

Aan geadresseerde;

Woerden, juni 2011

Betreft: beoordeling van kanaalplaatvloeren bij brand

Geachte heer/mevrouw,

Op grond van de huidige stand van zaken en het verrichte onderzoek adviseert de Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland (BFBN) aan ontwerpers van kanaalplaatvloeren om voor nieuwe projecten de bepaling van de brandwerendheid uit te voeren volgens de bijgevoegde maatregelen. Deze maatregelen vloeien voort uit een door ons geïnitieerd onderzoek naar de krachtwerking in de kanaalplaatvloer onder invloed van temperatuurverhoging door brand. Ons advies is een vervolg op en vervangt het op 16 november 2009 gegeven advies met bijbehorende maatregelen.

Wat vooraf ging

Naar aanleiding van een brand in 2007 en de daarbij ontstane schade aan beton in een parkeergarage onder een appartementencomplex aan de Lloydstraat te Rotterdam ontstonden vragen over de brandveiligheid van de daar toegepaste vloerconstructie met kanaalplaten. Om duidelijkheid te krijgen over de vraag of het om een incident ging, dan wel of er sprake is van een omissie in de geldende voorschriften, heeft BFBN in 2008 een onderzoeksopdracht verstrekt aan een consortium, bestaande uit TNO, Efectis Nederland bv en Stichting Expertisecentrum Regelgeving Bouw (ERB). In onze brief van 16 november 2009 hebben wij u daarover geïnformeerd.

Op grond van de tussenresultaten van het onderzoek hebben de VROM-Inspectie, COBc, BFBN, TNO, Efectis Nederland en ERB toen geadviseerd om kanaalplaatvloeren voor nieuwe projecten te ontwerpen volgens maatregelen, zoals in het schema van bijlage 2 van onze brief van 16 november 2009 was weergegeven.

Onderzoek

Inmiddels is vervolgonderzoek uitgevoerd door TNO, Efectis Nederland bv, Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V., ERB en DGMR. Dit onderzoek richtte zich op de krachtwerking in de kanaalplaatvloer onder invloed van temperatuurverhogingen, het mogelijk ontstaan van horizontale scheuren in de dammen van de kanaalplaat. Onderzoekspunten waren: informatie verzamelen uit beschikbare brandproeven op kanaalplaten, numerieke analyses van het gedrag van kanaalplaten en een nadere beschouwing van de regelgeving en de Eurocodes. Ook zijn enkele brandproeven uitgevoerd op delen van kanaalplaten, met en zonder een druklaag.

Op basis van dit onderzoek zijn de volgende conclusies geformuleerd:

- Als door een dikke druklaag of afwerklaag (tezamen toplaag) bij temperatuurverhoging de bovenzijde onvoldoende kan vervormen, kunnen horizontale



scheuren in de dammen van de kanaalplaat optreden als gevolg waarvan de onderschil vroegtijdig kan bezwijken. Dit is een gevolg van het gedrag in de dwarsrichting van de kanaalplaat dat dominant is ten opzichte van het gedrag in langsrichting. Om deze reden zijn maatregelen in langsrichting niet meer zinvol en daarmee is een beperking van de wapening in de druklaag in langsrichting onnodig.

- Naar verwachting zijn bij een toplaagdikte tot en met 50 mm problemen met de onderschil nauwelijks aan de orde. Aangenomen mag worden dat in dat geval de onderschil niet bezwijkt. Boven de 70 mm zijn er aanwijzingen dat horizontale scheurvorming in de dammen en vervolgens het loskomen van de onderschil kan optreden. Bij een toplaagdikte van 50 mm tot en met 70 mm zou horizontale scheurvorming in de dammen met als gevolg het loskomen van de onderschil ook aan de orde kunnen zijn.
- Bij het door brand afvallen van een onderschil kan de kanaalplaatvloer met toplaag in bepaalde gevallen nog steeds voldoen aan de eisen van de bouwregelgeving. Dat is bijvoorbeeld het geval als kan worden aangetoond dat met de wapening in de toplaag de vloer niet zal bezwijken bij een buitengewone belastingscombinatie met brand, de zogeheten tweede draagweg.
- Het voldoen aan de bouwregelgeving betekent dus niet dat het optreden van schade uitgesloten is. Dit geldt overigens bij elke draagconstructie onder brandomstandigheden.
- Voor kanaalplaatvloeren moet onderscheid worden gemaakt tussen alleen het bezwijken van de onderschil, het lokaal bezwijken van het vloerveld en de situatie waarbij disproportionele schade conform de Eurocode aan de gehele constructie optreedt. Alleen de laatste situatie is in de bouwregelgeving niet toegestaan. Een uitzondering daarop betreft:
 - kanaalplaatvloeren die onderdeel zijn van de brandcompartimentering.
 - brand- en rookvrije vluchtroutes waarvoor geldt dat binnen de brandwerendheidseis van dertig minuten lokale schade (in dit geval het niet meer aanwezig zijn van de vloer waarover moet worden gevlucht) niet mag optreden.

