



Mogelijkheden proefbelastingen & praktijkvoorbeeld bestaand schoolgebouw belast met watertanks

Proefbelastingen breedplaatvloeren 1

De vereiste sterkte van een bouwconstructie mag volgens NEN-EN 1990 met berekeningen of met proeven worden aangetoond, of met een combinatie van beide. Dit is ook van toepassing op de beoordeling van breedplaatvloeren. In dit artikel wordt ingegaan op het proefbelasten van breedplaatvloeren op basis van de aanwijzingen in een toelichting [2] op het informatiedocument van BZK [1]. Vervolgens zijn ervaringen beschreven met het proefbelasten van vloeren in een schoolgebouw in Arnhem, waarbij gebruik is gemaakt van watertanks als proefbelasting.

Wanneer proefbelasten overwegen?

Voor bestaande bouw is door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een stappenplan [1] verspreid, waarmee (bestaande) breedplaatvloeren kunnen worden beoordeeld. Bij gebruik van dit stappenplan, worden in stap 5 berekeningen en in stap 6 een risicobeoordeling uitgevoerd om na te gaan of, in afwachting van resultaten van landelijk onderzoek, een acceptabel veiligheidsniveau aanwezig is. Als na de risicobeoordeling vloervelden in het 'rode vak' worden ingedeeld en dus urgent maatregelen nodig zijn, kan een proefbelasting worden overwogen. In een toelichtend document op het stappenplan [2] zijn nadere aanwijzingen voor proefbelasten gegeven. Hierbij is het uitgangspunt om

vloervelden die in het rode vak zijn ingedeeld, bij slagen van de beproeving alsnog in het 'oranje vak' in te delen. In het oranje vak betekent dat landelijk onderzoek moet worden afgewacht en dat tot die tijd geen belastingstoename ten opzichte van het huidige gebruik is toegestaan.

Bij nieuwbouw kan ook worden overwogen een proefbelasting uit te voeren, met name als vloeren al zijn gemaakt en de vereiste sterkte niet met berekeningen kan worden aangetoond. Als vloeren nog niet zijn gemaakt, moet ervoor worden gezorgd dat de vloeren voldoen aan de eisen voor nieuwbouw en in dat geval is een proefbelasting uiteraard niet nodig. Bij nieuwbouw kan in het geval van proefbelasten ook gebruik worden gemaakt van de aanwijzingen in [2].

Bij de overweging of proefbelasten haalbaar is, spelen onder meer de volgende aspecten een rol:

- De kans op slagen moet reëel zijn. Dit kan worden ingeschat aan de hand van berekeningen bij de voorgenomen proefbelasting in combinatie met informatie over eventueel aanwezige scheuren en onthechting bij plaatnaden.
- Er moeten mogelijkheden zijn de gevolgen van eventueel bezwijken van het beproefde vloerveld te beperken, bijvoorbeeld door het aanbrengen van tijdelijke ondersteuning die enkele centimeters worden vrijgehouden van de onderzijde van de beproefde vloer. Bij bezwijken moet de belasting op deze tijdelijke ondersteuning naar ondergelegen vloeren en/of de fundering kunnen worden afgedragen.

Aandachtspunten beproevingsplan

In de toelichting op het stappenplan zijn diverse aanwijzingen gegeven voor het proefbelasten van breedplaatvloeren. Belangrijke punten bij het opstellen van een beproevingsplan zijn:

- wijze van aanbrengen proefbelasting;
- maatregelen om gevolgen van falen te beperken;
- persoonlijke veiligheid tijdens de proef;
- grootte van de proefbelasting;
- metingen en grenswaarden.

Voor het uiteindelijke oordeel of de vloer voldoende veilig is, is in deze opsomming met name de grootte van de proefbelasting relevant. De overige punten houden verband met de mogelijkheden de proef veilig uit te kunnen voeren, waarbij de kans op bezwijken en zo mogelijk ook de kans op ongewenste schade zo veel mogelijk worden beperkt. Het is van belang dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade een proef wordt

Tweeluik

Dit artikel is onderdeel van een tweeluik over proefbelasten van breedplaatvloeren. In het tweede deel (Proefbelastingen breedplaatvloeren 2), elders in dit nummer) wordt ingegaan op een praktijkvoorbeeld met het proefbelasten van vloeren door middel van vizzels.

afgebroken. Indien een proef wordt afgebroken terwijl de beoogde proefbelasting nog niet is gehaald, is sprake van een negatief resultaat.

