



Waterdichtheid van constructies verdient aandacht van opdrachtgevers, constructeurs, aannemers en betonleveranciers

Waterdichtheid een utopie?

- 1 Watervoerende scheuren in betonwanden met roestende wapening
foto: Bescon Bestrijdingstechnieken B.V.
- 2 Waterdichtheid van kelders is al meer dan 100 jaar een belangrijk onderwerp

Het maken van waterdichte constructies is geen sinecure. Er zijn veel uiteenlopende factoren die lekkages kunnen veroorzaken en ook het aantal partijen dat invloed heeft op waterdichtheid is groot. Het is van belang dat er goed over het probleem wordt nagedacht en dat partijen hun verantwoordelijkheid nemen, meer dan nu vaak het geval is. Hoewel echte garanties nauwelijks zijn te geven, levert dat wel de meeste kans op een goed eindresultaat.

In theorie is beton nooit helemaal waterdicht. Het materiaal zelf is immers poreus waardoor er altijd wel enig transport van water(damp) mogelijk is. Ongescheurd beton is in de praktijk wel waterdicht, omdat de verdamping aan het oppervlak meestal veel groter is dan het eventuele vochttransport dat door het ongescheurde beton plaatsvindt.

Het grote probleem voor waterdichte constructies zijn de scheuren in het beton. Zijn die te groot en doorgaand, dan treedt onherroepelijk lekkage op. Er is dan ook een duidelijke link te leggen tussen scheurwijdte en waterdichtheid. Er zijn wel diverse richtlijnen voor minimumwapeningspercentages of dikten van de betonconstructie. Maar helaas geven die geen garantie dat een constructie ook daadwerkelijk waterdicht is.

Het is belangrijk dat ook een opdrachtgever nadenkt over waterdichtheid. In de ontwerpfase moeten vragen worden gesteld als: is 'zweeten' van het beton toegestaan of is injecteren achteraf mogelijk? De opdrachtgever moet de mogelijkheden kennen en de consequenties van de verschillende alternatieven. Zijn adviseurs moeten hem daarbij helpen; die moeten de verwachtingen managen. Zo is het opnemen van een eis voor scheurvrij beton meestal niet realistisch. En alleen een eis voor een 'waterdichte kelder' volstaat evenmin. Dat moet specifiek en is ook afhankelijk van de toepassing in de praktijk. Bij een parkeerkelder gelden nu eenmaal andere voorwaarden dan bij een archief.

Of aan de eisen ten aanzien van waterdichtheid wordt voldaan, is afhankelijk van talloze, zeer uiteenlopende invloedsfactoren, zoals belastingen, vervormingen, krimp, hoeveelheid wapening, betonsamenstelling, weersinvloeden tijdens de stort, nabehandeling en omstandigheden op de bouwplaats. En die factoren worden weer beïnvloed door verschillende betrokkenen, zoals constructeurs, aannemers en betonleveranciers. Het realiseren van waterdichte constructies is al met al een bijzonder complexe opgave. Het gaat in de praktijk daarom nog wel eens mis en lekkende kelders zijn geen uitzondering.

Totstandkoming artikel

Dit artikel is tot stand gekomen op basis van een gesprek met drie redactieleden van *Cement*: een constructeur, Paul Lagendijk, een aannemer, René Sterken, en een schade-expert, Dick Hordijk.

Ontwerp

De basis voor een waterdichte constructie wordt gelegd in het ontwerp. Er is dan ook een belangrijke rol weggelegd voor de constructeur. Hij heeft het beste inzicht in de krachtswerking en zal op basis van onder meer belastingen en opgelegde vervormingen bepalen hoe dik een constructie moet zijn en hoeveel wapening moet worden toegepast om ook de scheurwijdten te beperken. Het toepassen van veel wapening ten behoeve van een geringe scheurvorming lijkt weliswaar voor de hand liggend, maar is lang niet altijd een zaligmakende oplossing. Zeker niet omdat budgetten niet eindeloos zijn. Er zijn genoeg voorbeelden van constructies die exact volgens de voorschriften zijn ontworpen, met naar het lijkt voldoende hoge wapeningspercentages, maar die in de praktijk toch lekkages vertonen. En als het zover is, zijn de scheuren door de grote hoeveelheid wapening vaak dermate klein dat het injecteren lastig is.

Er kunnen alternatieven worden overwogen. Eén daarvan is de wapening te beperken tot de hoeveelheid die minimaal nodig is voor de constructieve veiligheid en geen rekening te houden met overmatige scheurvorming. Je laat scheuren dan dus ontstaan en kiest ervoor die achteraf te dichten.

