonds.



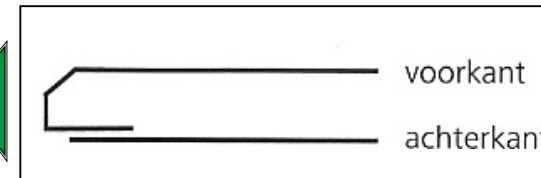
Ronde kant RK

Deze kantvorm 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

Deze kantvorm wordt eveneens toegepast in plafonds. De facet kant wordt niet afgewerkt maar zorgt voor een accentuering van de naden.



4 x afgeschuinde kant AK

Deze kantvorm wordt toegepast in plafonds en bij hoge wanden als de naden onzichtbaar moeten worden afgewerkt met een wapeningstape en een standaard voegenvuller. Doordat ook de kopse kant is afgeschuind, kunnen volkomen vlakke wanden en plafonds worden gecreëerd.

2.1.3 Afmetingen en plaatdiktes

Door het productieproces van de platen is de breedte begrensd. De maximale breedte is meestal 1250 mm. Voor platen met een grotere dikte (bijvoorbeeld 25 mm) is de breedte beperkt tot 600 mm, in verband met het gewicht. In de lengte is een grote variatie mogelijk. De begrenzing zal worden veroorzaakt door de transportmogelijkheden en bouwlogistiek. 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 het algemeen geldt: hoe dikker de plaat, hoe minder lang hij zal zijn.

In de volgende tabellen zijn de afmetingen aangegeven.

Dikte in mm	Breedte in mm
6,0	600 en 1200
9,5	600 en 1200
12,5	1200
15,0	1200
18,0	1200

Tabel 1
Afmetingen van gipskartonplaten volgens NEN EN 9250; types A, D, F, H, I, R of een combinatie van deze types.

Dikte in mm	Breedte in mm
9,5	400 en 600
12,5	400 en 600

Tabel 2
Afmetingen van gipskartonplaten volgens NEN EN 9250; type P.

2.1.4 Eigenschappen van gipskartonplaten

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

De in 2.1.1 genoemde gipskartonplaten zijn alle standaard gipskartonplaten, al dan niet voorzien van een toevoeging. Naast deze met karton omwikkelde platen zijn er ook platen zonder karton-omwikkeling. Dit zijn gipsvezelplaten of cementgebonden platen. Deze zijn meestal merkgebonden. Dan zijn er nog de aanverwante producten, zoals buiggips, voorgevormde gipskartonplaten en gegoten gips dat glasvezelversterkt is. Voor geluidsabsorptie om de nagalm-tijd in een ruimte te verbeteren (meer hierover in hoofdstuk 4), is er de geperforeerde plaat.

2.1.5 Gipskartonplaten met houtvezels

Door houtvezels aan de gipskern toe te voegen wordt de hardheid van het oppervlak van een gipskartonplaat verhoogd. Ook de druk- en buigtreksterkten nemen er aanzienlijk door toe. 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. De platen zijn gemakkelijk van standaard gipskartonplaten te onderscheiden; op de gesneden kanten zijn de houtvezels duidelijk zichtbaar. De verwerking van deze gipskartonplaten met houtvezels duurt langer dan die van standaard gipskartonplaten, omdat deze zwaarder zijn tijdens de verwerking. De plaat is zwaarder en stugger en hierdoor is de verschroefbaarheid aanmerkelijk lastiger. Om de verschroefbaarheid te vereenvoudigen zijn hier speciale schroeven voor ontwikkeld. Vanwege hun hogere oppervlakte-

hardheid en stootvastheid worden deze platen vaak toegepast in wanden van ziekenhuizen en scholen.

2.1.6 Andere gipskartonplaten met een hogere oppervlakhardheid

Naast gipskartonplaten met houtvezels zijn er nog meerde 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 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. Ook voor deze platen geldt dat ze lastiger te schroeven zijn dan standaard gipskartonplaten. Daarnaast wijkt de afmetingen van deze platen af van die van standaard gipskartonplaten.

2.1.7 Geperforeerde gipskartonplaten

Akoestische gipskartonplaten bestaan, net als de standaard platen, uit een met karton ommantelde gipskern. In de platen zijn perforaties of sleuven aangebracht, die kunnen verschillen in vorm, formaat en positie. Met deze platen kunnen de akoestische eigenschappen van een ruimte worden aangepast. Met name de nagalm en de absorptie kunnen worden beïnvloed. Door hun uiterlijk worden de platen ook om esthetische redenen toegepast. Men spreekt dan ook van akoestische designplaten. Hoofdstuk 5.4 ‘Naadloze akoestische plafonds’ gaat verder in op deze platen

2.1.8 Onbrandbare gipsplaten in de klasse A1

Alhoewel gipskartonplaten brandwerend zijn, zijn ze volgens de Europese definitie niet onbrandbaar. Gips is weliswaar onbrandbaar maar karton is dat niet. Door het karton te vervangen door een onbrandbaar vlies, kunnen gipsplaten wél onbrandbaar worden gemaakt volgens de Europese definitie.

Dit vlies wordt op of een paar mm onder het oppervlak aangebracht en is stevig met de gipskern verbonden. Deze speciale brandwerende platen zijn harder en sterker dan de standaard gipskartonplaten. Met deze platen zijn brandwerende constructies tot 180 minuten haalbaar. 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.

Onbrandbare gipsplaten zijn verkrijgbaar in diverse afmetingen en in diktes van 12,5, 15, 20 en 25 mm en met afgeschuinde kant AK of volle kant VK. Ze worden op dezelfde wijze verwerkt en op maat gemaakt als standaard gipskartonplaten. De platen kunnen worden geschroefd, maar worden ook geniet, al naar gelang de fabrikant aan-geeft. Net als gipskartonplaten bevatten deze platen geen bij brand vrijkomende, schadelijke stoffen.

2.1.9 Voorgevormde gipskartonplaten

Hoewel gipskartonplaten recht en vlak zijn, kunnen er meer vormen mee worden gemaakt dan alleen rechte vlakken. Vaak is dat tijdrovend werk maar er zijn ook voorbereide producten waarmee dat veel sneller gaat. Gipskartonplaten waar v-groeven in zijn gefreesd bijvoorbeeld, kunnen in bijna alle mogelijke rechthoekige vormen worden gevouwen. Daarnaast zijn er geprefabriceerde elementen waarmee gemakkelijk allerlei vormen kunnen worden gemaakt. 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.

2.2 REGELWERK

2.2.1 Metalen regelwerk

De basis voor wanden en plafonds in de droge afbouw wordt gevormd door een skelet van staal of hout. De metalen stijlen en regels worden metal stud profielen genoemd. Aangezien 'Metal Stud' een merknaam is, spreken we in het Handboek droge afbouw over 'metalene regels', 'metalene profielen' of 'metalene staanders'.

In tegenstelling tot hout werken metalen regels niet, zijn de profielen licht en recht. De profielen zijn vervaardigd uit koudgewalst dunwandig verzinkt staal. Ze moeten voldoen aan de Europese norm NEN-EN 14195.

Meest toegepast zijn profielen met een dikte van nominaal 0,6 mm, diktes van 1,5 en 2 mm zijn echter ook verkrijgbaar. Deze dikkere versies zijn bedoeld als verzwaarde profielen die nodig zijn bij bijvoorbeeld kozijnen of heel hoge wanden.

Er zijn zogeheten U- en C- profielen. U-profielen worden tegen het bouwkundig kader bevestigd, vervolgens wordt met de C-profielen het skelet ingevuld. Voor de elektriciteitsdoorvoeren zijn de wandprofielen (C-profielen) voorzien van ronde gaten of H-vormige uitsparingen.

De profielen worden vervaardigd in de maten 60/27, 40, 45, 50, 70, 75, 100, 125 en 150 mm. De maat 60/27 wordt met name toegepast in dunne, direct afgehangen plafondconstructies; de overige maten worden gebruikt voor wanden en vrijdragende plafonds.

De profielen zijn eenvoudig op maat te maken met een blik- oftewel fixeertang, maar kunnen bij de meeste leveranciers ook op maat worden besteld.

2.2.2 Houten stijlen en regels

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

Gebruik hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen en bij voorkeur een FSC- keurmerk heeft.

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

Enkele standaardafmetingen van geschaafd Noord-Amerikaans naaldhout in mm:

38 x 64
38 x 89
38 x 140

Enkele standaardafmetingen van 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 gipskarton- platen 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.
- De randafstand ten opzichte van het hout moet ten minste 10 mm zijn.

Deze voorwaarden zijn van belang voor een goede bevestiging van de gipskartonplaat door middel van schroeven of nagels.

(Bron: Handboek Houtskeletbouw)

De geluidsisolerende prestaties van niet dragende wanden met geschroefde gipskartonplaten en houten stijlen zijn minder goed dan die met metalen stijlen. Houten stijlen zorgen voor een stijvere wand wat akoestisch gezien een verslechtering is.

2.3 ISOLATIEMATERIALEN

2.3.1 Algemeen

Wanden en plafonds op metalen regelwerk kunnen worden gebouwd met en zonder isolatie.

Een belangrijke reden om te isoleren is een verbetering van de thermische en akoestische eigenschappen. De meest toegepaste isolatiematerialen zijn steenwol en glaswol; beide zijn in verschillende dikten en persingen te verkrijgen. Afhankelijk van die dikte en het persingsgewicht, ook wel de volumieke massa genoemd, kunnen de eigenschappen van het samengesteld geheel verbeteren.

Naast glaswol en steenwol kunnen ook modernere materialen worden gebruikt. Te denken valt aan PUR platen, PIR, hoogwaardige folies en meer ecologische producten.

Zowel glaswol als steenwol hebben goede thermische en akoestische eigenschappen en zijn beide goed bestand tegen brand. Een veel gemaakte denkfout is dat de minerale wol, aangebracht voor een verbeterde luchtgeluidisolatiewaarde, zo zwaar mogelijk moet zijn. Dit is een diep geworteld misverstand. Bouwfysisch gezien heeft de isolatie de functie van veer in het massa-veer-massasysteem.

Bij brandeisen geldt wél dat hoe hoger de volumieke massa is, hoe beter de wand presteert.

2.3.2 Steenwol

Steenwol heeft goede thermische en akoestische eigenschappen. Vooral in geval van brand heeft steenwol een voordeel; in een hoge volumieke massa heeft het materiaal een groot vermogen om warmte op te slaan en vast te houden. Door dit accumulerend vermogen beschermt het de metalen regels tegen vervorming.

Met name bij wanden rondom een schacht die slechts aan een kant worden beplaat, heeft steenwol de voorkeur.

2.3.3 Glaswol

Ook glaswol heeft goede thermische en akoestische eigenschappen. Aangezien de eisen met betrekking tot brand doorgaans al gerealiseerd worden door toepassing van een enkele of dubbele beplating zonder toepassing van isolatie,

wordt meestal glaswol toegepast vanwege het lage volumegewicht en de eenvoudigere verwerking.

2.3.4 PIR

PIR isolatieplaten (polyisocyanuraat) zijn harde kunststof platen die door bijzonder goede thermische eigenschappen in een geringe dikte kunnen worden toegepast en dan toch een hoge isolatiewaarde realiseren. Qua structuur lijkt PIR op soortgenoot PUR, echter in geval van brand is PIR veiliger omdat bij verhitting minder schadelijke rookgassen vrijkomen. PIR platen zijn doorgaans voorzien van een dampremmende laag die dan niet meer apart hoeft te worden aangebracht. Om een gesloten geheel te krijgen moeten de naden worden afgedicht met tape.

2.3.5 PUR

Polyurethaan, oftewel PUR, is een bijzonder goed, uit synthetische materialen opgebouwd isolatiemateriaal. De platen zijn doorgaans voorzien van een messing en groef kant, waardoor een gesloten en vooral snelle montage mogelijk is. Ook bij PUR moeten de naden zorgvuldig worden afgetaped en is een dampremmende laag overbodig.

2.3.6 XPS

XPS, ook wel geëxtrudeerd polystyreen, heeft een vrij hoge drukvastheid en is daardoor geschikt voor het isoleren van vloeren. De plaat is mede door zijn messing en groef zijkant goed te verwerken.

2.3.7 Vochthuishouding, isolatie en folies

Met het beter isoleren van wanden, voorzetwanden en plafonds worden vochtregulatie en ventilatie steeds belangrijker. Bij het verhogen van de Rc waarden is de kans dat condensatie plaats vindt in de constructie ook groter. Hierdoor kan schade ontstaan in de constructie, met alle gevolgen van dien. Bij oppervlaktecondensatie condenseert vocht uit de omringende lucht op een kouder oppervlakte. Dat leidt tot vochtproblemen en schimmelvorming in een ruimte.

Naast oppervlaktecondensatie kennen we ook inwendige condensatie. Hier is sprake van als vochtige lucht in een constructie condenseert. Waterdamp verplaatst zich in constructies omdat alle bouwmaterialen meer of minder poreus zijn.

Om condensatie tegen te gaan is het zaak om goed te ventileren en goed te isoleren. Belangrijk is ook om een dampremmende folie van voldoende kwaliteit toe te passen. De dampremmer moet de folie altijd aan de warme zijde van de constructie worden aangebracht. Warme vochtige lucht kan dan niet vanuit een binnensituatie in de isolatie of constructie condenseren. Dat voorkomt problemen als schimmelvorming en rot. Een optimale werking valt of staat met de nauwkeurige verwerking.

2.4 VOEGMATERIAAL EN AFWERKSYSTEMEN

2.4.1 Afwerkingsniveaus voor wanden en plafonds

Er zijn verschillende manieren en materialen waarmee wanden en plafonds van een definitieve eindafwerking kunnen worden voorzien, bijvoorbeeld behang of sauswerk. Om deze eindfawerkingen goed tot hun recht te laten komen, is voor elk een bepaalde vlakheid nodig. Dit zogeheten afwerkingsniveau wordt bepaald door het afwerken: het dichtvoegen van de naden en wegwerken van de schroefgaatjes en eventueel filmen van het oppervlak

De onderstaande tabel ‘Afwerkingsniveaus van in het werk af te werken gipskartonplaten op wanden en plafonds’, beschrijft wat er nodig is om de diverse afwerkingsniveaus te realiseren en hoe er kan worden gecontroleerd of het niveau is gehaald.

Om de niveaus in de tabel te halen is het belangrijk om de verwerkingsvoorschriften te volgen.

- De relatieve luchtvochtigheid moet tussen de 40% en de 80% liggen.
- De temperatuur moet hoger dan 5 °C zijn.
- Het gebouw moet wind- en waterdicht zijn.
- Overige werkzaamheden waarmee vocht in het gebouw wordt gebracht moeten vooraf worden uitgevoerd.
- Voegwerk moet zo laat mogelijk in het bouwproces worden gedaan.

Is aan deze voorwaarden niet voldaan, dan is een correctie en goede voegafwerking moet mogelijk en kan niet worden uitgesloten dat er later oneffenheden of zelfs scheuren ontstaan.

Zie hoofdstuk 4 en 5 voor de voor de volledige verwerkingsvoorschriften.

2.4.2 Voeg- en afwerkingsmaterialen

- Wapeningstapes
- Voegenvullers
- Finishers
- Pleisters

Wapeningstapes

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

Papiertape is sterker dan gaasband. Het is dan ook aan te bevelen uitsluitend papiertape toe te passen.

Sommige fabrikanten leveren speciale tapes, zoals wit papiertape; te gebruiken bij platen met wit karton en witte voegenvuller.

Voegenvullers en finishers

Volgens de Europese norm NEN-EN 13963 worden de voegenvullers als volgt in groepen ingedeeld:

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

Tabel 3

1. Voegenvuller wordt direct op de gipskartonplaat aangebracht. De wapeningstape wordt hierin ingebed. Geschikt voor AK-platen.
2. Finisher wordt over de voegenvuller in één of meer lagen aangebracht en vormt het uiteindelijke oppervlak van de voeg.
3. Gecombineerde voegenvuller/finisher is geschikt als zowel voegenvuller als finisher. Geschikt voor AK-platen.
4. Tapeloos voegenvuller is geschikt voor het vullen van voegen van HRAK-platen zonder dat er wapeningstape wordt gebruikt. Als toch tape wordt toegepast dan mag dat géén zelfklevend tape zijn. Door de vorm van de kantuitvoering wordt de voeg bij toepassing van zelfklevend tape niet voldoende opgevuld.

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

De B-types worden ook ingedeeld naar droogtijd

- 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.

Diepgrondeer

Als het oppervlak wordt afgewerkt met behang, dan is een voorbehandeling met een diepgrondeer nodig om later het behang te kunnen verwijderen zonder het karton te beschadigen. Ook is het aanbrengen van een diepgrondeer nodig voordat er geschilderd wordt of voordat spackspuitwerk wordt aangebracht. De diepgrondeer heft het verschil in absorptie tussen het gipskarton en de voegenvuller op en gaat transport van lignine naar het oppervlak tegen. Lignine is een oplosbare stof in papier die geelverkleuring in verf en spackspuitwerk kunnen veroorzaken als de Klimatologische omstandigheden niet ideaal zijn geweest tijdens de verwerking.

Pleisters

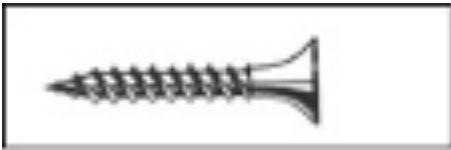
Voor het hoogste afwerkingsniveau – Niveau A in de tabel op pag. 33 – moet het gehele plaatoppervlak na het afvoegen van een dunne filmlaag worden voorzien. Dat maakt de kans op het aftekenen van voegen en het doorschijnen van bevestigingsmiddelen zo klein mogelijk.

2.5 BEVESTIGINGSMIDDELEN: SCHROEVEN, DRAADNAGELS, EN NIETEN

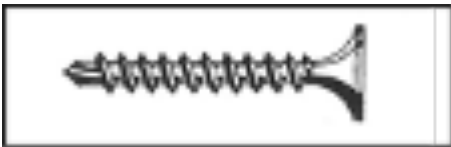
Schroeven en draadnagels

Het speciale karton is de wapening van de gipskartonplaat en mag dus niet worden beschadigd. Daarom zijn er speciale schroeven om gipskartonplaten te bevestigen. Ze hebben trompetvormige kruiskop die het karton naar binnen drukt en niet wordt doorgesneden. Tevens zijn de schroeven zwart van kleur doordat ze zijn gefosfateerd of op een andere manier behandeld.

Er zijn verschillende soort schroeven voor de verschillende materialen waarop de platen worden bevestigd. Gebruik voor hout schroeven met een grovere spoed (schroefdraad) dan voor staal. Schroeven voor hout en staal met een dikte tot 0,9 mm hebben een naaldpunt. (fig. 1) Voor staal met een grotere dikte (tot 2,0 mm) zijn schroeven met een boorpunt nodig. (fig. 2) In hoofdstuk 4, paragraaf 4.1.1 wordt de juiste manier van schroeven toegelicht.



Figuur 1

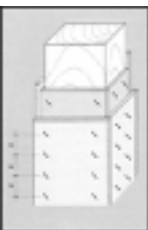
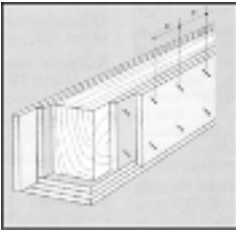


Figuur 2

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

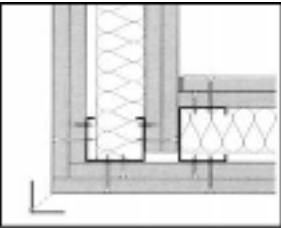
Nieten

Voor de montage van gipskartonplaten wordt nieten niet aanbevolen. Er zijn echter toepassingen waar goed kan worden geniet, bijvoorbeeld bij het bekleden van houten balken en kolommen waarbij de plaat volledig op de houten ondergrond wordt aangebracht. De indringdiepte van de niet in hout is 15 x de draaddiameter met een minimum van 25 mm.



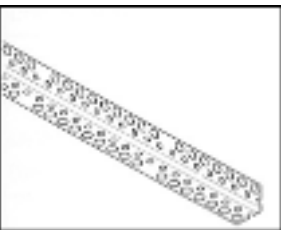
2.6 BESCHERMINGSPROFIELEN, DILATATIEPROFIELEN EN AFDICHTINGSBAND

Er is een breed assortiment profielen waarmee wanden en plafonds kunnen worden beschermd of strakker kunnen worden afgewerkt.



Hoekbeschermers

Om buitenhoeken te beschermen tegen beschadiging.

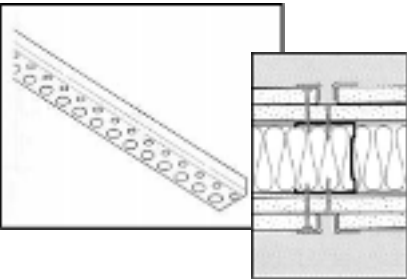


Er zijn grofweg twee types :

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

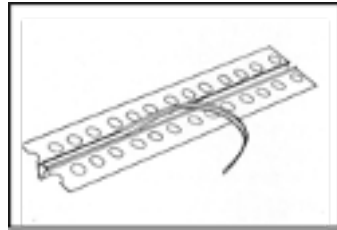


Op rol, papiertape waarop twee gegalvaniseerde metalen strips zijn gelijmd; ook wel flexcorner genoemd. breedte: ± 50mm, lengte ± 30m



Om kanten te beschermen tegen beschadiging of voor een strakke afwerking, bijvoorbeeld bij dilataties of andere plaatbeindingen.

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



Dilatatievoeg profielen

Voor het afwerken van dilatatievoegen zijn er diverse soorten profielen.

Verwijder na het afvoegen de beschermingsstrip.



Gipskartonplaat

De strip vlak met de plaat afvoegen.

Akoestisch band

PE- polyethyleenband met gesloten celstructuur, aan één zijde zelfklevend zodat het kan worden vastgezet op de rug van een profiel (zie ook hoofdstuk 4, paragraaf 4.1.1)

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

3. BOUWFYSISCHE ASPECTEN, GELUID EN BRAND

In de woningbouw en utiliteitsbouw speelt de droge afbouw een steeds grotere rol. met haar speciale materialen, technieken en eigenschappen is de sector beter in staat om in te spelen op eisen met betrekking tot geluidsisolatie en brandwerendheid. Dit hoofdstuk gaat kort in op geluid en brand en belicht de bijdrage die de droge afbouw op dit vlak kan leveren aan veiligheid, gezondheid en welzijn.

3.1 Geluid

Op vrijwel elke lijst van zaken die overlast veroorzaken, staat geluidhinder hoog genoteerd. Geluidsoverlast kan zelfs schade toebrengen aan de gezondheid. Vandaar dat volgens het Bouwbesluit geluid in de categorie "Voorschriften uit het oogpunt van gezondheid" valt. Er worden eisen gesteld aan bescherming van geluid van buiten af en aan de geluidswering tussen ruimten. Al bij het ontwerpen van gebouwen moet met die geluidseisen rekening worden gehouden.

Een goede manier om aan die eisen te voldoen, is door geluidsisolerende wanden en plafonds te monteren. Om zulke oplossingen op een effectieve manier te kunnen realiseren, is het nuttig om enig inzicht te hebben in hoe geluid en geluidsisolatie werken.

3.1.1 Wat is geluid

Geluid is niets anders dan een hoorbare verandering van de luchtdruk om ons heen. Deze verandering wordt veroorzaakt door geluidsbronnen, bijvoorbeeld luidsprekers, de menselijke stembanden, machines en dergelijke.

De veranderende luchtdruk veroorzaakt geluidsgolven. Als die ons oor bereiken, brengen ze het trommelvlies in trilling. Het trommelvlies verwerkt deze trillingen tot signalen die onze hersenen naar geluid vertalen.

Voorwaarde hiervoor is wel dat de verandering in luchtdruk sterk genoeg is. Ook moet de toonhoogte binnen het frequentiegebied vallen waarbinnen wij horen; dat ligt tussen de 20Hz en 20.000 kHz.

De geluidsterkte, dus hoe hard we iets horen, wordt doorgaans weergegeven in dB(A).

3.1.2 Geluidsisolatie

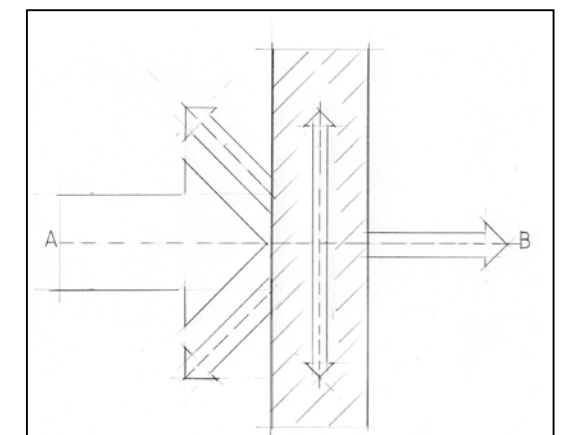
Er zijn verschillende manieren waarop de geluidsgolven ons gehoororgaan bereiken. Bij luchtgeluid brengt een geluidsbron, bijvoor-

beeld een televisie, de lucht in beweging. Die geluidsgolven bereiken ons trommelvlies.

Ook als het geluid uit een aangrenzende ruimte komt, kan er sprake zijn van luchtgeluid. De geluidsgolven bereiken dan eerst een bouwelement, bijvoorbeeld een muur. Ze brengen die aan het trillen waarna de trillende muur de lucht in de ruimte aan de andere kant in beweging brengt en de geluidsgolven vervolgens ons trommelvlies bereiken.

De geluidsgolven kunnen zich ook door bijvoorbeeld kieren en andere soorten geluidspekken van de ene naar de andere ruimte verplaatsen.

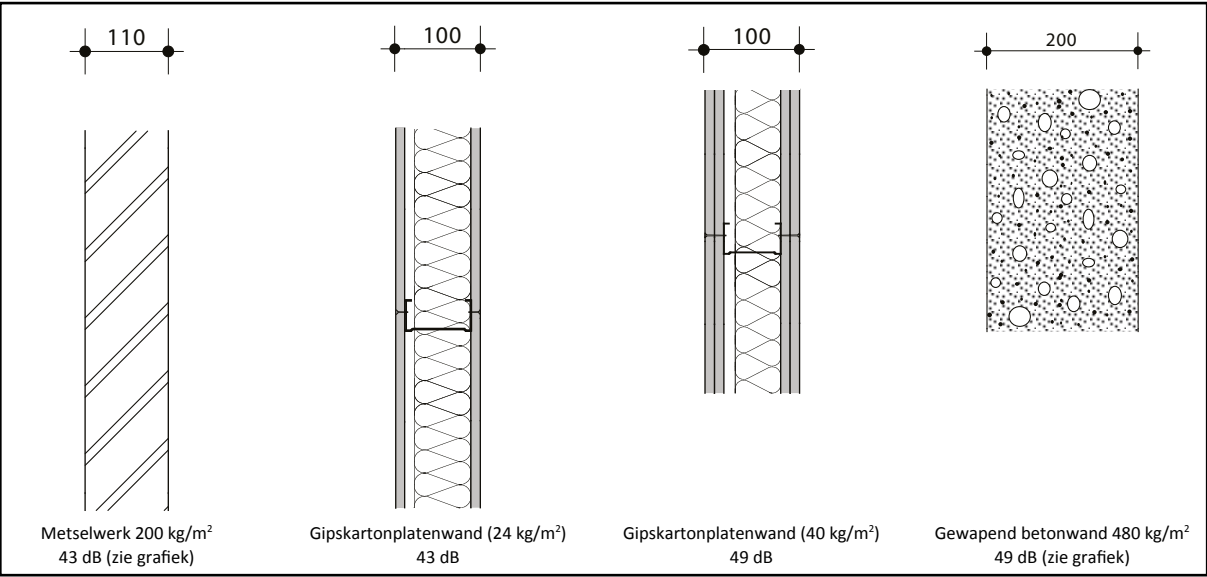
De mate waarin luchtgeluid wordt verhinderd door te dringen tot een aansluitende ruimte, noemen we luchtgeluidsisolatie. Geluid wordt daarbij op twee manieren tegengehouden. Een deel van het opvallend geluid wordt teruggekaatst door het oppervlak van de constructie en een deel wordt geabsorbeerd door de constructie. De rest is het doorgelaten geluid. (figuur 1)



Figuur 1

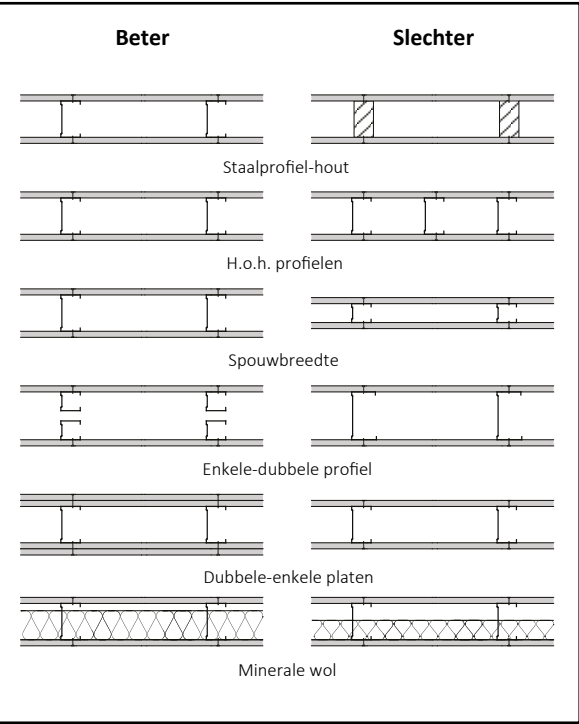
De dempingswaarde van een bouwelement (de mate waarin het geluid tegenhoudt en absorbeert) heet R_w -waarde. Die R_w -waarde wordt uitgedrukt in dB. Hoe lager de R_w waarde is, hoe minder er geïsoleerd wordt en hoe beter geluid van de andere kant kan worden waargenomen.

Hoeveel geluid wordt doorgelaten is onder meer afhankelijk van de massa van de scheidingswand, de vloer of het plafond. In het kader van luchtgeluidsisolatie zijn er twee wetten. De eerste is de wet van de massa. Volgens deze wet neemt de luchtgeluidsisolatie toe naarmate de massa toeneemt. Hoe meer massa een scheidingsconstructie heeft, hoe meer hij namelijk absorbeert. Het nadeel van deze manier van verbeteren van de isolatie is de scheidingsconstructie zwaarder wordt naarmate hij meer massa krijgt. Dat vergt meer kosten aan constructie en fundering. De tweede wet is de massa-veer-massawet.



Figuur 2

Gipskartonplaatwanden maken gebruik van deze wet. Dat werkt als volgt: geluidsgolven raken de gipskartonplaten aan de ene kant van de scheidingswand (massa) en brengen die aan het trillen. De trillingen worden doorgegeven aan de spouw tussen de twee zijden van de wand. Deze ‘veer’ werkt als een schokdemper en zwakt de geluidsgolven af voordat ze worden doorgegeven aan de gipskartonplaten aan de andere kant van de scheidingswand (massa).



Figuur 3

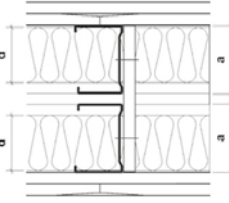
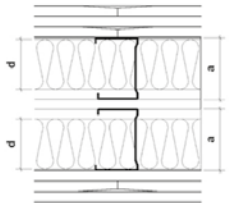
Bij een massa-veer-massa constructie kan alleen al een luchtspouw een goede isolatie opleveren. De isolatiewaarde kan echter verder worden verbeterd door de spouw te vullen met een geluidsabsorberende minerale wol. Ook de breedte van de spouw, de dikte van de beplating en het type profielen zijn van invloed op de isolatiewaarde. En uiteraard de montage want als dat onzorgvuldig gebeurt dan neemt de isolerende prestatie van het geheel af.

Daarnaast wordt het resultaat ook bepaald door:

- schroefafstanden (grotere schroefafstanden geven betere akoestische waarden maar verminderen de stabiliteit van de wand);
- afkitten of dichtvoegen (kan een aanzienlijk verschil maken voor de prestaties; bij dubbele beplating kan de Rw-waarde met wel 20dB afnemen als er niet wordt afgedicht);
- kwaliteit montagewerk (nauwkeurig werken kan het resultaat positief beïnvloeden).

Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Geluids-isolatie RW
Enkel frame, enkele beplating						
	1 x 15 mm	40 mm	70 mm	-	C-11/40/70	34 (-3 ; -5)
				30 mm	C-11/40/70 + MW 30	41 (-4 ; -11)
	1 x 12,5 mm	45 mm	70 mm	-	C-11/45/70	33 (-2 ; -6)
				40 mm	C-11/45/70 + MW 40	39 (-4 ; -10)
	1 x 12,5 mm	50 mm	75 mm	-	C-11/50/75	33 (-2 ; -6)
				40 mm	C-11/50/75 + MW 40	39 (-4 ; -10)
	1 x 12,5 mm	75 mm	100 mm	-	C-11/75/100	35 (-2 ; -7)
				60 mm	C-11/75/100 + MW 60	42 (-5 ; -12)
	1 x 12,5 mm	100 mm	125 mm	-	C-11/100/125	36 (-2 ; -7)
				75 mm	C-11/100/125 + MW 75	43 (-4 ; -11)
Enkel frame - Dubbele beplating						
	2 x 12,5 mm	50 mm	100 mm	-	C-22/50/100	41(-1 ; -7)
				40 mm	C-22/50/100 + MW 40	49(-5 ; -13)
	2 x 12,5 mm	75 mm	125 mm	-	C-22/75/125	43(-1 ; -7)
				60 mm	C-22/75/125 + MW 60	52(-5 ; -12)
	2 x 12,5 mm	100 mm	150 mm	-	C-22/100/150	45(-2 ; -8)
				75 mm	C-22/100/150 + MW 75	54(-4 ; -10)
Enkel frame, drievoudige beplating						
	3 x 12,5 mm	50 mm	125 mm	-	C-33/50/125	47(-2 ; -8)
				40 mm	C-33/50/125 + MW 40	55(-4 ; -12)
	3 x 12,5 mm	75 mm	150 mm	-	C-33/75/150	49(-2 ; -8)
				60 mm	C-33/75/150 + MW 60	58(-4 ; -10)
	3 x 12,5 mm	100 mm	175 mm	-	C-33/100/175	50(-2 ; -8)
				75 mm	C-33/100/175 + MW 75	59(-3 ; -9)
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	56(-4 ; -11)
				40 mm + 40 mm	CC-22/45/145 + 2MW 40	57(-4 ; -12)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	CC-22/50/155 + MW 40	57(-4 ; -11)
				40 mm + 40 mm	CC-22/50/155 + 2MW 40	58(-4 ; -12)
	2 x 12,5 mm	2 x 75 mm	205 mm	60 mm	CC-22/75/205 + MW 60	61(-5 ; -13)
				60 mm + 60 mm	CC-22/75/205 + 2 MW 60	62(-5 ; -13)
				-	CC-22/100/255	49(-2 ; -8)
	2 x 12,5 mm	2 x 100 mm	255 mm	75 mm	CC-22/100/255 + MW 75	63(-5 ; -12)
				75 mm + 75 mm	CC-22/100/255 + 2 MW 75	65(-5 ; -13)

Tabel 4a

Doorsnede	Beplating per zijde	Breedte profielen (a)	Totale dikte	Minerale wolvulling (d)	TYPE	Geluids-isola tie 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)
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)

CC* = dubbel frame gekoppeld

Tabel 4b

Houd er bij de opgegeven Rw-waarden in tabellen hiervoor rekening mee dat het om waarden gaat die in het laboratorium zijn gemeten. Voor de prestaties in de praktijk moet de constructie ook in de praktijk worden gemeten. Voor de meeste wandtypes kan wel als vuistregel worden aangehouden dat waarden in de praktijk (R'w) zo'n 5 dB lager liggen dan de lab-waarden (Rw). Dit ligt mede aan flankerend geluid, omloopgeluid, wijze van monteren, wel of geen installaties in de wand (water-, gas-, cv- of electraleidingen, de luchtdichtheid van de wanden.

Flankerend geluid

Luchtgeluidisolierende maatregelen die hiervoor zijn beschreven helpen vooral als het geluid uit een aangrenzende ruimte komt. Bij flankerend geluid komt het geluid uit een ruimte die verder weg ligt. Via een spouw kan een geluid te horen zijn dat van een bron komt die een aantal verdiepingen hoger of lager staat. En via de constructie kan bijvoorbeeld boren in de muur een aantal huizen verder nog goed te horen zijn.

Omloopgeluid

Geluidsgolven kunnen via bijvoorbeeld een open raam of een luchtkanaal van de ene ruimte worden doorgegeven aan de constructie zodat ze een ander vertrek kunnen binnendringen. Dit heet omloopgeluid.

3.1.3 Galm, nagalm en geluidsabsorptie

Galm ontstaat als geluiden herhaaldelijk wordt weerkaatst. Doordat het geluid wordt gereflecteerd, hoor je het verschillende keren achtereen. Dat kan ook als de geluidsbron zelf al is gestopt, alleen heet dat dan nagalm. De tijd tussen het moment dat de geluidsbron is gestopt en het moment dat het geluid met 60dB is gedaald, heet nagalmtijd.

In een ruimte met harde wanden, plafonds en vloeren is vaak veel galm en nagalm. Dat kan voor overlast zorgen. Zo kan het bijvoorbeeld moeilijk worden om spraak te verstaan. Ook kan het geluidsniveau in de ruimte erg hoog worden; soms wel hoger dan 90 dB. Drie kwartier blootgesteld staan aan dat geluidsniveau kan gehoorbeschadiging veroorzaken. In een kleine ruimte levert galm eerder overlast op dan in een grote ruimte.

Maar galm en nagalm zijn niet alleen maar hinderlijk. Een bepaalde nagalmtijd is zelfs noodzakelijk om goed te kunnen horen. Voor een gemeubileerde kamers is 0,5 seconde een goede nagalmtijd, voor een kantoor ligt het tussen 0,5 en 0,7 seconden. In een concertzaal is 1,7 tot 2,3 seconden een goede nagalmtijd.

Zorgen voor de juiste nagalmtijd in een ruimte, het beheersen van de akoestiek, kan door materialen toe te passen met goede geluidsabsorberende eigenschappen. Poreuze materialen zoals minerale wollen absorberen goed.

Geluidsabsorptie houdt in dat een deel van een geluidsgolf niet wordt teruggekaatst. De geluidsgolven komen in het materiaal, botsen tegen de vezels en het geluid wordt verzwakt of gedempt. Gipskartonplaten absorberen niet erg goed. Dit kan worden verbeterd door ze te perforeren en een laag isolatiemateriaal op de geperforeerde gipsplaten te monteren.

3.2 BRAND

3.2.1 Brand

Brand is alleen mogelijk als aan drie voorwaarden wordt voldaan. Er moet zuurstof zijn, er moet brandbaar materiaal zijn en er moet een warmtebron zijn met voldoende hoge temperatuur om de brand op gang te brengen. Zonder één van deze drie voorwaarden kan er geen brand ontstaan. En brand stopt als er geen zuurstof meer is of als het brandbare materiaal op is. Vooral als het gaat om brandbaar materiaal kan de droge afbouw een rol spelen bij het voorkomen en beperken van brand. Om te weten hoe dat in zijn werk gaat is het handig om een aantal termen, definities en criteria te kennen.

3.2.2 Termen en definities

Brandwerendheid

De tijdsduur waarin een constructie als een wand of een plafond tijdens een brandproef aan één of meer van de relevante brandwerendheidscriteria voldoet. Bijvoorbeeld de tijd dat een bouwdeel kan worden verhit zonder dat bezwijken optreedt of de tijd die het kost voor een bouwdeel een bepaalde temperatuur heeft bereikt.

De brandwerendheid wordt vastgesteld met een genormeerde beproevingsmethode en uitgedrukt in minuten, bijvoorbeeld 30 of 60 minuten).

Brandvoortplanting

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

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. Brandcompartimenten voorkomen dat een brand zich snel door een gebouw kan verplaatsen.

Doorbrandtijd

De tijd die het duurt voor plaatmaterialen die volgens een genormeerde proef worden verhit, doorbranden, uiteenvallen of aan de niet direct verhitte zijde een bepaalde temperatuur overschrijden.

Vlamoverslag

Het plotseling geheel in brand raken van een ruimte tijdens de ontwikkeling van een brand. 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. Vlamoverslag wordt ook wel Flash-over genoemd.

Vlamuitbreiding

Maat voor de snelheid waarmee vlammen zich bij een genormeerde proef over een proefstoppervlak voortplanten.

WBDBO

Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag

3.2.3 Brandpreventie

De gevolgen van brand in een gebouw zijn vaak rampzalig. Er kunnen dodelijke slachtoffers vallen en mensen kunnen ernstig gewond raken. Ook de materiële schade kan zeer ernstig zijn en grote financiële gevolgen hebben.

Het is dus erg belangrijk dat er maatregelen worden getroffen om brand te voorkomen en de gevolgen van brand te beperken, de verspreiding van brand tegen te gaan en er voor te zorgen dat mensen uit het gebouw kunnen vluchten. Een belangrijke rol is daar bij weggelegd voor bouwkundige brandpreventie.

Bij bouwkundige brandpreventie wordt onder meer gekeken naar:

1. Constructieve eisen. Dat gaat om eisen die worden gesteld aan de brandweerstand van bouwdelen, zoals wand-, vloer- en plafondconstructies, kolommen en balken met een dragende of scheidende functie;

2. Materiaaleisen. Dit heeft betrekking op de eisen die worden gesteld aan de brandreactie van materialen. Het gebruik van een materiaal mag niet tot gevolg hebben dat vuur zich snel door een ruimte of een gebouw kan verplaatsen bijvoorbeeld, of dat er veel rook ontstaat.

4 GIPSKARTONPLAATWANDEN OP METALEN REGELWERK

De materialen en producten die in Hoofdstuk 2 zijn beschreven, zijn er in een grote verscheidenheid en worden in allerlei verschillende combinaties toegepast. Zo zijn er wanden waar met de metalen regels een enkel skelet is gemaakt en wanden die een dubbel skelet hebben. Skeletten kunnen met verschillende soorten plaatmateriaal worden dichtgezet, in een enkele laag of met meerdere lagen. De spouw in de wand kan leeg blijven of worden opgevuld met diverse soorten isolatiemateriaal. Wand kunnen aan één zijde worden beplaat of aan beide zijden.

Paragraaf 4.1 gaat in op wanden die aan beide zijden zijn beplaat, de zogeheten scheidingswanden. Diverse typen scheidingswanden, toepassingsgebieden waar ze voor worden gebruikt en eigenschappen die ze hebben op bijvoorbeeld het gebied van geluidisolatie, brandwerendheid, warmteweerstand en inbraakwerendheid komen aan de orde. De montage van scheidingswanden wordt uitgebreid belicht in een aparte paragraaf.

Paragraaf 4.2 behandelt voorzetwanden. Dat zijn wanden waarbij het skelet aan slechts één zijde is beplaat en die vóór een achterconstructie worden geplaatst.

In paragraaf 4.3 komen schachtwanden aan de orde. Schachtwanden zijn vergelijkbaar met voorzetwanden; ze staan echter niet voor een achterconstructie maar rond een opening in een vloer. Daarnaast kunnen ze zowel aan één zijde als aan beide zijden worden beplaat. Een aparte tak vormen de gebogen wanden. Die komen aan bod in paragraaf 4.4

4.1 Scheidingswanden

De verschillende typen scheidingswanden zijn weergegeven in tabel 5 (tabel Siniat). Per type zijn diverse varianten genoemd en de prestaties die ze kunnen leveren op het gebied van geluidisolatie en brandwerendheid. Hieronder worden de meest gebruikte typen wanden nader uitgewerkt. Daar worden toepassingsgebieden bij genoemd:

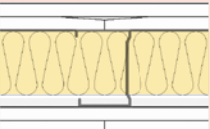
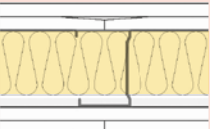
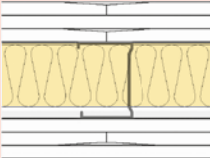
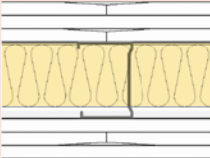
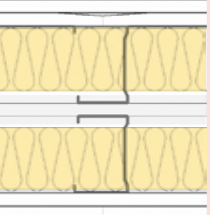
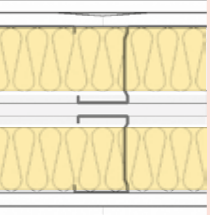
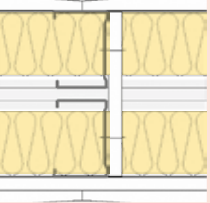
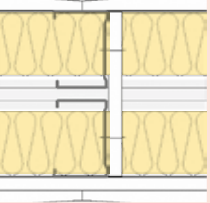
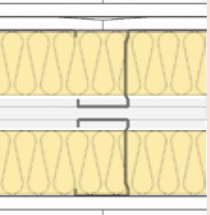
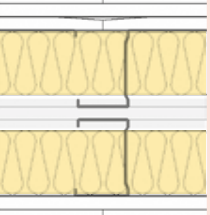
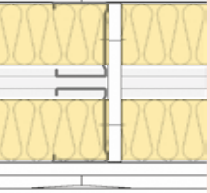
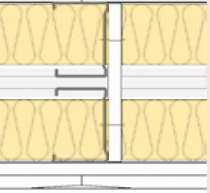
Toepassingsgebied 1 betreft ruimten waar zich weinig mensen in ophouden, zoals woningen, hotels en kantoren.

Toepassingsgebied 2 betreft ruimten waar zich veel mensen in bevinden, zoals vergaderruimten, schoollokalen en verkoopruimten.

Ongeacht type en toepassingsgebied bestaan de wanden uit:

- Standaard gipskartonplaat van minimaal 12,5 mm dik
- C-profiel + U-profiel
- Isolatiemateriaal (minerale wol)
- Voegafwerking + wapening
- Akoestische band

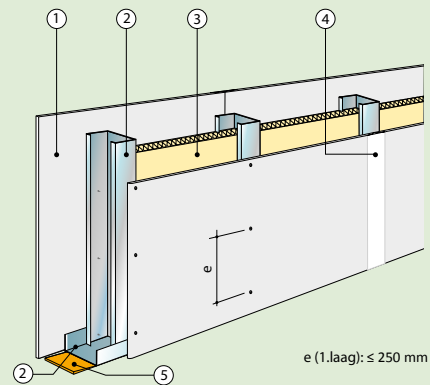
Tabel 5

OVERZICHT WANDSYSTEMEN		WANDTYPE	BEPLATING PER ZIJDE (MM)
 E-11 Enkele stijlen en enkele beplating		E-11/40/70	1 x 15
		E-11/40/70 + MW30	1 x 15
		E-11/45/70	1 x 12,5
		E-11/45/70 + MW40	1 x 12,5
		E-11/50/75	1 x 12,5
 E-22 Enkele stijlen en dubbele beplating		E-22/50/100	2 x 12,5
		E-22/50/100 + MW40	2 x 12,5
		E-22/75/125 + MW60	2 x 12,5
		E-22/100/150	2 x 12,5
		E-22/100/150 + MW75	2 x 12,5
 E-33 Enkele stijlen en drievoudige beplating		E-33/50/125	3 x 12,5
		E-33/50/125 + MW40	3 x 12,5
		E-33/75/150	3 x 12,5
		E-33/75/150 + MW60	3 x 12,5
		E-33/100/175 + MW75	3 x 12,5
 EE-22 Dubbele stijlen, niet-gekoppeld en dubbele beplating		EE-22/45/145 + MW40	2 x 12,5
		EE-22/50/155 + MW40	2 x 12,5
		EE-22/50/155 + 2MW40	2 x 12,5
		EE-22/75/205 + MW60	2 x 12,5
		EE-22/100/255	2 x 12,5
 EE*-22 Dubbele stijlen, gekoppeld en dubbele beplating		EE*-22/45/145 + MW40	2 x 12,5
		EE*-22/50/155 + MW40	2 x 12,5
		EE*-22/50/155 + 2MW40	2 x 12,5
		EE*-22/75/205 + MW60	2 x 12,5
		EE*-22/100/255	2 x 12,5
 EE-33 Dubbele stijlen, niet-gekoppeld en drievoudige beplating		EE-33/100/280	3 x 12,5
		EE-33/100/280 + MW75	3 x 12,5
		EE-33/100/280 + 2MW75	3 x 12,5
 EE*-33 Dubbele stijlen, gekoppeld en drievoudige beplating		EE*-33/100/280	3 x 12,5
		EE*-33/100/280 + MW75	3 x 12,5
		EE*-33/100/280 + 2MW75	3 x 12,5

Tabel 5

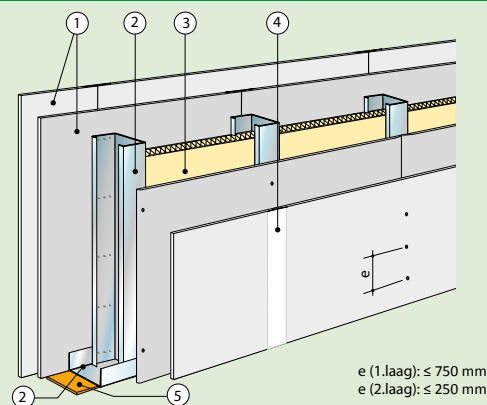
BREEDTE PROFIELEN(MM)	WAND- DIKTE (MM)	MINERALE WOL (MM)	RW IN DB	BRANDWEREND (MIN)	GEWICHT CIRCA (KG/M²)	MAXIMALE TOEPPASING 1	WANDHOOGTE (MM)* TOEPPASING 2
40	70	–	34	> 30	27	2800	n.v.t.
40	70	30	42	> 30	28	2800	n.v.t.
45	70	–	34	> 30	22	2800	n.v.t.
45	70	40	41	> 30	23	2800	n.v.t.
50	75	–	34	> 30	22	3000	2750
50	75	40	42	> 30	23	3000	2750
75	100	–	36	> 30	23	4500	3750
75	100	60	43	> 30	24	4500	3750
100	125	–	38	> 30	23	5000	4250
100	125	75	46	> 30	24	5000	4250
50	100	–	42	> 60	43	4000	3500
50	100	4	50	> 60	44	4000	3500
75	125	–	45	> 60	43	5500	5000
75	125	60	51	> 60	44	5500	5000
100	150	–	47	> 60	43	6500	5750
100	150	75	52	> 60	44	6500	5750
50	125	–	45	> 90	61	4500	4000
50	125	4	56	> 90	62	4500	4000
75	150	–	47	> 90	61	6000	5500
75	150	60	57	> 90	62	6000	5500
100	175	–	49	> 90	61	7000	6500
100	175	75	58	> 90	62	7000	6500
2 x 45	145	40	57	> 60	46	2600	n.v.t.
2 x 45	145	40 + 40	61	> 60	47	2600	n.v.t.
2 x 50	155	40	57	> 60	46	2600	n.v.t.
2 x 50	155	40 + 40	61	> 60	47	2600	n.v.t.
2 x 75	205	60	61	> 60	46	3500	2750
2 x 75	205	60 + 60	63	> 60	47	3500	2750
2 x 100	255	–	52	> 60	45	4250	3500
2 x 100	255	75	62	> 60	46	4250	3500
2 x 100	255	75 + 75	63	> 60	47	4250	3500
2 x 45	145	40	52	> 60	46	4500	4000
2 x 45	145	40 + 40	55	> 60	47	4500	4000
2 x 50	155	40	53	> 60	46	4500	4000
2 x 50	155	40 + 40	55	> 60	47	4500	4000
2 x 75	205	60	54	> 60	46	6000	5500
2 x 75	205	60 + 60	57	> 60	47	6000	5500
2 x 100	255	–	52	> 60	45	6500	6000
2 x 100	255	75	55	> 60	46	6500	6000
2 x 100	255	75 + 75	57	> 60	47	6500	6000
2 x 100	280	–	58	> 90	63	4750	4000
2 x 100	280	75	65	> 90	64	4750	4000
2 x 100	280	75 + 75	66	> 120	65	4750	4000
2 x 100	280	–	57	> 90	63	7000	6500
2 x 100	280	75	59	> 90	64	7000	6500
2 x 100	280	75 + 75	60	> 120	65	7000	6500

Metalen staanderwand met enkele stijlen en enkele beplating



Afhankelijk van de breedte van de profielen variëren de wanddiktes van 70 tot 125 mm.
 Het gewicht is ca. 22 tot 28 kg/m², inclusief isolatielaag.
 De brandwerendheid is tenminste 30 minuten.
 De geluidsisolatie volgens EN-ISO 717-1 is $R_w = 34$ tot 46 dB
 De warmte-isolatie is afhankelijk van het type en de hoeveelheid isolatie in de spouw
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 1 is 2800 tot 5000 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 2 is 2750 tot 4250 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.

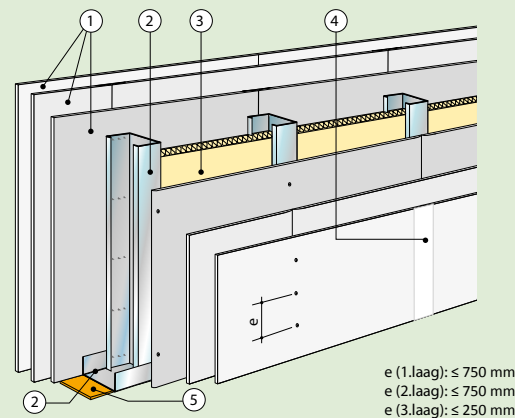
Metalen staanderwand met enkele stijlen en dubbele beplating



Afhankelijk van de breedte van de profielen variëren de wanddiktes van 100 tot 150 mm.
 Het gewicht is ca. 44 kg/m², inclusief isolatielaag.
 De brandwerendheid is tenminste 60 minuten.

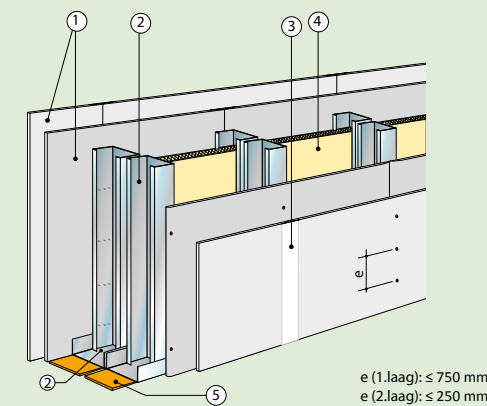
De geluidsisolatie volgens EN-ISO 717-1 is $R_w = 42$ tot 52 dB
 De warmte-isolatie is afhankelijk van type en hoeveelheid isolatie in de spouw
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 1 is 4000 tot 6500 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 2 is 3500 tot 5750 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.

Metalen staanderwand met enkele stijlen en drievoudige beplating



Afhankelijk van de breedte van de profielen variëren de wanddiktes van 125 tot 175 mm.
 Het gewicht is ca. 62 kg/m², inclusief isolatielaag.
 De brandwerendheid is tenminste 90 minuten.
 De geluidsisolatie volgens EN-ISO 717-1 is $R_w = 45$ tot 58 dB
 De warmte-isolatie is afhankelijk van het type en de hoeveelheid isolatie in de spouw
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 1 is 4500 tot 7000 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 2 is 4000 tot 6500 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.

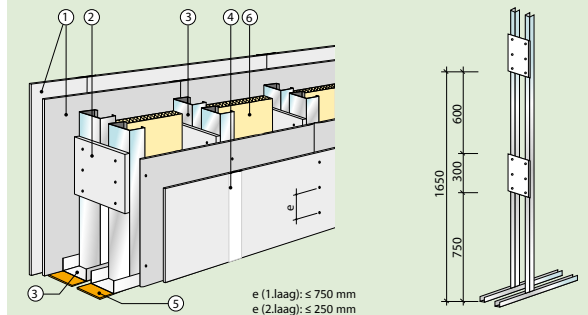
Metalen staanderwand met dubbele, niet-gekoppelde stijlen en dubbele beplating



Afhankelijk van de breedte van de profielen variëren de wanddiktes van 145 tot 255 mm.
 Het gewicht is ca. 45 tot 47 kg/m², inclusief isolatielaag.
 De brandwerendheid is tenminste 60 minuten.
 De geluidsisolatie volgens EN-ISO 717-1 is $R_w = 52$ tot 63 dB
 De warmte-isolatie is afhankelijk van het type en de hoeveelheid isolatie in de spouw
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 1 is 2600 tot 4250 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 2 is 2750 tot 3500 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.

Metalen staanderwand met dubbele gekoppelde stijlen en dubbele beplating

Naast de gebruikelijke onderdelen komt hier nog een gipskartonstrook van 300 mm hoog bij.



Afhankelijk van de breedte van de profielen variëren de wanddiktes van 145 tot 255 mm.
 Het gewicht is ca. 45 tot 47 kg/m², inclusief isolatielaag.
 De brandwerendheid is tenminste 60 minuten.
 De geluidsisolatie volgens EN-ISO 717-1 is $R_w = 52$ tot 57 dB
 De warmte-isolatie is afhankelijk van het type en de hoeveelheid isolatie in de spouw

De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 1 is 4500 tot 6500 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.
 De maximale wandhoogte voor toepassingsgebied 2 is 4000 tot 6000 mm, afhankelijk van de breedte van de profielen.

4.1.1 Montage van scheidingswanden

Activiteit	Temperatuur	Relatieve luchtvochtigheid
Monteren gipsplaten	Ideaal is 18 °C, minimaal 7 °C	Tussen 40% en 80%
Voegen van de gipsplaten	Ideaal is 20 °C, minimaal is 10 °C	Tussen 40% en 65%

Tabel 6

Belangrijk!

Let bij de verwerking, het monteren en het voegen van de gipskartonplaten op de relatieve luchtvochtigheid en de omgevingstemperatuur!

- Het gebouw moet wind-, waterdicht en opgeruimd zijn.
- Tijdens de montage van de gipsplaten moet de temperatuur (T) minimaal 7 °C bedragen en moet de relatieve luchtvochtigheid (RV) tussen de 40% en 80% liggen. (ideale omstandigheden tijdens het monteren: T = 18 °C en RV tussen 50% en 70%).
- Tijdens het afvoegen van de plaatnaden is het wenselijk dat de temperatuur en de RV gelijk zijn aan de omstandigheden zoals deze tijdens het gebruik van het gebouw gelden. Tijdens het afvoegen geldt echter een verwerkingstemperatuur >10 °C en een RV die ligt tussen de 40% en 65%. Mechanisch voegen vereist een minimum temperatuur van minimaal 18 °C. (Ideale omstandigheden voor het afvoegen: T = 20 °C en RV tussen 50% en 65%).
- Uiterlijk 3 dagen voor het uitvoeren van de voegwerkzaamheden dienen temperatuur en RV aan bovengenoemde eisen te voldoen.
- De temperatuur en luchtvochtigheid moeten zo constant mogelijk worden gehouden. Grote en/of snelle wisselingen hierin kunnen leiden tot ongewenste vormveranderingen, waardoor scheurvorming kan ontstaan. Om tijdig te kunnen bijsturen moeten de klimatologische omstandigheden gedurende het werk in een logboek worden bijgehouden.
- Het opvoeren van de temperatuur moet gelijkmatig gebeuren. Maximaal met 3 °C per 24 uur.
- Warme of hete lucht niet rechtstreeks tegen de gipsplaten laten blazen.

- Ook na het monteren en afvoegen van de wanden of plafonds moet langdurige bloot-stelling aan vocht vermeden worden.
- Natte werkzaamheden, zoals het aanbrengen van stukadoorswerk en dekvloeren, zorgen voor een grote toename van de relatieve luchtvochtigheid. Deze werkzaamheden moeten zijn uitgevoerd vóór het monteren van de wanden en de plafonds.

In paragraaf 4.1.2. is de volledige tekst van ‘Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten’ opgenomen.

Uitzetten

Teken met een laser de positie van de te plaatsen wand snel, precies en eenvoudig af. Gebruik eventueel als alternatief voor de laser een smetkoord om de exacte plaats van de wand op de vloer uit te zetten. Geef met behulp van een waterpas en de rei vervolgens verticaal en horizontaal de markering op de aansluitende wand en het plafond aan.

Framewerk

Het frame­werk waar de platen op worden gemonteerd, kan uit houten of metalen profielen bestaan. Gebruik bij voorkeur metalen profielen (C-profielen) omdat daar strakkere en vlakke wanden mee kunnen worden gemaakt.

De maximale hart-op-hart-afstand van de C-profielen is 600 mm.
Houd een kleinere h.o.h-afstand aan als de wanden die hoger moeten worden dan de maximale hoogte die in de tabel is aangegeven. Een andere oplossing is bredere metalen profielen gebruiken.

Montage van de horizontale regels

Breng akoestisch band aan op de rugzijde van de U- profielen die aan het plafond en de vloer worden gemonteerd.

Bevestig de profielen met pluggen, schroeven of slagpluggen. Gebruik altijd minimaal 2 bevestigingspunten per wandlengte en zet de bevestigingspunten niet verder dan 800 mm uitelkaar.

Op de vloer

Bij afgewerkte betonvloeren moet de onderregel met tussenvoeging van een stuk akoestisch band op de afgewerkte betonvloer h.o.h. max 800 m mechanisch worden bevestigd, met bijvoorbeeld slagpluggen. Gebruik minimaal 2 stuks per wandlengte.

Bij onafgewerkte betonvloeren of betonvloeren die niet vlak zijn, kan op de vloer een strook afdichtingsband en een houten lat (spouw­breedte x 30 mm) voorzien van PVC-folie worden aan­gebracht. Houdt h.o.h. afstanden van maximaal 800 mm aan en gebruik slagpluggen (minimaal 2 stuks per wandlengte) voor de bevestiging. Het akoestische band is niet nodig als er geen eisen gesteld worden aan geluidsisolatie, warmte-isolatie of brandwerendheid.

Op het plafond

De stalen bovenregel moet – met tussenvoeging van een stuk akoestisch band – met tenminste 2 slagpluggen per wandlengte aan het plafond worden bevestigd. Houd tussen de regels een h.o.h. afstand van maximaal 800 mm aan. Als er geen eisen worden gesteld aan geluidsisolatie, warmte-isolatie of brandwerendheid dan kan de afdichting met band achterwege blijven.

Montage van de verticale stijlen

Knip de stijlen (C-profielen) op lengte, 10 tot 15 mm korter dan de binnenwerkse maat tussen de lijven van de stalen regels. De eerste en de laatste stijl moeten langs de aansluitende wand worden gesteld tussen de regels. Ze moeten op de onderregel rusten en worden bevestigd tegen de wand met tussenvoeging van een stuk akoestische band. Het C-profiel moet h.o.h. max. 800mm, met een minimum van 3 bevestigings­middelen per wandhoogte aan de wand worden bevestigd. Gebruik hier slagpluggen, pluggen en schroeven of schietnagels voor staal voor. Afdichting met akoestisch band is alleen nodig als er eisen zijn voor geluidsisolatie, warmte-isolatie of brandwerendheid.

Breng de volgende stijlen los aan. De onderlin­ge afstand moet gelijk zijn aan een halve plaat­breedte (h.o.h. 600 mm).

De C-profielen moeten in de U-profielen steken. Omdat doorbuiging van het plafond te verwach­ten valt, moet er bij een niet-flexibele plafon­daansluiting een afstand van 15 mm zitten tussen de C-profielen en het lijf van de U-profiel.

Gebruik van akoestisch band

Pas bij smalle profielen tot 50 mm één brede strook akoestisch band toe. Twee stroken mag ook maar het is gemakkelijker om één brede strook aan te brengen. Bij profielen die breder zijn dan 50 mm altijd twee smalle stroken toe­passen.

Breng de stroken aan op de rug van de profielen. Doe dat zodanig dat er geen contact mogelijk is tussen het profiel en de aanliggende bouw­delen (bijvoorbeeld vloer, plafond, wand of kolom). Het band vangt eventuele oneffenheden in het bouwdeel op, waardoor geluid­lekken worden voorkomen.

Isolatie

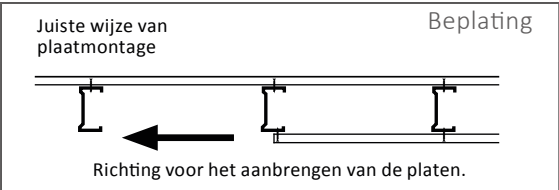
Breng isolatiemateriaal in de spouw aan. Soort en hoeveelheid is afhankelijk van de eisen voor geluidsisolatie, warmte-isolatie of brandwerend­heid. Vul voor een optimale geluidsisolatie de spouw voor ca. 75%; dit voorkomt ook spanning op de platen en het maakt het makkelijker om eventuele installaties aan te brengen. Steenwol moet een dichtheid hebben van minimaal 35 kg/m2; voor glaswol geldt een dichtheid van tenmin­ste 15 kg/m2.

Beplating

Soort en dikte van de gipskartonplaten en de uit­voering van de beplating is afhankelijk van het gebruik. Kies bijvoorbeeld 12,5 mm dikke platen voor standaard­systemen met enkele, dubbele of drielaagse beplating. Gebruik brandwerende platen als er eisen voor brandveiligheid worden gesteld. Kies geïmpregneerde gipskartonplaten voor wan­den in badkamers en vergelijkbare natte ruimtes. Monteer geïmpregneerde brandwerende platen als er een combinatie van brand- en vochtwering nodig is.

