



ONTWERPEN MET DILATATIES 

NOODZAKELIJKE MAATREGELEN 

VOOR BAKSTEENGEVELS 

KNB

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Technische aspecten	3
Gewapend metselwerk	5
Thermische vervorming	6
Vervormingsbelemmeringen	9
Uitvoering	13
Werkvoorbereiding	14
Bijlage	15

COLOFON

Uitgever

Koninklijk Verbond van Nederlandse
Baksteenfabrikanten

Tekst en tekeningen

KNB

Fotografie

KNB, tenzij anders vermeld

Foto omslag: Centre Court te Den Haag,
architectenbureau KOW, Foto: Peter de Ruig.

Ontwerp en druk

Coers en Roest bv ontwerpers bno / drukkers, Arnhem

(tweede, ongewijzigde uitgave)

© Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd, opgeslagen of openbaar gemaakt in enige vorm of
op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming
van KNB.

Hiermede vervallen:

- Handleiding dilatatie in bakstenen gevels - 1991
- Rekenregels en dilataties - 1995
- Rekenregels en dilataties - 1999

KNB en de door KNB ingeschakelde derden hebben aan de inhoud
en samenstelling van deze documentatie de grootst mogelijke
zorg besteed. De betrokken organisaties en bedrijven aanvaarden
echter geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van de ge-
geven informatie in deze documentatie of gedane aanbevelingen.



ABC Studios, New York City (Kohn Pedersen Fox)

Deze brochure heeft ten doel om de architect, die zekerheid wenst over de esthetische prestatie van zijn ontwerp, richtlijnen te geven bij het ontwerp. Door een juiste interpretatie van de CUR-Aanbeveling nr. 82 in de ontwerpfase is het mogelijk om gevels te ontwerpen met een minimum aan dilataties.



De Heuvelgalerie te Eindhoven, Walter Brune Consulting

Baksteen metselwerk heeft een aantal materiaaleigenschappen die het uitstekend geschikt maken voor toepassing in buitengevels. En dat naast sterke punten op het gebied van esthetica, verwerkingsgemak en duurzaamheid. Deze goede eigenschappen zijn met name de druksterkte en de fysische eigenschappen met betrekking tot de warmte- en vochtbehouding.

Als er in een buitengevel sprake is van bouwschade dan betreft dat vaak scheurvorming in het metselwerk. Dat ontstaat onder andere omdat het materiaal slechts geringe treksterkte kan opnemen. Om dit te voorkomen kan het noodzakelijk zijn om dilataties in het metselwerk op te nemen. Om die reden werd in 1991 de brochure "Handleiding dilataties in baksteengevels" uitgebracht, welke in 1995 werd vervangen door de brochure "Rekenregels en dilataties".

In deze brochure, die een herziening is van de in juni 1999 uitgebrachte brochure "rekenregels en dilataties", bouw fysische en bouwtechnische dilataties, wordt uiteengezet waarom dilataties in een aantal gevallen noodzakelijk zijn.

Hoe zij moeten worden aangebracht en hoe zij door een bewuste wijze van ontwerpen en detailleren tot een minimum kunnen worden beperkt. Ook zijn de inzichten vanuit CUR-onderzoeken naar scheurvorming in steenconstructies in deze nieuwe ontwerp richtlijn opgenomen.

In deze brochure worden richtlijnen gegeven voor het ontwerpen met dilataties in baksteenmetselwerk. Bovendien wordt ingegaan op de achtergronden van de richtlijnen voor metselwerkdilataties. Tenslotte wordt beschreven hoe dilataties in baksteengevels moeten worden uitgevoerd.

Het uiteindelijke doel is:

- schade aan baksteengevels te voorkomen door het op een juiste wijze aanbrengen van dilataties
- door middel van kennisoverdracht te bewerkstelligen dat het ontwerpen, detailleren en uitvoeren van baksteengevels op een zodanige wijze wordt gedaan dat het aantal benodigde dilataties tot een minimum wordt beperkt.

In deze brochure zijn de aanbevelingen uit de recent verschenen CUR-Aanbeveling nr. 82: "Beheersing van scheurvorming in steenconstructies" opgenomen.

Deze aanbeveling is een vervolg op de eerder verschenen CUR-Aanbeveling nr. 71 "Constructieve aspecten bij het ontwerp, berekening en detaillering van gevels in metselwerk".

Deze richtlijnen hebben ten doel steenconstructies beter te ontwerpen en de uitvoering ervan te verbeteren om scheurvorming te voorkomen. De ontwerp- en uitvoeringsregels in CUR-Aanbeveling nr. 71 zijn gebaseerd op de praktijkervaring van de laatste dertig jaar.

Door de toenemende complexiteit van gevels moeten soms veel dilataties in het metselwerk worden opgenomen om schade te voorkomen. Dit wordt door architecten als een aantasting van het esthetisch karakter van gevels ervaren.

De recent verschenen CUR-Aanbeveling nr. 82 gaat daarom een stap verder en geeft ontwerpregels ter beheersing van de scheurvorming in plaats van het volledig voorkomen daarvan. Beheersing van scheurvorming van gevelmetselwerk betekent in dit geval dat de optredende (haar)scheuren de veiligheid en het esthetisch karakter van metselwerk niet nadelig mogen beïnvloeden. Acceptatie van zeer kleine scheuren maakt het mogelijk in veel gevallen het aantal dilataties te beperken. Toepassing van metselwerkwapening en het vrijhouden van kozijnen van het metselwerk kan ervoor zorgen, dat bij toenemende dilatatieafstanden scheurvorming wordt voorkomen.

In deze brochure worden de begrippen Bouw fysische en Bouwtechnische dilataties toegelicht. Deze begrippen worden door KNB en haar leden sinds 1999 gehanteerd.

De theoretische aspecten, die de basis vormen voor de brochure, worden beschreven in de KNB-publicatie "Construeren met metselwerk van baksteen".

De Steeg, januari 2003

De noodzaak van dilateren

Baksteengevels moeten in een aantal gevallen voorzien worden van dilataties.

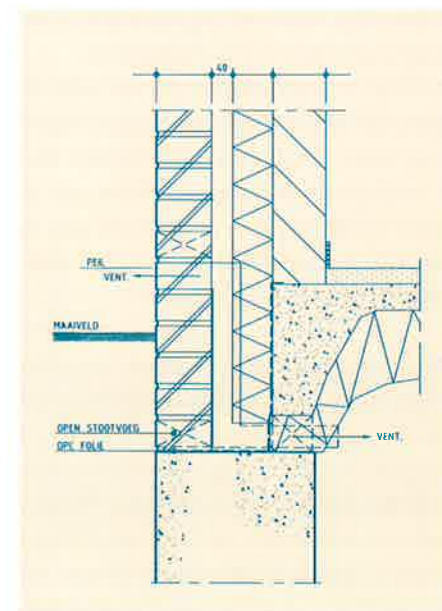
Door aangrijpende belastingen op de gevel en vervorming door temperatuurwisseling kan scheurvorming ontstaan. Baksteenmetselwerk heeft een treksterkte die slechts circa 5% van de druksterkte bedraagt. Scheurvorming ontstaat wanneer deze treksterkte overschreden wordt.

De aangrijpende belastingen op de gevel zijn het eigen gewicht van de gevel en de windbelasting. In de regel wordt het buitenblad van een spouwmuur niet-dragend uitgevoerd, zodat andere in de constructie werkzame belastingen geen directe invloed hebben op de krachtswerking in het buitenblad. In het algemeen kunnen de spanningen, die worden veroorzaakt door de windbelasting, worden opgenomen door het metselwerk. Voor meer gedetailleerde informatie omtrent metselwerkgevels en windbelasting wordt verwezen naar CUR-Aanbeveling nr. 71 "Gevels in metselwerk".

Het eigen gewicht van de gevel moet naar de steunpunten van de gevel worden afgedragen. Dit kan de fundering zijn, maar ook de eventueel toegepaste metselwerkondersteuning. In verticale richting zal dit resulteren in drukspanningen. Trekspanningen zullen uitsluitend ontstaan als directe verticale krachtsafdracht niet mogelijk is en er overspanningen worden gecreëerd. In dit soort gevallen worden in de regel lateien toegepast. Voor de toepassing van lateien in baksteengevels wordt verwezen naar

hoofdstuk 2 van de KNB-publicatie "Construeren met metselwerk van baksteen". Bij toepassingen van bepaalde typen lateien is het noodzakelijk dilataties toe te passen ter plaatse van de dagmaat van de overspanning. Hierop wordt later teruggekomen, daar waar wordt gesproken over bouwtechnische dilataties. Voor het opnemen van het eigen gewicht van de gevel is het in het algemeen niet noodzakelijk dilataties in de bakstenen gevel toe te passen.

