

Stortnaden.

1 Voorwoord

In 1992 is door het toenmalige STUBECO bestuur de coördinatiecommissie studiewerk (KoKo) ingesteld. De doelstelling van de KoKo is het initiëren van studiewerk en het begeleiden van ingestelde studiecellen. Binnen het kader van de KoKo is in september 1999 de studiecél C07-2, stortnaden van start gegaan.

Het doel van deze studiecél is het actualiseren van de bestaande rapportage van studiecél 27 (1988) en het opstellen van een nieuwe rapportage C07-2, Stortnaden in de stijl van C07-1, Nabehandelen van beton.

Het geactualiseerde rapport van studiecél 27 (2001) heeft een geheel andere indeling gekregen.

Getracht is om een beter leesbaar rapport te krijgen met een naar het idee van de leden van de studiecél een logischer indeling, aangepast aan de huidige inzichten en normen. Het is een utopie te menen dat voor elk probleem een gepast antwoord te vinden is. Echter, in grote lijnen is getracht de uitvoeringsaspecten duidelijk aan de orde te stellen. In de separate rapportage C07-2 Stortnaden zijn de risico's en de aanbevelingen in de vorm van een stroomschema weergegeven.

In het rapport is nog uitgegaan van de NEN 6722 (VBU 1988). De NEN 6722 (VBU 2000) was ten tijde van het schrijven van dit rapport nog in ontwerp.

Wij hebben het vertrouwen dat deze geactualiseerde rapportage met de bijlage in een duidelijke behoefte voorziet.

Studiecél C07-2 Stortnaden bestaat uit de volgende leden:

G.G. van den Berg	TBI Beton- en Waterbouw Haverkort
J.H. Blonk (secretaris)	Wagemaker Adviesgroep B.V.
A.P. Dost	Visser en Smit Bouw B.V.
O. de Haan	Mavotrans B.V.
C.F. Hoogeveen (voorzitter)	Betonmortelcentrale Flevoland B.V.
H.M.A. Leenknecht (mentor Koko)	Bouwdienst RWS

2 Inhoudsopgave

1	Voorwoord	1
2	Inhoudsopgave	2
3	Inleiding	3
3.1	Definitie	3
3.2	Plaats stortnaden.....	3
4	Constructieve aspecten.....	4
4.1	Woningbouw	4
4.2	Utiliteitsbouw en waterbouw	4
5	Uitvoeringsaspecten van stortnaden.....	5
5.1	Voorschriften en aanbevelingen.....	5
5.2	Woningbouw, utiliteitsbouw en waterbouw.....	5
5.2.1	Horizontale stortnaad	5
5.2.2	Verticale stortnaad	5
5.3	Aanbevelingen en aandachtspunten voor de uitvoering	7
5.4	Waterdichte stortnaden.....	8
5.5	Stortnaden bij schoon beton.	9
5.6	Lekkages	10
5.6.1	Oorzaken lekkages	10
5.6.2	Reparaties.....	10
6	Literatuur.....	11

3 Inleiding

3.1 Definitie

*Definitie van de stortnaad:
een geplande en noodzakelijke tijdelijke beëindiging van een betonstort in een betonconstructie.*

Een stortnaad ontstaat indien een betonstort wordt onderbroken, zowel horizontaal als verticaal, en er tegen de verharde beton nieuwe betonspecie gestort wordt. Het is dan niet meer mogelijk dat bij het verdichten de verse betonspecie in de reeds eerder gestorte specie overgaat.

De meeste betonconstructies worden in delen gestort. Bij de ontstane stortnaden moet de nieuwe specie zo goed mogelijk hechten aan de reeds verharde beton. Aan een stortnaad worden constructieve eisen gesteld, dus moet in het ontwerp hiermee rekening gehouden worden (stekkenbakken, stekeinden, doorkoppelankers) en moet gezorgd worden voor een goede hechting tussen de beide betondelen. Het vlak van de stortnaad moet in het algemeen haaks staan op het constructieonderdeel.

3.2 Plaats stortnaden

Volgens de NEN 6722 (VBU 1988) geldt volgens artikel 9.5.1 Plaats stortnaden. Stortnaden mogen uitsluitend worden gemaakt op plaatsen waar deze op de werktekening zijn aangegeven. Bij onvoorziene onderbreking moet de plaats van een extra stortnaad in overleg met de (hoofd)constructeur worden bepaald. Met als toelichting; Indien de (hoofd)constructeur stortnaden noodzakelijk acht, is het wenselijk om deze reeds op de bestektekening aan te geven in verband met de gevolgen van hogere kosten voor de uitvoering.

