

Veilig en duurzaam thermisch ontkoppelen

ir. G.J. van Tol, Schöck Nederland b.v.

Om koudebruggen te voorkomen worden verbindingen tussen balkon- en galerieelementen (buiten) en vloerconstructies (binnen) tot een technisch aanvaardbaar minimum gereduceerd. Op de bouwplaats vraagt men zich af hoe die staafjes een element van 5 ton kunnen dragen. Iedere ervaren constructeur weet echter dat deze wapeningsstaven, mits goed belast, tot onvoorstelbare prestaties in staat zijn. Veiligheid van de verbinding is vooral afhankelijk van een goed ontwerp en een goede uitvoering.

Verbindingen tussen balkon- en galerielementen en vloerconstructies zijn in Nederland veelal verbindingen tussen twee werelden: binnen / buiten, prefab constructeur / vloerenconstructeur, prefab producent / bouwer. Goede communicatie is daarom essentieel om tot een veilige constructie te komen. Communicatie tussen de ontwerpende partijen onderling en communicatie en controle naar de uitvoering. Veiligheid is niet moeilijk als je weet wat je wel of juist niet moet doen.

Ontwerp

Aandachtspunten bij het ontwerp van de verbindingen:

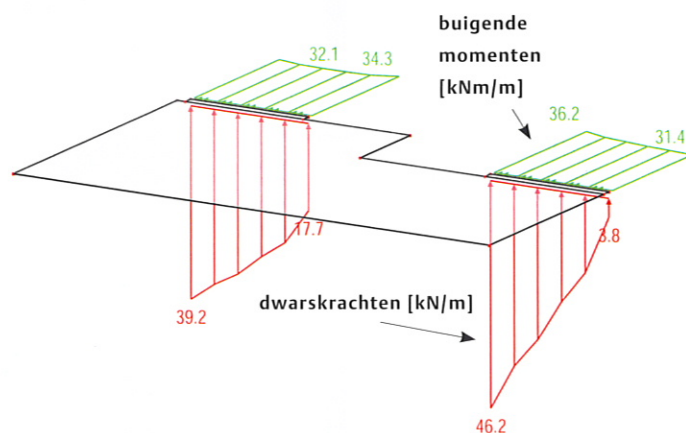
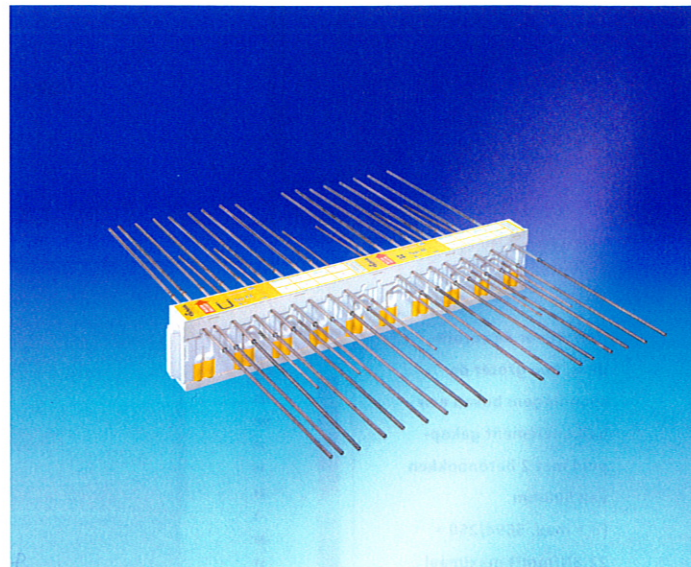
- berekeningen van de (prefab) buitenconstructie, de verbinding, de achterliggende vloerconstructie en de hoofddraagconstructie moeten op elkaar aansluiten;
- in de berekeningen moet worden vastgelegd hoe voortschrijdende instorting wordt voorkomen;
- thermische belastingen op de buitenconstructie geven spanningen in de verbindingen en in de verbonden constructies. De duurzaamheid van de constructie moet worden aangetoond onder invloed van deze spanningen (scheurvorming en vermoeiing);
- ook is er een onderlinge beïnvloeding van constructiedelen. In bepaalde situaties is een eenvoudige berekening van krach-

ten door de verbinding onverantwoord omdat bijvoorbeeld met een lage ontkistingssterkte wordt gewerkt (tunnelbekisting) of met een onregelmatige binnenconstructie. Een te grote afwijking leidt tot een onveilige constructie.