Bij het optreden van opgelegde vervormingen bestaat die noodzaak meestal wel. Een voorbeeld waarbij sprake is van opgelegde vervormingen, is een door de zon beschenen metselwerk wand die op een zware betonnen fundering staat en die wil uitzetten ten gevolge van een temperatuurstijging. Als de metselwerk wand glijdend is opgelegd op de fundering, dan kan deze uitzetting vrij optreden. Er zullen dan in de wand geen spanningen optreden. Heeft de wand echter een starre verbinding met de fundering, dan zal deze verbinding het optreden van vervormingen in de wand belemmeren. Hierdoor ontstaan spanningen in de wand. Afhankelijk



Funderingsdetail

van de aard van de opgelegde vervorming kunnen dit trek- of drukspanningen zijn.

Spanningen ten gevolge van opgelegde vervormingen in een baksteengevel kunnen optreden als de gevel vast met een ander element is verbonden en in de baksteengevel of in het element, waaraan de baksteengevel is verbonden, vervormingen optreden ten gevolge van:

- krimp;
- kruip;
- temperatuurverschillen;
- steunpuntzakkingen.

De krimp van baksteenmetselwerk is te verwaarlozen. Wel kan de krimp van constructies, waaraan het metselwerk is bevestigd en/of waarop het geplaatst is, aanleiding geven tot opgelegde vervormingen.

Kruip is het in tijd toenemen van materiaalvervorming bij constant aanwezige belasting. De kruipvermindering van metselwerk, vervaardigd met bakstenen, is zeer beperkt. Maar evenals bij krimp speelt kruip van andere materialen, waarmee het baksteenmetselwerk is verbonden, wel een rol bij het mogelijk optreden van opgelegde vervormingen. Een voorbeeld van het optreden van kruip is het gedurende de tijd toenemen van de doorbuiging van vloerconstructies in hout, staal of beton.



Versillen in temperatuur, veroorzaakt door schommelingen in luchttemperatuur en eventuele zonbestraling, leiden wel tot van belang zijnde lengteveranderingen in baksteenmetselwerk.

Versillen in lengteveranderingen, die leiden tot spanningen door opgelegde vervormingen, worden naast temperatuurwisselingen mede bepaald door de verschillende uitzettingscoëfficiënten van de diverse bouwmaterialen. Ter illustratie zijn in tabel 1 de uitzettingscoëfficiënten van enkele steenachtige bouwmaterialen weergegeven.

Steunpuntzakkingen kunnen ook aanleiding geven tot spanningen door opgelegde vervormingen. Het deel van de gevel dat zijn belasting afdraagt op een steunpunt dat zakt, moet hetzij de zakking volgen hetzij de krachten naar een ander punt afdragen. Vaak zal een combinatie van beide mogelijkheden optreden. Een en ander zal altijd gepaard gaan met een toename van spanningen in de gevel. Steunpuntzakkingen kunnen worden veroorzaakt door ongelijkmatige zettingen in de fundering, maar ook door het doorbuigen van een latei, (dak)vloer of een galerijplaat.

Samenvattend kan worden gesteld dat er, ter voorkoming van schade, verschillende redenen kunnen zijn die het noodzakelijk maken dilataties aan te brengen. Een aantal tot schade leidende oorzaken kan echter door het kiezen van een juiste wijze van detailleren worden weggelaten. Omdat het fysisch gedrag van de bouwmaterialen, zoals krimp en kruip, niet kan worden beïnvloed, moet worden getracht het baksteenmetselwerk zo beperkt mogelijk met andere constructieonderdelen te verbinden.

Tabel 1: Uitzettingscoëfficiënten van metselwerk

Materiaal	α [K ⁻¹] horizontaal	α [K ⁻¹] vertikaal
Beton	10.10 ⁻⁶	10.10 ⁻⁶
Baksteen	6.10 ⁻⁶	7.10 ⁻⁶
Kalkzandsteen	8.10 ⁻⁶	8.10 ⁻⁶
Cellenbeton	8.10 ⁻⁶	8.10 ⁻⁶

Drie soorten verbindingen zijn echter gebruikelijk:

1. De baksteengevel moet zijn eigen gewicht kunnen afvoeren naar de fundering en is daarom met de fundering verbonden, tenzij een glijdende oplegging is voorzien. Het verdient aanbeveling hier altijd een glijdfolie toe te passen.
2. Het bakstenen buitenblad moet met spouwankers aan het binnenblad worden verankerd, bijvoorbeeld om de windbelastingen die op het buitenblad wordt uitgeoefend, te kunnen afdragen naar de draagconstructie.
3. In de huidige bouwpraktijk wordt het buitenblad vaak nog strak tegen de houten kozijnen gemetseld. Omdat de kozijnen aan de binnenconstructie zijn verankerd, wordt zo ook een verbinding tussen het buitenblad en het binnenblad verkregen. Ter beperking van het aantal dilataties zou het wenselijk zijn kozijnen achter het buitenspouwblad te plaatsen of, indien de kozijnen worden ingemetseld, deze 5 mm rondom vrij te houden van het metselwerk.

Vanwege deze verbindingen is het in een aantal gevallen noodzakelijk dilataties aan te brengen.

Er wordt in deze brochure onderscheid gemaakt tussen twee typen dilataties:

- bouwfysische dilataties;
- bouwtechnische dilataties.

Bouwfysische dilataties zijn dilataties waarvan de toepassing op basis van het bouwfysische gedrag van de diverse materialen noodzakelijk is. Voorbeelden van bouwfysisch gedrag zijn krimp en uitzetting onder invloed van temperatuur of vocht en kruip.

Deze dilataties moeten over het gehele gevelvlak worden aangebracht.

Bouwtechnische dilataties zijn nodig vanwege bouwtechnische oplossingen in de gevel. Door het wijzigen van de detaillering van de gevel kunnen in sommige gevallen bouwtechnische dilataties achterwege blijven. Bouwtechnische dilataties hoeven niet altijd over het gehele gevelvlak te worden aangebracht. Vaak is het voldoende een klein deel van de gevel los te maken van het totaal.



Ontwerpen met dilataties

Door van gevels een zelfdragende constructie te maken, met gebruik van metselwerkwapening, ontstaan mogelijkheden om met minder dilataties toe te kunnen.

De CUR-Aanbeveling nr. 82 bevat in de bijlage A2 regels met betrekking tot het wapenen van gevelmetselwerk afhankelijk van de ongedilateerde wandlengte.

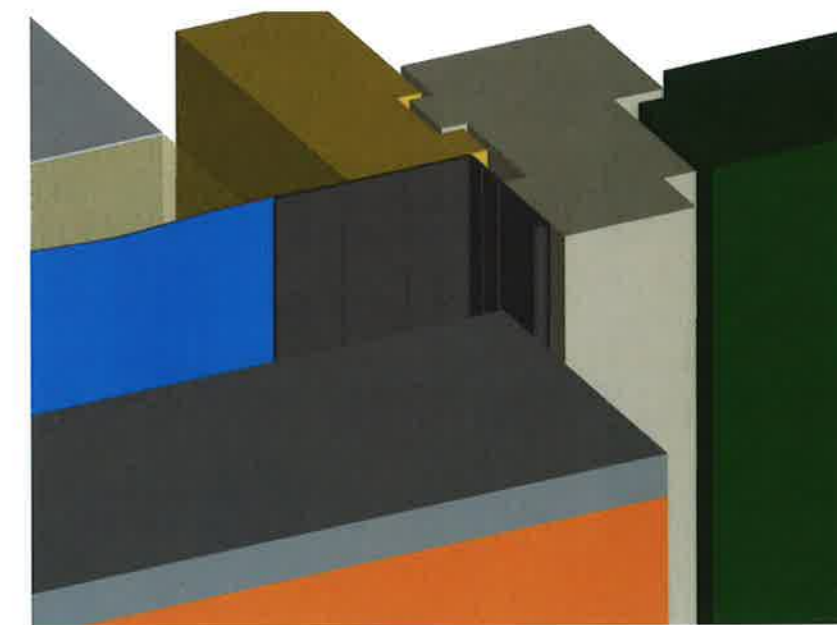
Bij grotere dilatatieafstanden kunnen de kozijnen de thermische uitzetting van het metselwerk blokkeren. Vooral in gevels met relatief veel ramen kunnen hierdoor scheuren ontstaan. Daarom moeten bij grotere dilatatieafstanden (>14 m voor noordgevels en >12 m voor overige gevels) de kozijnen rondom 5 mm vrij worden gehouden van het metselwerk.

