

126

Van: [REDACTED]  
Verzonden: woensdag 25 oktober 2017 15:19  
Aan: [REDACTED]  
CC: [REDACTED]  
Onderwerp: FW: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt 147, Den Haag, BZK , Z01-3  
Bijlagen: Overleg Breedplaatvloeren maandag a.s.

Dag [REDACTED]

Zie onderstaand verzoek om met drie man te komen. Er zijn meer partijen die breder willen aanschuiven. Wij houden dit in principe af ter voorkoming van Poolse landdag. Nu is [REDACTED] natuurlijk heel belangrijk voor vervolgonderzoek. Als jij as maandag concrete voorstellen hebt voor dit vervolgonderzoek zou het wellicht toch zinvol zijn om [REDACTED] met drie man te laten komen? Of mogelijk juist niet...

Laten mij even weten wat jij vindt. Ik zal dit dan bespreken met mijn afdelingshoofd [REDACTED] die as maandag voorzitter is van het overleg.

Ook als jij verder voorstellen hebt voor de agenda, hoor ik het graag.

Zie ook de mail van [REDACTED] in bijlage. Volgens mij wordt het lastig om met iedereen erbij de praten over afzonderlijke projecten met naam en toenaam.

Vriendelijke groet,  
[REDACTED]

Van: [REDACTED]@bfbn.nl]

Verzonden: woensdag 25 oktober 2017 14:58

[REDACTED]@bfbn.nl> [REDACTED]@minbzk.nl>

CC: [REDACTED]@geelen-beton.nl; [REDACTED]@drbg.nl

Onderwerp: RE: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt 147, Den Haag, BZK , Z01-3

Beste [REDACTED]

Komende maandag is er weer overleg op het Ministerie over het gebruik van breedplaatvloeren en dan in het licht van de resultaten van het onderzoek van het bezwijken van de in aanbouw zijnde parkeergarage Eindhoven Airport. Naar aanleiding hiervan is door jullie een informatiedocument verspreid onder gemeentes, constructeurs, aannemers en toeleveranciers. De impact van het onderzoek en informatiedocument is groot, maar er is nog het nodige onduidelijk.

Inmiddels zijn de eerste gebouwen (tijdelijk) gesloten. De pers, zowel de vaktechnische pers als ook de 'dagelijkse' pers zit boven op het onderwerp. Kortom er is een maatschappelijke noodzaak. Maandag gaf jij aan dat er vanuit jou sterk de behoefte is om slechts twee personen toe te laten vergadering. Echter, gezien het belang vanuit de branche heeft het bestuur van [REDACTED] sterk de behoefte om in ieder geval komende vergadering een bestuurslid te sturen, naast [REDACTED] als de technische expert en mij als contact met de achterban.

Dit ook in het licht van het onderzoeksvraag die geformuleerd zal gaan worden.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]  
adviseur technische belangenbehartiging

**BFBN**

*Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland*

*Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden*

*Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden*

*T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)*

M: [redacted]  
T: + [redacted] (direct)



**BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie**  
De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden,  
bevordert de concurrentiekracht en verbetert het  
imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.



**Van:** [redacted]

**Verzonden:** maandag 23 oktober 2017 09:36

**Aan:** [redacted]@minbzk.nl

[redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@drbg.nl

**Onderwerp:** 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt BZK , Z01-36

Beste [redacted]

Volgende week is er weer topperleg bij jullie. Daarbij zullen [redacted], bestuurslid AB-FAB, [redacted] voorzitter Technische commissie AB-FAB) en ik aanschuiven.

Met vriendelijke groet,

[redacted]  
adviseur technische belangenbehartiging

*BFBN*

*Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland*

*Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden*

*Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden*

*T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)*

*M: [redacted]*  
*T: [redacted] (direct)*



**BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie**  
De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden,  
bevordert de concurrentiekracht en verbetert het  
imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.



(127)

11.1

Van: [redacted]@tno.nl>  
Verzonden: woensdag 25 oktober 2017 13:06  
Aan: [redacted]  
Onderwerp: Overleg Breedplaatvloeren maandag a.s.

Dag [redacted]

Het informatiedocument wordt volop in den lande toegepast.

De eerste gebouwen die, al dan niet tijdelijk, gesloten zijn komen ook al in het nieuws

11.1

Met vriendelijke groet

[redacted]  
Senior Scientific Specialist  
Structural Reliability

[redacted]  
M. [redacted]  
E. [redacted]@tno.nl

Location

**TNO** innovation  
for life

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. TNO accepts no liability for the content of this e-mail, for the manner in which you use it and for damage of any kind resulting from the risks inherent to the electronic transmission of messages.

We moved to a new location.

Visiting adres **Stieltjesweg 1, 2628 CK Delft.**

Post adres **Postbus 155, 2600 AD Delft**

For directions [hier](#).

**Van:** [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** donderdag 26 oktober 2017 08:13  
**Aan:** [REDACTED]  
**CC:** [REDACTED]  
**Onderwerp:** RE: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt 147, Den Haag, BZK , Z01-3

Beste [REDACTED]

Naar aanleiding van onderstaand bericht het volgende.

Eerst hebben we bij Hageman in de afgelopen week wat vertraging op gelopen. Ik ben een week afwezig geweest vanwege vakantie en in die tijd was [REDACTED] ziek. De opzet van een projectplan waarin beschreven wordt hoe het onderzoek en de uitwerking hiervan verder zou kunnen verlopen, heeft dus even stilgelegen. Toch is het ons doel om vrijdag (laat) een eerste concept aan de betrokken te kunnen zenden.

[REDACTED]

Met vriendelijke groet,  
[REDACTED]

**Van:** [REDACTED]@minbzk.nl]  
**Verzonden:** woensdag 25 oktober 2017 15:19  
**Aan:** [REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>  
**CC:** [REDACTED] [REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Onderwerp:** FW: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt 147, Den Haag, BZK , Z01-3

Dag [REDACTED]

Zie onderstaand verzoek om met drie man te komen. Er zijn meer partijen die breder willen aanschuiven. Wij houden dit in principe af ter voorkoming van Poolse landdag. Nu is ABFAB natuurlijk heel belangrijk voor vervolgonderzoek. Als jij as maandag concrete voorstellen hebt voor dit vervolgonderzoek zou het wellicht toch zinvol zijn om ABFAB met drie man te laten komen? Of mogelijk juist niet...

Laten mij even weten wat jij vind. Ik zal dit dan bespreken met mijn afdelingshoofd [REDACTED] [REDACTED] die as maandag voorzitter is van het overleg.

Ook als jij verder voorstellen hebt voor de agenda, hoor ik het graag.

Zie ook de mail van [REDACTED] in bijlage. Volgens mij wordt het lastig om met iedereen erbij de praten over afzonderlijke projecten met naam en toenaam.

Vriendelijke groet,  
[REDACTED]

**Van:** [REDACTED] [REDACTED]@bfbn.nl]  
**Verzonden:** woensdag 25 oktober 2017 14:58  
**Aan:** [REDACTED] [REDACTED]@bfbn.nl: [REDACTED]@minbzk.nl>

CC: [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@drbg.nl

Onderwerp: RE: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt 147, Den Haag, BZK , Z01-3

Beste [redacted]

Komende maandag is er weer overleg op het Ministerie over het gebruik van breedplaatvloeren en dan in het licht van de resultaten van het onderzoek van het bezwijken van de in aanbouw zijnde parkeergarage Eindhoven Airport. Naar aanleiding hiervan is door jullie een informatiedocument verspreid onder gemeentes, constructeurs, aannemers en toeleveranciers. De impact van het onderzoek en informatiedocument is groot, maar er is nog het nodige onduidelijk.

Inmiddels zijn de eerste gebouwen (tijdelijk) gesloten. De pers, zowel de vaktechnische pers als ook de 'dagelijkse' pers zit boven op het onderwerp. Kortom er is een maatschappelijke noodzaak.

Maandag gaf jij aan dat er vanuit jou sterk de behoefte is om slechts twee personen toe te laten vergadering. Echter, gezien het belang vanuit de branche heeft het bestuur van AB-FAB sterk de behoefte om in ieder geval komende vergadering een bestuurslid te sturen, naast [redacted] als de technische expert en mij als contact met de achterban.

Dit ook in het licht van het onderzoeksvraag die geformuleerd zal gaan worden.

Met vriendelijke groet,

[redacted]  
adviseur technische belangenbehartiging

**BFBN**

*Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland*

*Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden*

*Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden*

*T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)*

*M:* [redacted]

*T:* [redacted]



**BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie**

De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden,  
bevordert de concurrentiekracht en verbetert het  
imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.



Van: [redacted]

Verzonden: maandag 23 oktober 2017 09:36

Aan: [redacted]@minbzk.nl

CC: [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@drbg.nl

Onderwerp: 30 oktober, 9:30 uur, Turfmarkt BZK , Z01-36

Beste [redacted]

Volgende week is er weer toptoverleg bij jullie. Daarbij zullen [redacted] bestuurslid AB-FAB, [redacted] (voorzitter Technische commissie AB-FAB) en ik aanschuiven.

Met vriendelijke groet,

[redacted]  
adviseur technische belangenbehartiging

**BFBN**

*Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland*

*Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden*

*Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden*

*T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)*

M:



**BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie**

De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden,  
bevordert de concurrentiekracht en verbetert het  
imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.



Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.  
This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

129

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** zondag 29 oktober 2017 11:55  
**Aan:** [redacted]  
**CC:** [redacted] TNO'  
**Onderwerp:** Concept projectplan - breedplaatvloeren problematiek  
**Bijlagen:** n-171029\_concept A.pdf

**Categorieën:** breedplaatvloeren

Beste [redacted]

Hierbij ontvang je een eerste concept voor een projectplan. Desgewenst kan het morgen in het overleg in de werkgroep worden besproken. Wij hebben het nog niet verspreid binnen de werkgroep.

Met vriendelijke groet,



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

[redacted]  
Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK  
T +31 [redacted]  
M +31 [redacted]  
[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)



De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

130



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

**Notitie 29-10-2017**

**Dossier 9780**

## **Projectplan onderzoek constructieve veiligheid bestaande breedplaatvloeren**

Op 27 mei 2017 is een deel van een in aanbouw zijnde parkeergarage van Eindhoven Airport ingestort. Uit onderzoek naar de oorzaak van die instorting blijkt, dat vloeren die zijn uitgevoerd met breedplaten in bepaalde gevallen onveilig kunnen zijn<sup>1</sup>. Hierdoor is de vraag ontstaan of bestaande bouwwerken met breedplaten wel voldoende veilig zijn. Het voorliggende document geeft een methode om van een afzonderlijk bouwwerk het veiligheidsrisico te bepalen. In het voorliggende document is een projectplan voor de onderzoek naar constructieve veiligheid van bestaande breedplaatvloeren opgenomen. Het uiteindelijke doel is om te komen tot regelgeving waarmee kan worden bepaald of een bestaande breedplaatvloer voldoet aan het veiligheidsniveau uit NEN 8700 voor bestaande bouw.

Bij het onderzoek gaat het specifiek om de vraag in welke maat de vloer in staat is een positief moment ter plaatse van een breedplaatnaad over te dragen. In het geval een positief moment ter plaatse van een breedplaatnaad moet worden overgedragen, moet de trekkracht die in de wapening van de breedplaat aanwezig is, via koppelwapening die op de breedplaat ligt, naar de wapening in de breedplaat aan de andere zijde van de naad worden overgebracht. De situatie is voor een langsnaad toegelicht in figuur 1. Uit het onderzoek naar de schade bij de parkeergarage van Eindhoven Airport blijkt dat de momentcapaciteit bij dit detail in bepaalde gevallen onvoldoende kan zijn als de schuifspanning in het aansluitvlak tussen de breedplaat en de druklaag een bepaalde grenswaarde overschrijdt.

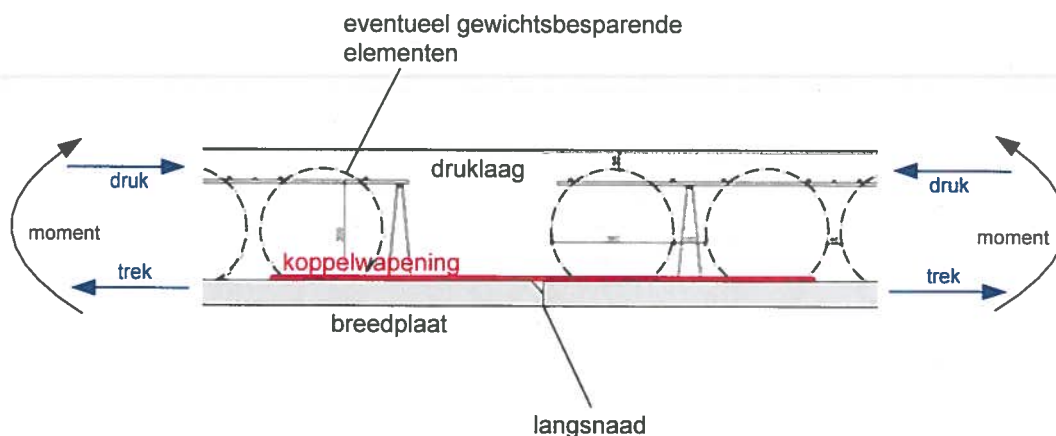
<sup>1</sup> Het onderzoek naar de instorting bij Eindhoven Airport is beschreven in Hageman rapport 9663-1-0 en TNO-rapport TNO 2017 R11127.

Directie:  
Prof.dr.ir. D.A. Hordijk  
Prof.ir. S.N.M. Wijte

Polakweg 14e  
Postbus 26  
2280 AA Rijswijk ZH

Telefoon 070 - 399 03 03  
mail@adviesbureau-hageman.nl  
www.adviesbureau-hageman.nl

Bank ABN-AMRO Rijswijk  
Rek.nr. NL09 ABNA 0481 3001 39  
KvK 's-Gravenhage nr. 27149272



figuur 1 Een door een positief moment veroorzaakte trekkracht in de breedplaten die via in de druklaag opgenomen koppelwapening moet worden overgebracht.

Voorgesteld wordt het onderzoek te laten bestaan uit de volgende onderdelen (A t/m H):

- A. Het opzetten van een stappenplan voor een eerste screening van bestaande constructies met breedplaatvloeren;
- B. Evaluatie van gevallen die bij een eerste screening hebben geleid tot ontruiming van gebouwen of vloeren;
- C. Voorstel voor experimenteel onderzoek waarmee de capaciteit van een breedplaatvloer bij een positief moment bij een plaatnaad wordt bepaald;
- D. Opstellen van een (theoretisch) rekenmodel waarmee de capaciteit van een breedplaatvloer bij een positief moment bij een plaatnaad wordt bepaald en een analyse van de resultaten van berekeningen met dit rekenmodel;
- E. Verkenning van beschikbare informatie, met name uit het buitenland;
- F. Materiaalonderzoek naar de hechtingseigenschappen van zelfverdichtend beton;
- G. Evaluatie van de resultaten van het experimenteel onderzoek dat is gedaan bij onderdeel B;
- H. Opstellen van rekenregels voor bestaande gebouwen met breedplaatvloeren.

De onderdelen in bovenstaande opsomming zijn zoveel mogelijk in chronologische volgorde weergegeven. Bepaalde onderdelen kunnen gelijktijdig worden uitgevoerd. Hierna zijn enkele onderdelen kort toegelicht.

#### Ad A:

In Hageman notitie 05-10-2017 is een stappenplan opgenomen waarmee een eerste screening van de constructieve veiligheid van bestaande breedplaatvloeren kan worden uitgevoerd. Een uitkomst van de eerste screening met het stappenplan kan zijn, dat er op dit moment geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat dit in de toekomst mogelijk nog wel noodzakelijk is (aangegeven met de blauwe en oranje vakjes in het stappenplan). Met het stappenplan wordt namelijk niet getoetst aan het veiligheidsniveau uit NEN 8700 voor bestaande bouw, maar of er sprake is van een acuut onveilige situatie. Het voorliggende projectplan is erop gericht om te komen tot regelgeving waarmee (definitief) kan worden bepaald of een bestaande breedplaatvloer voldoet aan het veiligheidsniveau uit NEN 8700 voor bestaande bouw.

Onderdeel A is met het uitbrengen van Hageman notitie 05-10-2017 min of meer afgerond. Mogelijk dat na een evaluatie van het stappenplan nog enkele wijzigingen zullen worden doorgevoerd.

Ad C:

Er zijn meerdere fabrikanten van breedplaatvloeren en daardoor zijn er verschillende varianten van de koppeling bij plaatnaden toegepast. Voorgesteld wordt dat een testprotocol wordt opgesteld, waarmee fabrikanten van breedplaatvloeren experimenteel onderzoek kunnen (laten) uitvoeren. Op dit moment worden buigproeven het meest geschikt geacht. Het is belangrijk dat de fabrikanten op gelijke wijze de proeven uitvoeren om de resultaten goed met elkaar te kunnen vergelijken. Voorgesteld wordt dat de fabrikanten de resultaten bij Adviesbureau Hageman aanleveren en dat die bij onderdeel G zullen worden geanalyseerd.

Ad D:

Er zal een rekenmodel worden opgesteld waarmee de capaciteit van een breedplaatvloer bij een positief moment bij een plaatnaad wordt bepaald. De resultaten zullen worden geanalyseerd om na te gaan of met een dergelijk rekenmodel voldoende betrouwbare resultaten kunnen worden verkregen. De resultaten van de berekeningen met het rekenmodel zullen in onderdeel G worden vergeleken met de resultaten van het experimenteel onderzoek. Bij het opstellen van het rekenmodel zal ook gebruik worden gemaakt van beschikbare informatie die wordt verzameld bij onderdeel E.

Als het lukt om een betrouwbaar rekenmodel op te stellen, kunnen veel eenvoudiger verschillende varianten van koppelingen bij plaatnaden worden beschouwd.

Ad E:

In het buitenland is in het verleden onderzoek gedaan naar de capaciteit van een breedplaatvloer bij een positief moment bij een plaatnaad. Deze informatie zal worden verzameld, beoordeeld en, waar mogelijk, worden gebruikt.

Ad F:

Op dit moment bestaat het vermoeden dat de hechting van en een druklaag op een geprefabriceerde breedplaat van zelfverdichtend beton significant minder kan zijn dan in het geval van breedplaten gemaakt van normaal grindbeton. Voorgesteld wordt om na te gaan of dit daadwerkelijk zo is, en zo ja, waarom.

Ad G:

De aangeleverde proefresultaten zullen worden geanalyseerd. De resultaten zullen niet alleen onderling worden vergeleken, maar ook met het rekenmodel dat bij onderdeel D is opgesteld.

Ad H:

Alle bij onderdelen B t/m G verzamelde informatie zal worden gebruikt om te komen tot regelgeving waarmee kan worden bepaald of een bestaande breedplaatvloer voldoet aan het veiligheidsniveau uit NEN 8700 voor bestaande bouw.

Rijswijk, 29 oktober 2017

---



131

Van: [REDACTED]  
Verzonden: zondag 29 oktober 2017 19:49  
Aan: [REDACTED]  
CC: [REDACTED]; [REDACTED] TNO'  
Onderwerp: RE: Concept projectplan - breedplaatvloeren problematiek

Dag [REDACTED],  
Dank hiervoor!  
Ik stel voor dat jij dit morgen kort presenteert tijdens vergadering. En aansluitend dan discussie hierover.  
Vriendelijk groet,  
[REDACTED]

Verzonden met BlackBerry Work  
(www.blackberry.com)

Van: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>  
Datum: zondag 29 okt. 2017 11:55 AM  
Aan: [REDACTED] <[REDACTED]@minbzk.nl>  
Kopie: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>, [REDACTED] TNO' [REDACTED] <[REDACTED]@tno.nl>  
Onderwerp: Concept projectplan - breedplaatvloeren problematiek

Beste [REDACTED]

Hierbij ontvang je een eerste concept voor een projectplan. Desgewenst kan het morgen in het overleg in de werkgroep worden besproken. Wij hebben het nog niet verspreid binnen de werkgroep.  
Met vriendelijke groet,  
[REDACTED]



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

[REDACTED]  
Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK  
T [REDACTED]  
M + [REDACTED]  
[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

132

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** dinsdag 21 november 2017 22:13  
**Aan:** [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'; [redacted]  
[redacted]@tno.nl';  
[redacted]@bfbn.nl'; [redacted]@vnconstructeurs.nl';  
[redacted]@ivbn.nl'; [redacted]@geelen-beton.nl';  
[redacted]@aedes.nl'; [redacted]

**Onderwerp:** RE: agenda overleg breedplaatvloeren 22 november  
**Bijlagen:** n-171121\_concept A.pdf

Beste allen,

Hierbij het eerste concept voor de toelichting bij het informatiedocument constructieve veiligheid breedplaatvloeren.

Met vriendelijke groet,

Aanwezig op dinsdag t/m vrijdag.



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

[redacted]  
**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK  
T +31 [redacted]  
M +31 [redacted]  
[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

**Van:** [redacted]@minbzk.nl]

**Verzonden:** dinsdag 21 november 2017 13:53

**Aan:** [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'; [redacted]  
[redacted]@tno.nl'; [redacted]@bfbn.nl'; [redacted]@vnconstructeurs.nl';  
[redacted]@ivbn.nl'; [redacted]@geelen-beton.nl';  
[redacted]@aedes.nl'; [redacted]

**Onderwerp:** agenda overleg breedplaatvloeren 22 november

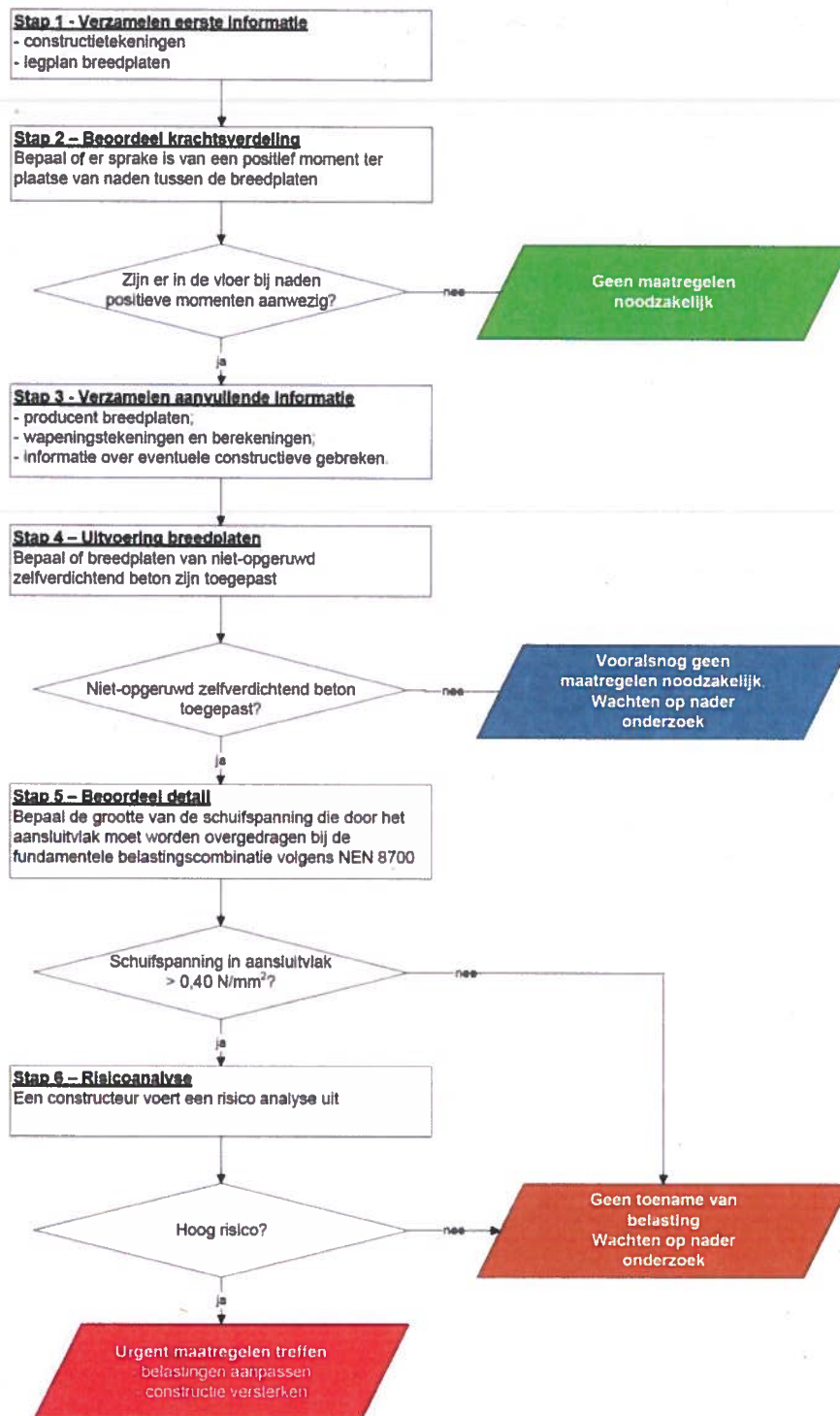
verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

**Notitie 21-11-2017 Concept A****Dossier 9780****Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren****1 Inleiding**

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door diverse partijen gebruikt.

In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de markt is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op dit stappenplan gegeven. Tevens is in bijlage A een voorbeeld van een onderzoek volgens het stappenplan opgenomen.



figuur 1 Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of er sprake is van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Hierbij is het van belang dat wordt nagegaan of het beton van de breedplaat in de nabijheid van de voeg, over de breedte waar de koppelstaven op de breedplaat liggen, aan de bovenzijde opgeruwd is. Door de aanwezigheid van gewichtsbeparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.

## 3 Toelichting op stap 5

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat na stap 5 al conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een conclusie worden getrokken.

Uit de beoordeling kan volgen dat de gecontroleerde vloer in het oranje vak valt. In dat geval wordt met “Geen toename van belasting” bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de belasting op de vloer. Een kleine wijziging van de belasting onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan, bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal.

## 4 Toelichting op stap 6

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van delaminatie tussen de breedplaat en opstort in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een doffe klank op delaminatie.

Uit ervaring is inmiddels bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief moment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvervorming van het beton. Uit de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd is bekend dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 20 cm niet leidt tot een hoger risico. Wordt meer onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

De toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie, vergelijking 6.16b, volgens NEN-EN 1990. Dit is een belastingscombinatie die normaal gesproken bij de toetsing van de bruikbaarheidsgrenstoestand wordt gebruikt. Aangezien bij de proeven voor het schadegeval Eindhoven Airport reeds bij een laag belastingsniveau onthechting is ontstaan, is het niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw moet worden gesloten. Er

kunnen plaatselijk maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stempels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten.

## **5 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting**

Bij vloeren waarvoor urgente maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van de maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Als de vloer bij een vooraf bepaalde proefbelasting niet bezwijkt, kan de betreffende vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van te voren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting. De grootte moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Op alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak wordt een proefbelasting uitgevoerd
2. Op een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak wordt een proefbelasting uitgevoerd

### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de belasting onder werkelijk gebruik gehanteerd. Dit zal in veel gevallen betekenen dat kan worden uitgegaan van een lagere belastbaarheid van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt dat geen belastingsfactor voor het eigen gewicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond zal zijn dat in het eigen gewicht geen onzekerheden aanwezig zijn, omdat in het werk wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden getrokken voor het betreffende vloerveld.

### Ad 2, een deel van de "rode" vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en wel conclusies moeten worden getrokken voor alle vloervelden, is de vereiste vloerbelasting hoger dan onder ad 1 is bepaald. In dit geval dient rekening met spreiding in gewicht en sterkte van de vloeren te worden gehouden. In NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. De variatie in sterkte kan worden

gebaseerd op de proeven die voor het onderzoek naar de schade bij Eindhoven Airport zijn uitgevoerd. Uit die proeven volgt een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,07.

De proefbelasting kan worden aangebracht in de vorm van water dat in bakken of containers wordt gepompt (figuur 2). Het te beproeven vloerveld dient tijdens het beproeven te zijn onderstempeld, waarbij enige ruimte wordt vrijgehouden tussen de onderzijde van de vloer en de bovenzijde van de stempels. De onderstempeling is bedoeld om te voorkomen dat instorting plaatsvindt als de vloer de proefbelasting niet kan dragen en bezwijkt. Overigens wordt geadviseerd te voorkomen dat de vloer tijdens de proeven bezwijkt omdat het repareren of vervangen van een bezwijken vloer naar verwachting hoge kosten met zich meebrengt. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen, waarbij voor aanvang van de proef en na iedere belastingstap in ieder geval de volgende metingen worden verricht:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen;
2. Voegwijdte in plaatnaad met duimstok;
3. Wijdte van aanwezige scheuren met scheurenkaart, ontstaan van nieuwe scheuren;
4. Doorbuiging van de vloer met een duimstok ten opzichte van de bovenzijde stempels.

Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak.

Ook wordt geadviseerd de vooraf afgesproken vloerbelasting ongeveer 30 minuten op het vloerveld te laten staan. Als de vloer in het betreffende veld in staat is deze belasting te dragen, zonder dat de vloer daarbij op de stempels terecht komt, is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproeving betrekking heeft, veilig te gebruiken (oranje vak).



figuur 2 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

## 6 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt.

In situatie 1 wordt betrokken partijen geadviseerd vooraf privaatrechtelijk afspraken te maken over het uiteindelijk gewenste veiligheidsniveau. Om te beoordelen of een pand in gebruik kan worden genomen, wordt geadviseerd het stappenplan te hanteren.

In situatie 2 wordt geadviseerd de breedplaatvloeren te laten voldoen aan hetgeen is gesteld in de voorschriften en wordt aanbevolen om de aanwijzingen in VARCE 12 op te volgen.

Rijswijk, 21 november 2017



## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een gebouw met meerdere verdiepingen en een veranderlijke belasting van  $5 \text{ kN/m}^2$  en  $3 \text{ kN/m}^2$  voor respectievelijk een dakplein en de overige vloeren. Het gebouw is bereikbaar via toegangsbruggen over water. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriftenserie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik.

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar gekomen. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Stap 5 is daardoor noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$v_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Esd}} / A_v$$

waarin:

$v_{\text{Ed,gem}}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{\text{Esd}}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b \cdot b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten bij het oorspronkelijke ontwerp voor ongeveer 85% was uitgenut.

Om de trekkracht  $F_{\text{Esd}}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met de volgende reductiefactoren:

1. Factor 0,85, omdat de koppelwapening gemiddeld ongeveer 85% is uitgenut in het ontwerp;
2. Factor 0,85, omdat de belastingsfactoren voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager zijn dan voor bij het ontwerp volgens NEN 6702.

### Ad. 1. Benutting van wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut. Deze benutting blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen een factor 0,85.

## Ad. 2. Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

De precieze reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting en van de momentaanfactor. De factor is berekend voor de belastingssituatie in het gebouw (veranderlijk  $3 \text{ kN/m}^2$ ) en op het dak (veranderlijk  $5 \text{ kN/m}^2$ ) en is dan respectievelijk 0,86 en 0,84. Voor de beoordeling is uitgegaan van een gemiddelde waarde van 0,85.

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa  $\emptyset 10\text{-}150$  tot  $2\emptyset 20\text{-}350 + \emptyset 16\text{-}350$ . In tabel 1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening.