Nieuwe ontwerpmaatregelen over de brandwerendheid van kanaalplaten

Ondanks het feit dat nog niet alle vragen zijn beantwoord, zijn alle eerder genoemde organisaties van mening dat met de nu voorgestelde maatregelen voor nieuwe projecten vooralsnog in voldoende mate tegemoet wordt gekomen aan de huidige inzichten over het gedrag van kanaalplaatvloeren bij brand. Het is de bedoeling dat de BRL 0203, "Vrijdragende systeemvloeren van vooraf vervaardigd constructief beton", op de aanbevolen maatregelen, volgens de bijlage van deze brief, wordt aangepast.

Er is vervolgonderzoek in gang gezet om de inzichten in het gedrag binnen twee à drie jaar verder te vergroten.

Bestaande bouwwerken

De principes voor de beoordeling van constructies die voor nieuwbouw gelden, gelden ook voor de bestaande bouw (NEN 8700), zij het dat voor de bestaande bouw met een lagere betrouwbaarheid genoeg wordt genomen. Dit impliceert dat in een aantal gevallen, afhankelijk van de gevolgklasse volgens de risicoklasse indeling van NEN-EN 1991-1-7, inclusief nationale bijlage, moet worden gezien of een tweede draagweg aanwezig is, dan wel dat met een risicoanalyse moet worden aangetoond dat de risico's voldoende zijn beperkt. Daarbij mag rekening worden gehouden met het reeds verkregen niveau.



Wij gaan er vanuit dat wij u hiermee voor dit moment voldoende hebben geïnformeerd. Mocht u aanvullende informatie wensen dan kunt u hiervoor contact opnemen met de heer ir. W.J.M. Welling van de BFBN te Woerden (tel. 0348 - 484 484).

Met vriendelijke groet,

Ir. A.P. Pielkenrood
directeur



Bijlage

Beschouwing van de Nederlandse regelgeving in samenhang met de Eurocodes

Op grond van NEN-EN 1990 in samenhang met NEN-EN 1991-1-7, inclusief nationale bijlage, geldt dat voor elke constructie, die is ingedeeld in gevolgklasse 2b of 3, een nadere beschouwing nodig is. Voor gevolgklasse 2b geldt dat op basis van een analyse als bedoeld in A.4, onder c, van NEN-EN 1991-1-7 moet worden aangetoond dat risico's voldoende klein zijn. Voor gevolgklasse 3 geldt dat altijd een risicoanalyse moet worden gemaakt. Dit geldt niet voor de gevolgklassen 1 en 2a. Bovenstaande geldt voor alle bouwconstructies, en dus ook voor kanaalplaatvloeren, bij toepassing van deze Eurocodes.

Gegeven de regelgeving kan onderscheid worden gemaakt tussen:

1. Schade die lokaal ontstaat, maar die niet leidt tot bezwijken van de vloer. Dit is geen vraagstuk van de bouwregelgeving (Bouwbesluit 2003 of toekomstig Bouwbesluit), maar het kan wel een rol spelen in het kader van de Arbowetgeving.
2. Lokale schade door het bezwijken van één of meer vloervelden zonder dat dit leidt tot disproportionele schade¹ in relatie tot de oorzaak binnen de wettelijk aangegeven tijdsduur. In dit geval is aan de bouwregelgeving voldaan behoudens voor brand- en rookvrije vluchtroutes waarbij lokale schade in de vorm van bezwijken van een deel van de vloer binnen de wettelijke aangegeven tijdsduur van dertig minuten niet mag optreden.
3. Disproportionele schade in relatie tot de oorzaak door het bezwijken van één of meer vloervelden binnen de wettelijk aangegeven tijdsduur. Dit is niet toegestaan.