Bevestiging van de platen

Let op:
De volgorde van aanbrengen van de platen is belangrijk voor het bouwen van vlakke wanden. In onderstaande figuur wordt de juiste montage-richting aangegeven.



1-laagse beplating:
Begin aan de eerste wandkant met de gehele plaatbreedte van 1200 mm. Gebruik 25 mm lange snelboutschroeven om de plaat te bevestigen. Zet de gipskartonplaat vanaf de zijkant met een h.o.h. afstand van maximaal 250 mm aan de onderconstructie vast met schroeven. Begin bij de tweede wandkant met een halve plaatbreedte van 600 mm. Plaats de gipskartonplaten met een hefboom strak tegen de bovenzijde van de onderconstructie aan.

OM optrekkend vocht vanaf de vloer te voorkomen moeten gipskartonplaten aan de onderzijde ongeveer 10 mm korter zijn dan de wandhoogte. Bevestig ze met schroeven alléén op de C-profielen. Plaats de gipskartonplaten stotend tegen elkaar. Breng isolatie, achterhout of elektrische installaties in de scheidingswand aan vóórdát de wand wordt gesloten.

2-laagse beplating:
Begin de eerste plaatlaag aan de eerste wandkant met de gehele plaatbreedte van 1200 mm. Begin de eerste plaatlaag aan de tweede wandkant met een halve plaatbreedte van 600 mm. Bevestig de eerste gipskartonplaten met 25 mm

Hanteer de volgende afstanden tussen de schroeven

	1-laagse beplating	2-laagse beplating	3-laagse beplating
1e laag	250 mm	750 mm	750 mm
2e laag		250 mm	750 mm
3e laag			250mm

Tabel 7

lange snelboutschroeven aan de onderconstructie met C-profielen. Houd een onderlinge afstand van ten hoogste 750 mm aan. Bevestig de tweede plaatlaag verspringend. Gebruik 35 mm lange snelboutschroeven en hanteer een onderlinge afstand van maximaal 250 mm. Plaats de gipskartonplaten met een hefboom strak tegen de bovenzijde van de onderconstructie aan.

De gipskartonplaten moeten aan de onderkant ca. 10 mm korter zijn dan de wandhoogte. Bevestig ze met schroeven alléén op de C-profielen. Plaats de gipskartonplaten stotend tegen elkaar. Isolatie, achterhout of elektrische installaties in de scheidingswand plaatsen vóórdát de wand wordt gesloten.

3-laagse beplating:
Begin aan de eerste wandkant met de gehele plaatbreedte van 1200 mm. Begin de tweede wandkant met een halve plaatbreedte van 600 mm. Bevestig de eerste gipskartonplaat met 25 mm lange snelboutschroeven en tweede gipskartonplaat met 35 mm lange snelboutschroeven. Houd een onderlinge afstand van maximaal 750 mm aan, verspringend aan de onderconstructie.

Bevestig de derde plaatlaag verspringend, met 55 mm lange snelboutschroeven op een onderlinge afstand van niet meer dan 250 mm. Plaats de gipskartonplaten met een hefboom strak tegen de bovenzijde van de onderconstructie aan.

De gipskartonplaten moeten aan de onderkant ca. 10 mm korter zijn dan de wandhoogte. Bevestig ze met schroeven alléén op de C-profielen. Plaats de gipskartonplaten stotend tegen elkaar. Breng isolatie, achterhout of elektrische installaties in de scheidingswand aan vóórdát de wand wordt gesloten.

Aansluitingen

Vloeraansluiting
Voor goede geluidsisolerende prestaties van scheidingswanden zijn vooral de aansluitingen met de vloer van groot belang. Wanden met een geluidsisolatiewaarde (Rw-waarde) van ≤ 40 dB kunnen op de zwevende dekvloer worden geplaatst. Wordt er een isolatiewaarde van ≥ 41 dB gevraagd, dan is een onderbreking in de zwevende dekvloer nodig. De scheidingswand rechtstreeks op de onbehandelde vloer monteren, met een onderbreking in de zwevende dekvloer, levert het beste resultaat op. Gebruik akoestisch band om de scheidingswanden goed op de vloer te laten aansluiten en kit de aansluitvoegen tussen de vloer en de gipskartonplaten af. Zie ook de beschrijvingen hiervoor bij 'Montage van de horizontale regels' en hierna bij 'Afdichten van aansluitingen'.

Aansluiting op massieve plafonds
Gebruik elastisch akoestisch band bij de aansluiting van de scheidingswanden op een massief plafond. Gebruik de juiste pluggen en schroeven of slagpluggen voor de bevestiging van de U-profielen. Werk de aansluitvoegen af zoals hierna staat beschreven 'Afdichten van aansluitingen'.

Glijdende plafondaansluiting
Pas een glijdende plafondaansluiting toe als de verwachting is dat het plafond ≥ 10 mm zal doorbuigen. Zorg er voor dat de afstand tussen de onderkant van het plafond en de beplating van de wanden overeenkomt met de verwachte doorbuiging van het plafond. Bekleed de U-profielen met stroken gipskartonplaat in een passende dikte en breedte. Gebruik akoestisch band bij de plafondbestijging en houd voor de pluggen h.o.h. ≤ 1000 mm aan.

De beplating moet de stroken plaatmateriaal met tenminste 20 mm overlappen. Kort de C-profielen voor de stijlen in met ongeveer 25 mm zodat ze minimaal 15 mm in het U-profiel steken. Zet bij het vastzetten van de beplating aan de stijlen in de eerste circa 15 cm onder het plafond géén schroeven. Houd bij voorgeschreven brandwerendheid van 30 tot 90 minuten een spouwbreedte aan van ≥ 50 mm. Bij een brandwerendheidseis van 120 minuten moet de spouwbreedte ≥ 75 mm zijn

Deze afstanden komen bij een glijdende plafondaansluiting overeen met de breedte van het C-profiel.

Aansluiting aan verlaagd plafond
Bij een geluidsisolatie met een Rw-waarde ≤ 38 dB kan de scheidingswand direct tegen het verlaagde plafond worden aangesloten. Breng akoestisch band aan en voeg de aansluitingen af. Bij hogere geluidsisolatie-eisen dan 38 dB en bij hoge brandwerendheidseisen moet het verlaagde plafond worden gescheiden en moeten de scheidingswanden worden doorgetrokken tot het constructieve plafond. Breng minerale wol aan in de spouw boven het plafond om geluidsoverdracht te verminderen.

Aansluiting aan voorgevels
Bij aansluiting van scheidingswanden aan kozijnen of gevelpuien zijn eventueel verloopaansluitingen (ook wel verjongingen genoemd) noodzakelijk. Door de verminderde wanddikte binnen het bereik van deze aansluitingen wordt de geluidsisolatie van de scheidingswand sterk beïnvloed. Door windbelasting en temperatuurverschillen kan er beweging ontstaan bij gevels. Schade door die bewegingen kan worden voorkomen door glijdende wandaansluitingen te maken. Om de geluidsoverdracht te verminderen moeten wandaansluitingen worden afgesloten door ze luchtdicht af te voegen. Geluidsisolatie wordt ook sterk beïnvloed door flanking en omloopgeluid via de gevel.

Wand-wandaansluiting
Alleen bij scheidingswanden met geringe geluidsisolatie-eisen mogen wandaansluitingen met doorlopende enkele beplating worden uitgevoerd. De geluidsisolatie wordt verbeterd door de beplating van de aangrenzende wand te onderbreken met een naad. Breng in de aangrenzende wand nog een C-profiel aan om er zeker van te zijn dat de scheidingswand goed is bevestigd en voldoende stabiel is.

Bij scheidingswanden met een dubbele beplating waar hoge geluidsisolatie-eisen gelden, moet de eerste plaatlaag van de aangrenzende wand door een voeg onderbroken zijn. Bevestig de scheidingswand tegen deze plaatlaag aan met een C-profiel, akoestisch band en snelboutschroeven.

Beplaat daarna de scheidingswand met één laag plaatmateriaal. Breng dan op de reeds aanwezige wand de tweede plaatlaag aan. Vervolgens wordt de aangebrachte scheidingswand van de tweede plaatlaag voorzien. Voeg ten slotte de aansluiting af.

Schroeven

Breng schroeven met een elektrische schroefmachine haaks op het plaatvlak in. Voorboren is niet nodig, de schroeven zijn zelftappend. Verzink ze zodanig (0,5 - 1,0 mm) dat het karton niet wordt beschadigd. Door ze te verzinken kunnen de schroefkoppen onzichtbaar worden weggewerkt.

Let er op dat de schroeven lang genoeg zijn om door de beplating heen te gaan en minimaal 10 mm in het metalen regelwerk te dringen. Bij houten regelwerk moeten de schroeven zelfs minimaal 20 mm in het hout dringen.

Worden er draadnagels gebruikt om de platen vast te zetten, dan geldt ook dat deze zo worden bevestigd dat het karton niet beschadigt en er alleen een deuk in de plaat ontstaat. Die kan weer worden weggewerkt met voegenvuller.

De plaats van de schroef (of draadnagel) tot de rand van de plaat is zeer kritisch. Plaats ze op ten minste 10 mm afstand van een kant die met karton is ommanteld. Houd bij een gesneden kant, waar dus geen karton meer op zit, een afstand van ten minste 15 mm aan.

Schroef op de juiste manier, met voldoende toerental (minimaal 4000 t/minuut); dan vormt zich een kraag aan de achterkant van het profiel. Dat garandeert een stevige bevestiging.

Druk tijdens het schroeven de plaat stevig tegen de onderconstructie aan, anders ontstaat er een kraag of braam tussen het profiel en de plaat. De plaat zit dan los en dat kan oneffenheden in wand of plafond opleveren.

Kopse naden

Zorg er bij enkele wandbeplating voor dat de naden van de platen verspringen met een sprong van ten minste 400 mm. Op die manier ontstaan er geen kruisvoegen. Bij meerdere lagen beplating moeten de platen zo worden aangebracht dat de afzonderlijke plaatlagen verspringen. Let hierbij op een goede plaatuitlijning, dat maakt het afvoegen gemakkelijker.

De gipskartonplaten kunnen zowel in lengte als in dwarsrichting worden aangebracht. Plaats bij montage in dwarsrichting de kopse naden óp de onderconstructie.

Dilatatievoegen

Dilatatievoegen van verschillende bouwdeelen van gebouwen moeten worden doorgezet in de wand. Breng bij wanden die langer zijn dan 15 m1 een dilatatievoeg aan. Dit geldt voor gipskartonplaten. Zie voor andere dilatatievoorwaarden paragraaf 4.1.2 'Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten' onder de kop 'Dilateren en detaillering'.

Zijn er geen brandveiligheidseisen, dan kunnen de gebruikelijke dilatatievoegprofielen worden gebruikt. Als er wél eisen aan de brandveiligheid worden gesteld, breng de dilatatievoegen dan aan volgens de voorschriften.

Afvoegen

Algemeen: Begin pas met voegen als er geen grote lengtewijzigingen door temperatuurveranderingen van de gipskartonplaten meer optreden. Bij het voegen moet de temperatuur in de ruimte ten minste 10 °C zijn, de relatieve luchtvochtigheid moet tussen de 40% en 65% liggen. Zie ook paragraaf 4.1.2., daarin staat meer over klimatologische- en bouwplaatsomstandigheden.

Paragraaf 2.4.2 bevat informatie over voeg- en afwerkingsmaterialen. Hieronder wordt beschreven hoe het beste met de materialen te werken.

Voegenvullers op gipsbasis, type B

Volg altijd de voorschriften van de fabrikant bij het aanmaken van een voegenvuller op gipsbasis. Werk altijd met schoon water en schoon gereedschap. Achtergebleven gipsresten versnellen namelijk het verhardingsproces versnellen en dat is niet gewenst.

Experimenteren met versnellers of vertragers kan onnodige scheurvorming of slechte hechting tot gevolg hebben.

Strooi het poeder in schoon water en laat het enkele minuten bezinken.

Roer daarna goed door met een elektrische mixer tot een klontvrije massa. Voeg daarna geen poeder meer toe want dat kan klonten in de massa opleveren. Beter is het de eerste keer ruim poeder toe te voegen, en dat eventueel met water verdunnen tot de juiste dikte.

De juiste smeugheid en dikte hangen af van de toepassing en dat is vaak een kwestie van gevoel. De voegenvuller mag niet te dun zijn omdat hij anders gaat uitzakken.

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

Kunsthars gebonden voegenvullers (type A) zijn minder gevoelig voor verwerkingstijd en verharderen niet in de emmer.

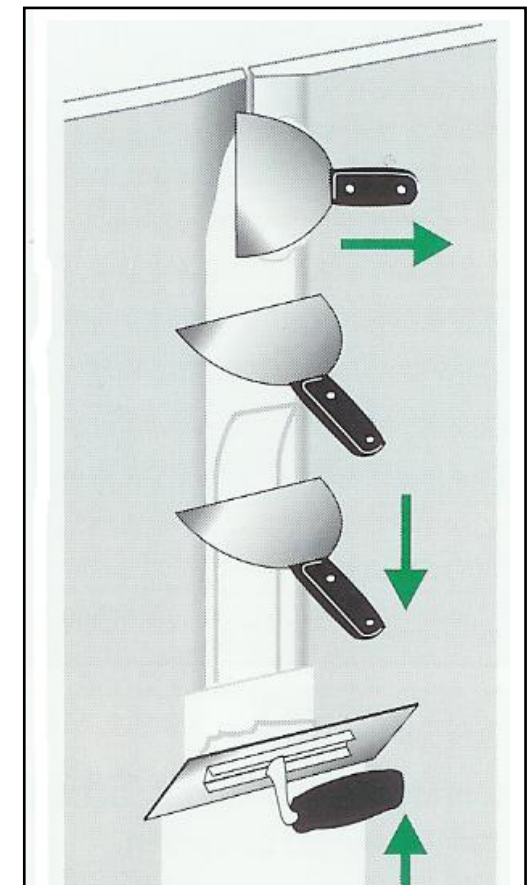
Juiste methode van afvoegen

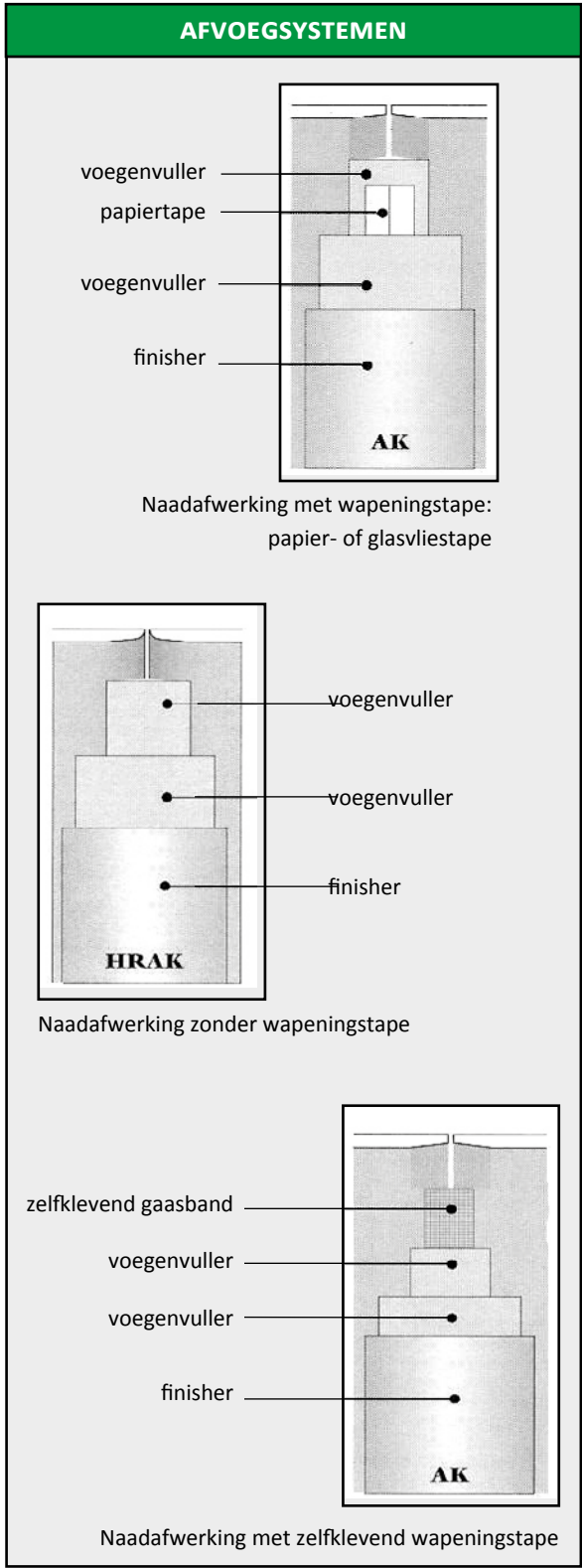
Hier zijn de verwerkingsvoorschriften, de juiste mengverhouding tussen water en voegmiddel en de 'openstaantijd' van belang. Naast de voorschriften spelen ook de kennis en het vakmanschap van de voeger een belangrijke rol.

Ga eerst na aan welk afwerkingsniveau het oppervlak van wand of plafond moet voldoen. Bij elk afwerkingsniveau staat welke bewerkingen er moeten worden gedaan. Ook staan er de vlakheidstoleranties bij.

De figuur hieronder laat zien hoe voegenvuller, tape en finisher op de juiste manier worden aangebracht.

Vul de naad volledig op door de eerste laag voegenvuller dwars op de naad aan te brengen. Strijk in één beweging af om onnodig aanzetten van het plamuurmes te voorkomen. Dit geldt ook bij het inbedden van het tape en de finishlaag.





Afvoegen met papiertape of glasvliestape

Vul de AK-kant vol en geheel met voegenvuller en strijk het gelijk met het plaatoppervlak af. Druk het papiertape in de natte voegenvuller en strijk het stevig glad met een plamuurmes. Dit drukt luchtballen door de perforaties in het papiertape naar buiten.

Laat deze eerste laag goed uitharden en breng pas daarna de tweede laag voegenvuller aan. Dit is belangrijk want er treedt altijd wat krimp op doordat het water in de voegenvuller verdampt. Breng vervolgens een tweede laag voegenvuller aan. Wacht tot ook deze tweede laag volledig is uitgehard en breng pas dan de finisher aan. Licht schuren tussen het aanbrengen van de lagen mag, maar normaal gesproken hoeft dat niet. Het is immers de bedoeling de voegenvuller en finisher zo vlak mogelijk aan te brengen zodat schuren niet nodig is. Kleine oneffenheden verwijderen is geen probleem, maar pas nadat de finisher droog is. Pas hierbij wel op dat het karton van de gipskartonplaat niet beschadigt.

Afvoegen met zelfklevend gaasband

Plak het zelfklevende tape op de naad. Strijk daarna de AK-kant vol met voegenvuller en strijk het gelijk met het plaatoppervlak af. Laat deze eerste laag goed uitharden. De volgende handelingen zijn hetzelfde als bij het afvoegen met papiertape of glasvliestape.

Afvoegen zonder wapeningstape

Vul de HRAK-kant met speciale voegenvuller vol en geheel. Strijk de voegenvuller gelijk af met het plaatoppervlak. Breng na het uitharden een tweede laag aan. Laat ook deze tweede laag goed uitharden en breng vervolgens een finisher aan. Wanneer de finisher droog is kunnen kleine oneffenheden worden verwijderd door licht te schuren, zoals boven aangegeven.

Vul tegelijkertijd met het afvoegen de schroef- en spijkergaten met voegenvuller.

Breng op uitwendige hoeken een flexcorner of een andere hoekbeschermer aan die geschikt is om in te voegen. Meer over beschermingsprofielen leest u in hoofdstuk 2.6. Breng op de inwendige hoeken – net als de vlakke plaatnaden – een papierband of gaas aan.

Afdichten van aansluitingen

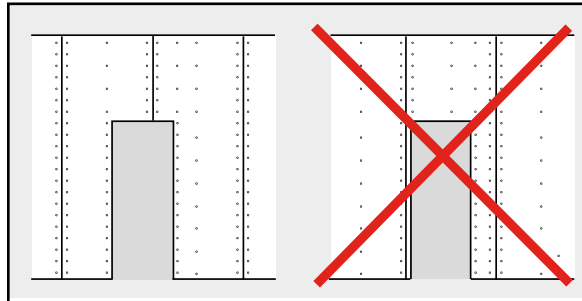
Aansluitingen op omringende constructies kunnen op diverse manieren worden afgedicht. Gebruik voor brandwerende prestaties gipshoudende voegenvuller of een brandwerende kit om de aansluitingen met omringende constructies af te dichten.

Worden er geluidsisolerende prestaties verlangd, gebruik dan voor een optimale luchtdichting bij voorkeur een elastisch blijvende kit om de aansluitingen met omringende constructies af te dichten. Afdichting is niet noodzakelijk als er geen eisen worden gesteld aan de geluidsisolatie of brandwerendheid.

Afwerkingsniveaus van in het werk af te werken gipskarton- en gipsvezelplaten op systeemwanden en -plafonds							
Klasse		A	B	C	D	E	F
Afwerkingsniveau:		Glad oppervlak voor hoge visuele eisen.	Glad oppervlak voor normale visuele eisen.	Egaal oppervlak voor normale visuele eisen.	Egaal oppervlak.	Afgevoegd oppervlak.	Niet afgevoegd oppervlak.
Visuele eisen van het oppervlak.		Hoogste kwaliteit. Nagenoeg geen oneffenheden en groeven zichtbaar onder direct licht. Onder strijklicht blijven zichtbare banen en oneffenheden < 1 mm mogelijk.	Hoge eisen. Holle voegen niet toegestaan. Beperkte oneffenheden en groeven onder direct licht zichtbaar. Onder strijklicht kunnen banen en oneffenheden zichtbaar zijn.	Normale eisen.	Minimale eisen. Oneffenheden en bewerkingsgroeven ≤ 1 mm zijn toegestaan.	Geen eisen.	Geen eisen.
Bewerkingseisen van oppervlak en voegen.		Voegen en schroefgaten gevuld en oppervlak volledig gefilmd met een laagdikte van ca. 1 mm.	Voegen en schroefgaten gevuld en gefinisht (C) en geschuurd om een nauwelijks voelbare, vloeiende overgang naar het plaatoppervlak te krijgen.	Voegen en schroefgaten gevuld en gefinisht om een vloeiende overgang naar het plaatoppervlak te krijgen.	Voegen en schroefgaten gevuld om een vlakke overgang naar het plaatoppervlak te krijgen.	Voegen en schroefgaten gevuld met een geschikte voegenvuller.	N.v.t.
Toepassingsgebied.		Gladde, (zijde)glanzende wandbekledingen zoals metalen/ of vinylbehang. (Zijde)glanzende verfsystemen en hoogwaardige dunne glanspleistersystemen.	Geschikt voor dunne en lichtgekleurde afwerkingen van behang, textiel en fijn gestructureerde afwerking, zoals (spuit)pleisters met korrelgrootte ≤ 1 mm. Gematteerde verfsystemen.	Geschikt voor zwaar vinylbehang of middelgrob gestructureerde afwerking zoals glasvezelvlies met grove structuur en (spuit)pleisters met korrelgrootte van 1 t/m 3 mm.	Geschikt voor grof gestructureerde afwerking zoals (spuit) pleisters met korrelgrootte > 3 mm, bouwbehang.	Uitsluitend geschikt voor functionele toepassing, zoals voor stabiliteit, brandwerendheid of geluidsisolatie. Tegels op gipsvezelplaat. Stucwerk.	Geschikt voor tegelwerk op gipskartonplaat, betimmeringen. Stucwerk op stucplaat. Tijdelijke constructies e.d.
Vlakheidstoleranties in mm bij een onderlinge afstand tussen de meetpunten van:	0,4 m	< 1	< 1	< 1,5	< 2	N.v.t.	N.v.t.
	1 m	1,5	2	3	3	3	3
	2 m	2	3	4	4	4	4
Vlakheidstoleranties van een hoek in mm bij een onderlinge afstand tussen de meetpunten van:	0,4 m	1,5	2	3	4	N.v.t.	N.v.t.
Te lood staan:		Maximale afwijking: 2 mm/m					
Aanvullende eisen:		Toelichting:		Visuele beoordeling		Proefvlak	
Indien een wand of plafond door een partij alleen wordt gemonteerd en door een andere partij wordt afgevoegd, dan geldt voor de monterende partij dat vlakheid van zijn wand of plafond moet voldoen aan de toleranties van de 1 m en 2 m afstanden van het oorspronkelijk overeengekomen afwerkingsniveau.		Klasse 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.		Klasse B: Hoge kwaliteit waarbij kans op aftekening van de voegen en doorschijnen van bevestigingsmiddelen aanwezig is. Klasse C: Standaard kwaliteit indien er geen klasse is overeengekomen.		Tijdens de beoordeling mag het te controleren oppervlak door geen enkele vorm van strijklicht worden aangelicht. De visuele beoordeling vindt plaats op een afstand van 1 m van het te beoordelen oppervlak. Houd er rekening mee dat het aangebrachte product handwerk is.	
						Het is raadzaam vooraf een proefvlak te benoemen als referentie voor het overeengekomen resultaat.	

Deuropeningen

Maak bij deuropeningen de platen op maat. Zorg er bij het plaatsen van de platen voor dat de verticale naden van de buitenste beplatingslaag verspringen ten opzichte van de positie van de buitenste stijlen (zie tekening xxx). Dit wordt ook wel vlaggen genoemd.



Inbouwen van deurkozijnen

In staalskeletwanden kunnen zowel kozijnen van hout als van staal worden toegepast. Zet de horizontale profielen op maximaal 100 mm van de deuropening vast op het plafond of de vloer.

Het framework van de wand moet worden versterkt tenzij:

- de kamer niet is hoger dan 2600 mm, én
- de deur smaller is dan 900 mm, én
- de deur, inclusief hang- en sluitwerk, lichter is dan 25 kg, én
- de horizontale en verticale profielen aan elkaar worden bevestigd.

Wordt aan één of meer van deze voorwaarden niet voldaan, dan moet het framework van de wand moet worden versterkt met bijvoorbeeld verzwaarde stijlen:

Om de stijl naast het deurkozijn te verstevigen, kan een goed passend stuk hout in in het profiel worden geschoven. Ook kan naast het kozijn een dubbele stijl worden gemaakt; maak daarvoor een koker van twee profielen. Een andere oplossing is naast het deurkozijn een houten stijl tegen het verticale profiel plaatsen.

Vaak wordt naast het kozijn een verzwaard profiel van 2 mm dik gebruikt. Bevestig deze profielen met stalen hoekstalen aan plafond en vloer. Maak slobgaten in de hoekstalen om een eventueel doorbuigen van de vloer op te vangen. Het verzwaarde, 2 mm profiel staat niet in de horizontale regels. Zet daarom naast dit dikke-

re profiel, in de horizontale regels, een normaal wandprofiel van 0,6 mm. Aan dit profiel kunnen platen met normale schroeven worden bevestigd.

Plaats boven de opening een horizontaal profiel. Snijd van dit profiel de flenzen in en buig het profiel ten minste 50 mm om om het aan de verticale stijlen te bevestigen.

Verticale naden in de gipsplaten mogen alleen boven de opening voorkomen en niet naast de de opening.

Het op maat snijden

Gipskartonplaten zijn gemakkelijk te snijden met een gipsplaatmes of een universeel mes.

Leg de platen op een vlakke ondergrond, op een stapel of vlak op een snijtafel.

Snij het het karton aan de zichtzijde in, breek de plaat in de gipskern en snijdt het karton aan de achterzijde door

Gebruik een handzaag met fijne tanden of een decoupeerzaag met afzuiging voor het zagen van speciale vormen.

Kantbewerking

Gebruik een schaaf om snijkanten af te schuinen en schuur eventuele kartonrafels weg. Verwijder vóór het afvoegen het gipsstof en diepgrondeer of bevochtig de snijkant om de hechting van de voegenvuller te verbeteren.

Uitsparingen

Elektrische en sanitaire installaties

Elektrische en sanitaire installaties kunnen in de spouw van de wand worden aangebracht nadat één kant van de wand is beplaat. Leidingen kunnen eenvoudig en snel door passende openingen in de C-profielen worden geleid. Meet gaten, doorvoeren en uitsparingen voor installaties nauwkeurig op. De diameter van het gat moet rondom 10 mm groter zijn dan de diameter van de buis. Snijd de gaten uit met een gaten- of decoupeerzaag of een ronde vijl. Vul de spouw op met isoaltemateriaal.

Pas een geteste brandwerende voorziening toe om de wandcontactdozen brand- en geluidswerend af te werken. Neem hiervoor contact op met de gipsplaatleverancier

4.1.2 Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten

Heel belangrijk bij de montage is dat TBA-richtlijn 3.3 wordt aangehouden. Daarin staat het verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten.

Hieronder is de tekst van de richtlijn opgenomen.

Inleiding

In de praktijk is duidelijk gebleken dat de kwaliteit van de wanden en plafonds met gipsplaten niet alleen staat of valt met de wijze waarop de diverse componenten worden gemonteerd, maar zeker ook met de omstandigheden op de bouwplaats en de noodzakelijke voorbereidingen. Met de term 'gipsplaten' worden zowel gipskartonplaten als gipsvezelplaten bedoeld. De werkzaamheden dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd onder dezelfde klimatologische omstandigheden die later, tijdens het gebruik, in de ruimten zullen heersen. Dit geldt met name tijdens het afvoegen van de gipsplaten. Naarmate vóór, tijdens en na de uitvoering het binnenklimaat de latere omstandigheden beter benadert, zullen er achteraf minder spanningen ontstaan in de wanden of plafonds en zal het risico op ongewenste gevolgschade (zoals scheurvorming) worden geminimaliseerd. Om de kwaliteit van gipsplaatssystemen te kunnen waarborgen, zijn naast deze richtlijn ook de verwerkingsvoorschriften van de fabrikanten en de URL 0709: 'Uitvoeringsrichtlijn montage van systeemwanden en -plafonds', van toepassing. Deze richtlijn is niet van toepassing op stukadoorswerk uitgevoerd op gipskarton (stuc)platen.

Klimatologische- en bouwplaatsomstandigheden

- Voor het starten van de werkzaamheden: In de basis moet het gebouw moet wind-, waterdicht en opgeruimd zijn. De temperatuur en luchtvochtigheid moeten zo constant mogelijk worden gehouden. Grote en/of snelle wisselingen hierin kunnen leiden tot ongewenste vormveranderingen, waardoor scheurvorming kan ontstaan. Om tijdig te kunnen bijsturen moeten de klimatologische omstandigheden gedurende het werk in een logboek worden bijgehouden.

- Fase 1, Monteren frame: Aan de temperatuur (T) en de relatieve luchtvochtigheid (RV) worden geen eisen gesteld.
- Fase 2, Monteren gipsplaten: Tijdens de montage van de gipsplaten moet de temperatuur (T) minimaal 7 °C bedragen en moet de relatieve luchtvochtigheid (RV) tussen de 40% en 80% liggen. (ideale omstandigheden tijdens het monteren: T = 18 °C en RV tussen 50% en 70%).
- Fase 3, Afvoegen van de naden: Natte werkzaamheden, zoals het aanbrengen van stukadoorswerk en dekvloeren, zorgen voor een grote toename van de relatieve luchtvochtigheid. Deze werkzaamheden moeten zijn uitgevoerd vóór het afvoegen van de wanden en de plafonds. Tijdens het afvoegen van de plaatnaden is het wenselijk dat de temperatuur en de RV gelijk zijn aan de omstandigheden zoals deze tijdens het gebruik van het gebouw gelden. Tijdens het afvoegen geldt echter een verwerkingstemperatuur >10 °C en een RV die ligt tussen de 40% en 65%. Mechanisch voegen vereist een minimum temperatuur van minimaal 18 °C. (Ideale omstandigheden voor het afvoegen T = 20 °C en RV tussen 50% en 65%). Uiterlijk 3 dagen voor het uitvoeren van de voegwerkzaamheden dienen temperatuur en RV aan bovengenoemde eisen te voldoen.
- Fase 4, Na de uitgevoerde werkzaamheden: Het opvoeren van de temperatuur moet gelijkmatig gebeuren. Maximaal met 3 °C per 24 uur. Warme of hete lucht niet rechtstreeks tegen de gipsplaten laten blazen. Langdurige blootstelling aan vocht moet vermeden worden.