Grootte proefbelasting

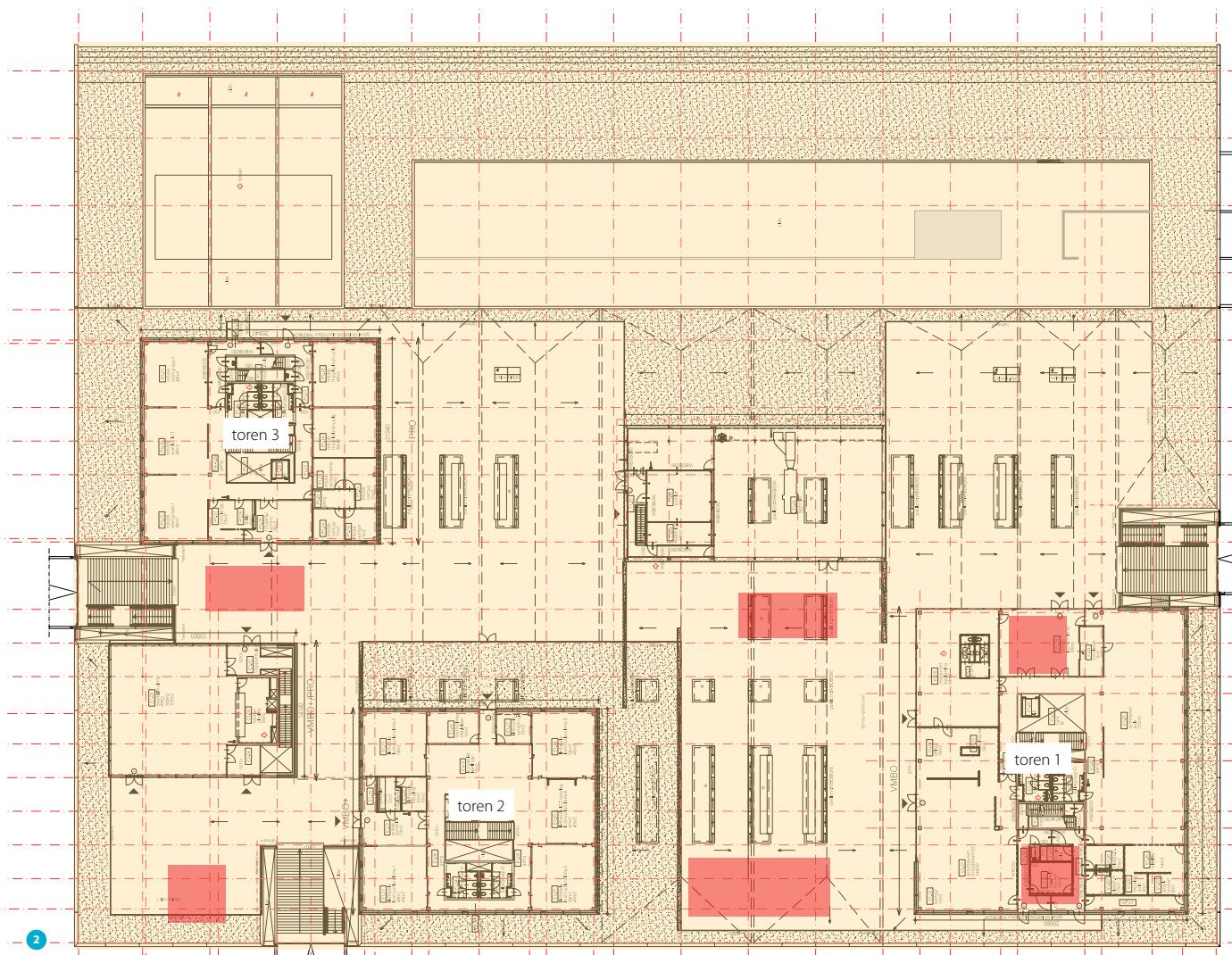
Bij het bepalen van de grootte van de proefbelasting is in [2] onderscheid gemaakt tussen het wel of niet extrapoleren van resultaten naar vloervelden die niet worden beproefd. Bij extrapolatie moeten onzekerheden (spreiding) in de sterkte en in de permanente belasting worden meegenomen in de proefbelasting. In vloervelden die niet worden beproefd, kan de sterkte namelijk lager en de permanente belasting iets hoger zijn dan in het beproefde veld. Om hiermee rekening te houden, moet de proefbelasting worden verhoogd. Indien uitsluitend conclusies worden getrokken over het beproefde veld en het resultaat dus niet wordt geëxtrapoléerd, is deze verhoging niet noodzakelijk en moeten alleen een belastingsfactor en een langeduurfactor in de proefbelasting worden meegenomen. Er is dan immers geen onzekerheid in permanente belasting en sterkte, omdat de werkelijke permanente belasting en sterkte in de proef aanwezig zijn. Hierna zijn twee voorbeelden opgenomen voor respectievelijk een situatie waarbij wel en geen extrapolatie van resultaten wordt toegepast.