In NEN 6720 was hierover in toelichting op 4.3.3. aangegeven: "Omdat het beperken van scheurvorming ten gevolge van opgelegde vervormingen in het algemeen veel wapening vereist, kan het uit economische overwegingen aanbeveling verdienen deze wapening achterwege te laten en zo nodig beschermende maat-

2





3

regelen te nemen, bijvoorbeeld door de te wijde scheuren te injecteren. Uiteraard moet er door het nemen van betontechnologische en uitvoeringstechnische maatregelen naar worden gestreefd scheurvorming zoveel mogelijk te voorkomen. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de in de praktijk opgedane ervaringen met bepaalde maatregelen, zoals het koelen van beton of het toepassen van een goede nabehandeling”.

Het injecteren kan worden betaald met het geld dat wordt uitgespaard door de lagere hoeveelheid wapening. Uiteraard moeten hierover vooraf goede afspraken worden gemaakt met de opdrachtgever. Ook moet worden bekeken of injecteren überhaupt wel mogelijk is en wanneer dat moet gebeuren. En men moet er zich van bewust zijn dat één keer injecteren meestal niet voldoende is en dat scheurvorming en injecteren ook esthetische consequenties hebben. Vaak is een afwerking van het betonoppervlak gewenst.

Een ander alternatief is het aanbrengen van schijnvoegen waardoor scheuren op vooraf aangewezen plaatsen ontstaan. Op die plaatsen kan de constructie aan de buitenzijde worden afgeplakt. Een dergelijke oplossing wordt ook gebruikt bij toepassing van schilwanden, waarbij de naden van de buitenzijde worden afgeplakt. Het is zelfs denkbaar een constructie in zijn geheel ‘in te pakken’.

Een andere oplossing die nog wel eens wordt overwogen, is het dilateren van de constructie. Dilataties zijn ervoor bedoeld te voorkomen dat vervormingen worden verhinderd en er dus voor te zorgen dat geen scheurvorming ontstaat. Maar dilataties leveren lang niet altijd het gewenste resultaat. Dilatatieprofielen leiden vaak tot complexe wapeningsdetaillering en zijn zelf ook weer een zwakke schakel.

Welke oplossing ook wordt gekozen, het is vooral belangrijk er vooraf goed over na te denken en de consequenties te overzien. Duidelijke communicatie met de opdrachtgever is essentieel. Maar feit is dat het waterdicht maken een bijzonder complexe opgave is. Sterker nog, lang niet voor elke situatie is een kant-en-klare, ideale oplossing beschikbaar.

Uitvoering

Hoewel, zoals gezegd, een goed ontwerp een heel belangrijke basis vormt voor een waterdichte constructie, is ook de uitvoering zeer bepalend voor het uiteindelijke resultaat. Een uitstekend ontwerp kan door een slechte uitvoering immers flink om zeep worden geholpen. Dat kan diverse oorzaken hebben, zoals extreme weersomstandigheden, grote temperatuurontwikkelingen, slechte verdichting, en onvoldoende nabehandeling. Hoewel een goede constructeur ook nadenkt over de uitvoering, kan hij de uitvoeringsaspecten niet volledig overzien. De constructeur is dan ook niet de enige die de verantwoordelijkheid draagt voor waterdichtheid. Ook de aannemer speelt een rol.

Vaak omschrijft de constructeur in de ontwerpsspecificatie dat niet hij maar de aannemer verantwoordelijk is voor de waterdichtheid, juist omdat die de uitvoeringsomstandigheden bepaalt. Een aannemer weet onder welke omstandigheden er wordt gestort, welk mengsel wordt gebruikt en waar de stortnaden liggen. En hij is verantwoordelijk voor een goede verdichting en nabehandeling.

Het is van belang dat een aannemer goed op de hoogte is van de eisen en de invloedsfactoren op de waterdichtheid. Is hij dat niet dan ontstaat voor hem een groot risico. Want bij problemen achteraf zal vaak naar de aannemer als schuldige worden gewezen, hoewel niet altijd terecht. Gelukkig zijn er genoeg aannemers die zo veel ervaring hebben opgedaan met waterdichte constructies, dat zij goed inzicht hebben in de risico's. Zij hebben bovendien een waarschuwingplicht. Willens en wetens uitvoeren wat op papier staat terwijl je weet dat er een groot risico op lekkages bestaat, is niet toegestaan. Een aannemer doet er bij twijfel goed aan al in de aanbestedingsfase vragen te stellen aan de opdrachtgever over die waterdichtheid. Op die manier komt er voor alle op het betreffende project ingeschreven aannemers informatie naar voren in de zogenoemde nota van inlichtingen.

De waterdichtheid puur en alleen op het bordje van de aannemer leggen, is ook weer geen goede oplossing. De aannemer heeft

op zijn beurt immers geen goed inzicht in de krachtwerving in de constructie. Wat zijn de belastingen, hoe zijn die verdeeld over de constructie, hoe is de stabiliteit geregeld, is er sprake van schijfwerking, wat zijn de opgelegde vervormingen? En het is helaas niet zo eenvoudig dat je wapening, die nodig is als gevolg van de uitvoeringsomstandigheden, zo maar kunt optellen bij de wapening die volgt uit de krachtwerving. Je zult het altijd integraal moeten bekijken. Bovendien zal een aannemer een ontwerp dat niet deugt nooit kunnen herstellen. Een goede waterdichte constructie is dus altijd een samenwerking tussen ontwerp en uitvoering.