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven  $\emptyset 16$  zijn toegepast sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Voor vloervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat vooralsnog geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren

Tabel 1      Schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ ( x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Esd}$ [kN/m]	$v_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

## Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

### Bepaling onthechting

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of sprake is van onthechting tussen de breedplaat en de opstort bij de plaatnaden. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van onthechting over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschieters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Ook is uit de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd bekend dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting niet leidt tot een hoger risico. Aangezien bij de proeven reeds bij een laag belastingsniveau onthechting ontstaat, is het ook niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw nog lang de bezwijkbelasting niet is bereikt.

### Schuifspanningscontrole bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien:

1. Wordt uitgegaan van de quasi permanente belastingscombinatie;
2. Gebruik wordt gemaakt van herverdeling van momenten van het veld naar de steunpunten.

#### Ad. 1, Quasi permanente belastingscombinatie

De quasi permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,5 \times 3 = 1,5 \text{ kN/m}^2$  en voor het dakplein  $0,25 \times 5 = 1,25 \text{ kN/m}^2$ . Voor beide situaties is de reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 en die is:

- in het gebouw 0,80
- op het dak 0,72

#### Ad. 2, Herverdeling

Uit de proeven die zijn uitgevoerd voor het schadegeval bij Eindhoven Airport volgt dat het bezwijkgedrag van het aansluitdetail bij de plaatnaden enigszins ductiel is (vervormingscapaciteit is aanwezig). Om deze reden kan bij tussenvelden en in mindere mate ook bij eindvelden gebruik worden gemaakt van herverdeling van momenten. Bij de steunpunten (kolommen) is reserve aanwezig in de steunpuntswapening, omdat uitgegaan wordt van de lagere belastingsfactoren volgens NEN 8700 en van de quasi permanente combinatie. Als veilige aanname kan worden verondersteld dat ten minste 20% reserve aanwezig is ter plaatse van de steunpunten. Bij een tussenveld is het gemiddelde steunpuntsmoment circa  $1/12 qL^2$  en het gemiddelde veldmoment  $1/24 qL^2$ . Dit betekent dat bij een gelijkblijvende momentensom het veldmoment in een tussenveld door herverdeling met 40% zou mogen worden verlaagd. Bij een eindveld kan slechts naar één steunpunt worden herverdeeld en zou de reductie 20% bedragen. De mate van herverdeling is vrij hoog. Nader onderzoek zou kunnen uitwijzen dat een dergelijke grote herverdeling is toegestaan. Voor de beoordeling worden de percentages als veilige benadering gehalveerd, dus voor tussenvelden een reductie van 20% en voor eindvelden een reductie van 10%. Met andere woorden, voor een tussenveld geldt een factor 0,8 en voor een eindveld een factor 0,9 op de schuifspanningen.

Met de genoemde factoren zijn de schuifspanningen uit stap 5 verder gereduceerd. Indien de schuifspanning vervolgens nog steeds de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  overschrijdt, zijn de betreffende locaties (vloervelden) in het rode vak ingedeeld (urgent maatregelen treffen). De rest is ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Voor de toegangsbruggen met breedplaatvloeren geldt dat de schuifspanningen ook na reductie nog hoger zijn dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Echter, vanwege het feit dat de gevolgen van het bezwijken van een brug veel minder ernstig zijn dan het bezwijken van een vloer in het gebouw, zijn de bruggen toch in het oranje vak ingedeeld. Daarbij kan nog worden opgemerkt dat in de bruggen aanvullend op de koppelwapening (maximaal Ø25-200) ook doorlopende wapening Ø25-400 op de breedplaten aanwezig is. Vanwege de doorlopende wapening is het risico op bezwijken van het aansluitvlak lager dan zonder deze doorlopende wapening.

Het resultaat van stap 6 is in dit geval, dat slechts voor een deel van de vloeren urgent maatregelen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld het onderstempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloeren. In het geval van onderstempelen wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Door de eigenaar van het gebouw is besloten het gebouw tijdelijk te sluiten.

Nadat het gebouw tijdelijk is gesloten, is een proefbelasting uitgevoerd. De beproefde vloeren bleken voldoende draagkracht te hebben om de vooraf afgesproken proefbelasting naar de kolommen af te kunnen dragen. Hierna is het gebouw weer geopend onder de beperkingen die gelden voor het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

134

Van.  
Verzonden:  
Aan:

[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
zaterdag 2 december 2017 12:17

[redacted]  
[redacted]@tno.nl'; [redacted]@bfbn.nl';  
[redacted]@vnconstructeurs.nl'; [redacted]@ivbn.nl';  
[redacted]@geelen-beton.nl'; 'I  
CITG'; [redacted]@aedes.nl'; [redacted]

CC:  
Onderwerp:  
Bijlagen:

9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument  
n-171201\_concept B.pdf

Beste allen,

Naar aanleiding van de reacties die ontvangen zijn op het eerste concept van het toelichtende document, verzonden op 21 november j.l., sturen wij u hierbij een tweede concept (concept B). Graag vernemen wij uiterlijk voor 5 december 12:00 uur of u kunt instemmen met het definitief maken en verspreiden van deze toelichtende tekst.

Met vriendelijke groet,



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

[redacted]  
Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK

T +31 [redacted]  
M +31 [redacted]  
[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.



Notitie 1-12-2017

Dossier 9780

---

**Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren – Concept B**

---

**1 Inleiding**

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door veel partijen gebruikt.

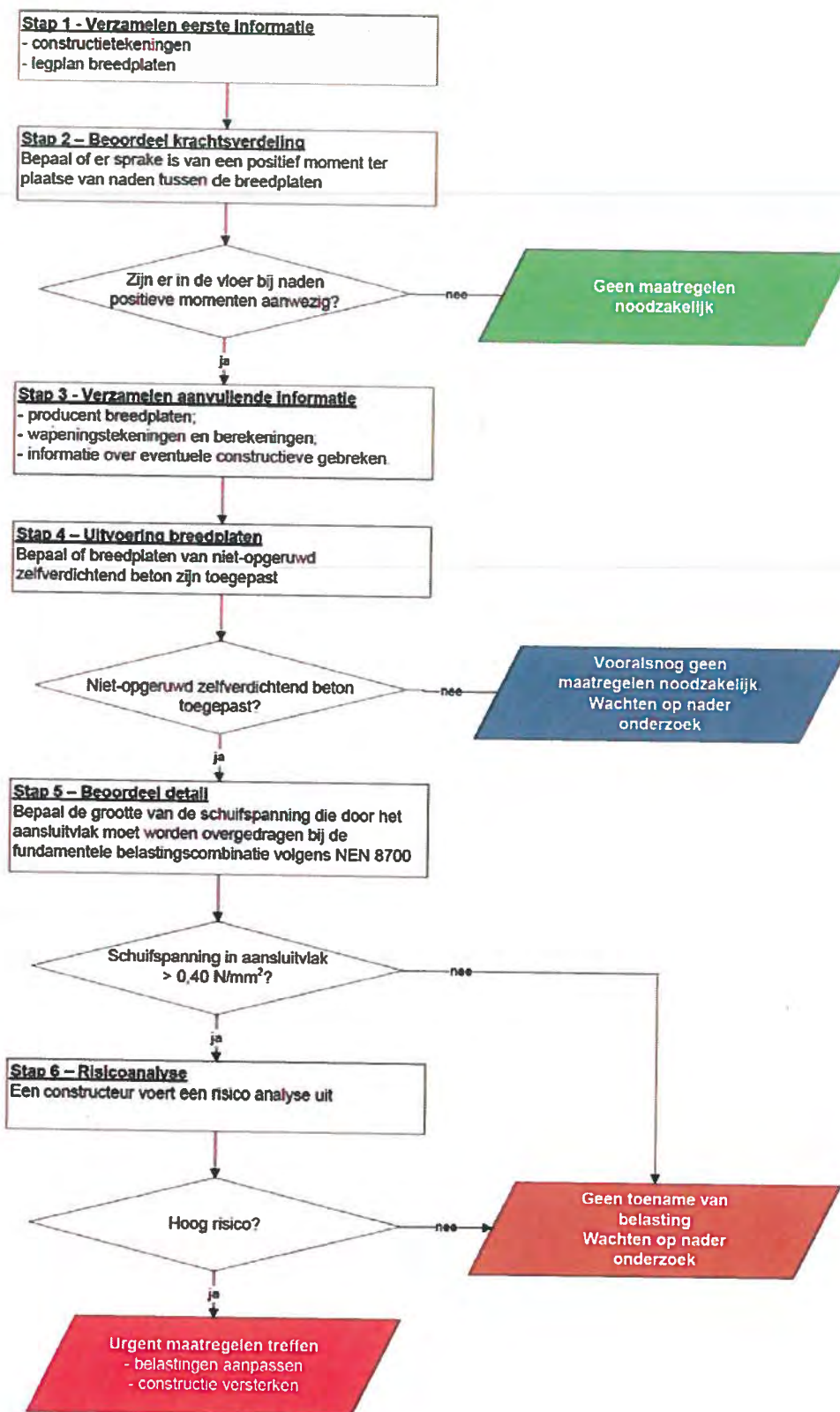
In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de praktijk, is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op onderdelen van dit stappenplan gegeven. Deze toelichting is eveneens tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van de eerder genoemde partijen.

Directie:  
Prof.dr.ir. D.A. Hordijk  
Prof.ir. S.N.M. Wijte

Polakweg 14e  
Postbus 26  
2280 AA Rijswijk ZH

Telefoon 070 - 399 03 03  
mail@adviesbureau-hageman.nl  
www.adviesbureau-hageman.nl

Bank ABN-AMRO Rijswijk  
Rek.nr. NL09 ABNA 0481 3001 39  
KvK 's-Gravenhage nr. 27149272



figuur 1 Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Algemene toelichting op het stappenplan

Algemene toelichting op het stappenplan:

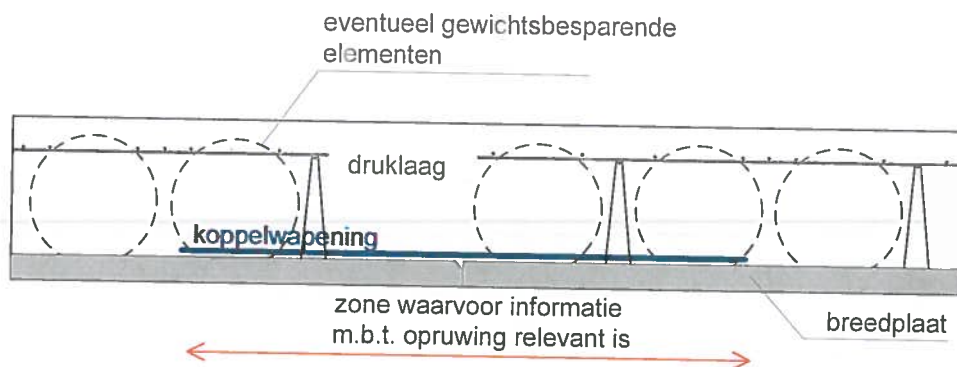
- Het doel van het stappenplan is om de meest kritische vloerconstructies te vinden;
- Voordat conclusies worden getrokken, dient het stappenplan geheel doorlopen te worden.
- Woningen of woongebouwen hoeven niet te worden onderzocht. Parkeergarages of winkels etc. die zich onder een woongebouw bevinden, moeten wel worden onderzocht. Een andere uitzondering zijn loftwoningen. In gebouwen met loftwoningen kunnen grote overspanningen en vloeren met een tweezijdige krachtsafdracht voorkomen;
- Constructies van normaal grindbeton of opgeruwd zelfverdichtend beton worden voorlopig voldoende veilig geacht (deze constructies vallen in het blauwe of oranje vak van het stappenplan). Dit wil overigens nog niet zeggen dat die constructies per definitie aan het afkeurniveau dat in NEN 8700 voor bestaande bouw is beschreven, zal voldoen;
- Uiteindelijk zullen rekenregels worden opgesteld om te kunnen toetsen of een vloerconstructie van een bestaand gebouw aan het afkeurniveau voldoet. Deze rekenregels zullen worden gebaseerd op nog uit te voeren (landelijk) onderzoek dat in het informatiedocument is vermeld. Naar verwachting zullen deze rekenregels voor eind 2018 beschikbaar komen. Als dan niet aan het afkeurniveau wordt voldaan, zullen maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrennen van versterkingen, moeten worden genomen.

## 3 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of de breedplaten zijn gemaakt van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Deze informatie staat meestal niet op de tekeningen die door de fabrikant zijn gemaakt. Via de volgende URL kan informatie van een aantal fabrikanten ten aanzien van de toegepaste betonsoort en het al dan niet opruwen van de bovenkant van de breedplaat worden gevonden:

<http://www.ab-fab.nl/algemeen-prefab/breedplaat---zelfverdichtend-beton>

Het onderzoek heeft betrekking op de overdracht van positieve buigende momenten ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten. Daarom is in het kader van dit onderzoek van belang dat de informatie over opruwing geldt voor het oppervlak in de nabijheid van de naad, over de zone waar de koppelstaven op de breedplaat liggen (figuur 2), dus langs de randen van de breedplaat. Door de aanwezigheid van gewichtsbesparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.



figuur 2 Zone waarvoor informatie over opruwing noodzakelijk is

Van een opgeruwd oppervlak mag worden uitgegaan als het oppervlak voldoet aan de eisen die gelden voor klasse “ruw” in art. 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1. Als daar niet aan wordt voldaan, moet worden uitgegaan van niet-opgeruwd beton.

## 4 Toelichting op stap 5

De toets in stap 5 dient te worden uitgevoerd voor het niveau bestaande bouw uit het Bouwbesluit 2012. Dit niveau is beschreven in NEN 8700 als het afkeurniveau voor bestaande bouwconstructies.

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat, als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden, al definitieve conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een definitieve conclusie worden getrokken. Dan is immer pas duidelijk of een vloer ingedeeld moet worden in het oranje of het rode vak in figuur 4 van de notitie. Geadviseerd wordt om maatregelen zoals ontruimen van een gebouw(deel) of plaatsen van stempels in gebouw(delen) pas toe te passen als uit stap 6 volgt dat het gebouw of gebouwdelen ingedeeld worden in het rode vak. Wel wordt aangeraden om zodra bekend is dat breedplaten met zelfverdichtend beton zonder opruwing toegepast zijn, een toename van de belasting onder dagelijks gebruik te voorkomen.

Met “Geen toename van de belasting onder dagelijks gebruik” wordt bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer(en) niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de optredende krachten en spanningen in de vloer. Meer specifiek betekent het in dit geval dat geen toename van de optredende spanningen in de voegen tussen twee breedplaten mag optreden. Een wijziging van de plaats van belastingen onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan. Bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal. Anderzijds kan het creëren van een tijdelijke opslag van schoolmeubilair in de desbetreffende ruimte niet worden beschouwd als een beperkte wijziging. Geadviseerd wordt regelmatig te controleren of er geen sprake is van een toename van de belasting onder dagelijks gebruik. Dit kan bijvoorbeeld door een medewerker van een technische dienst worden uitgevoerd.

## 5 Toelichting op stap 6

### **Quasi permanenten belastingssituatie**

De aanvullende toets aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie. Deze belastingscombinatie is beschreven middels, vergelijking 6.16b, van NEN-EN 1990. Deze belastingscombinatie wordt normaliter bij de toets van de bruikbaarheidsgrenstoestand gebruikt. Met deze belastingscombinatie wordt een spanningstoestand in de voeg bepaald die met grote waarschijnlijkheid in het dagelijks gebruik ook op zal treden. Hierbij moet ook uitgegaan worden van het gebruik van elke ruimte zoals die nu werkelijk plaatsvindt. De gebruiksfunctie volgens het ontwerp kan anders zijn dan het werkelijk gebruik. In het ontwerp kan bijvoorbeeld een hogere waarde van de gebruiksbelasting worden aangehouden om de toepassingsmogelijkheden voor een gebouw flexibel te houden. De aanvullende toets op dit niveau is in de risicoanalyse opgenomen om na te gaan hoe hoog het risico is bij het werkelijke gebruik van het gebouw. Het resultaat van de toets op zich is niet bepalend voor de conclusie van de risicoanalyse, maar is één van de overwegingen die in de algehele afweging wordt meegenomen.

Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) onthechting tussen de bovenzijde van de breedplaat en de druklaag waargenomen. Ondanks deze onthechting kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit diezelfde proeven, een reductie ten gevolge van een mogelijke onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

### **Herverdeling**

Uit een analyse van in het buitenland uitgevoerde proeven op breedplaatvloeren is gebleken dat het bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Er is dan dus geen sprake van herverdelingscapaciteit. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied is er mogelijk wel herverdelingscapaciteit aanwezig.

### **Vaststellen delaminatie**

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van de mogelijke delaminatie tussen de breedplaat en druklaag in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een doffe klank op de aanwezigheid van delaminatie. Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen over de afstand vanaf de naad, waarover de delaminatie zich voortzet.

Uit ervaring is inmiddels ook bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief buigendmoment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvorming van het ter plaatse gestorte beton van de druklaag. Tijdens de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd, is waargenomen dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 15 à 20 cm niet direct leidt tot een hoger risico. Wordt meer

onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw in het rode vlak moet worden geplaatst. Er kunnen lokale maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Dit moet zodanig gebeuren, dat er geen veiligheidsrisico's zijn voor de delen van het gebouw die in gebruik blijven. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stemfels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten. Met urgent wordt in dit geval bedoeld, dat de maatregelen beheerst op korte termijn worden uitgevoerd. Gelet op de reeds langere gebruiksduur van de betreffende constructie hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij brand, ruimten niet per direct te worden ontruimd. Gebruikers dienen de gelegenheid te krijgen om belangrijke spullen uit het gebouw mee te nemen.

#### **Belastingshistorie tijdens de bouw**

Vaak is tijdens de uitvoering de stortbelasting doorgestempeld naar twee of drie ondergelegen vloeren. De kans is daardoor groot dat de ondergelegen vloeren de helft of een derde van de stortbelasting in het verleden heeft gedragen. De hoofdaannemer van het project kan hierover mogelijk informatie verschaffen.

## **6 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting**

Bij vloeren waarvoor urgent maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Dat wil zeggen dat de proefbelasting niet in plaats van maatregelen komt, maar om de maatregelen weer te kunnen laten vervallen. Als de vloer bij een vooraf bepaalde grootte van de proefbelasting niet bezwijkt en/of geen schade vertoont die het draagvermogen kan beïnvloeden, kan de vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van tevoren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting en dat voor alle partijen duidelijk is wat de mogelijke consequenties van een proefbelasting kunnen zijn. Het is mogelijk dat de schade die bij een proefbelasting ontstaat, zodanig kan zijn dat de proefbelaste delen en eventueel andere delen van het gebouw niet meer gebruikt kunnen worden.

Vooraf aan een proefbelasting moet een plan worden opgesteld waarin onder andere aandacht wordt besteed aan:

- Maatregelen om gevolgen bij falen te beperken;
- De persoonlijke veiligheid tijdens het uitvoeren van de proef;
- Grootte van de aan te brengen proefbelasting;
- Wijze van aanbrengen van de proefbelasting;
- Uit te voeren metingen tijdens de proefbelasting;
- Grenswaarden voor de verschillende criteria.

### **Maatregelen om gevolgen van falen te beperken**

Om de gevolgen van falen te beperken, is er bij eerdere proefbelastingen op breedplaatvloeren gewerkt met een onderstempeling van het belaste vloerveld en de onderliggende vloervelden. Het uitgangspunt bij het ontwerp van het stempelplan is, dat de volledige proefbelasting door de stempels kan worden overgebracht naar de eronder aanwezige vloer(en) en dat de proefbelasting, in het geval de vloer tijdens de belastingsproef is bezweken, veilig kan worden verwijderd. Het aantal verdiepingen waarover naar beneden toe moet worden doorgestempeld, moet op basis van een berekening worden bepaald. De ondersteuning ter plaatse van het te belasten vloerveld moet enkele centimeters worden vrij gehouden van de vloer zodat het te beproeven vloerveld niet wordt ondersteund maar wel bij eventueel bezwijken voldoende snel wordt opgevangen door de onderstempeling.

### **Persoonlijke veiligheid**

Tijdens het uitvoeren van een proefbelasting is er te allen tijde een verhoogde kans aanwezig dat het beproefde deel bezwijkt. De capaciteit van de constructie is immers niet bekend. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen. Tijdens het aanbrengen van de belasting gedurende een belastingsstap mogen er geen personen onder het beproefde vloerveld aanwezig zijn. Als een belastingsstap enige tijd (ca. 10 min.) aanwezig is en de constructie dit zonder problemen lijkt te kunnen dragen, kan een persoon metingen verrichten onder het belaste vloerveld. Met klem wordt geadviseerd altijd een waarnemer naast het belaste veld te hebben die tijdig kan waarschuwen als er bijkomende schade lijkt te ontstaan waardoor de aanwezigheid onder het vloerveld niet meer verantwoord is. Als een kortere pauze tussen belastingsstappen gewenst is dan is het noodzakelijk dat waarnemingen vanaf afstand worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld door op afstand afleesbare verplaatsingsopnemers aan te brengen.

### **Grootte van de aan te brengen proefbelasting**

De grootte van de belasting moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de grootte van de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Beproeving van alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak
2. Beproeving van een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak

#### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald (zie ook Bijlage E.8 van NEN8700). Bij de proefbelasting hoort men aan te tonen dat de vloerconstructie bestand is tegen alle belastingsgevalen en belastingscombinaties. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik gehanteerd. Dit kan betekenen dat mag worden uitgegaan van een lagere belasting van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700. Hierbij moet dan natuurlijk wel worden gewaarborgd dat een ander gebruik van het betreffende vloerveld ook wordt voorkomen. Met veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik wordt een reëel ingeschatte belasting op basis van het gebruik zoals dat op dit moment aan de orde is, bedoeld. Dit kan afwijken van de momentante waarde van de belasting die behoort bij de gebruiksklasse uit NEN-EN 1991-1-1.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor, bij het afkeurniveau volgens NEN 8700 (tabel A1.2). Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt in beginsel dat geen belastingsfactor voor het eigen gewicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond hiervan is dat bij het ontwerp aangehouden onzekerheden in het eigen gewicht niet aanwezig zijn, omdat in het werk de werkelijke constructie wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden getrokken voor het betreffende vloerveld. Gezien de relatief hoge permanente belasting van breedplaatvloeren wordt het in dit geval verantwoord geacht de eventueel van invloed zijnde langeduur effecten te verwaarlozen als de proefbelasting minimaal 30 minuten blijft staan.

Voorbeeld:

veranderlijke belasting onder werkelijk gebruik:	2,2 kN/m <sup>2</sup>
belastingsfactor veranderlijke belasting (CC2, ref. periode 15 jaar):	$\gamma_Q = 1,15$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 1,15 \cdot 2,2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

#### Ad 2. een deel van de “rode” vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en het doel van de proef is om wel een conclusie te kunnen trekken voor alle vloervelden, is de vereiste proefbelasting hoger dan onder ad 1 is beschreven. In dit geval dient rekening te worden gehouden met spreiding in gewicht en capaciteit van de verschillende vloervelden. In bijlage E.6 van NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. Voor de variatie in sterkte wordt geadviseerd uit te gaan van een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,13. Een nadere uitwerking hiervan voor een specifiek geval is gegeven in bijlage B.

#### **Wijze van aanbrengen van de proefbelasting**

Bij voorkeur wordt er bij een proefbelasting gebruik gemaakt van een systeem waarbij de last snel automatisch gereduceerd kan worden. Dit gebeurt in laboratoria in de regel door het gebruik van een belastingsframe en aanbrengen van krachten door toepassen van vijzels. Bij de tot nu toe bekende praktijkgevallen voor breedplaatvloeren is er gekozen voor watercontainers en een onderstempeling van de constructie om de consequenties van een mogelijk falen te beperken tot het geteste deel van de constructie (figuur 3). Een voordeel van deze wijze van het aanbrengen van de proefbelasting is dat de proef met eenvoudige middelen te realiseren is. Een nadeel is, dat het een systeem is waarbij de last niet heel snel kan worden verwijderd. Alle betrokken partijen moeten het eens zijn over deze aanpak en de eventuele gevolgen hiervan.



figuur 3 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

### Metingen tijdens beproeving

Bij voorkeur moet er tijdens een proef continu gemeten worden. Stoppen tijdens een belastingstap kan dan op basis van vooraf vastgestelde grenswaarden op elke moment gebeuren. Zonder continue meting kan tijdens het doorlopen van een belastingsstap alleen op basis van een visuele waarneming worden ingegrepen, hetgeen erg beperkt zal zijn. Er zijn verschillende eenvoudige meetmethoden beschikbaar zoals laseropnemers en draadopnemers om tijdens de proeven op enkele plaatsen de doorbuiging van de breedplaten en de voegwijdte tussen de breedplaten te meten.

Voor een proefbelasting van een breedplaatvloer worden minimaal de volgende metingen geadviseerd:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.
2. Voegwijdte in plaatnaad;
3. Wijdte van aanwezige scheuren, ontstaan van nieuwe scheuren;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.
4. Doorbuiging van de vloer ten opzichte van de bovenzijde stempels of een ander vast punt.

Na bereiken van een bepaalde laststap moet enige tijd gewacht worden alvorens te gaan meten om zeker te zijn dat de constructie onder die last stabiel is. Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak (maatregelen vereist).

Als de vloer in het betreffende veld in staat is de vooraf bepaalde belasting te dragen, zonder dat de vloer daarbij op de stempels terecht komt, is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproeving betrekking heeft, veilig te gebruiken met de bij de oranje categorie behorende beperking van de belasting.

## 7 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt.

Opmerking: Een breedplaatvloer is de vervaardigde samenstelling van een geprefabriceerde breedplaat en de ter plaatse gestorte druklaag.

### Situatie 1:

In situatie 1 wordt betrokken partijen geadviseerd vooraf privaatrechtelijk afspraken te maken over het uiteindelijk gewenste veiligheidsniveau. Publiekrechtelijk wordt geadviseerd tijdelijk, met behoud van rechten en plichten, het veiligheidsniveau te accepteren dat wordt bereikt bij een toets van de vloerconstructie volgens het stappenplan. Dat betekent dat bij voor publiekrechtelijke toets wordt geadviseerd het stappenplan te hanteren om te beoordelen of een pand in gebruik kan worden genomen. Zodra de resultaten van het nadere algemene onderzoek dat gaat plaatsvinden, beschikbaar zijn, moet worden getoetst of wordt voldaan aan het nieuwbouwniveau volgens het Bouwbesluit en, indien dit niet wordt gehaald, moet dan worden versterkt.

### Situatie 2:

In situatie 2 wordt geadviseerd de breedplaatvloeren te laten voldoen aan hetgeen is gesteld in de voorschriften en wordt aanbevolen om de aanwijzingen in VARCE 12 op te volgen. Als daaraan wordt voldaan, mag ervan worden uitgegaan dat de breedplaatvloer valt in het groene vak van het stappenplan. VARCE 12 is beschikbaar via de volgende URL:

<https://www.cementonline.nl/varce-12-detailering-aansluitvlak-breedplaatvloeren>

Rijswijk, 1 december 2017

Concept B



## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een gebouw met meerdere verdiepingen waarin breedplaatvloeren zijn toegepast. Het gebouw heeft een betonnen stabiliteitskern. De breedplaatvloeren dragen af op de kernwanden en op betonnen kolommen. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriftenserie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik. De verdiepingenvloeren inclusief toegangsbruggen worden in dit voorbeeld beschouwd.

### Vloeropbouw

De breedplaatvloeren zijn uitgevoerd met gewichtsbeparende elementen. Er bevindt zich een tralieligger evenwijdig aan de langsnaden op ongeveer 300 mm vanaf de naad.

### Vloerbelasting

De permanente belasting van de vloer bedraagt  $8,5 \text{ kN/m}^2$ . De veranderlijke vloerbelasting waarvan in het ontwerp is uitgegaan, bedraagt  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . De momentaanfactor bedraagt  $\psi_0 = 0,5$ .

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Het uitvoeren van Stap 5 is daarom noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$v_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Esd}} / A_v$$

waarin:

$v_{\text{Ed,gem}}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{\text{Esd}}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b \cdot b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen en tekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten in een vloerveld niet is verjongd, maar is gedimensioneerd op het de grootste waarde van het veld moment in de kolomstrook dat met een lineair elastische berekening is bepaald.

Om de trekkracht  $F_{Ed}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met reductiefactoren in verband met het feit dat:

1. de koppelwapening niet volledig is uitgenut in het ontwerp;
2. de rekenwaarde van de belasting voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager is dan bij het ontwerp volgens NEN 6702.

De rekenwaarde van de vloeigrens van de wapening is in dit geval:  
 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

#### Ad. 1, Benutting van de wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut ter plaatse van de kolomstroken. De koppelwapening is gedimensioneerd op een piekmoment, de grootste waarde van het veldmoment, in de kolomstrook. De benutting ter plaatse van het piekmoment blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen dat de reductiefactor in dit geval de waarde 0,85 heeft.

#### Ad. 2, Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

Belastingsreductie i.v.m. kortere referentieperiode:

De reductie in verband met de kortere referentieperiode kan worden bepaald met art. 2.3.2 van NEN 8700. Aangezien het een verdiepingsvloer betreft, is de reductie in verband met de kortere referentieperiode te bepalen met:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Met:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$t = 15 \text{ jaar (referentieperiode)}$$

$$t_0 = 50 \text{ jaar (basis referentieperiode)}$$

De reductiefactor op de veranderlijke belasting in verband met de kortere referentieperiode is dan:  
 $(1 + ((1 - 0,5)/9) \ln(15/50)) = 0,93$

Totale reductiefactor i.v.m. lagere rekenwaarde belastingen:

De reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting. In de oorspronkelijke berekening volgens NEN 6702 was de rekenwaarde van de belasting:

$$p_d = 1,2 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 3 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

In de berekening volgens NEN 8700, afkeurniveau bedraagt de rekenwaarde van de belasting (incl. reductiefactor van 0,93 i.v.m. referentieperiode van 15 jaar):

$$p_{Ed} = 1,1 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 0,93 \cdot 3,0 = 12,6 \text{ kN/m}^2$$

De totale reductiefactor is dan  $p_{Ed}/p_d = 12,6/14,7 = 0,85$

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn in verschillende vloeervelden verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa Ø10-150 tot 2Ø20-350 + Ø16-350. In tabel A-1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening. Voor de wapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Esd} = 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 165 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{Ed,gem} = F_{Esd} / A_v = 165 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven Ø16 zijn toegepast, sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Voor vloeervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat voornamelijk geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren.

Tabel A-1 Gemiddelde schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ ( x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Esd}$ [kN/m]	$V_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

## Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

### Bepaling delaminatie

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of, bij het huidige gebruik, er sprake is van delaminatie tussen de breedplaat en de druklaag bij de plaatnaden. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van delaminatie over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschieters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) beperkte delaminatie waargenomen, ondanks deze delaminatie kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de mogelijke delaminatie in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat daar reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw de bezwijkbelasting nog niet hoeft te zijn bereikt.

### Controle gemiddelde schuifspanning bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien:

1. Wordt uitgegaan van de quasi permanente belastingscombinatie;
2. Gebruik wordt gemaakt van herverdeling van momenten van het veld naar de steunpunten.