Opslag van het materiaal

- Gipskartonplaten, gipsvezelplaten en toebehoren moeten tegen vocht worden beschermd en moeten in het gebouw opgeslagen worden. De materialen moeten de gelegenheid krijgen om te kunnen acclimatiseren alvorens te worden verwerkt.
- Om schades te voorkomen (vervormingen en breuk) moeten de platen op een vlakke, droge ondergrond worden opgeslagen. Bij verticale opslag, waarbij de platen met de lange zijde op speciale jukken worden geplaatst, moet een onderlinge afstand tussen de jukken van ca. 1,50 m worden aangehouden. Bij horizontale opslag moeten de platen bij voorkeur op pallets of op regels met een onderlinge afstand van ca. 0,35 m worden opgeslagen.
- Bij de opslag van de platen moet rekening worden gehouden met de draagkracht van de vloerconstructie.

Opmerkingen:

- Onzorgvuldige opslag en het laten intrekken van vocht leiden tot vervorming van de platen, waardoor het eindresultaat nadelig wordt beïnvloed.
- Isolatiemateriaal en achterhout moeten eveneens droog worden opgeslagen en droog worden verwerkt.

Dilateren en detaillering

Dilateren

- Dilataties in de ruwbouwconstructie moeten in de te monteren wanden en plafonds worden doorgezet.
- Houd de maximale lengtes en oppervlakken van de systemen aan.
- Voor de gipskartonplaat geldt een maximale lengte van 15 m1.
- Voor de 3-laags (sandwich) gipsvezelplaat geldt een maximale lengte van 10 m1.
- Voor de enkellaags (homogene) gipsvezelplaat geldt een maximale lengte van 8 m1.
- Als op een wand twee verschillende plaattypes (bijvoorbeeld gipskarton- en gipsvezelplaten) worden toegepast, moet als maatstaf voor de dilatatieafstand de afstand van het plaattype met de grootste uitzettingscoëfficiënt worden aangehouden. In het geval van het voorbeeld is dat de gipsvezelplaat.

- Voor plafonds geldt dat een dilatatie moet worden aangebracht als het plafondoppervlak groter is dan 100 m² of als de lengte groter is dan 15 m1. Daarnaast moet altijd de rechthoekvorm van het plafondvlak worden gerespecteerd. Een dilatatie moet dus ook worden aangebracht op de overgang van een smal naar een breed plafondvlak (denk hierbij bijvoorbeeld aan de overgang van een smalle gang naar een brede hal).

Detailleren

- Bij kozijnen en sparingen moet onderzocht worden of er extra maatregelen nodig zijn, zoals het aanbrengen van ravelingen of verstevigingen en het vlaggen.
- Wandens mogen niet star opgesloten worden tussen andere bouwelementen, maar moeten minimaal aan 1 zijde flexibel worden uitgevoerd.
- Houtachtig plaatmateriaal mag uitsluitend als achterhout, dus tussen de stijlen, worden aangebracht.
- Aansluitingen tegen de lichte dakconstructie moeten flexibel worden uitgevoerd.
- Houd met de detaillering en uitvoering rekening met de vervorming van het gebouw of de omringende bouwdelen.
- Aansluitingen tussen verschillende materialen (gipsplaat tegen beton/metselwerk) moeten gedilateerd worden (insnijden, kit, of een dilatatieprofiel).

Voegmethode

- Voor de voegafwerking van gipskarton- en gipsvezelplaten is de afgeschuinde of afgevlakte kant (AK) de meest voorkomende kantafwerking.
- Voor de kopse kanten wordt hoofdzakelijk een gesneden rechte kant of een afgeschuinde kant toegepast. In de voegenvuller kunnen, als wapening voor de naden, 3 verschillende wapeningsbanden worden toegepast, t.w. in volgorde van sterkte:
 - papierband;
 - glasvlies;
 - zelfklevend gaasband.

Overige kantafwerkingen

- Voor de kantafwerking van gezaagde of gesneden facetkanten (FK), halfronde afgeschuinde kanten (HRAK), halfronde kanten (HRK) moeten de voorschriften van de fabrikant worden aangehouden. Open gipskernen ter plekke van voegen moeten worden voorbehandeld met een diepgrondeer voordat de voegenvuller wordt aangebracht.
- Voor afvoegen van inwendige hoeken tussen zowel gipsplatenwanden als -plafonds is het noodzakelijk voegengips met papierband of flexibel blijvende kit toe te passen.

Overige aandachtspunten

- Het integreren van technische installaties en verlichtingsarmaturen moet vooraf afgestemd worden op het systeem zodat eventueel noodzakelijke hulpconstructies tijdig kunnen worden aangebracht.
- Bij het toepassen van gipsplaten onder tegelwerk in vochtige of natte ruimtes is de waterkering van essentieel belang. Het is daarom noodzakelijk om gegarandeerd waterdicht tegelwerk aan te brengen. Ook bij andere waterdichte afwerksystemen dient de waterdichtheid door de desbetreffende leverancier te worden gegarandeerd.

Van toepassing zijnde normen en richtlijnen

- NEN-EN 520 Gipsplaten - Definities, eisen en beproevingsmethoden
- NEN-EN 14353 Metalen profielen voor gebruik met gipsplaten - Definities, eisen en beproevingsmethoden
- URL 0709 Uitvoeringsrichtlijn Montage systeemwanden en -plafonds

4.2 Gebogen wanden

Gipskartonplaten zijn zeer geschikt voor het maken van ronde vormen. Houd voor een goed eindresultaat wel rekening met een aantal zaken.

- Het is belangrijk om de juiste plaatdikte en de juiste profielafstand te kiezen. Daarnaast is het zaak om de platen op de juiste manier voor te behandelen. Bij een grotere straal kan de plaat direct tegen het staalskelet aan worden gebogen. Buig bij een relatief kleine straal de plaat voor op een mal. Schema 1 geeft een indicatie van de mogelijkheden.
- Een vochtige plaat buigt makkelijker dan een droge plaat. Na het opdrogen behoudt de plaat zijn nieuwe vorm.
- Een plaat buigt makkelijker in de breedterichting dan in de langsrichting. Daarom is het vooral bij een kleinere straal beter om de platen verticaal te monteren. Ook is het raadzaam om de platen voor te buigen met behulp van een mal. Dat maakt het eenvoudiger om de verticale naad van de gebogen stukken gelijk te krijgen.
- Bij een grotere straal is de horizontale platenmontage het meest geschikt. Het plamuren van de voegen is dan een stuk gemakkelijker.

De platen

Voor gebogen wanden kunnen gewone 12,5 mm en 9,5 mm platen worden gebruikt. Er zijn 6,25 mm platen leverbaar.

De verschillende plaatdiktes zijn in combinatie te gebruiken. Is er sprake van bepaalde brand- en geluidsnormen, gebruik dan voor de gebogen delen hetzelfde aantal platen en dezelfde diktes als voor de rechte wand zelf.

Het staalskelet

Voor een gebogen wand kunnen staalprofielen in alle normale maten worden gebruikt.

De verticale stijlen zijn dezelfde als bij rechte wanden, alleen de hart-op-hart afstand is variabel, afhankelijk van de straal. De juiste afstanden zijn opgenomen in schema 2.

Voor de boven- en onderregel zijn diverse mogelijkheden. Er kunnen speciale vervormbare profielen worden gebruikt maar ook gewone U-profielen die met een blikshaar worden ingeknipt zijn toe te passen.

Het bevochtigen van de platen

Bevochtig de platen altijd aan de zijde die druk krijgt; dat is de kant die naar het midden is gekeerd. Platen voor een inwendige wandzijde moeten dus aan de voorzijde worden bevochtigd en platen voor een uitwendige wandzijde juist aan de achterzijde.

Bevochtig de platen geruime tijd voor ze gebruikt moeten worden. Soms moet hiervoor meerdere malen water worden aangebracht. Bevochtig de platen met schoon water, waaraan een paar druppels zeep zijn toegevoegd, met een kwast of roller.

Om de platen tijdens het buigen niet te breken, moeten ze voldoende tijd krijgen om het water op te zuigen. Bij de 12,5 mm plaat duurt het in-trekken ca. 2 uur. Bij de 6,25 mm plaat duurt het ca. een half uur tot een uur.

Leg de platen gedurende deze tijd met de vochtige kanten tegen elkaar om opdrogen te voorkomen.

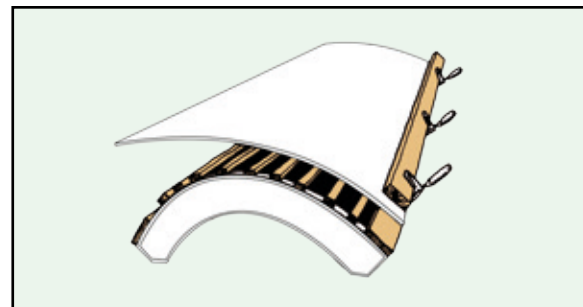
Het voorbuigen van platen

De hoogte van de voorgebogen plaat moet 15 tot 20 mm minder zijn dan de eigenlijke wandhoogte. Gebruik bij het voorbuigen altijd vochtige platen. In de meeste gevallen wordt een mal gebruikt voor het voorbuigen. Wanneer niet de hele plaat hoeft te worden gebogen maar slechts

een gedeelte, is het ook mogelijk om de plaat zonder mal te buigen. Deze methode is het meest geschikt voor platen die horizontaal worden gemonteerd. Zet hierbij de vochtige plaat tegen een wand en druk voorzichtig op de plaat totdat deze zijn juiste gebogen vorm heeft gekregen. De plaat moet minstens een uur drogen, voordat hij wordt vastgeschroefd. Zet de plaat op de vloer klem zodat deze niet kan wegglijden.

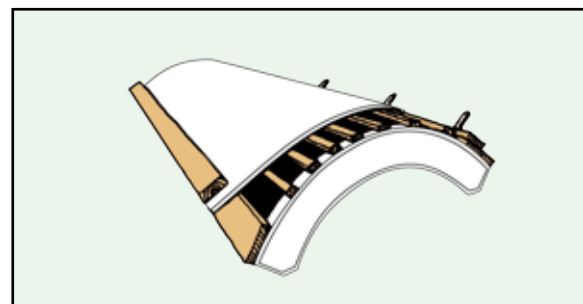
Het buigen over een mal

Voorgebogen platen kunnen ook worden gemonteerd voordat ze helemaal droog zijn. Gebruik in dat geval een mal met een iets kleinere straal dan de beoogde ronding. Het is echter beter om met het monteren van de platen te wachten tot ze wel door en door droog zijn. De mal heeft in dit geval dezelfde straal als de uiteindelijke ronding. Maak de gipskartonplaat vast aan de ene zijde van de mal met behulp van een plank van bijvoorbeeld 48x98 mm en ten minste 3 schroefklemmen. Druk daarna de plaat voorzichtig tegen de mal met behulp van een tweede plank. Begin bij de kant die vastzit en trek de plank langzaam over de plaat (Figuur 1).



Figuur 1

Maak de plaat aan de andere kant van de mal vast met behulp van de plank en schroefklemmen (Figuur 2).

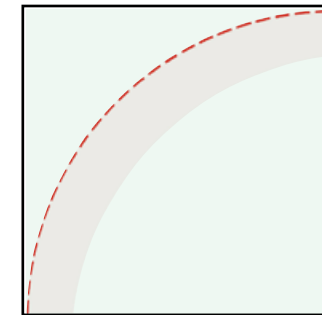


Figuur 2

Zijn er twee lagen gipskartonplaat met dezelfde ronding nodig, buig dan de twee platen tegelijkertijd. Laat nu de platen vóór het monteren ongeveer 2 uur drogen.

4.2.1 Montage van gebogen wanden

Teken de buitenkant van de ronding af op vloer en plafond. Gebruik hierbij eventueel een plaat als maat. (Figuur 3).



Figuur 3

Montage van de regels

Gebruik flexibele regels. Deze zijn op het werk eenvoudig in de juiste ronding te brengen en te bevestigen.

Monteer het buitenste hoekprofiel langs de gebogen lijn. Monteer daarna het binnenste hoekprofiel. Hierbij kan een stuk verticale stijl als afstandhouder worden gebruikt.

Montage van de stijlen

Zet de stijlen aan beide kanten van vloer- en plafonddrager vast met een fixeertang.

Er kan verschil ontstaan tussen de inwendige en uitwendige straal. Daarom kan het bij verticale montage van hele platen noodzakelijk zijn om een extra stijl bij de beide uiteinden van de gebogen plaat aan te brengen. Ook bij dubbele beplating is een extra stijl aan te bevelen.

Breng een bandijzer aan in het midden van het frame als de platen direct tegen het frame worden aangebracht. Zo buigt het frame niet uit tijdens de plaatmontage.

Montage van de platen bij ronde wanden

Platen zonder voorbuiging

Begin met de montage van de platen aan de buitenkant. Druk met een stevige plank de plaat tegen het frame aan. Begin aan de ene kant van de ronde hoek en schroef de plaat stijl na stijl vast. Monteer op dezelfde manier de binnenkant van de ronde hoek.

Naden

Bij kleinere stralen moet de naad van de verticaal gemonteerde platen door een houten regel op zijn plaats worden gehouden. Bijvoorbeeld een 48 x 98 regel die zowel onder als boven met een wig klem wordt gezet. Dit voorkomt dat de naad naar buiten komt. Laat daarna het frame 24 uur zo staan en begin pas daarna met het voegen.

Platen met voorbuiging

Voorgebogen platen moeten 15-20 mm korter zijn dan de hoogte van de wand. Druk met een hand- of voethefboom de platen tegen het plafond. Monteer bevochtigde platen op dezelfde wijze als de niet-voorgebogen platen. Voorgebogen en droge platen worden op dezelfde manier vastgezet als normale gipskartonplaten. Werk bij het vastschroeven vanuit het midden naar de zij-kanten toe.

4.3 Voorzetwanden

Anders dan scheidingswanden wordt bij voorzetwanden alleen de voorzijde beplaat. Zoals de naam aangeeft wordt hij vóór een andere wand of constructie geplaatst. Er zijn verschillende redenen om een voorzetwand te plaatsen:

- Verbetering van de warmte-isolatie;
- Verbetering van de geluidsisolatie;
- Verbetering van brandwerendheid (zie ook hoofdstuk 3: brand);
- Wegwerken van wandoneffenheden, leidingen, afvoeren en dergelijke.

Grofweg gesteld zijn er twee verschillende soorten voorzetwanden. De vrijstaande voorzetwand bestaat uit een staalskelet dat geen contact maakt met de achterliggende constructie en dat aan de voorzijde is dichtgezet met platen. Tabel Wandhoogtes voorzetwanden geeft de maximale hoogte van de diverse vrijstaande voorzetwanden aan. Bij de niet-vrijstaande variant worden de platen gemonteerd op regelwerk dat rechtstreeks of met (instelbare) montagebeugels op de achterconstructie is vastgezet. Hier gelden geen maximaal toegestane hoogtes voor.

De keuze voor de vrijstaande of niet-vrijstaande variant wordt bepaald door de kwaliteit van de ondergrond, het doel van de voorzetwand en de eisen die aan de prestaties worden gesteld.

Verbetering van warmte-isolatie

De meest effectieve manier om een gevel thermisch te isoleren, is het isolatiemateriaal aan de buitenzijde van de gevel aan te brengen. Als dat niet mogelijk is, dan kunnen voorzetwanden een goed alternatief zijn om de warmte-isolatie te verbeteren. De voorzetwand wordt dan in het gebouw geplaatst, voor de binnenzijde van de buitengevel. Voorkom koudebruggen door de stijlen los te houden van de gevel, of door isolatiemateriaal niet alleen tussen de stijlen maar ook tussen de stijlen en de gevel aan te brengen. Advies: Laat een bouwfysische berekening maken. Om condensatie in de wand, met bijbehorende problemen, zoals schimmels, lekkages e.d. te voorkomen, moet een dampremmende folie worden opgenomen in de voorzetwanden. Breng

die folie tussen het isolatiemateriaal en de gipskartonplaat aan.

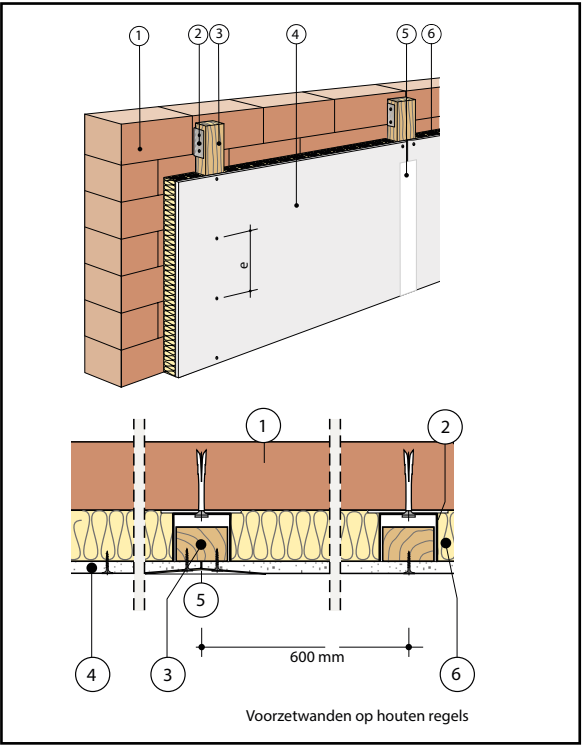
Verbetering van geluidsisolatie

Voorzetwanden van gipskartonplaten op lichte metalen profielen zijn een uitstekende oplossing om de geluidsisolatie te verbeteren. De voorzetwand moet dan op enige afstand van de achterliggende constructie worden geplaatst; dus niet er tegenaan. De spouw van een goede voorzetwand is minimaal 40 mm maar hoe groter de afstand, des te beter de werking van de voorzetwand. Ook een hoger gewicht zorgt voor een beter resultaat. Meerdere lagen gipskartonplaten geven een hogere geluidsisolatie dan één dikke laag. Als aanvullende maatregel kan in de spouw een geluidsabsorberend materiaal worden aangebracht. Vanwege hun gesloten celstructuur zijn kunststofschuimen zoals polystyreen en polyurethaan niet geschikt als spouwvulling. Ze kunnen zelfs de geluidsisolatie verslechteren. Wel geschikt zijn bijvoorbeeld glas- of steenwol. De spouw moet daar voor minimaal 75% mee gevuld zijn.

TOEGESTANE WANDHOOGTES VAN VRIJSTAANDE VOORZETWANDEN MET NPV/CW-PROFIELEN

Voorzetwanden	Wanddikte mm	Plaatdikte	Max. toegestane wandhoogte mm	
			toepassingsgebied 1	toepassingsgebied 2
E-1 / 50 / 62,5	62,5	12,5	2500	-
E-2 / 50 / 75	75	2 x 12,5	2600	-
E-1 / 75 / 87,5	87,5	12,5	3000	2500
E-2 / 75 / 100	100	2 x 12,5	3500	275
E-1 / 100 / 112,5	112,5	12,5	4000	3000
E-2 / 100 / 125	125	2 x 12,5	4250	3500

Tabel 9



Verbetering van brandwerendheid

Voorzetwanden met gipskartonplaten zijn zeer geschikt om de brandwerendheid van achterliggende constructies zoals staalconstructies en betonwanden te verbeteren. De prestaties zijn afhankelijk van de opbouw van de wand, zie tabel Brandwerendheid.

BRANDWERENDHEID T.P.V. DE BEPLATE ZIJDE

Brandwerendheid	Gipskartonplaat type DF	Profiel
30 minuten	2 x 12,5 mm	NPV/CW - NPH/UW
60 minuten	2 x 15 / 3 x 12,5 mm	NPV/CW - NPH/UW
90 minuten	4 x 12,5 mm	NPV/CW - NPH/UW
120 minuten	4 x 15 mm	NPV/CW - NPH/UW

Wegwerken van wandoneffenheden, leidingen, afvoeren en dergelijke

Met voorzetwanden op een metalen of houten regelwerk kunnen oneffen wanden, leidingen en dergelijke uitstekend worden weggewerkt. Ook hier kan aan alle eisen wat betreft geluidsisolatie en brandwerendheid worden voldaan.

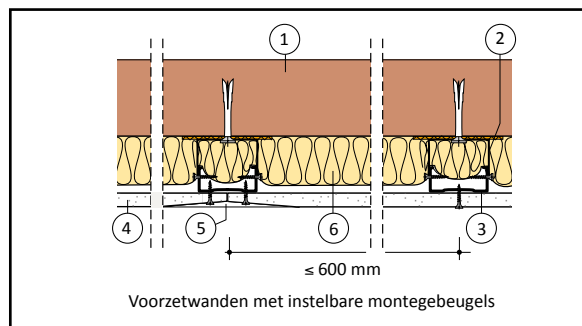
4.3.1 Montage van voorzetwanden

Niet-vrijstaande voorzetwanden op houten regels

1. Massieve wand
2. C-profiel en U-profiel
3. Isolatiemateriaal (minerale wol)
4. Gipskartonplaat
5. Voegafwerking + wapening
6. Akoestisch band

Monteer de platen op een onderconstructie. Ga na of een dampremmer nodig is 'Verbetering van de warmte-isolatie'. Bevestig de houten regels van 30/50 mm tot 60 mm op een onderlinge afstand van 1000 mm verticaal aan de wand met pluggen en schroeven. Egaliseer oneffenheden in de ondergrond met hout en wiggen.

Om de warmte- en geluidsisolatie te verbeteren, kan tussen de houten regels minerale wol als isolatiemateriaal worden aangebracht. Als een dampremmer nodig is, moet die óp de isolatielaag worden aangebracht. Bevestig de gipskartonplaten met 35 mm lange gipsplaatschroeven op een onderlinge afstand van ≤ 250 mm. Voeg daarna de naden af met wapeningstape en voegmateriaal.



Niet-vrijstaande voorzetwanden op regelwerk met instelbare montagebeugels

Bij een zeer onvlakke of scheve wand kunnen verstelbare beugels worden toegepast. Hiermee kan de afstand tot ondergrond worden aangepast om een vlakke wand te kunnen maken.

PLAATJES PAG 33 SINIAT

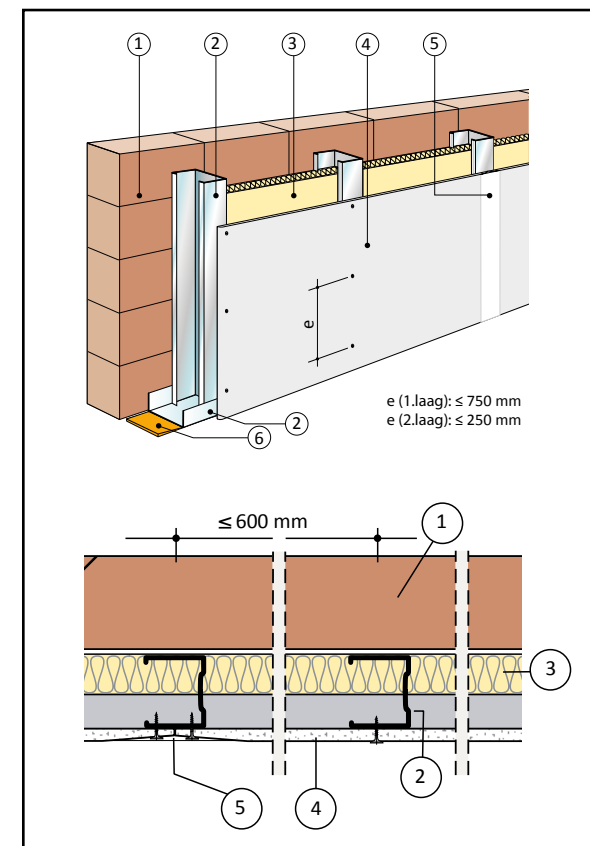
Maak de onderconstructie van 60x27 profielen of van houten regels (bijvoorbeeld 30/50) bij een hart-op-hart-afstand van ≤ 600 mm. Breng akoestisch tape aan op de achterzijde van de

montagebeugels, dit zorgt voor een goede ont-koppeling en vermindert de geluidsoverdracht. Schroef de montagebeugels aan de wand. De beugels zijn extra lang om oneffenheden van de wand op te vangen. Wat te lang is moet naar buiten worden gevouwen. Afstanden: horizontaal ≤ 600 mm, verticaal ≤ 1200 mm.

Breng akoestische band aan op het aansluitprofiel. Bevestig het profiel daarna op de vloer dan wel tegen het plafond met met slagpluggen op een onderlinge afstand van ≤ 1000 mm. Schroef vervolgens de 12,5 mm dikke gipskartonplaten vast met 25 mm lange snelbouwschroeven op een onderlinge afstand van ≤ 250 mm. Gebruik bij houten onderconstructies snelbouwschroeven van 35 mm.

Vrijstaande voorzetwand

1. Massieve wand
2. C-profiel en W-profiel
3. Isolatiemateriaal (minerale wol)
4. Gipskartonplaat
5. Voegafwerking + wapening
6. Akoestische band

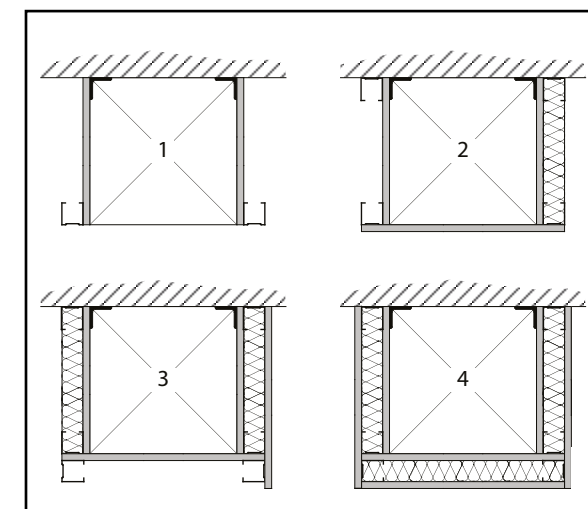


Teken de plaats van de voorzetwand af op de vloer en het plafond. Breng akoestisch band aan op de rug van de U-profielen. Bevestig de U-profielen met slagpluggen op de vloer en plafonds met een onderlinge afstand van ≤ 800 mm. Steek vervolgens de C-profielen in de U-profielen. Houdt heribij een hart-op-hart afstand ≤ 600 mm aan. Breng het isolatiemateriaal nauwsluitend aan, bevestig daarna volgens de eisen de gipskartonplaten in één of meer lagen aan en voeg ze af.

4.4 Schachtwanden

Schachtwanden en voorzetwanden hebben veel gemeen. Het grote verschil zit in de toepassing. Voorzetwanden staan altijd vóór een achterconstructie terwijl schachtwanden rond een opening in een vloer staan. Daardoor zijn de eisen voor schachtwanden anders. Bij voorzetwanden telt namelijk de achterliggende constructie mee; bij schachtwanden kan dat dus niet.

De opbouw van een schachtwand kan verschillen. Meestal is alleen de buitenzijde beplaat maar afhankelijk van de gestelde eisen kan de schachtwand zowel eenzijdig als tweezijdig brandwerend worden ontworpen. Een volledige wandopbouw, dus met beplating aan beide zijden, is ook mogelijk; zie onderstaande methode. Houd er wel rekening mee dat uit oogpunt van brandwerendheid de laag aan de binnenzijde van



minimaal 10 mm dik onbrandbaar materiaal moet zijn. Het materiaal moet klasse A2 zijn. Gipskartonplaat of gipsvezelplaat zijn dus geschikt. Bovenstaande kan uiteraard ook met meerdere lagen beplating worden uitgevoerd.

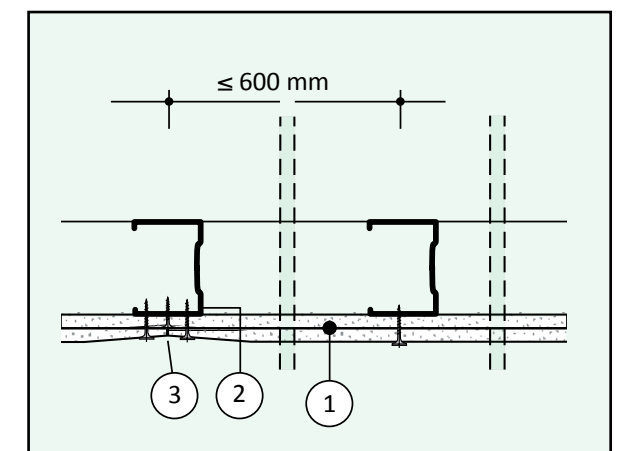
4.4.1 Montage van brandwerende schachtwanden

1. 2 x gipskartonplaat type F of DF
2. C-profielen + U-profielen
3. Voegafwerking + wapening
4. Akoestisch band

Als de voorzetwand brandwerend én vochtwerend moet zijn, kies dan voor DFH gipskartonplaten, volgens EN520. Breng, indien noodzakelijk, dampremmende folie aan.

Let op, de maximale wandhoogte is 3000 mm. Moeten de wanden hoger worden toegepast, neem dan contact op met de gipskartonplatenleverancier voor een passend advies.

Geef op de vloer en het plafond aan waar de schachtwand precies moet komen. Breng akoestische band aan op de U-profielen en bevestig deze op vloer en plafond met slagpluggen met een onderlinge afstand van ≤ 600 mm. Steek daarna de C-profielen met een hart-op-hart afstand ≤ 600 mm in de U-profielen. Monteer vervolgens de gipskartonplaten volgens de eisen en voeg ze af. Lekken verminderen de brandwerende prestaties. Daarom moeten de aansluitingen met omringende constructies worden afgevoegd. Gebruik hiervoor een gipshoudende voegenvuller.



5. VASTE PLAFONDS

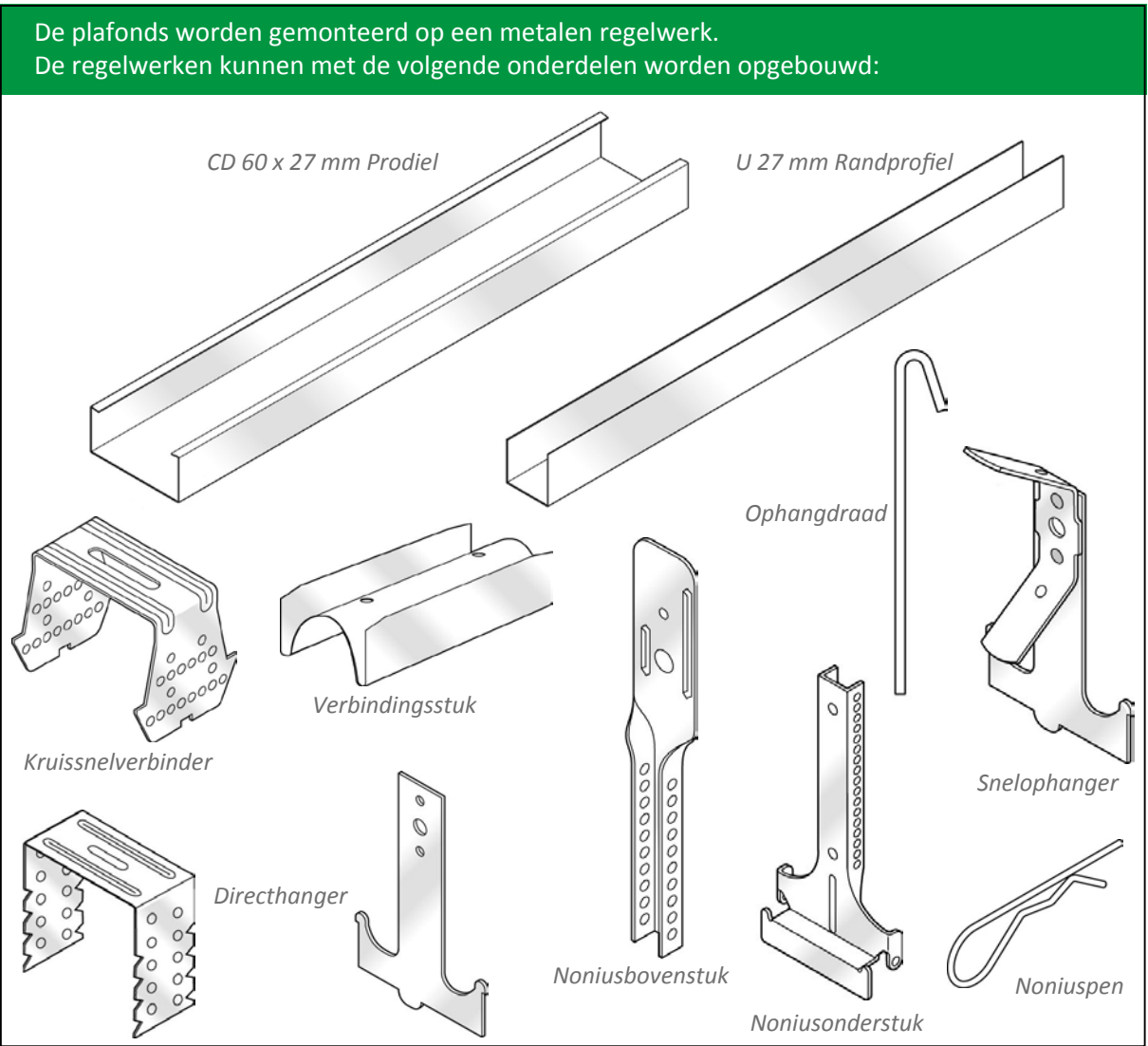
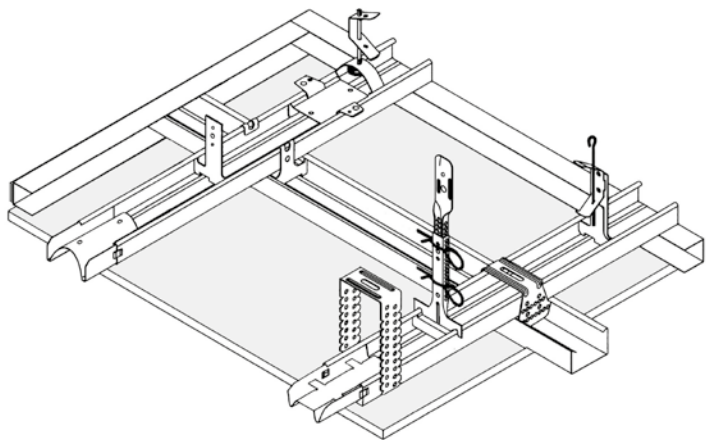
Een plafond is een horizontale afscheiding van een ruimte, aangebracht onder een vloer of het dak. De meeste plafondsysteem kunnen direct tegen de bouwkundige constructie worden bevestigd of verlaagd worden opgehangen aan bijvoorbeeld een draagsysteem van metalen profielen. Er is een onderscheid tussen vaste plafonds en systeemplafonds. Dit hoofdstuk gaat in op de vaste plafonds.