Consistentie van de berekeningen

Bij het op elkaar afstemmen van de verschillende berekeningen heeft de hoofdconstructeur een belangrijke taak. De hoofdconstructeur geeft het statische schema en de te rekenen belastingen aan. Bij een statisch bepaalde constructie is dan veelal een eenvoudige berekeningsketen mogelijk, waarbij achtereenvolgend de prefab constructeur, de adviseur voor de verbinding en de vloerconstructeur hun detailberekening produceren.

Als de krachtswerking minder duidelijk is, of als de oplossing niet eenvoudig is, bijvoorbeeld door sparingen, geringe vloerdikte of lastige geometrie, dan is interactie tussen de partijen nodig. Bij een statisch onbepaalde constructie is bijvoorbeeld het vervormingsgedrag van de verbinding bepalend voor de verdeling van krachten (fig. 2). Als de vervorming van de achterliggende vloerconstructie óók invloed heeft op de krachtswerking in het prefab element zal de constructie als geheel moeten worden berekend met hierin speciale aandacht voor de verbindingen. Door de krach-



ten in de verbinding als uitwendige belasting op de onderdelen toe te passen is het vanuit een overall-berekening mogelijk de detailberekening uit te voeren.

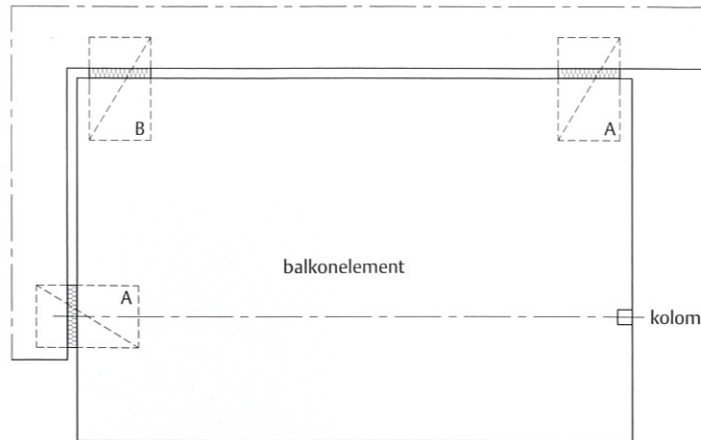
Voorkomen voortschrijdende instorting

Uit het Bouwbesluit volgt dat het bezwijken van een onderdeel niet mag leiden tot voortschrijdende instorting. Vaak zijn er meer methoden beschikbaar om dit doel te bereiken; de ondersteuning kunnen zo worden uitgevoerd dat het bezwijken van een onderdeel niet leidt tot voortschrijdende instorting, (serie van ankers of staven) een element kan dermate

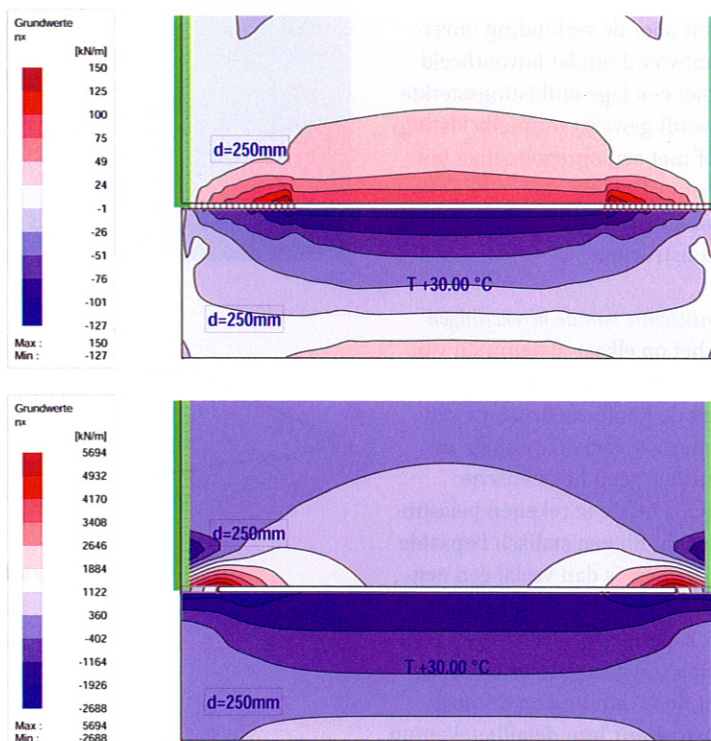
1 | Voorbeeld constructieve koudebrugonderbreking