De plaats wordt in eerste instantie bepaald door constructieve overwegingen. Stortnaden kunnen uitstekend normaalkrachten en momenten overbrengen. Schuifspanningen kunnen door een stortnaad minder goed overgebracht worden. Architectonisch kan een stortnaad bij schoon beton minder gewenst, zelfs ontsierend zijn. In hoofdstuk 3.4 worden daartoe passende maatregelen aangegeven.

Uitvoeringstechnisch kan het moeilijk zijn om stortnaden juist dáár te projecteren waar zich in de betonconstructie weinig dwarskrachten bevinden. Het is daarom noodzakelijk dat de aannemer vooraf goed nadenkt over de plaats en de uitvoering van de stortnaden. Dit behoeft de goedkeuring van de constructeur.

Stortnaden in een betonconstructie zijn noodzakelijk:

- a. Omdat de beschikbare betonstortcapaciteit op één of aaneengesloten werkdagen beperkt is. Tussen twee stortnaden wordt de bepaalde hoeveelheid betonspecie aangebracht, die op een werkdag of aaneengesloten werkdagen verwerkt kan worden.
- b. Om krimpscheuren bij lange wanden en vloeren beperkt te houden. Door het kiezen van de juiste afstanden van de stortnaden, of door wand- of vloermoten om en om te storten. Zodat een gedeelte van de krimp is opgetreden voordat de andere moten worden gestort. De plaats van een stortnaad kan ook gecombineerd worden met een dilatatievoeg.
- c. Om ontmenging van de betonspecie bij grote storthoogten in hoge wanden en kolommen te voorkomen.
- d. Het is nagenoeg onmogelijk een gehele constructie volledig te bekisten. Afgezien van stabiliteitsproblemen spelen ook de kosten een belangrijke rol. Stortnaden worden vaak bij een richtingsverandering in de bekisting aangebracht. Dit is niet altijd gebruikelijk bijvoorbeeld bij een tunnel waarbij wand en boven liggend dek aansluitend gestort kunnen worden.

4 Constructieve aspecten

4.1 Woningbouw

In de woningbouw zijn de krachten die via de stortnaad moeten worden overgebracht niet van grote orde. Deze zijn meestal beperkt tot druk in de wanden, soms excentrische druk in eindwanden en momenten in de vloeren. De massa (dus dikte van wanden en vloeren) is maatgevend in verband met de geluidsisolatie.

De woningscheidende wanden en buitenwanden (van laagbouw) zijn meestal ongewapend. De wanden worden dan meestal direct op de reeds gestorte vloer gestort. Voor de aansluiting van de wandbekisting op de vloer wordt, indien nodig, een opstorting gemaakt.

4.2 Utiliteitsbouw en waterbouw

In deze categorie ligt het bepalen van de stortnaden kritischer. Het overbrengen van momenten is bij horizontale en verticale stortnaden geen probleem door voldoende wapening aan te brengen. Met het betonstaal wordt de gewapende beton constructie optimaal gedimensioneerd ten aanzien van belasting en scheurvorming.

Kritisch bij stortnaden is het overbrengen van schuifspanningen. Dit probleem kan optreden bij wandvloeraansluitingen in bijvoorbeeld sluizen en tunnels (horizontaal). De constructeur is verantwoordelijk voor de plaats van de stortnaad i.v.m. verminderde dwarskrachtcapaciteit. Indien zou blijken dat de stortnaad onvoldoende capaciteit heeft moet de constructeur aangeven hoe dit moet worden opgelost (extra wapening, stekkenbakken etc.).

Bij utiliteitsbouw en waterbouw zijn de krachten die via een stortnaad moeten worden overgebracht groter dan bij de woningbouw. De sterkteklasse van het ter plaatse gestorte beton zal B 25 à B 45 zijn.

5 Uitvoeringsaspecten van stortnaden

5.1 Voorschriften en aanbevelingen

De kwaliteit van een stortnaad wordt bepaald door onder meer de kwaliteit van het beton aan weerszijden van de stortnaad en door de structuur en de reinheid van het oppervlak van het eerste stort.

