

Braziliaans verband in bakstenen metselwerk

Braziliaans verband, in België Claustra-verband genoemd, is een opengewerkt metselwerkverband. In veel opzichten kan het beschouwd worden als stootvoegloos metselwerk met (erg) brede open stootvoegen. Maar het is geen gewoon metselverband en daarom gelden er extra voorwaarden bij de toepassing van dergelijke grote open stootvoegen.



Voorbeeld van
Braziliaans verband
met enkele lagen.

In Aannemer 4/2021 is het door ons geschreven artikel 'Hoe maak je stootvoegloos metselwerk' gepubliceerd. In dat artikel staan specifieke uitgangspunten voor stootvoegloos metselwerk en wij zullen daar in dit artikel herhaaldelijk naar verwijzen.

Stootvoegloos metselwerk mag op veel vlakken volledig beschouwd worden als metselwerk met gevulde stootvoegen. De druksterkte mag volledig overeenkomstig metselwerk met gevulde stootvoegen bepaald worden volgens de Nationale Bijlage van NEN-EN 1996-1-1. Enkel in de NEN-EN 1996-3 wordt hieraan toegevoegd: 'Wanneer de stootvoegen niet zijn gevuld, kunnen voor de druksterkte van metselwerk de tabellen zijn gebruikt, maar behoort wel te zijn nagegaan dat geen horizontale belastingen zullen optreden die door het metselwerk zouden kunnen worden opgenomen.' Wanneer er wel horizontale belastingen op het metselwerk komen, moet de schuifsterkte of buigtreksterkte bekeken worden. Vaak is de buigtreksterkte van metselwerk maatgevend in de berekeningen en niet de schuifsterkte. Voor schuifsterkte gelden aanvullende eisen en voorwaarden en dienen andere vergelijkingen gebruikt te worden. Voor buigtreksterkte wordt er voor bakstenen metselwerk geen onderscheid gemaakt tussen wel of niet gevulde stootvoegen. In het geval van Braziliaans verband, met (erg) grote open stootvoegen, moet de maatgevende doorsnede bekeken worden en dient rekening gehouden te worden met de effectieve doorsnede van dit metselverband. De grote openingen in het metselverband zijn dan van grote invloed op deze effectieve doorsnede.

Hechtsterkte en buigtreksterkte

In het geval van Braziliaans verband mag er gerekend worden met de druksterkte en buigtreksterkte overeenkomstig metselwerk met gevulde stootvoegen. Het grote verschil zit in het veel kleinere oppervlak waar de hechting plaats kan vinden. Over het algemeen moet er dan ook extra zorg besteed worden aan het behalen van de vereiste buigtreksterkte. Denk er dan aan dat bezanding of een oppervlaktebehandeling van bakstenen hier een behoorlijke invloed op kan hebben. In het artikel 'Metselen met gehydrofobeerde bakstenen' uit Aannemer 8/2020 komt naar voren dat er nog geen Europese of Nederlandse richtlijnen of normen zijn voor deze wijze van behandelen van bakstenen. De te gebruiken metselmortel wordt standaard afgestemd op de scherf van de baksteen. Dit gaat goed als maar een randje van het legvlak gehydrofobeerd is, maar niet als het een groter deel van het legvlak beslaat. In dat geval zal het niet mogelijk zijn om in het Braziliaans verband voldoende hechting te realiseren en kun je de vereiste hechtsterkte en buigtreksterkte niet behalen. Wanneer er gekozen wordt voor bakstenen met een oppervlaktebehandeling of andere

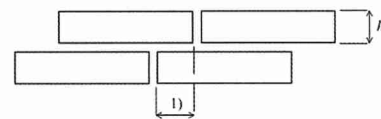
afwijkende oppervlaktes dient dit dan ook apart beschouwd, gecontroleerd en uitgewerkt te worden.

Braziliaans verband

Er zitten voorwaarden aan wat er mogelijk is met een open-gewerkt metselverband. Wanneer is het nog een metselverband en wanneer zijn het openingen in het metselwerk. Soms worden er in gevels enkele bakstenen, geclusterd, weggelaten. Dit moet beschouwd worden als een opening in een wand. Wanneer we spreken over Braziliaans of Clausterverband, dan moet dit verband voldoen aan de eisen die hieraan gesteld worden vanuit de Eurocode.