5.1 PLAFONDONDERDELEN

Vaste plafonds bestaan uit een draagconstructie van metaal waarop gipskartonplaten worden geschroefd.

Binnen vaste plafonds zijn twee hoofdgroepen namelijk:

- plafonds die direct tegen de hoofddraagconstructie worden bevestigd
- verlaagde plafonds die worden afgehangen aan de hoofddraagconstructie



5.2 PLAFONDS VAN GIPSKARTONPLATEN OP METALEN REGELWERK

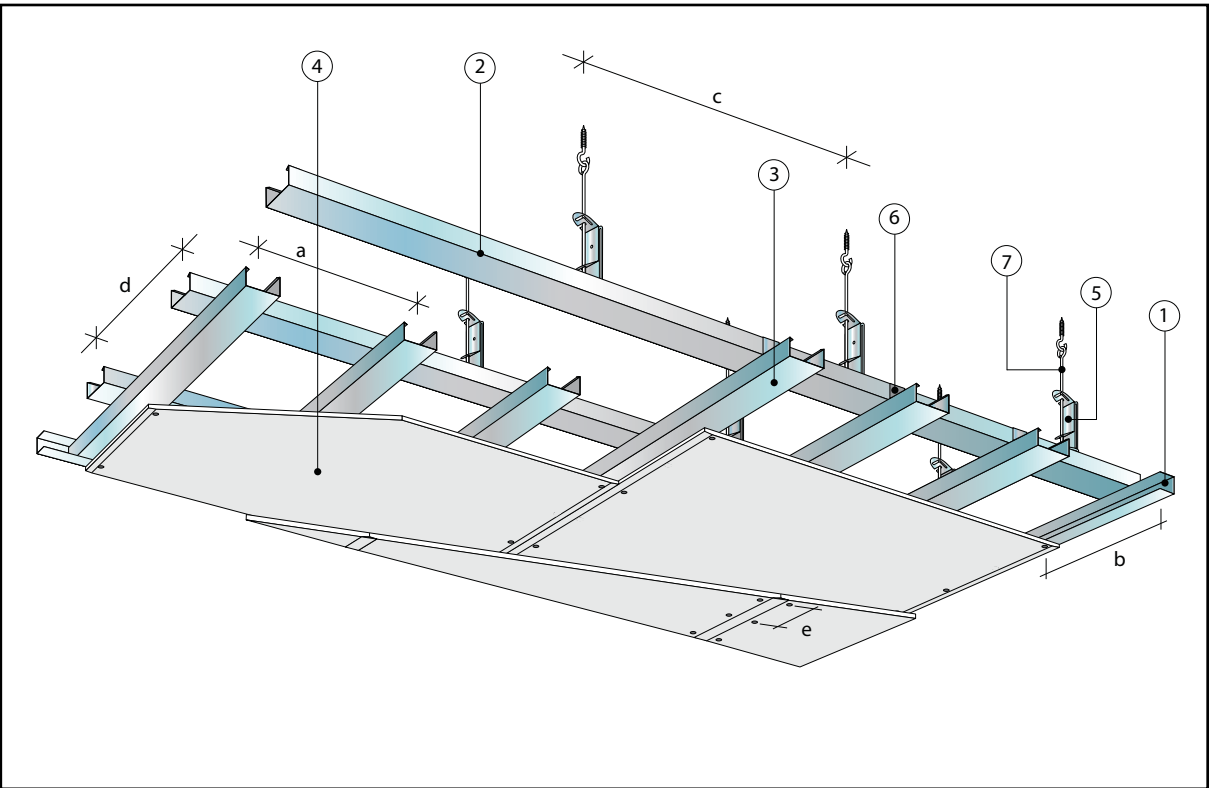
5.2.1 Afgehangen plafond met dubbel regelwerk

Bij dit type plafond worden de platen bevestigd tegen een frame dat met een ahangsysteem aan de hoofdconstructie is bevestigd. Het frame bestaat uit dubbel regelwerk waarbij de plaatdragende profielen aan basisprofielen zijn bevestigd die zijn afgehangen. Het voordeel van dubbel regelwerk boven enkel regelwerk is dat er een vlakker stabiel en steviger ondergrond voor het monteren van de platen mee gemaakt kan worden. Als er onvoldoende hoogte is om een dubbel frame te maken dan kan een enkelvoudig frame uitkomst bieden, (zie 5.2.2).

Het afgehangen plafond met dubbel regelwerk bestaat uit:

1. Randprofielen 27
2. Basisprofielen 60/27
3. Plaatdragende profielen 60/27
4. Gipskartonplaten
5. Snelhangers (of noniushangers)
6. Kruisverbinders
7. Ophangdraden met oog

Alle metalen onderdelen zijn van verzinkt staal



Montage

Naast de algemene montagerichtlijnen en verwerkingsvoorschriften voor vaste plafonds (zie paragraaf 5.3) gelden voor dit type plafond een aantal specifieke richtlijnen en aandachtspunten. Tekenen op de wanden aan waar het plafond aansluit. Gebruik hierbij een bouwlasers om de onderkant van het metalen frame goed uit te lijnen en houd rekening met de dikte van het plaatmateriaal. Bepaal de richting van plaatdragende profielen.

Afhangstelsel

Breng de snelafhangers in rijen aan. Er moet een afstand van maximaal 300 mm zitten tussen de wand en de eerste rij snelafhangers. De h.o.h. afstand tussen de rijen (en dus tussen de basisprofielen) is afhankelijk van de dikte van de platen, het aantal plaatlagen en van eventueel extra gewicht. Dat geldt ook voor de h.o.h. afstanden tussen de afhangers per basisprofiel. In de onderstaande tabel staan de h.o.h. afstanden.

In plaats van snelafhangers kunnen ook montagebeugels, afhangankers en noniushangers worden gebruikt. De h.o.h. afstanden zijn dan hetzelfde als bij het gebruik van snelafhangers.

Profielen

Breng op de rugzijde van de randprofielen akoestisch band aan. Bij grote oneffenheden (meer dan 4 mm) moeten de wanden eerst worden uitgevlakt voordat het plafond wordt gemonteerd.

Plaatdikte	A //	A ⊥	B	C			D			E
				0,15 kN/m² max. belasting	0,30 kN/m² max. belasting	0,50 kN/m² max. belasting	0,15 kN/m² max. belasting	0,30 kN/m² max. belasting	0,50 kN/m² max. belasting	
Standaard 9,5mm	300	400	600	1000	1000	750	900	750	600	170
Standaard 12,5mm	400	400	600	1000	1000	750	900	750	600	170
Standaard 15,0mm	400	500	600	1000	1000	750	900	750	600	170
Standaard 2x12,5mm	400	500	600	1000	1000	750	900	750	600	170
Standaard 2x15mm	400	500	600	1000	1000	750	900	750	600	170

Tabel 10

Bevestig de randprofielen haaks op de richting van de plaatdragende profielen aan de wanden en kolommen. Gebruik hiervoor bij wanden van beton of steen slagpluggen van 5x35 mm. Maak bij wanden van gipskartonplaten die door de plafonds heen gaan, de randprofielen dóór de platen heen vast aan de wandstijlen. Kan er niet aan wandstijlen worden gemonteerd, gebruik dan hollewandpluggen. De bevestigingspunten moeten een h.o.h. afstand van 600 mm hebben. Bevestig de basisprofielen aan de afhangers.

Gebruik kruisverbinders om de plaatdragende profielen aan de basisprofielen te bevestigen. Schroeven is niet nodig, behalve bij montagebeugels. Die moeten met snelbouwschroeven aan beide zijden van de plaatdragende profielen worden vastgezet.

In onderstaande tabel staan alle hart-op-hart afstanden in mm voor een afgehangen plafond met dubbel regelwerk.

Plaatdikte betreft standaard platen

A // = h.o.h. afstand plaatdragende profielen platen evenwijdig aan de profielen gemonteerd

A ⊥ = h.o.h. afstand plaatdragende profielen als platen dwars op de profielen gemonteerd

B = Schroefafstand randprofielen

C = h.o.h. afstand ophangpunten per basisprofiel

D = h.o.h. afstand basisprofielen

E = Schroefafstand van de gipsplaat

5.2.2 Afgehangen plafond met enkel regelwerk

Wanneer er onvoldoende ruimte is voor een afgehangen plafond met dubbel regelwerk, dan kan voor enkel regelwerk worden gekozen. Het frame bestaat uit een enkele laag plaatdragende profielen die met een afhangstelsel aan de hoofdconstructie zijn bevestigd.

De montage van de profielen en het afhangstelsel is vergelijkbaar met die voor een afgehangen plafond met dubbel regelwerk. Met dit verschil dat de plaatdragende profielen rechtstreeks aan de afhangers worden bevestigd. Daarnaast gelden andere h.o.h. afstanden voor zowel afhangers als profielen.

Daarnaast gelden andere h.o.h. afstanden voor zowel afhangers als profielen.

In onderstaande tabel staan alle hart-op-hart afstanden in mm voor een afgehangen plafond met enkel regelwerk.

A // = h.o.h. afstand profielen als platen evenwijdig aan de plaatdragende profielen worden gemonteerd

A ⊥ = h.o.h. afstand profielen als platen dwars op de plaatdragende profielen gemonteerd

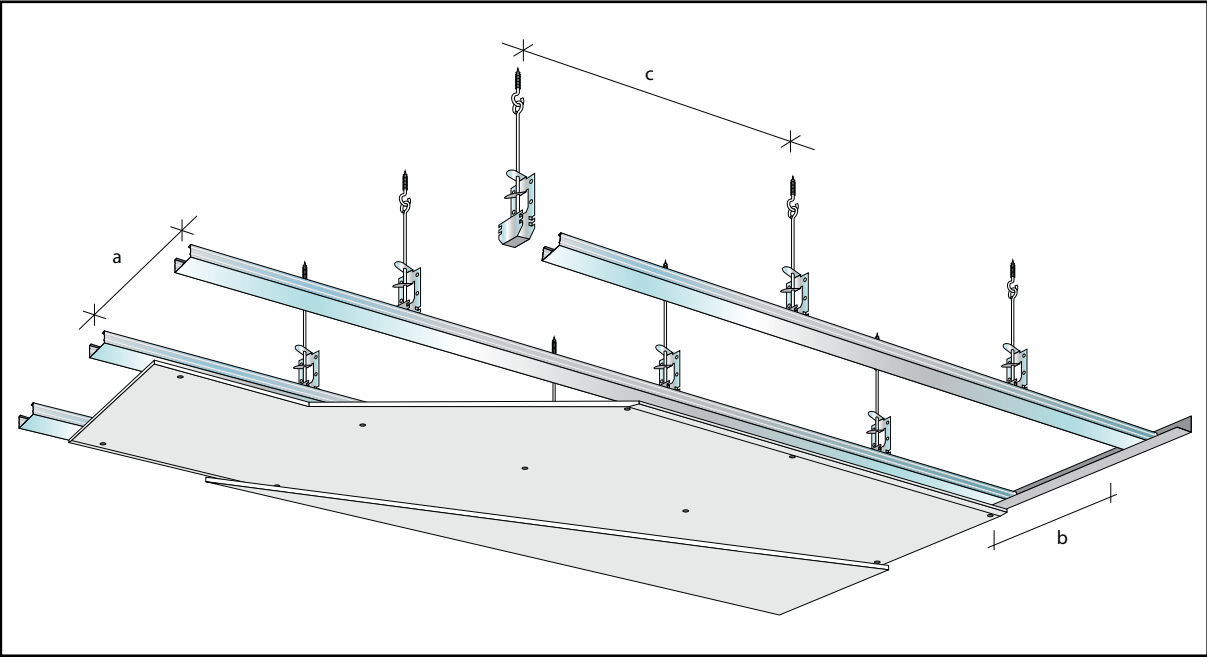
B = Schroefafstand randprofielen

C = h.o.h. afstand ophangpunten per basisprofiel

E = Schroefafstand van de gipsplaat

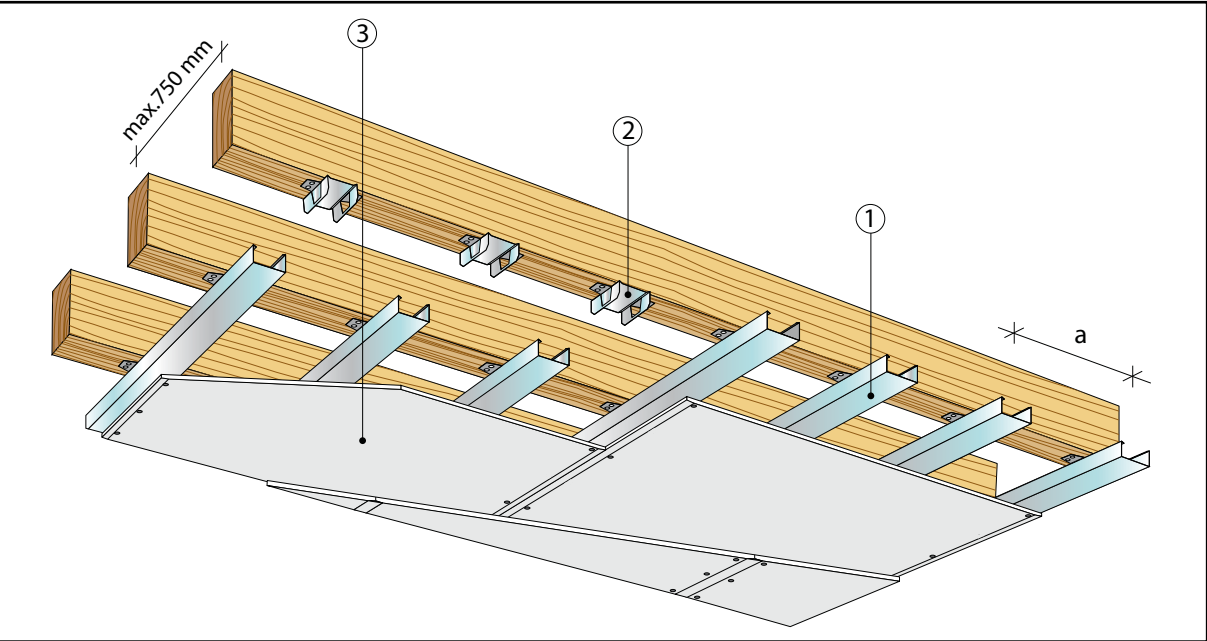
Plaatdikte	A //	A ⊥	B	C		E
				0,30 kN/m² max. belasting	0,50 kN/m² max. belasting	
Standaard 9,5mm	300	400	600	1000	750	170
Standaard 12,5mm	400	500	600	1000	750	170
Standaard 15,0mm	400	500	600	1000	750	170
Standaard 2x12,5mm	400	500	600	1000	750	170
Standaard 2x15mm	400	500	600	1000	750	170

Tabel 11



5.2.3 Plafond rechtstreeks gemonteerd met directhangers

Als onvoldoende ruimte is voor een ahangsysteem dan kunnen de plaatdragende profielen met directhangers worden bevestigd.



Het plafond bestaat uit:

- 1. Plaatdragende profielen
- 2. Directafhangers
- 3. Standaard gipskartonplaat

De gipskartonplaten worden in één of twee lagen aangebracht. Dat is afhankelijk van de eisen op het gebied van brandwerendheid en/of geluidsisolatie.

Om aan brand- of geluidseisen te kunnen voldoen is een minimale plaatdikte van 12,5 mm nodig. Bij brandeisen is een extra brandwerende plaat type F noodzakelijk.

Montage van de profielen

Naast de algemene montagerichtlijnen en verwerkingsvoorschriften voor vaste plafonds (zie paragraaf 5.3) gelden voor dit rechtstreeks met directafhangers gemonteerde plafond een aantal specifieke richtlijnen en aandachtspunten. Controleer met een lijn of de onderkant van de profielen overal op hetzelfde niveau zit. Gebruik eventueel wiggen om de constructie waterpas te maken. Bevestig de stalen profielen met directafhangers rechtstreeks aan de hoofdconstructie. De afstand tussen de profielen is afhankelijk van de montage-richting en het type plaatmateriaal; zie de tabel.

Als het plafond aansluit op wanden, gebruik dan rondom U-profielen die aan de rugzijde van akoestisch band zijn voorzien. Bevestig de plaatdragende profielen in de C-profielen. De schroefafstand van de gipsplaten bedraagt 170 mm.

In onderstaande tabel staan de hart-op-hart afstanden in mm voor een plafond met enkel regelwerk bij montage met directafhangers.

- A // = h.o.h. afstand profielen als platen evenwijdig aan de plaatdragende profielen worden gemonteerd
- A ⊥ = h.o.h. afstand profielen als platen dwars op de plaatdragende profielen worden gemonteerd
- B = maximale overspanning tussen balken (in mm)

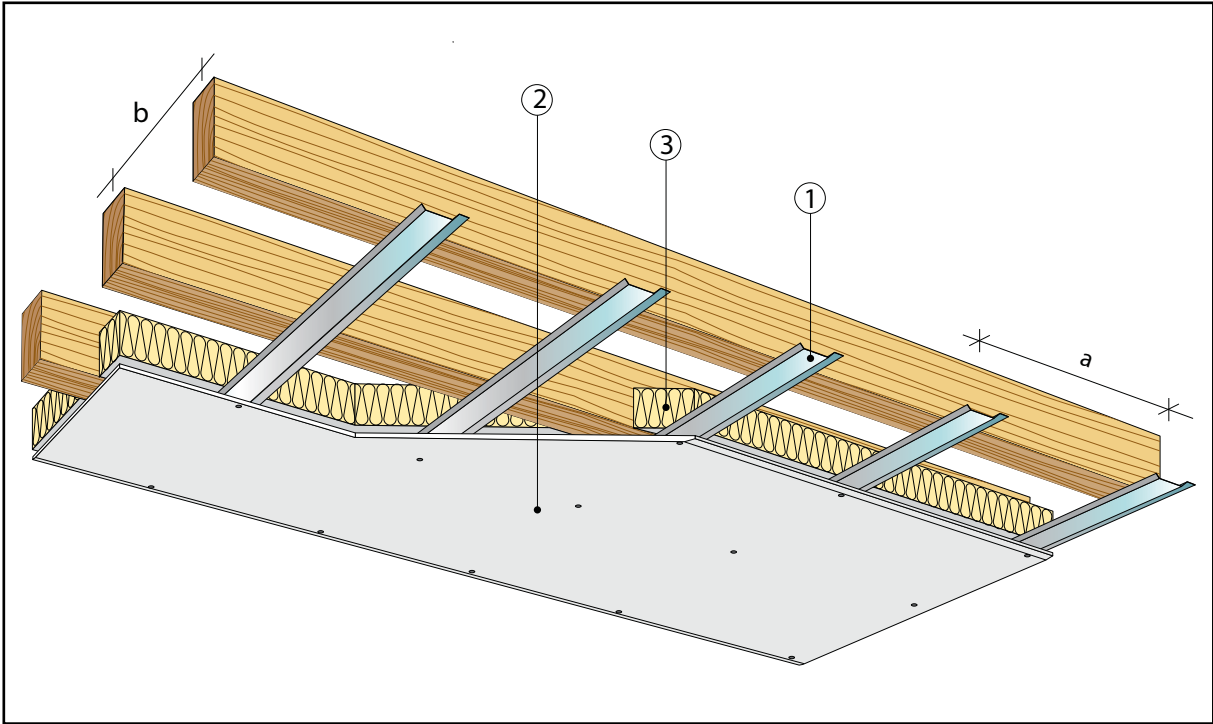
Plaatdikte	A //	A ⊥	B
9,5 mm	300	400	750
12,5 mm	400	500	750
15 mm	400	500	750
2 x 9,5 mm	400	500	750
2 x 12,5 mm	400	500	750

Tabel 12

5.2.4 Plafond op metalen veerregels, rechtstreeks gemonteerd

Dit type plafond wordt toegepast als er onvoldoende ruimte beschikbaar is om een verlaagd plafond te monteren maar er wél eisen aan geluidsisolatie worden gesteld.

Speciale plaatdragende profielen worden rechtstreeks aan de bovenliggende dragende constructie bevestigd. Deze zogenoemde veerregels of veerprofielen geven dit type plafond betere geluidsisolerende prestaties dan een standaard rechtstreeks bevestigd plafond.



Het plafond bestaat uit:

- 1. Veerprofielen
- 2. Standaard gipskartonplaten
- 3. Minerale wol

Montage van de profielen

Naast de algemene montagerichtlijnen en verwerkingsvoorschriften voor vaste plafonds (zie paragraaf 5.3) gelden voor dit op metalen veerregels gemonteerde plafond een aantal specifieke richtlijnen en aandachtspunten. De veerprofielen zijn 3000 mm lang en hebben geperforeerde zijkanten. Bevestig ze haaks aan de dragende constructie. Houd daarbij 10 mm ruimte tussen de veerregels en de omringende constructie. Gebruik 35 mm lange schroeven bij bevestiging aan een houten ondergrond (vaak is dat een balkenlaag) en slagpluggen bij een steenachtige ondergrond. Let er op dat de onderzijde van de

ondergrond vlak en horizontaal is. Is dat niet het geval, stel dan met wiggen de veerprofielen waterpas. Let er ook op dat de afstand tussen de balken niet groter is dan 600 mm; de veerprofielen kunnen namelijk maximaal 600 mm overspannen. Is de onderlinge afstand tussen de balken groter dan 600 mm, breng dan eerst houten regels van 40 x 60 mm aan, met een h.o.h. afstand van 600. Dat moet ook als de ondergrond niet uit balken bestaat maar massief is, bijvoorbeeld van beton. De maximale onderlinge afstand tussen de profielen is afhankelijk van de richting waarin de platen worden gemonteerd.

In onderstaande tabel staan de hart-op-hart afstanden en de maximale overspanning voor veerregels in mm voor een plafond met enkel regelwerk bij montage met veerregels.

Plaatdikte	A //	A ⊥	B max.
9,5 mm	300	400	600
12,5 mm	400	500	600
15 mm	400	500	600
2 x 9,5 mm	400	500	600
2 x 12,5 mm	400	500	600

Tabel 13

Breng tussen de balkenlaag (of de houten regels) minerale wol aan van ten minste 40 mm dik. Voor goede geluidsisolatie moet de plafondconstructie compleet geluiddicht zijn. Maak daarom alle openingen bij naden en aansluitingen goed dicht. De schroefstand van de gipsplaten bedraagt 170 mm.

Om aan brand- of geluidseisen te kunnen voldoen, is een minimale plaatdikte van 12,5 mm nodig. Bij brandeisen is een extra brandwerende plaat type F noodzakelijk.

Goed om te weten!

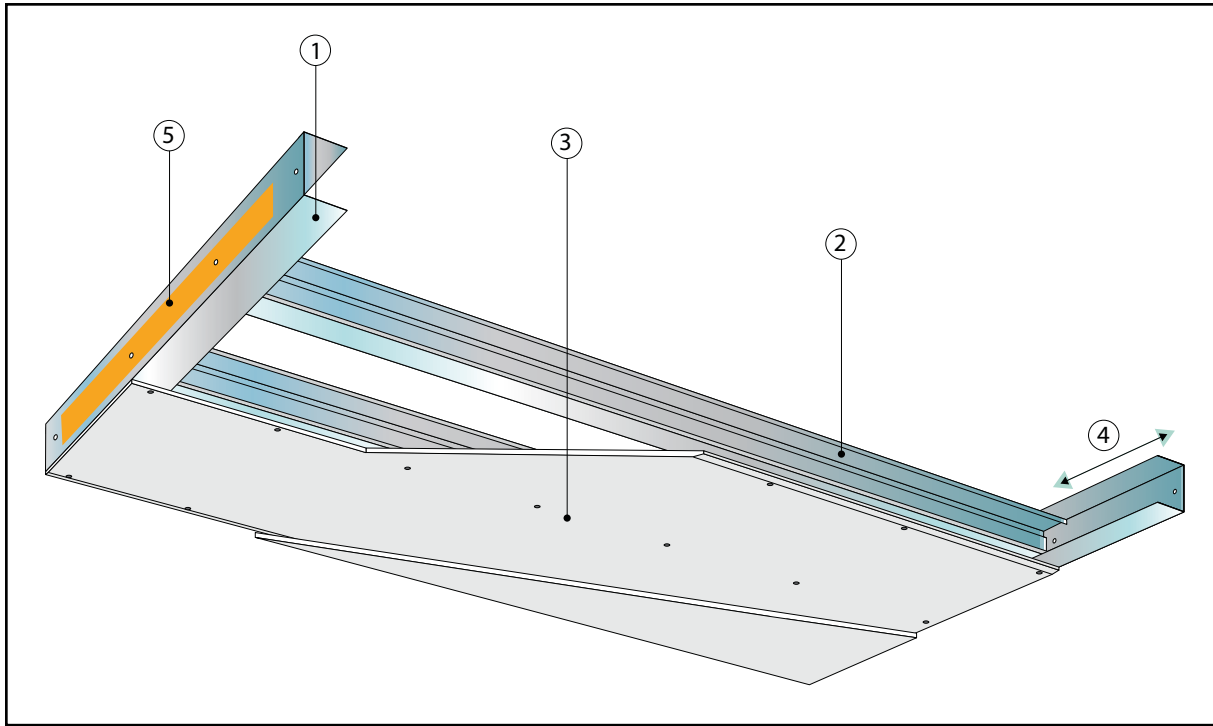
Veerprofielen zijn maar 16 mm hoog dus het plenum boven dit type plafond biedt weinig ruimte voor installaties. Installaties die meer ruimte nodig hebben dan 16 mm, moeten in de dragende constructie worden gemonteerd.

5.2.5 Vrijdragend plafond

Bij dit type plafond maken de plaatdragende profielen géén verbinding met de bovenliggende constructie. Dit levert een betere geluidsisolatie op dan rechtstreeks bevestigde én afgehangen plafonds omdat daarbij wél contact wordt gemaakt met de bovenverdieping. Daarnaast wordt het bovenliggende plafond niet beschadigd

Breng op de rugzijde van deze randprofielen akoestisch band aan. Gebruik één strook band van 8x20 mm voor profielen 40 en 45 mm. Op bredere profielen komen twee stroken van 8 x 9 mm.

Gebruik bij wanden van beton of steen slagpluggen 5x45mm voor de bevestiging van zowel de U- als de C-randprofielen.



Het plafond bestaat uit:

- 1. Randprofielen/U-profielen, voorzien van akoestisch band
- 2. Plaatdragende profielen/C-profielen
- 3. Gipskartonplaten
- 4. Schroefafstand randprofiel

Montage van de profielen

Naast de algemene montagerichtlijnen en verwerkingsvoorschriften voor vaste plafonds (zie paragraaf 5.3) gelden voor dit vrijdragende plafond een aantal specifieke richtlijnen en aandachtspunten.

Houd een afstand van minimaal 10 mm aan tussen de C en de U-profielen en de bouwkundige constructie waar ze onder worden gemonteerd. Tegen de wanden komen randprofielen. Gebruik U-profielen om langs de lange zijden van de ruimte tegen de wanden te monteren. Langs de korte zijden komen C-profielen tegen de wand.

Maak bij wanden van gipskartonplaten de randprofielen dóór de wandplaten heen vast aan de wandstijlen met snelbouwschroeven.

Houdt bij de U-profielen een hart-op-hart-afstand aan van maximaal 600 mm. Voor de C-profielen is dat h.o.h maximaal 1200 mm. Gebruik dubbele slagpluggen en schroeven voor profielen met een breedte van 75 mm of meer. Gebruik metalen pluggen als er brandeisen gelden.

De plaatdragende C-profielen worden in de U-profielen gestoken die op de langde zijden aan de wanden zijn bevestigd. Maak ze daarvoor eerst op maat. De juiste maat is de afstand tussen de wanden min 15 mm. Houd bij de verdeling van de C-profielen rekening met de montagerichting van de platen, de plaatdikte, de breedte van de profielen en de overspanning.

Zie onderstaande tabel voor de juiste afstanden.

Maak de onder- én de bovenflenzen van de U- en de C-profielen aan elkaar vast met snelbouwparkers.

Is de overspanning groter dan h.o.h. 2400 mm, breng dan moet er in het midden van de overspanning een profiel boven op het skelet worden aangebracht. Dit voorkomt dat de C-profielen zijdelings uitknikken.

In onderstaande tabel staan de maximale profielafstanden (h.o.h.) en de maximale overspanning in mm voor een vrijdragend plafond.

A // = profielafstand platen evenwijdig aan de plaatdragende profielen gemonteerd

A ⊥ = profielafstand platen dwars op de plaatdragende profielen gemonteerd

Plaatdikte	A //	A ⊥	C-40	C-50	C-75	C-100	C-125
9,5 mm	300	400	2250	2650	3650	4400	5200
9,5 mm			2050	2450	3350	4150	4800
12,5 mm	400	500	2000	2350	3200	4000	4600
12,5 mm			1900	2250	3000	3750	4350
12,5 mm	300	300	2100	2500	3350	4150	4950
15 mm			1950	2300	3150	3900	4450
15 mm	400	500	1800	2150	2850	3500	4100
15 mm			2050	2450	3300	4050	4800
2 x 12,5 mm	400	500	1750	2100	2800	3450	4000
2 x 12,5 mm			1650	1950	2600	3200	3700
2 x 12,5 mm	300	300	1900	2200	3000	3700	4400

Tabel 14

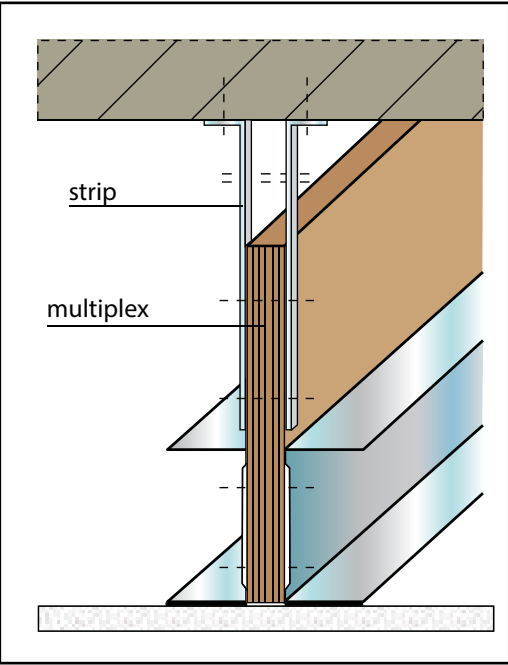
Overspanning vergroten

- Als een grotere overspanning nodig is dan het maximum dat in de tabellen staat, dan kan dat op een aantal manieren worden opgelost.
- Verdubbel de stijlen door ze kokervormig of ruggelings tegen elkaar aan te schroeven met snelbouwparkers. Hiermee kan de overspanning maximaal 1,2 keer groter worden;
- Gebruik stijlen van 2 mm dik staal ipv 0,6 mm). Hiermee kan de overspanning maximaal 1,25 keer groter worden;
- Breng hoofdliggers van hout of staal aan. Ook hoofdliggers moeten volledig vrijdragend en op een deugdelijke manier aan de wanden worden bevestigd. De U-profielen kunnen tegen de hoofdligger aan worden gemonteerd waarna de C-profielen in de U-profielen worden geschoven en bevestigd;
- Maak tussenophangpunten, zo kan het frame onbeperkt worden verlengd. Nadeel is wel dat het plafond niet meer geheel vrijdragend is. Door het contact dat de ophangpunten met de bovenliggende constructie maken kan de geluidsisolatie afnemen. Tussenophangpunten maken kan op verschillende manieren:

Onderbreek het metalen frame over de gehele breedte met een strook multiplex. Die wordt rechtop gemonteerd en opgehangen aan de constructie boven het plafond.