Voorbeeld 1

In dit voorbeeld is de grootte van de proefbelasting bepaald voor een situatie waarbij drie velden worden belast in een bestaand gebouw in gevolgklasse 2 en het resultaat wordt geëxtrapoléerd naar andere (vergelijkbare) velden. Dit voorbeeld is overgenomen uit [2]. Er is uitgegaan van het minimaal vereiste veiligheidsniveau voor bestaande bouw volgens NEN 8700 [3], namelijk het afkeurniveau.

Gegevens

gevolgklasse	2	
referentieperiode	15 jaar	(NEN 8700 bijlage B.3.2)
vereiste betrouwbaarheid	$\beta = 2,5$	(NEN 8700 bijlage B.3.2)
permanente belasting	8,5 kN/m ²	
veranderlijke belasting	2,0 kN/m ²	



2 Resultaat van de beoordeling van de eerste verdiepingsvloer, waarbij met de kleuren oranje en rood is aangegeven in welk vak de betreffende vloerdelen zijn ingedeeld

3 Proefbelasting met watertanks voor een vloerveld op het dakplein van de school

4 Proefbelasting met watertanks in een klaslokaal

Met betrekking tot de veranderlijke belasting wordt opgemerkt dat NEN 8700 in bijlage E.3 de mogelijkheid biedt uit te gaan van een karakteristieke waarde die hoort bij het feitelijke gebruik. Deze belasting kan lager zijn dan de karakteristieke waarde van de ontwerpbelasting.

De partiële factoren voor de permanente belasting en voor de sterkte worden volgens [2] bepaald met:

$$\gamma = 1 + \alpha \beta V \sqrt{(1+1/n)}$$

waarin:

α is een invloedsfactor, waarvoor mag worden aangehouden:

$\alpha = 0,3$ voor de permanente belasting

$\alpha = 0,8$ voor de sterkte

β is de betrouwbaarheid, in dit geval 2,5 (afkeurniveau CC2)

V is de variatiecoëfficiënt, waarvoor mag worden aangehouden:

$V = 0,05$ voor de permanente belasting

$V = 0,13$ voor de sterkte

n is het aantal beproefde velden, in dit geval 3

Invullen van de genoemde waarden geeft:

Partiële factor voor de permanente belasting (belastingsfactor):

$$\gamma_G = 1,04$$

Partiële factor voor de sterkte (materiaalfactor):

$$\gamma_m = 1,30$$

Voor de veranderlijke belasting van $2,0 \text{ kN/m}^2$ geldt een belastingsfactor $\gamma_Q = 1,15$ conform NEN 8700, tabel A.1.2 (C). Met deze partiële factoren geldt de volgende rekenwaarde van de belasting:

$$\rho_{sd} = \gamma_G G + \gamma_Q Q = 1,04 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 2,0 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Voor het langeduureffect kan volgens [2] een factor 1,05 worden aangehouden. Samen met de onzekerheid in de sterkte ($\gamma_m = 1,30$) geldt dan, onder aftrek van de al aanwezige permanente belasting van $8,5 \text{ kN/m}^2$, een proefbelasting van:

$$Q = 1,05 \cdot 1,30 \cdot 11,2 - 8,5 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$

Indien de proefbelasting slaagt, is volgens [2] aangetoond dat vloervelden die in eerste instantie in het rode vak zijn ingedeeld bij een veranderlijke belasting van $2,0 \text{ kN/m}^2$, alsnog in het oranje vak kunnen worden geplaatst.