#### Ad. 1, Quasi permanente belastingscombinatie

De quasi permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,5 \cdot 3,0 = 1,5 \text{ kN/m}^2$ . Ten opzichte van de gehanteerde belastingscombinatie volgens NEN 8700 die in stap 5 is bepaald, kan ook voor de quasi permanente belastingscombinatie een reductiefactor worden bepaald. In dit geval is de berekening als volgt (met  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$ ):

$$p_{\text{Egem}} = 1,0 \cdot 8,5 + 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,5 = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

De reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 bedraagt dan  $p_{E_{gem}}/p_{Ed} = 10,0/12,6 = 0,80$

#### Ad. 2, Herverdeling

Uit de proeven die zijn uitgevoerd voor het schadegeval bij Eindhoven Airport volgt dat het bezwijkgedrag van het aansluitdetail bij de plaatnaden in de proef enigszins ductiel is (een beperkte vervormingscapaciteit is aanwezig). Uit in het buitenland uitgevoerde proeven op naden in breedplaatvloeren blijkt dat het optredende bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Dan is dus geen sprake van ductiel gedrag. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied, zoals bij de breedplaten die zijn toegepast in het gebouw van dit voorbeeld, is er mogelijk wel enige herverdelingscapaciteit aanwezig te zijn.

Uitgaande van de aanwezigheid van enige mate van ductiliteit kan bij tussenvelden en in mindere mate ook bij eindvelden gebruik worden gemaakt van herverdeling van momenten. Bij de steunpunten (kolommen) is reserve aanwezig in de steunpuntwapening, omdat uitgegaan wordt van de lagere belastingsfactoren volgens NEN 8700 en van de quasi permanente combinatie. Als veilige aanname kan worden verondersteld dat ten minste 20% reserve aanwezig is ter plaatse van de steunpunten. Hierbij wordt opgemerkt, dat in dit voorbeeld de koppelwapening is gebaseerd op de piekmomenten in de kolomstroken die middels een lineair elastische berekening zijn bepaald. Van herverdeling tussen kolom- en middenstrook en herverdeling in breedterichting in de kolomstrook is in dit geval geen gebruik gemaakt.

Uit de lineair elastische plaatberekening die bij dit project beschikbaar is, volgt dat in de kolomstrook het steunpuntsmoment minimaal een factor 2 hoger is dan het veldmoment. Bij een gelijkblijvende momentensom zal bij een kolomstrook van een tussenveld een verhoging van het steunpuntsmoment met 20% leiden tot een verlaging van het veldmoment met 40%. Bij een eindveld kan slechts naar één steunpunt worden herverdeeld en zou de reductie 20% bedragen. De mate van herverdeling is vrij hoog. Nader onderzoek zou kunnen uitwijzen dat een dergelijke grote herverdeling is toegestaan. Voor de beoordeling worden deze percentages middels een veilige benadering gehalveerd. Dus voor tussenvelden een reductie van 20% en voor eindvelden een reductie van 10%. Met andere woorden, voor een tussenveld geldt een reductiefactor 0,8 en voor een eindveld een factor 0,9 op de schuifspanningen.

Met de genoemde reductiefactoren zijn de schuifspanningen uit stap 5 nogmaals bepaald. Indien de schuifspanning vervolgens nog steeds de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  overschrijdt, zijn de betreffende locaties (vloervelden) in het rode vak ingedeeld (urgent maatregelen treffen). De overige zijn ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

In tabel A-2 zijn de resultaten de schuifspanningsberekeningen voor een eindveld opgenomen. Voor koppelwapening Ø10-150 en een eindveld is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,80 \cdot 0,90 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot A_s f_{yd} = 0,80 \cdot 0,90 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 118 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v = 118 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

Tabel A-2 Gemiddelde schuifspanning bij de quasi permante belastingscombinatie na herverdeling voor een eindveld.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ ( x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Esd}$ [kN/m]	$V_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	118	0,24
Ø12-150	1250	754	625	600	600	171	0,28
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	237	0,31
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	276	0,35
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	303	0,39
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	406	0,42
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	536	0,55

Voor twee vloervelden geldt dat de schuifspanningen ook na reductie nog hoger zijn dan 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Het resultaat van stap 6 is in dit geval, dat slechts voor een deel van de vloeren urgent maatregelen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld het onderstempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. In het geval van onderstempelen wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Door de eigenaar van het gebouw is besloten het gebouw tijdelijk te sluiten.

Nadat het gebouw tijdelijk is gesloten, is een proefbelasting uitgevoerd. De beproefde vloeren bleken voldoende draagkracht te hebben om de vooraf afgesproken proefbelasting naar de kolommen af te kunnen dragen. Hierna is het gebouw weer geopend onder de beperkingen die gelden voor het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

## Bijlage B: Bepalen aan te houden last voor een proefbelasting

### Inleiding

In deze bijlage is een voorbeeld gegeven van de bepaling van de proefbelasting voor het geval niet alle vloervelden worden proefbelast. Feitelijk moet worden aangetoond dat de kans op bezwijken van een niet belast veld, gegeven het met succes doorstaan van de proefbelastingen, kleiner of gelijk is dan de kans die hoort bij de vereiste betrouwbaarheid volgens NEN 8700. Dit normblad vereist voor afkeuren van een gebouw in CC2 een minimale  $\beta$  van 2,5 voor een referentieperiode van 15 jaar (tabel B.2 van NEN 8700). Onderstaande geeft een vereenvoudigde berekening met partiele factoren waarbij ervan uitgegaan is dat een drietal representatieve velden worden belast ( $n = 3$ ).

### Uitgangspunten

Gevolgklasse: CC2

Referentieperiode: 15 jaar

Eigen gewicht van de vloer (gemiddeld): 8,5 kN/m<sup>2</sup>

Karakteristieke waarde nuttige belasting (referentieperiode 15 jaar): 2,0 kN/m<sup>2</sup>

De karakteristieke waarde van de nuttige belasting is bepaald bij het huidige gebruik van de vloer in dit voorbeeld.

### Eigen gewicht

In beginsel is het eigengewicht aanwezig in de proef, maar als een veld wordt beproefd en conclusies getrokken moeten worden over een ander veld moet rekening worden gehouden met onderlinge spreiding. Deze is niet zo groot als de spreiding van gebouw tot gebouw. Daarom wordt voor veld tot veld een variatiecoëfficiënt  $V = 0,05$  aangehouden. De partiele factor die gehanteerd moet worden is dan:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,3 \cdot 2,5 \cdot 0,05 \sqrt{(1+1/3)} = 1,04$$

Waarbij  $\beta = 2,5$ ,  $V = 0,05$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden). Bij de beschouwing van het eigen gewicht mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,3$

Bij een gemiddeld eigen gewicht van de vloer van 8,5 kN/m<sup>2</sup> wordt de rekenwaarde  $1,04 \cdot 8,5 = 8,9$  kN/m<sup>2</sup>.

### Nuttige belasting

Voor de nuttige belasting wordt als karakteristieke (gemiddelde) waarde voor een referentieperiode van 15 jaar de waarde 2 kN/m<sup>2</sup> voorgesteld. De partiele factor volgens NEN8700 is  $\gamma = 1,15$ . Daarmee volgt als rekenwaarde van de nuttige belasting:  $2,0 \cdot 1,15 = 2,3$  kN/m<sup>2</sup>

### Sterkte

Voor de variatiecoëfficiënt wordt uitgegaan van  $V = 0,13$ . Bij de beschouwing van de sterkte mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,8$ . Met  $\beta = 2,5$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden) volgt voor de te hanteren partiele factor:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,8 \cdot 2,5 \cdot 0,13 \sqrt{(1+1/3)} = 1,30$$

**Grootte proefbelasting:**

De rekenwaarde voor het totaal van de belastingcombinatie eigen gewicht plus nuttige belasting komt uit op:

$$8,9 + 2,3 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Rekening houdend met de onzekerheid in de sterkte volgt dan:

$$1,30 \cdot 11,2 = 14,6 \text{ kN/m}^2$$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 14,6 - 8,5 = 6,1 \text{ kN/m}^2$$

136

11.1

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** dinsdag 5 december 2017 11:26  
**Aan:** [redacted]  
**Onderwerp:** RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument  
**Bijlagen:** VARCE 12 - Detaillering aansluitvlak breedplaatvloeren.pdf

Beste [redacted]

Hierbij Varce 12. Ik heb het als pdf geprint van de website van cement online

Met vriendelijke groet,

Aanwezig op dinsdag t/m vrijdag.

[redacted]  
Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK

T [redacted]  
M [redacted]  
www.adviesbureau-hageman.nl

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht

-----Oorspronkelijk bericht-----

**Van:** [redacted]@minbzk.nl]  
**Verzonden:** dinsdag 5 december 2017 7:24  
**Aan:** [redacted]  
**Onderwerp:** FW: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Dag [redacted]  
Zou jij mij deze varce 12 willen sturen. Ik kan niet in cementonline.  
Groet  
[redacted]

Verzonden met BlackBerry Work  
(www.blackberry.com)

**Van:** [redacted]@bfbn.nl<[redacted]@bfbn.nl>>  
**Datum:** maandag 04 dec. 2017 5:21 PM  
**Aan:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl<mailto:[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>>, [redacted]  
<[redacted]@minbzk.nl<mailto:[redacted]@minbzk.nl>>, [redacted]  
<[redacted]@Rijksoverheid.nl<mailto:[redacted]@Rijksoverheid.nl>>, [redacted]  
<[redacted]@rotterdam.nl<mailto:[redacted]@rotterdam.nl>>, [redacted]  
<[redacted]@denhaag.nl<mailto:[redacted]@denhaag.nl>>, [redacted]@tno.nl'  
<[redacted]@tno.nl>>, [redacted]@vnconstructeurs.nl'  
<[redacted]@vnconstructeurs.nl<mailto:[redacted]@vnconstructeurs.nl>>, [redacted]  
<[redacted]@rhdhv.com<mailto:[redacted]@rhdhv.com>>, [redacted]@ivbn.nl'  
<[redacted]@ivbn.nl<mailto:[redacted]@ivbn.nl>>, [redacted]@minbzk.nl<mailto:[redacted]@minbzk.nl>>, [redacted]@geelen-beton.nl  
<[redacted]@geelen-beton.nl<mailto:[redacted]@geelen-beton.nl>>, [redacted]@bouwennederland.nl<mailto:[redacted]@bouwennederland.nl>>, [redacted] CITG'  
<[redacted]@tudelft.nl<mailto:[redacted]@tudelft.nl>>, [redacted]@aedes.nl'  
<[redacted]@aedes.nl<mailto:[redacted]@aedes.nl>>, [redacted]@bam.com<mailto:[redacted]@bam.com>>>  
**Kopie:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl<mailto:[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>>, [redacted]  
[redacted]@adviesbureau-hageman.nl<mailto:[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>>  
**Onderwerp:** RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Beste mensen,

11.1

Met vriendelijke groet,

adviseur technische belangenbehartiging

BFBN

Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland

Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden

Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden

T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)

M: +

T: (direct)

BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie. De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden, bevordert de concurrentiekracht en verbetert het imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.

[<https://extranet.bfbn.nl/handtekening/my-linkedln2.jpg>] <<http://nl.linkedin.com/pub/>

Aan: ; @tno.nl';

@vnconstructeurs.nl'; ; @ivbn.nl';

@geelen-beton.nl'; - CITG'; @aedes.nl';

CC: Onderwerp: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Beste allen,

Naar aanleiding van de reacties die ontvangen zijn op het eerste concept van het toelichtende document, verzonden op 21 november j.l., sturen wij u hierbij een tweede concept (concept B). Graag vernemen wij uiterlijk voor 5 december 12:00 uur of u kunt instemmen met het definitief maken en verspreiden van deze toelichtende tekst.

Met vriendelijke groet,

[Logo RGB klein]

Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.

Polakweg 14e 2288 GG

Postbus 26 2280 AA

RIJSWIJK

T:

[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

137

# VARCE 12 - DETAILLERING AANSLUITVLAK BREEDPLAATVLOEREN DO 28 SEPTEMBER 2017

## ARTIKEL

Naar aanleiding van de het gedeeltelijk bezwijken van de constructie van de parkeergarage bij Eindhoven Airport, ontstaan er vragen over hoe het aansluitvlak tussen breedplaatvloer en druklaag moet worden gedetailleerd. De 39e vraag in de VARCE-rubriek geeft antwoord.

## ANTWOORDEN OP MEER VRAGEN?

Dit artikel is onderdeel van de **VARCE-rubriek** van *Cement*, een terugkerende rubriek met vragen over de Eurocode 2. Het artikel is dit keer voor iedereen gratis toegankelijk. Wil je altijd en overal gebruik kunnen maken van dit soort kennis? Word dan lid van het platform *Cement*. Bekijk de **verschillende lidmaatschapsvormen**.

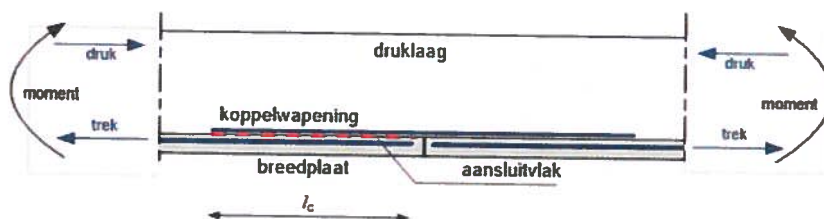
## VRAAG 39 - AANSLUITVLAK BREEDPLAATVLOEREN

Uit het onderzoek naar de oorzaak van het gedeeltelijk bezwijken van de constructie van de parkeergarage bij Eindhoven Airport is naar voren gekomen dat de momentweerstand van de breedplaatvloer ter plaatse van een naad tussen de breedplaten met optredende positieve momenten onvoldoende was. Eén van de redenen hiervoor is dat de schuifsterkte van het aansluitvlak onvoldoende was om de afschuifkracht die door het aansluitvlak moest worden overgedragen van de druklaag naar de breedplaat te weerstaan.

Hoe moet bij een dergelijke situatie het aansluitvlak worden getoetst en gedetailleerd?

## ANTWOORD

Een schets van de wijze waarop het detail vaak werd uitgevoerd is gegeven in figuur 1.



figuur 1 Tot nu toe gebruikelijke wijze van detailleren

Als het positieve buigend moment in het detail het gevolg is van de primaire belastingsafdracht, zoals bijvoorbeeld het geval is bij puntvormig

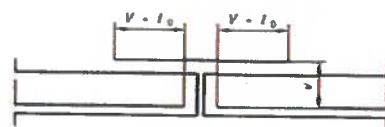
ondersteunde breedplaatvloeren, is het zeker noodzakelijk dat de momentweerstand voldoende is om het effect van de belastingen te weerstaan.

Om te waarborgen dat de momentweerstand ter plaatse van de naad tussen twee breedplaten voldoende is, wordt aanbevolen om de verbinding te detailleren conform figuur F.1 (b), (c) of (d) uit NEN-EN 13747:2005 + A2:2010 (fig. 2). Er wordt dus aanbevolen om aan het einde van de breedplaat wapening, die in de breedplaat voldoende is verankerd, uit te laten steken zodat die in de druklaag kan worden opgenomen.

Vervolgens moet het aansluitvlak tussen de koppelwapening en de wapening in de breedplaat zijn getoetst volgens 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1. De afschuifkracht volgt uit de kracht die vanuit de wapening in de breedplaat naar de koppelwapening moet worden overgedragen. Aanbevolen wordt bij de bepaling van het oppervlak van het aansluitvlak voor de verankeringslengte van de koppelstaven geen grotere lengte te hanteren dan de overlappingslengte  $l_0$  volgens 8.7.3 van NEN-EN 1992-1-1 bij  $\sigma_{sd} = f_{yd}$ .

De schuifsterkte van het aansluitvlak is afhankelijk van de ruwheid van de bovenzijde van de breedplaat. In NEN-EN 1992-1-1 art. 6.2.5 is de ruwheid gedefinieerd en zijn bijbehorende getalswaarden gegeven. Aanbevolen wordt de aangenomen ruwheid af te stemmen met de producent van de betreffende breedplaten.

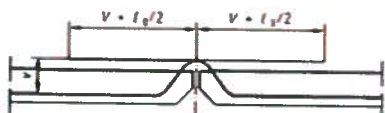
Bij toepassing van zelfverdichtend beton voor de breedplaten wordt aanbevolen het oppervlak van de breedplaat na storten door middel van een nabewerking op te ruwen. Indien dit niet gebeurt, wordt aanbevolen om voor de oppervlakte-eigenschappen van het aansluitvlak uit te gaan van 'zeer glad' waarbij uitgegaan mag worden van  $c = 0,10$ .



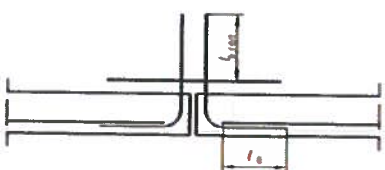
a) with additional bars placed in cast-in-situ concrete



b) with protruding floor-plate reinforcement



c) with protruding bent floor plate reinforcement



d) by additional reinforcement anchored in the floor plate

Figure F.1 — Examples of reinforcement detailing between adjacent floor plates (cross section to span direction)

figuur 2 Figuur F.1 uit de informatieve bijlage F *Ontwerp en berekening van breedplaatvloeren* van NEN-EN 13747

## VARCE-RUBRIEK

VARCE is een rubriek van *Cement* waarin vragen over de Eurocode 2 worden beantwoord door de werkgroep Onderhoud EC2 van TGB Betonconstructies. Deze werkgroep bestaat: ing. Dick Bezemer (Gemeente Rotterdam dS+V), dr.ir. Hans Bongers (Spanbeton), dr.ir.drs. René Braam (TU Delft, Adviesbureau Hageman), ir. Gerrie Dieteren (TNO, secretaris), ir. Hans Galjaard (Volker Infra), ir. Jan Gijsbers (TNO), ir. Dick Schaafsma (Bouwdienst Rijkswaterstaat), ing. Mark Verbaten (ABT), prof.ir. Simon Wijte (Adviesbureau Hageman, TU/e, voorzitter), ir. Carloes Pollemans (NEN).

## VRAGEN AAN VARCE

De werkgroep Onderhoud EC2 van TGB Betonconstructies heeft tot nu toe ruim driehonderd vragen ontvangen over de meest uiteenlopende zaken die gerelateerd zijn aan Eurocode 2. Alle vragenstellers krijgen antwoord op de gestelde vraag, maar door het grote aantal vragen is de werkgroep niet altijd in staat om op korte termijn te reageren. Vragen die van belang worden geacht voor een breder publiek worden in de VARCE-rubriek geplaatst. Wilt u zelf een vraag stellen, dan kan dat op [www.cementonline.nl/varce](http://www.cementonline.nl/varce). Hierop

staat ook achtergrondinformatie over de nieuwe norm en een verwijzing naar interessante vakinformatie.

## **MEER OVER INSTORTING EINDHOVEN**

[Dossierpagina instorting parkeergarage Eindhoven](#)

138

M.1

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** dinsdag 5 december 2017 13:20  
**Aan:** [redacted]  
**CC:** [redacted]  
**Onderwerp:** RE: Met SPOED reactie gevraagd op toelichting informatiedocument breedplaten

Beste [redacted]

Mede naar aanleiding van onderstaande hebben wij elkaar gesproken.

11.1

Ik ga e.e.a. overdenken.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

**Van:** [redacted]@bfbn.nl]  
**Verzonden:** dinsdag 5 december 2017 9:43  
**Aan:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl> [redacted]@minbzk.nl  
**Onderwerp:** FW: Met SPOED reactie gevraagd op toelichting informatiedocument breedplaten

Beste [redacted]

Graag de volgende wijziging doorvoeren.

Met vriendelijke groet  
[redacted]

**Van:** [redacted]@drbg.nl]  
**Verzonden:** dinsdag 5 december 2017 09:40  
**Aan:** [redacted]@betonson.com'; [redacted]@orionbeton.com'; [redacted]@prefab.nl'; [redacted]@prefab.nl';  
[redacted]@betonson.com'; [redacted]@betonson.com';  
[redacted]@van-nieuwpoort.nl'; [redacted]@orionbeton.com'; [redacted]@prefab.nl'; [redacted]@hurksprefabbeton.nl';  
[redacted]@betonson.com'; [redacted]@bte.nl'; [redacted]@prefab.nl';  
[redacted]@agar.nl'; [redacted]@betonson.com'; [redacted]@van-nieuwpoort.nl'; [redacted]  
**Onderwerp:** RE: Met SPOED reactie gevraagd op toelichting informatiedocument breedplaten  
[redacted]

11.1

Met vriendelijke groet,

Manager Engineering



**De RuwBouw Groep**  
Vestiging Oosterhout  
Ambachtsweg 16, 4906 CH Oosterhout

T: [redacted] M: [redacted] E: [redacted]

*Constructieve oplossingen met Calduran kalkzandsteen, Dycore vloeren en Heembeton wanden.*

*Wegens de kerstvakantie zijn wij van 25 december 2017 t/m 5 januari 2018 gesloten.*

*Wij wensen u fijne feestdagen en een gezond en succesvol 2018 toe!*

Van: [redacted]

Verzonden: dinsdag 5 december 2017 07:46

Aan: [redacted]@bfbn.nl>; [redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]  
[redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]@prefab.nl' [redacted]@prefab.nl'  
[redacted]@prefab.nl>; [redacted]@betonson.com' [redacted]@betonson.com>;  
[redacted]@orionbeton.com' [redacted]@orionbeton.com>; [redacted]@dehoop-pekso.nl>;  
[redacted]@betonson.com' [redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]  
[redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]@dehoop-pekso.nl>; [redacted]@prefab.nl'  
[redacted]@prefab.nl>; [redacted]@hurksprefabbeton.nl' [redacted]@hurksprefabbeton.nl>; [redacted]@van-  
nieuwpoort.nl' [redacted]@van-nieuwpoort.nl>; [redacted]@orionbeton.com' [redacted]@orionbeton.com>;  
[redacted]@bte.nl' [redacted]@bte.nl>; [redacted]@prefab.nl' [redacted]@prefab.nl>; [redacted]@betonson.com'  
[redacted]@betonson.com>; [redacted]@orionbeton.com' [redacted]@orionbeton.com>; [redacted]@van-  
nieuwpoort.nl' [redacted]@van-nieuwpoort.nl>; [redacted]@dehoop-pekso.nl>;  
[redacted]@agar.nl; [redacted]@betonson.com

Onderwerp: RE: Met SPOED reactie gevraagd op toelichting informatiedocument breedplaten

Heren,

Graag jullie mening. Volgens mij moet bij het volgende worden omgezet.

11.1

Met vriendelijke groet,

Manager Engineering

Van: [redacted]@bfbn.nl

Verzonden: maandag 4 december 2017 09:30

Aan: [redacted]@bfbn.nl; [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@dehoop-pekso.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@hurksprefabbeton.nl; [redacted]@hurksprefabbeton.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@bte.nl; [redacted]@bte.nl; [redacted]@drbg.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@betonson.com; [redacted]@betonson.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@dehoop-pekso.nl; [redacted]@agar.nl; [redacted]@betonson.com; [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@dehoop-pekso.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@hurksprefabbeton.nl; [redacted]@hurksprefabbeton.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@bte.nl; [redacted]@bte.nl; [redacted]@drbg.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@prefab.nl; [redacted]@betonson.com; [redacted]@betonson.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@orionbeton.com; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@van-nieuwpoort.nl; [redacted]@dehoop-pekso.nl; [redacted]@agar.nl; [redacted]@betonson.com

CC: [redacted]@geelen-beton.nl; [redacted]@vbi.nl

Onderwerp: Met SPOED reactie gevraagd op toelichting informatiedocument breedplaten

Urgentie: Hoog

Beste mensen,

Naar aanleiding van de reacties die ontvangen zijn op het eerste concept van het toelichtende document, verzonden op 21 november j.l., heb ik dit weekend een tweede concept (concept B) ontvangen. Graag verneem ik uiterlijk 5 december voor 10:00 uur of u kunt instemmen met het definitief maken en verspreiden van deze toelichtende tekst. Als u niet akkoord gaat graag een motivatie.

Met vriendelijke groet,

[redacted]  
adviseur technische belangenbehartiging

BFBN

Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland

Postadres: Postbus 194, 3440 AD Woerden

Bezoekadres: Zaagmolenlaan 20, Woerden

T: +31 (0) 348 - 48 44 84 (algemeen)



**BFBN vertegenwoordigt de betonproductenindustrie**

De BFBN levert toegevoegde waarde aan zijn leden, bevordert de concurrentiekracht en verbetert het imago van de Nederlandse betonproductenindustrie.

my **LinkedIn** profile

139

11.1

Van: [REDACTED]  
Verzonden: dinsdag 5 december 2017 15:54  
Aan: [REDACTED]  
Onderwerp: FW: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Dag [REDACTED]

11.1

Van: [REDACTED] - CITG [mailto:[REDACTED]@tudelft.nl]  
Verzonden: dinsdag 5 december 2017 14:47  
Aan: [REDACTED] [REDACTED]@minbzk.nl>  
Onderwerp: FW: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Beste [REDACTED]

11.1

Mvrg,

[REDACTED]  
[REDACTED]  
Section Structural and Building Engineering  
Department Design & Construction

TU Delft  
Faculty of Civil Engineering  
Visiting address: Stevinweg 1, 2628 CN Delft  
Postal address : Postbus 5048, 2600 GA Delft

+ [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]@tudelft.nl  
<http://www.tudelft.nl>

From: [REDACTED] - CITG  
Sent: maandag 4 december 2017 10:43  
To: [REDACTED]  
Cc: [REDACTED] [REDACTED]@tno.nl); [REDACTED] TNO Bouw [REDACTED]@tno.nl)  
Subject: RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Beste [REDACTED]

11.1

11.1

Met vriendelijke groet,

11.1

Section Structural and Building Engineering  
Department Design & Construction

TU Delft

Faculty of Civil Engineering

Visiting address: Stevinweg 1, 2628 CN Delft

Postal address : Postbus 5048, 2600 GA Delft

☎ + [redacted]

✉ [redacted]

✉ [C.vanNieuwen@tudelft.nl](mailto:C.vanNieuwen@tudelft.nl)

<http://www.tudelft.nl>

**From:** [redacted] <[\[redacted\]@adviesbureau-hageman.nl](mailto:[redacted]@adviesbureau-hageman.nl)>

**Sent:** zaterdag 2 december 2017 12:17

**To:** [redacted] <[\[redacted\]@tno.nl](mailto:[redacted]@tno.nl)>;

[redacted] <[\[redacted\]@bfnb.nl](mailto:[redacted]@bfnb.nl)>; [redacted] <[\[redacted\]@vnconstructeurs.nl](mailto:[redacted]@vnconstructeurs.nl)>; [redacted] <[\[redacted\]@ivbn.nl](mailto:[redacted]@ivbn.nl)>;

[redacted] <[\[redacted\]@geelen-beton.nl](mailto:[redacted]@geelen-beton.nl)>; [redacted] - CITG; [redacted] <[\[redacted\]@aedes.nl](mailto:[redacted]@aedes.nl)>; [redacted]

**Cc:** [redacted]

**Subject:** 9780 Breedplaatvloeren - Concept B Toelichting op informatiedocument

Beste allen,

Naar aanleiding van de reacties die ontvangen zijn op het eerste concept van het toelichtende document, verzonden op 21 november j.l., sturen wij u hierbij een tweede concept (concept B). Graag vernemen wij uiterlijk voor 5 december 12:00 uur of u kunt instemmen met het definitief maken en verspreiden van deze toelichtende tekst.

Met vriendelijke groet,

[redacted]



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

Polakweg 14e 2288 GG

Postbus 26 2280 AA

RIJSWIJK

T +31 [redacted]

[redacted]

[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

140

11.1

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** vrijdag 15 december 2017 15:22  
**Aan:**

[redacted];  
[redacted]@tno.nl; [redacted]@bfbn.nl;  
[redacted]@vnconstructeurs.nl; [redacted]@divbn.nl;  
[redacted]@geelen-beton.nl;  
CITG; [redacted]@aedes.nl; [redacted]

**Onderwerp:**  
**Bijlagen:**

RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept C Toelichting op informatiedocument n-171215\_concept C.pdf; n-171215\_concept C\_verschillen.pdf

Beste Allen,

11.1

In de bijlage vind u concept C van het toelichtende document als mede een versie waarin de verschillen tussen concept B en concept C duidelijk herkenbaar zijn. Ik hoop en verwacht dat we a.s. woensdag een definitieve instemming over dit document kunne krijgen zodat e.e.a. donderdag a.s. kan worden gepubliceerd.

Met vriendelijke groet,



**Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.**

Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.  
Polakweg 14e 2288 GG  
Postbus 26 2280 AA  
RIJSWIJK

T + [redacted]  
[redacted]  
[www.adviesbureau-hageman.nl](http://www.adviesbureau-hageman.nl)

De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

141



Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.

Notitie **115-12-2017**

Dossier 9780

## Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren – Concept B

### 1 Inleiding

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door veel partijen gebruikt.

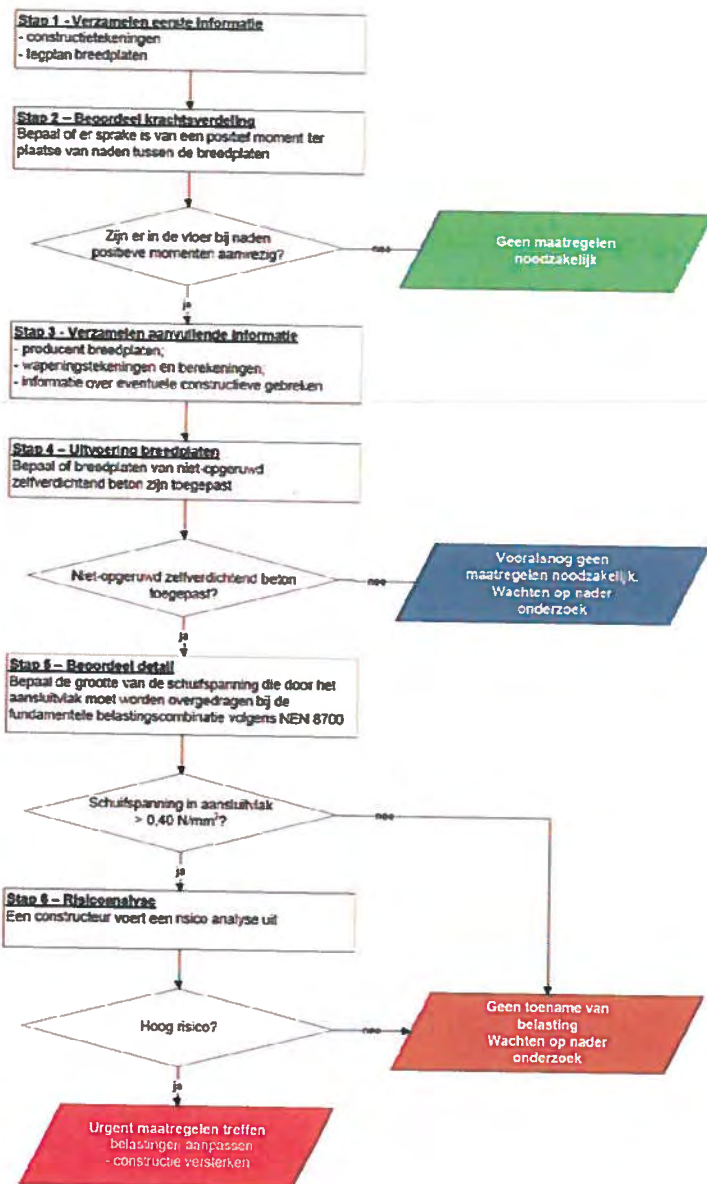
In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de praktijk, is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op onderdelen van dit stappenplan gegeven. Deze toelichting is ~~eveneens~~ tot stand gekomen ~~na ruggespraak~~ in overleg met vertegenwoordigers van de eerder genoemde partijen.