Het vrijhouden van de kozijnen aan de onder- en bovenzijde maakt het daarnaast mogelijk de eerste horizontale dilatatievoeg hoger te plaatsen. Hierdoor is het mogelijk om bij vijf-laagse hoogbouw (ca 14 m hoog) zonder horizontale dilatatie te ontwerpen. Wel moet dan in het dakranddetail rekening worden gehouden met de verticale thermische uitzetting. Ook moet worden aangetoond, dat de vervormingscapaciteit van de spouwankers voldoende groot is om de verplaatsingsverschillen tussen het buitenblad en het hoogste binnenblad te kunnen opnemen.

Maximale ongedilateerde wandlengte in gesloten gevelvlakken van baksteen:

	ongewapend metselwerk	gewapend metselwerk
noordgevels	14 m	21 m
overige gevels	12 m	18 m
borstweringen met hoogte h	< 5h	<10h

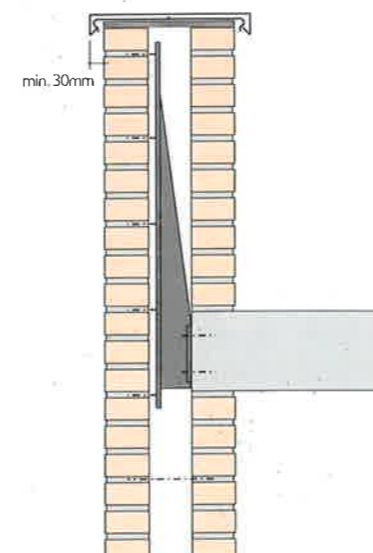
Gewapend metselwerk 2 Ø 4 mm (treksterkte 500N/mm² en min. breukrek 0,5%), in de hoogte van het metselwerk h.o.h. 250 mm.



DPC-slabbe met aangevulcaniseerd dilatatieprofiel

Bij het vrijhouden van de kozijnen van het metselwerk moet vooral bij hoge muurvlakken veel aandacht worden besteed aan de verwerking van de waterslagen. Bij toepassing van raamdorpelstenen wordt aanbevolen op lengte geprefabriceerde keramische elementen toe te passen, waarbij de onderdorpel niet als aanslag hoeft te worden gebruikt.

Bij het ontwerpen met grotere dilatatieafstanden moet rekening worden gehouden met 10 mm brede dilatatievoegen, voorzien van een afdichting.



Ondersteuning buitenspouwblad door middel van verblendankers.

Bouwfysische dilataties

Bouwfysische dilataties zijn dilataties die continu over het hele geveloppervlak doorlopen. Zij moeten zonder meer worden aangebracht. Wijzigen van de detailering conform de mogelijkheden van de CUR-Aanbeveling nr 82 kan het aantal dilataties beperken. Er zijn bouwfysische dilataties in twee richtingen: de verticale bouwfysische dilatatie en de horizontale bouwfysische dilatatie.

Verticale bouwfysische dilataties

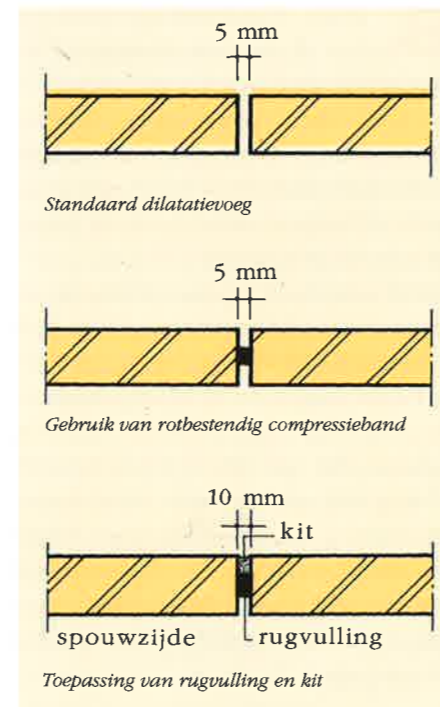
Temperatuurverschillen en verschillen in uitzettingscoëfficiënten leiden tot toename van spanningen in de baksteengevel. De spanningen ontstaan, omdat de vervormingen worden verhinderd. Bijvoorbeeld door de verbinding van de baksteengevel met de fundering en door de spouwankers, waarmee de gevel aan de binnenconstructie is verankerd. De spouwankers zijn flexibel bij verplaatsingen in het vlak van de gevel, maar zijn stijf bij verplaatsingen die optreden in de lengterichting

van het anker. Dit leidt bij hoeken in de gevel tot de situatie, dat het buitenblad stijf met de binnenconstructie is verbonden. Deze spanningen kunnen vervolgens aanleiding geven tot het optreden van schade in de gevel. Thermische dilataties zijn dilataties, die noodzakelijk zijn om deze schade te voorkomen.

Op basis van praktijkervaring wordt op dit moment geadviseerd thermische dilataties niet verder uit elkaar te plaatsen dan 12 meter. Bij gevels die zijn gesitueerd op het noorden, zou deze afstand iets

groter kunnen zijn, namelijk circa 14 meter. Voor gelijkde baksteengevels gelden identieke regels met betrekking tot de maximaal toelaatbare dilatatieafstanden.

De afstand tussen de dilataties is niet alleen afhankelijk van de aard van de opgelegde vervormingen. Ook de afmetingen van de gevel zijn van belang.



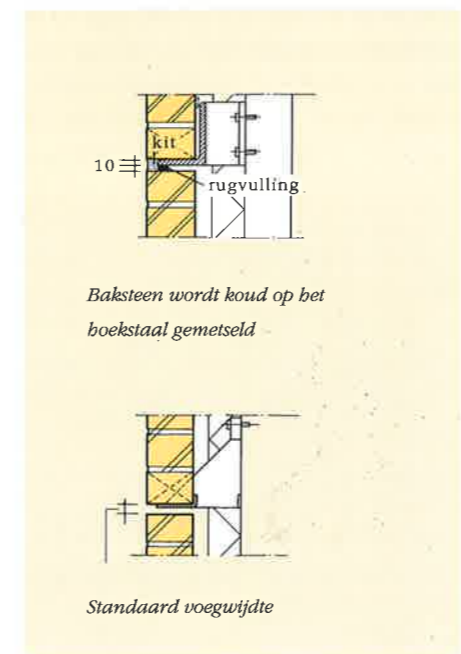
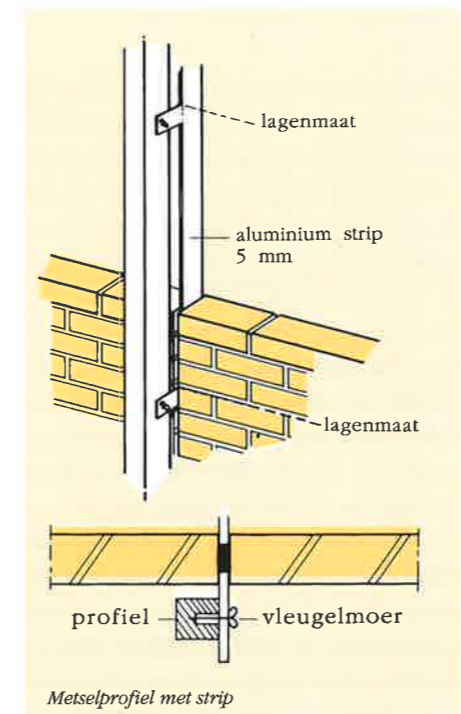
Bij hoge wanden kan een grotere afstand tussen de dilataties worden aangehouden dan bij lagere wanden. Dit is mogelijk omdat zowel uit praktische als uit theoretische waarnemingen blijkt, dat bij hoge wanden de afstand tussen de scheuren, die ontstaan ten gevolge van belemmerde opgelegde vervormingen, groter is dan bij lage wanden. Bij wanden die slechts één bouwlaag hoog zijn, kan het noodzakelijk zijn de dilataties dicht bij elkaar te plaatsen dan 12 meter. De dilatatieafstand moet beperkt worden tot maximaal 5 keer de wandhoogte. De thermische dilatatievoeg moet worden uitgevoerd als een open voeg met een wijde van 5 mm, volledig vrij van speciebaarden. Voorkomen moet worden dat de dilataties door het voegen alsnog worden dichtgezet. Voor gebouwen hoger dan 15 m wordt geadviseerd deze dilataties uit te voeren voorzien van een dichting met comprimeerbaar elastisch band.