Voor het betonstorten moet de stortnaad gereinigd worden. Zand, zaagsel, curing compound en ontkistingsolie zijn de meest voorkomende ongerechtigheden die de aanhechting van beton specie aan reeds verharde beton verhinderen.

Volgens de NEN 7622 (VBU 1988) geldt volgens artikel 9.5.2 dat de stortnaad voor uitvoering:

- a. Zonodig ruw gemaakt moet worden.
- b. Gereinigd moet worden.
- c. Bevochtigd moet worden, waarbij de buitenste laag voldoende verzadigd is, maar niet drijfnat.
- d. In bepaalde gevallen, indien zo is voorgeschreven, de aansluitvlakken behandeld worden met een hechtlaag op basis van kunsthars.

5.2 Woningbouw, utiliteitsbouw en waterbouw

5.2.1 Horizontale stortnaad

De beton van het eerste stort goed verdichten. Ook tussen de stekken de stortnaad tijdens het opstijven van de specie ruw maken met een harde bezem of borstel. Hierdoor wordt de aanwezige cementhuid verbroken en de toekomstige aanhechting bevorderd. Eventueel oppervlakervertrager toepassen en de dag na het stort afsputten met hoge druk reiniger of de stortnaad na verharding gritstralen.

Nadat de bekistingen gesteld zijn, de stortnaad schoonmaken met water. Spoelluiken aanbrengen om het vuil af te voeren. Indien een voegen band is toegepast spoelluiken aan weerszijden of in de kopbekisting aanbrengen. Vet en/of gemorste bekistingsolie wegspoelen met ruim water. Let op hoekaansluitingen, stortnaadstrippen e.d.; dit zijn de geijkte plaatsen waar vuilophopingen voorkomen. Wanneer het stellen van de bekisting en het storten van het beton direct achter elkaar plaats vinden, kunnen spoelluiken achterwege blijven.

Als spoelluiken problemen geven bij het toepassen van systeem bekistingen het vuil verwijderen door middel van een waterzuiger of waterpomp.

Vrij water is nadelig voor de aanhechting. Het is voldoende indien de stortnaad vochtig is. Het aanbranden van de stortnaad met een vette en zandrijke specie wat men vroeger deed is overbodig. Door betere stortmethoden en betere samenstelling van de betonspecie is er tegenwoordig veel minder kans op ontmenging van de specie en is er voldoende fijn materiaal aanwezig.

Het is belangrijker dat de betonspecie een goede verwerkbaarheid heeft. Gebleken is dat betonspecie met een zetmaat hoger dan 80 mm een betere hechting op oude beton heeft dan specie met een lagere zetmaat.

De stortnaad beschermen tegen uitdrogen door deze nat te houden. Indien de stortnaad wordt behandeld met een oppervlakervertrager en later wordt schoongespoten is beschermen tegen uitdrogen minder relevant. Het behandelen van de stortnaad met een curing compound wordt afgeraden. Indien toch wordt overgegaan tot de toepassing van curing compound moet deze te allen tijde worden verwijderd.

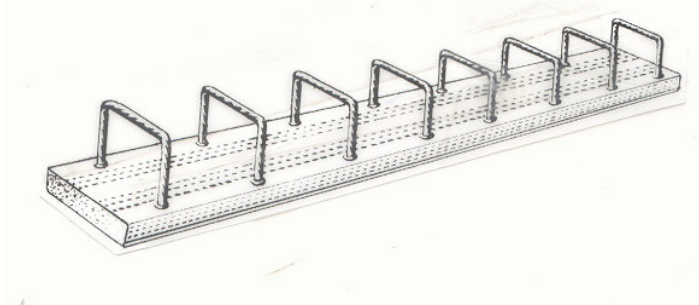
5.2.2 Verticale stortnaad

Voor verticale stortnaden in wanden en vloeren die dwarskrachten moeten overbrengen dient de wapening door te lopen en moet het oppervlak van de verticale stortnaad (vloer of wand) ruw zijn. Hiertoe staan de volgende mogelijkheden ter beschikking:

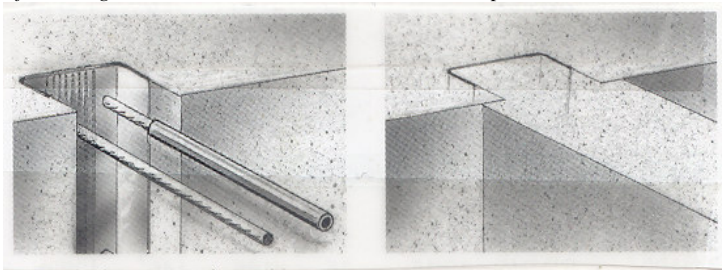
- a. stekken bakken.
Een afsluitbare geprofileerde geperforeerde plaatstalen bak van een standaardlengte waarin voorgevormde staven betonstaal op gestandaardiseerde hart-op-hart afstand zijn opgenomen. Door de profilering kan de bak ook schuifkrachten opnemen. Belangrijk is het éénmalig terugbuigen van het betonstaal zodat geen

structuurverandering optreedt, voorkom dat een zogenaamde "zwanehals" ontstaat. Bij zogenaamd "tempcore" staal (thermisch behandeld) zijn structuurveranderingen niet te verwachten. In de ontwerp NEN 6722 (VBU 2000) artikel 1 0.2.4 staat o.a. vermeld dat betonstaal na het buigen en terugbuigen over 90° moet blijven voldoen aan NEN 6008. Bij waterdicht werk kan de stekken bak aan beide zijden voorzien worden van een zwelband.

Afbeelding 1: stalen stekkenbak als product



Afbeelding 2: stalen stekkenbak na het eerste resp. het tweede stort



- b. Geprofileerde rubber- of kunststofmatten (of geprofileerde houten kist).
Bij matten een goed ontkistingsmiddel/pasta kiezen teneinde te voorkomen dat de matten een grote hechting aan het beton vertonen. Het verdient aanbeveling om na het verharden de cementhuid te verwijderen.
- c. Haringgraatstaal en strekmetaal.
Verzinkte en geperforeerde verzinkte stalen platen die in de constructie achterblijven, minimale structuurdiepte 5 mm. Voordeel is dat de wapening niet onderbroken hoeft te worden, deze kan er doorheen steken.

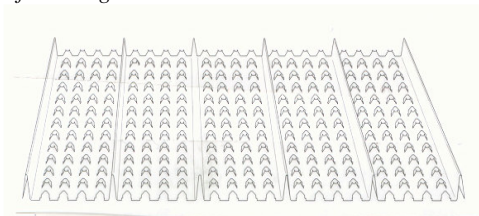
Afbeelding 3: haringgraatstaal



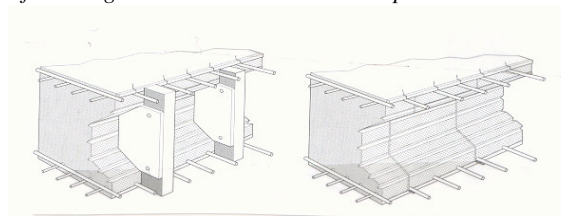
Een nadeel kan zijn dat fijne delen van de betonspecie kunnen passeren en later lekkages kunnen veroorzaken.

Het overlappend aanbrengen van haringgraatstaal en strekmetaal geeft risico op lekkage vanwege onvoldoende vulling ertussen met beton.

Afbeelding4: strekmetaal



Afbeelding5: strekmetaal in de kist resp. ontkist



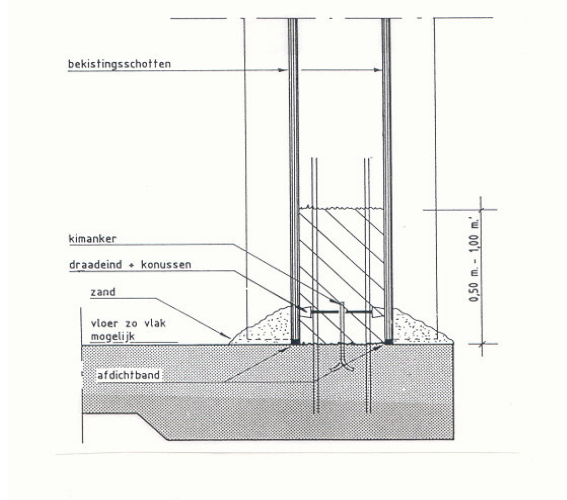
- Bij waterdicht werk het haringgraatstaal of strekmetaal ~in het dekkingsgebied door laten steken in verband met corrosie.
- d. Het ruw maken van de stortnaad d.m.v. water- of gritstralen (zie ook 5.3.punt b)
 - e. Oppervlaktevertragers
Door het toepassen van een papiervertrager, vertragingspasta of het opsproeien van een vertragingsmiddel wordt de cementverbinding vertraagd. Afhankelijk van de tijdsduur van de vertraging moeten de bekistingen tijdig worden verwijderd en het oppervlak met waterstralen worden behandeld, opdat het niet gebonden cement en zand worden verwijderd en er een ruwe stortnaad ontstaat.
Bij het toepassen van een oppervlaktevertrager kan het verwijderen van de cementhuid plaats vinden over een langer periode na het storten, afhankelijk van de keuze van het type vertrager. Vooral bij het storten vóór het weekend, kan dit voordelen hebben. De temperatuur speelt hierbij ook een grote rol.