Directie:  
Prof.dr.ir. D.A. Hordijk  
Prof.ir. S.N.M. Wijte

Polakweg 14e  
Postbus 26  
2280 AA Rijswijk ZH

Telefoon 070 - 399 03 03  
mail@adviesbureau-hageman.nl  
www.adviesbureau-hageman.nl

Bank ABN-AMRO Rijswijk  
Rek.nr. NL09 ABNA 0481 3001 39  
KvK 's-Gravenhage nr. 27149272



figuur 1. Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Algemene toelichting op het stappenplan

Algemene toelichting op het stappenplan:

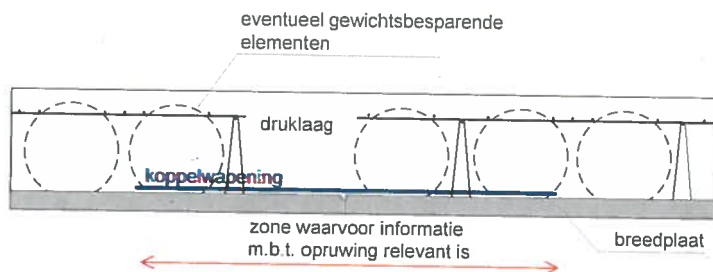
- Het doel van het stappenplan is om de meest kritische vloerconstructies te vinden;
- Voordat conclusies worden getrokken, dient het stappenplan geheel doorlopen te worden.
- Woningen of woongebouwen hoeven niet te worden onderzocht. Parkeergarages of winkels etc. die zich onder een woongebouw bevinden, moeten wel worden onderzocht. Een andere uitzondering zijn loftwoningen. In gebouwen met loftwoningen kunnen grote overspanningen en vloeren met een tweezijdige krachtsafdracht voorkomen;
- Constructies van normaal grindbeton of opgeruwd zelfverdichtend beton worden voorlopig voldoende veilig geacht (deze constructies vallen in het blauwe of oranje vak van het stappenplan). Dit wil overigens nog niet zeggen dat die constructies per definitie aan het afkeurniveau dat in NEN 8700 voor bestaande bouw is beschreven, **zal/zullen** voldoen;
- Uiteindelijk zullen **voor de verschillende typen breedplaatvloeren** rekenregels worden opgesteld om te kunnen toetsen of een vloerconstructie van een bestaand gebouw aan het afkeurniveau voldoet. Deze rekenregels zullen worden gebaseerd op nog uit te voeren (landelijk) onderzoek dat in het informatiedocument is vermeld. Naar verwachting zullen deze rekenregels voor eind 2018 beschikbaar komen. Als dan niet aan het afkeurniveau wordt voldaan, zullen maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden genomen.

## 3 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of de breedplaten zijn gemaakt van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Deze informatie staat meestal niet op de tekeningen die door de fabrikant zijn gemaakt. Via de volgende URL kan informatie van een aantal fabrikanten ten aanzien van de toegepaste betonsoort en het al dan niet opruwen van de bovenkant van de breedplaat worden gevonden:

<http://www.ab-fab.nl/algemeen-prefab/breedplaat--zelfverdichtend-beton>

Het onderzoek heeft betrekking op de overdracht van positieve buigende momenten ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten. Daarom is in het kader van dit onderzoek van belang dat de informatie over opruwing geldt voor het oppervlak in de nabijheid van de naad, over de zone waar de koppelstaven op de breedplaat liggen (figuur 2), dus langs de randen van de breedplaat. Door de aanwezigheid van gewichtsbeparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.



figuur 2 Zone waarvoor informatie over opruwing noodzakelijk is

Van een opgeruimd oppervlak mag worden uitgegaan als het oppervlak voldoet aan de eisen die gelden voor klasse "ruw" in art. 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1. Als daar niet aan wordt voldaan, moet worden uitgegaan van niet-opgeruimd beton.

#### 4 Toelichting op stap 5

De toets in stap 5 dient te worden uitgevoerd voor het niveau bestaande bouw uit het Bouwbesluit 2012. Dit niveau is beschreven in NEN 8700 als het afkeurniveau voor bestaande bouwconstructies.

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat, als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden, al definitieve conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een definitieve conclusie worden getrokken. Dan is immer pas duidelijk of een vloer ingedeeld moet worden in het oranje of het rode vak in figuur 4 van de notitie. Geadviseerd wordt om maatregelen zoals ontruimen van een gebouw(deel) of plaatsen van stempels in gebouw(delen) pas toe te passen als uit stap 6 volgt dat het gebouw of gebouwdelen ingedeeld worden in het rode vak. Wel wordt aangeraden om zodra bekend is dat breedplaten met zelfverdichtend beton zonder opruwing toegepast zijn, een toename van de belasting onder dagelijks gebruik te voorkomen.

Met "Geen toename van de belasting onder dagelijks gebruik" wordt bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer(en) niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de optredende krachten en spanningen in de vloer. Meer specifiek betekent het in dit geval dat geen toename van de optredende spanningen in de voegen tussen twee breedplaten mag optreden. Een wijziging van de plaats van belastingen onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan. Bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal. Anderzijds kan het creëren van een tijdelijke opslag van schoolmeubilair in de desbetreffende ruimte niet worden beschouwd als een beperkte wijziging. Geadviseerd wordt regelmatig te controleren of er geen sprake is van een toename van de belasting onder dagelijks gebruik. Dit kan bijvoorbeeld door een medewerker van een technische dienst worden uitgevoerd.

## 5 Toelichting op stap 6

### Quasi permanenten belastingssituatie

De aanvullende toets aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie. Deze belastingscombinatie is beschreven middels, vergelijking 6.16b, van NEN-EN 1990. Deze belastingscombinatie wordt normaliter bij de toets van de bruikbaarheidsgrenstoestand gebruikt. Met deze belastingscombinatie wordt een spanningstoestand in de voeg bepaald die met grote waarschijnlijkheid in het dagelijks gebruik ook op zal treden. Hierbij moet ook uitgegaan worden van het gebruik van elke ruimte zoals die nu werkelijk plaatsvindt. De gebruiksfunctie volgens het ontwerp kan anders zijn dan het werkelijk gebruik. In het ontwerp kan bijvoorbeeld een hogere waarde van de gebruiksbelasting worden aangehouden om de toepassingsmogelijkheden voor een gebouw flexibel te houden. De aanvullende toets op dit niveau is in de risicoanalyse opgenomen om na te gaan hoe hoog het risico is bij het werkelijke gebruik van het gebouw. Het resultaat van de toets op zich is niet bepalend voor de conclusie van de risicoanalyse, maar is één van de overwegingen die in de algehele afweging wordt meegenomen.

Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) onthechting tussen de bovenzijde van de breedplaat en de druklaag waargenomen. Ondanks deze onthechting kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, een reductie ten gevolge van een mogelijke onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

### Herverdeling

Uit een analyse van in het buitenland uitgevoerde proeven op breedplaatvloeren is gebleken dat het bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Er is dan dus geen sprake van herverdelingscapaciteit. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied is er mogelijk wel herverdelingscapaciteit aanwezig. In welke mate dit bij een beoordeling kan worden gebruikt is onderwerp van nadere studie.

### Vaststellen delaminatie

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van de mogelijke delaminatie tussen de breedplaat en druklaag in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een doffe klank op de aanwezigheid van delaminatie. Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen over de afstand vanaf de naad, waarover de delaminatie zich voortzet.

Uit ervaring is inmiddels ook bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief buigendmoment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvervorming van het ter plaatse gestorte beton van de druklaag. Tijdens de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd, is waargenomen dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 15 à 20 cm niet direct leidt tot een hoger risico. Wordt meer

onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw in het rode vlak moet worden geplaatst. Er kunnen lokale maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Dit moet zodanig gebeuren, dat er geen veiligheidsrisico's zijn voor de delen van het gebouw die in gebruik blijven. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stemfels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten. Met urgent wordt in dit geval bedoeld, dat de maatregelen beheerst op korte termijn worden uitgevoerd. Gelet op de reeds langere gebruiksduur van de betreffende constructie hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij brand, ruimten niet per direct te worden ontruimd. Gebruikers dienen de gelegenheid te krijgen om belangrijke spullen uit het gebouw mee te nemen.

#### Belastingshistorie tijdens de bouw

Vaak is tijdens de uitvoering de stortbelasting doorgestempeld naar twee of drie ondergelegen vloeren. De kans is daardoor groot in dat geval hebben de ondergelegen vloeren de helft of een derde van de stortbelasting in het verleden heeft gedragen. De bouwbelasting op een vloerveld kan worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte van een vloerveld.

Als een vloer nog niet in gebruik is geweest, kan de waarde van de bouwbelasting worden aangehouden als waarde voor de belasting tijdens dagelijks gebruik van de vloer. Ook kan de bouwbelasting als proefbelasting worden beschouwd. Het is dan wel noodzakelijk dat de aanwijzingen uit het volgende hoofdstuk worden opgevolgd en dat met voldoende betrouwbaarheid de waarde van de bouwbelasting op een vloerveld kan worden bepaald. De hoofdaannemer van het project kan hierover mogelijk informatie verschaffen over de waarde van de belasting op de vloer tijdens de bouw.

## 6 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting

Bij vloeren waarvoor urgent maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Dat wil zeggen dat de proefbelasting niet in plaats van maatregelen komt, maar om de maatregelen weer te kunnen laten vervallen. Als de vloer bij een vooraf bepaalde grootte van de proefbelasting niet bezwijkt en/of geen schade vertoont die het draagvermogen kan beïnvloeden, kan de vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van te voren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting en dat voor alle partijen duidelijk is wat de mogelijke consequenties van een proefbelasting kunnen zijn. Het is mogelijk dat de schade die bij een proefbelasting ontstaat, zodanig kan zijn dat de proefbelaste delen en eventueel andere delen van het gebouw niet meer gebruikt kunnen worden.

Vooraf aan een proefbelasting moet een plan worden opgesteld waarin onder andere aandacht wordt besteed aan:

- Maatregelen om gevolgen bij falen te beperken;
- De persoonlijke veiligheid tijdens het uitvoeren van de proef;
- Grootte van de aan te brengen proefbelasting;
- Wijze van aanbrengen van de proefbelasting;
- Uit te voeren metingen tijdens de proefbelasting;
- Grenswaarden voor de verschillende criteria

#### Maatregelen om gevolgen van falen te beperken

Om de gevolgen van falen te beperken, is er bij eerdere proefbelastingen op breedplaatvloeren gewerkt met een onderstempeling van het belaste vloerveld en de onderliggende vloervelden. Het uitgangspunt bij het ontwerp van het stempelplan is, dat de volledige proefbelasting door de stempels kan worden overgebracht naar de eronder aanwezige vloer(en) en dat de proefbelasting, in het geval de vloer tijdens de belastingsproef is bezweken, veilig kan worden verwijderd. Het aantal verdiepingen waarover naar beneden toe moet worden doorgestempeld, moet op basis van een berekening worden bepaald. De ondersteuning ~~ter plaatse~~ van het te belasten vloerveld moet enkele centimeters worden vrij gehouden van de onderzijde van de vloer zodat het te beproeven vloerveld niet wordt ondersteund maar wel bij eventueel bezwijken voldoende snel wordt opgevangen door de onderstempeling.

#### Persoonlijke veiligheid

Tijdens het uitvoeren van een proefbelasting is er te allen tijde een verhoogde kans aanwezig dat het beproefde deel bezwijkt. De capaciteit van de constructie is immers niet bekend. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen. Tijdens het aanbrengen van de belasting gedurende een belastingsstap mogen er geen personen onder het beproefde vloerveld aanwezig zijn. Als een belastingsstap enige tijd (ca. 10 min.) aanwezig is en de constructie dit zonder problemen lijkt te kunnen dragen, kan een persoon metingen verrichten onder het belaste vloerveld. Met klem wordt geadviseerd altijd een waarnemer naast het belaste veld te hebben die tijdig kan waarschuwen als er bijkomende schade lijkt te ontstaan waardoor de aanwezigheid onder het vloerveld niet meer verantwoord is. Als een kortere pauze tussen belastingsstappen gewenst is, dan is het noodzakelijk dat waarnemingen vanaf afstand worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld door op afstand afleesbare verplaatsingsopnemers aan te brengen.

#### Grootte van de aan te brengen proefbelasting

De grootte van de belasting moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de grootte van de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Beproeving van alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak
2. Beproeving van een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak

Het is bekend dat de sterkte van beton bij een langdurige belasting terug kan lopen. In het algemeen is hiervan sprake als de spanningen groter zijn dan 85% van de sterkte. Daarom wordt geadviseerd als de belasting bij de quasi-permanente belastingscombinatie ten minste gelijk is aan 85% van de belasting de karakteristieke belastingscombinatie, het effect van de belasting met een factor 1.05 te vergroten.

#### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald (zie ook Bijlage E.8 van NEN 8700). Bij de proefbelasting hoort men aan te tonen dat de vloerconstructie bestand is tegen alle belastingsgevalen en belastingscombinaties. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik gehanteerd. Dit kan betekenen dat mag worden uitgegaan van een lagere belasting van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700. Hierbij moet dan natuurlijk wel worden gewaarborgd dat een ander gebruik van het betreffende vloerveld ook wordt voorkomen. Met veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik wordt een reëel ingeschatte belasting op basis van het gebruik zoals dat op dit moment aan de orde is, bedoeld. Dit kan afwijken van de momentane waarde van de belasting die behoort bij de gebruiksklasse uit NEN-EN 1991-1-1.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor, bij het afkeurniveau volgens NEN 8700 (tabel A1.2). Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt in beginsel dat geen belastingsfactor voor het eigen gewicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond hiervan is dat bij het ontwerp aangehouden onzekerheden in het eigen gewicht niet aanwezig zijn, omdat in het werk de werkelijke constructie wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden getrokken voor het betreffende vloerveld. ~~Gezien de relatief hoge permanente belasting van breedplaatvloeren wordt het in dit geval verantwoord geacht de eventueel van invloed zijnde langeduur effecten te verwaarlozen als de proefbelasting minimaal 30 minuten blijft staan.~~

Voorbeeld:

veranderlijke belasting onder werkelijk gebruik:	2,2 kN/m <sup>2</sup>
belastingsfactor veranderlijke belasting (CC2, ref. periode 15 jaar):	$\gamma_Q = 1,15$

~~Aangenomen wordt dat de belasting bij de quasi-permanente belastingscombinatie kleiner is dan 85% van de belasting bij de karakteristieke belastingscombinatie. De factor voor het lange duur effect is dan gelijk aan 1,0.~~

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 1,0 \cdot 1,15 \cdot 2,2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

#### Ad 2, een deel van de "rode" vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en het doel van de proef is om wel een conclusie te kunnen trekken voor alle vloervelden, is de vereiste proefbelasting hoger dan onder ad 1 is beschreven. In dit geval dient namelijk rekening te worden gehouden met spreiding in gewicht en capaciteit van de verschillende vloervelden. In bijlage E.6 van NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. Voor de variatie in sterkte wordt geadviseerd uit te gaan van een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,13. Een nadere uitwerking hiervan voor een specifiek geval is gegeven in bijlage B.

#### **Wijze van aanbrengen van de proefbelasting**

Bij voorkeur wordt er bij een proefbelasting gebruik gemaakt van een systeem waarbij de last snel automatisch gereduceerd kan worden. Dit gebeurt in laboratoria in de regel door het gebruik van een belastingsframe en aanbrengen van krachten door toepassen van vjzels. Bij de tot nu toe bekende praktijkgevallen voor breedplaatvloeren is er gekozen voor watercontainers en een ondersteuning van de constructie om de consequenties van een mogelijk falen te beperken tot het geteste deel van de constructie (figuur 3). Een voordeel van deze wijze van het aanbrengen van de proefbelasting is dat de proef met eenvoudige middelen te realiseren is. Een nadeel is, dat het een systeem is waarbij de last niet heel snel kan worden verwijderd. Alle betrokken partijen moeten het eens zijn over deze aanpak en de eventuele gevolgen hiervan.



figuur 3 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

#### Metingen tijdens beproeving

Bij voorkeur moet er tijdens een proef continu gemeten worden. Stoppen tijdens een belastingstap kan dan op basis van vooraf vastgestelde grenswaarden op elke moment gebeuren. Zonder continue meting kan tijdens het doorlopen van een belastingsstap alleen op basis van een visuele waarneming worden ingegrepen, hetgeen erg beperkt zal zijn. Er zijn verschillende eenvoudige meetmethoden beschikbaar zoals laseropnemers en draadopnemers om tijdens de proeven op enkele plaatsen de doorbuiging van de breedplaten en de voegwijdte tussen de breedplaten te meten.

Voor een proefbelasting van een breedplaatvloer worden minimaal de volgende metingen geadviseerd:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen,  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.

2. Voegwijdte in plaatnaad- (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn).
3. Wijdte van aanwezige scheuren, ontstaan van nieuwe scheuren;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan- (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn).
4. Doorbuiging van de vloer ten opzichte van de bovenzijde stempels of een ander vast punt- (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in mm zijn).

Na bereiken van een bepaalde laststap moet enige tijd gewacht worden alvorens te gaan meten om zeker te zijn dat de constructie onder die last stabiel is. Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak (maatregelen vereist).

Als de vloer in het betreffende veld in staat is de vooraf bepaalde belasting te dragen, zonder dat de vloer daarbij op de stempels terechtkomt, is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproefing betrekking heeft, veilig te gebruiken met de bij de oranje categorie behorende beperking van de belasting.

## 7 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt

Opmerking: Een breedplaatvloer is de vervaardigde samenstelling van een geprefabriceerde breedplaat en de ter plaatse gestorte druklaag

Situatie 1:

In situatie 1 wordt betrokken partijen geadviseerd vooraf privaatrechtelijk afspraken te maken over het uiteindelijk gewenste veiligheidsniveau. Publiekrechtelijk wordt geadviseerd tijdelijk, met behoud van rechten en plichten, het veiligheidsniveau te accepteren dat wordt bereikt bij een toets van de vloerconstructie volgens het stappenplan. Dat betekent dat bij voor publiekrechtelijke toets wordt geadviseerd het stappenplan te hanteren om te beoordelen of een pand in gebruik kan worden genomen. Zodra de resultaten van het nadere algemene onderzoek dat gaat plaatsvinden, beschikbaar zijn, moet worden getoetst of wordt voldaan aan het nieuwbouwniveau volgens het Bouwbesluit en, indien dit niet wordt gehaald, moet dan worden versterkt.

Het COBc adviseert om voor gebouwen die nu in aanbouw zijn en die vanuit het stappenplan komen in de zone "wachten op nader onderzoek" het volgende:

**Maak bij gereed melding schriftelijke afspraken met de gebouweigenaar.**

Na gereed melding geeft de gemeente hierin aan dat niet is aangetoond dat voldaan wordt aan het Bouwbesluit (nieuwbouw) en gedooft het gebruik onder de voorwaarde dat de eigenaar het gebouw nog laat onderzoeken op het moment dat het "nadere onderzoek volgens Hageman" gereed is (of bijvoorbeeld binnen een jaar) en dat de eigenaar alsnog maatregelen neemt als dan blijkt dat niet wordt voldaan aan nieuwbouw.

Als uit stap 5 volgt dat de beschouwde vloer in het oranje vak valt, is geen toename van de belasting mogelijk. In het geval de bouwbelasting gering is geweest, is de vloer in dat geval praktisch onbruikbaar. Als die uitkomst niet gewenst is, kan door middel van een risicoanalyse volgens stap 6 worden nagegaan welke toelaatbare belasting verantwoord wordt geacht. In het geval de bouwbelasting hoog is geweest, dan kan dit worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte (zie hoofdstuk 5 van de voorliggende notitie). Het is ook mogelijk een proefbelasting uit te voeren.

Situatie 2:

In situatie 2 wordt geadviseerd ~~de~~ breedplaatvloeren te laten voldoen aan hetgeen is gesteld in de voorschriften en wordt aanbevolen om de aanwijzingen in VARCE 12 op te volgen. Als daaraan wordt voldaan, mag ervan worden uitgegaan dat de breedplaatvloer valt in het groene vak van het stappenplan. VARCE 12 is beschikbaar via de volgende URL: eisen die gelden voor nieuwbouw.

<https://www.cementonline.nl/varce-12-detailering-aansluitvlak-breedplaatvloeren>

Rijswijk, 15 december 2017

Concept BC

## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een gebouw met meerdere verdiepingen waarin breedplaatvloeren zijn toegepast. Het gebouw heeft een betonnen stabiliteitskern. De breedplaatvloeren dragen af op de kernwanden en op betonnen kolommen. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriftenserie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik. De verdiepingsvloeren inclusief toegangsbruggen worden in dit voorbeeld beschouwd.

### Vloeropbouw

De breedplaatvloeren zijn uitgevoerd met gewichtsbesparende elementen. Er bevindt zich een tralieligger evenwijdig aan de langsnaden op ongeveer 300 mm vanaf de naad.

### Vloerbelasting

De permanente belasting van de vloer bedraagt  $8,5 \text{ kN/m}^2$ . De veranderlijke vloerbelasting waarvan in het ontwerp is uitgegaan, bedraagt  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . De momentaanfactor bedraagt  $\psi$ -factoren zijn gelijk aan  $\psi_0 = 0,5$  en  $\psi_2 = 0,3$ .

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Het uitvoeren van Stap 5 is daarom noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$V_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v$$

waarin:

$V_{Ed,gem}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{Ed}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b \cdot b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen en tekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten in een veld niet is verjongd, maar is gedimensioneerd op het de grootste waarde van het veld moment in de kolomstrook dat met een lineair elastische berekening is bepaald.

Om de trekkracht  $F_{Ed}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met reductiefactoren in verband met het feit dat:

1. de koppelwapening niet volledig is uitgenut in het ontwerp;
2. de rekenwaarde van de belasting voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager is dan bij het ontwerp volgens NEN 6702.

De rekenwaarde van de vloeigrens van de wapening is in dit geval:

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

#### Ad. 1. Benutting van de wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut ter plaatse van de kolomstroken. De koppelwapening is gedimensioneerd op een piekmoment, de grootste waarde van het veldmoment, in de kolomstrook. De benutting ter plaatse van het piekmoment blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen dat de reductiefactor in dit geval de waarde 0,85 heeft.

#### Ad. 2. Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

Belastingsreductie i.v.m. kortere referentieperiode:

De reductie in verband met de kortere referentieperiode kan worden bepaald met art. 2.3.2 van NEN 8700. Aangezien het een verdiepingvloer betreft, is de reductie in verband met de kortere referentieperiode te bepalen met:

$$F_t = F_o \left\{ 1 + \frac{1-\psi_0}{9} \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Met:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$t = 15 \text{ jaar (referentieperiode)}$$

$$t_0 = 50 \text{ jaar (basis referentieperiode)}$$

De reductiefactor op de veranderlijke belasting in verband met de kortere referentieperiode is dan:  
 $(1 + ((1-0,5)/9) \ln(15/50)) = 0,93$

Totale reductiefactor i.v.m. lagere rekenwaarde belastingen:

De reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting. In de oorspronkelijke berekening volgens NEN 6702 was de rekenwaarde van de belasting:

$$p_d = 1,2 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 3 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

In de berekening volgens NEN 8700, afkeurniveau bedraagt de rekenwaarde van de belasting (incl. reductiefactor van 0,93 i.v.m. referentieperiode van 15 jaar)

$$p_{Ed} = 1,1 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 0,93 \cdot 3,0 = 12,6 \text{ kN/m}^2$$

De totale reductiefactor is dan  $p_{Ed}/p_d = 12,6/14,7 = 0,85$

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn in verschillende vloervelden verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa Ø10-150 tot 2Ø20-350 + Ø16-350. In tabel A-1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening. Voor de wapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 165 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$v_{Ed, \text{gem}} = F_{Ed} / A_v = 165 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven Ø16 zijn toegepast, sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Voor vloervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat vooralsnog geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren.

Tabel A-1 Gemiddelde schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Ed}$ [kN/m]	$v_{Ed, \text{gem}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

#### Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

#### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

#### Bepaling delaminatie

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of, bij het huidige gebruik, er sprake is van delaminatie tussen de breedplaat en de druklaag bij de plaatnaden. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van delaminatie over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschietters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) beperkte delaminatie waargenomen, ondanks deze delaminatie kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de mogelijke delaminatie in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat daar reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw de bezwijkbelasting nog niet hoeft te zijn bereikt.

#### Controle gemiddelde schuifspanning bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien:

1. ~~Wordt uitgegaan van de quasi-permanente belastingscombinatie;~~
2. ~~Gebruik wordt gemaakt van herverdeling van momenten van het veld naar de steunpunten.~~

#### Ad. 1:

##### Quasi-permanente belastingscombinatie

De quasi-permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,53 \cdot 3,0 = 1,59 \text{ kN/m}^2$ . Ten opzichte van de gehanteerde belastingscombinatie volgens NEN 8700 die in stap 5 is bepaald, kan ook voor de quasi-permanente belastingscombinatie een reductiefactor worden bepaald. In dit geval is de berekening als volgt (met  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$ ):

$$p_{\text{gem}} = 1,0 \cdot 8,5 + 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,5 = 10,09 = 9,4 \text{ kN/m}^2$$

De reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 bedraagt dan  $p_{f, \text{gem}}/p_{f, \text{id}} = 10,0/12,6 = \underline{0,4/12,6 = 0,8075}$

#### Ad 2, Herverdeling

Uit de proeven die zijn uitgevoerd voor het schadegeval bij Eindhoven Airport volgt dat het bezwijkgedrag van het aansluitdetail bij de plaatnaden in de proef enigszins ductiel is (een beperkte vervormingscapaciteit is aanwezig). Uit in het buitenland uitgevoerde proeven op naden in breedplaatvloeren blijkt dat het optredende bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Dan is dus geen sprake van ductiel gedrag. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied, zoals bij de breedplaten die zijn toegepast in het gebouw van dit voorbeeld, is er mogelijk wel enige herverdelingscapaciteit aanwezig te zijn.

Uitgaande van de aanwezigheid van enige mate van ductiliteit kan bij tussenvelden en in mindere mate ook bij eindvelden gebruik worden gemaakt van herverdeling van momenten. Bij de steunpunten (kolommen) is reserve aanwezig in de steunpuntswapening, omdat uitgegaan wordt van de lagere belastingsfactoren volgens NEN 8700 en van de quasi-permanente combinatie. Als veilige aanname kan worden verondersteld dat ten minste 20% reserve aanwezig is ter plaatse van de steunpunten. Hierbij wordt opgemerkt, dat in dit voorbeeld de koppelwapening is gebaseerd op de piekmomenten in de kolomstroken die middels een lineair-elastische berekening zijn bepaald. Van herverdeling tussen kolom- en middenstrook en herverdeling in breedterichting in de kolomstrook is in dit geval geen gebruik gemaakt.

Uit de lineair-elastische plaatberekening die bij dit project beschikbaar is, volgt dat in de kolomstrook het steunpuntmoment minimaal een factor 2 hoger is dan het veldmoment. Bij een gelijk blijvende momentensom zal bij een kolomstrook van een tussenveld een verhoging van het steunpuntmoment met 20% leiden tot een verlaging van het veldmoment met 40%. Bij een eindveld kan slechts naar één steunpunt worden verdeeld en zou de reductie 20% bedragen. De mate van herverdeling is vrij hoog. Nader onderzoek zou kunnen uitwijzen dat een dergelijke grote herverdeling is toegestaan. Voor de beoordeling worden deze percentages middels een veilige benadering gehalveerd. Dus voor tussenvelden een reductie van 20% en voor eindvelden een reductie van 10%. Met andere woorden, voor een tussenveld geldt een reductiefactor 0,8 en voor een eindveld een factor 0,9 op de schuifspanningen.

Met de genoemde reductiefactoren zijn de schuifspanningen uit stap 5 nogmaals bepaald. Indien de schuifspanning vervolgens nog steeds de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  overschrijdt, zijn de betreffende locaties (vloervelden) in het rode vak ingedeeld (urgent maatregelen treffen). De overige zijn ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

In tabel A-2 zijn de resultaten de schuifspanningsberekeningen voor een eindveld opgenomen. Voor koppelwapening Ø10-150 en een eindveld is de schuifspanningsberekening toegelicht.

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\varnothing = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,80 \cdot 0,9075 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0,80 \cdot 0,90 \cdot 0,750,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = \underline{118124} \cdot 10^1 \text{ N}$$

Met opmaak: Tabstops: 0.5 cm, Left + 1.5 cm, Left + 3 cm, Left + 4.5 cm, Left + 6 cm, Left + 7.5 cm, Left + 9 cm, Left + 10.5 cm, Left + 12 cm, Left + 13.5 cm, Left + 15.5 cm, Rechts

Met opmaak: Nederlands (standaard)

$$V_{Ed, gem} = F_{Ed} / A_v = 118124 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,2425 \text{ N/mm}^2$$

Tabel A-2 Gemiddelde schuifspanning bij de quasi permante ~~belastingcombinatie na herverdeling voor een eindveld.~~

wapening	lengte [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> /m]	l <sub>b</sub> [mm]	50 Ø [mm]	A <sub>v</sub> (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	F <sub>Ed</sub> [kN/m]	V <sub>Ed, gem</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	118124	0,2425
Ø12-150	1250	754	625	600	600	171178	0,2830
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	237247	0,3132
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	276288	0,3536
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	303315	0,3940
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	406423	0,4243
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	536559	0,5557

Voor twee vloervelden geldt dat de schuifspanningen ook na reductie nog hoger zijn dan 0,40 N/mm<sup>2</sup>. ~~Het resultaat~~

~~Mede op basis van~~ ~~step 6~~ ~~andere afwegingen bij de risico-analyse~~ is in dit geval, ~~geconcludeerd~~ dat slechts voor een deel van de vloeren urgent maatregelen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld het onderstempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. In het geval van onderstempelen wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Door de eigenaar van het gebouw is besloten het gebouw tijdelijk te sluiten.

Nadat het gebouw tijdelijk is gesloten, is een proefbelasting uitgevoerd. De beproefde vloeren bleken voldoende draagkracht te hebben om de vooraf afgesproken proefbelasting naar de kolommen af te kunnen dragen. Hierna is het gebouw weer geopend onder de beperkingen die gelden voor het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

## Bijlage B: Bepalen aan te houden last voor een proefbelasting

### Inleiding

In deze bijlage is een voorbeeld gegeven van de bepaling van de proefbelasting voor het geval niet alle vloervelden worden proefbelast. Feitelijk moet worden aangetoond dat de kans op bezwijken van een niet belast veld, gegeven het met succes doorstaan van de proefbelastingen, kleiner of gelijk is dan de kans die hoort bij de vereiste betrouwbaarheid volgens NEN 8700. Dit normblad vereist voor afkeuren van een gebouw in CC2 een minimale  $\beta$  van 2,5 voor een referentieperiode van 15 jaar (tabel B.2 van NEN 8700). Onderstaande geeft een vereenvoudigde berekening met partiële factoren waarbij ervan uitgegaan is dat een drietal representatieve velden worden belast ( $n = 3$ ).

### Uitgangspunten

Gevolgklasse: CC2

Referentieperiode: 15 jaar

Eigen gewicht van de vloer (gemiddeld): 8,5 kN/m<sup>2</sup>

Karakteristieke waarde nuttige belasting (referentieperiode 15 jaar): 2,0 kN/m<sup>2</sup>

De karakteristieke waarde van de nuttige belasting is bepaald bij het huidige gebruik van de vloer in dit voorbeeld.

De belasting bij de quasi-permanente belastingscombinatie is groter dan 85% van de belasting bij de karakteristieke belastingscombinatie. Daarom wordt een extra factor toegepast om een reductie van de sterkte ten gevolge van het lange duur effect in rekening te brengen: 1,05.