3

Voorbeeld 2

In het tweede voorbeeld is uitgegaan van een situatie waarbij extrapolatie van proefresultaten niet nodig is, dat wil zeggen dat alleen conclusies worden getrokken over beproefde velden. Er hoeft dan geen rekening te worden gehouden met onzekerheden in sterkte en in permanente belasting. Voor de partiële factoren voor de sterkte en de permanente belasting geldt in dat geval 1,0. De overige uitgangspunten zijn gelijk genomen aan de uitgangspunten in voorbeeld 1.

De rekenwaarde van de belasting is:

$$p_{sd} = \gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q = 1,0 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 2,0 = 10,8 \text{ kN/m}^2$$

Voor de proefbelasting geldt in deze situatie:

$$Q = 1,05 \cdot 10,8 - 8,5 = 2,8 \text{ kN/m}^2$$

De proefbelasting van 2,8 kN/m² in het tweede voorbeeld is veel lager dan de waarde van 6,8 kN/m² in het eerste voorbeeld. Het verschil van ruim een factor 2 lijkt erg groot, maar bedacht moet worden dat de permanente belasting ook aanwezig is in de proef en dus ook deel uitmaakt van de proefbelasting. In tabel 1 is de totaal aanwezig belasting in de proef vergeleken met de representatieve belasting zonder factoren. Uit de tabel volgt dat het verschil tussen de totale belasting in beide voorbeelden ongeveer een factor 146/108 = 1,35 bedraagt.

Tabel 1 Vergelijking proefbelasting met representatieve belasting

	representatieve belasting	proefbelasting	proefbelasting in % t.o.v. representatieve belasting
voorbeeld 1	8,5 + 2,0 = 10,5 kN/m ²	1,05 · 1,30 · 11,2 = 15,3 kN/m ²	146%
voorbeeld 2	8,5 + 2,0 = 10,5 kN/m ²	1,05 · 10,8 = 11,3 kN/m ²	108%