In NEN-EN 1996-1-1 art. 8.1.4 Steenverband wordt hierover het volgende gezegd:

- (1) Metselwerkstenen moeten aan elkaar zijn gehecht met mortel volgens een beproefde methode.
- (2) Metselwerkstenen in een ongewapende wand moeten overlappend zijn geplaatst op de achtereenvolgende lagen, zodat de wand zich gedraagt als een constructief element.
- (3) In ongewapend metselwerk behoren metselstenen met een hoogte van 250 mm of minder ten minste een overlap van de grootste waarde van 0,4 maal de hoogte van de steen en 40 mm te hebben (zie figuur 8.1).



Verklaring

- 1) overlap $\begin{cases} \text{als } h_u \leq 250 \text{ mm} : \text{overlap} \geq \text{de grootste waarde van } 0,4 h_u \text{ en } 40 \text{ mm} \\ \text{als } h_u > 250 \text{ mm} : \text{overlap} \geq \text{de grootste waarde van } 0,2 h_u \text{ en } 100 \text{ mm} \end{cases}$

NEN-EN 1996-1-1 figuur 8.1: Overlap van metselstenen.

- (4) Steenverbanden die niet voldoen aan de minimale overlapeisen mogen in gewapend metselwerk zijn gebruikt, als onderzoek of onderzoeksresultaten aangeven dat deze voldoen.

Zoals naar voren komt in de Eurocode dient er altijd een minimale overlappingslengte van 40 mm aanwezig te zijn. Let er wel op dat de voegen vol en zat gemetseld worden en niet terugliggend afgewerkt mogen worden als deze 40 mm maar net behaald wordt. Er dient ook rekening gehouden te worden met de maatspreiding van de bakstenen, zodat deze overlapping niet te klein kan worden. Als de bakstenen niet voor uitvoering uitgezocht worden op minimale lengte-eisen en de zijkant van de mortelvoegen terugliggend uitgevoerd moet worden, is het advies om voor de theoretische overlappingslengte minimaal 50 mm aan te houden. Aangezien er met de hiervoor genoemde punten over het algemeen

niet goed rekening wordt gehouden in de praktijk, is het algemene advies ook om 50 mm als minimum overlappingslengte aan te houden.

Er kan overigens ook nog gevarieerd worden in enkele lagen, dubbele lagen, halfsteens of steens metselwerk en zelfs met verspringende openingen, zolang maar voldaan wordt aan de overlappingseisen volgens de Eurocode.

Verankering en stabiliteit

Bakstenen metselwerkgevels worden over het algemeen beschouwd als wanden die hun stabiliteit ontleen aan een achterconstructie. Deze achterconstructie dient hiervoor geschikt te zijn en minimaal net zo stijf als het gevelmetselwerk zelf. Vrije overspanningen, vooral van halfsteens metselwerk, zijn in de praktijk vaak erg beperkt mogelijk wanneer hieraan gerekend wordt. Net zoals al het gevelmetselwerk met gevulde stootvoegen dient ook Braziliaans metselwerk verankerd te worden aan een achterconstructie. Door de beperkte effectieve doorsnede van Braziliaans verband wordt de vrije overspanning van een wandvlak dan ook vaak nog meer beperkt. Het aanbrengen van spouwankers in het Braziliaans verband kan enkel daar waar een mortelvoeg aanwezig is. Soms is deze mortelvoeg erg beperkt in breedte, te weten minimaal 40 mm. De spouwankers dienen in dat geval in het hart van deze voeg aangebracht te worden. De achterconstructie dient hier dan op aangepast te worden, zodat de verankering ook exact op deze positie aangebracht kan worden.

Braziliaans verband-wanden worden ook regelmatig gerealiseerd zonder constructieve achterconstructie, bijvoorbeeld in het geval van (parkeer)garages of voor raamopeningen. Het is dan van groot belang dat het Braziliaans verband overloopt in het naastgelegen, dichte gevelvlak, waar dan

weer in verankerd kan worden. Wanneer het verband niet in elkaar overloopt of mogelijk niet aanwezig is, dient er een secundaire constructie geplaatst te worden achter het Braziliaans verband. In deze secundaire constructie kunnen de vereiste spouwankers geplaatst worden en het metselwerk kan daar zijn stabiliteit aan ontleen. Natuurlijk geldt dit ook voor overspanningen van Braziliaans verband die groter zijn dan de maximaal mogelijke overspanningen.