### Eigen gewicht

In beginsel is het eigengewicht aanwezig in de proef, maar als een veld wordt beproefd en conclusies getrokken moeten worden over een ander veld moet rekening worden gehouden met onderlinge spreiding. Deze is niet zo groot als de spreiding van gebouw tot gebouw. Daarom wordt voor veld tot veld een variatiecoëfficiënt  $V = 0,05$  aangehouden. De partiële factor die gehanteerd moet worden is dan:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,3 \cdot 2,5 \cdot 0,05 \sqrt{(1+1/3)} = 1,04$$

Waarbij  $\beta = 2,5$ ,  $V = 0,05$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden). Bij de beschouwing van het eigen gewicht mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,3$

Bij een gemiddeld eigen gewicht van de vloer van 8,5 kN/m<sup>2</sup> wordt de rekenwaarde  $1,04 \cdot 8,5 = 8,9$  kN/m<sup>2</sup>.

### Nuttige belasting

Voor de nuttige belasting wordt als karakteristieke (gemiddelde) waarde voor een referentieperiode van 15 jaar de waarde 2 kN/m<sup>2</sup> voorgesteld. De partiële factor volgens NEN8700 is  $\gamma = 1,15$ . Daarmee volgt als rekenwaarde van de nuttige belasting:  $2,0 \cdot 1,15 = 2,3$  kN/m<sup>2</sup>

### Sterkte

Voor de variatiecoëfficiënt wordt uitgegaan van  $V = 0,13$ . Bij de beschouwing van de sterkte mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,8$ . Met  $\beta = 2,5$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden) volgt voor de te hanteren partiële factor:

$$\gamma = 1 + \alpha \beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,8 \cdot 2,5 \cdot 0,13 \sqrt{(1+1/3)} = 1,30$$

**Grootte proefbelasting:**

De rekenwaarde voor het totaal van de belastingcombinatie eigen gewicht plus nuttige belasting komt uit op:

$$8,9 + 2,3 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Rekening houdend met de onzekerheid in de sterkte en het lange-duur effect volgt dan:

$$1,05 \cdot 1,30 \cdot 11,2 = 14,615,3 \text{ kN/m}^2$$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 14,615,3 - 8,5 = 6,18 \text{ kN/m}^2$$

Met opmaak: Centrum

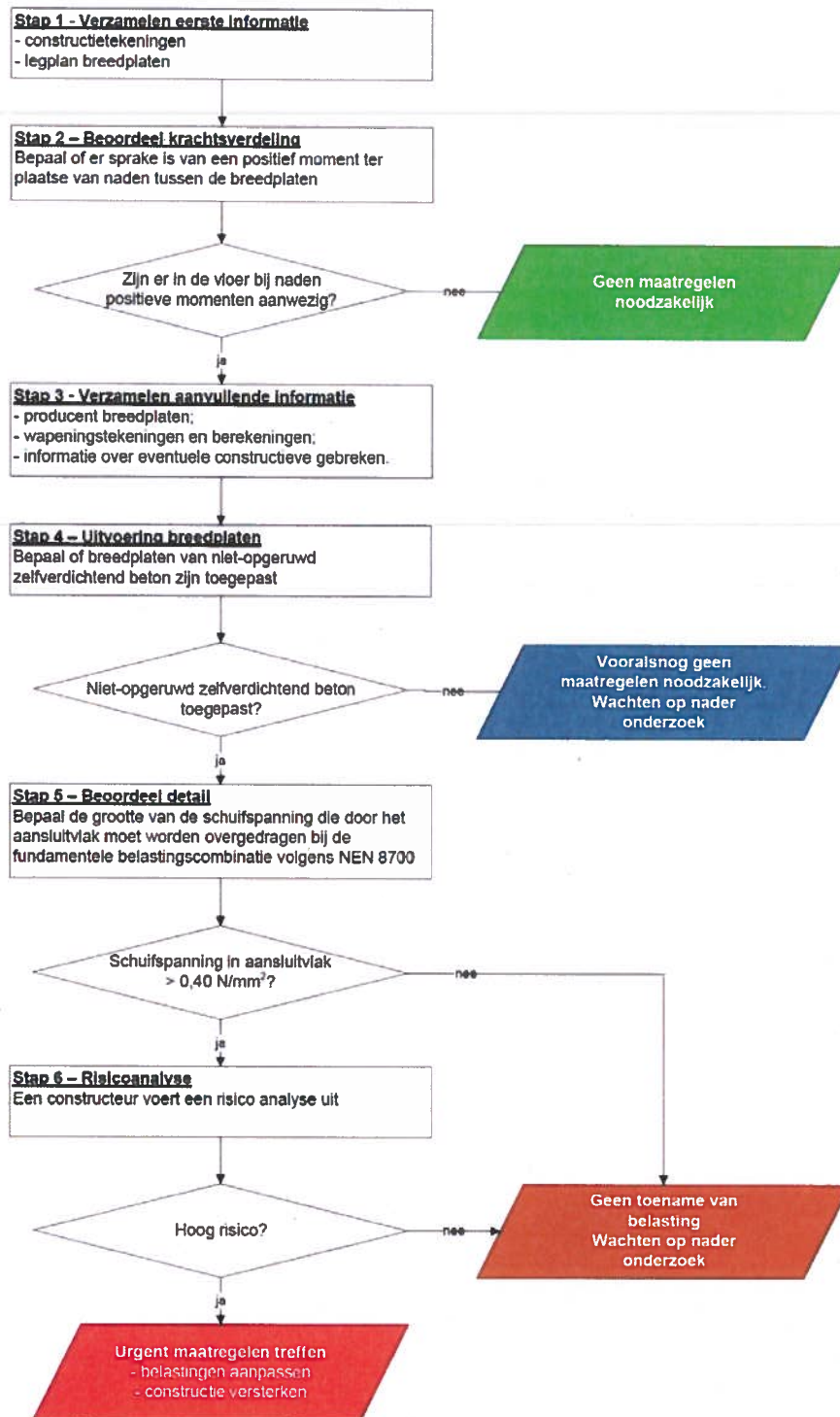
**Notitie 15-12-2017****Dossier 9780****Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren – Concept B**

---

**1 Inleiding**

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door veel partijen gebruikt.

In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de praktijk, is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op onderdelen van dit stappenplan gegeven. Deze toelichting is tot stand gekomen in overleg met vertegenwoordigers van de eerder genoemde partijen.



figuur 1 Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Algemene toelichting op het stappenplan

Algemene toelichting op het stappenplan:

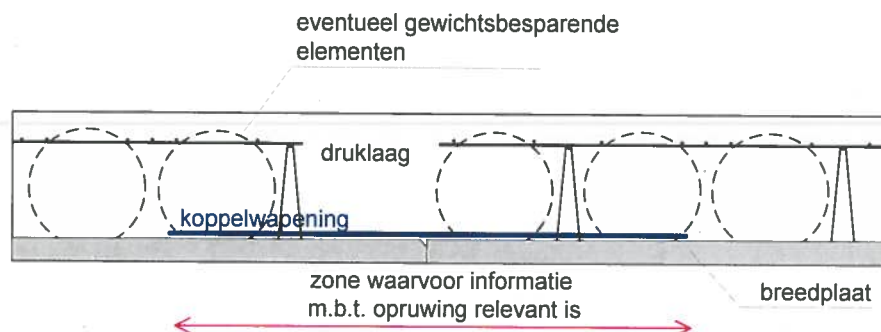
- Het doel van het stappenplan is om de meest kritische vloerconstructies te vinden;
- Voordat conclusies worden getrokken, dient het stappenplan geheel doorlopen te worden.
- Woningen of woongebouwen hoeven niet te worden onderzocht. Parkeergarages of winkels etc. die zich onder een woongebouw bevinden, moeten wel worden onderzocht. Een andere uitzondering zijn loftwoningen. In gebouwen met loftwoningen kunnen grote overspanningen en vloeren met een tweezijdige krachtafdracht voorkomen;
- Constructies van normaal grindbeton of opgeruwd zelfverdichtend beton worden voorlopig voldoende veilig geacht (deze constructies vallen in het blauwe of oranje vak van het stappenplan). Dit wil overigens nog niet zeggen dat die constructies per definitie aan het afkeurniveau dat in NEN 8700 voor bestaande bouw is beschreven, zullen voldoen;
- Uiteindelijk zullen voor de verschillende typen breedplaatvloeren rekenregels worden opgesteld om te kunnen toetsen of een vloerconstructie van een bestaand gebouw aan het afkeurniveau voldoet. Deze rekenregels zullen worden gebaseerd op nog uit te voeren (landelijk) onderzoek dat in het informatiedocument is vermeld. Naar verwachting zullen deze rekenregels voor eind 2018 beschikbaar komen. Als dan niet aan het afkeurniveau wordt voldaan, zullen maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden genomen.

## 3 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of de breedplaten zijn gemaakt van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Deze informatie staat meestal niet op de tekeningen die door de fabrikant zijn gemaakt. Via de volgende URL kan informatie van een aantal fabrikanten ten aanzien van de toegepaste betonsoort en het al dan niet opruwen van de bovenkant van de breedplaat worden gevonden:

<http://www.ab-fab.nl/algemeen-prefab/breedplaat---zelfverdichtend-beton>

Het onderzoek heeft betrekking op de overdracht van positieve buigende momenten ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten. Daarom is in het kader van dit onderzoek van belang dat de informatie over opruwing geldt voor het oppervlak in de nabijheid van de naad, over de zone waar de koppelstaven op de breedplaat liggen (figuur 2), dus langs de randen van de breedplaat. Door de aanwezigheid van gewichtsbesparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.



figuur 2 Zone waarvoor informatie over opruwing noodzakelijk is

Van een opgeruwd oppervlak mag worden uitgegaan als het oppervlak voldoet aan de eisen die gelden voor klasse “ruw” in art. 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1. Als daar niet aan wordt voldaan, moet worden uitgegaan van niet-opgeruwd beton.

## 4 Toelichting op stap 5

De toets in stap 5 dient te worden uitgevoerd voor het niveau bestaande bouw uit het Bouwbesluit 2012. Dit niveau is beschreven in NEN 8700 als het afkeurniveau voor bestaande bouwconstructies.

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat, als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden, al definitieve conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een definitieve conclusie worden getrokken. Dan is immer pas duidelijk of een vloer ingedeeld moet worden in het oranje of het rode vak in figuur 4 van de notitie. Geadviseerd wordt om maatregelen zoals ontruimen van een gebouw(deel) of plaatsen van stempels in gebouw(delen) pas toe te passen als uit stap 6 volgt dat het gebouw of gebouwdelen ingedeeld worden in het rode vak. Wel wordt aangeraden om zodra bekend is dat breedplaten met zelfverdichtend beton zonder opruwing toegepast zijn, een toename van de belasting onder dagelijks gebruik te voorkomen.

Met “Geen toename van de belasting onder dagelijks gebruik” wordt bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer(en) niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de optredende krachten en spanningen in de vloer. Meer specifiek betekent het in dit geval dat geen toename van de optredende spanningen in de voegen tussen twee breedplaten mag optreden. Een wijziging van de plaats van belastingen onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan. Bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal. Anderzijds kan het creëren van een tijdelijke opslag van schoolmeubilair in de desbetreffende ruimte niet worden beschouwd als een beperkte wijziging. Geadviseerd wordt regelmatig te controleren of er geen sprake is van een toename van de belasting onder dagelijks gebruik. Dit kan bijvoorbeeld door een medewerker van een technische dienst worden uitgevoerd.

## 5 Toelichting op stap 6

### Quasi permanenten belastingssituatie

De aanvullende toets aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie. Deze belastingscombinatie is beschreven middels, vergelijking 6.16b, van NEN-EN 1990. Deze belastingscombinatie wordt normaliter bij de toets van de bruikbaarheidsgrenstoestand gebruikt. Met deze belastingscombinatie wordt een spanningstoestand in de voeg bepaald die met grote waarschijnlijkheid in het dagelijks gebruik ook op zal treden. Hierbij moet ook uitgegaan worden van het gebruik van elke ruimte zoals die nu werkelijk plaatsvindt. De gebruiksfunctie volgens het ontwerp kan anders zijn dan het werkelijk gebruik. In het ontwerp kan bijvoorbeeld een hogere waarde van de gebruiksbelasting worden aangehouden om de toepassingsmogelijkheden voor een gebouw flexibel te houden. De aanvullende toets op dit niveau is in de risicoanalyse opgenomen om na te gaan hoe hoog het risico is bij het werkelijke gebruik van het gebouw. Het resultaat van de toets op zich is niet bepalend voor de conclusie van de risicoanalyse, maar is één van de overwegingen die in de algehele afweging wordt meegenomen.

Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) onthechting tussen de bovenzijde van de breedplaat en de druklaag waargenomen. Ondanks deze onthechting kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit diezelfde proeven, een reductie ten gevolge van een mogelijke onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

### Herverdeling

Uit een analyse van in het buitenland uitgevoerde proeven op breedplaatvloeren is gebleken dat het bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Er is dan dus geen sprake van herverdelingscapaciteit. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied is er mogelijk wel herverdelingscapaciteit aanwezig. In welke mate dit bij een beoordeling kan worden gebruikt is onderwerp van nadere studie.

### Vaststellen delaminatie

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van de mogelijke delaminatie tussen de breedplaat en druklaag in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een doffe klank op de aanwezigheid van delaminatie. Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen over de afstand vanaf de naad, waarover de delaminatie zich voortzet.

Uit ervaring is inmiddels ook bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief buigendmoment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvorming van het ter plaatse gestorte beton van de druklaag. Tijdens de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd, is waargenomen dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 15 à 20 cm niet direct leidt tot een hoger risico. Wordt meer

onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw in het rode vlak moet worden geplaatst. Er kunnen lokale maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Dit moet zodanig gebeuren, dat er geen veiligheidsrisico's zijn voor de delen van het gebouw die in gebruik blijven. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stemfels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten. Met urgent wordt in dit geval bedoeld, dat de maatregelen beheerst op korte termijn worden uitgevoerd. Gelet op de reeds langere gebruiksduur van de betreffende constructie hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij brand, ruimten niet per direct te worden ontruimd. Gebruikers dienen de gelegenheid te krijgen om belangrijke spullen uit het gebouw mee te nemen.

#### **Belastingshistorie tijdens de bouw**

Vaak is tijdens de uitvoering de stortbelasting doorgestempeld naar twee of drie ondergelegen vloeren. In dat geval hebben de ondergelegen vloeren de helft of een derde van de stortbelasting in het verleden gedragen.. De bouwbelasting op een vloerveld kan worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte van een vloerveld.

Als een vloer nog niet in gebruik is geweest, kan de waarde van de bouwbelasting worden aangehouden als waarde voor de belasting tijdens dagelijks gebruik van de vloer. Ook kan de bouwbelasting als proefbelasting worden beschouwd. Het is dan wel noodzakelijk dat de aanwijzingen uit het volgende hoofdstuk worden opgevolgd en dat met voldoende betrouwbaarheid de waarde van de bouwbelasting op een vloerveld kan worden bepaald. De hoofdaannemer van het project kan mogelijk informatie verschaffen over de waarde van de belasting op de vloer tijdens de bouw.

## **6 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting**

Bij vloeren waarvoor urgent maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Dat wil zeggen dat de proefbelasting niet in plaats van maatregelen komt, maar om de maatregelen weer te kunnen laten vervallen. Als de vloer bij een vooraf bepaalde grootte van de proefbelasting niet bezwijkt en/of geen schade vertoont die het draagvermogen kan beïnvloeden, kan de vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van te voren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting en dat voor alle partijen duidelijk is wat de mogelijke consequenties van een proefbelasting kunnen zijn. Het is mogelijk dat de schade die bij een proefbelasting ontstaat, zodanig kan zijn dat de proefbelaste delen en eventueel andere delen van het gebouw niet meer gebruikt kunnen worden.

Vooraf aan een proefbelasting moet een plan worden opgesteld waarin onder andere aandacht wordt besteed aan:

- Maatregelen om gevolgen bij falen te beperken;
- De persoonlijke veiligheid tijdens het uitvoeren van de proef;
- Grootte van de aan te brengen proefbelasting;
- Wijze van aanbrengen van de proefbelasting;
- Uit te voeren metingen tijdens de proefbelasting;
- Grenswaarden voor de verschillende criteria.

#### **Maatregelen om gevolgen van falen te beperken**

Om de gevolgen van falen te beperken, is er bij eerdere proefbelastingen op breedplaatvloeren gewerkt met een onderstempeling van het belaste vloerveld en de onderliggende vloervelden. Het uitgangspunt bij het ontwerp van het stempelplan is, dat de volledige proefbelasting door de stempels kan worden overgebracht naar de eronder aanwezige vloer(en) en dat de proefbelasting, in het geval de vloer tijdens de belastingsproef is bezwaken, veilig kan worden verwijderd. Het aantal verdiepingen waarover naar beneden toe moet worden doorgestempeld, moet op basis van een berekening worden bepaald. De ondersteuning van het te belasten vloerveld moet enkele centimeters worden vrij gehouden van de onderzijde van de vloer zodat het te beproeven vloerveld niet wordt ondersteund maar wel bij eventueel bezwijken voldoende snel wordt opgevangen door de onderstempeling.

#### **Persoonlijke veiligheid**

Tijdens het uitvoeren van een proefbelasting is er te allen tijde een verhoogde kans aanwezig dat het beproefde deel bezwijkt. De capaciteit van de constructie is immers niet bekend. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen. Tijdens het aanbrengen van de belasting gedurende een belastingsstap mogen er geen personen onder het beproefde vloerveld aanwezig zijn. Als een belastingsstap enige tijd (ca. 10 min.) aanwezig is en de constructie dit zonder problemen lijkt te kunnen dragen, kan een persoon metingen verrichten onder het belaste vloerveld. Met klem wordt geadviseerd altijd een waarnemer naast het belaste veld te hebben die tijdig kan waarschuwen als er bijkomende schade lijkt te ontstaan waardoor de aanwezigheid onder het vloerveld niet meer verantwoord is. Als een kortere pauze tussen belastingsstappen gewenst is, dan is het noodzakelijk dat waarnemingen vanaf afstand worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld door op afstand afleesbare verplaatsingsopnemers aan te brengen.

#### **Grootte van de aan te brengen proefbelasting**

De grootte van de belasting moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de grootte van de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Beproeving van alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak
2. Beproeving van een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak

Het is bekend dat de sterkte van beton bij een langdurige belasting terug kan lopen. In het algemeen is hiervan sprake als de spanningen groter zijn dan 85% van de sterkte. Daarom wordt geadviseerd als de belasting bij de quasi-permanente belastingscombinatie ten minste gelijk is aan 85% van de belasting de karakteristieke belastingscombinatie, het effect van de belasting met een factor 1,05 te vergroten.

#### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald (zie ook Bijlage E.8 van NEN 8700). Bij de proefbelasting hoort men aan te tonen dat de vloerconstructie bestand is tegen alle belastingsgeval- len en belastingscombinaties. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik gehanteerd. Dit kan betekenen dat mag worden uitgegaan van een la- gere belasting van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700. Hierbij moet dan natuurlijk wel worden gewaarborgd dat een ander gebruik van het betreffende vloerveld ook wordt voorkomen. Met veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik wordt een reëel ingeschatte belasting op basis van het gebruik zoals dat op dit moment aan de orde is, be- doeld. Dit kan afwijken van de momentane waarde van de belasting die behoort bij de gebruiks- klasse uit NEN-EN 1991-1-1.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenig- vuldigd met de bijbehorende belastingsfactor, bij het afkeurniveau volgens NEN 8700 (tabel A1.2). Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt in beginsel dat geen belastingsfactor voor het eigen ge- wicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond hiervan is dat bij het ontwerp aangehouden onzekerheden in het eigen gewicht niet aanwezig zijn, omdat in het werk de werkelijke constructie wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden ge- trokken voor het betreffende vloerveld.

Voorbeeld:

veranderlijke belasting onder werkelijk gebruik:	2,2 kN/m <sup>2</sup>
belastingsfactor veranderlijke belasting (CC2, ref. periode 15 jaar):	$\gamma_Q = 1,15$

Aangenomen wordt dat de belasting bij de quasi-permanente belastingscombinatie kleiner is dan 85% van de belasting bij de karakteristieke belastingscombinatie. De factor voor het lange duur ef- fect is dan gelijk aan 1,0.

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 1,0 \cdot 1,15 \cdot 2,2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

#### Ad 2, een deel van de "rode" vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en het doel van de proef is om wel een conclusie te kunnen trekken voor alle vloervelden, is de vereiste proefbelasting hoger dan onder ad 1 is beschre- ven. In dit geval dient namelijk rekening te worden gehouden met spreiding in gewicht en capaci- teit van de verschillende vloervelden. In bijlage E.6 van NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. Voor de variatie in sterkte wordt geadviseerd uit te gaan van een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,13. Een nadere uitwerking hiervan voor een specifiek geval is gegeven in bijlage B.

#### **Wijze van aanbrengen van de proefbelasting**

Bij voorkeur wordt er bij een proefbelasting gebruik gemaakt van een systeem waarbij de last snel automatisch gereduceerd kan worden. Dit gebeurt in laboratoria in de regel door het gebruik van

een belastingsframe en aanbrengen van krachten door toepassen van vijzels. Bij de tot nu toe bekende praktijkgevallen voor breedplaatvloeren is er gekozen voor watercontainers en een onderstempeling van de constructie om de consequenties van een mogelijk falen te beperken tot het geteste deel van de constructie (figuur 3). Een voordeel van deze wijze van het aanbrengen van de proefbelasting is dat de proef met eenvoudige middelen te realiseren is. Een nadeel is, dat het een systeem is waarbij de last niet heel snel kan worden verwijderd. Alle betrokken partijen moeten het eens zijn over deze aanpak en de eventuele gevolgen hiervan.



figuur 3 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

#### **Metingen tijdens beproeving**

Bij voorkeur moet er tijdens een proef continu gemeten worden. Stoppen tijdens een belastingstap kan dan op basis van vooraf vastgestelde grenswaarden op elke moment gebeuren. Zonder continue meting kan tijdens het doorlopen van een belastingstap alleen op basis van een visuele waarneming worden ingegrepen, hetgeen erg beperkt zal zijn. Er zijn verschillende eenvoudige meetmethoden beschikbaar zoals laseropnemers en draadopnemers om tijdens de proeven op enkele plaatsen de doorbuiging van de breedplaten en de voegwijdte tussen de breedplaten te meten.

Voor een proefbelasting van een breedplaatvloer worden minimaal de volgende metingen geadviseerd:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.
2. Voegwijdte in plaatnaad (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);

3. Wijde van aanwezige scheuren, ontstaan van nieuwe scheuren (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);
4. Doorbuiging van de vloer ten opzichte van de bovenzijde stempels of een ander vast punt (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in mm zijn).

Na bereiken van een bepaalde laststap moet enige tijd gewacht worden alvorens te gaan meten om zeker te zijn dat de constructie onder die last stabiel is. Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak (maatregelen vereist).

Als de vloer in het betreffende veld in staat is de vooraf bepaalde belasting te dragen is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproeving betrekking heeft, veilig te gebruiken met de bij de oranje categorie behorende beperking van de belasting.

## 7 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt.

Opmerking: Een breedplaatvloer is de vervaardigde samenstelling van een geprefabriceerde breedplaat en de ter plaatse gestorte druklaag.

Situatie 1:

Het COBc adviseert om voor gebouwen die nu in aanbouw zijn en die vanuit het stappenplan komen in de zone “wachten op nader onderzoek” het volgende:

### **Maak bij gereed melding schriftelijke afspraken met de gebouweigenaar.**

Na gereed melding geeft de gemeente hierin aan dat niet is aangetoond dat voldaan wordt aan het Bouwbesluit (nieuwbouw) en gedooft het gebruik onder de voorwaarde dat de eigenaar het gebouw nog laat onderzoeken op het moment dat het “nadere onderzoek volgens Hageman” gereed is (of bijvoorbeeld binnen een jaar) en dat de eigenaar alsnog maatregelen neemt als dan blijkt dat niet wordt voldaan aan nieuwbouw.

Als uit stap 5 volgt dat de beschouwde vloer in het oranje vak valt, is geen toename van de belasting mogelijk. In het geval de bouwbelasting gering is geweest, is de vloer in dat geval praktisch onbruikbaar. Als die uitkomst niet gewenst is, kan door middel van een risicoanalyse volgens stap 6 worden nagegaan welke toelaatbare belasting verantwoord wordt geacht. In het geval de bouwbelasting hoog is geweest, dan kan dit worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte (zie hoofdstuk 5 van de voorliggende notitie). Het is ook mogelijk een proefbelasting uit te voeren.

Situatie 2:

In situatie 2 dienen de breedplaatvloeren te voldoen aan de eisen die gelden voor nieuwbouw.

---

Rijswijk, 15 december 2017

Concept C



## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een gebouw met meerdere verdiepingen waarin breedplaatvloeren zijn toegepast. Het gebouw heeft een betonnen stabiliteitskern. De breedplaatvloeren dragen af op de kernwanden en op betonnen kolommen. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriftenserie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik. De verdiepingsvloeren worden in dit voorbeeld beschouwd.

### Vloeropbouw

De breedplaatvloeren zijn uitgevoerd met gewichtsbeparende elementen. Er bevindt zich een tralieligger evenwijdig aan de langsnaden op ongeveer 300 mm vanaf de naad.

### Vloerbelasting

De permanente belasting van de vloer bedraagt  $8,5 \text{ kN/m}^2$ . De veranderlijke vloerbelasting waarvan in het ontwerp is uitgegaan, bedraagt  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . De  $\psi$ -factoren zijn gelijk aan:  $\psi_0 = 0,5$  en  $\psi_2 = 0,3$

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Het uitvoeren van Stap 5 is daarom noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$v_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Ed}} / A_v$$

waarin:

$v_{\text{Ed,gem}}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{\text{Ed}}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen en tekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten in een vloerveld niet is verjongd, maar is gedimensioneerd op het de grootste waarde van het veld moment in de kolomstrook dat met een lineair elastische berekening is bepaald.

Om de trekkracht  $F_{Ed}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met reductiefactoren in verband met het feit dat:

1. de koppelwapening niet volledig is uitgenut in het ontwerp;
2. de rekenwaarde van de belasting voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager is dan bij het ontwerp volgens NEN 6702.

De rekenwaarde van de vloeigrens van de wapening is in dit geval:

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

#### Ad. 1. Benutting van de wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut ter plaatse van de kolomstroken. De koppelwapening is gedimensioneerd op een piekmoment, de grootste waarde van het veldmoment, in de kolomstrook. De benutting ter plaatse van het piekmoment blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen dat de reductiefactor in dit geval de waarde 0,85 heeft.

#### Ad. 2. Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

Belastingsreductie i.v.m. kortere referentieperiode:

De reductie in verband met de kortere referentieperiode kan worden bepaald met art. 2.3.2 van NEN 8700. Aangezien het een verdiepingsvloer betreft, is de reductie in verband met de kortere referentieperiode te bepalen met:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Met:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$t = 15 \text{ jaar (referentieperiode)}$$

$$t_0 = 50 \text{ jaar (basis referentieperiode)}$$

De reductiefactor op de veranderlijke belasting in verband met de kortere referentieperiode is dan:  
 $(1 + ((1 - 0,5)/9) \ln(15/50)) = 0,93$

Totale reductiefactor i.v.m. lagere rekenwaarde belastingen:

De reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting. In de oorspronkelijke berekening volgens NEN 6702 was de rekenwaarde van de belasting:

$$p_d = 1,2 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 3 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

In de berekening volgens NEN 8700, afkeurniveau bedraagt de rekenwaarde van de belasting (incl. reductiefactor van 0,93 i.v.m. referentieperiode van 15 jaar):

$$p_{Ed} = 1,1 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 0,93 \cdot 3,0 = 12,6 \text{ kN/m}^2$$

De totale reductiefactor is dan  $p_{Ed}/p_d = 12,6/14,7 = 0,85$

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn in verschillende vloervelden verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa Ø10-150 tot 2Ø20-350 + Ø16-350. In tabel A-1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening. Voor de wapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 165 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$v_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v = 165 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven Ø16 zijn toegepast, sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Voor vloervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat vooralsnog geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren.

Tabel A-1 Gemiddelde schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Ed}$ [kN/m]	$v_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

## Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

### Bepaling delaminatie

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of, bij het huidige gebruik, er sprake is van delaminatie tussen de breedplaat en de druklaag bij de plaatnaden. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van delaminatie over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschieters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) beperkte delaminatie waargenomen, ondanks deze delaminatie kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de mogelijke delaminatie in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat daar reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw de bezwijkbelasting nog niet hoeft te zijn bereikt.

### Controle gemiddelde schuifspanning bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien wordt uitgegaan van de quasi permanente belastingscombinatie.

### Quasi permanente belastingscombinatie

De quasi permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,3 \cdot 3,0 = 0,9 \text{ kN/m}^2$ . Ten opzichte van de gehanteerde belastingscombinatie volgens NEN 8700 die in stap 5 is bepaald, kan ook voor de quasi permanente belastingscombinatie een reductiefactor worden bepaald. In dit geval is de berekening als volgt (met  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$ ):

$$p_{\text{Egem}} = 1,0 \cdot 8,5 + 1,0 \cdot 0,9 = 9,4 \text{ kN/m}^2$$

De reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 bedraagt dan  $p_{\text{Egem}}/p_{\text{Ed}} = 10,0/12,6 = 9,4/12,6 = 0,75$

$$\gamma = 1 + \alpha \beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,8 \cdot 2,5 \cdot 0,13 \sqrt{(1+1/3)} = 1,30$$

**Grootte proefbelasting:**

De rekenwaarde voor het totaal van de belastingcombinatie eigen gewicht plus nuttige belasting komt uit op:

$$8,9 + 2,3 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Rekening houdend met de onzekerheid in de sterkte en het lange-duur effect volgt dan:

$$1,05 \cdot 1,30 \cdot 11,2 = 15,3 \text{ kN/m}^2$$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 15,3 - 8,5 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$

143

**Van:**

**Verzonden:**

**Aan:**

■

**Onderwerp:**

■■■■■■■■■■@adviesbureau-hageman.nl>

dinsdag 19 december 2017 09:09

■■■■■■■■■■

■■■■■■■■■■ TNO'; ■■■■■■■■■■

Voorstel voor agendapunten bijeenkomst breedplaatvloeren

Beste ■■■■■■■■■■

Tijdens het overleg over de breedplaatvloeren, morgen bij BZK, zou ik graag over de volgende punten willen praten:

- De toelichtende notitie (concept C) is eind vorige week verstuurd
- Het ontwikkelen van een rekenmodel  
Zou graag de eerste resultaten in een korte presentatie tonen
- Eerste opzet van het uit te voeren experimentele onderzoek.

Voor de presentatie zou ik graag gebruikmaken van de beamer in de zaal. Eventueel kan ik zelf een beamer meenemen.