Bevestig alle plaatdragende profielen met een plafondhanger aan de bovenliggende constructie.

Bevestig een hulpprofiel aan elk plaatdragend profiel. Doe dit door snelbouwparkers in de hoek tussen flens en rugzijde van het C-profiel te schroeven. Hang de hulpprofielen op regelmatige afstanden af aan de bovenliggende constructie.



5.3 MONTAGE

Uitzetten

Teken op de wanden aan waar het plafond aansluit. Gebruik hierbij een bouwlasers om de onderkant van het metalen *framework* goed uit te lijnen en houd rekening met de dikte van het plaatmateriaal.

Isoleren

Als voor de brandveiligheid en/of en geluidsisolatie isolatiemateriaal nodig is, dan moet dit zonder kieren worden aangebracht. Let daarbij vooral op de randen en aansluitingen met andere bouw delen.

Beplaten

Bevestig de plafondplaten met snelbouwschroeven op een onderlinge afstand van maximaal 170 mm. Bij meerlaagse beplatingen mag bij de onderste plaatlaag/-lagen een schroefstand van maximaal 500 mm worden aangehouden. Breng de gipskartonplaten op de profielen aan en monteer ze stotend tegen elkaar. Gebruik hele plaatlengten, tenzij het niet anders kan. Monteer de korte zijden van de platen strak tegen elkaar aan. Monteer de platen in verband op de onderconstructie. Laat ze één profielafstand of ten minste 400 mm van elkaar verspringen. Er mogen geen kruisvoegen ontstaan. Breng bij dubbele beplating de platen van de tweede laag verspringend van elkaar aan én verspringend ten opzichte van de eerste laag. Schroef de gipskartonplaten strak tegen de onderconstructie aan om een zo vlak mogelijk oppervlak te realiseren. Voorkom strijklicht langs de lengtenaden van de platen door deze in de richting van de voornaamste lichtbron te laten lopen.

NB

Bij een vrijdragend plafond, waar de platen op C-profielen worden gemonteerd, altijd aan de open zijde van het profiel beginnen met monteren om een zo vlak mogelijk oppervlak te maken.

Aansluitingen op ruwbouwconstructies

Breng op de rugzijde van de randprofielen akoestisch band aan, en zeker als er geluidseisen gelden. Zijn er oneffenheden groter dan 4 mm, dan moeten de wanden eerst worden uitgevlakt voordat het plafond wordt gemonteerd. Kit de naad tussen constructie en de beplating van het plafond af als er eisen aan de geluidsisolatie worden gesteld.

Aansluitingen op gipsplaatwanden

Bevestig de randprofielen met snelbouwschroeven in de metalen profielen van de aansluitende wand. Gebruik holle wandpluggen als niet in een profiel kan worden geschroefd. Voeg de binnenhoek tussen plafond en wand af met wapeningsband van papier of glasvliesstoken en voegenvuller.

Dilateren

Neem dilataties in de hoofdconstructie altijd over. Pas ook in de volgende gevallen dilataties toe:

- als het plafondoppervlak groter is dan 100 m²;
- als het plafond langer is dan 15 m;
- bij de overgang van grotere plafondvlakken in kleinere vlakken;
- bij de overgang tussen twee verschillende ruwbouwconstructies.

Bij dilataties worden beplating én skelet onderbroken. Dilataties kunnen worden afgewerkt met dilatatieprofielen of zonder profielen worden afgekit.

Als er brandwerende eisen worden gesteld, zorg dan wel voor de vereiste dikte aan gips. Bevestig daarvoor extra beplating achter de beplating van het plafond. Belangrijk is om die extra beplating maar aan één zijde aan de beplating of het plaatdragende profiel vast te zetten zodat een starre verbinding wordt voorkomen. Zie verder ook de aanwijzingen in het verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten.

Afvoegen

Vul afgeschuinde langskanten van de AK en 4-AK platen op met voegenvuller en wapeningswand van papier of glasvliesstoken. (Zelfklevend gaasband is niet toegestaan). Voeg schroefkoppen af.

5.3.1 Verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten

Heel belangrijk bij de montage is dat TBA-richtlijn 3.3 wordt aangehouden. Daarin staat het verwerkingsvoorschrift voor het monteren van wanden en plafonds met gipskartonplaten en gipsvezelplaten. Hieronder is de tekst van de richtlijn opgenomen.

Klimatologische- en bouwplaatsomstandigheden

- Het gebouw moet wind-, waterdicht en opgeruimd zijn.
- Tijdens de montage van de gipsplaten moet de temperatuur (T) minimaal 7 °C bedragen en moet de relatieve luchtvochtigheid (RV) tussen de 40% en 80% liggen. (ideale omstandigheden tijdens het monteren: T = 18 °C en RV tussen 50% en 70%).
- Tijdens het afvoegen van de plaatnaden is het wenselijk dat de temperatuur en de RV gelijk zijn aan de omstandigheden zoals deze tijdens het gebruik van het gebouw gelden. Tijdens het afvoegen geldt echter een verwerkingstemperatuur >10 °C en een RV die ligt tussen de 40% en 65%. Mechanisch voegen vereist een minimum temperatuur van minimaal 18 °C. (Ideale omstandigheden voor het afvoegen: T = 20 °C en RV tussen 50% en 65%).
- Uiterlijk 3 dagen voor het uitvoeren van de voegwerkzaamheden dienen temperatuur en RV aan bovengenoemde eisen te voldoen.
- De temperatuur en luchtvochtigheid moeten zo constant mogelijk worden gehouden. Grote en/of snelle wisselingen hierin kunnen leiden tot ongewenste vormveranderingen, waardoor scheurvorming kan ontstaan. Om tijdig te kunnen bijsturen moeten de klimatologische omstandigheden gedurende het werk in een logboek worden bijgehouden.
- Het opvoeren van de temperatuur moet gelijkmatig gebeuren. Maximaal met 3 °C per 24 uur.
- Warme of hete lucht niet rechtstreeks tegen de gipsplaten laten blazen.
- Ook na het monteren en afvoegen van de wanden of plafonds moet langdurige blootstelling aan vocht vermeden worden.
- Natte werkzaamheden, zoals het aanbrengen van stukadoorswerk en dekvloeren, zorgen voor een grote toename van de relatieve luchtvochtigheid. Deze werkzaamheden moeten zijn uitgevoerd vóór het monteren van de wanden en de plafonds.

Klimatologische omstandigheden tijdens de werkzaamheden:

Activiteit	Temperatuur	Relatieve luchtvochtigheid
Monteren gipsplaten	Ideaal is 18 °C, minimaal 7 °C	Tussen 40% en 80%
Voegen van de gipsplaten	Ideaal is 20 °C, minimaal is 10 °C	Tussen 40% en 65%

Tabel 15

Detailleren

- Houd met de detaillering en uitvoering rekening met de vervorming van het gebouw of de omringende bouwdelen.
- Aansluitingen tussen verschillende materialen (gipsplaat tegen beton/metselwerk) moeten gedilateerd worden (insnijden, kit, of een dilatatieprofiel).

Overige kantafwerkingen

- Voor de kantafwerking van gezaagde of gesneden facetkanten (FK), halfronde afgeschuinde kanten (HRAK), halfronde kanten (HRK) moeten de voorschriften van de fabrikant worden aangehouden. Open gipskernen ter plekke van voegen moeten worden voorbehandeld met een diepgrondeer voordat de voegenvuller wordt aangebracht.
- Voor afvoegen van inwendige hoeken tussen zowel gipsplatenwanden als -plafonds is het noodzakelijk voegengips met papierband of flexibel blijvende kit toe te passen.

Overige aandachtspunten

- Het integreren van technische installaties en verlichtingsarmaturen moet vooraf afgestemd worden op het systeem zodat eventueel noodzakelijke hulpconstructies tijdig kunnen worden aangebracht.
- Bij het toepassen van gipsplaten onder tegelwerk in vochtige of natte ruimtes is de waterkering van essentieel belang. Het is daarom noodzakelijk om gegarandeerd waterdicht tegelwerk aan te brengen. Ook bij andere waterdichte afwerksystemen dient de waterdichtheid door de desbetreffende leverancier te worden gegarandeerd.

Van toepassing zijnde normen en richtlijnen

- NEN-EN 520 Gipsplaten - Definities, eisen en beproevingsmethoden
- NEN-EN 14353 Metalen profielen voor gebruik met gipsplaten - Definities, eisen en beproevingsmethoden
- BRL 9600-06 Montage van systeemwanden en -plafonds

6. SYSTEEMPLAFONDS

6.1 Wat is een systeemplafond?

Een systeemplafond is een plafondconstructie die wordt gebruikt om een secundair (verlaagd) plafond te creëren onder een vloer- of dakconstructie in een ruimte. Dit type plafond bestaat meestal uit een rasterwerk van metalen profielen, waarin of waaraan plafondpanelen worden gemonteerd. Systeemplafonds zijn veelvoorkomend in utiliteitsgebouwen, zoals kantoren, scholen, ziekenhuizen, winkels, luchthavens en andere openbare gebouwen. Ze worden vanwege hun functionaliteit en esthetische veelzijdigheid ook steeds vaker in woningen toegepast.

6.2 De belangrijke kenmerken en voordelen van systeemplafonds

Enkele belangrijke kenmerken en voordelen van systeemplafonds zijn:

1. Flexibiliteit

Het modulaire ontwerp maakt het eenvoudig om panelen te vervangen of om voor onderhoudsdoeleinden toegang te krijgen tot de ruimte boven het plafond.

2. Kostenbesparing

Systeemplafonds kunnen kosteneffectief zijn in vergelijking met traditionele plafondconstructies. Dit gaat vanwege de eenvoudige installatie en onderhoud vooral op voor grote commerciële ruimtes.

3. Akoestische eigenschappen

Systeemplafonds kunnen geluid absorberen en de akoestiek in een ruimte verbeteren, waardoor het geluidsniveau wordt verminderd en de spraakverstaanbaarheid wordt bevorderd.

4. Verbergen technische installaties

Systeemplafonds bieden ruimte voor het verbergen van bedrading, leidingen, luchtbehandelingssystemen en andere technische voorzieningen, hetgeen zorgt voor een nette en professionele uitstraling van de ruimte.

5. Esthetische variatie

Systeemplafonds zijn verkrijgbaar in verschillende ontwerpen, kleuren en texturen, waardoor ze kunnen worden aangepast aan de stijl en functie van een ruimte. Dit maakt ze geschikt voor zowel moderne als traditionele interieurs.

6. Energie-efficiëntie

Systeemplafonds kunnen met verlichtingssystemen en isolatie worden gecombineerd om energie-efficiënte oplossingen te bieden, waardoor de verlichting en verwarming/koeling van een ruimte worden verbeterd.

7. Brandveiligheid

Veel systeemplafonds voldoen aan brandveiligheidsnormen en kunnen brandvertragende eigenschappen hebben om de veiligheid in gebouwen te vergroten.

6.3 Type systeemplafonds

Er zijn verschillende soorten systeemplafonds beschikbaar, elk met eigen kenmerken en toepassingen. Enkele van de meest voorkomende soorten systeemplafonds zijn:

1. Minerale vezelplafonds

Deze plafonds bestaan uit minerale vezels, meestal gemaakt van glasvezel of steenwol. Ze zijn bekend om hun uitstekende geluidsabsorptie en thermische isolatie. Minerale vezelplafonds zijn verkrijgbaar in verschillende texturen en kleuren.



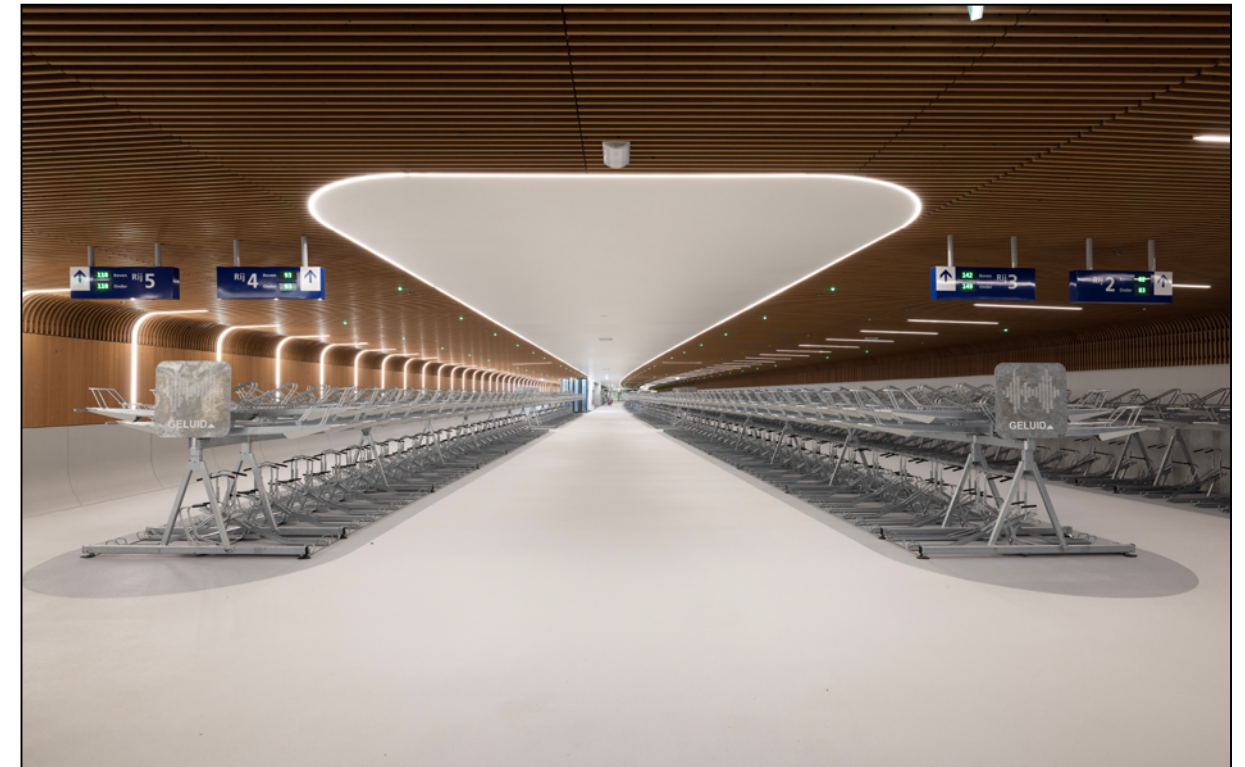
2. Metalen plafonds

Deze plafonds bestaan uit metalen panelen of lamellen, meestal van aluminium of staal. Metalen plafonds zijn duurzaam, gemakkelijk schoon te maken en hebben vaak een modern en industrieel uiterlijk. Ze kunnen worden geperforeerd om de geluidsabsorptie te verbeteren. Een aparte categorie metalen plafonds vormen de klimaatplafonds. Dit zijn metalen plafonds waarin watervoerende elementen zijn opgenomen waar warm of koud water stroomt. Hierdoor fungeert het gehele plafondoppervlak als afgiftesysteem en ontstaat er plafondverwarming of -koeling door straling.



3. Houten plafonds

Deze plafonds bieden een warme en natuurlijke uitstraling aan ruimtes. Ze zijn meestal gemaakt van houten panelen of latten – zowel van massief hout als fineer – en kunnen worden afgewerkt in verschillende houtsoorten en stijlen.



4. Rasterplafonds

Deze plafonds bestaan uit een metalen roosterwerk waarin plafondtegels of -panelen worden geplaatst. Rasterplafonds zijn flexibel en kunnen gemakkelijk worden aangepast en onderhouden. Ze zijn ideaal voor commerciële en kantoorgebouwen.



5. Hygiënische plafonds

Deze plafonds zijn ontworpen voor toepassingen waar hygiëne, reiniging en schone lucht essentieel zijn, zoals in de gezondheidszorg, de voedingsmiddelenindustrie en professionele keukens. Ze zijn gemakkelijk schoon te maken en kunnen antimicrobiële eigenschappen hebben of geschikt zijn voor cleanrooms.



6. Viltlen plafonds

Deze plafonds hebben uitstekende akoestische eigenschappen. Ze worden vaak ook vanwege de esthetische eigenschappen toegepast.

De keuze voor het juiste type systeemplafond hangt af van verschillende factoren, bijvoorbeeld de esthetische voorkeur, de functionele eisen en het type ruimte waarin het plafond wordt geïnstalleerd. Het is belangrijk om rekening te houden met de akoestische, thermische en brandwerende eigenschappen van het plafondmateriaal, evenals de onderhoudsbehoeften en het budget voor het project.



7. MONTAGE SYSTEEMPLAFONDS

7.1 Montagerichtlijn is van toepassing op systeemplafonds



Om de kwaliteit van systeemplafonds te waarborgen, moet worden voldaan aan wettelijke eisen en normen, zoals het Bouwbesluit en de CE-markering. Voor het monteren moeten de geldende verwerkingsvoorschriften van de betreffende fabrikant en de onderstaande richtlijn worden nageleefd.

Deze richtlijn is van toepassing op de meest gangbare situaties bij de montage van systeemplafonds in de utiliteitsbouw. In afwijkende situaties – zoals in zwembaden (corrosiesic), keukens (reinigbaarheid) en in buitentoepassingen (windbelasting) – gelden in het algemeen andere, dan wel bijzondere eisen voor ontwerp, montage en toe te passen materialen.

7.1.1 Voorbereidingsfase

Om tot een goed eindproduct te komen, is de voorbereiding van essentieel belang. Let daarom op de volgende punten:

- Controleer of het plafond wordt toegepast in een gangbare of afwijkende situatie. Raadpleeg in geval van afwijkende situaties de fabrikant(en).
- Stem met de betrokken partijen af of het voorgeschreven of aangeboden plafond voldoet aan de gestelde eisen, zoals eisen ten aanzien van brandveiligheid, akoestiek en uitneembaarheid. Uitgangspunt is dat het plafond niet aan andere belastingen wordt blootgesteld dan overeengekomen.
- Stem het installatie- en plafondontwerp op elkaar af en leg dit bij voorkeur. Vast op plafondindeling en detailtekeningen.
- Informeer altijd of de bovenliggende constructie geschikt dan wel voldoende draagkrachtig is voor het aangeboden plafond.
- Stem de keuze van het type bevestigingsmiddel en het benodigde aantal af op de bovenliggende draagconstructie en de optredende belastingen.
- Maak afspraken met betrekking tot de uitvoering en opleveringen.

7.1.2 Planning en de logistiek

Voordat de materialen kunnen worden geleverd en met de montage van de plafonds kan worden begonnen, zijn de volgende punten van belang:

- Het gebouw moet wind- en waterdicht en opgeruimd zijn.
- De natte werkzaamheden moeten zijn uitgevoerd.
- Het integreren van technische installaties en verlichtingsarmaturen moet vooraf worden

afgestemd, zodat eventueel noodzakelijke voorzieningen tijdig in het plafondsysteem kunnen worden aangebracht.

- Werkzaamheden van derden boven het aan te brengen plafond moeten gereed zijn, tenzij anders wordt overeengekomen.
- Er moet een tijdige informatieoverdracht aan de montageploeg plaatsvinden.
- De ploeggrootte moet op de vooraf overeengekomen planning worden afgestemd.

7.1.3 Bouwplaatsomstandigheden

Om een kwalitatief eindresultaat te bereiken, moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan. Zo moeten de bouwplaatsomstandigheden als volgt zijn:

- De te bewerken ruimten moeten schoon en geheel ontruimd zijn en tevens wind- en waterdicht, goed verlicht en goed bereikbaar met op de bouw gebruikelijke transportmiddelen.
- Voorafgaand aan, tijdens en na de montage van de systeemplafonds moeten de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en de schommelingen daarin voldoen aan de voorschriften

Toelichting

- Natte werkzaamheden – zoals stukadoors- en dekvloerwerkzaamheden – zorgen voor een grote toename van de relatieve luchtvochtigheid. Deze werkzaamheden moeten dan ook zijn uitgevoerd vóórdat de systeemplafonds worden gemonteerd.
- Na de uitvoering van de natte werkzaamheden moet altijd voor voldoende ventilatie worden gezorgd.
- Snel en extreem opwarmen van de ruimtes moet worden voorkomen, anders kunnen ongewenste vervormingen ontstaan.

7.1.4 Materiaal en opslag

- De plafondmaterialen moeten zoveel mogelijk in de fabrieksverpakking te worden aangeleverd en verplaatst.
- De geleverde materialen moeten op een vlakke ondergrond en tegen vocht beschermd worden opgeslagen; bij voorkeur in het gebouw, zodat ze kunnen acclimatiseren.
- Met betrekking tot transport, opslag en stapeling kunnen specifieke eisen door de fabrikant worden gesteld.
- Bij de aanvoer en opslag van de materialen moet rekening worden gehouden met de grootte van de gevelopeningen en de draagkracht van de vloer.

7.1.5 Montage

- De hoofdmaatvoering (startlijnen en hoogtematen) moet voorafgaand aan de montage worden overeengekomen.
- Bij de detaillering en uitvoering moet rekening worden gehouden met de vervorming van het gebouw, de omringende bouwdelen, dilataties in de ruwbouwconstructie en mogelijke uitzetting of krimp van het gekozen systeemplafond.
- De afhangers moeten aan de daarvoor bestemde constructie worden bevestigd.
- De bevestigingsmiddelen moeten volgens de geldende voorschriften worden aangebracht.
- De afhangers moeten tegen losraken worden geborgd.
- Bij sparingen in het oppervlak en bij in- of opbouwelementen moet worden bekeken of extra maatregelen nodig zijn. Denk hierbij aan ravelingen, verstevigingen en extra afhangpunten.

7.1.6 Opleveringen

Naast de eindoplevering is het bij grote of specifieke projecten aan te raden tussentijdse opleveringen met de opdrachtgever overeen te komen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Oplevering raster.
- Oplevering ‘technische’ en/of pasplaten.
- Oplevering sluitbrieven. Hiermee wordt aangegeven dat de werkzaamheden in het plafond gereed zijn en het plafond volledig kan worden dichtgelegd.
- Eindoplevering per fase of van het hele project.

7.2 MONTAGESYSTEMEN VOOR SYSTEEMPLAFONDS

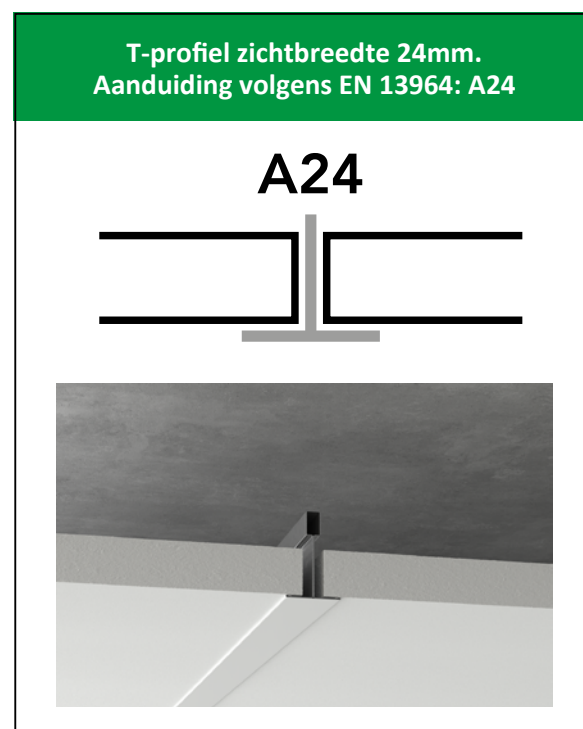
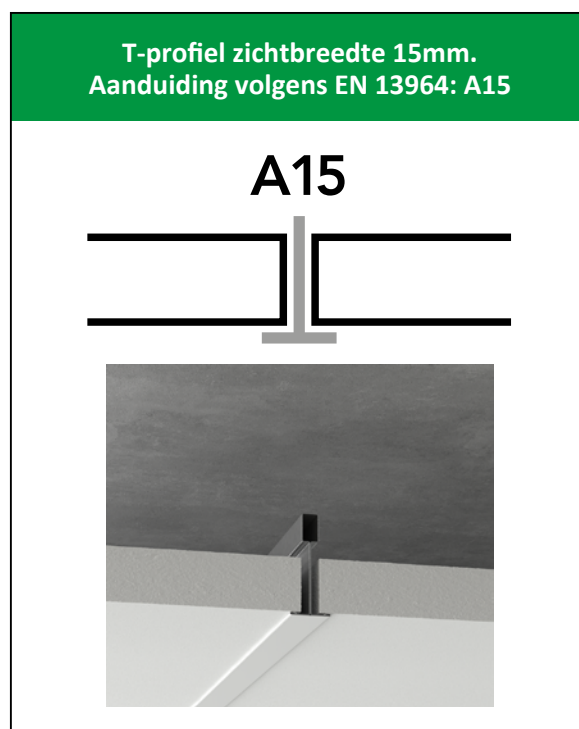
7.2.1 Montagesystemen

Voor de montage van systeemplafonds bestaan een aantal verschillende systemen:

- Vlak inlegsysteem
- Doorzakstelsysteem
- Verdekt systeem
- Bandrasterstelsysteem

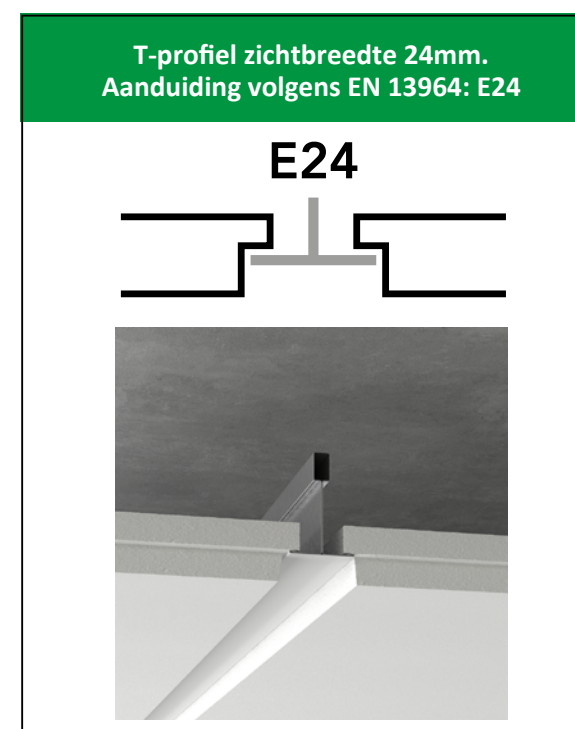
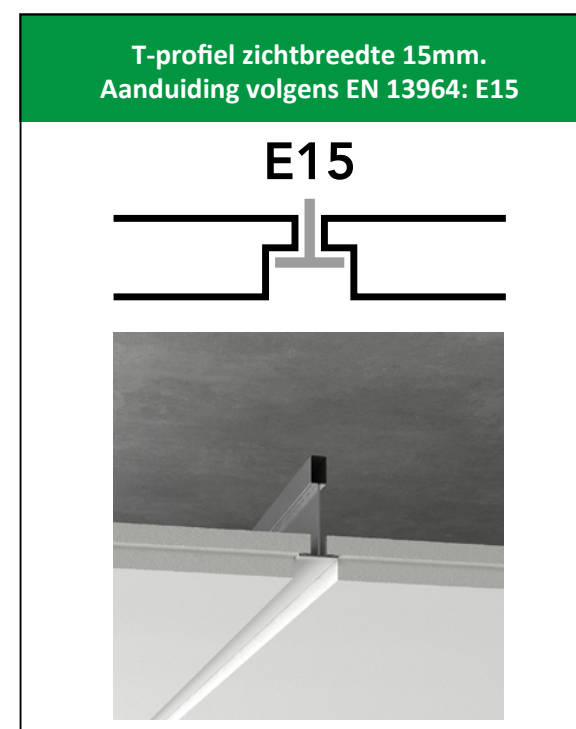
• Vlak inlegsysteem

Bij een vlak inlegsysteem worden in twee richtingen T-vormige metalen profielen met een zichtbreedte van 15 of 24 mm geplaatst. Ook kan in een richting een zogenoemd bandrasterprofiel worden geplaatst.



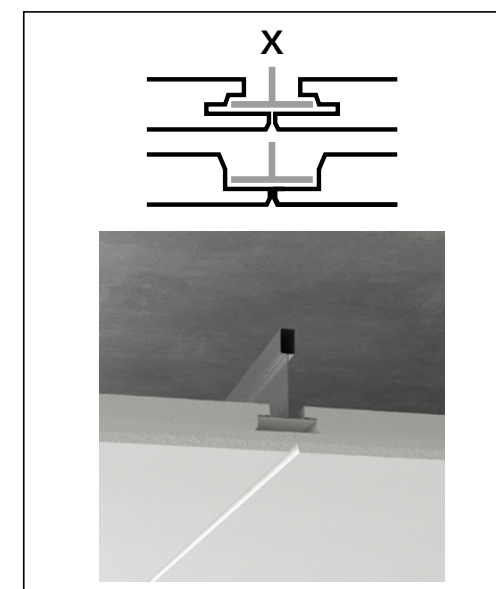
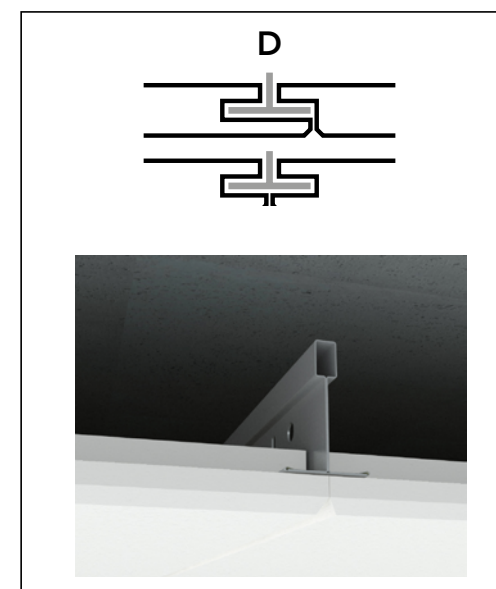
• Doorzakstelsysteem

Bij een doorzakstelsysteem – ook wel shadowline genaamd – worden in twee richtingen T-vormige metalen profielen geplaatst met een zichtbreedte van 15 of 24 mm.



• Verdekt systeem

Bij een verdekt systeem, al dan niet uitneembaar, worden in twee richtingen T-vormige metalen profielen geplaatst met een zichtbreedte van 24mm. De aanduiding volgens EN 13964: D of andere aanduidingen.