Het bezwijken van de onderschil van een kanaalplaat bij het belastinggeval brand levert geen strijd met de bouwvoorschriften op zolang geval 3 zich niet voordoet, er is dan sprake van lokale schade. Alleen bij een vloer waarover een brand- en rookvrije vluchtroute voert mag ook geval 2 binnen dertig minuten niet optreden.

Aanbevolen bepalingmethode voor de brandwerendheid van kanaalplaatvloeren

Voor kanaalplaatvloeren waarvan de gevolgen kunnen optreden als bedoeld onder punt 3, waarover een brand- en rookvrije vluchtroute voert of welke onderdeel zijn van de brandcompartimentering wordt geadviseerd de volgende bepalingmethode voor de brandwerendheid² te volgen:

- (1) Algemeen geldt dat de brandwerendheid met betrekking tot buiging rekenkundig bepaald wordt volgens NEN-EN 1990 in verbinding met NEN-1991-1-2 en NEN-EN 1992-1-2. Voorlopig mag het ook nog volgens NEN 6071.
- (2) Aanvullend dient de rekenmethode m.b.t. het dwarskrachtdraagvermogen in de brandsituatie volgens Annex G van de EN 1168/A3³ te worden gevolgd. Uit dit Europese normblad volgt dat tot en met een brandwerendheidsis van 30 minuten dit mechanisme niet maatgevend is.
- (3) Voor kanaalplaatvloeren met een toplaag worden de in tabel 1 weergegeven maatregelen geadviseerd. Daarbij geldt:
 - a. De dikte van de toplaag is gedefinieerd als het totaal van de dikte van de druklaag en de dikte van de cementgebonden afwerklaag, tenzij samenwerking wordt verhinderd. Bij hechtende afwerklaagen met een druksterkteklasse van maximaal D15 mag, voor de bepaling van de dikte van de toplaag, de dikte van de afwerklaag voor de helft worden meegerekend. De te beschouwen dikte van de toplaag geldt voor het midden van de overspanning. Door een eventuele opbuiging van de kanaalplaten kan de laagdikte nabij de opleggingen enigszins groter zijn.
 - b. De beschrijving van de gevolgklasse staat in bijlage A van NEN-EN 1991-1-7, inclusief nationale bijlage.
 - c. De maatregelen zijn onafhankelijk van de geldende brandwerendheidsis.



Tabel 1 – Aanbevolen maatregelen in relatie tot de toplaagdikte en de gevolgklasse

Gevolgklasse	Toplaagdikte t											
	$t \leq 50$ mm				$50 \text{ mm} < t \leq 70$ mm				$t > 70$ mm			
bwd in min.	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120
1			-				..***				..***	
2a			-				..***				A	
2b*			-				A				A	
3**			-				A				A	

A Maatregelen gebaseerd op een risicoanalyse volgens NEN-EN 1991-1-7, op basis van gelijkwaardigheid,
 of
 Maatregelen gebaseerd op het realiseren van een tweede draagweg na bezwijken van de onderschil (bijvoorbeeld gebaseerd op zeilwerking als gevolg van bovenwapening in de toplaag, waarbij de aansluitende constructies daarop moeten zijn berekend,
 of
 Toepassing van een sprinklerinstallatie onder de door brand bedreigde vloer⁴,
 of
 Maatregelen ter beperking van de temperatuur tot 200 °C ter plaatse van het betonoppervlak gedurende de wettelijke geëiste tijdsduur.

* Bij toepassing van de Eurocodes moet volgens NEN-EN 1991-1-7 (zie ook eerste alinea van deze bijlage) voor gevolgklasse 2b zijn aangetoond dat de risico's voldoende klein zijn bijvoorbeeld door het realiseren van een tweede draagweg. Indien het uitgangspunt hierbij een vloer(gedeelte) zonder onderschil in de brandsituatie is (zie ****), is het om de noodzakelijke betrouwbaarheid aan te tonen een mogelijkheid om voor de toplaag met wapening, en eventueel ook de bovenschil van de kanaalplaat met wapening, een berekening op basis van zeil(membraan)werking uit te voeren, waarbij de randkrachten wel in de aansluitende constructie moeten kunnen worden opgenomen. Het feit dat grote doorbuigingen kunnen optreden, is niet belangrijk, als de buitengewone belastingscombinatie nog maar kan worden weerstaan.