Als de (kop-)bekisting enige dagen tot een week na het storten op zijn plaats blijft is er minder gevaar op uitdroging van de stortnaad. Indien dit niet mogelijk is de stortnaad beschermen tegen uitdrogen door het nat houden. Curing compound is niet aan te bevelen, moet later weer verwijderd worden.

5.3 Aanbevelingen en aandachtspunten voor de uitvoering.

- a. Bij vloeren de betonspecie tussen de stekken goed verdichten.
- b. Bij verhardende beton de cementhuid op de stortnaad verwijderen met een lagedruk waterstraal binnen enige uren na het storten, of met een hogedruk waterstraal tussen 6 en 24 uur na het storten, afhankelijk van de weersgesteldheid en de verhardingsgraad van de specie. Eventueel toepassen van een oppervlaktevertrager, deze is afhankelijk van de temperatuur enige dagen actief.
- c. Bij verharde beton de stortnaad boucharderen of gritstralen. Nadeel boucharderen is het ontstaan van micro scheurvorming. Voor het aanstorten de vrijgekomen deeltjes verwijderen door middel van perslucht of een hogedruk waterstraal.
- d. Voor het storten er op letten dat er geen vrij water op de stortnaad is. Een voorbevochtigde stortnaad geeft de beste aanhechting (minimaal 4 uur voor het stort bevochtigen).
- e. Aansluiting wandkist op vloer goed laten aansluiten door middel van specie of schuimband in combinatie met voorgespannen centerpennen, ter voorkoming van grindnesten als gevolg van het weglopen van cementwater.
- f. Bij aansluiting wand op wand verdient het aanbeveling de centerpennen aan te spannen op de bestaande wand
- g. De betonspecie van het nieuwe stort in consistentiegebied 3 of 4 verwerken. Een zetmaat hoger dan 100 mm geeft een betere aanhechting dan lagere zetmaten. Door toepassing van een plastificerende hulpstof en voldoende fijne delen, ca. 150 liter per m3 kleiner dan 0,250 mm, kan betonspecie met een hogere zetmaat worden gemaakt. Goede aandacht aan de verdichting te besteden, speciaal in de hoeken.
 - h. Bij toepassing van voegen band of kim-blik, in combinatie met kim-ankers, moet zorgvuldigheid worden betracht bij het bepalen van de plaats van deze voorzieningen.