Met vriendelijke groet,

■■■■■■■■■■

144

11.1

Van: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>  
Verzonden: dinsdag 19 december 2017 21:21  
Aan: [REDACTED]  
CC: [REDACTED]  
Onderwerp: Re: 9780 Breedplaatvloeren - Concept C Toelichting op informatiedocument

Beste [REDACTED]

11.1

Met vriendelijke groet,  
[REDACTED]

> Op 19 dec. 2017 om 17:27 heeft [REDACTED] <[REDACTED]@minbzk.nl> het volgende geschreven:  
>  
> Dag [REDACTED]

11.1

> Groet,  
> [REDACTED]  
>  
>  
>  
>  
> Verzonden met BlackBerry Work  
> (www.blackberry.com)  
>  
> Van: [REDACTED] <[REDACTED]@minbzk.nl<mailto:[REDACTED]@minbzk.nl>>  
> Datum: dinsdag 19 dec. 2017 5:13 PM  
> Aan: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl> <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>>  
> Kopie: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl> <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>>  
> Onderwerp: RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept C Toelichting op informatiedocument  
>  
> Dag [REDACTED]

11.1

> Groet,  
> [REDACTED]  
>  
>  
>  
> Verzonden met BlackBerry Work  
> (www.blackberry.com)  
>  
> Van: [REDACTED] <[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl<mailto:[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>>  
> Datum: vrijdag 15 dec. 2017 3:22 PM  
> [REDACTED] <[REDACTED]@minbzk.nl<mailto:[REDACTED]@minbzk.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@Rijksoverheid.nl<mailto:[REDACTED]@Rijksoverheid.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@rotterdam.nl<mailto:[REDACTED]@rotterdam.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@denhaag.nl<mailto:[REDACTED]@denhaag.nl>>, [REDACTED] <[REDACTED]@tno.nl'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@tno.nl<mailto:[REDACTED]@tno.nl>>, [REDACTED] <[REDACTED]@bfn.nl'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@bfn.nl<mailto:[REDACTED]@bfn.nl>>, [REDACTED] <[REDACTED]@vnconstructeurs.nl'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@vnconstructeurs.nl<mailto:[REDACTED]@vnconstructeurs.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@rhdhv.com<mailto:[REDACTED]@rhdhv.com>>, [REDACTED] <[REDACTED]@ivbn.nl'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@ivbn.nl<mailto:[REDACTED]@ivbn.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@minbzk.nl<mailto:[REDACTED]@minbzk.nl>>, [REDACTED] <[REDACTED]@geelen-beton.nl  
> [REDACTED] <[REDACTED]@geelen-beton.nl<mailto:[REDACTED]@geelen-beton.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@bouwennederland.nl<mailto:[REDACTED]@bouwennederland.nl>>, [REDACTED] - CITG'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@tudelft.nl<mailto:[REDACTED]@tudelft.nl>>, [REDACTED] <[REDACTED]@aedes.nl'  
> [REDACTED] <[REDACTED]@aedes.nl<mailto:[REDACTED]@aedes.nl>>, [REDACTED]  
> [REDACTED] <[REDACTED]@bam.com<mailto:[REDACTED]@bam.com>>

> Kopie: [redacted]@adviesbureau-hageman.nl<mailto:[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>>,  
[redacted]@adviesbureau-hageman.nl [redacted]@adviesbureau-  
hageman.nl>> [redacted]@adviesbureau-hageman.nl< [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>>  
> Onderwerp: RE: 9780 Breedplaatvloeren - Concept C Toelichting op Informatiedocument  
>  
> Beste Allen,  
>

11.1

> In de bijlage vind u concept C van het toelichtende document als mede een versie waarin de verschillen tussen  
concept B en concept C duidelijk herkenbaar zijn. Ik hoop en verwacht dat we a.s. woensdag een definitieve  
instemming over dit document kunne krijgen zodat e.e.a. donderdag a.s. kan worden gepubliceerd.

> Met vriendelijke groet,

> [redacted]  
>

> [Logo RGB klein]

> Adviesbureau Ir. J.G. Hageman B.V.  
> Polakweg 14e 2288 GG  
> Postbus 26 2280 AA  
> RIJSWIJK

> T [redacted]  
[redacted]  
> www.adviesbureau-hageman.nl  
>

> De informatie, verzonden in of met dit e-mailbericht, is afkomstig van Adviesbureau Hageman en uitsluitend  
bestemd voor de geadresseerde. Indien dit e-mailbericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht per  
e-mail of telefoon contact op te nemen met de verzender van dit bericht.

> Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit  
bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te  
verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met  
risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

> This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this  
message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State  
accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of  
messages.

145

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** woensdag 20 december 2017 15:55  
**Aan:** [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'; [redacted]  
[redacted]@tno.nl;  
[redacted]@bfbn.nl'; [redacted]@vnconstructeurs.nl'; [redacted]  
[redacted]@ivbn.nl'; [redacted]@geelen-beton.nl'; [redacted]  
[redacted] - CITG'; [redacted]@aedes.nl'; [redacted]

**Onderwerp:** Breedplaatvloeren - stukken n.a.v. overleg  
**Bijlagen:** n-171220\_experimenteel Onderzoek Concept\_A.pdf

Beste Allen,

Naar aanleiding van de bespreking van vandaag, hierbij de bijgevoegde stukken.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

Notitie 20-12-2017 **Concept A****Dossier 9780**

## Onderzoek constructieve veiligheid breedplaatvloeren in bestaande utiliteitsgebouwen opgeleverd na 1999

### Voorstel experimenteel onderzoeksprogramma

---

#### 1 Inleiding

Ten behoeve van het in opdracht van het ministerie van BZK uitgevoerde onderzoek naar de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren in bestaande betonconstructies, wordt een programma van experimentele onderzoeken uitgevoerd. In de onderhavige notitie wordt een voorstel voor het programma gedaan.

#### 2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in het bezwijkgedrag van het detail van breedplaatvloeren waarbij ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten een positief moment moet worden overgedragen waarvan de momentvector evenwijdig aan de naad tussen de breedplaten loopt.

#### 3 Organisatie experimenteel onderzoek

Het voorstel voor het experimentele onderzoeksprogramma wordt opgesteld door Adviesbureau Hageman in overleg met de werkgroep die door BZK is ingesteld om het gehele onderzoek te begeleiden. Op basis van het voorstel voor het experimentele onderzoek worden leveranciers van breedplaten uitgenodigd om proefstukken te vervaardigen met eigenschappen en afmetingen die overeenkomen met hetgeen in het nabije verleden is toegepast, en deze te laten beproeven in het Structures Laboratory Eindhoven.

Producenten die proefstukken willen laten beproeven, kunnen eerst de proefstukken ontwerpen overeenkomstig de aanwijzingen in deze notitie. Vervolgens wordt gevraagd de voorstellen voor de proefstukken voor te leggen aan Hageman. Daar zal worden beoordeeld of de voorgestelde eigenschappen en afmetingen een nuttige aanvulling geven bij de reeds bekende proeven. Zo niet dan zal in overleg met de producent een voorstel worden gedaan voor enige aanpassingen.

Vervolgens zal de producent de proefstukken vervaardigen. Hierbij dienen de volgende voorwaarden/uitgangspunten te worden gehanteerd:

- de tijd tussen het storten van de breedplaten en de druklaag dient minimaal 7 dagen te zijn;
- voorafgaand aan het storten van de druklaag op de breedplaten wordt Hageman uitgenodigd om de bovenzijde van de breedplaten en de plaatsing van de wapening op de plaat te beoordelen;

Directie:  
Prof.dr.ir. D.A. Hordijk  
Prof.ir. S.N.M. Wijte

Polakweg 14e  
Postbus 26  
2280 AA Rijswijk ZH

Telefoon 070 - 399 03 03  
mail@adviesbureau-hageman.nl  
www.adviesbureau-hageman.nl

Bank ABN-AMRO Rijswijk  
Rek.nr. NL09 ABNA 0481 3001 39  
KvK 's-Gravenhage nr. 27149272

- naast de proefstukken voor de 4-puntsbuigproef en de afschuifproef zullen ook proefkubussen van het beton van de breedplaten en de druklaag worden vervaardigd;
- zullen delen van wapeningsstaven en tralieliggers worden bewaard.

De proefstukken zullen zorgvuldig naar Eindhoven worden vervoerd. Waar zij in het laboratorium zullen worden beproefd. De producent zal voorafgaand aan de proeven worden geïnformeerd over het tijdstip waarop de proeven zullen worden uitgevoerd. Het laboratorium zal na het uitvoeren van de proeven een meetrapport met bevindingen verstrekken aan de producent.

De producent zal dit meetrapport overleggen aan de werkgroep en Hageman.

Hageman zal de resultaten van de proeven gebruiken om te komen tot rekenregels voor het bepalen van de momentweerstand van het beschouwde detail

## 4 Opzet experimenteel onderzoek

Het experimentele onderzoek bestaat uit twee delen: een constructieonderzoek en een materiaalonderzoek. In het kader van het constructie onderzoek worden de volgende proeven uitgevoerd:

- 4-puntsbuigproeven
- afschuifproef op aansluitvlak

In het aanvullende materiaalonderzoek zullen de druksterken van het beton worden bepaald. Zo nodig zal aanvullend verder onderzoek worden uitgevoerd naar de eigenschappen van de wapening en de tralieliggers.

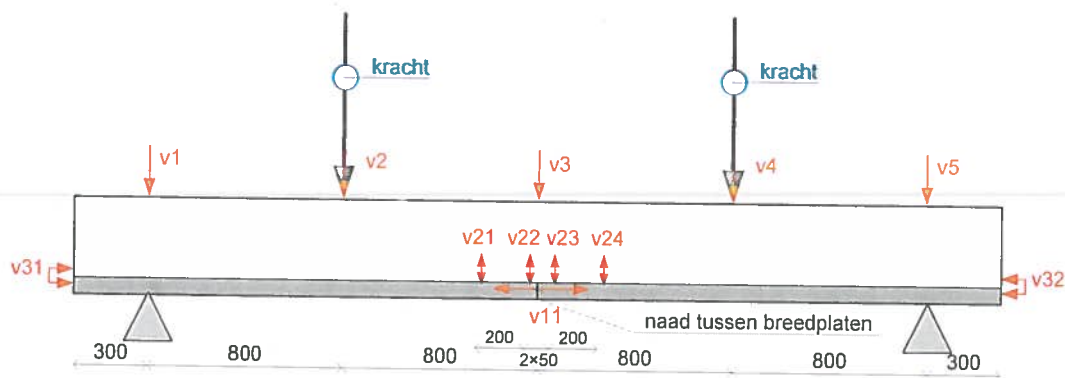
Ook moet de ruwheid van de bovenzijde van de breedplaten worden beschreven.

### 4.1 Constructieonderzoek – 4-puntsbuigproeven

#### 4.1.1 Opzet

De opzet van de 4-puntsbuigproeven zal gelijk zijn als voor het 'Eindhoven-Airport-onderzoek' is gebruikt. De tijdens de proef uitgevoerde kracht- en vervormingsmetingen zullen gelijk van opzet zijn. Wel dient bij de proefopzet rekening te worden gehouden met de diverse variaties die bij de verschillende te beschouwen systemen aanwezig zijn.

De opzet van de 4-puntsbuigproeven dient zo te zijn dat de diverse proeven zoveel als mogelijk is in dezelfde proefopstelling beproefd kunnen worden. De uit te voeren metingen zullen hierbij zoveel als mogelijk gelijk zijn. Op basis daarvan wordt de in figuur 1 geschetste, principe proefopstelling voorgesteld. Bij de 4-puntsbuigproef zullen de krachten die op de twee punten op het proefstuk worden uitgeoefend, gelijk zijn.



figuur 1 Opzet proefopstelling 4-puntsbuigproef

De verplaatsingsopnemers hebben de volgende functie:

- v1 en v5 meten van verplaatsingen van het proefstuk ter plaatse van de steunpunt, gemeten ten opzichte van een onafhankelijk punt;
- v3 meten van verplaatsing van het proefstuk in het midden van de overspanning ten behoeve van bepaling van de doorbuiging, gemeten ten opzichte van een onafhankelijk punt;
- v2 en v4 meten van verplaatsing van het proefstuk ter plaatse van de lastinleiding, gemeten ten opzichte van een onafhankelijk punt;
- v11 meting van de verplaatsing in horizontale richting over de voeg tussen de breedplaten;
- v22 en v23 meten van verticale verplaatsing over de voeg tussen de breedplaat en de druklaag op een afstand van 50 mm vanaf de voeg;
- v21 en v24 meten van verticale verplaatsing over de voeg tussen de breedplaat en de druklaag op een afstand van 250 mm vanaf de voeg.
- v31 en v32 meten van een horizontale verschuiving tussen de breedplaat en de druklaag ter plaatse van het einde van het proefstuk.

De metingen v1 t/m v24 zullen aan beide zijden van het proefstuk worden uitgevoerd.

Op basis van de opstelling worden de volgende afmetingen van de proefstukken voorgeschreven:

- lengte van het proefstuk: 3,8 m
- lengte van twee breedplaten: 1,9 m ieder
- breedte van het proefstuk: tussen 0,8 m en 1,0 m
- hoogte proefstuk: niet hoger dan 450 mm

Daarnaast kan de producent de volgende materiaaleigenschappen en geometrische eigenschappen naar believen voorstellen:

- Geometrie proefstuk:
  - de hoogte van het proefstuk;
  - de dikte van de breedplaten;
  - de breedte van het proefstuk;

- beschrijving van aard en geometrie van eventuele gewichtsbesparende maatregelen;
- Materiaaleigenschappen:
  - betonsterkteklasse breedplaten;
  - betonsterkteklasse druklaag;
  - kwaliteit toegepaste langswapening;
  - kwaliteit staal van tralieliggers.
- Wapeningshoeveelheid en geometrie:
  - hoeveelheid, positie en configuratie langswapening in breedplaten;
  - hoeveelheid, positie en configuratie dwarswapening in breedplaten;
  - hoeveelheid, positie en configuratie koppelwapening op de breedplaten;
  - aantal en positie tralieliggers;
  - verbinding tussen tralieliggers en wapening in breedplaten;
  - hoeveelheid, positie en configuratie bovenwapening in druklaag;
- Afwerking bovenzijde breedplaten.

#### 4.1.2 Constructief ontwerp proefstukken

In het proefstuk treden naast buigende momenten ook dwarskrachten en langsafschuifkrachten op. Het proefstuk moet zo zijn ontworpen dat als de maximale momentweerstand in het midden van het proefstuk wordt bereikt, de dwarskrach weerstand en de langsafschuif weerstand in het einde van het proefstuk – tussen de last en de opleggingen – voldoende groot is.

De te bepalen weerstand dient te zijn gebaseerd op de rekenregels in NEN-EN 1992-1-1, waarbij uitgegaan kan worden van de rekenwaarde van de materiaaleigenschappen. De momentweerstand wordt bepaald door de laagste waarde van de momentweerstand die volgt uit het bezwijken van de langswapening in de breedplaten of het bezwijken van de koppelwapening.

Indien de dwarskrachtweerstand van het proefstuk zonder dwarskrachtwapening onvoldoende is, moet in het proefstuk dwarskrachtwapening worden aangebracht. Dit kan in de vorm van beugels, opgebogen wapening of later aangebrachte verticale draadeinden die middels bouten en volgplaten aan de onder- en bovenzijde van het proefstuk verankerd worden.

De weerstand tegen langsafschuiving in het deel tussen de last en de reactie moet worden bepaald met 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1. Overeenkomstig VARCE vraag 39 dient bij toepassing van breedplaten vervaardigd van zelfverdichtend beton met een glad oppervlak hierbij uitgegaan te worden van  $c = 0,10$ .

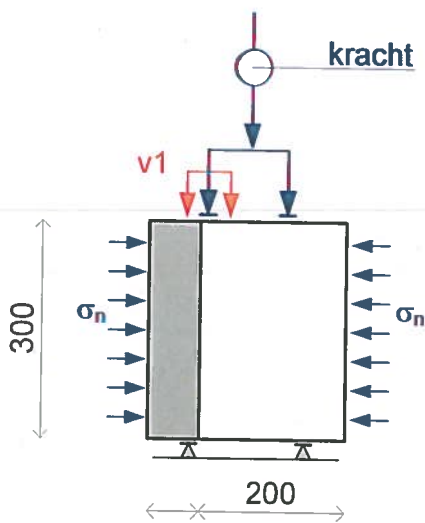
## 4.2 Constructieonderzoek - afschuifproef op aansluitvlak

Het doel van de afschuifproef op het aansluitvlak tussen breedplaat en druklaag is om meer inzicht te krijgen in het gedrag van deze laag als hij wordt belast door een combinatie van normaaldrukspanning en afschuiving.

Ten behoeve van het onderzoek zullen per door de producent beschouwde combinatie van breedplaten en druklagen zes proefstukken worden vervaardigd die wat betreft materiaalgebruik gelijk zijn aan de 4-puntsbuigproefstukken.

De proefstukken hebben lengte van 300 mm een breedte van 250 mm en een druklaagdikte van 200 mm. De proefstukken worden vervaardigd door op een stuk breedplaat met de gegeven lengte- en breedte-afmetingen een druklaag met een dikte van 200 mm te storten. De afwerking van de bovenzijde van de breedplaat moet representatief zijn voor de afwerking van de bovenzijde van de breedplaten voor de 4-puntsbuigproeven.

Een schets van de proefopstelling is gegeven in figuur 2. Bij de proef zullen bij twee verschillende voordrukken  $\sigma_n$  telkens 3 proefstukken op afschuiving worden belast. Daarbij wordt ook het verplaatsingsverschil tussen de breedplaat en de druklaag gemeten ( $v1$ ). Op deze wijze kan een relatie worden gevonden tussen de afschuifsterkte, de afschuifstijfheid en de normaaldrukkracht worden gevonden.



figuur 2 Opstelling afschuifproef

## 4.3 Materiaalonderzoek

### 4.3.1 Beton

De gemiddelde druksterkte van het beton van de breedplaat en de druklaag zal worden bepaald op basis van proefkubussen die bij de vervaardigde proefstukken worden bewaard. Per twee proefstukken voor de 4-puntsbuigproef dienen 3 proefkubussen van de breedplaat en 3 proefkubussen van de druklaag beschikbaar te zijn.

**Toelichting:** Aangenomen wordt dat iedere dag één 4-puntsbuigproef kan worden uitgevoerd. Per twee dagen zullen dan proefkubussen die representatief zijn voor de proefstukken worden beproefd.

#### **4.3.2 Wapening**

Indien noodzakelijk geacht zal de kwaliteit van de wapening worden getoetst. Het is daarvoor noodzakelijk dat monsters van de wapening bij de proefstukken worden geleverd.

---

#### **4.3.3 Tralieliggers**

Indien noodzakelijk geacht zal de kwaliteit van de wapening van de tralieliggers worden getoetst. Het is daarvoor noodzakelijk dat monsters van de tralieliggers bij de proefstukken worden geleverd.

### **5 Informatieoverdracht**

---

147

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** donderdag 21 december 2017 14:12  
**Aan:** [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'; [redacted]  
[redacted]@tno.nl';  
[redacted]@bfbn.nl'; [redacted]@vnconstructeurs.nl'; [redacted];  
[redacted]@ivbn.nl'; [redacted]@geelen-beton.nl'; [redacted]  
[redacted] - CITG'; [redacted]@aedes.nl'; [redacted]  
**Onderwerp:** 9870 - Breedplaatvloeren - Toelichting op informatiedocument (2)  
**Bijlagen:** n-171221\_toelichting\_informatiedocument.pdf

Beste Allen,

Onderstaand bericht stuurde ik u eerst zonder bijlage en daarna met een verkeerde bijlage (de zin over de loftwoningen was nog niet verwijderd) Excuus daarvoor.

Hierbij stuur ik u een aangepaste versie van het pdf-document met dezelfde naam.

Rest mij jullie allen fijne feestdagen en vooral een gezond 2018 toe te wensen.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

**Van:** [redacted]  
**Verzonden:** donderdag 21 december 2017 13:29  
**Aan:** [redacted]@minbzk.nl>; [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'  
[redacted]@bamutiliteitsbouw.nl>; [redacted]@Rijksoverheid.nl>; [redacted]  
[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>; [redacted]@rotterdam.nl>; [redacted]  
[redacted]@den Haag.nl>; [redacted]tno.nl' [redacted]@tno.nl>; [redacted]@bfbn.nl'  
[redacted]@bfbn.nl>; [redacted]@vnconstructeurs.nl' [redacted]@vnconstructeurs.nl>; [redacted]  
[redacted]@rhdhv.com>; [redacted]@ivbn.nl' [redacted]@ivbn.nl>; [redacted]  
[redacted]@minbzk.nl>; [redacted]@geelen-beton.nl' <[redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]  
[redacted]@bouwennederland.nl>; [redacted] - CITG' [redacted]@tudelft.nl>; [redacted]@aedes.nl'  
<[redacted]@aedes.nl>; [redacted]@bam.com>  
**Onderwerp:** 9870 - Breedplaatvloeren - Toelichting op informatiedocument

Beste Allen,

Naar aanleiding van de bespreking van gisteren stuur ik u hierbij de notitie waarin voor de gebruikers van het informatiedocument een toelichting wordt gegeven.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

**Notitie 21-12-2017****Dossier 9780**

---

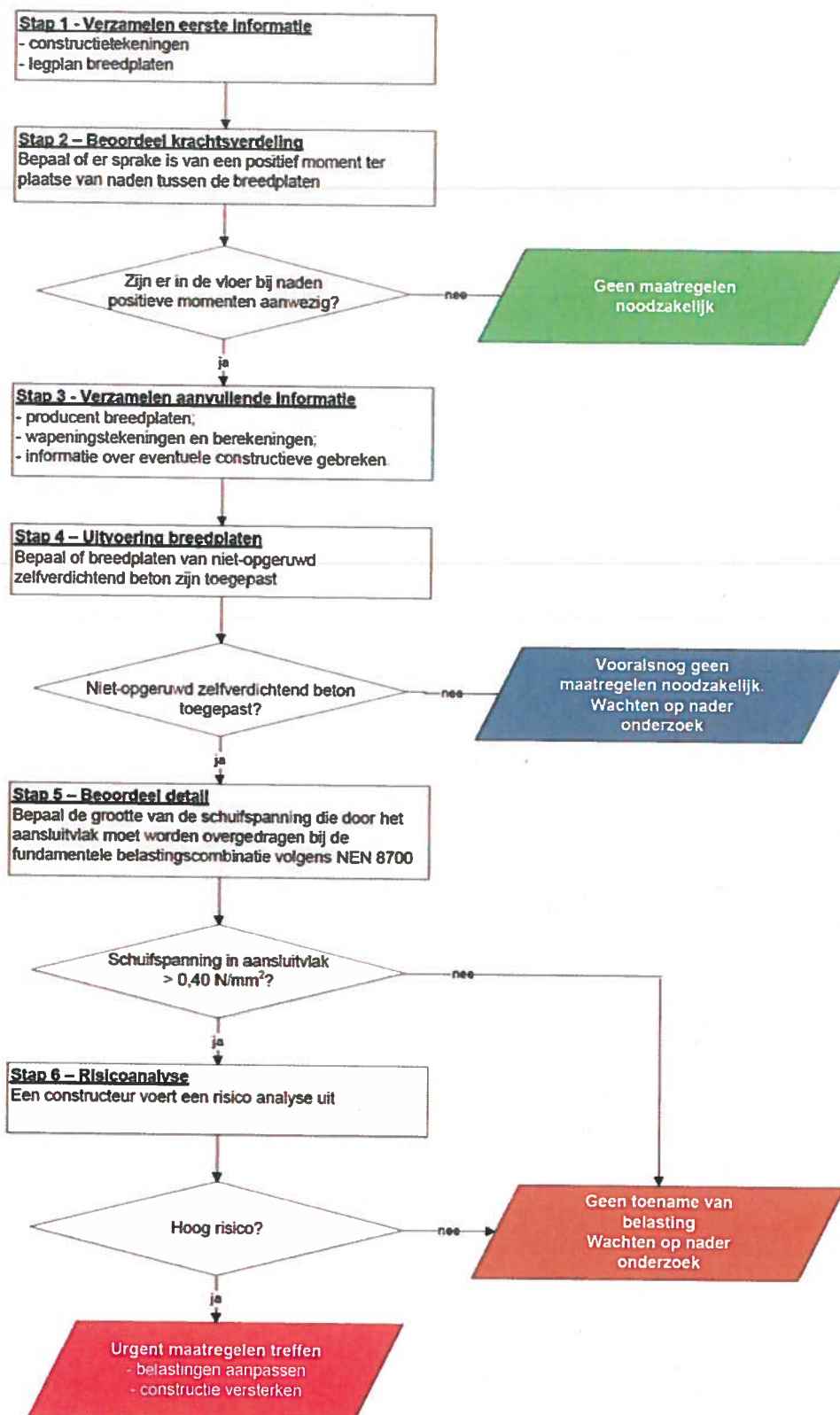
**Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren**

---

**1 Inleiding**

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door veel partijen gebruikt.

In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de praktijk, is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op onderdelen van dit stappenplan gegeven. Deze toelichting is tot stand gekomen in overleg met vertegenwoordigers van de eerder genoemde partijen.



figuur 1 Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Algemene toelichting op het stappenplan

Algemene toelichting op het stappenplan:

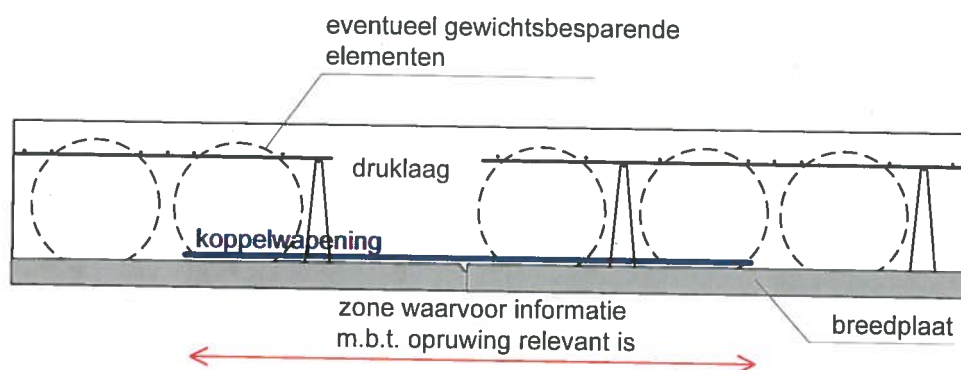
- Het doel van het stappenplan is om de meest kritische vloerconstructies te vinden;
- Voordat conclusies worden getrokken, dient het stappenplan geheel doorlopen te worden.
- Woningen of woongebouwen hoeven niet te worden onderzocht. Parkeergarages of winkels etc. die zich onder een woongebouw bevinden, moeten wel worden onderzocht;
- Constructies van normaal grindbeton of opgeruwd zelfverdichtend beton worden voorlopig voldoende veilig geacht (deze constructies vallen in het groene of blauwe vak van het stappenplan). Dit wil overigens nog niet zeggen dat die constructies per definitie aan het afkeurniveau dat in NEN 8700 voor bestaande bouw is beschreven, zullen voldoen;
- Uiteindelijk zullen voor de verschillende typen breedplaatvloeren rekenregels worden opgesteld om te kunnen toetsen of een vloerconstructie van een bestaand gebouw aan het afkeurniveau voldoet. Deze rekenregels zullen worden gebaseerd op het nog uit te voeren landelijke nader onderzoek dat in het informatiedocument is vermeld. Zie hiervoor ook de tekst in het blauwe en oranje vak in figuur 1. Naar verwachting zullen deze rekenregels voor eind 2018 beschikbaar komen. Als dan niet aan het afkeurniveau wordt voldaan, zullen maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden genomen.

## 3 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of de breedplaten zijn gemaakt van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Deze informatie staat meestal niet op de tekeningen die door de fabrikant zijn gemaakt. Via de volgende URL kan informatie van een aantal fabrikanten ten aanzien van de toegepaste betonsoort en het al dan niet opruwen van de bovenkant van de breedplaat worden gevonden:

<http://www.ab-fab.nl/algemeen-prefab/breedplaat--zelfverdichtend-beton>

Het onderzoek heeft betrekking op de overdracht van positieve buigende momenten ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten. Daarom is in het kader van dit onderzoek van belang dat de informatie over opruwing geldt voor het oppervlak in de nabijheid van de naad, over de zone waar de koppelstaven op de breedplaat liggen (figuur 2), dus langs de randen van de breedplaat. Door de aanwezigheid van gewichtsbesparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.



figuur 2 Zone waarvoor informatie over opruwing noodzakelijk is

Van een opgeruwd oppervlak mag in ieder geval worden uitgegaan als het oppervlak voldoet aan de eisen die gelden voor klasse “ruw” in art. 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1.

## 4 Toelichting op stap 5

De toets in stap 5 dient te worden uitgevoerd voor het niveau bestaande bouw uit het Bouwbesluit 2012. Dit niveau is beschreven in NEN 8700 als het afkeurniveau voor bestaande bouwconstructies.

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat, als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden, al conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een eindconclusie voor de beoordeling volgens het stappenplan worden getrokken. Dan is immer pas duidelijk of een vloer ingedeeld moet worden in het oranje of het rode vak in figuur 4 van de notitie. Geadviseerd wordt om maatregelen zoals ontruimen van een gebouw(deel) of plaatsen van stempels in gebouw(delen) pas toe te passen als uit stap 6 volgt dat het gebouw of gebouwdelen ingedeeld worden in het rode vak. Wel wordt aangeraden om zodra bekend is dat breedplaten met zelfverdichtend beton zonder opruwing toegepast zijn, een toename van de belasting onder dagelijks gebruik te voorkomen.

Met “Geen toename van de belasting onder dagelijks gebruik” wordt bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer(en) niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de optredende krachten en spanningen in de vloer. Meer specifiek betekent het in dit geval dat geen toename van de optredende spanningen in de voegen tussen twee breedplaten mag optreden. Een wijziging van de plaats van belastingen onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan. Bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal. Anderzijds kan het creëren van een tijdelijke opslag van schoolmeubilair in de desbetreffende ruimte niet worden beschouwd als een beperkte wijziging. Geadviseerd wordt regelmatig te controleren of er geen sprake is van een toename van de belasting onder dagelijks gebruik. Dit kan bijvoorbeeld door een medewerker van een technische dienst worden uitgevoerd.

## 5 Toelichting op stap 6

Bij het beoordelen van de vloeren door het uitvoeren van een risicoanalyse dienen alle aspecten in de risicoanalyse te zijn beschouwd. Het is niet de bedoeling dat nadat bij één aspect een positief oordeel wordt gevonden, gelijk de conclusie geen hoog risico wordt getrokken. Bij het trekken van deze conclusie dienen de bevindingen bij alle aspecten te worden betrokken.

### Quasi permanenten belastingssituatie

De aanvullende toets aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie. Deze belastingscombinatie is beschreven middels, vergelijking 6.16b, van NEN-EN 1990. Deze belastingscombinatie wordt normaliter bij de toets van de bruikbaarheidsgrenstoestand gebruikt. Met deze belastingscombinatie wordt een spanningstoestand in de voeg bepaald die met grote waarschijnlijkheid in het dagelijks gebruik ook op zal treden. Hierbij moet ook uitgegaan worden van het gebruik van elke ruimte zoals die nu werkelijk plaatsvindt. De gebruiksfunctie volgens het ontwerp kan anders zijn dan het werkelijk gebruik. In het ontwerp kan bijvoorbeeld een hogere waarde van de gebruiksbelasting worden aangehouden om de toepassingsmogelijkheden voor een gebouw flexibel te houden. De aanvullende toets op dit niveau is in de risicoanalyse opgenomen om na te gaan hoe hoog het risico is bij het werkelijke gebruik van het gebouw. Nogmaals wordt opgemerkt dat het resultaat van de toets op zich niet bepalend is voor de conclusie van de risicoanalyse, maar één van de overwegingen is die in de algehele afweging wordt meegenomen.