Indien de dichting gewenst wordt door middel van

een elastische kitvoeg, dan dient een dilatatiebreedte van tenminste 10 mm te worden ontworpen.

Een 10 mm brede dilatatievoeg met kit op een rugvulling moet worden toegepast indien bijzondere eisen op het gebied van geluidsisolatie worden gesteld.

Hulpmiddel bij de uitvoering is een 5 of 10 mm dikke aluminium- of kunststofstrip, bevestigd aan een metselprofiel.



Horizontale bouwfysische dilataties

Evenals in verticale richting van een gevel zullen ook in horizontale richting dilataties in de baksteengevel moeten worden aangebracht. Deze dilataties zijn noodzakelijk, omdat er naast de thermische lengteverandering, in de hoogterichting vervormingsverschillen tussen het buitenblad van baksteen en de binnenconstructie zullen ontstaan. Vanwege de koppelingen tussen het buitenblad en de binnenconstructie is het noodzakelijk het buitenblad op bepaalde hoogte te dilateren en boven de dilatatie aan de binnenconstructie op te hangen.

De vervormingsverschillen in hoogterichting worden veroorzaakt door:

- temperatuurverschillen tussen buitenblad en binnenconstructie;
- vervorming van de binnenconstructie ten gevolge van het gewicht van de constructie;
- kruip van de binnenconstructie ten gevolge van de in de constructie aanwezige drukspanningen;
- krimp van de binnenconstructie ten gevolge van het verlagen van het vochtgehalte in de verschillende constructieonderdelen tijdens het gebruik.

Koppelingen tussen het buitenblad en de binnenconstructie bestaan voornamelijk uit de spouwankers, geveldraggers en eventuele balkon- of galerijplaten.

In de regel wordt als (maximale) afstand tussen de verschillende horizontale dilatatievoegen een afstand gelijk aan tweemaal de gebruikelijke hoog-

te van een bouwlaag aangehouden. In afwijking hiervan kan onder verantwoordelijkheid van de constructeur de afstand tussen de horizontale dilataties worden vastgesteld onder de voorwaarden van bijlage A2 van CUR-Aanbeveling 82.

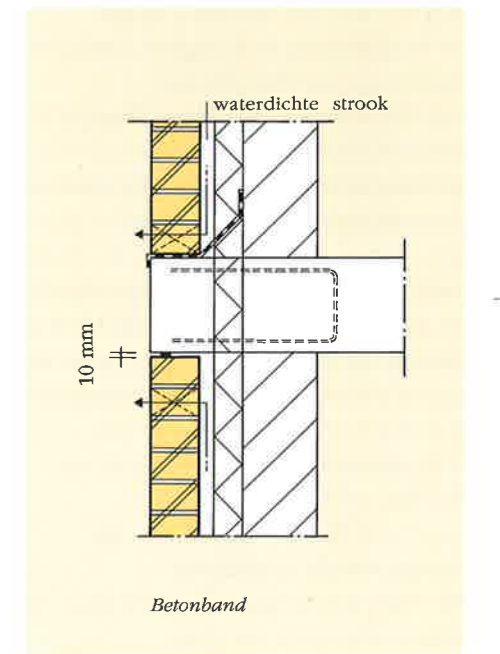
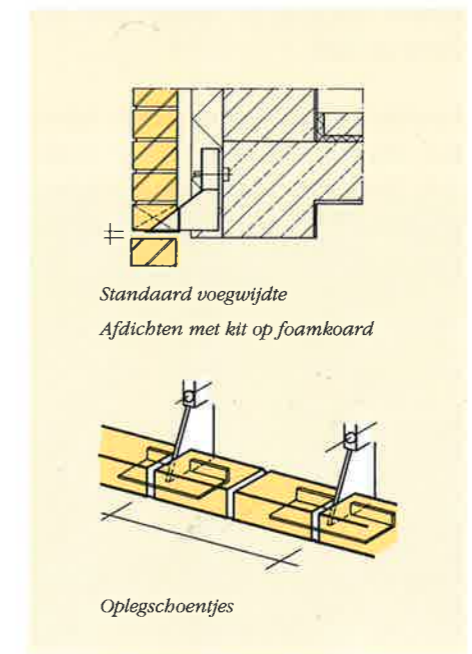
De horizontale dilatatievoeg moet worden aangebracht onder een opvangconstructie voor het hoger gelegen metselwerk. Uit esthetische overwegingen wordt aanbevolen de standaard-voegbreedte toe te passen. De blijvende (ook na het optreden van de doorbuiging van de constructie) vrije ruimte van de voeg onder de geveldrager moet minimaal 5 mm zijn.

Opvangconstructies kunnen worden vervaardigd met:

- geprefabriceerde betonband;
- stalen lateien;
- stalen geveldraggers of metselwerkconsoles.

Deze staalconstructies kunnen bestaan uit roestvaststalen of uit thermisch verzinkte (bij voorkeur gepoedercoate) elementen. De keuze dient gebaseerd te worden op BRL's en Komo-certificaten.

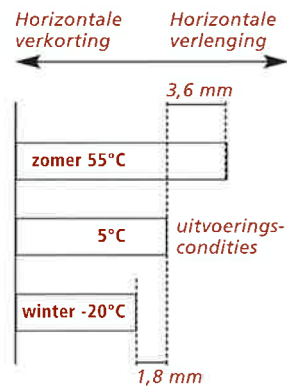
Al deze opvangconstructies zijn verbonden met de binnenconstructie. Het gewicht van het hierop dragende metselwerk wordt via de binnenconstructie naar de fundering afgedragen.



Hierna wordt in een rekenvoorbeeld een indruk gegeven van de orde van grootte van vervormingsverschillen, zoals die in een baksteengevel kunnen optreden.

Rekenvoorbeeld

Gegevens:
 Temperatuur tijdens de uitvoering: 5 °C
 Gemiddelde temperatuur van de stenen: 5 °C
 Toegepast wordt een donkergekleurde baksteen in een op het zuiden georiënteerde gevel.
 Gemiddelde hoogste baksteentemperatuur in de zomer: 55 °C
 Gemiddelde laagste baksteentemperatuur in de winter: -20 °C



Bepaling van de **horizontale** lengteveranderingen:

Voor een gemetselde muur met een lengte van 12 m bedraagt de grootste horizontale verlenging ten opzichte van de uitvoeringsfase (zomersituatie):

$$\alpha \Delta T L = 6 \cdot 10^{-6} (55 - 5) 12000 = 3,6 \text{ mm.}$$

In de wintersituatie is de lengteverandering van dezelfde muur van 12 m gelijk aan:

$$\alpha \Delta T L = 6 \cdot 10^{-6} (-20 - 5) 12000 = -1,8 \text{ mm.}$$

De muur wordt dus 1,8 mm korter.

Het totale vervormingsverschil tussen de winter- en de zomersituatie is gelijk aan 5,4 mm.

Bepaling van de **verticale** lengteveranderingen:

Voor een gemetselde muur met een hoogte van 11 m bedraagt de grootste verticale verlenging ten opzichte van de uitvoeringsfase (zomersituatie):

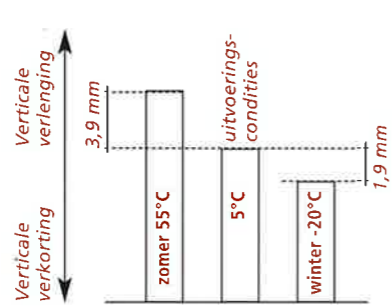
$$\alpha \Delta T L = 7 \cdot 10^{-6} (55 - 5) 11000 = 3,9 \text{ mm.}$$

In de wintersituatie is de lengteverandering van deze muur gelijk aan:

$$\alpha \Delta T L = 7 \cdot 10^{-6} (-20 - 5) 11000 = 1,9 \text{ mm.}$$

De wand wordt dus 1,9 mm korter.

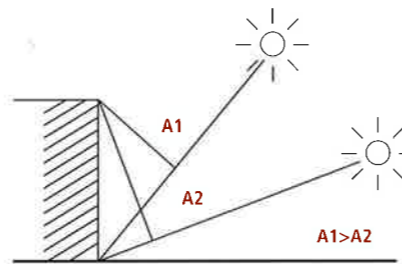
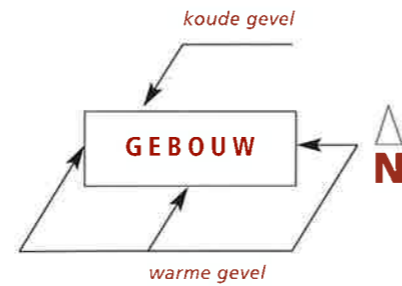
Het totale vervormingsverschil tussen winter- en zomersituatie is gelijk aan 5,8 mm.