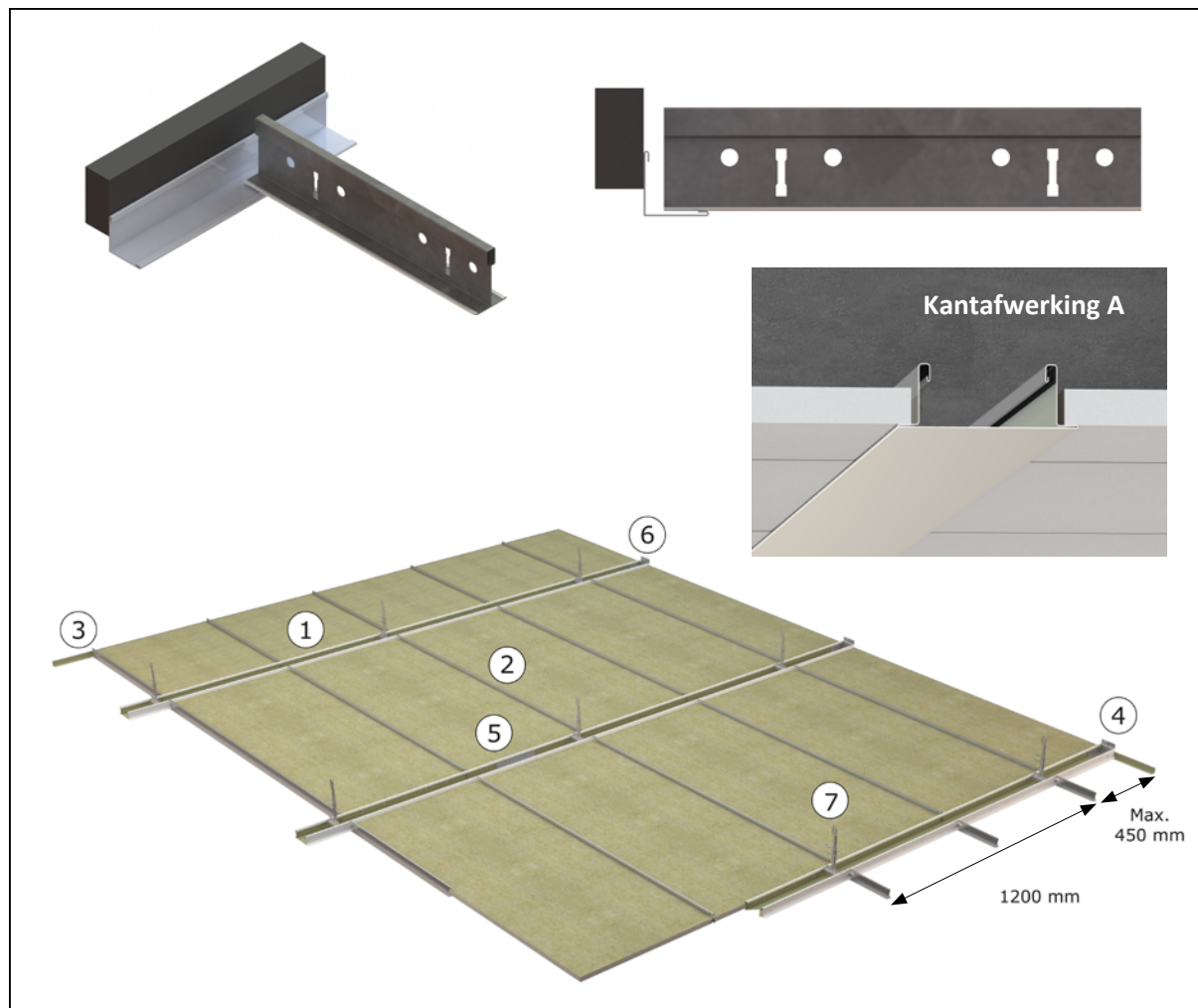
In de modulatie in dit voorbeeld (600 x 600 mm) wordt het hoofdprofiel 1200 mm hart-op-hart geplaatst met daartussen elke 600 mm dwarsprofielen met een lengte van 1200 mm. Zo ontstaat een moduulmaat van 1200 x 600 mm. Voor een moduulmaat van 600 x 600 mm wordt tussen de dwarsprofielen van 1200 nog een dwarsprofiel met een lengte van 600 mm geplaatst.

Voor de ophanging van de hoofdprofielen wordt een snelhanger toegepast. Aanbevolen wordt om voor de afmeting van de paspanelen te kiezen voor een afmeting die groter is dan de halve lengte cq breedte. Langs de plafondbeëindiging wordt een metalen L-muurprofiel geplaatst, eventueel in combinatie met een houten kantlat.

• Bandrastersysteem

Een bandrastersysteem wordt in het algemeen toegepast in combinatie met lange panelen. Standaard moduullengtes zijn bijvoorbeeld 1800 en 2100 mm, de breedte van het bandraster is 100 mm.

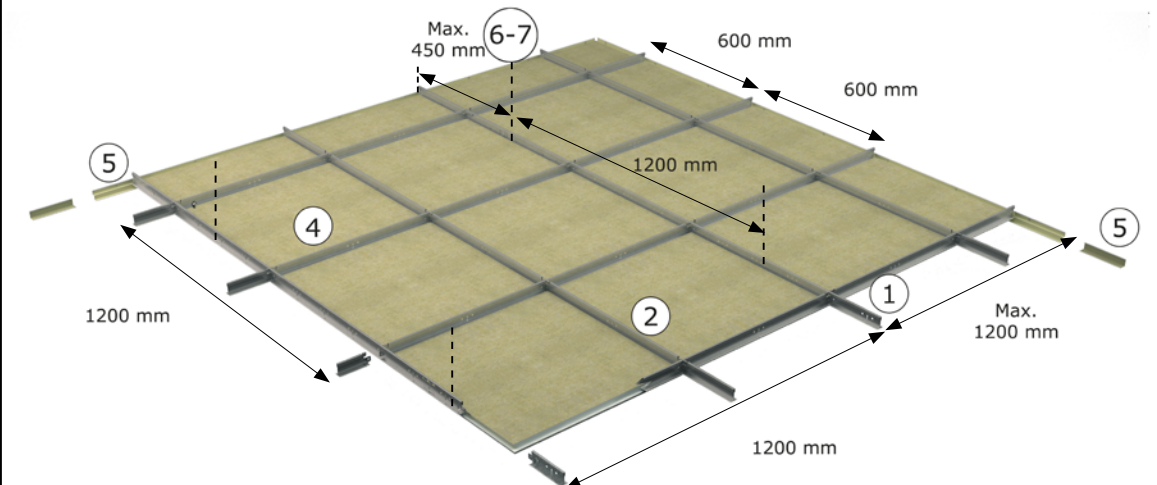
Bandrasterprofielen zijn brede metalen zichtbare profielen met een breedte van 50, 75, 100, 125, of 150 mm, vaak in één richting geplaatst en waarbij de 100mm het vaakst wordt toegepast. Een veel voorkomende modulaire afstand tussen deze bandrasters is 1800 mm. Veelal wordt haaks op de bandrasters een verdekt Z-profiel toegepast in combinatie met uitneembare panelen. De bandrasterprofielen bieden tevens de mogelijkheid om onder het profiel lichte scheidingswanden te plaatsen. In het bandraster kunnen voorzieningen worden opgenomen ter verbetering van de geluidisolatie, dan wel voor de plaatsing van een brandschot.



• Systeemopbouw profielen

Voor zowel het vlakinleg- als het doorzakstelsysteem wordt in een modulatie van 600 mm of 1200 mm gewerkt.

Systeemopbouw - Bovenaanzicht moduulmaat 600 x 600 mm



Hoofdprofiel



Dwarsprofiel



Muurprofiel



Snelhanger



8. OPPERVLAKTEBEOORDELINGSCRITERIA



Na het monteren van het systeemplafond wordt het eindresultaat beoordeeld. Zo wordt de oppervlakte op basis van een aantal criteria beoordeeld. Tenzij vooraf anders is overeengekomen zijn de volgende beoordelingscriteria van toepassing:

8.1 Vlakheid montage

De vlakheidstolerantie voor de montage, gemeten ter plaatse van de ophangpunten, bedraagt
2 mm per meter, met een maximum van 5 mm per 5 meter.

8.2 Algemeen

- Onvlakheden veroorzaakt door de aanwezigheid van inbouwcomponenten tellen alleen mee met de beoordeling als deze componenten volgens de voorschriften van de fabrikant van het ophangstelsel van het plafond zijn aangebracht.

- Membraamcomponenten (plafondpaneel en dergelijke) en profielen moeten onbeschadigd zijn.
- Bovengenoemde eisen gelden ook ter beoordeling van kantlatten, profielen en hoeklijnen.
- De vlakheid moet worden gemeten in vergelijking met hetgeen is overeengekomen (denk aan een schuin of getoogd plafond).
- Eventuele metingen moeten tijdens de oplevering van het plafond plaatsvinden. Dit onder andere vanwege de doorbuiging of overige vervormingen van de bovenliggende constructie, tenzij anders is overeengekomen.

8.3 Meetmethode

- Bepaal de ruimte waarin moet worden gemeten.
- Bepaal in die ruimte het plafond(deel) dat moet worden gemeten. Een plafond(deel) mag nooit groter zijn dan de ruimte ten tijde van de meting.
- Controleer de hoogte van het plafond, beginnend bij een gespecificeerde en aangegeven peilmaat. (Conform NEN 13964).
- Stel de laser op een willekeurige plek op, bij voorkeur nabij het probleempunt.
- Hanteer vanaf de laser een maximale meetafstand van 15 meter. Daarboven moet de laser worden verplaatst en de peilmaat worden overgenomen.
- Voer bij kritische punten van een meting (4 tot 6 mm bij 5 m¹) aansluitend een tweede controlemeting op de kritische punten uit. Mocht na uitvoering van deze controlemeting blijken dat de resultaten volledig afwijken van de eerste meting, voer dan de gehele meting opnieuw uit.
- Voer de meting, indien redelijkerwijs mogelijk en eenvoudig toegankelijk, uit ter plaatse van de ophangpunten en – indien van toepassing – bij de randaansluiting.
- Controleer of de montage conform de overeenkomst is uitgevoerd.
- Leg de meting vast in een verslag waarbij de meetpunten op een situatieschets zijn vastgelegd.

8.4 Uitvoeringseisen

Indien er geen uitvoeringseisen zijn overeengekomen, dan geldt dat de gekozen uitvoering op het gehele werk consequent moet zijn uitgevoerd.

8.5 Randaansluiting

- Monteer strak aaneengesloten.
- Breng inwendige hoeken stuikend of in verstek aan. Breng uitwendige hoeken in verstek aan, met uitzondering van de kantlat.
- Pas bij verlenging een minimale lengte van 600 mm toe.
- Breng voldoende bevestigingspunten aan.
- De bevestigingsmiddelen mogen niet zichtbaar zijn.
- De rechtheidtolerantie bedraagt $\leq 2 \text{ mm/m}^1$.

8.6 Ophangstelsel

- Monteer de lengtekoppeling strak aaneengesloten en vlak.
- Monteer de aansluiting op randprofiel opgelegd of strak aansluitend tegen het randprofiel.
- Voer de lay-out van het plafond zo symmetrisch mogelijk uit.
- Bevestigingsmiddelen mogen niet zichtbaar zijn.

8.7 Membraamcomponent (= de plafondtegels en dergelijke)

- Voorkom paspanelen kleiner dan de helft van de moduullengte of –breedte.
- Dicht de opening altijd af met paspanelen.
- Houd de door de fabrikant geadviseerde legrichting van de panelen aan, tenzij anders is overeengekomen.

8.8 Springen

Snijd de juiste maat uit, waarbij het aan te brengen element passend is aangebracht en afhankelijk van de positie juist is uitgelijnd.

9. REGELGEVING



9.1 Europese regelgeving voor systeemplafonds

Bouwproducten moeten voldoen aan de Europese regelgeving. Deze producten krijgen dan een CE-label. CE staat voor Conformité Européene, dit betekent dat het product in overeenstemming is met de Europese regelgeving. De Europese Commissie voor Normalisatie (CEN) heeft in juli 2007 een norm ingevoerd voor systeemplafonds: NEN-EN 13964. Vanaf deze datum moet de norm strikt te worden nageleefd. Producten met een CE-certificaat voldoen derhalve aan de daarvoor geldende regels binnen de Europese Gemeenschap plus Zwitserland, Liechtenstein, Noorwegen en IJsland. De fabrikant geeft hiermee aan dat dat zijn product voldoet aan de eisen qua veiligheid, gezondheid en milieu.

De norm EN 13964 is van toepassing op systeemplafonds binnen de algemene bouw- en civieltechnische werken en omvat volledige ophangsystemen, losse onderdelen van de ophangsystemen. In de norm NEN-EN 13964

wordt een aantal producteigenschappen gedefinieerd die op de verpakking van het product en op de desbetreffend documentatie moeten worden vermeld.

Met het aanbrengen van een CE-label verklaart de producent van het product dat de eigenschappen van het product zijn bepaald op basis van de norm NEN-EN 13964 ‘Verlaagde plafonds’.

Onafhankelijke keuringsinstituten controleren of het bedrijfsproces, kwaliteitssysteem en de gedeclareerde resultaten van het product voldoen aan de eisen zoals weergegeven in de EN-norm.

De in de norm vermelde parameters zijn:

- Geluidsabsorptie
- Reactie bij brand
- Vochtstabiliteit
- Formaldehyde-afgifte
- Thermische isolatie
- Stootvastheid

De resultaten van deze parameters zijn getest door gecertificeerde laboratoria overeenkomstig de Norm voor Systeemplafonds. Tevens worden de gecertificeerde producten ge-audit door een certificatie-instelling. Op het CE-etiket moet naast de resultaten van de diverse parameters ook de naam van het product en adres van de fabrikant worden vermeld.

CE 4321	CE conformity marking symbol given in Directive 93/68/EEC Identification number of the notified product certification body (only for products under system 1)
AnyCo Ltd 14 4321-CPD-00234	Name or identifying mark of the manufacturer NOTE 1 Registered address of the manufacturer may be added. Last two digits of the year in which the marking was affixed Number of the EC certificate of conformity (only for products under system 1)
EN 13964:2014 Suspended ceiling membrane component for use internally in buildings	No. of European Standard and the year of its publication Description of the product and its intended use
Reaction to fire: Class B-s1,d0 Release of asbestos (content): No release Release of formaldehyde: E1 Release and/or content of other dangerous substances: Substance Y: x ppm Shatter properties: - impact resistance: NPD - shatter properties: NPD Flexural tensile strength: Class B/ no load Bondstrength/adhesion: resistance to fixings: NPD Sound absorption: $\alpha_w = 0,7$ (M) Thermal conductivity: $\lambda_D = 0,038$ W/m K Susceptibility to the growth of harmful micro-organisms: - Dampness: Pass - Thermal insulation: Pass Durability: Corrosion protection acc. to EN 1396, Class 2a	Information on mandated characteristics NOTE 2 The relevant characteristics according to Table ZA.1.4.

Figure ZA.3 — Example of CE marking for a suspended ceiling membrane component

De CE-markering heeft twee doelen:

- Bevordering van de vrije goederenhandel binnen de EU.
- Harmonisatie van de wetgeving van de EU-staten voor productveiligheid en gezondheid.

Naast de CE-markering bestaat de prestatieverklaring voor bouwproducten. In de prestatieverklaring, DoP genoemd, staan de eigenschappen van het bouwproduct vermeld heeft en welke volgens CE moeten zijn getest. Onderstaand een voorbeeld van testresultaten op een plafondplaat volgens de eisen van de norm NEN-EN 13964.

9.2 Producttoleranties volgens NEN-EN 13964

De producttoleranties van de afzonderlijke elementen waaruit de systeemplafonds bestaan, zijn geregeld in de NEN-EN 13964.

10. AKOESTIEK



Een van de belangrijke voordelen van systeemplafonds is dat ze akoestische eigenschappen hebben. Maar wat is akoestiek eigenlijk?

Akoestiek is de leer van het geluid. Door middel van akoestiek kan elke ruimte geluidstechnisch aan het gebruiksdoel worden aangepast. Maar waarom is dat belangrijk? Uit onderzoek is gebleken dat klachten over geluidshinder – een slechte akoestiek dus – onder kantoorgebruikers opvallend hoog scoren. Maar liefst 60 procent vindt lawaai de belangrijkste stoorfactor in de werkomgeving. De oorzaken van geluidshinder zijn complex, waarbij naast de kenmerken van het geluid en de geluidsbron, ook de kantooromgeving, de aard van de werkzaamheden en de persoonlijke beleving van belang zijn. Echter, een goede akoestiek heeft direct een positieve invloed op de werkprestaties, de communicatie en het welbehagen van de kantoorgebruiker. Ook voor andere verblijfruimten, zoals ziekenhuizen, onderwijsgebouwen, verpleegtehuizen,

zwembaden, winkels, laboratoria, sportaccommodaties en industriële ruimten is een goede akoestiek belangrijk.

Algemeen kan worden gesteld dat een verbeterde akoestiek een positieve invloed heeft op het welzijn en welbevinden van de mens. Daarom is het noodzakelijk in de ontwerpfase van een gebouw rekening te houden met het gebruiksdoel van de ruimte. De akoestische parameters dienen hierop afgestemd te worden zodat het gewenste akoestisch comfort kan worden gerealiseerd en vooraf wordt voorkomen dat in een latere fase problemen ontstaan.

10.1 Akoestische termen

In relatie tot systeemplafonds en akoestische ontwerpen wordt een aantal akoestische termen gebruikt. Dit zijn geluid, frequentie, geluidsdrukniveau, octaaf- en tertsbanden, spectrum en equivalent geluidsniveau. Maar wat betekenen deze termen? Een uitleg.

• **Geluid**
Geluid is een vorm van energie. Een geluidsbron veroorzaakt kleine drukvariaties op de heersende luchtdruk. Deze drukvariaties worden door het gehoor opgevangen en via het trommelvlies aan de hersenen doorgegeven. Daar ze worden omgezet in een geluidsgewaarwording. Via elk medium plant geluid zich voort, in gassen, vloeistoffen en vaste stoffen. Geluid wordt vanuit de oorsprong onderverdeeld in luchtgeluid en contactgeluid. Een voorbeeld van luchtgeluid is het geluid van stembanden of snaren van een instrument. Contactgeluid is het geluid dat ontstaat door het contact van twee lichamen, bijvoorbeeld naaldhakken op de vloer, een hamer op een aambeeld, de regen op het dak.

• **Frequentie**
De snelheid waarmee de drukvariaties (drukverhogingen en verlagingen) elkaar opvolgen is een maat voor de toonhoogte. Bij langzame drukvariaties horen we een lage toon en naarmate de drukvariaties elkaar sneller opvolgen, wordt de toon hoger. Een maat voor deze toonhoogte is het aantal drukvariaties per seconde, oftewel de frequentie (f). De frequentie wordt uitgedrukt in hertz (Hz): 1Hz is drukvariatie per sec.

Een gezond menselijk gehoor kan geluiden waarnemen die tussen 20 en 20.000 Hz liggen, dit wordt het hoorbare frequentiegebied genoemd. Niet alle frequenties zijn echter evengoed waarneembaar. Het gehoor is minder gevoelig voor lagere tonen. Bij het ouder worden neemt – door slijtage en overbelasting – de gevoeligheid van het gehoor af. Vooral hogere tonen zijn slechter waarneembaar.

• **Geluidsdrukniveau (dB)**
Zoals de frequentie van de luchtdrukvariaties de toonhoogte bepaalt, zo bepaalt de hoogte van de luchtdrukvariaties het geluidsniveau. De mens kan niet alle luchtdrukvariaties, binnen het hoorbare frequentiegebied, waarnemen. Het gehoor stelt eisen aan de hoogte van de luchtdrukvariaties.

De luchtdruk wordt uitgedrukt in Pascal (Pa) =1N/m2 of 0,1 kg/m². De door mensen, met een zeer goed gehoor, waar te nemen laagste luchtdrukvariatie is circa 0,00002 Pa (0,02 mPa). Dit noemt men de gehoordrempel. Alleen zeer jonge kinderen met een goed gehoor kunnen geluiden waarnemen die net boven de gehoordrempel liggen. Bij een luchtdrukvariatie van ongeveer 200 Pa gaat geluid pijn doen. Dit noemt men de pijngrens. Het geluidsgebied dat voor de mens belangrijk is, loopt dus van 0,00002 Pa tot 200 Pa. Dat wil zeggen een factor 10⁷ verschil; de luchtdruk bij het hardste geluid is 10 miljoen keer hoger dan de luchtdruk bij het zachtste geluid.

Met dergelijke getallen rekenen is niet handig. Vandaar dat de luidheid wordt uitgedrukt in een logaritmische schaal met als eenheid de decibel (dB). Deze is afgeleid van de Bel (1 dB = 1/10 Bel). De luidheid van een geluid wordt op deze wijze in een hanteerbare grootte uitgedrukt. Om geen rekening te hoeven houden met de fluctuaties op de heersende luchtdruk, is de referentieluchtdruk (Po) ingevoerd. Po = 2 x 10⁻⁵ Pa. Deze waarde geldt voor alle frequenties en komt overeen met de luchtdrukvariaties behorende bij de gehoordrempel van 1.000 Hz. Het symbool van de luidheid is Lp.

De luidheid in dB wordt verkregen door de formule: Lp = 10Log (P^{2eff}/P^{2o}) = 20Log P_{eff}/Po (dB).

Hierin is:
Lp = geluidsdrukniveau (dB)
P_{eff} = effectieve geluidsdruk (Pa)
Po = referentiedruk = 2 x 10⁻⁵ Pa

Tabel 1: Enige voorbeelden van bekende geluiden en hun geluidsdruk en geluidsdrukniveau

	effectieve geluidsdruk (Pa)	geluidsdrukniveau (dB)
Pijngrens	200	40
Pneumatische hamer	20	120
Discotheek	2	100
Radio (hard)	0,2	80
Gesprek (ca. 1m)	0,02	60
Fluisteren (ca. 1m)	0,002	40
Geritsel van bladeren	0,0002	20
Gehoordrempel	0,00002	0

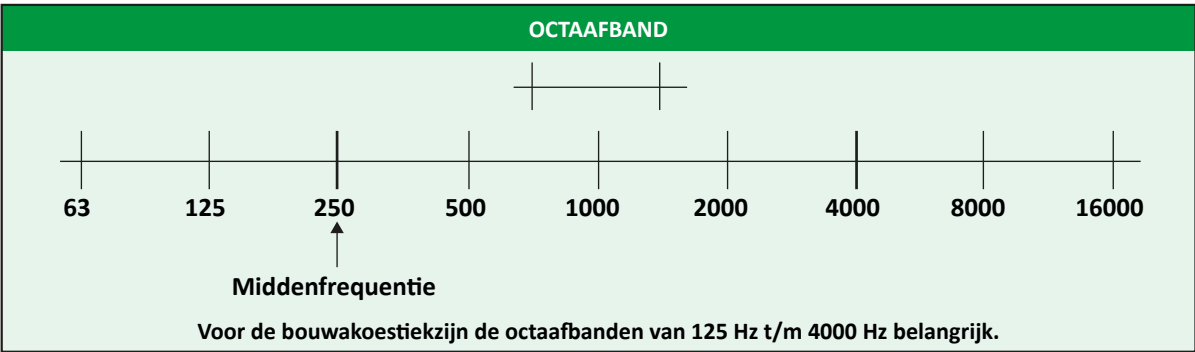
Omdat geluidsdruk niveaus worden uitgedrukt in een logaritmische schaal moeten de geluidsdruk niveaus van de verschillende geluidsbronnen logaritmisch bij elkaar worden opgeteld om het resulterende geluidsdruk niveau te verkrijgen. Een voorbeeld: 50 dB + 50 dB = 53 dB en 100 dB + 100 dB = 103 dB. Nog een voorbeeld: 37 dB + 38 dB = 40,5 dB en 80 dB + 81 dB = 83,5 dB.

De subjectieve beleving van de mens van geluidsniveaus wijkt af van de objectieve metingen. Ook al betekent een verschil van 3 dB een halvering of een verdubbeling van de hoeveelheid geluidsenergie en daarmee van het geluidsdruk niveau, de mens ervaart dit slechts als een ‘waarneembaar’ verschil. Een verschil van 10 dB wordt pas ervaren als een halvering of verdubbeling van het geluidsniveau.

• **Octaaf- en tertsbanden**
Om een geluid goed te kunnen beoordelen zou men van alle frequenties tussen 16 en 20.000 Hz het geluidsdruk niveau moeten meten. Dat is praktisch niet uitvoerbaar. Daarom worden de toonhoogten die voor de praktijk niet relevant zijn verwaarloosd en worden groepen van frequenties bij elkaar gevoegd. Zo ontstaan frequentiebanden.

De frequentiebanden waarmee gewerkt wordt zijn de zogenoemde, internationaal gestandaardiseerde, octaafbanden. De frequentiebanden worden benoemd naar hun middenfrequenties. Elke opvolgende octaafband heeft de dubbele waarde van de voorgaande. Voor een nog nauwkeurigere analyse van het geluid wordt de 1/3 octaaf- of tertsband gebruikt. Drie opeenvolgende tertsbanden vormen een octaafband. In het laboratorium wordt normaliter met tertsbanden gewerkt.

Figuur 1: Octaaf- en tertsbanden worden genoemd naar hun middenfrequenties



Tabel 2: Middenfrequenties van de terts- en octaafbanden

Tertsbanden	Octaafbanden	Tertsbanden	Octaafbanden	Tertsbanden	Octaafbanden
50		400		3150	
63	63	500	500	4000	4000
80		630		5000	
100		800		6300	
125	125	1000	1000	8000	8000
1601		1250		10000	
200		1600		12500	
250	250	2000	2000	16000	16000
315		2500		20000	

• **Spectrum**
De geluiden die we in ons dagelijks leven tegenkomen, bestaan uit een samenstelling van meerdere toonhoogten, elk met een eigen geluidsdrukniveau. Het totaal van de verschillende toonhoogten (uitgedrukt in terts- of octaafbanden) en geluidsdruk niveaus (uitgedrukt in dB's) noemt men het spectrum. Het spectrum wordt meestal als grafiek weergegeven.

Om bouwkundige maatregelen te treffen, is het gewenst te weten hoe de frequentiesamenstelling van het betreffende geluid is. Hiermee wordt het geluidsdrukniveau in de verschillende toonhoogten bedoeld. Om dit vast te leggen wordt het geluid in octaafbanden geanalyseerd. Van de te onderzoeken materialen en constructies worden in het laboratorium de eigenschappen per octaaf- of tertsband bepaald.

• **Gewogen geluidsniveau dB(A)**
Hoe kan een waargenomen geluid in één getal worden uitgedrukt? Die vraag stond centraal bij beleidsbepalers die regels en normeringen opstellen. Het antwoord luidde als volgt: tel de geluidsniveaus in de diverse octaafbanden bij elkaar op. De uitkomst is één getal die de luidheid van het geluid uitdrukt, een zogenoemde ééngetalswaarde. Bij de berekening moet rekening worden gehouden dat de mens de lagere tonen (< 500 Hz) minder goed hoort. Dit betekent dat bij het optellen van de geluidsniveaus in de verschillende octaafbanden de lagere tonen (< 500 Hz) minder zwaar moeten meetellen dan de midden en hogere tonen. De geluidsniveaus in de octaafbanden worden overeenkomstig de gevoeligheid van het menselijk oor gecorrigeerd c.q. verlaagd (zie tabel 3 Correctiefactoren). Het resultaat is de ééngetalswaarde, uitgedrukt in dB(A).

Tabel 3: Correctiefactoren

Tertsbanden	Octaafbanden
50	-26
125	-16
250	-9
500	-3
1000	0
2000	+1
4000	+1
8000	-1

• **Equivalent geluidsniveau**
Om te kunnen beoordelen of een geluid over langere tijd tot lawaaidoofheid kan leiden, is het nodig ook van wisselende geluidsniveaus de totale invloed te kennen. Om dat te kunnen bepalen, gebruikt men het equivalent geluidsniveau (symbool L_{Aeq}): de gemiddelde waarde van een wisselend geluidsniveau over een bepaalde tijd. Hierbij is de hoeveelheid waargenomen geluidsenergie van een wisselend geluidssignaal gelijk aan de waargenomen geluidsenergie van een constant geluidssignaal. Voor een gelijke belasting mag bij een halvering van de tijd het geluidsniveau worden verdubbeld. De geluidsbelasting van 8 uur 80 dB(A) is gelijk aan 4 uur 83 dB(A).

10.2 Akoestische welbevinden in de praktijk

Het akoestische welbevinden in ruimten (gebouwen) wordt voornamelijk bepaald door twee factoren: de geluidsabsorptie en de geluidsisolatie.

• **Geluidsabsorptie**
Geluidsabsorptie is belangrijk voor de akoestische beleving van de ruimte door de gebruikers. Een juiste geluidsabsorptie maakt de ruimte geschikt voor zijn gebruiksdoel: het beheerst het geluidsniveau, voorkomt het cocktailparty-effect, voorkomt desoriëntatie en verhoogt de spraakverstaanbaarheid.

De kwaliteit van de geluidsabsorptie wordt bepaald door de inrichting van de ruimte en de hierin gebruikte materialen. De geluidsabsorberende kwaliteiten van een materiaal in een constructie wordt uitgedrukt in de geluidsabsorptiecoëfficiënt en de hiervan afgeleide aw-waarde.

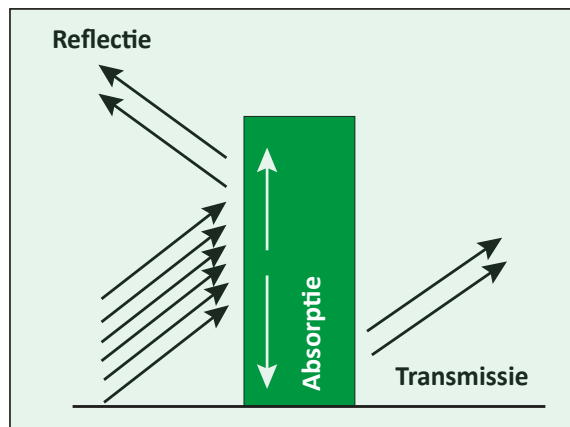
• **Geluidsabsorptiecoëfficiënt**
De geluidsabsorberende kwaliteiten van een materiaal worden gemeten in de zogenoemde nagalmkamer volgens de Europese norm EN 354:2003. Voor bouwmaterialen worden de tertsbanden 100 Hz tot en met 5.000 Hz gemeten, waaruit de praktijkwaarden van de octaafbanden 125 Hz tot en met 4.000 Hz worden berekend.

De geluidsabsorberende kwaliteiten van een materiaal worden uitgedrukt in de geluidsabsorptiecoëfficiënt per octaafband, met als symbool α_s . Theoretisch is de geluidsabsorptiecoëfficiënt α het verhoudingsgetal van de geabsorbeerde geluidsenergie en de invallende geluidsenergie.

Treft een geluidsgolf een oppervlak, dan wordt de geluidsenergie afhankelijk van het soort materiaal:

- A. voor een deel teruggekaatst (Reflectie);
- B. voor een deel door het materiaal opgenomen (Absorptie);
- C. voor een deel doorgelaten (Transmissie).

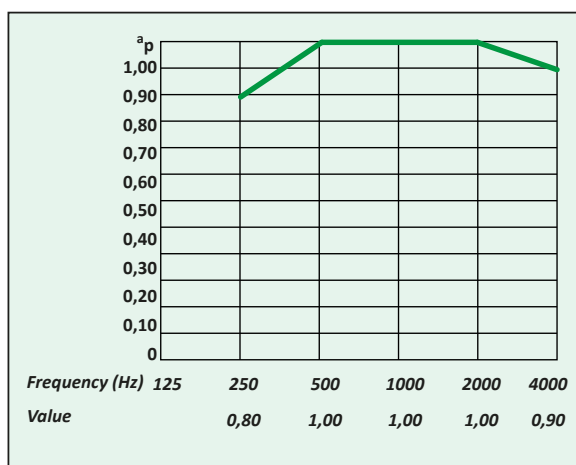
Figuur 3:



Om het geluidsabsorberend vermogen van een materiaal in één getal uit te kunnen drukken is de α_w -waarde ontwikkeld.

• α_w –WAARDE

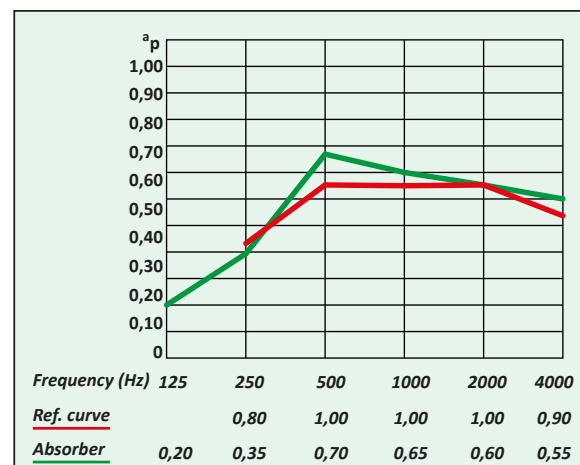
De α_w -waarde wordt bepaald volgens de norm EN 150 11654. De in het laboratorium gemeten geluidsabsorptiecoëfficiënten van de tertsbanden 250 Hz tot en met 4.000 Hz worden eerst omgerekend naar octaafbanden. Deze octaafbanden worden afgerond op 0,05 en vervolgens vergeleken met de referentiecurve. Deze in EN 150 11654 genoemde referentiecurve geeft per octaafband de geluidsabsorptie weer zoals in figuur 4.



Figuur 4: Gemeten geluidsabsorptiecoëfficiënt (α_w)

Indien de berekende octaafwaarden een positieve afwijking heeft groter dan 0,5 dan wordt aan de α_w waarde een vormindicator toegevoegd. Geldt dit voor de 250 Hz dan wordt de L van 'laag' toegevoegd, voor de 500 Hz en/of de 1.000 Hz de M van 'midden', en voor de 2.000 Hz en/of 4.000 Hz de notatie H van 'hoog'. De indicator geeft aan in welk frequentiegebied het product beduidend beter geluid absorbeert dan de α_w waarde doet vermoeden.

Voor het beoordelen van een geluidsabsorberend product wordt de referentiecurve in stappen van 0,05 verticaal verschoven. Hierbij wordt de referentiecurve zover verschoven totdat de som van de negatieve afwijkingen van de gemeten waarden ten opzichte van de waarden van de referentiecurve 0,10 is. Is dit het geval, dan is de waarde van 500 Hz van de referentiecurve de α_w -waarde.