Als na overleg tussen partijen tijdelijk wordt uitgegaan van een lagere veranderlijke belasting dan volgens NEN-EN 1991-1-1 voor de beschouwde functie moet worden gebruikt, mag bij het bepalen van de bijdrage van de veranderlijke belasting aan de quasi-permanente belastingscombinatie geen lagere waarde worden aangehouden dan  $\frac{1}{2}$  maal de in NEN-EN 1991-1-1 beschreven karakteristieke waarde van de veranderlijke belasting voor die functie.

Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) onthechting tussen de bovenzijde van de breedplaat en de druklaag waargenomen. Ondanks deze onthechting kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit diezelfde proeven, een reductie ten gevolge van een mogelijke onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

### Herverdeling

Uit een analyse van in het buitenland uitgevoerde proeven op breedplaatvloeren is gebleken dat het bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Er is dan dus geen sprake van herverdelingscapaciteit. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied is er mogelijk wel herverdelingscapaciteit aanwezig. In welke mate dit bij een beoordeling kan worden gebruikt is onderwerp van nadere studie.

### Vaststellen delaminatie

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van de mogelijke delaminatie tussen de breedplaat en druklaag in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een

doffe klank op de aanwezigheid van delaminatie. Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen over de afstand vanaf de naad, waarover de delaminatie zich voortzet. Voor het bepalen van de mate van delaminatie kan worden afgezien van de methode met een boorgat zoals in het informatiedocument is beschreven.

Uit ervaring is inmiddels ook bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief buigend-moment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvervorming van het ter plaatse gestorte beton van de druklaag. Tijdens de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd, is waargenomen dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 15 à 20 cm niet direct leidt tot een hoger risico. Wordt meer onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw in het rode vlak moet worden geplaatst. Er kunnen lokale maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Dit moet zodanig gebeuren, dat er geen veiligheidsrisico's zijn voor de delen van het gebouw die in gebruik blijven. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stem-pels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten. Met urgent wordt in dit geval be-doeld, dat de maatregelen beheerst op korte termijn worden uitgevoerd. Gelet op de reeds langere gebruiksduur van de betreffende constructie hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij brand, ruimten niet per direct te worden ontruimt. Gebruikers dienen de gelegenheid te krijgen om belang-rijke spullen uit het gebouw mee te nemen.

### **Belastingshistorie tijdens de bouw**

Vaak is tijdens de uitvoering de stortbelasting doorgestempeld naar twee of drie ondergelegen vloeren. In dat geval hebben de ondergelegen vloeren de helft of een derde van de stortbelasting in het verleden gedragen.. De bouwbelasting op een vloerveld kan in de risicoanalyse worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte van een vloerveld.

Als een vloer nog niet in gebruik is geweest, kan de waarde van de bouwbelasting worden aangehouden als waarde voor de belasting tijdens dagelijks gebruik van de vloer. Dan dient de bouwbe-lastings als proefbelasting te worden beschouwd. Het is dan noodzakelijk dat de aanwijzingen uit het volgende hoofdstuk worden opgevolgd en dat met voldoende betrouwbaarheid de waarde van de bouwbelasting op een vloerveld kan worden bepaald. De hoofdaannemer van het project kan mogelijk informatie verschaffen over de waarde van de belasting op de vloer tijdens de bouw.

### **Maatregelen**

Als bij een project op basis van de risicoanalyse de conclusie is getrokken dat een aantal vloervelden een hoog risico hebben en dat daar blijvende maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden uitgevoerd, dient het volgende bedacht te zijn. Het is redelijk

aannemelijk dat andere soortgelijke vloervelden in het project waarbij juist tot de conclusie gekomen wordt dat er geen hoog risico is (oranje) ook na het uitvoeren van het landelijke nader onderzoek en het opstellen van de benodigde rekenregels niet zullen voldoen aan het afkeurniveau voor bestaande bouw volgens NEN 8700. Deze vloervelden dienen dan na het bekend worden van de rekenregels alsnog versterkt te worden.

## 6 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting

Bij vloeren waarvoor urgent maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Dat wil zeggen dat de proefbelasting niet in plaats van maatregelen komt, maar om de maatregelen weer te kunnen laten vervallen. Als de vloer bij een vooraf bepaalde grootte van de proefbelasting niet bezwijkt en/of geen schade vertoont die het draagvermogen kan beïnvloeden, kan de vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van te voren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting en dat voor alle partijen duidelijk is wat de mogelijke consequenties van een proefbelasting kunnen zijn. Het is mogelijk dat de schade die bij een proefbelasting ontstaat, zodanig kan zijn dat de proefbelaste delen en eventueel andere delen van het gebouw niet meer gebruikt kunnen worden.

Vooraf aan een proefbelasting moet een plan worden opgesteld waarin onder andere aandacht wordt besteed aan:

- Maatregelen om gevolgen bij falen te beperken;
- De persoonlijke veiligheid tijdens het uitvoeren van de proef;
- Grootte van de aan te brengen proefbelasting;
- Wijze van aanbrengen van de proefbelasting;
- Uit te voeren metingen tijdens de proefbelasting;
- Grenswaarden voor de verschillende criteria.

### **Maatregelen om gevolgen van falen te beperken**

Om de gevolgen van falen te beperken, is er bij eerdere proefbelastingen op breedplaatvloeren gewerkt met een onderstempeling van het belaste vloerveld en de onderliggende vloervelden. Het uitgangspunt bij het ontwerp van het stempelplan is, dat de volledige proefbelasting door de stempels kan worden overgebracht naar de eronder aanwezige vloer(en) en dat de proefbelasting, in het geval de vloer tijdens de belastingsproef is bezweken, veilig kan worden verwijderd. Het aantal verdiepingen waarover naar beneden toe moet worden doorgestempeld, moet op basis van een berekening worden bepaald. De ondersteuning van het te belasten vloerveld moet enkele centimeters worden vrij gehouden van de onderzijde van de vloer zodat het te beproeven vloerveld niet wordt ondersteund maar wel bij eventueel bezwijken voldoende snel wordt opgevangen door de onderstempeling.

### **Persoonlijke veiligheid**

Tijdens het uitvoeren van een proefbelasting is er te allen tijde een verhoogde kans aanwezig dat het beproefde deel bezwijkt. De capaciteit van de constructie is immers niet bekend. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen. Tijdens het aanbrengen van de belasting gedurende een belastingsstap mogen er geen personen onder het beproefde vloerveld aanwezig zijn. Als

een belastingsstap enige tijd (ca. 10 min.) aanwezig is en de constructie dit zonder problemen lijkt te kunnen dragen, kan een persoon metingen verrichten onder het belaste vloerveld. Met klem wordt geadviseerd altijd een waarnemer naast het belaste veld te hebben die tijdig kan waarschuwen als er bijkomende schade lijkt te ontstaan waardoor de aanwezigheid onder het vloerveld niet meer verantwoord is. Als een kortere pauze tussen belastingsstappen gewenst is, dan is het noodzakelijk dat waarnemingen vanaf afstand worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld door op afstand afleesbare verplaatsingsopnemers aan te brengen.

### **Grootte van de aan te brengen proefbelasting**

De grootte van de belasting moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de grootte van de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Beproeving van alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak
2. Beproeving van een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak

Het is bekend dat de sterkte van beton bij een langdurige belasting terug kan lopen. In het algemeen is hiervan sprake als de spanningen groter zijn dan 85% van de sterkte. Daarom wordt geadviseerd bij de karakteristieke belastingscombinatie, het effect van de belasting met een factor 1,05 te vergroten.

### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald (zie ook Bijlage E.8 van NEN 8700). Bij de proefbelasting hoort men aan te tonen dat de vloerconstructie bestand is tegen alle belastingsgevalen en belastingscombinaties. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik gehanteerd. Dit kan betekenen dat mag worden uitgegaan van een lagere belasting van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700. Hierbij moet dan natuurlijk wel worden gewaarborgd dat een ander gebruik van het betreffende vloerveld ook wordt voorkomen. Met veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik wordt een reëel ingeschatte belasting op basis van het gebruik zoals dat op dit moment aan de orde is, bedoeld. Dit kan afwijken van de momentane waarde van de belasting die behoort bij de gebruiksklasse uit NEN-EN 1991-1-1.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor, bij het afkeurniveau volgens NEN 8700 (tabel A1.2). Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt in beginsel dat geen belastingsfactor voor het eigen gewicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond hiervan is dat bij het ontwerp aangehouden onzekerheden in het eigen gewicht niet aanwezig zijn, omdat in het werk de werkelijke constructie wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden getrokken voor het betreffende vloerveld.

Voorbeeld:

belastingen:

veranderlijk onder werkelijk gebruik:

2,2 kN/m<sup>2</sup>

permanent:

7,0 kN/m<sup>2</sup>

belastingsfactoren (CC2, referentieperiode 15 jaar):

veranderlijke belasting:

$\gamma_Q = 1,15$

permanente belasting:

$\gamma_G = 1,0^a$

<sup>a</sup> De belastingsfactor voor de permanente belasting is hier gelijk aan 1,0 omdat alle vloeren worden belast.

Inclusief een correctie voor het lange-duur effect komt de aan te brengen proefbelasting dan op:

$$Q = 1,05(1,15 \cdot 2,2 + 1,0 \cdot 7,0) - 1,0 \cdot 7,0 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

#### Ad 2, een deel van de “rode” vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en het doel van de proef is om wel een conclusie te kunnen trekken voor alle vloervelden, is de vereiste proefbelasting hoger dan onder ad 1 is beschreven. In dit geval dient namelijk rekening te worden gehouden met spreiding in gewicht en capaciteit van de verschillende vloervelden. In bijlage E.6 van NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. Voor de variatie in sterkte wordt geadviseerd uit te gaan van een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,13. Een nadere uitwerking hiervan voor een specifiek geval is gegeven in bijlage B.

#### **Wijze van aanbrengen van de proefbelasting**

Bij voorkeur wordt er bij een proefbelasting gebruik gemaakt van een systeem waarbij de last snel automatisch gereduceerd kan worden. Dit gebeurt in laboratoria in de regel door het gebruik van een belastingsframe en aanbrengen van krachten door toepassen van vijzels. Bij de tot nu toe bekende praktijkgevallen voor breedplaatvloeren is er gekozen voor watercontainers en een ondersteuning van de constructie om de consequenties van een mogelijk falen te beperken tot het geteste deel van de constructie (figuur 3). Een voordeel van deze wijze van het aanbrengen van de proefbelasting is dat de proef met eenvoudige middelen te realiseren is. Een nadeel is, dat het een systeem is waarbij de last niet heel snel kan worden verwijderd. Alle betrokken partijen moeten het eens zijn over deze aanpak en de eventuele gevolgen hiervan.



figuur 3 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

### Metingen tijdens beproeving

Bij voorkeur moet er tijdens een proef continu gemeten worden. Stoppen tijdens een belastingstap kan dan op basis van vooraf vastgestelde grenswaarden op elke moment gebeuren. Zonder continue meting kan tijdens het doorlopen van een belastingstap alleen op basis van een visuele waarneming worden ingegrepen, hetgeen erg beperkt zal zijn. Er zijn verschillende eenvoudige meetmethoden beschikbaar zoals laseropnemers en draadopnemers om tijdens de proeven op enkele plaatsen de doorbuiging van de breedplaten en de voegwijdte tussen de breedplaten te meten.

Voor een proefbelasting van een breedplaatvloer worden minimaal de volgende metingen geadviseerd:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.
2. Voegwijdte in plaatnaad (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);
3. Wijdte van aanwezige scheuren, ontstaan van nieuwe scheuren (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);
4. Doorbuiging van de vloer ten opzichte van de bovenzijde stempels of een ander vast punt (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in mm zijn).

Na bereiken van een bepaalde laststap moet enige tijd gewacht worden alvorens te gaan meten om zeker te zijn dat de constructie onder die last stabiel is. Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de

proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak (maatregelen vereist).

Als de vloer in het betreffende veld in staat is de vooraf bepaalde belasting te dragen is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproeving betrekking heeft, veilig te gebruiken met de bij de oranje categorie behorende beperking van de belasting.

## 7 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt.

Opmerking: Een breedplaatvloer is de vervaardigde samenstelling van een geprefabriceerde breedplaat en de ter plaatse gestorte druklaag.

Situatie 1:

Er wordt geadviseerd om voor gebouwen die nu in aanbouw zijn en die vanuit het stappenplan komen in de zone “wachten op nader onderzoek” het volgende:

**Maak bij gereed melding schriftelijke afspraken met de gebouweigenaar.**

Na gereed melding geeft de gemeente hierin aan dat niet is aangetoond dat voldaan wordt aan het Bouwbesluit (nieuwbouw) en gedooft het gebruik onder de voorwaarde dat de eigenaar het gebouw nog laat onderzoeken op het moment dat het “nadere onderzoek volgens Hageman” gereed is (of bijvoorbeeld binnen een jaar) en dat de eigenaar alsnog maatregelen neemt als dan blijkt dat niet wordt voldaan aan nieuwbouw.

Als uit stap 5 volgt dat de beschouwde vloer in het oranje vak valt, is geen toename van de belasting mogelijk. In het geval de bouwbelasting gering is geweest, is de vloer in dat geval praktisch onbruikbaar. Als die uitkomst niet gewenst is, kan door middel van een proefbelasting volgens stap 6 worden nagegaan welke belasting verantwoord is.

Situatie 2:

In situatie 2 dienen de breedplaatvloeren te voldoen aan de eisen die gelden voor nieuwbouw.

Rijswijk, 21 december 2017

## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een kantoorgebouw met meerdere verdiepingen waarin breedplaatvloeren zijn toegepast. Het gebouw heeft een betonnen stabiliteitskern. De breedplaatvloeren dragen af op de kernwanden en op betonnen kolommen. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriften-serie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik. De verdiepingsvloeren worden in dit voorbeeld beschouwd.

### Vloeropbouw

De breedplaatvloeren zijn uitgevoerd met gewichtsbesparende elementen. Er bevindt zich een tralieligger evenwijdig aan de langsnaden op ongeveer 300 mm vanaf de naad.

### Vloerbelasting

De permanente belasting van de vloer bedraagt  $8,5 \text{ kN/m}^2$ . De veranderlijke vloerbelasting waarvan in het ontwerp is uitgegaan, bedraagt  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . De  $\psi$ -factoren zijn gelijk aan:  $\psi_0 = 0,5$  en  $\psi_2 = 0,3$

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Het uitvoeren van Stap 5 is daarom noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$v_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Esd}} / A_v$$

waarin:

$v_{\text{Ed,gem}}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{\text{Esd}}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen en tekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten in een vloerveld niet is verjongd, maar is gedimensioneerd op het de grootste waarde van het veld moment in de kolomstrook dat met een lineair elastische berekening is bepaald.

Om de trekkracht  $F_{Ed}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met reductiefactoren in verband met het feit dat:

1. de koppelwapening niet volledig is uitgenut in het ontwerp;
2. de rekenwaarde van de belasting voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager is dan bij het ontwerp volgens NEN 6702.

De rekenwaarde van de vloeigrens van de wapening is in dit geval:

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

#### Ad. 1, Benutting van de wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut ter plaatse van de kolomstroken. De koppelwapening is gedimensioneerd op een piekmoment, de grootste waarde van het veldmoment, in de kolomstrook. De benutting ter plaatse van het piekmoment blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen dat de reductiefactor in dit geval de waarde 0,85 heeft.

#### Ad. 2, Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

Belastingsreductie i.v.m. kortere referentieperiode:

De reductie in verband met de kortere referentieperiode kan worden bepaald met art. 2.3.2 van NEN 8700. Aangezien het een verdiepingsvloer betreft, is de reductie in verband met de kortere referentieperiode te bepalen met:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Met:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$t = 15 \text{ jaar (referentieperiode)}$$

$$t_0 = 50 \text{ jaar (basis referentieperiode)}$$

De reductiefactor op de veranderlijke belasting in verband met de kortere referentieperiode is dan:  
 $(1 + ((1 - 0,5)/9) \ln(15/50)) = 0,93$

Totale reductiefactor i.v.m. lagere rekenwaarde belastingen:

De reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting. In de oorspronkelijke berekening volgens NEN 6702 was de rekenwaarde van de belasting:

$$p_d = 1,2 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 3 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

In de berekening volgens NEN 8700, afkeurniveau bedraagt de rekenwaarde van de belasting (incl. reductiefactor van 0,93 i.v.m. referentieperiode van 15 jaar):

$$p_{Ed} = 1,1 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 0,93 \cdot 3,0 = 12,6 \text{ kN/m}^2$$

De totale reductiefactor is dan  $p_{Ed}/p_d = 12,6/14,7 = 0,85$

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn in verschillende vloervelden verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa Ø10-150 tot 2Ø20-350 + Ø16-350. In tabel A-1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening. Voor de wapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 165 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$v_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v = 165 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven Ø16 zijn toegepast, sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Voor vloervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat voornamelijk geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren.

Tabel A-1 Gemiddelde schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Ed}$ [kN/m]	$v_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

## Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

### Bepaling delaminatie

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of, bij het huidige gebruik, er bij de plaatnaden sprake is van delaminatie tussen de breedplaat en de druklaag. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van delaminatie over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschietters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) beperkte delaminatie waargenomen, ondanks deze delaminatie kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de mogelijke delaminatie in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat daar reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw de bezwijkbelasting nog niet hoeft te zijn bereikt.

### Controle gemiddelde schuifspanning bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien wordt uitgegaan van de quasi permanente belastingscombinatie.

#### Quasi permanente belastingscombinatie

De quasi permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,3 \cdot 3,0 = 0,9 \text{ kN/m}^2$ . Ten opzichte van de gehanteerde belastingscombinatie volgens NEN 8700 die in stap 5 is bepaald, kan ook voor de quasi permanente belastingscombinatie een reductiefactor worden bepaald. In dit geval is de berekening als volgt (met  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$ ):

$$p_{Egem} = 1,0 \cdot 8,5 + 1,0 \cdot 0,9 = 9,4 \text{ kN/m}^2$$

De reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 bedraagt dan  $p_{Egem}/p_{Ed} = 10,0/12,6 = 9,4/12,6 = 0,75$

Met de genoemde reductiefactoren zijn de schuifspanningen uit stap 5 nogmaals bepaald. Indien de schuifspanning vervolgens nog steeds de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  overschrijdt, zijn de betreffende locaties (vloervelden) in het rode vak ingedeeld (urgent maatregelen treffen). De overige zijn ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

In tabel A-2 zijn de resultaten de schuifspanningsberekeningen opgenomen. Voor koppelwapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{Esd}} = 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,750,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 124 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Esd}} / A_v = 124 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

Tabel A-2 Gemiddelde schuifspanning bij de quasi permante.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	$50 \phi$ [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{\text{Esd}}$ [kN/m]	$V_{\text{Ed,gem}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	124	0,25
Ø12-150	1250	754	625	600	600	178	0,30
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	247	0,32
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	288	0,36
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	315	0,40
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	423	0,43
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	559	0,57

Voor twee vloervelden geldt dat de schuifspanningen ook na reductie nog hoger zijn dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

Mede op basis van andere afwegingen bij de risico-analyse is in dit geval geconcludeerd dat slechts voor een deel van de vloeren urgent maatregelen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld het onderstempen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. In het geval van onderstempen wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Door de eigenaar van het gebouw is besloten het gebouw tijdelijk te sluiten.

Nadat het gebouw tijdelijk is gesloten, is een proefbelasting uitgevoerd. De beproefde vloeren bleken voldoende draagkracht te hebben om de vooraf afgesproken proefbelasting naar de kolommen af te kunnen dragen. Hierna is het gebouw weer geopend onder de beperkingen die gelden voor het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

## Bijlage B: Bepalen aan te houden last voor een proefbelasting

### Inleiding

In deze bijlage is een voorbeeld gegeven van de bepaling van de proefbelasting voor het geval niet alle vloervelden worden proefbelast. Feitelijk moet worden aangetoond dat de kans op bezwijken van een niet belast veld, gegeven het met succes doorstaan van de proefbelastingen, kleiner of gelijk is dan de kans die hoort bij de vereiste betrouwbaarheid volgens NEN 8700. Dit normblad vereist voor afkeuren van een gebouw in CC2 een minimale  $\beta$  van 2,5 voor een referentieperiode van 15 jaar (tabel B.2 van NEN 8700). Onderstaande geeft een vereenvoudigde berekening met partiele factoren waarbij ervan uitgegaan is dat een drietal representatieve velden worden belast ( $n = 3$ ).

### Uitgangspunten

Gevolgklasse: CC2

Referentieperiode: 15 jaar

Eigen gewicht van de vloer (gemiddeld): 8,5 kN/m<sup>2</sup>

Karakteristieke waarde nuttige belasting (referentieperiode 15 jaar): 2,0 kN/m<sup>2</sup>

De karakteristieke waarde van de nuttige belasting is bepaald bij het huidige gebruik van de vloer in dit voorbeeld. Daarnaast moet een extra factor toegepast om een reductie van de sterkte ten gevolge van het lange duur effect in rekening te brengen: 1,05.

### Eigen gewicht

In beginsel is het eigengewicht aanwezig in de proef, maar als een veld wordt beproefd en conclusies getrokken moeten worden over een ander veld moet rekening worden gehouden met onderlinge spreiding. Deze is niet zo groot als de spreiding van gebouw tot gebouw. Daarom wordt voor veld tot veld een variatiecoëfficiënt  $V = 0,05$  aangehouden. De partiele factor die gehanteerd moet worden is dan:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,3 \cdot 2,5 \cdot 0,05 \sqrt{(1+1/3)} = 1,04$$

Waarbij  $\beta = 2,5$ ,  $V = 0,05$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden). Bij de beschouwing van het eigen gewicht mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,3$

Bij een gemiddeld eigen gewicht van de vloer van 8,5 kN/m<sup>2</sup> wordt de rekenwaarde  $1,04 \cdot 8,5 = 8,9$  kN/m<sup>2</sup>.

### Nuttige belasting

Voor de nuttige belasting wordt als karakteristieke (gemiddelde) waarde voor een referentieperiode van 15 jaar de waarde 2 kN/m<sup>2</sup> voorgesteld. De partiele factor volgens NEN8700 is  $\gamma = 1,15$ . Daarmee volgt als rekenwaarde van de nuttige belasting:  $2,0 \cdot 1,15 = 2,3$  kN/m<sup>2</sup>

### Sterkte

Voor de variatiecoëfficiënt wordt uitgegaan van  $V = 0,13$ . Bij de beschouwing van de sterkte mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,8$ . Met  $\beta = 2,5$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden) volgt voor de te hanteren partiele factor:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,8 \cdot 2,5 \cdot 0,13 \sqrt{(1+1/3)} = 1,30$$

**Grootte proefbelasting:**

De rekenwaarde voor het totaal van de belastingcombinatie eigen gewicht plus nuttige belasting komt uit op:

$$8,9 + 2,3 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

---

Rekening houdend met de onzekerheid in de sterkte en het lange-duur effect volgt dan:

$$1,05 \cdot 1,30 \cdot 11,2 = 15,3 \text{ kN/m}^2$$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 15,3 - 8,5 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$

149

**Van:** [redacted]@adviesbureau-hageman.nl>  
**Verzonden:** donderdag 21 december 2017 15:09  
**Aan:** [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'; [redacted]  
[redacted]@tno.nl';  
[redacted]@bfbn.nl'; [redacted]@vnconstructeurs.nl'; [redacted]  
[redacted]@ivbn.nl'; [redacted]@geelen-beton.nl'; [redacted]  
[redacted] CITG'; [redacted]@aedes.nl'; [redacted]

**Onderwerp:** 9870 - Breedplaatvloeren - Toelichting op informatiedocument (3)  
**Bijlagen:** n-171221\_toelichting\_informatiedocument.pdf

Beste Allen,

Naar aanleiding van de eerder vandaag verzuurde versies kreeg zo juist nog een opmerking van [redacted] die betrekking had op blad 8, 'Grootte van de aan te brengen proefbelasting'. Overeenkomstig hetgeen gisteren over het lange-duur-effect is besproken, is in de bijlage de tekst in de laatste alinea onder die kop aangepast.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

**Van:** [redacted]  
**Verzonden:** donderdag 21 december 2017 14:12  
**Aan:** [redacted]@minbzk.nl>; [redacted]@bamutiliteitsbouw.nl'  
[redacted]@bamutiliteitsbouw.nl>; [redacted]@Rijksoverheid.nl>; [redacted]  
[redacted]@adviesbureau-hageman.nl>; [redacted]@rotterdam.nl>; [redacted]  
[redacted]@denhaag.nl>; [redacted]@tno.nl' [redacted]@tno.nl>; [redacted]@bfbn.nl'  
[redacted]@bfbn.nl>; [redacted]nconstructeurs.nl' <[redacted]vnconstructeurs.nl>; [redacted]  
[redacted]@rhdhv.com>; [redacted]@ivbn.nl' [redacted]@ivbn.nl>; [redacted]  
[redacted]nl>; [redacted]@geelen-beton.nl' <[redacted]@geelen-beton.nl>; [redacted]  
[redacted]@bouwennederland.nl>; [redacted] CITG' [redacted]@tudelft.nl>; [redacted]@aedes.nl'  
[redacted]@aedes.nl>; [redacted]@bam.com>

**Onderwerp:** 9870 - Breedplaatvloeren - Toelichting op informatiedocument (2)

Beste Allen,

Onderstaand bericht stuurde ik u eerst zonder bijlage en daarna met een verkeerde bijlage (de zin over de loftwoningen was nog niet verwijderd) Excuus daarvoor.

Hierbij stuur ik u een aangepaste versie van het pdf-document met dezelfde naam.

Rest mij jullie allen fijne feestdagen en vooral een gezond 2018 toe te wensen.

Met vriendelijke groet,  
[redacted]

Van: [REDACTED]

Verzonden: donderdag 21 december 2017 13:29

[REDACTED]@minbzk.nl>; [REDACTED]@bamutiliteitsbouw.nl'  
[REDACTED]@bamutiliteitsbouw.nl>; [REDACTED]@Rijksoverheid.nl>; [REDACTED]  
[REDACTED]@adviesbureau-hageman.nl>; [REDACTED]@rotterdam.nl>; [REDACTED]  
[REDACTED]@denhaag.nl>; [REDACTED]@tno.nl' [REDACTED]@tno.nl>; [REDACTED]@bfbn.nl'  
[REDACTED]@bfbn.nl>; [REDACTED]@vnconstructeurs.nl' [REDACTED]@vnconstructeurs.nl>; [REDACTED]  
[REDACTED]@rhdhv.com>; [REDACTED]@ivbn.nl>; [REDACTED]  
[REDACTED]@minbzk.nl>; [REDACTED]@geelen-beton.nl' [REDACTED]@geelen-beton.nl>; [REDACTED]  
<[REDACTED]@bouwennederland.nl>; [REDACTED] - CITG' [REDACTED]@tudelft.nl>; [REDACTED]@aedes.nl'  
[REDACTED]@aedes.nl>; [REDACTED]@bam.com>

Onderwerp: 9870 - Breedplaatvloeren - Toelichting op informatiedocument

Beste Allen,

Naar aanleiding van de bespreking van gisteren stuur ik u hierbij de notitie waarin voor de gebruikers van het informatiedocument een toelichting wordt gegeven.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]

**Notitie 21-12-2017****Dossier 9780**

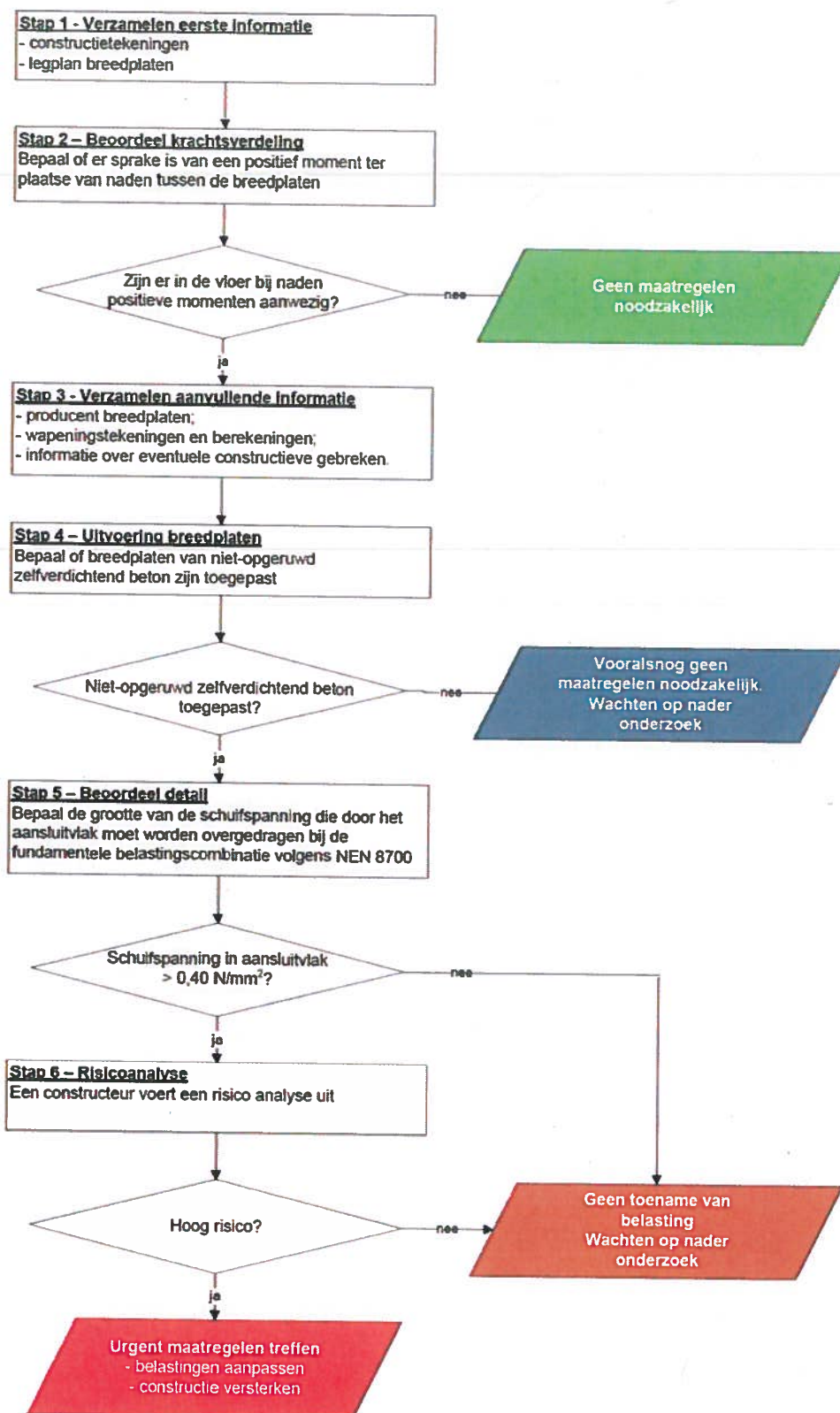
## **Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloeren**

---

### **1 Inleiding**

Voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van breedplaatvloeren is door Adviesbureau Hageman in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) een informatiedocument opgesteld (Hageman notitie 05-10-2017). Dit informatiedocument is tot stand gekomen na ruggespraak met vertegenwoordigers van COBC, TNO, AB-FAB, het Rijksvastgoedbedrijf, VN-Constructeurs en Bouwend Nederland. Inmiddels wordt de beoordelingsmethodiek die in het informatiedocument is beschreven, door veel partijen gebruikt.