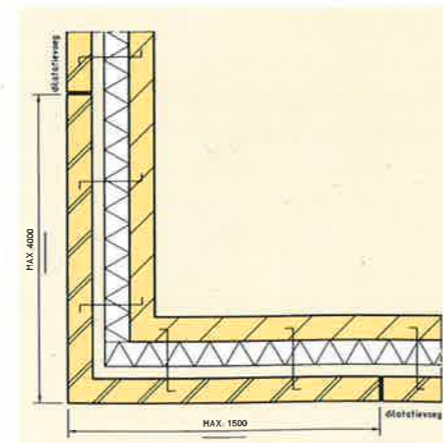
De temperatuur tijdens de uitvoering heeft geen invloed op de grootte van het totale vervormingsverschil tussen de winter- en de zomersituatie. Wel bepaalt de temperatuur tijdens de uitvoering de grootte van de maximale verlenging en de grootte van de maximale verkorting. Theoretisch is het mogelijk bij de bepaling van de breedte van de dilatatievoeg rekening te houden met de maximaal te verwachten verlenging van het metselwerk. Praktisch wordt dit echter niet gedaan omdat het tijdstip, en dus de gemiddelde omgevingstemperatuur, van uitvoering van het metselwerk onbekend is bij de adviseur en zelfs tijdens de uitvoering van de bouw sterk kan variëren. Een totale voegbreedte van 5 mm is voldoende om de dilatatie, ook bij verlenging van het metselwerk, goed te laten werken.

De oriëntatie van de gevels is van invloed op de thermische belasting ervan. De maximale temperatuur van het metselwerk in west- en oostgevels is ongeveer dezelfde als die in zuidgevels. Enerzijds valt de zonnestraling op oost- en westgevels bij lage zonnestand in onder een minder scherpe hoek, waardoor deze gevels per vierkante meter meer warmte opvangen.

Anderzijds is de bezonning op de zuidgevel intenser. Beide effecten houden elkaar ongeveer in evenwicht. Gevels die op het noorden zijn gesitueerd, ondergaan een beduidend lagere maximale temperatuur.



Speciale aandacht verdienen de thermische dilatatie nabij de hoeken van een gevel. Bij inwendige hoeken wordt meestal een dilatatie in de hoek aangebracht. Bij uitwendige hoeken wordt ook bij voorkeur een dilatatie ter plaatse van de hoek aangebracht op maximaal 3 koppen uit de hoek. Indien het uit architectonische overwegingen niet gewenst is om dilataties op gebouwhoeken toe te passen, moeten in beide gevelvlakken dilataties worden voorzien, een op maximaal 1,5 m en de andere op maximaal 4.0 m uit de gebouwhoek. Bij borstweringen die om de hoek doorlopen, moeten de dilataties op maximaal 2,5 keer de hoogte uit de hoek worden gesitueerd.



Vervormingsbelemmeringen

Bouwtechnische dilataties

Bouwtechnische dilataties zijn dilataties die noodzakelijk zijn, omdat te grote spanningen door de gekozen constructie en bouwkundige detaillering van lateien, galerijplaten, balkons e.d. zouden kunnen ontstaan. In veel gevallen kan door het kiezen van een andere wijze van detailleren de noodzaak om een bouwtechnische dilatatie aan te brengen worden weggenomen.

Bouwtechnische dilataties kunnen op dezelfde wijze worden uitgevoerd als de verticale bouwtechnische dilatatie, namelijk als een open voeg met een breedte van 5 mm, volledig vrij van speciaalstoffen. Indien gewenst, kan een dilatatievoeg van deze breedte worden voorzien van een roestbestendige, comprimeerbare elastische schuimband.

Hierna worden de principes van een aantal bouwtechnische dilataties besproken. Tevens wordt ingegaan op mogelijke alternatieven in detaileringswijze die het toepassen van de bouwtechnische dilatatie overbodig maken.

Constructieve dilataties

Constructieve dilataties zijn bouwtechnische dilataties in het bakstenen buitenblad die worden aangebracht op die plaatsen waar ook in de draagconstructie dilataties zijn aangebracht. De breedte van deze dilataties dient tenminste gelijk te zijn aan de breedte van de dilatatievoeg in de draagconstructies. In de regel zijn deze dilatatievoegen wijder dan 5 mm. Om toch een voldoende dicht buitenblad te verkrijgen is het daarom noodzakelijk in de voeg een afdichting aan te brengen. Hiervoor dient de voeg tenminste 10 mm wijd te zijn.

Voldoende afdichting kan worden verkregen door verschillende detaileringswijzen, zoals:

- een terugliggende kitvoeg op foamkoord;
- een weerbestendige schuimband;
- speciale kunststof afdichtingsprofielen.

Dilataties bij toepassing van zelfdragende lateien

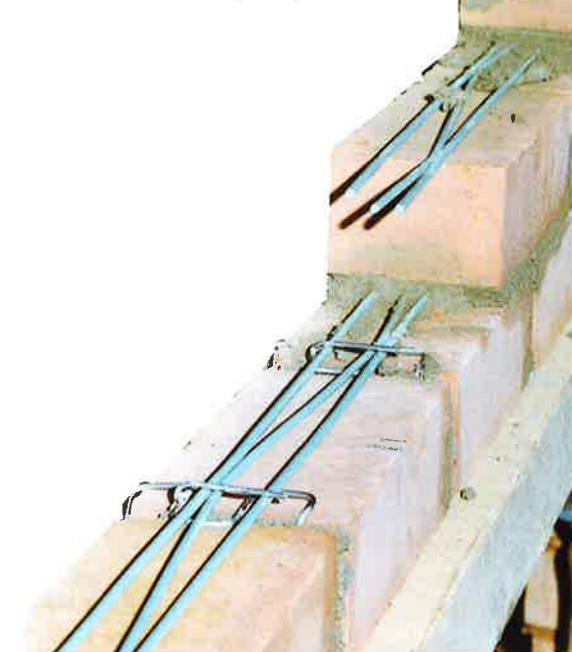
Zelfdragende lateien, zowel in beton als in staal, worden berekend met als uitgangspunt dat een maximale doorbuiging van $2/1000 \times L$ mag optreden. De stijfheid van de latei is dus relatief klein ten opzichte van het erop rustende metselwerk.

Als de zelfdragende latei het metselwerk ook daadwerkelijk gaat dragen, zal dit gepaard gaan met vervormingen die in het metselwerk tot scheurvorming aanleiding kunnen geven. Eventueel kan een zelfdragende latei worden verkregen door toepassing van gewapend metselwerk, zie CUR-rapport 98-4, "Gewapend en Voorgespannen Metselwerk".

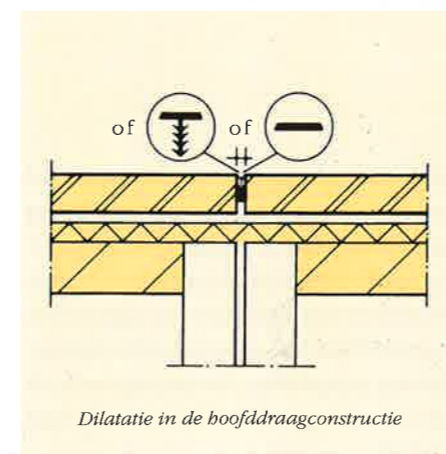
Dilatatie zelfdragende latei met onvoldoende stijfheid



Inmetselen metselwerkwapening



Bij toepassing van wapening in metselwerk kan scheurvorming in dit soort situaties niet worden voorkomen. Wel kan een betere scheurverdeling worden verkregen en kan de scheurbreedte worden beperkt. De wapening moet dan worden aangebracht in de zones waar de scheuren worden verwacht, namelijk bovenin de borstwering ter plaatse van de opleggingen en onderin de borstwering in het midden van de overspanning.