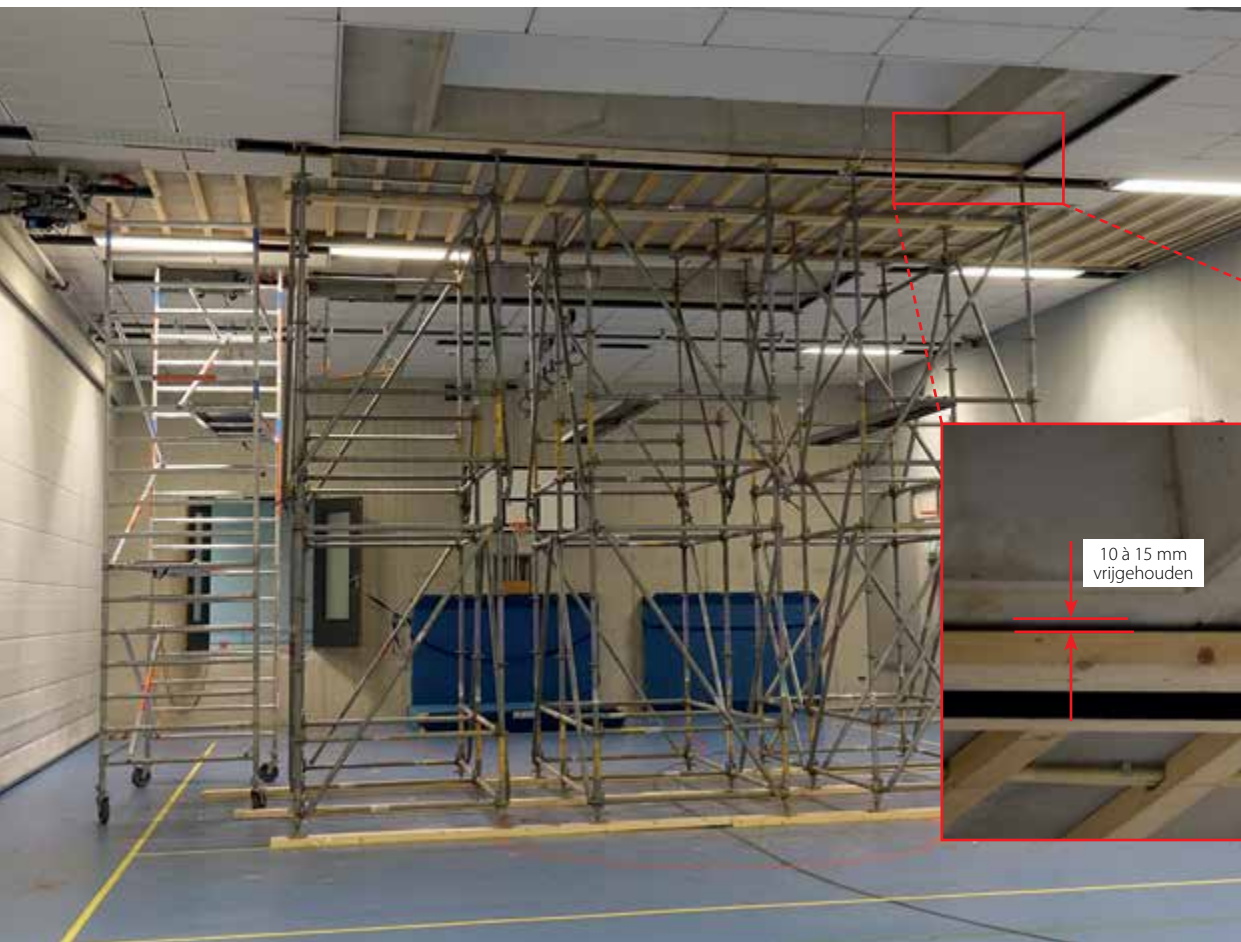


4

Er wordt opgemerkt dat de gegeven bepalingmethode in [2], afhankelijk van de situatie en de uitgangspunten, tot een erg hoge proefbelasting kan leiden. Bij een erg hoge proefbelasting is de kans op slagen van de proef klein en ook is de kans op ongewenste schade (scheurvorming, onthechting, blijvende vervormingen) groot. In dergelijke gevallen kan de proefbelasting worden beperkt door alle vloervelden, waarbij twijfel bestaat over het draagvermogen, te beproeven en dus geen gebruik te maken van extrapolatie. Om de proefbelasting verder te verlagen, kan, indien betrokken partijen daarmee instemmen, worden uitgegaan van een belasting die hoort bij het feitelijke gebruik. Dit is uiteraard alleen zinvol als deze feitelijke belasting lager is dan de ontwerpbelasting.

Praktijkvoorbeeld school in Arnhem

Eind 2017 zijn door Adviesbureau Hageman de bollenplaatvloeren van een bestaand schoolgebouw in Arnhem beoordeeld. Bij een beoordeling volgens het stappenplan was het grootste deel van de vloeren ingedeeld in het oranje vak, maar vielen enkele vloervelden in het rode vak. In figuur 2 is het resultaat van de beoordeling van de eerste verdiepingsvloer opgenomen, waarbij met de kleuren oranje en rood is aangegeven in welk vak de betreffende vloerdelen zijn ingedeeld. Hoewel maatregelen in de vorm van een tijdelijke ondersteuning in combinatie met het deels afsluiten van het dakplein mogelijk waren voor de vloervelden in het rode vak, vonden de gemeente en het schoolbestuur dit geen wenselijke oplossing. In overleg met betrokken partijen is vervolgens besloten een proefbelasting uit te voeren. Het doel van deze proefbelasting was om na te gaan of de vloervelden in het rode vak alsnog in het oranje vak konden worden ingedeeld.



5



In totaal zijn drie vloervelden beproefd met watertanks als proefbelasting. Daarbij zijn de posities van de watertanks zodanig gekozen dat de veldmomenten overeenkomen met de veldmomenten bij een gelijkmatig verdeelde belasting. In foto 3 en 4 is de proefbelasting met watertanks te zien voor respectievelijk een vloerveld op het dakplein van de school en in een klaslokaal. Om de gevolgen van eventueel falen te beperken, zijn onder de vloer stempeltorens met baddingen

geplaatst (foto 5). De baddingen zijn 10 à 15 mm vrijgehouden van de vloer.