** Een risicoanalyse moet volgens NEN-EN 1991-1-7 bij toepassing van de Eurocodes voor deze gevolgklasse worden gemaakt (zie eerste alinea van deze bijlage). Daarbij mag rekening worden gehouden met aanvullend getroffen maatregelen, zoals een tweede draagweg, temperatuurbeperving of toepassing van een sprinklerinstallatie, (zie ****).

*** Regelgevingtechnisch is één van de aanbevolen maatregelen A nodig. Gegeven de geringe kans op persoonlijk letsel zal uit een risicoanalyse volgen dat de risico's voldoende klein zijn. Daardoor is aan het voorschrift voldaan en zijn de maatregelen in feite niet nodig.

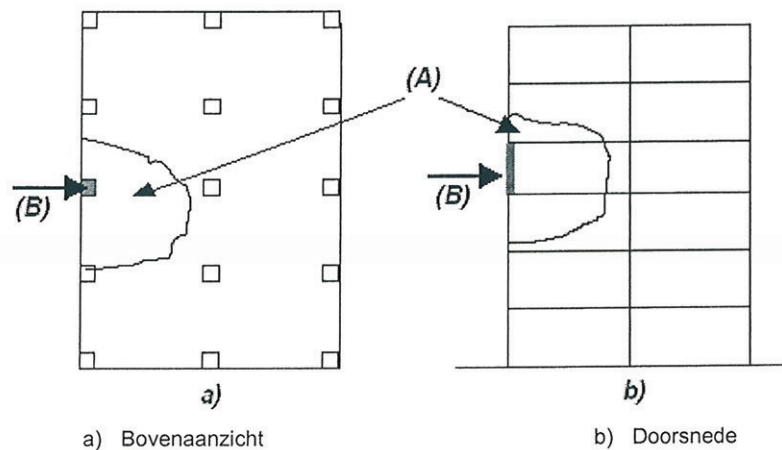
**** Voor toplagen t/m 50 mm dikte mag worden uitgegaan van een vloer met een onderschil in de brandsituatie. Indien geen maatregelen zijn genomen om de onderschil te beschermen zoals temperatuurbeperving of toepassing van sprinklerinstallatie, moet voor toplagen dikker dan 50 mm worden uitgegaan van een vloer(gedeelte) zonder onderschil in de brandsituatie.



Voetnoten bij voorgaande aanbevelingen:

- ¹ Wat disproportionele schade is, is onderwerp van overleg met het bevoegd gezag. In bijlage A van NEN-EN 1991-1-7 is de volgende indicatie gegeven:

De grens van toelaatbaar lokaal bezwijken, mag per gebouwsoort verschillend zijn. De aanbevolen waarde is de kleinste waarde van 15 % van de vloeroppervlakte of 100 m², in elke bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen. Zie figuur 1.



Verklaring

- (A) Lokale schade van niet meer dan 15 % van de vloeroppervlakte van iedere bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen.
- (B) Denkbeeldige verwijdering van een kolom.

Figuur 1 — Aanbevolen grens van toelaatbare schade (ontleend aan de Eurocode)

- ² In plaats van de hierboven aangegeven methoden is beproeving volgens NEN 6069 toegestaan, mits de randcondities representatief zijn voor het bouwwerk waarin de kanaalplaatvloer wordt toegepast.
- ³ Amendement 3 van de EN 1168 is nu voor 'formal vote', verwacht wordt dat deze normwijziging in 2011 verschijnt.
- ⁴ Indien de sprinklerinstallatie niet als onderdeel van een voorstel tot gelijkwaardige oplossing is ingebracht kan de aanwezigheid van een voor de bescherming van een kanaalplaatvloer aangebrachte sprinklerinstallatie worden aangemerkt als maatregel ter beperking van de temperatuur zoals bedoeld in maatregelen (A). Er zal dan een genuanceerde beschouwing moeten worden gemaakt, rekening houdend met onder andere het type sprinklerinstallatie, de betrouwbaarheid van de installatie, het restrisico (o.a. afhankelijk van het type gebouw en gebruik) en de interactie met andere brandveiligheidsmaatregelen.