Wanneer er een gesloten achterconstructie achter het Braziliaans verband aanwezig is, moet ervoor gezorgd worden dat hier, op de juiste plaatsen, verankerd kan worden.

Overeenkomstig metselwerk met gevulde stootvoegen gelden dezelfde eisen met betrekking tot de plaatsing van spouwankers: deze dienen evenredig en gelijkmatig verdeeld te worden over de metselwerkvlakken en in het geval van Braziliaans verband mogelijk over de secundaire achterconstructie. Ook moet een eerste rij spouwankers altijd binnen 200 mm vanaf de rand van het wandvlak aangebracht worden. Dit geldt ook ter plaatse van dilataties en verspringingen zonder verband. Ook de eerste rij spouwankers vanaf de bovenzijde van het wandvlak dient binnen 200 mm aangebracht te worden. Indien het metselwerk op een latei/ geveldrager staat moet de eerste verankeringsmogelijkheid vanaf deze latei/geveldrager binnen 500 mm geplaatst worden. De maximale afstand tussen de spouwankers kan berekend worden met de gereduceerde, effectieve doorsnede van het Braziliaans verband.

Constructieve achterconstructie

Er dient altijd een constructieve constructie aanwezig te zijn die ervoor zorgt dat de windbelasting op gevels met Braziliaans verband afgedragen kan worden naar de hoofdconstructie. Hoe dit gedaan moet of kan worden, aan de zij-

**Voorbeeld van
Braziliaans verband
met dubbele lagen.**



kanten, erachter of erin verwerkt, is projectafhankelijk. Als er speciaal voor het Braziliaans verband een achterconstructie aangebracht dient te worden, moet deze voldoen aan de eisen die hieraan gesteld worden vanuit het metselwerk. Zoals eerder aangegeven, moet deze achterconstructie minimaal net zo stijf, of stijver zijn dan het metselwerk zelf. Eén van de voorwaarden is dat deze achterconstructie niet meer mag doorbuigen dan 1/500 van de overspanning, met een maximum van 5 mm.

Aansluitend dient ervoor gezorgd te worden dat spouwankers aangebracht kunnen worden op deze achterconstructie. Er zijn spouwankers die gecertificeerd zijn voor het aanbrengen in hout, beton, betonsteen en kalkzandsteen. Er zijn echter geen spouwankers die gecertificeerd zijn voor het aanbrengen in of aan staal. Meer informatie hierover kan gevonden worden in het artikel 'Metselwerk aan staalconstructies' in Aannemer 7/2021. Wanneer er dus met een achterconstructie van staal gewerkt wordt, moet ervoor gezorgd worden dat hier spouwankers op aangebracht kunnen worden. De beste optie hiervoor is het aanbrengen van hout op of aan deze stalen constructie, waarin de spouwankers geschroefd kunnen worden. Dit hout moet hier natuurlijk geschikt voor zijn, zowel qua duurzaamheid als constructieve eisen.

De voorwaarden die genoemd zijn in dit artikel met betrekking tot de plaatsing van de spouwankers, dienen ook meegenomen te worden in een achterconstructie. Dus wanneer er een dilatatie door een wandvlak met Braziliaans verband loopt, dient aan beide kanten naast een dilatatie binnen de 200 mm een verankeringsmogelijkheid aangebracht te worden.

Detailing aansluitend metselwerk

Losse Braziliaans verband gevelvlakken die niet in verband doorlopen in het aansluitende metselwerk, dienen als aparte vlakken beschouwd te worden. Met betrekking tot stabiliteit, verankering en achterconstructie zijn hiervoor de voorwaarden al uitgewerkt in dit artikel. Er zijn echter nog meer voorwaarden waaraan voldaan moet worden, denk bijvoorbeeld aan het feit dat de 'spouw' achter het Braziliaans/Claustra-verband in directe en open verbinding kan staan met de buitenlucht. Door deze open verbinding moet op deze posities met aanvullende eisen ten aanzien van de windbelasting op het metselwerk rekening gehouden worden. In de NEN-EN 1991-1-4 wordt een en ander verder uitgelegd in artikel 7.2.10 *Druk op buitengevels of daken met meer dan één laag*:

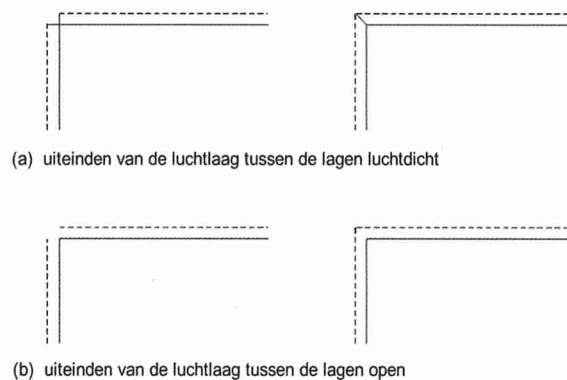
- (1) De windkracht is afzonderlijk berekend voor elke laag.
- (2) De doorlatendheid μ van een laag is vastgesteld als de verhouding tussen de totale oppervlakte van de openingen en de totale oppervlakte van de laag. Een laag is

vastgesteld als ondoorlatend als de waarde van μ lager is dan 0,1%.

- (3) Indien slechts één laag doorlatend is, dan behoort de windkracht op de ondoorlatende laag te zijn bepaald uit het verschil tussen de inwendige en uitwendige winddruk, zoals beschreven in 5.2(3).
- Voor gevels en daken met een ondoorlatende inwendige laag en een doorlatende uitwendige laag met ongeveer gelijkmatig verdeelde openingen, mag de windkracht op de uitwendige laag zijn berekend met $c_{p,net} = 2/3 c_{pe}$ voor overdruk en $c_{p,net} = 1/3 c_{pe}$ voor onderdruk. De windkracht op de inwendige laag mag zijn berekend met

$$c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$$

Indien luchtlekken de luchtlaag in contact brengt met andere zijden van het gebouw dan de zijde waar het gevel- of dakvlak is gelegen zijn deze regels niet van toepassing (zie figuur 7.14).



NEN-EN 1991-1-4 figuur 7.14: Hoekdetails voor buitengevels of daken met meer dan één laag.

Het is dus van belang, zowel voor het uitwerken en berekenen van het Braziliaans verband, als de verankering en de stabiliteit hiervan, dat de overgang van het Braziliaans verband zonder luchtlekken aansluit op de omliggende (spouwmuur)constructie.

Natuurlijk zijn er dan ook nog altijd praktische zaken waar rekening mee gehouden dient te worden: bij grote openingen in de gevel kunnen hier ongedierte, dieren, planten en begroeiingen doorheen komen. Indien dieren, denk aan vogels e.d., niet gewenst zijn tussen het Braziliaans verband en de achterconstructie, dienen hier maatregelen voor getroffen te worden.

Alternatieve uitwerking Braziliaans verband

Als niet voldaan kan worden aan bovenstaande voorwaarden of hiermee geen passende oplossing gevonden kan worden die het gewenste, esthetische resultaat oplevert, dan zijn er weinig opties en alternatieven. Er zijn enkele projecten bekend waarin de bakstenen geregen zijn aan sta-