Een nadeel bij watertanks als proefbelasting is dat de belasting niet snel kan worden verwijderd, bijvoorbeeld voor het geval dat tekenen van bezwijken of ongewenste schade worden waargenomen. Dit in tegenstelling tot een proefbelasting met vijzels, waarbij de belasting wel snel kan worden

6



verwijderd en bovendien ook belastingen en vervormingen nauwkeuriger kunnen worden gemeten. Er waren twee belangrijke redenen om toch te kiezen voor watertanks als proefbelasting in plaats van vijzels:

- 1 De voorbereidingstijd is beperkt. Vanwege een tijdelijke sluiting van het schoolgebouw was het noodzakelijk snel uitsluitel te verkrijgen. De voorbereidingstijd was circa drie dagen vanaf het moment dat proefbelasten ter sprake kwam. De proeven zelf zijn aansluitend in twee dagen uitgevoerd.
- 2 Bij de vloervelden op het dakplein is een proefbelasting met vijzels niet mogelijk, omdat geen bovengelegen vloeren aanwezig zijn om de vijzels tegen af te zetten.

De proefbelasting met watertanks is in stappen (30-60-80-100%) aangebracht door de waterbakken niet allemaal tegelijk te vullen. Er is gestart met een nulmeting en vervolgens zijn na elke stap diverse zaken gemeten, zoals de doorbuiging, de voegwijdte in de plaatnaad en de onthechting. Vanuit het oogpunt van veiligheid is na het aanbrengen van de proefbelasting een wachttijd van 15 minuten in acht genomen voordat de metingen werden uitgevoerd. Er is gebruikgemaakt van relatief eenvoudige meetmethoden. Het verschil in doorbuiging is bijvoorbeeld gemeten door de afstand tot de aanwezige tijdelijke ondersteuning te meten met een duimstok (foto 6a en b). De verandering in voegwijdte in de plaatnaad is vastgesteld door met een digitale schuifmaat de afstand te meten tussen twee schroeven, die ten behoeve van de proeven aan beide zijden van de plaatnaad waren aangebracht (foto 7). De onthechting is beoordeeld door middel van afkloppen met een bankhamer.

Bij alle beproefde velden is de proefbelasting opneembaar gebleken. De aanwezige scheuren, voegwijdte en onthechting waren tijdens de proef niet meetbaar toegenomen. De doorbuiging door de proefbelasting was beperkt (2 tot 3 mm) en niet groter dan verwacht. De vloervelden die initieel in het rode vak waren ingedeeld, konden na het proefbelasten in het oranje vak worden geplaatst. Een herbeoordeling van de vloeren in de school is noodzakelijk na het landelijk onderzoek. Tot die tijd geldt de restrictie van het oranje vak, namelijk dat belasting niet mag toenemen ten opzichte van het huidige gebruik.

Tot besluit

De haalbaarheid van het eventueel proefbelasten van breedplaatvloeren zal per project moeten worden beoordeeld. Het is daarbij van belang om vooraf overeenstemming te bereiken met betrokken partijen, zoals de gemeente en de gebouwgeenar, over het doel en over de wijze van proefbelasten en de



7

stopcriteria. Uit de praktijkvoorbeelden – waarbij de proefbelasting met watertanks en vijzels (Proefbelastingen breedplaatvloeren 2, elders in dit nummer) is aangebracht – kan worden geconcludeerd dat proefbelasten van breedplaatvloeren, afhankelijk van de situatie en de beoogde proefbelasting, een geschikte methode kan zijn om het draagvermogen van de vloer te beoordelen. ☒

LITERATUUR

- 1 Informatiedocument Onderzoek constructieve veiligheid breedplaatvloeren in bestaande bouwwerken opgeleverd na 1999. Rijswijk: Adviesbureau ir. J.G. Hageman, 5 oktober 2017.
- 2 Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren. Rijswijk: Adviesbureau ir. J.G. Hageman, 21 december 2017.
- 3 NEN 8700:2011, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen.

- 5 Onder de vloer zijn stempeltorens geplaatst met baddingen, die 10 à 15 mm zijn vrijgehouden van de vloer
- 6 Het verschil in doorbuiging is gemeten door de afstand tot de aanwezige tijdelijke ondersteuning te meten met een duimstok
- 7 De verandering in voegwijdte in de plaatnaad is vastgesteld door met een digitale schuifmaat de afstand te meten tussen twee schroeven, die ten behoeve van de proeven aan beide zijden van de plaatnaad waren aangebracht