Afbeelding 6: aansluiting wandkist op de vloer

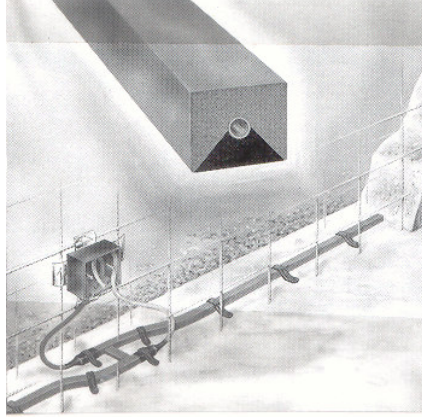


5.4 Waterdichte stortnaden

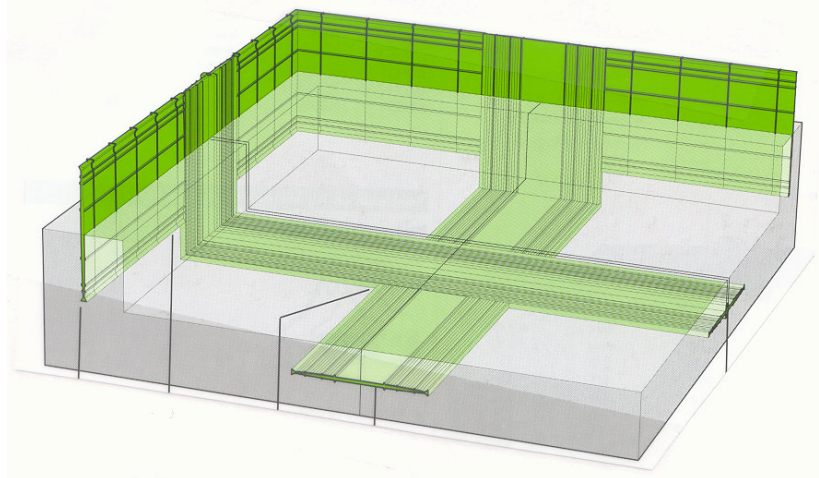
Uitvoeringstechnisch worden aan waterdichte stortnaden de hoogste eisen gesteld. Als extra zekerheid kunnen voorzieningen ingestort worden om lekwater tegen te houden. Stalen voegblikken of binnen-/buitenliggende voegen banden om de lekweg te verlengen. Of zwelbanden, injectieslangen of zwel- en injectieslang om de stortnaad volledig af te dichten.

Overzicht van in te storten voorzieningen voor een waterdichte stortnaad.

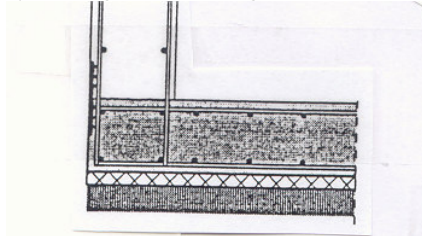
Afbeelding 7: kimaansluiting met injectieslang



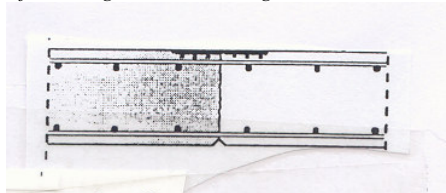
Afbeelding 8: kimaansluiting met kunststof of rubber voegenband



Afbeelding 9: aansluiting wand/vloer met buitenliggend voegenband



Afbeelding 10: aansluiting vloer/vloer met buitenliggend voegenband



5.5 Stortnaden bij schoon beton.

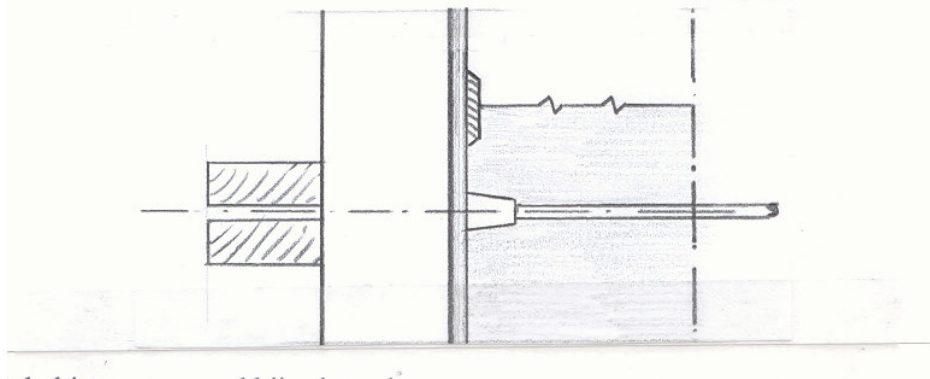
Bij stornaden bij schoon beton is de plaats van de centerpenen van belang. Het plaatsen van centerpenen direct naast de stortnaad in het nieuw te storten werk wordt afgeraden. De bekisting van de aansluitende bekistingsconstructie kan dan meestal niet met voldoende kracht tegen het bestaande werk worden gekneld. Hierdoor kan de naad tegen het

bestaande werk gaan lekken met alle gevolgen van dien. Aanbevolen wordt de bekisting van de volgende stort te klemmen aan het bestaande werk met behulp van de centerpenen, die in de vorige stort naast de stortnaad zijn opgenomen.

Een stortnaad is na het ontkisten een ontsierende lijn door het verschil in watercementfactor en verschil in betonsamenstelling (bijv. door sedimentatie). De stortnaad kan bij schoon beton minder storend worden gemaakt door:

- a. De plaats van de stortnaad vast te leggen in het stortplan.
- b. De stortnaad te laten spreken door het aanbrengen van een verdiepte spa ring door middel van een geprofileerde stortlat op de contactbekisting, Iet op voldoende dekking achter de stortlat. De stortnaad halverwege de stortlat houden.