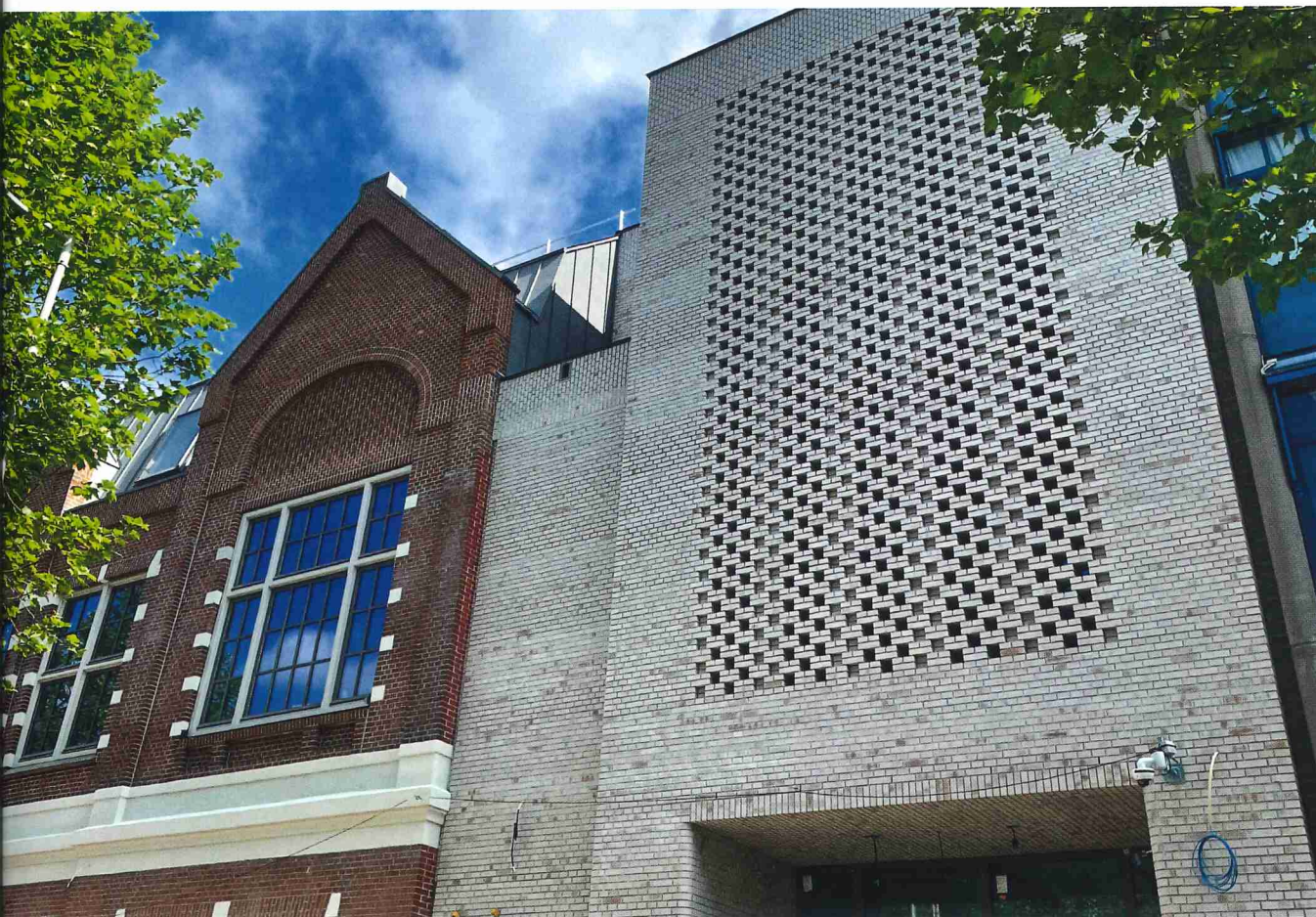
len staven die onderdeel uitmaakten van een stalen frame en op een dergelijke wijze ook het gevelbeeld van openge- werkt bakstenen metselwerk vormden. In dat geval kan er nooit met een mortelvoeg gewerkt worden en zijn de bak- stenen enkel elementen waarmee een patroon geregen wordt. Niet iedere baksteen is hiervoor overigens geschikt, er zitten voorwaarden aan deze uitvoeringswijze en con- structie. Dat geldt ook voor de koppel-elementen, zowel tus- sen de bakstenen als naar het stalen frame.

Veel om rekening mee te houden

Wij gaan ervan uit dat dit artikel duidelijk heeft gemaakt dat er veel zaken zijn waar rekening mee gehouden dient te worden bij het maken van gevelmetselwerk met Braziliaans verband. Als Braziliaans of Claustra-verband toegepast wordt in een project, is het van belang dat er vanaf de ont- werpfase al rekening mee gehouden wordt en dat er oplos- singen bedacht worden die aansluiten bij de randvoorwaar- den van het metselwerk. Het toepassen van Braziliaans verband in halfsteens gevelmetselwerk is al niet makkelijk, maar de toepassing van Braziliaans verband ter plaatse van openingen in de gevel vereist nog meer aandacht voor pun- ten waar rekening mee gehouden moet worden.



Zo moet het dus niet; de overlappings- lengte in verband dient minimaal 40 mm te zijn.



Steens Braziliaans verband in de nieuwe voorgevel van het Nationaal Holocaustmuseum te Amsterdam.