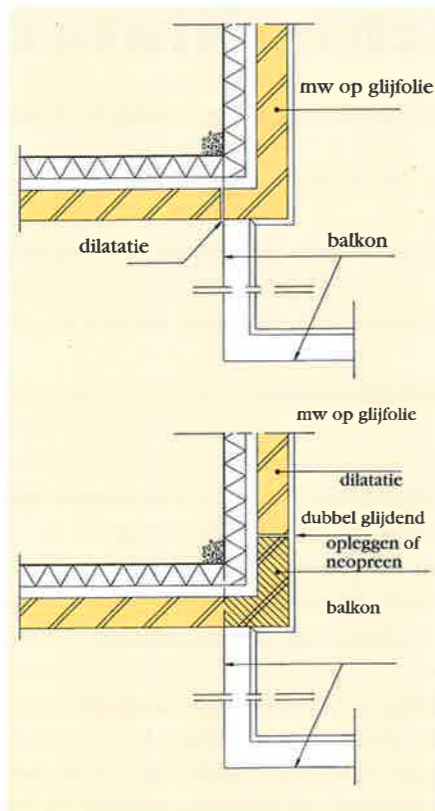
Dilatatie in de hoofdconstructie

Dilataties om in hoogte verschillende geveldelen van elkaar te scheiden

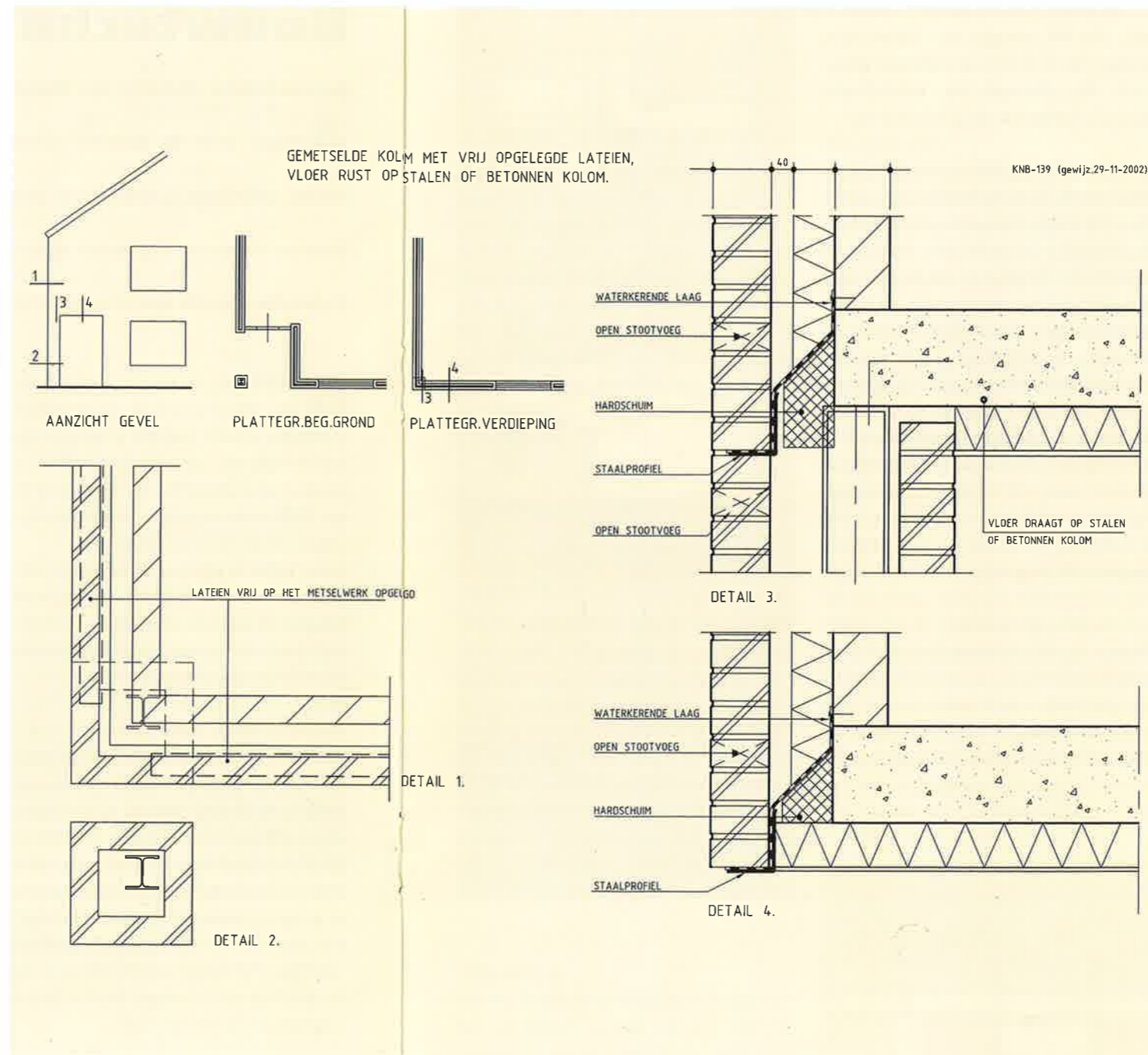
Soms is een metselwerkgevel op verschillende niveaus met de draagconstructie verbonden. Voorbeelden hiervan zijn metselwerkgevels die op de fundering steunen en daarnaast deels dragend zijn. Voorbeelden:

- een betonnen balkonplaat die wordt gedragen door de binnenconstructie;
- een aangestorte gevelband of stalen geveldrager die is verbonden met de binnenconstructie;
- een dakvloer ter plaatse van een uitbouw, die is verbonden met de binnenconstructie.

De vervormingen van de binnenconstructie, en ook van alle geveldragende onderdelen die met de binnenconstructie zijn verbonden, zullen tengevolge van temperatuurverschillen, krimp en kruip afwijken van de vervormingen van de baksteengevel die direct op de fundering rust. Er ontstaan daarom in de gevel verschillen in opgelegde vervormingen die tot spanningen in de gevel zullen leiden. En daarmee ook tot het mogelijk ontstaan van scheuren. Om dit te voorkomen wordt geadviseerd metselwerk, dat op verschillende niveaus wordt ondersteund of dat wordt ondersteund door ondersteuning met



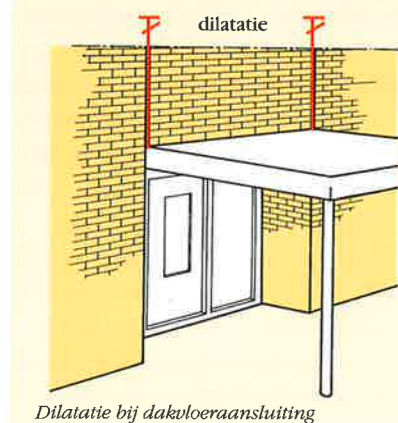
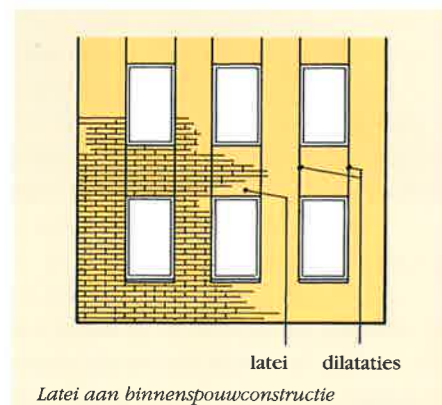
Dilataties bij balkons en loggia's



Hoeklatei

- Metselwerk, dat op balkon- of galerijplaten wordt geplaatst, moet bijna altijd worden gedilateerd van het metselwerk dat naast het balkon is gelegen. De reden hiervan is dat de balkonplaat aan de draagconstructie is bevestigd en dus tezamen met de draagconstructie in verticale richting vervormt en daardoor andere vervormingen ondergaat dan het naast het balkon gelegen metselwerk dat direct op de fundering draagt. Er zijn twee mogelijke manieren om de dilatatie overbodig te maken. Beide manieren zijn echter relatief ingrijpend:

- Vervormingsverschillen zullen niet ontstaan als het mogelijk is de balkonplaten op het buitenblad op te leggen. Het buitenblad krijgt dan een constructieve functie.
- Vervormingsverschillen zullen niet ontstaan als het naast het balkon gelegen metselwerk ook met behulp van een metselwerkondersteuning aan de wandconstructie wordt bevestigd. In plaats van een verticale dilatatie wordt dan een horizontale dilatatie aangebracht.



een verschillende stijfheid, van elkaar te scheiden door dilataties aan te brengen. Enkele voorbeelden van dergelijke dilataties zijn hierna weergegeven. In een aantal gevallen is het aanbrengen van de dilataties niet nodig als de detailleringwijze wordt aangepast. Deze aanpassing van de detailleringen moet tot gevolg hebben dat het metselwerk niet meer op een hoog niveau aan de draagconstructie is gekoppeld.

Enkele voorbeelden hiervan zijn in de volgende opsomming gegeven.