Figuur 11: bekisten stortnaad bij schoon beton



5.6 Lekkages

5.6.1 Oorzaken lekkages

Lekkages kunnen zich in de volgende fases voordoen:

- a. In de bouwfase bij onder andere kelders als de bronbemaling wordt uitgeschakeld. Deze lekkages zijn niet altijd direct te constateren in verband met het aanwezige bouwvocht.
- b. In de testfase onder andere bij (rein)waterkelders, filterbakken enz. waarbij extra water aandacht is voor elke lekkage in verband met vervuiling van drink- of proceswater. In deze testfase wordt de waterdruk meestal opgevoerd om een zo goed mogelijk beeld van de lekkage te krijgen.
- c. In de bedrijfsfase waarbij in een later stadium de waterdruk werd aangebracht (of verhoogd) waardoor de waterdichtheid niet in een eerdere fase beoordeeld kon worden.

Meestal zijn lekkages op de stortnaad het gevolg van scheuren, grindnesten en/of vervuiling op de stortnaad. Om een lekkage te beoordelen moet afhankelijk van de situatie, hoogte waterdruk en ernst onvolkomenheid, minstens 2 a 3 dagen na het aanbrengen van de volledige waterdruk gewacht worden.

Grindnesten ter plaatse van stortnaden kunnen aanleiding geven tot verlies aan sterkte en duurzaamheid van de stortnaad. Ze kunnen ontstaan door onvoldoende dichting en/of weggelopen cementlijm als gevolg van een slechte aansluiting van wandkist op vloer.

5.6.2 Reparaties

- a. Lekkende stortnaden (in vloeren en wanden)
Lekkende stortnaden moeten in bijna alle gevallen gedicht worden door middel van injectie. De stortnaad wordt hierbij onder een hoek van 45° aangeboord, zodanig dat de injectievloeistof in het midden van de stortnaad kan worden aangebracht. De onderlinge afstand van de injectiepunten is afhankelijk van de wanddikte en de ernst van de lekkage maar bedraagt gewoonlijk ca. 200 tot 300 mm.
De injectie geschied meestal in lekkende situatie zodat vrij snel het resultaat van de injectie zichtbaar wordt. De injectievloeistof (polyurethaan, acrylamide) reageert met het aanwezige water.
Injectiewerkzaamheden uitvoeren volgens CUR-Aanbeveling 56.
- b. Grindnesten
- c. Grindnesten uithakken tot de verdichte beton, hierbij mag geen waterdruk aanwezig zijn. De aanwezige wapening eventueel conserveren. Aanstorten met een cementgebonden gietmortel met geschikte korrelgrootte. De ondergrond voorlijmen met een cementgebonden hechtlaag. De bekisting goed sluitend tegen het wandoppervlak zetten om uitloop van de gietmortel te voorkomen. Reparatie uitvoeren volgens CUR-Aanbeveling 54.
- d. Weggelopen cementlijm
Bij de kimconstructie is vaak sprake van weggelopen cementlijm, veroorzaakt door een slecht aansluitende wandkist op de vloer. In de meeste gevallen betreft het slechts een visueel probleem. De reparatie kan geschieden door middel van inwazen met een cementgebonden reparatiemortel in nagenoeg dezelfde kleur. Nabehandeling is essentieel. Reparatie uitvoeren volgens CUR-Aanbeveling 54.

6 Literatuur

- Betoniek 1/08 september 1970
- Betoniek 3/28 september 1976
- Betoniek 4/30 november/december 1979
- Betoniek 8/08 september 1989
- Betoniek 8/10 november/december 1989
- Betoniek 10/13 maart 1996
- Betoniek 11/14 april 1999
- Cement en Beton, Eenvoudige betonberekeningen 1979/3e druk
- Cement en Beton, Betontechnologie 1991/8e druk
- Construeren in gewapend beton deel I 1977, deel II 1978
- Beton, 47 Jahrgang, oktober 1997, Fugenausbildung bei Weissen Wannen; Empfehlungen fur die Praxis
- Cement 1994/12, Uitvoeringstechniek (V): Tunnelbekisting in de woningbouw
- Cement 1995/1, Vloeistofdichte Betonconstructies, Regelgeving en de ontwerppraktijk