2 | De verdeling van momenten wordt sterk beïnvloed door de stijfheid van de constructies: de verbinding ter plaatse van de kleinere uitkraging moet een groter buigend moment opnemen

3 | Bezijken van de kolom zal leiden tot een aanzienlijk verhoging van de krachten in de verbindingen A en op de achterliggende constructie.



4 | Hoe stijver de verbinding, hoe groter de spanningen: boven een balkonelement gekoppeld met 2 betonnokken van 500mm ($\sigma_x = \max. 5694/250 = 22,8\text{N/mm}^2$) maximaal, onder een balkonelement gekoppeld met 2 elementen Isokorf® type KX ($\sigma_x = \max. 150/250 = 0,60\text{N/mm}^2$) maximaal.



sterk worden gemaakt dat het de belastingen in geval van calamiteiten kan weerstaan, of een constructiedeel kan dusdanig worden ondersteund dat het bezijken van één van de ondersteuningen kan worden overgenomen door de resterende steunpunten (fig. 3). Het is hierbij belangrijk dat duidelijk wordt vastgelegd hoe de krachtsafdracht in geval van calamiteiten zal verlopen. Bij een prefab balkonelement moet de wapening bij een gewijzigde krachtsafdracht voldoen, de verbinding moet eventuele extra lasten op kunnen nemen en ook de achterliggende constructie moet voldoende sterk zijn. Er zijn vol-

doende situaties waarin de belasting door calamiteiten maatgevend zal zijn voor de verbindingen!

Thermische belastingen

Verbindingen tussen balkon- of galerijelementen en achterliggende vloeren zijn verbindingen tussen bouwdelen onderhevig aan temperatuurwisselingen en bouwdelen met een constante temperatuur. Door de horizontale weerstand ontstaan er spanningen in de verbinding en spanningen in de verbonden bouwdelen; hoe stijver de verbinding, hoe groter de spanningen (fig. 4). De spanningen kunnen leiden tot scheur-

vorming en zullen volgens NEN6720:4.3.3 moeten worden meegenomen in de scheurwijdeberekening. De spanningen in de verbindingen zijn cyclisch: de grootste variatie treedt jaarlijks op, de kleinere variatie bijna dagelijks. De verbinding moet in staat zijn om gedurende de referentieperiode deze vervormingen te volgen zonder door vermoeiing te bezijken. Bij koudebrugonderbrekingen gecertificeerd op basis van BRL 0505 'Wapeningssystemen voor onderbreking van thermische bruggen in beton', worden deze vervormingen versneld gesimuleerd onder laboratoriumomstandigheden en wordt de reststerkte getoetst. Bij niet-gecertificeerde systemen, bijvoorbeeld doorgestorte betonnokken of opleggingen op hoeklijnen, moet de (hoofd)constructeur toetsen of de duurzaamheid gewaarborgd is.

Onderlinge beïnvloeding van constructiedelen.

Het krachtenverloop door verbindingen tussen buiten- en binnenconstructies wordt vaak sterk bepaald door het vervormingsgedrag van de binnenconstructie. Als de verbinding tussen binnen- en buitenconstructie zich over een grotere lengte uitstrekt is de kans groot dat (vooral) de dwarskrachten zich niet gelijkmatig verdelen. Bij schematisering van alleen de buitenconstructie zal de ondersteuning een slappere veer zijn naarmate de afstand tot de dragende wanden groter is. Hierdoor zal de dwarskracht in de verbinding nabij de dragende wanden het grootst zijn. Een extreem voorbeeld hiervan is de situatie waarin prefab elementen worden meegestort in een in het werk gestort skelet, dat is vervaardigd met een tunnelkiststelsel. Hierbij treedt een combinatie van invloeden op welke de verdeling van de krachten in de verbinding sterk beïnvloeden:

- op het moment van ontlasten is de sterkte en E-modulus van het in het werk gestorte beton minimaal, terwijl deze bij het prefab

element al zeer hoge waarden bezitten;

- om het uitrijden van de bekisting mogelijk te maken is het wenselijk het prefab element alleen aan de uiteinden te ondersteunen tijdens het verhard van de in het werk gestorte constructie. Vaak wordt bij het stellen van de prefab, de prefab in het midden afgesteund op de tunnel. De praktijk is echter dat tijdens het storten de tunnel vervormt door het gewicht van het beton. Hierdoor zal het element uiteindelijk toch op de uiteinden rusten tijdens het verhard van de binnenconstructie;
- de vervormingen van de juist ontworpen vloeren is groot, ook omdat de vloer op de laatste tunnelkist een (tijdelijk) eindveld is.

De torsiestijfheid van de verbinding is bepalend voor de mate waarin de krachtwerking in de verbinding wordt beïnvloed door het verschil in het gedrag tussen binnen- en buitenconstructie. Dit betekent dat een verbinding met een dubbele breedte acht maal sterker wordt beïnvloed!

Uitvoering

Aandachtspunten tijdens de uitvoering van verbindingen:

- voor een goede inleiding van de krachten naar en vanuit de verbinding zal beoordeeld moeten worden of extra voorzieningen (bijvoorbeeld bijlegwapening) of een bepaalde uitvoeringsoplossing (bijvoorbeeld de natte knoop) vereist zijn;
- de wapening van de koudebrug onderbreking mag achteraf niet gebogen, geknipt of gelast worden. Overleg in bijzondere situaties altijd vooraf met de constructeur en leverancier;
- bij het stellen tijdens de uitvoering van te verbinden constructiedelen moet in bepaalde gevallen rekening worden gehouden met vervormingen die kunnen ontstaan bij het op spanning komen van verbindingen. Deze vervormingen kunnen leiden

tot afsteunen en/of doorstapelen van constructieonderdelen op andere constructieonderdelen. Dat heeft gewijzigde statische schema's tot gevolg, waarbij zeer grote en/of verkeerd gerichte krachten op de verbindingen kunnen ontstaan. Tevens zal ook het verwijderen van tijdelijke ondersteuning zorgvuldig en in de juiste volgorde moeten geschieden ter voorkoming van het verkeerd belasten van verbindingen en of constructiedelen.

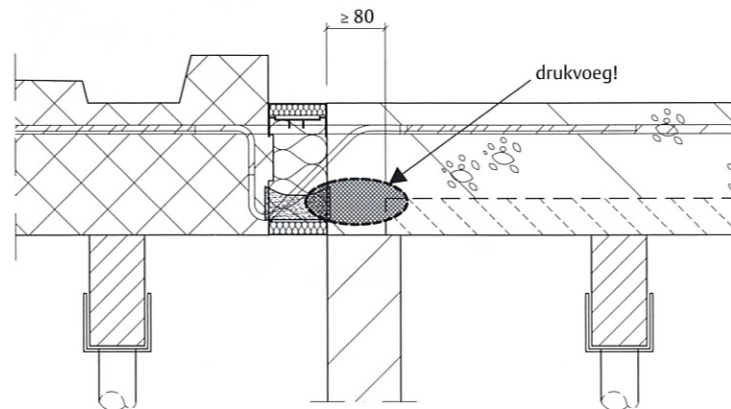
Aansluiting drukvoeg

Voor een goede overdracht van de drukkrachten vanuit de koudebrug onderbreking naar de aansluitende constructie dient een goede drukvoeg van voldoende