- Soms worden boven kozijnopeningen lateien toegepast die aan de draagconstructie zijn opgehangen. Het aanbrengen van dilataties is, vanwege de koppeling, dan noodzakelijk. Wanneer deze lateien aan een vloerrand bevestigd zijn, zijn extra dilataties ten gevolge van de bijkomende doorbuiging van de vloer noodzakelijk om

scheurvorming in het buitenblad te voorkomen. Ter plaatse van kozijnen op de hoek van een gebouw is de toepassing van in het buitenblad opgelegde lateien niet altijd mogelijk en wordt al snel gekozen voor een gekoppelde latei. In sommige gevallen is het mogelijk met behulp van een aan de buitenzijde geplaatste kolom een hoeklatei in het metselwerk op te leggen.

De invloed van het ondersteunen van metselwerk op verschillende niveaus op het ontstaan van scheuren wordt kleiner als het niveauverschil tussen de verschillende steunpunten kleiner wordt.

Dilataties in metselwerk op een doorbuigende ondergrond

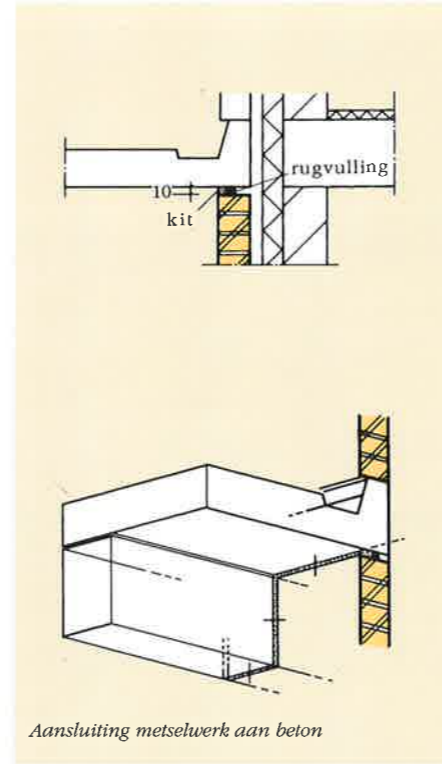
Bij de bouw van flats en appartementencomplexen wordt aan de galerijzijde het metselwerk van het buitenblad vaak op de galerijplaat geplaatst. De problemen die hierbij kunnen optreden, zijn vergelijkbaar met de problemen zoals die kunnen ontstaan bij de toepassing van metselwerk op slappe zelfdragende lateien. Door de belasting op de galerijplaat zal de galerijplaat doorbuigen. Ten gevolge van kruip kan deze doorbuiging gedurende de tijd nog verder toenemen. Het metselwerk dat op de galerijplaat is geplaatst, is vaak zo stijf dat het, omdat een deel van zijn steunpunt zakt, zichzelf zal gaan dragen. Hierdoor ontstaan in de gevel trekspanningen die tot scheurvorming aanleiding kunnen geven. De trekspanningen worden vaak nog vergroot door het in het gevelvlak aanwezige sparingenpatroon. Om deze scheurvorming te voorkomen moet door het aanbrengen van bouwtechnische dilataties de stijfheid van het gevelvlak verbroken worden. Dit kan in sommige gevallen leiden tot een groot aantal benodigde dilataties.

Bij metselwerk treedt vaak hetzelfde probleem op, wanneer dat is geplaatst op metselwerkondersteuning die op een betonvloer zijn bevestigd. Ook hier zal door het doorbuigen van de vloer de functionaliteit van de metselwerkondersteuning afnemen, waardoor spanningen in het metselwerk

ontstaan. Vaak is hierbij het sparingenpatroon in de gevel, door het ontbreken van deuropeningen, gunstiger dan bij de hiervoor beschouwde galerijplaten. Het aanbrengen van bouwtechnische dilataties zal echter vaak niet te vermijden zijn.

Een deel van deze dilataties zou achterwege gelaten kunnen worden als de doorbuiging van de galerijplaten of de vloeren, waaraan de metselwerkdragers zijn bevestigd, wordt beperkt. Dit is mogelijk door ter plaatse van de oplegging van de gevel op de galerijplaat of de vloer een verstijving aan te brengen in de vorm van een randbalk en/of door het binnenblad van de gevel dragend uit te voeren. Daardoor blijven de doorbuigingen van de vloeren beperkt. Ook is het mogelijk de bijkomende doorbuiging van de ondersteuningsconstructie te beperken door voor het metselen van de wand de benodigde stenen vóór te opperen. De bijkomende verplaatsing wordt dan uitsluitend veroorzaakt door de doorbuiging ten gevolge van kruip en andere belastingen dan het gewicht van het metselwerk.

In een beperkt aantal gevallen is het ook mogelijk in plaats van het aanbrengen van een dilatatie, metselwerkwapening toe te passen. Omdat wapening uitsluitend in de lintvoegen, en dus in de horizontale richting, kan worden opgenomen, zijn bepaalde dilataties vaak niet te voorkomen.



Aansluiting metselwerk aan beton

Dilataties rondom doorstekende constructieonderdelen

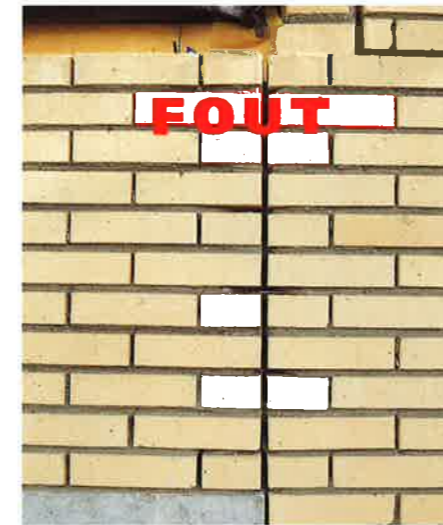
Ter plaatse van aansluitingen van metselwerk aan doorstekende constructieonderdelen moet het metselwerk vrijgehouden worden door een tenminste 10 mm wijde dilatatievoeg toe te passen. Deze voeg kan worden afgewerkt met bijvoorbeeld een terugliggende kit op foamkoord. Voorbeelden van doorstekende constructieonderdelen zijn consoles, balkonplaten en zware dakranden die aan de binnenconstructie zijn bevestigd.

Uitvoering

Veel gemaakte fouten

Gelijmde baksteengevels

Tegenwoordig wordt de bakstenen gevel steeds vaker gelijmd in plaats van traditioneel gemetseld. Een gevel, die is opgetrokken uit gelijmde baksteen, heeft andere stijfheid- en sterkte-eigenschappen maar de verschillen met betrekking tot het dilateren zijn gering. Door de gemiddelde voegdikte van ca 4-5 mm bij lijmen is het in veel gevallen mogelijk de verticale dilatatievoeg onzichtbaar in het metselverband te laten meelopen. Het is daardoor verstandig niet te zuinig te zijn met het aantal dilatatievoegen.



Kozijnankers

Om het aantal dilatatievoegen te beperken is het van belang de verbinding tussen het binnenblad en het buitenblad zo beperkt mogelijk te laten zijn. Daarom moet worden voorkomen dat de in de gevel aanwezige kozijnen als verbinding tussen het binnen- en buitenblad gaan fungeren. Dit kan worden bereikt door het metselwerk van het buitenblad niet strak tegen de stijlen of de regels van een houten kozijn te plaatsen en door het kozijn niet met behulp van kozijnankers aan het buitenblad te koppelen. Kozijnankers moeten uitsluitend worden gebruikt om een kozijn aan het binnenblad van een spouwmuur te verankeren.

Knipvoeg

Knipvoegen of koudevoegen zijn verticale voegen in het metselwerk, waarbij het metselwerk aan beide zijden van de voeg koud tegen elkaar wordt geplaatst. Deze voeg wordt vaak toegepast om verschillende stenen in het metselwerk op elkaar te laten aansluiten. *Nadrukkelijk wordt gesteld dat in baksteengevels een knipvoeg niet als een dilatatievoeg beschouwd kan worden.* Er is in dit type voeg namelijk geen mogelijkheid van ongehinderd uitzetten van het metselwerk aanwezig.



