

# Nieuwe visie

## DE PROBLEMATIEK VAN KWAAITAALSCHADE HERZIEN

Vincent Bakker

STEEDS MEER SCHADEGEVALLEN VAN KWAAITAALVLOEREN WERDEN VANAF 1997 BEKEND. DAAROM ZIJN OP GROTE SCHAAL INVENTARISATIES EN INSPECTIES VERRICHT. EIGENAREN BELEEFDEN BANGE TIJDEN. TEN GEVOLGE VAN HET BETONROT IN DE VLOER Zouden ze het RISICO LOPEN DOOR DE VLOER TE ZAKKEN. IN DIT ARTIKEL GEEFT DE AUTEUR EEN NIEUWE VISIE OP DE PROBLEMATIEK VAN KWAAITAALSCHADE.



De doorbuiging van de vloer wordt gemeten met een nauwkeurigheidswaterpastaestet. (Foto's: ABT)



Sterk aangetaste wapening in het kwaaitaalelement.

Vanaf het moment dat door een eigenaar van een woonhuis in Nieuwegein in 1997 schade aan kwaaitaalelementen werd vastgesteld, kwam de problematiek al snel landelijk onder de aandacht. In 1998 werd een belangenvereniging opgericht voor eigenaren van huizen met dergelijke beschadigde vloeren, te weten SBN Stichting Betonschadevloeren Nederland. Door deze stichting werd in 1999 een informatieboekje uitgegeven. In 1999 werd ook het CUR-rapport 2000-1 'Betonschade Kwaaitaal en Manta vloerelementen in de woningbouw' uitgegeven. In de in 2001 uitgegeven CUR-aanbeveling 79 werd ingegaan op de classificatiemethode voor schade. Er mag worden geconstateerd dat in het vakgebied

een ruime belangstelling was voor het onderwerp. Ook het noodzakelijk geachte herstel gaf voeding aan het ontstaan van een volledig nieuwe bedrijfstak. De markt werd op zijn wenken bediend met diverse ingenieuze (veelal lichtgewicht) ondersteuningsconstructies en andere versterkingsconstructies. Hoewel de CUR-uitgaven ook ingingen op de controleberekeringen ter vaststelling van de draagkracht bij beschadigde vloeren, was het in de regel gebruikelijk om beschadigde vloeren te ondersteunen of op andere wijze te herstellen. Momenteel, nauwelijks tien jaar na de hausse aan gemelde schadegevallen, lijkt de aandacht voor kwaaitaalschade te zijn verdrongen door diverse andere problemen die de samenleving in

hun greep houden. Toch werd door ABT nog een uitgebreid onderzoek verricht naar de draagkracht van kweekvloeren in een schoolgebouw in Zoetermeer.

### Opzet onderzoek

De betreffende scholengemeenschap is deels gehuisvest in enkele gebouwen uit begin jaren zeventig. De architectuur heeft alle stijkenmerken van deze bouwperiode en de bouwkundige afwerking is verouderd.

Toen door de gemeente Zoetermeer de plannen voor een grootscheepse upgrading van de gebouwen werden uitgewerkt, kwamen ook de kweekvloeren weer ter sprake. In het verleden waren door derden reeds inspecties uitgevoerd om de staat van de vloeren te onderzoeken. Na de eerste inspecties in 1987 werden onder de vloeren houten draagbalken aangebracht. Bij een herinspectie in 2004 bleek een groot aantal van deze balken ernstig door houtrot te zijn aangetast. De resultaten van de herinspectie werden gepresenteerd conform de CUR-aanbeveling 79, waaruit geconcludeerd werd dat herstel noodzakelijk was.

Aangezien de in de aanbeveling omschreven onderzoeksmethode erg arbeidsintensief is en de resultaten feitelijk geen inzicht geven in het werkelijke draagvermogen en de veiligheid van de vloeren, is een afwijkende onderzoeksoptzet gehanteerd. Deze optzet is gebaseerd op het gecombi-

neerd inzetten van hoogwaardige en nieuwe onderzoeks- en berekeningsmethoden.

Om een goed inzicht te krijgen in de draagkracht van de totaal 3.600 m<sup>2</sup> vloer en het eventueel benodigde herstel te bepalen, is een onderzoek ingericht dat heeft bestaan uit de volgende aanpak:



Een overzicht van een proeflocatie met valgewichtdeflectiemeting.

- Valgewichtdeflectiemetingen voor het vaststellen van het vervormingsgedrag van de kweekvloeren onder een dynamische last.
- Modelleren van de vloeropbouw in het eindige elementenrekenprogramma Diana.
- Toetsing van de uitkomsten van de

rekenmodellen aan de hand van een 'full scale' belastingproef.

### Valgewichtdeflectiemetingen

Bij de uitgevoerde valgewichtbeproevingen op de vloer werd een voetplaat gebruikt met een diameter van 300 mm en een gewicht van 20 kg. De

dynamische belasting op de vloer ten gevolge van het gewicht bedroeg circa 1,8 ton (18 kN). Onder het valgewicht werden de vervormingen in de ondergrond gemeten met een verplaatsingssensor. Op een afstand van 0,5 en 1 m vanaf het lastcentrum werden tevens de verplaatsingen gemeten.

De gemeten deflecties werden tot op duizendste millimeters nauwkeurig geregistreerd. Zichtbaar was dat de vloer door belasting in trilling komt. De trilling was als golfing van de vervormingslijnen te zien. De frequentie bedroeg circa 30 Hz.  $1000 \text{ ms} / 33 \text{ ms} = 30$  trillingen per seconde. Deze hoge frequentie gaf ook duidelijk aan dat de kweekvloerelementen zich stijf gedragen. Bij overdwars gescheurde elementen is de stijfheid en de frequentie veel lager en is de demping juist veel groter.