Figuur 5: Voorbeeldberekening $\alpha_w = 0,60$ (α_w)

10.3 Hoe ontstaat galm of nagalm en wat zijn de gevolgen?

Ruimten die voorzien zijn van geen of onvoldoende geluidsabsorberende materialen, bevatten galmen. Galm ontstaat door vele weerkaatsingen van geluiden tegen vlakken en objecten in de ruimte. Te veel galm heeft een aantal nadelige gevolgen: desoriëntatie, slechte spraakverstaanbaarheid, cocktailparty-effect en een te hoog geluidsniveau. Een uitleg.

• Desoriëntatie

Het geluid komt uit alle richtingen nagenoeg even hard op de waarnemer af. Het geluidsniveau is door de gehele ruimte nagenoeg even hoog. De richting waarin de geluidsbron zich bevindt, kan niet worden bepaald. Het gevolg is desoriëntatie. Desoriëntatie heeft een negatieve invloed op de concentratie.

• Slechte spraakverstaanbaarheid

De vele reflecties overspoelen elkaar, waardoor spraak niet of slecht kan worden verstaan.

• Cocktailparty-effect

In een ongedwongen situatie storen pratende mensen elkaar doordat het geluidsniveau door de gehele ruimte nagenoeg even hoog is. De aanwezigen gaan harder praten, met als gevolg dat iedereen gaat schreeuwen. Dit wordt het cocktailparty-effect genoemd. Vanwege het optredende cocktailparty-effect zijn in crèches geluidsniveaus van hoger dan 90 dB(A) gemeten, ruim boven de grens waar lawaaidoofheid optreedt.

• Te hoog geluidsniveau

Doordat de geluidsenergie door weerkaatsingen in de ruimte blijft hangen, stijgt het geluidsniveau ten opzichte van de buitensituatie waar geen geluidsweerkaatsingen optreden aanzienlijk (dit kan oplopen tot wel 18 dB(A)).

Bepalend voor de heersende galm zijn:

- de mate waarin de materialen en objecten in een ruimte het geluid absorberen;
- het volume en de vorm van de ruimte;
- de mate waarin het geluid in de ruimte wordt verstrooid (diffusiteit).

De galm wordt verkort door materialen en objecten met goede absorberende eigenschappen en wanneer de ruimte het geluid goed verstrooit. Het volume en de vorm van de ruimte zijn vaststaande gegevens. Hoe kleiner de ruimte wordt des te minder galm de ruimte verdraagt. Hoe groter de ruimte wordt des te meer galm de ruimte kan hebben. De gewenste hoeveelheid galm is ook afhankelijk van de toepassing; spraak kan minder galm verdragen dan bijvoorbeeld muziek. Het regelen van de akoestiek in de ruimte – de ruimteakoestiek – betekent het beheersen van de galm. De maat voor de heersende galm is de nagalmtijd, uitgedrukt in seconden.

10.4 Nagalmtijd

De nagalmtijd is de tijd in seconde waarin, na het stoppen van de geluidsbron, het geluidsniveau 60 dB is gedaald. De nagalmtijd wordt bepaald in de octaafbanden 125 Hz tot en met 4.000 Hz.

In de praktijk zijn de frequenties 500 - 2000 Hz de belangrijkste frequenties aangezien dit ons spraakgebied is. De nagalmtijden van de overige octaafbanden mogen niet te veel afwijken. De lage tonen 125 Hz en 250 Hz hebben slechts een geringe invloed op de geluidsbeleving. Geluiden met deze toonhoogten komen namelijk in de alledaagse situaties in mindere mate voor en bovendien kan de mens deze toonhoogten minder goed horen.

Bij het berekenen van de nagalmtijd wordt er van uitgegaan dat de inrichting en de ruimte zelf ook een bepaalde hoeveelheid geluidsabsorptie heeft. In de moderne architectuur worden veelvuldig makkelijk te onderhouden materialen toegepast. In de praktijk zijn dit vooral akoestisch harde materialen. Denk aan stenen vloeren, glazen oppervlakken, kunststof lamellen, stalen bureaus en kasten en dergelijke. Dit betekent dat in bepaalde gevallen de inrichting slechts een geringe bijdrage levert aan de totale aanwezige hoeveelheid geluidsabsorptie. In dergelijke situaties moet het merendeel van de geluidsabsorptie door het plafond worden geleverd.

Voor een goede ruimteakoestiek in gangbare ruimten is een grote hoeveelheid geluidsabsorptie noodzakelijk. Rekening houdend met de moderne bouw- en

inrichtingscultuur zal het toepassen van plafonds met een hoge geluidsabsorptiecoëfficiënt tot goede resultaten leiden. Door de geluidsabsorptiecoëfficiënten van het plafond voldoende hoog te kiezen heeft de inrichter van de ruimte alle vrijheid in de keuze van de toe te passen materialen.

De benodigde nagalmtijd wordt bepaald door de hoeveelheid en prestaties van het absorberende materiaal en de vorm en inhoud van de ruimte (EN 12354-6).

10.5 De formule van Sabine

De nagalmtijden worden per frequentie berekend met de formule van Sabine:

$$T = \frac{V}{6A}$$

T : nagalmtijd in seconden

V : volume van de ruimte (m³)

A : totale geluidsabsorptie (m² open raam)

Een open raam levert 100 procent geluidsabsorptie. Een materiaal met een α-waarde van 1,0 levert ook 100 procent geluidsabsorptie. A = de som van het geluidsabsorberend vermogen van alle aanwezige vlakken en voorwerpen. De eenvoudigste manier om de hoeveelheid aanwezige geluidsabsorptie te bepalen is als volgt: meet de nagalmtijd van de ruimte – zonder akoestische voorzieningen – en de aanwezige geluidsabsorptie door de formule van Sabine te berekenen. Wordt een akoestisch plafond toegepast, dan wordt de A van het plafond berekend door het oppervlak van het plafond in m² te vermenigvuldigen met de geluidsabsorptiecoëfficiënt van het plafond en uitgedrukt in m² o.r. (m² open raam). Om de formule in de praktijk toe te passen, moet aan bepaalde voorwaarden worden voldaan. Dit zijn onder andere:

- het geluid in de ruimte moet optimaal worden verstrooid (diffusiteit);
- de ruimte moet min of meer een kubusvorm hebben;
- het geluidsabsorberende materiaal moet egaal over de ruimte zijn verdeeld.

Aan deze voorwaarden wordt in de praktijk normaliter niet voldaan. De hoogte van een ruimte is meestal aanzienlijk kleiner dan de lengte en de breedte. Het geluidsabsorberend materiaal wordt uitsluitend tegen één vlak aangebracht – het plafond – en is dus niet egaal verdeeld. Het gevolg is dat het geluidsveld niet diffuus is.

De mate waarop een ruimte diffuus is, bepaalt in welke mate het geluid aan het geluidsabsorberend materiaal wordt aangeboden. En daarmee in welke mate de geluidsabsorberende kwaliteiten van het plafond worden benut. Bij een geringe diffusiteit – bijvoorbeeld in lege rechthoekige ruimten met een relatief hoog plafond – wordt de werking van het geluidsabsorberend plafond, doordat het geluid in de ruimte slechts beperkt aan het plafond wordt aangeboden, met ongeveer 50 procent gereduceerd. In normale kantooromstandigheden ligt dit percentage tussen de 70 en 80 procent. Het percentage waarmee de toegevoegde geluidabsorptie (lees: de A van het plafond) moet worden gecorrigeerd, heet de diffusiteitsfactor. Hiervoor wordt het symbool δ gebruikt.

Voor het berekenen van de te verwachten nagalmtijd na toepassing van een zeer goed geluidsabsorberend plafond ziet de formule van Sabine er als volgt uit:

$$T_2 = \frac{V}{6A_2} \text{ sec}$$

T₂ : nagalmtijd na behandeling (sec)

V : volume ruimte (m³)

A₂ : de totale geluidsabsorptie na behandeling in m² open raam $A_2 = A_1 + A_{toe}$

A₁ : Geluidsabsorptie voor behandeling in m² open raam

A_{toe} : Toegevoegde geluidsabsorptie in m² open raam

$A_{toe} = O \times \alpha_s \times \delta$ in m² open raam

O = behandeld oppervlak (m²)

α_s = geluidsabsorptiecoëfficiënt per frequentie van toegepast product

δ = diffusiteitsfactor

De nagalmtijd wordt per frequentie berekend (octaafbanden 125 Hz tot en met 4.000 Hz).

Dit betekent dat voor het realiseren van korte nagalmtijden, noodzakelijk voor een goede spraakverstaanbaarheid, zeer hoge waarden voor geluidsabsorptiecoëfficiënten nodig zijn.

10.6 Wat is geluidsisolatie?

Geluidsisolatie is de mate waarin geluid gehinderd wordt naar een andere ruimte door te dringen. De geluidsisolatie heeft invloed op het geluidsniveau in het ontvangstvertrek, en daarmee invloed op de privacy en het concentratievermogen in het ontvangstvertrek. Een bijkomstigheid is dat lage(re) tonen minder goed worden geïsoleerd dan hoge(re) tonen. Het geluid dringt vervormd door, waardoor het ontvangen geluid eerder storend is. Het gewenste niveau van de geluidsisolatie is afhankelijk van de omstandigheden. Aan de geluidsisolatie van twee naast elkaar gelegen ruimten, met weinig privacy gevoelige activiteiten en met lage geluidsniveaus, worden nauwelijks eisen gesteld. Ligt naast één van deze ruimten bijvoorbeeld een directiekantoor dan worden hoge eisen gesteld.

In de utiliteitsbouw kan geluid op verschillende manieren doordringen naar aan elkaar grenzende ruimten:

- Direct geluid:

Door een enkele constructie, bijvoorbeeld door een scheidingswand of vanuit het plenum door een verlaagd plafond. In het laatste geval kan het bijvoorbeeld gaan om installatiegeluid.

- Overlangsgeluid:

Geluid dat via het verlaagde plafond, het plenum en het verlaagde plafond van de ene ruimte in de andere ruimte binnendringt.

- Contactgeluid (*):

Dit is geluid dat door aanstoten van de constructie, bijvoorbeeld het geluid van lopen, in andere ruimten doordringt.

- Flanking (*):

Dit is geluid dat via omwegen, zoals via de vloer, de belendende gang en dergelijke in de andere ruimte doordringt.

(*)Contactgeluidsisolatie en flanking worden hier niet verder behandeld.

Geluidsisolaties van constructiedelen, zoals scheidingswanden en plafonds, worden in het laboratorium gemeten om mogelijke storende invloeden, zoals bijvoorbeeld flanking, uit te schakelen. Geluidsisolatiemetingen in het laboratorium kunnen directe geluidsisolatiemetingen betreffen, maar ook indirecte geluidsisolaties, zoals overlangsgeluidsisolaties. Hoe worden de verschillende geluidsisolaties gemeten?



10.7. Barrières

Barrières worden ook wel drukschotten genoemd. Ze kunnen worden toegepast vanwege overlangsgeluid-isolatie en als brandschot. In beide gevallen worden barrières geplaatst boven een al dan niet verplaatsbare scheidingswand. Deze loopt niet tot aan het bouwkundige plafond door, maar wordt tussen de vloer en het systeemplafond geplaatst. In het systeemplafond wordt vaak gebruik gemaakt van een zogenoemd bandrasterprofiel. Dit veelal 100 mm brede profiel wordt met starre afhangers aan het bouwkundige plafond bevestigd. De scheidingswand wordt vervolgens aan het bandraster bevestigd. Hierdoor ontstaat in het plenum een open verbinding van de ene ruimte naar de ernaast gelegen ruimte. Afhankelijk van de akoestische (geluidsisolerende) waarde van het systeemplafond ontstaat veelal een niet afdoende situatie. De gevraagde overlangsgeluidsisolerende waarde wordt door het gebruiksdoel van de ruimte(s) bepaald en geeft samen met de directe geluidsisolerende waarde van de scheidingswand een zogenoemde totale geluidsisolatiewaarde. Het inbouwen van armaturen voor bijvoorbeeld licht en lucht heeft vaak een negatief effect op de overlangsgeluidsisolerende waarde. De

grootte van dit effect wordt bepaald door de waarde van het plafond zelf. Hoe hoger de eigen isolatiewaarde, hoe groter het verlies door inbouwtoestellen. Dit verlies kan worden gecompenseerd door het toepassen van bijvoorbeeld akoestische barrières. Kunnen deze om technische redenen niet worden toegepast, dan wordt het aanbrengen van suskappen aangeraden. Akoestische barrières bestaan in diverse uitvoeringen, elk met hun eigen directe geluidsisolatiewaarde. Meestal is minerale wol in diverse diktes en densiteiten basis en zijn de buitenzijden bekleed met aluminiumfolie.

10.8 Montage barrières

Barrières kunnen als volgt worden gemonteerd. Plaats de barrière in het bandraster en snijd deze dusdanig op hoogte dat een goede klemming tot tegen de bovenliggende vloer wordt gerealiseerd. Plak vervolgens de naden tweezijdig af. Eventuele doorvoeringen moeten zo nauwkeurig mogelijk worden uitgevoerd om een maximaal resultaat te verkrijgen. Naast de akoestische prestaties kunnen barrières ook als brandschot worden toegepast. Deze worden dan als zodanig, vaak samen met een wand en plafond, in een brandlaboratorium getest.



11. CONDITIES EN PRODUCTEIGENSCHAPPEN



11.1 Aan welke condities kan het plafond worden blootgesteld?

Het plafond kan worden blootgesteld aan diverse condities, zoals relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, condensatie en corrosieve verontreiniging. Maar ook bijvoorbeeld aan stootbelasting.

11.1.1 Vocht

• Welke rol speelt vocht?

Vocht in de vorm van waterdamp is een belangrijk deel van onze atmosfeer. Voor de mens is een bepaalde hoeveelheid vocht in de lucht noodzakelijk. Te veel vocht kan echter tot problemen leiden, ook in gebouwen. In het bijzonder condensatie tegen koude oppervlakten zal hiervan het gevolg zijn met vaak desastreuze gevolgen.

• Welke vochtbronnen bestaan er?

Afbouwbedrijven kunnen worden geconfronteerd met een aantal vochtbronnen waarmee rekening moet worden gehouden. Denk aan bouwvocht, woonvocht en relatieve luchtvochtigheid.

- Bouwvocht

Bouwvocht is het vocht dat mogelijk tijdens de bouw is ontstaan en vervolgens in de constructie achterblijft. Het stuken van muren en het aanbrengen van afwerkvloeren brengen enorme hoeveelheden vocht in gebouwen. Voldoende ventileren en het plaatsen van professionele ontvochtigers zal in veel gevallen noodzakelijk zijn.

- Woonvocht

Diverse activiteiten in ruimtes kunnen leiden tot hoge vochtigheden. Bronnen voor woonvocht kunnen zijn mensen

en planten, maar ook activiteiten als wassen, koken en douchen kunnen resulteren tot hoge luchtvochtigheden. Ook temperatuurswisselingen hebben een grote invloed op de luchtvochtigheid.

- Relatieve luchtvochtigheid

Lucht bevat vocht in de vorm van waterdamp. De opnamecapaciteit van waterdamp in de lucht is beperkt. Afhankelijk van de temperatuur kan lucht een maximale hoeveelheid water bevatten. De aanwezige waterdamp kan worden uitgedrukt in waterdampconcentratie of waterdampspanning.

Bevat lucht de maximale hoeveelheid waterdamp dan spreekt men van verzadigde waterdampspanning. Hoe warmer de lucht des te meer waterdamp het kan bevatten en omgekeerd. Als lucht met een verzadigde waterdampspanning afkoelt, dan wordt de waterdamp door condensatie afgevoerd en zal het neerslaan op koude oppervlakten.

Het begrip relatieve luchtvochtigheid (RV) geeft aan in hoeverre de lucht met waterdamp is verzadigd. De RV is het verhoudingsgetal in procenten tussen de aanwezige waterdampspanning en de maximale waterdampspanning. Bevat lucht de maximale hoeveelheid waterdamp, dan is de RV 100 procent. Bij deze hoeveelheid waterdamp treedt condensatie op. Bij een RV van 50 procent bevat de lucht de helft van de maximale hoeveelheid luchtvochtigheid.

Gebouwen staan dagelijks bloot aan sterk wisselende temperatuurverschillen en dus ook aan wisselingen in luchtvochtigheid. Op een normale droge dag met een middagtemperatuur van 16 graden en een RV van 50 procent, zal bij een nachttemperatuur van 6 graden de RV oplopen tot 95 procent.

Aan de hand van de tabel een rekenvoorbeeld: als in een gebouw de binnentemperatuur van 20° C en een relatieve luchtvochtigheid van 80 procent daalt naar 17° C in de nacht, dan zal de RV oplopen. Bij 20° C en een RV van 80 procent is de absolute vochtigheid 13,82 gram/m³ lucht. Deze waarde 13,82 staat in de tabel in de rij van 17° C. Het getal dat het dichtst bij 13,82 ligt is 13,75. Hierbij hoort een RV van 95 procent.

In situaties waarbij de RV kan toe- en afnemen is het van belang dat voor de systeemplafonds materialen worden toegepast die hun dimensionale stabiliteit kunnen behouden en waarbij er geen problemen ontstaan qua eigenschappen van het product.

11.2 Brand

Een van de condities waaraan een plafond kan worden blootgesteld is brandgevaar. Iedere brand is een ramp en kan enorme gevolgen hebben. Zeker als er slachtoffers te betreuren zijn.

Alle producenten van plafondmaterialen en toepassingen moeten voldoen aan de brandveiligheidsnormen van de Europese landen.

Deze geharmoniseerde Europese brandveiligheidsnormen is een set testnormen die door alle landen binnen de Europese gemeenschap worden geaccepteerd.

• Brandpreventie

Brandpreventie is een ruim begrip en kan als volgt worden gedefinieerd: het voorkomen van het ontstaan van een brand, het beperken van uitbreiding en van gevolgen van brand, het beperken van brandgevaar, het mogelijk maken van een tijdige bestrijding van brand en het voorkomen en beperken van ongevallen bij brand.

Bij brandpreventie kan onderscheid worden gemaakt in een aantal deelgebieden:

- Organisatorische brandpreventie
te omschrijven als brandpreventie door bewust leven, werken en handelen;

- Installatietechnische brandpreventie
veiligheid, onderhoud en dergelijke van bestaande installaties en toepassing van installaties op het gebied van brandveiligheid, zoals blus- en detectiesystemen;

• Bouwkundige brandpreventie:

1. Materiaaleisen (brandreactie)
de toepassing van een materiaal mag niet de reden zijn dat vuur zich snel door een ruimte kan verspreiden of dat er veel rook ontstaat.

2. Constructieve eisen (brandwerendheid)
Hieronder vallen de eisen die worden gesteld aan de bouwdelen, zoals wand-, vloer- en plafondconstructies, kolommen en balken met een dragende of scheidende functie.

Omdat bouwkundige brandpreventie betrekking heeft op zaken die bij plafonds en andere binnen-afwerkingen van toepassing zijn, wordt hierop verder ingegaan.

• Materiaaleisen

Als vuur gevoed wordt door voldoende brandbare materialen, zal het zich snel in een gebied verspreiden. Het is daarom van essentieel belang in een ruimte, op belangrijke oppervlakken als plafonds en wanden, materialen met een geringe brandbaarheid te gebruiken. Het gebruik van dergelijke materialen kan de snelheid waarmee vlammen zich over een gebied verspreiden sterk afremmen en hun bijdrage tot brand beperken.

De Europese norm EN 13501-1: "materiaalgedrag bij brand", geeft een aantal prestatiecriteria om de brandveiligheidskenmerken van bouwmaterialen te meten. Deze behandelen de vlamuitbreiding en bijdrage tot brand alsmede de rookontwikkeling en productie van brandende druppelvormige neerslag. Onderstaande tabel toont een overzicht van de beschikbare classificaties.

Verklaring van de aanduidingen:

Aanvullende eisen		Europese classificatie volgens EN 13501-1
Geen rook	Geen brandende druppelvormige neerslag	
✓	✓	A1
✓	✓	A2-s1,d0
✓	✓	B-s1,d0 C-s1,d0
	✓	A2-s2,d0 A2-s3,d0 B, C-s2,d0 B, C-s3,d0
✓		A2-s1,d1 A2-s1,d2 B, C-s1,d1 B, C-s1,d2
		A2-s3,d2 B-s3,d2
✓	✓	D-s1,d0
	✓	D-s2,d0 D-s3,d0
		E E-d2 F
✓		D-s1,d2 D-s2,d2 D-s3,d2

Euro-brandklasse	Tijd tot flash-over in Room Corner Test
A1	Geen flash over binnen 20 minuten
A2	Geen flash over binnen 20 minuten
B	Geen flash over binnen 20 minuten
C	10-20 minuten
D	2-10 minuten
E	0-2 minuten
F	Niet getest

Rook ontwikkeling (s)

Voor de brandveilige oplossingen is aangetoond dat giftige rook ook een belangrijke doodsoorzaak is bij brand. Volgens het Europese classificatiesysteem wordt rookontwikkeling getest in de klassen A2 tot D. Er zijn drie niveaus:

Rookontwikkeling	
s1	Geen/nauwelijks rookontwikkeling
s2	Zichtbare rookontwikkeling
s3	Aanzienlijke rookontwikkeling

Druppelvorming (d)

In de brandklassen A2 tot en met E, worden materialen ook getest op vallende brandende druppels en deeltjes tijdens de eerste tien minuten van een brand. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen drie klassen: d0, d1 en d2.

Druppelvorming	
d0	Geen druppelvorming
d1	Beperkte druppelvorming
d2	Veel druppelvorming

• Constructieve eisen, brandwerendheid

De brandwerendheid van een constructie is de tijd dat het bouwelement zijn functie kan blijven vervullen in geval van brand. Bouwelementen op basis van Europese normering EN 13501-2 omvatten het gehele bouwkundige constructie en niet alleen het systeemplafond. Dit kan bestaan uit het dak en het verlaagde plafond of de betonvloer en het verlaagde plafond. De gehele constructie moet het effect van de brand op zijn bouwkundige vermogen zo lang mogelijk kunnen weerstaan. De tijdsperiode die dit kan duren is de brandwerendheidsduur. Met betrekking tot de brandwerendheid van constructies worden drie belangrijke criteria onderscheiden (R, E, en I):

1. Moment van Bezwijken: (R) de constructie kan de belasting of het eigen gewicht niet meer dragen en bezwijkt.

2. Vlamdichtheid: (E) de dichtheid voor vlammen en hete gassen waardoor de brandbare materialen aan de niet-verhitte zijde van de constructie niet in brand kunnen raken.

3. Thermische Isolatie: (I) de temperatuur aan de niet-verhitte zijde (bijvoorbeeld de vloer van de boven liggende verdieping) mag niet meer dan gemiddeld 140°C of op één punt 180°C stijgen.

De brandwerendheid wordt uitgedrukt in het aantal minuten dat aan deze criteria gelijktijdig wordt voldaan. Afhankelijk van het vloertype, plenum, type plafondpaneel of afmeting wordt bijvoorbeeld een brandwerend van 30 tot 60 minuten gehaald, welke wordt omschreven als REI 30 en REI 60.

Belangrijk: inzake brandwerendheid is een CE-label en een prestatieverklaring voor de gehele kit (plafondplaten + sub constructie) met documenten verplicht volgens NEN EN 13964. Het is belangrijk om vooraf deze documenten te toetsen met de betrokken lokale instanties voor goedkeuring.

• Verlichtingsarmaturen en doorvoeringen bij brandwerendheid

Bij het installeren van inbouwarmaturen of doorvoeringen in een brandwerend plafond moeten brandwerende suskappen of brandwerende doorvoeringen worden geïnstalleerd om het behoud van de brandwerendheid te garanderen. Het is belangrijk ervoor te zorgen dat de prestaties van deze voorzieningen overeenkomen met het brandwerende plafond.

11.3 Vochtbestendigheid en vormvastheid

De materialen die voor een systeemplafond worden toegepast moet vormbestendig en -vast zijn. Bepalend hiervoor zijn een combinatie van vochtweerstand en belasting op de plafondplaat en de uiteindelijke doorbuiging. Een aanduiding voor vochtbestendigheid en vormvastheid wordt op het CE-etiket aangegeven, bijvoorbeeld 1/C/ON. In dit geval betekent dat een doorbuigingsklasse 1 en een blootstellingsklasse C en geen extra belasting op de plaat behoudens die van het eigen gewicht. Voor doorbuiging bestaan drie klassen (zie tabel 6). Voor de strengste klasse – klasse 1 – wordt vereist dat de doorbuiging niet groter is dan de spanwijdte van het product gedeeld door 500 en evenmin groter is dan 4 mm. Bij klasse 2 mag de gemeten doorbuiging niet groter zijn dan de spanwijdte van het product gedeeld door 300. In klasse 3 is geen limiet voor doorbuiging vastgelegd.

Een rekenvoorbeeld: een paneel met een modulaire afmeting van 600 x 600 mm mag niet meer doorbuigen dan 1,2 mm, namelijk $600/500 = 1,2$ mm. Voor blootstelling zijn vier klassen: klasse A tot en met D (zie tabel 8). De zwaarste klasse – klasse A – is een blootstelling met een relatieve luchtvochtigheid tot 70 procent en een temperatuur tot 25° C en zonder corrosieve atmosfeer. Voor klasse B geldt een relatieve luchtvochtigheid tot 90 procent en een temperatuur tot 25° C en ook zonder corrosieve atmosfeer. Klasse C is voor een omgeving met een relatieve luchtvochtigheid hoger dan 90 procent en kans op condensatie. Bij klasse D geldt ook een relatieve luchtvochtigheid groter dan 90 procent met een groot risico op condensatie.

Tabel 6 - Classes of deflection - Substructure profiles

Class	Deflection (mm)
1	L/500 and not geater than 4,0
2	L/300
3	No limit

Where L is the span in millimetres the suspension points.

Tabel 8 - Classes of exposure

Class	Conditions
A	Building components exposed to varying relative humidity up to 70% and varying temperature up to 25 °C but without corrosive pollutants
B	Building components exposed to varying relative humidity up to 90% and varying temperature up to 30 °C but without corrosive pollutants
C	Building components exposed to varying relative humidity up to 95% and varying temperature up to 30 °C and accompanied by a risk of condensation but without corrosive pollutants
D	More severe than the above

11.4. Corrosiebestendigheid

Alle onderdelen van het plafond kunnen worden ingedeeld in een van de vier klassen voor corrosiebestendigheid.

Class (according to Table 8)	Profiles, suspensions, connecting elements and membranes	
	Components made of steel	Components made from aluminium
A	Products with a continuously hot-dip metal coating Z100, ZA095 or AZ100 according to EN 10346 ^{a,b} . Products with electroplated zinc coating flat ZE25/25 according to EN 10152 ^b . Continuously organic coated (coil-coated) products of corrosion protection (interior) category CPI2 for the exposed side according to EN 10169 ^e (e.g. coating system ZE15/15-HDP25-2T-CPI2).	No additional corrosion protection required
B	Products with a continuously hot-dip metal coating Z100, ZA095 or AZ100 according to EN 10346 ^{a,b} . Products with electroplated zinc coating flat according to EN 10152 with or without an additional organic coating ^c as follows ^b : ZE25/25 + 40 µm per face ^d , ZE50/50 + 20µm per face ^d or ZE100/100 without OC. Continuously organic coated (coil-coated) products of corrosion protection (interior) category CPI2 for the exposed side according to EN 10169 ^e (e.g. coating system ZE15/15-HDP25-2T-CPI2).	No additional corrosion protection required or coil coating according to EN 1396:2007: corrosion index 2a
C	Products with a continuously hot-dip metal coating Z100, ZA095 or AZ100 according to EN 10346 ^{a,b} with an additional organic coating ^c of 20 µm per face. Products with electroplated zinc coating flat according to EN 10152 with an additional organic coating ^c as follows ^b : ZE25/25 + 60 µm per face ^d , ZE100/100 + 40µm per face.	Anodizing ^b (15 µm < s < 25 µm) or coil coating according to EN 1396:2007: corrosion index 2a
D	Special measures depending on use and corrosion action. Minimum corrosion protection according to Class C. Additional measures as required.	Anodizing ^b (s > 25 µm) or coil coating according to EN 1396:2007: corrosion index 2b

^a EN 10327 replaces EN 10142 (Zinc), EN 10214 (Zinc - Aluminium) and EN 10215 (Aluminium - Zinc) and EN 10346 replaces EN 10327.

^b Any equivalent corrosion protection leading to a similar level of protection is permitted.

^c Coating of exposed parts with zinc compatible organic coating according to EN ISO 12944-3 applied by a post-painting process or equivalent coil coating according to EN 10169.

^d Applies only to membrane components.

^e Applies only to "capping" material for substructure components.

Impact balls	Hand ball	Speed of impact
	1A	(16,5 ± 0,8) m/s
Classes	2A	(8,0 ± 0,5) m/s
	3A	(4,0 ± 0,5)m/s

11.5 Stootbestendigheid

Plafonds (beplating en ophangstelsysteem) moeten voor hun toepassing in sportzalen en gymlokalen worden getest op de stootbestendigheid. Dit gebeurt zoals omschreven in de norm EN 13964. Testen moeten door gecertificeerde laboratoria worden uitgevoerd.

De test gaat als volgt. Een compleet gemonteerd plafond wordt belast door middel van schoten met een handbal vanuit een luchtdruk gestuurd kanon. Luchtdruk, diameter en gewicht van de bal, afstand van afvuren tot plafond enzovoort is vastgelegd volgens norm en voor aanvang van de test dient alles te zijn gekalibreerd. In totaal worden 36 schoten uitgevoerd op het testoppervlak. Dit gebeurt zowel loodrecht op het oppervlak als onder een hoek van 60 graden. Na de belasting wordt onderzocht of de sterkte,

functionaliteit en veiligheid van het plafond is afgenomen. Vervolgens kan het onderzochte product worden ingedeeld in een van de drie klassen, afhankelijk van de balsnelheden die zijn doorstaan.

11.6 Formaldehyde-afgifte

Daar waar formaldehyde-houdend materiaal tijdens of bij het productieproces is toegevoegd of gebruikt, moet het product worden getest en geclassificeerd in een van de twee klassen: E1 of E2. Voor beide klassen geldt dat altijd minder dan 0,124 mg formaldehyde per m³ lucht mag worden afgegeven. Voor de bepaling E1 of E2 moeten testen volgens EN120 en EN717-2 worden uitgevoerd, elk met zijn eigen afgifte.

Table E.1 — Formaldehyde release Class E1

		Panel product		
		Unfaced	Unfaced	Coated or overlaid
		Particleboard OSB MDF	Plywood Solid wood panels	Particleboard OSB MDF Plywood Solid wood panels Fibre boards (wet process) Cement bonded particleboard
Initial type testing ^a	Test method	EN 717-1		
	Requirement	Release ≤ 0,124 mg/m ³ air		
Factory production control	Test method	EN 120	EN 717-2	
	Requirement	Content ≤ 8 mg/100 g oven dry board	Release ≤ 3,5 mg/(m ² h) or ≤ 5 mg/(m ² h) within 3 days of production	Release ≤ 3,5 mg/(m ² h)

^a For established products, initial type testing may also be done based on existing data from EN 120 or EN 717-2 testing, either from factory production control or from external inspection.

AANSPRAKELIJKHEID

Stichting Technisch Bureau Afbouw (TBA) en degenen die aan het opstellen van dit document hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van dit document. Het kan echter niet worden uitgesloten dat dit document onjuistheden bevat. De gebruiker van dit document aanvaardt daarvoor het risico. TBA sluit iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van informatie uit dit product.

Met nadruk wordt erop gewezen dat dit document de stand van techniek en kennis weergeeft op moment van uitgifte. TBA houdt zich dan ook aanbevolen te worden geïnformeerd over ervaringen die met het gebruik van deze Aanbeveling worden opgedaan.

COPYRIGHT

Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie kunt u kosteloos downloaden van de website www.tbafbouw.nl en mag vrij worden verspreid. Het is toegestaan gegevens uit deze uitgave te citeren mits wordt verwezen naar dit document. De citeertitel voor dit document is "Handboek droge afbouw, december 2024, Stichting TBA, Den Haag". Het is niet toegestaan de teksten, tabellen en afbeeldingen uit deze publicatie te wijzigen.

COLOFON

Dit is een uitgave van het TBA dat is opgericht door de Nederlandse Ondernemingsvereniging voor Afbouwbedrijven (NOA), FNV en CNV met als doel een goed functionerende en betrouwbare branche. Het TBA geeft betrouwbaar, deskundig en onafhankelijk technisch advies en ontwikkelt in samenwerking met de afbouwsector normen en richtlijnen om de kwaliteit van de afbouw op een hoger plan te brengen.

Den Haag, december 2024



Technisch Bureau Afbouw
Mauritskade 27
2514 HD Den Haag
Telefoon: 070 33 66 500
E-mail: info@tbaouw.nl
www.tbafbouw.nl