Metselwerkdilatatie achter HWA



Kozijnankers



Knipvoeg

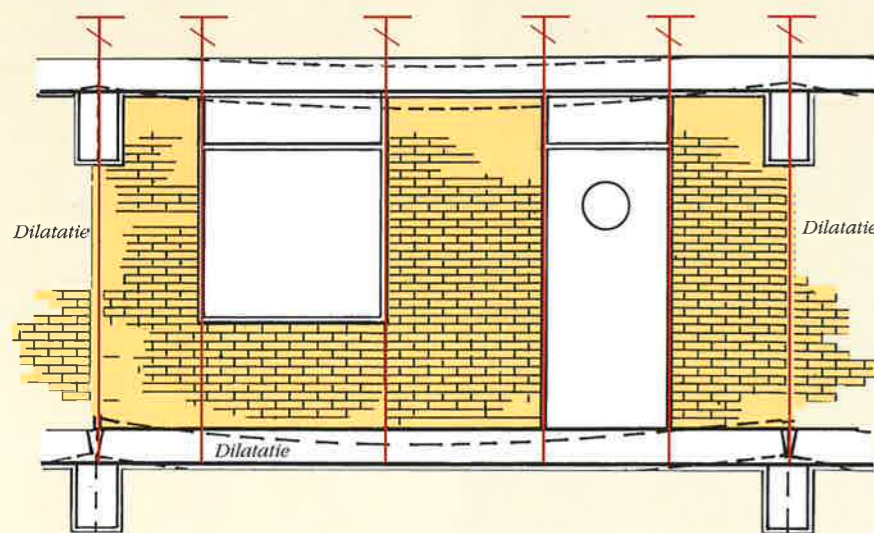
Glij-ankers

Wanneer de door een verticale dilatatievoeg gescheiden gevelvlakken voorzien zijn van voldoende spouwankers, ook ter plaatse van de randen naast de dilatatievoeg, is de stabiliteit van de muur verzekerd. Het benodigde aantal spouwankers kan worden bepaald met de CUR-Aanbeveling nr. 71 "Gevels in metselwerk". Het is dan overbodig glij-ankers aan te brengen. Onjuiste toepassing van glij-ankers heeft vooral consequenties wanneer dit gebeurt in een verticale dilatatievoeg die nodig is om de gescheiden gevelvlakken onafhankelijk van elkaar in verticale richting te kunnen laten bewegen. Dit is onder andere het geval bij dilataties die geveldelen, die op verschillende niveaus worden gedragen, van elkaar scheiden. In dilataties bij gebouwhoeken mogen nooit glij-ankers worden toegepast.

Gelijmd metselwerk



Metselwerk op galerijvloer



Dilatatieplan

Een dilatatieplan is een plan waarin wordt aangegeven waar en hoe de verschillende dilataties moeten worden aangebracht. Dit plan moet tijdig vóór de uitvoering van het metselwerk op de bouwplaats zijn. Het opzetten van een dilatatieplan zal in principe als volgt in zijn werk gaan.

Aanpak van een dilatatieplan

1. Zorg voor tekeningen van gevelaanzichten, situering, plattegronden, doorsneden en kenmerkende geveldetails. Vooral aansluitingen van metselwerk aan de binnenconstructie en de constructieve detaillering van de lateien zijn van belang. Ook de lokaties van eventuele dilataties in de draagconstructie moeten bekend zijn. Verzamel daarnaast gegevens over de gekozen baksteen.

2. Bekijk, eventueel met behulp van beschikbare informatie, of bouwtechnische dilataties noodzakelijk zijn. De aandachtspunten hierbij zijn:

- de aanwezige dilataties in de draagconstructie;
- de aanwezige metselwerkondersteuning op verschillende niveaus;
- de plaatsing van metselwerk op doorbuigende ondergrond;
- de aanwezige doorstekende constructieonderdelen.

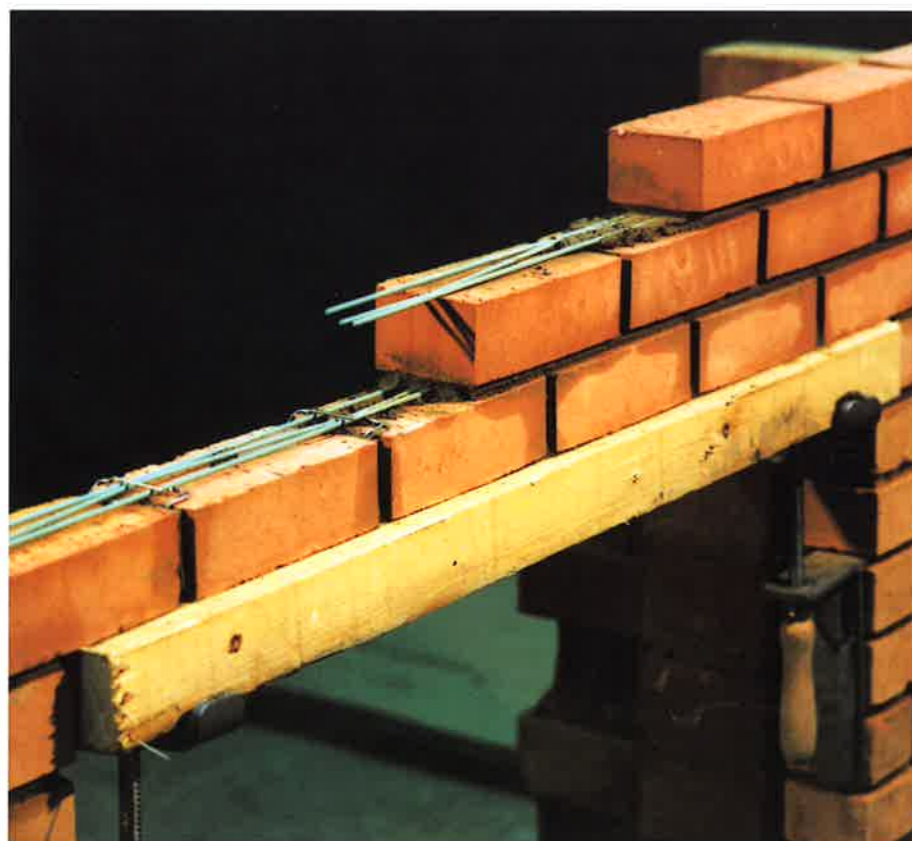
3. Bepaal, met behulp van de gegeven richtlijnen, de plaats van de benodigde bouwtechnische dilataties. Dit betreft zowel de verticale als de eventueel benodigde horizontale dilataties. Aandachtspunten hierbij zijn de afmetingen van het gebouw en de gevels.

4. Combineer de noodzakelijke bouwtechnische en bouwtechnische dilataties tot een logisch dilatatieplan. In sommige gevallen kunnen een bouwtechnische dilatatie en een bouwtechnische dilatatie, die op iedere bouwlaag moet worden toegepast, worden samengevoegd tot één dilatatie. Daardoor blijft het totaal aantal dilataties beperkt.

5. Leg het dilatatieplan vast door in het bestek een juiste omschrijving van de uitvoeringswijze van de dilataties op te nemen en door op de geveltekeningen de lokaties van de noodzakelijke dilataties aan te geven.

Bij het aangeven van de dilataties op de tekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen de bouwtechnische dilataties en de bouwtechnische dilataties.

Bouwtechnische en bouwtechnische dilataties kunnen dikwijls worden gecombineerd.



Tijdelijke ondersteuning bij gewapend metselwerk

Besteksteksten voor dilatatievoegen. Hier worden voorbeelden gegeven van STABU-besteksteksten voor dilatatievoegen.

22.60 Voorzieningen in metselwerk

22.60.20-a Dilatie

0 Dilatie door middel van een verticale open voeg.

Voegwijdte: 5 mm.

Ankers: Er mogen geen ankers in de voeg worden aangebracht.

Uitvoering: De uitvoering moet plaatsvinden met behulp van 5 mm dikke aluminium- of kunststofstrip die bevestigd is aan een metselprofiel. De voeg moet volledig vrij zijn van speciebaarden.

Afsluiting: Geen

of

rotbestendige, comprimeerbare elastische schuimband.

22.60.20-a Dilatie

0 Dilatie door middel van een verticale gesloten voeg.

Voegwijdte: 10 mm (minimaal).

Ankers: Er mogen geen ankers in de voeg worden aangebracht.

Uitvoering: De uitvoering moet plaatsvinden met behulp van 10 mm dikke aluminium- of kunststofstrip die bevestigd is aan een metselprofiel. De voeg moet volledig vrij zijn van speciebaarden.

Afsluiting: Een terugliggende kit op foamkoord

of

een weerbestendige schuimband

of

kunststof afdichtingsprofiel.

22.60.20-a Dilatie

0 Dilatie door middel van een horizontale gesloten voeg.

Bevestiging: Het buitenblad ondersteunen met behulp van geveldragers type (fabrikant).....

Voegwijdte: 10 mm (minimaal/afhankelijk van lintvoegdikte).

Onder de geveldrager tenminste 5 mm vrije ruimte.

Ankers: Volgens voorschrift leverancier ter goedkeuring constructeur.

Uitvoering: Volgens voorschrift leverancier.

Afsluiting: Een terugliggende kit op foamkoord.