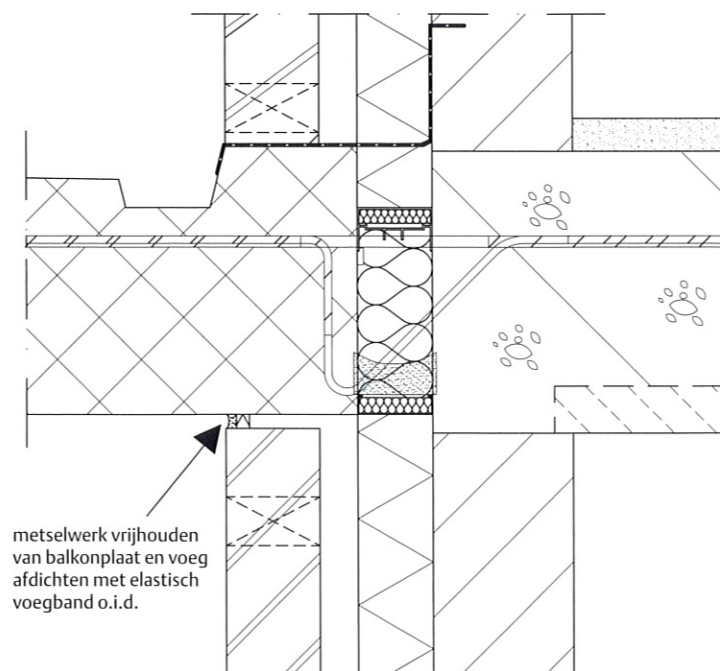
afmetingen te worden aangebracht in de vorm van een natte knoop (fig. 5). In geen geval mogen er zich achter de drukelementen van de koudebrugonderbrekingen sparingen, leidingen, schuimband, PUR-schuim en dergelijke bevinden. Die brengen de standzekerheid en constructieve veiligheid ernstig in gevaar.

Vervormingen die leiden tot gewijzigde statische schema's en overbelasting

Ter voorkoming van belastingoverdracht door het balkon naar het buitenmetselwerk moet het metselwerk worden vrijgehouden van de balkonplaat (fig. 6). Tevens wordt hiermee voorkomen dat de koudebrug onderbreking in de verkeerde richting door zoge-

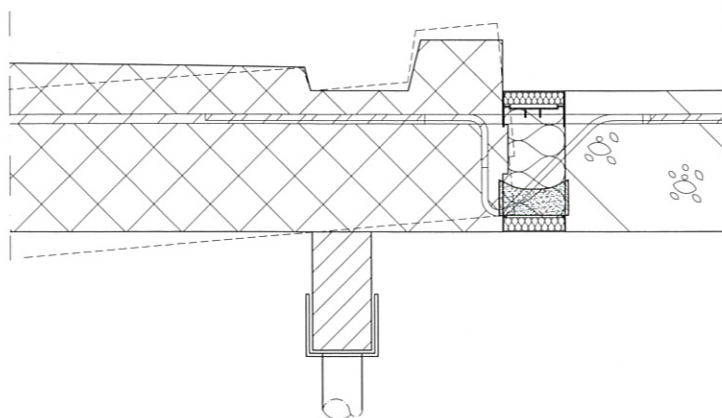


5 | Beton in drukzone achter drukknokken goed aanvullen en verdichten!