### Controleberekeningen met Diana

De met de valgewichtdeflectiemeter vastgestelde vervormingen zijn getoetst aan de hand van berekeningen met Diana. Dit is een EEM-reken-



De onderzijde van een kweekvloer met gecorrodeerde wapening.

programma (Eindige Elementen Methode). Met dit programma kan het werkelijke gedrag van beton en staal veel beter worden nagebootst dan met de gebruikelijke ontwerpsoftware. Zo wordt bijvoorbeeld het gunstige effect van drukboogwerking en inklemming bij het steunpunt meegeerekend. Deze gunstige effecten zijn bij het originele ontwerp niet in rekening gebracht.

Met name het verschil in doorbuiging is voor het verdere onderzoek een interessant gegeven, dat alleen kan worden verklaard uit een verschil in de voor de berekeningen gebruikte E-modulus en de werkelijk optredende E-modulus. De in de berekening aangehouden E-modulus van het beton bedroeg  $15.000 \text{ N/mm}^2$ , de E-modulus van ongescheurd beton is echter circa twee keer zo hoog. Aangezien uit de berekening bleek dat geen scheurvorming optreedt, zal de werkelijke E-modulus uitgaande van het lineaire gedrag van de vloer ongeveer  $24.000 \text{ N/mm}^2$  bedragen.

Om de conclusies uit de berekening in de praktijk te kunnen verifiëren en zeker te kunnen zijn van de draag-

doorgeroest. Na elke belastingstap van  $1 \text{ kN/m}^2$  werden de vervormingen van de vloer gemeten en werd de vloer aan de onderzijde gecontroleerd op het ontstaan van buigscheuren. Aangezien de vloer een nuttige belasting moest kunnen dragen van  $2,5 \text{ kN/m}^2$  werd de vloer ter controle belast tot  $3,75 \text{ kN/m}^2$ . Op deze wijze is ook de benodigde veiligheid van 1,5 in rekening gebracht. De volledige belasting is vervolgens circa 15 uur op de vloer aanwezig geweest. Op deze wijze is ook de langeduurinvloed beschouwd.

### Uitkomsten

Tijdens de uitgevoerde beproeving werden geen scheuren vastgesteld ten gevolge van het overschrijden van de trekspanning van de kweektaalplaten. Uit de proefbelasting is gebleken dat de vloer zich gedraagt conform de gemaakte berekeningsmodellen. Op basis van de uitkomsten van de proefbelasting in combinatie met de verkregen inzichten uit de valgewichtdeflectiemetingen en de Diana-modellen, is vastgesteld dat de vloer vol-

feitelijke capaciteit van de kweektaal-elementen.

De draagkracht (inclusief de benodigde veiligheid) is duidelijk aangetoond door de uitgevoerde proefbelasting. Uit de resultaten van de valgewichtdeflectiemetingen kon met grote zekerheid de spreiding in de vervormingen van de platen in de diverse bouwdelen worden vastgesteld. Deze vervormingen zijn door middel van Diana-berekeningsmodellen goed inzichtelijk te maken.

Uit de beproevingen bleek dat de doorbuiging van de vloeren veel geringer was dan vooraf werd verwacht. Bij een overspanning van 5 m werd een gemiddelde doorbuiging gemeten van 0,16 mm. Hiermee is aangetoond dat de wapening van de kweektaal-elementen zelfs volledig mag wegroesten, zonder dat de veiligheid in gevaar komt. Het uitblijven van buigscheuren, ook bij langdurig extreme last, geeft aan dat de wapening niet effectief is. In de praktijk blijkt ook dat bezwijken onder de normale belasting niet voor komt, ondanks de grote hoeveelheden vloeren die zijn gemaakt.

De uitkomsten van het onderzoek en de kennis die in ruim tien jaar tijd in Nederland is opgedaan met kweektaal- en mantavloeren, zouden wat ABT betreft dan ook een goed uitgangspunt betekenen voor een herijking van de gangbare standpunten inzake de schadeprognoses.

Hoewel in het reeds genoemde CUR-rapport 2000-1 wordt aangegeven dat veiligheidshalve moet worden uitgegaan van een lineair verloop van de schadepropagatie, is naar het inzicht van de auteur een heroverweging van het aangenomen propagatiemodel wenselijk. Indien wordt uitgegaan van een schadeverloop volgens de zogenaamde S-kromme, zal van schadepropagatie voor de vloeren van minimaal dertig jaar oud vrijwel nihil zijn. Voor vloeren die nu niet hersteld zijn, zal dit betekenen dat de draagkracht dus ook nauwelijks zal verminderen. Het is dan nog maar de vraag of na zoveel jaren trouwe dienst herstel nog nodig is, of dat een herijking van de inzichten betere aanknopingspunten biedt en de vloer een rustige oude dag kan worden geboden. ■

*Auteur Vincent Bakker is werkzaam bij ABT.*



Weergave van de uitvoering van proefbelasting met waterbak.

kracht van de vloeren, is vervolgens een proefbelasting uitgevoerd. Bij de zwaar aangetaste vloeren was er een reële kans dat de vloer vrijwel zonder waarschuwing zou bezwijken. De wapening was immers vergaand

doende draagkracht heeft en dat aanvullend herstel feitelijk niet nodig is. De combinatie van beoordeling van vervormingen onder een kortdurende last en het uitvoeren van een proefbelasting geeft een goed inzicht in de