Betonmengsel

Behalve de ontwerp- en uitvoeringsaspecten speelt ook het betonmengsel een grote rol. Zo hangt de temperatuurontwikkeling sterk af van de hoeveelheid en het type cement. Maar ook uitdrogingskrimp en autogene krimp kunnen scheurvorming veroorzaken. In het ontwerp kan het mengsel worden voorgeschreven maar aannemers hebben vaak aanvullende wensen in verband met bijvoorbeeld ontkistingstijdstip en verwerking. Als op basis daarvan het mengsel wordt aangepast, kan dat weer nadelige invloed hebben op de scheurvorming. Wil een aannemer bijvoorbeeld meer cement om sneller te kunnen ontkisten, zal dat gevolgen hebben voor de krimp. Het is dan ook essentieel dat aannemer en leverancier hier duidelijk over communiceren. In de praktijk gebeurt dat lang niet altijd. In plaats van het voorschrijven van een mengsel kunnen in het ontwerp ook eisen worden gesteld aan de temperatuurontwikkeling, bijvoorbeeld de maximale temperatuur en de maximale temperatuurgradiënt. Het is dan aan de aannemer en de leveranciers om een mengsel toe te passen dat daaraan voldoet.

Als er overeenstemming is over het mengsel, moet het betreffende mengsel uiteraard ook daadwerkelijk worden geleverd. Gelukkig gebeurt dat vrijwel altijd, zeker bij een goede ingangsccontrole. Maar voor een goed mengsel geldt hetzelfde als voor een goed ontwerp: zonder een deugdelijke uitvoering leidt het alsnog tot problemen.

Ontwikkelingen

Er zijn ontwikkelingen in de bouw die kunnen bijdragen aan een betere waterdichtheid van constructies. Zo is de rekensoftware waarmee temperatuurontwikkelingen kunnen worden voorspeld, steeds toegankelijker. Echter dé oplossing is dat niet. Oorzaken van scheurvorming zijn dermate complex dat ze niet volledig zijn te modelleren.

Ook de materiaalontwikkeling staat niet stil. Zo kan toepassing van staalvezels in beton in sommige situaties een oplossing zijn. Een zeer actuele ontwikkeling is het stimuleren van het zelfher-

stellend vermogen door toevoeging van bacteriën. Bij scheuren tot 0,4 mm zijn daar verrassend goede resultaten mee geboekt. Het is een kansrijke ontwikkeling die binnen vijf tot tien jaar op grootschalige toepassing lijkt te kunnen rekenen.

Verantwoordelijkheid

Zelfs met de beste bedoelingen, resulterend in een goed ontwerp, een deugdelijke uitvoering en het juiste mengsel, komen lekkages in de praktijk voor. De oorzaak is lang niet altijd eenduidig vast te stellen. En als die al duidelijk is, is dat vaak vanwege inzichten die pas achteraf bekend zijn. De bouw kent een cultuur dat als er iets fout gaat er een schuldige moet worden aangewezen. Omdat de oorzaak niet direct duidelijk is, is ook die schuldvraag meestal een heikele kwestie. Zeker bij traditionele contracten waar verantwoordelijkheid voor ontwerp en uitvoering zijn gescheiden. Bij Design&Constructcontracten is in ieder geval duidelijk welk bedrijf verantwoordelijk is. Maar welke discipline binnen dat bedrijf, blijft dan evenwel de vraag.

Om problemen zo veel mogelijk voor te zijn, is het nodig dat partijen hun verantwoordelijkheid nemen. En juist dat gebeurt de laatste jaren steeds minder. Partijen schuiven verantwoordelijkheden van zich af, onder druk van teruglopende honoraria en een toenemende claimcultuur. Dit is een verkeerde ontwikkeling. Mensen moeten het lef hebben buiten hun opdracht te treden en met andere partijen mee te denken. Wat voorop moet staan, is een goede kwaliteit van het eindproduct. Formele verantwoordelijkheden en een te laag honorarium mogen daarbij niet te veel een belemmering zijn. Trek aan de bel als problemen worden voorzien. Maak het tijdig bespreekbaar. Want een ogenschijnlijke besparing aan de voorkant, levert niet zelden een driedubbele strop op achteraf. Daar is uiteindelijk niemand bij gebaat.

Aandacht

Het waterdicht maken van constructies is een verre van eenvoudige opgave. Echte garanties vooraf zijn bijna niet te geven. Wat wel duidelijk is, is dat het onderwerp de aandacht moet krijgen dat het verdient, van zowel opdrachtgever, constructeur, aannemer als betonleverancier. Er moet goed worden gecommuniceerd en kennis moet worden vastgelegd. Dat geldt ook voor het onderwijs. Studenten moeten al bewust worden gemaakt van de problematiek. ☒

Jacques Linssen