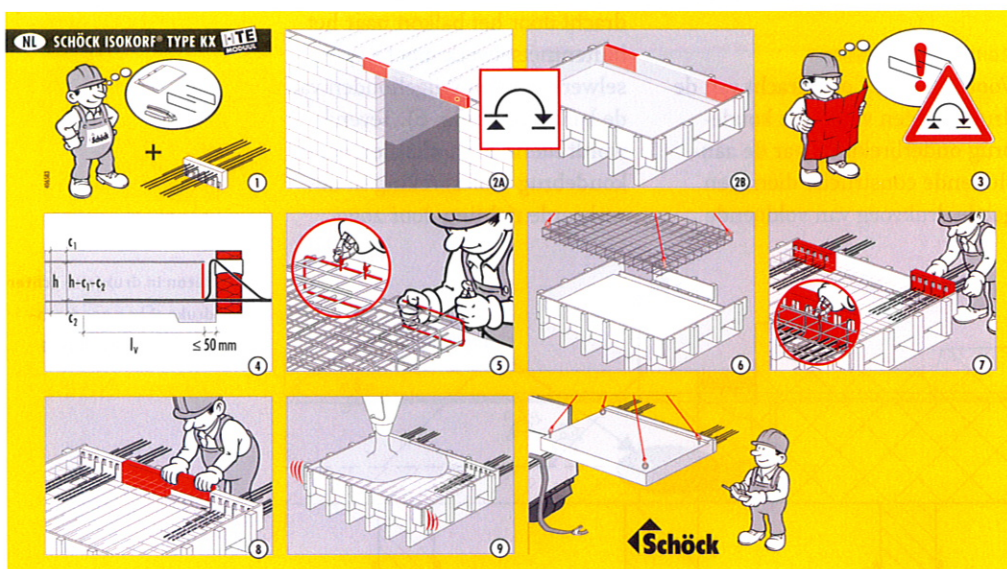


6 | Het metselwerk moet vrijgehouden worden!

7 | Het stempel bij de verankering als eerste verwijderen



8 | Voorbeeld van een non-verbale handleiding



noemde hevelwerking (opwaartse kracht) wordt belast. Dit soort situaties kunnen ook ontstaan wanneer in de bouwfase eerst de stempels aan de buitenzijde van het uitkragende element worden verwijderd en pas daarna de stempels aan de binnenzijde (fig. 7).

Communicatie

Eerder is al aangegeven, dat juist bij constructieve verbindingen, waar de overdracht plaatsvindt van krachten tussen twee bouwelementen, een goede communicatie van groot belang is. Alleen met zowel een goed ontwerp als de juiste uitvoering is een veilige constructie mogelijk. Gezien de huidige ontwikkelingen in de bouw wat betreft nieuwe verankerings technieken en de internationalisering van medewerkers op de bouwplaats, zal een goede communicatie steeds belangrijker worden.

Speciale communicatietechnieken kunnen uitkomst bieden bij het bereiken van een goede communicatie. Checklisten voor ontwerpers, uitvoerenden en controlerende partijen, zijn een voorbeeld van een hulpmiddel, waarmee men op een eenvoudige wijze systematisch kan toetsen bij de controle van bijvoorbeeld ontwerp berekeningen en toepassing.

Ook audiovisuele middelen kunnen helpen bij een goede communicatie richting de uitvoering. De videoverzameling Bouwbox® is daar een voorbeeld van: meer dan honderd praktijkgerichte films van circa zes minuten lengte tonen hoe producten op een goede manier moeten worden verwerkt. Het doel hierbij is fouten tijdens de uitvoering te voorkomen, om zodoende de faalkosten te verminderen. Tevens besteedt De Bouwbox veel aandacht aan veiligheid, gezondheid en milieu. Ook de

Schöck Isokorf® koudebrugonderbrekingsystemen zijn in De Bouwboxmediatheek opgenomen. Bijzonder zijn ook de non-verbale inbouwhandleidingen voor de verwerking van Isokorf® koudebrugonderbrekingsystemen (fig. 8), waardoor men onafhankelijk van de spreektaal van de bouwplaatsmedewerker toch een juiste verwerking van het verankeringssysteem kan communiceren.

Ten slotte

Voor de veilige constructie van een koudebrugonderbreking is zowel een goed ontwerp als een juiste uitvoering noodzakelijk. Daarbij moet de ontwerper er rekening mee houden dat de berekeningen van de verschillende elementen goed op elkaar aansluiten, dat de constructie duurzaam is onder thermische belastingen en dat onderlinge beïnvloeding van de constructiedelen een grote invloed op de sterkte van de constructie hebben. Daarnaast moet hij ook vastleggen hoe voortschrijdende instorting kan worden voorkomen. De uitvoerder moet op zijn beurt tijdens de uitvoering bepalen of extra voorzieningen als bijlegwapening of bepaalde uitvoeringseisen noodzakelijk zijn. Ook moet hij er rekening mee houden dat bij het op spanning komen van de verbindingen, vervormingen kunnen ontstaan die kunnen leiden tot afsteunen en/of doorstapelen van de constructieonderdelen. Bij de uitvoering is een goede communicatie van groot belang. Audiovisuele hulpmiddelen en non-verbale inbouwhandleidingen kunnen helpen om een veilige constructie in goede banen te leiden. ■