In het informatiedocument is een stappenplan voor de beoordeling opgenomen (figuur 1). Naar aanleiding van vragen vanuit de praktijk, is op verzoek van het ministerie BZK door Adviesbureau Hageman in het voorliggende document een toelichting op onderdelen van dit stappenplan gegeven. Deze toelichting is tot stand gekomen in overleg met vertegenwoordigers van de eerder genoemde partijen.



figuur 1 Stappenplan uit het informatiedocument.

## 2 Algemene toelichting op het stappenplan

Algemene toelichting op het stappenplan:

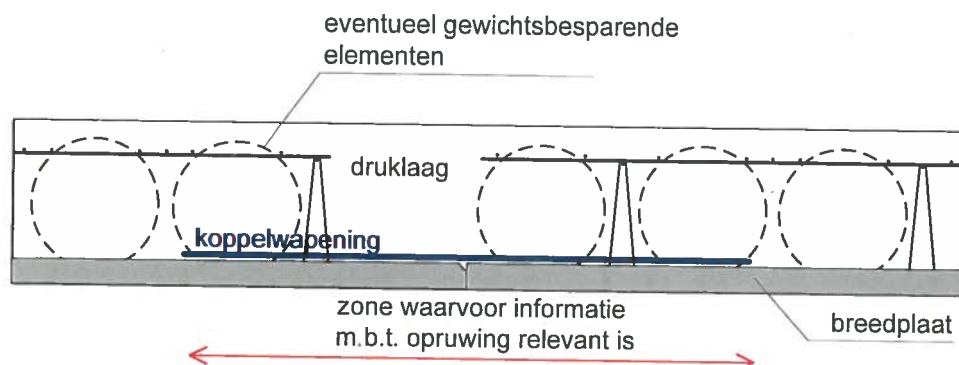
- Het doel van het stappenplan is om de meest kritische vloerconstructies te vinden;
- Voordat conclusies worden getrokken, dient het stappenplan geheel doorlopen te worden.
- Woningen of woongebouwen hoeven niet te worden onderzocht. Parkeergarages of winkels etc. die zich onder een woongebouw bevinden, moeten wel worden onderzocht;
- Constructies van normaal grindbeton of opgeruwd zelfverdichtend beton worden voorlopig voldoende veilig geacht (deze constructies vallen in het groene of blauwe vak van het stappenplan). Dit wil overigens nog niet zeggen dat die constructies per definitie aan het afkeurniveau dat in NEN 8700 voor bestaande bouw is beschreven, zullen voldoen;
- Uiteindelijk zullen voor de verschillende typen breedplaatvloeren rekenregels worden opgesteld om te kunnen toetsen of een vloerconstructie van een bestaand gebouw aan het afkeurniveau voldoet. Deze rekenregels zullen worden gebaseerd op het nog uit te voeren landelijke nader onderzoek dat in het informatiedocument is vermeld. Zie hiervoor ook de tekst in het blauwe en oranje vak in figuur 1. Naar verwachting zullen deze rekenregels voor eind 2018 beschikbaar komen. Als dan niet aan het afkeurniveau wordt voldaan, zullen maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden genomen.

## 3 Toelichting op stap 4

In stap 4 wordt bepaald of de breedplaten zijn gemaakt van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Deze informatie staat meestal niet op de tekeningen die door de fabrikant zijn gemaakt. Via de volgende URL kan informatie van een aantal fabrikanten ten aanzien van de toegepaste betonsoort en het al dan niet opruwen van de bovenkant van de breedplaat worden gevonden:

<http://www.ab-fab.nl/algemeen-prefab/breedplaat---zelfverdichtend-beton>

Het onderzoek heeft betrekking op de overdracht van positieve buigende momenten ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten. Daarom is in het kader van dit onderzoek van belang dat de informatie over opruwing geldt voor het oppervlak in de nabijheid van de naad, over de zone waar de koppelstaven op de breedplaat liggen (figuur 2), dus langs de randen van de breedplaat. Door de aanwezigheid van gewichtsbesparende elementen is het mogelijk dat een breedplaat juist daar niet is opgeruwd, terwijl de rest van de breedplaat dit wel is.



figuur 2 Zone waarvoor informatie over opruwing noodzakelijk is

Van een opgeruwd oppervlak mag in ieder geval worden uitgegaan als het oppervlak voldoet aan de eisen die gelden voor klasse “ruw” in art. 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1.

## 4 Toelichting op stap 5

De toets in stap 5 dient te worden uitgevoerd voor het niveau bestaande bouw uit het Bouwbesluit 2012. Dit niveau is beschreven in NEN 8700 als het afkeurniveau voor bestaande bouwconstructies.

Het is niet de bedoeling van het stappenplan dat, als de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 5 is overschreden, al conclusies ten aanzien van de constructieve veiligheid worden getrokken. In dat geval kan pas na het doorlopen van stap 6 een eindconclusie voor de beoordeling volgens het stappenplan worden getrokken. Dan is immer pas duidelijk of een vloer ingedeeld moet worden in het oranje of het rode vak in figuur 4 van de notitie. Geadviseerd wordt om maatregelen zoals ontruimen van een gebouw(deel) of plaatsen van stempels in gebouw(delen) pas toe te passen als uit stap 6 volgt dat het gebouw of gebouwdelen ingedeeld worden in het rode vak. Wel wordt aangeraden om zodra bekend is dat breedplaten met zelfverdichtend beton zonder opruwing toegepast zijn, een toename van de belasting onder dagelijks gebruik te voorkomen.

Met “Geen toename van de belasting onder dagelijks gebruik” wordt bedoeld, dat de huidige functie en het huidige gebruik van de betreffende vloer(en) niet mogen worden veranderd als dit zou kunnen leiden tot een verhoging van de optredende krachten en spanningen in de vloer. Meer specifiek betekent het in dit geval dat geen toename van de optredende spanningen in de voegen tussen twee breedplaten mag optreden. Een wijziging van de plaats van belastingen onder gelijkblijvend gebruik is wel toegestaan. Bijvoorbeeld het bijplaatsen van extra tafels in een klaslokaal. Anderzijds kan het creëren van een tijdelijke opslag van schoolmeubilair in de desbetreffende ruimte niet worden beschouwd als een beperkte wijziging. Geadviseerd wordt regelmatig te controleren of er geen sprake is van een toename van de belasting onder dagelijks gebruik. Dit kan bijvoorbeeld door een medewerker van een technische dienst worden uitgevoerd.

## 5 Toelichting op stap 6

Bij het beoordelen van de vloeren door het uitvoeren van een risicoanalyse dienen alle aspecten in de risicoanalyse te zijn beschouwd. Het is niet de bedoeling dat nadat bij één aspect een positief oordeel wordt gevonden, gelijk de conclusie geen hoog risico wordt getrokken. Bij het trekken van deze conclusie dienen de bevindingen bij alle aspecten te worden betrokken.

### Quasi permanenten belastingssituatie

De aanvullende toets aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  bij stap 6 wordt uitgevoerd voor de quasi permanente belastingscombinatie. Deze belastingscombinatie is beschreven middels, vergelijking 6.16b, van NEN-EN 1990. Deze belastingscombinatie wordt normaliter bij de toets van de bruikbaarheidsgrenstoestand gebruikt. Met deze belastingscombinatie wordt een spanningstoestand in de voeg bepaald die met grote waarschijnlijkheid in het dagelijks gebruik ook op zal treden. Hierbij moet ook uitgegaan worden van het gebruik van elke ruimte zoals die nu werkelijk plaatsvindt. De gebruiksfunctie volgens het ontwerp kan anders zijn dan het werkelijk gebruik. In het ontwerp kan bijvoorbeeld een hogere waarde van de gebruiksbelasting worden aangehouden om de toepassingsmogelijkheden voor een gebouw flexibel te houden. De aanvullende toets op dit niveau is in de risicoanalyse opgenomen om na te gaan hoe hoog het risico is bij het werkelijke gebruik van het gebouw. Nogmaals wordt opgemerkt dat het resultaat van de toets op zich niet bepalend is voor de conclusie van de risicoanalyse, maar één van de overwegingen is die in de algehele afweging wordt meegenomen.

Als na overleg tussen partijen tijdelijk wordt uitgegaan van een lagere veranderlijke belasting dan volgens NEN-EN 1991-1-1 voor de beschouwde functie moet worden gebruikt, mag bij het bepalen van de bijdrage van de veranderlijke belasting aan de quasi-permanente belastingscombinatie geen lagere waarde worden aangehouden dan  $\psi_2$  maal de in NEN-EN 1991-1-1 beschreven karakteristieke waarde van de veranderlijke belasting voor die functie.

Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) onthechting tussen de bovenzijde van de breedplaat en de druklaag waargenomen. Ondanks deze onthechting kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit diezelfde proeven, een reductie ten gevolge van een mogelijke onthechting in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

### Herverdeling

Uit een analyse van in het buitenland uitgevoerde proeven op breedplaatvloeren is gebleken dat het bezwijkgedrag onder andere afhankelijk lijkt te zijn van de locatie van de aanwezige tralieliggers. Indien de tralieliggers niet aanwezig zijn in het verankeringsgebied van de koppelstaven wordt een duidelijk bros gedrag waargenomen. Er is dan dus geen sprake van herverdelingscapaciteit. In die gevallen waar er wel tralieliggers aanwezig zijn in het verankeringsgebied is er mogelijk wel herverdelingscapaciteit aanwezig. In welke mate dit bij een beoordeling kan worden gebruikt is onderwerp van nadere studie.

### Vaststellen delaminatie

Er is inmiddels ervaring opgedaan met het vaststellen van de mogelijke delaminatie tussen de breedplaat en druklaag in de nabijheid van plaatnaden. Een snelle en betrouwbare methode blijkt het bekloppen van de onderzijde van de vloer met een (licht) hamertje te zijn. Hierbij duidt een

doffe klank op de aanwezigheid van delaminatie. Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen over de afstand vanaf de naad, waarover de delaminatie zich voortzet. Voor het bepalen van de mate van delaminatie kan worden afgezien van de methode met een boorgat zoals in het informatiedocument is beschreven.

Uit ervaring is inmiddels ook bekend dat het vaak voorkomt dat over de eerste 10 à 15 cm naast de plaatnaad een doffe klank bij bekloppen wordt gehoord. Ook op locaties zonder positief buigend-moment bij een plaatnaad is dit waargenomen. Een dergelijke onthechting kan zijn veroorzaakt door spanningen als gevolg van verhinderde krimpvervorming van het ter plaatse gestorte beton van de druklaag. Tijdens de proeven die voor het schadegeval Eindhoven Airport zijn uitgevoerd, is waargenomen dat bij een relatief laag belastingsniveau reeds onthechting optreedt. Dit betekent dat, in afwijking van hetgeen in het stappenplan is vermeld, een beperkte onthechting van 10 cm met zo nu en dan een uitschieter tot 15 à 20 cm niet direct leidt tot een hoger risico. Wordt meer onthechting vastgesteld dan is wel sprake van een hoger risico. Als geen onthechting wordt vastgesteld dan is sprake van een lager risico.

Als voor één of meerdere vloervelden de conclusie van stap 6 is dat urgent maatregelen moeten worden genomen (rode vak), betekent dit niet dat het gehele gebouw in het rode vlak moet worden geplaatst. Er kunnen lokale maatregelen worden getroffen, zoals het stempelen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. Dit moet zodanig gebeuren, dat er geen veiligheidsrisico's zijn voor de delen van het gebouw die in gebruik blijven. Ten aanzien van het stempelen van een vloerveld wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat mogelijk over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Indien het aanbrengen van stem-pels of het deels buiten gebruik stellen van het gebouw het gebruik van het gebouw te veel beperken, kan worden overwogen het gebouw (toch) tijdelijk te sluiten. Met urgent wordt in dit geval be-doeld, dat de maatregelen beheerst op korte termijn worden uitgevoerd. Gelet op de reeds langere gebruiksduur van de betreffende constructie hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij brand, ruimten niet per direct te worden ontruimt. Gebruikers dienen de gelegenheid te krijgen om belang-rijke spullen uit het gebouw mee te nemen.

#### **Belastingshistorie tijdens de bouw**

Vaak is tijdens de uitvoering de stortbelasting doorgestempeld naar twee of drie ondergelegen vloeren. In dat geval hebben de ondergelegen vloeren de helft of een derde van de stortbelasting in het verleden gedragen.. De bouwbelasting op een vloerveld kan in de risicoanalyse worden gebruikt bij een beschouwing van de bewezen sterkte van een vloerveld.

Als een vloer nog niet in gebruik is geweest, kan de waarde van de bouwbelasting worden aangehouden als waarde voor de belasting tijdens dagelijks gebruik van de vloer. Dan dient de bouwbe-lasting als proefbelasting te worden beschouwd. Het is dan noodzakelijk dat de aanwijzingen uit het volgende hoofdstuk worden opgevolgd en dat met voldoende betrouwbaarheid de waarde van de bouwbelasting op een vloerveld kan worden bepaald. De hoofdaannemer van het project kan mogelijk informatie verschaffen over de waarde van de belasting op de vloer tijdens de bouw.

#### **Maatregelen**

Als bij een project op basis van de risicoanalyse de conclusie is getrokken dat een aantal vloervel-den een hoog risico hebben en dat daar blijvende maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkingen, moeten worden uitgevoerd, dient het volgende bedacht te zijn. Het is redelijk

aannemelijk dat andere soortgelijke vloervelden in het project waarbij juist tot de conclusie gekomen wordt dat er geen hoog risico is (oranje) ook na het uitvoeren van het landelijke nader onderzoek en het opstellen van de benodigde rekenregels niet zullen voldoen aan het afkeurniveau voor bestaande bouw volgens NEN 8700. Deze vloervelden dienen dan na het bekend worden van de rekenregels alsnog versterkt te worden.

## 6 Toelichting op het uitvoeren van een proefbelasting

Bij vloeren waarvoor urgent maatregelen noodzakelijk zijn (ingedeeld in het rode vak), kan na het treffen van maatregelen worden overwogen om een proefbelasting uit te voeren. Dat wil zeggen dat de proefbelasting niet in plaats van maatregelen komt, maar om de maatregelen weer te kunnen laten vervallen. Als de vloer bij een vooraf bepaalde grootte van de proefbelasting niet bezwijkt en/of geen schade vertoont die het draagvermogen kan beïnvloeden, kan de vloer alsnog worden ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

Bij het beproeven van de vloer is het belangrijk dat door betrokken partijen van tevoren een afspraak wordt gemaakt over de grootte van de proefbelasting en dat voor alle partijen duidelijk is wat de mogelijke consequenties van een proefbelasting kunnen zijn. Het is mogelijk dat de schade die bij een proefbelasting ontstaat, zodanig kan zijn dat de proefbelaste delen en eventueel andere delen van het gebouw niet meer gebruikt kunnen worden.

Vooraf aan een proefbelasting moet een plan worden opgesteld waarin onder andere aandacht wordt besteed aan:

- Maatregelen om gevolgen bij falen te beperken;
- De persoonlijke veiligheid tijdens het uitvoeren van de proef;
- Grootte van de aan te brengen proefbelasting;
- Wijze van aanbrengen van de proefbelasting;
- Uit te voeren metingen tijdens de proefbelasting;
- Grenswaarden voor de verschillende criteria.

### Maatregelen om gevolgen van falen te beperken

Om de gevolgen van falen te beperken, is er bij eerdere proefbelastingen op breedplaatvloeren gewerkt met een onderstempeling van het belaste vloerveld en de onderliggende vloervelden. Het uitgangspunt bij het ontwerp van het stempelplan is, dat de volledige proefbelasting door de stempels kan worden overgebracht naar de eronder aanwezige vloer(en) en dat de proefbelasting, in het geval de vloer tijdens de belastingsproef is bezweken, veilig kan worden verwijderd. Het aantal verdiepingen waarover naar beneden toe moet worden doorgestempeld, moet op basis van een berekening worden bepaald. De ondersteuning van het te belasten vloerveld moet enkele centimeters worden vrij gehouden van de onderzijde van de vloer zodat het te beproeven vloerveld niet wordt ondersteund maar wel bij eventueel bezwijken voldoende snel wordt opgevangen door de onderstempeling.

### Persoonlijke veiligheid

Tijdens het uitvoeren van een proefbelasting is er te allen tijde een verhoogde kans aanwezig dat het beproefde deel bezwijkt. De capaciteit van de constructie is immers niet bekend. Daarom wordt geadviseerd de belasting in stappen aan te brengen. Tijdens het aanbrengen van de belasting gedurende een belastingsstap mogen er geen personen onder het beproefde vloerveld aanwezig zijn. Als

een belastingsstap enige tijd (ca. 10 min.) aanwezig is en de constructie dit zonder problemen lijkt te kunnen dragen, kan een persoon metingen verrichten onder het belaste vloerveld. Met klem wordt geadviseerd altijd een waarnemer naast het belaste veld te hebben die tijdig kan waarschuwen als er bijkomende schade lijkt te ontstaan waardoor de aanwezigheid onder het vloerveld niet meer verantwoord is. Als een kortere pauze tussen belastingsstappen gewenst is, dan is het noodzakelijk dat waarnemingen vanaf afstand worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld door op afstand afleesbare verplaatsingsopnemers aan te brengen.

### **Grootte van de aan te brengen proefbelasting**

De grootte van de belasting moet zodanig worden gekozen, dat de vloer met voldoende zekerheid in het oranje vak kan worden ingedeeld. Enerzijds is daarbij het minimaal voorgeschreven veiligheidsniveau van belang en anderzijds de grootte van de belastingen bij het huidige gebruik. Bij de bepaling van de grootte van de proefbelasting moet onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. Beproeving van alle vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak
2. Beproeving van een deel van de vloervelden die zijn ingedeeld in het rode vak

Het is bekend dat de sterkte van beton bij een langdurige belasting terug kan lopen. Daarom moet bij de karakteristieke belastingscombinatie, het effect van de belasting met een factor 1,05 te vergroten.

#### Ad 1, alle "rode" vloervelden beproeven

Indien op alle velden die zijn ingedeeld in het rode vak een proefbelasting wordt uitgevoerd, kan de grootte van de proefbelasting als volgt worden bepaald (zie ook Bijlage E.8 van NEN 8700). Bij de proefbelasting hoort men aan te tonen dat de vloerconstructie bestand is tegen alle belastingsgevalen en belastingscombinaties. Als vertrekpunt voor de proeven wordt de veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik gehanteerd. Dit kan betekenen dat mag worden uitgegaan van een lagere belasting van de vloeren dan waarop de vloeren oorspronkelijk zijn ontworpen. Een dergelijke tijdelijke belastingsreductie is, bij toetsing aan het afkeurniveau, toegestaan volgens NEN 8700. Hierbij moet dan natuurlijk wel worden gewaarborgd dat een ander gebruik van het betreffende vloerveld ook wordt voorkomen. Met veranderlijke belasting onder huidig werkelijk gebruik wordt een reëel ingeschatte belasting op basis van het gebruik zoals dat op dit moment aan de orde is, bedoeld. Dit kan afwijken van de momentane waarde van de belasting die behoort bij de gebruiksklasse uit NEN-EN 1991-1-1.

De grootte van de proefbelasting is in dit geval de gereduceerde, veranderlijke belasting vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingsfactor, bij het afkeurniveau volgens NEN 8700 (tabel A1.2). Volgens bijlage E.8 van NEN 8700 geldt in beginsel dat geen belastingsfactor voor het eigen gewicht meegenomen hoeft te worden. De achtergrond hiervan is dat bij het ontwerp aangehouden onzekerheden in het eigen gewicht niet aanwezig zijn, omdat in het werk de werkelijke constructie wordt beproefd. Het daadwerkelijke eigen gewicht is in de proef aanwezig. Tevens geldt dat geen materiaalfactor voor onzekerheden in de sterkte hoeft te worden meegenomen in de proefbelasting, omdat de daadwerkelijke sterkte van het vloerveld wordt beproefd en alleen conclusies worden getrokken voor het betreffende vloerveld.

Voorbeeld:

belastingen:

veranderlijk onder werkelijk gebruik:

2,2 kN/m<sup>2</sup>

permanent:

7,0 kN/m<sup>2</sup>

belastingsfactoren (CC2, referentieperiode 15 jaar):

veranderlijke belasting:

$\gamma_Q = 1,15$

permanente belasting:

$\gamma_G = 1,0^a$

<sup>a</sup> De belastingsfactor voor de permanente belasting is hier gelijk aan 1,0 omdat alle vloeren worden belast.

Inclusief een correctie voor het lange-duur effect komt de aan te brengen proefbelasting dan op:

$$Q = 1,05(1,15 \cdot 2,2 + 1,0 \cdot 7,0) - 1,0 \cdot 7,0 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

#### Ad 2, een deel van de “rode” vloervelden beproeven

Indien niet alle vloervelden worden beproefd en het doel van de proef is om wel een conclusie te kunnen trekken voor alle vloervelden, is de vereiste proefbelasting hoger dan onder ad 1 is beschreven. In dit geval dient namelijk rekening te worden gehouden met spreiding in gewicht en capaciteit van de verschillende vloervelden. In bijlage E.6 van NEN 8700 zijn aanwijzingen gegeven hoe hiermee moet worden omgegaan. Voor de variatie in sterkte wordt geadviseerd uit te gaan van een variatiecoëfficiënt (V) met een waarde van 0,13. Een nadere uitwerking hiervan voor een specifiek geval is gegeven in bijlage B.

#### **Wijze van aanbrengen van de proefbelasting**

Bij voorkeur wordt er bij een proefbelasting gebruik gemaakt van een systeem waarbij de last snel automatisch gereduceerd kan worden. Dit gebeurt in laboratoria in de regel door het gebruik van een belastingsframe en aanbrengen van krachten door toepassen van vijzels. Bij de tot nu toe bekende praktijkgevallen voor breedplaatvloeren is er gekozen voor watercontainers en een onderstempeling van de constructie om de consequenties van een mogelijk falen te beperken tot het geteste deel van de constructie (figuur 3). Een voordeel van deze wijze van het aanbrengen van de proefbelasting is dat de proef met eenvoudige middelen te realiseren is. Een nadeel is, dat het een systeem is waarbij de last niet heel snel kan worden verwijderd. Alle betrokken partijen moeten het eens zijn over deze aanpak en de eventuele gevolgen hiervan.



figuur 3 Voorbeeld van uitvoering van proefbelasting met water.

### Metingen tijdens beproeving

Bij voorkeur moet er tijdens een proef continu gemeten worden. Stoppen tijdens een belastingstap kan dan op basis van vooraf vastgestelde grenswaarden op elke moment gebeuren. Zonder continue meting kan tijdens het doorlopen van een belastingstap alleen op basis van een visuele waarneming worden ingegrepen, hetgeen erg beperkt zal zijn. Er zijn verschillende eenvoudige meetmethoden beschikbaar zoals laseropnemers en draadopnemers om tijdens de proeven op enkele plaatsen de doorbuiging van de breedplaten en de voegwijdte tussen de breedplaten te meten.

Voor een proefbelasting van een breedplaatvloer worden minimaal de volgende metingen geadviseerd:

1. Onthechting direct naast plaatnaden in het veld door middel van afkloppen;  
Dit kan alleen ter plaatse en dus niet op afstand worden gedaan.
2. Voegwijdte in plaatnaad (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);
3. Wijdte van aanwezige scheuren, ontstaan van nieuwe scheuren (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in tienden van mm zijn);
4. Doorbuiging van de vloer ten opzichte van de bovenzijde stempels of een ander vast punt (grenswaarde zal wat betreft orde grootte in mm zijn).

Na bereiken van een bepaalde laststap moet enige tijd gewacht worden alvorens te gaan meten om zeker te zijn dat de constructie onder die last stabiel is. Indien er na een stap een significante toename van een meetwaarde (bijvoorbeeld onthechting) wordt geconstateerd, kan worden besloten de proef te staken. Aanbevolen wordt dat betrokken partijen vooraf afspreken bij welke schade de

proef wordt afgebroken. Als de proef voortijdig wordt afgebroken, is sprake van een negatief resultaat. Het betreffende vloerveld blijft dan in het rode vak (maatregelen vereist).

Als de vloer in het betreffende veld in staat is de vooraf bepaalde belasting te dragen is het betreffende vloerveld veilig te gebruiken en valt het in het oranje vak (geen toename van belasting, wachten op nader onderzoek). Indien een deel van de vloervelden is beproefd en het blijkt dat deze vloervelden in staat zijn de vooraf afgesproken proefbelasting te dragen dan zijn alle vloervelden waarop de beproeving betrekking heeft, veilig te gebruiken met de bij de oranje categorie behorende beperking van de belasting.

## 7 Gebouwen in aanbouw

Op dit moment zijn diverse gebouwen in aanbouw waarin breedplaten zijn of worden verwerkt. Hierbij zijn twee situaties te onderscheiden:

1. De breedplaatvloeren zijn al gemaakt;
2. De breedplaatvloeren zijn nog niet gemaakt.

Opmerking: Een breedplaatvloer is de vervaardigde samenstelling van een geprefabriceerde breedplaat en de ter plaatse gestorte druklaag.

Situatie 1:

Er wordt geadviseerd om voor gebouwen die nu in aanbouw zijn en die vanuit het stappenplan komen in de zone “wachten op nader onderzoek” het volgende:

**Maak bij gereed melding schriftelijke afspraken met de gebouweigenaar.**

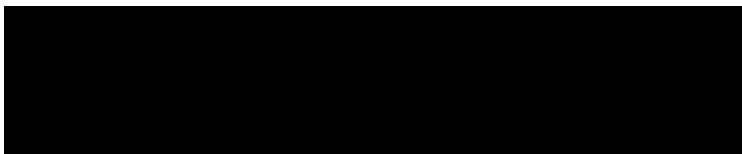
Na gereed melding geeft de gemeente hierin aan dat niet is aangetoond dat voldaan wordt aan het Bouwbesluit (nieuwbouw) en gedooft het gebruik onder de voorwaarde dat de eigenaar het gebouw nog laat onderzoeken op het moment dat het “nadere onderzoek volgens Hageman” gereed is (of bijvoorbeeld binnen een jaar) en dat de eigenaar alsnog maatregelen neemt als dan blijkt dat niet wordt voldaan aan nieuwbouw.

Als uit stap 5 volgt dat de beschouwde vloer in het oranje vak valt, is geen toename van de belasting mogelijk. In het geval de bouwbelasting gering is geweest, is de vloer in dat geval praktisch onbruikbaar. Als die uitkomst niet gewenst is, kan door middel van een proefbelasting volgens stap 6 worden nagegaan welke belasting verantwoord is.

Situatie 2:

In situatie 2 dienen de breedplaatvloeren te voldoen aan de eisen die gelden voor nieuwbouw.

Rijswijk, 21 december 2017



## Bijlage A: voorbeeld 1

### Beschrijving van het gebouw

Het betreft een kantoorgebouw met meerdere verdiepingen waarin breedplaatvloeren zijn toegepast. Het gebouw heeft een betonnen stabiliteitskern. De breedplaatvloeren dragen af op de kernwanden en op betonnen kolommen. Het gebouw is oorspronkelijk ontworpen met de voorschriften-serie TGB 1990 (o.a. het voorschrift NEN 6702). Het gebouw is ongeveer 8 jaar in gebruik. De verdiepingvloeren worden in dit voorbeeld beschouwd.

### Vloeropbouw

De breedplaatvloeren zijn uitgevoerd met gewichtsbesparende elementen. Er bevindt zich een tralieligger evenwijdig aan de langsnaeden op ongeveer 300 mm vanaf de naad.

### Vloerbelasting

De permanente belasting van de vloer bedraagt  $8,5 \text{ kN/m}^2$ . De veranderlijke vloerbelasting waarvan in het ontwerp is uitgegaan, bedraagt  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . De  $\psi$ -factoren zijn gelijk aan:  $\psi_0 = 0,5$  en  $\psi_2 = 0,3$

### Stappen 1 t/m 4

De tekeningen en de berekeningen van de breedplaatvloeren zijn beschikbaar. Er is geconstateerd dat er sprake is van positieve momenten bij de plaatnaden. Met de gegevens op de tekeningen kon de fabrikant van de breedplaatvloeren worden benaderd. Op basis van navraag bij de fabrikant van de breedplaatvloeren is geconcludeerd dat de breedplaten zijn vervaardigd van niet-opgeruwd zelfverdichtend beton. Het uitvoeren van Stap 5 is daarom noodzakelijk.

### Stap 5

In stap 5 moet de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden getoetst aan een grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

De grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak volgt uit:

$$v_{\text{Ed,gem}} = F_{\text{Esd}} / A_v$$

waarin:

$v_{\text{Ed,gem}}$	is de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak
$F_{\text{Esd}}$	is de trekkracht in de wapening ten gevolge van het moment ter plaatse van de plaatnaad door de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700
$A_v$	is het oppervlak van het aansluitvlak $= l_b b$
$l_b$	is de aanwezige verankeringslengte van de koppelwapening op de breedplaat, maar niet groter dan $50 \varnothing$ , waarbij $\varnothing$ de diameter van de koppelstaven is
$b$	is de breedte waarover de beschouwde koppelwapening aanwezig is

Uit bestudering van de oorspronkelijke vloerberekeningen en tekeningen blijkt dat de koppelwapening op de breedplaten in een vloerveld niet is verjongd, maar is gedimensioneerd op het de grootste waarde van het veld moment in de kolomstrook dat met een lineair elastische berekening is bepaald.

Om de trekkracht  $F_{Ed}$  bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 uit te rekenen, wordt uitgegaan van de vloeikracht van de aanwezige koppelwapening, vermenigvuldigd met reductiefactoren in verband met het feit dat:

1. de koppelwapening niet volledig is uitgenut in het ontwerp;
2. de rekenwaarde van de belasting voor de fundamentele combinatie volgens NEN 8700 lager is dan bij het ontwerp volgens NEN 6702.

De rekenwaarde van de vloeigrens van de wapening is in dit geval:

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

#### Ad. 1, Benutting van de wapening

Voor diverse locaties is in de ontwerpberekeningen nagegaan in hoeverre de koppelwapening is benut ter plaatse van de kolomstroken. De koppelwapening is gedimensioneerd op een piekmoment, de grootste waarde van het veldmoment, in de kolomstrook. De benutting ter plaatse van het piekmoment blijkt nergens 100% te zijn, maar te variëren van ongeveer 75 tot 90%. Voor de beoordeling is uitgegaan van een benutting van 85%, dat wil zeggen dat de reductiefactor in dit geval de waarde 0,85 heeft.

#### Ad. 2, Reductie vanwege lagere belastingsfactoren NEN 8700

De beoordeling wordt uitgevoerd bij het afkeurniveau volgens NEN 8700. Hiervoor gelden lagere belastingsfactoren dan voor nieuwbouw en een kortere referentieperiode:

ontwerp NEN 6702	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,2$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,5$
	referentieperiode	50 jaar
bestaand NEN 8700	belastingsfactor permanente belasting	$\gamma_G = 1,1$
	belastingsfactor veranderlijke belasting	$\gamma_Q = 1,15$
	referentieperiode	15 jaar

Belastingsreductie i.v.m. kortere referentieperiode:

De reductie in verband met de kortere referentieperiode kan worden bepaald met art. 2.3.2 van NEN 8700. Aangezien het een verdiepingsvloer betreft, is de reductie in verband met de kortere referentieperiode te bepalen met:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Met:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$t = 15 \text{ jaar (referentieperiode)}$$

$$t_0 = 50 \text{ jaar (basis referentieperiode)}$$

De reductiefactor op de veranderlijke belasting in verband met de kortere referentieperiode is dan:  
 $(1 + ((1-0,5)/9) \ln(15/50)) = 0,93$

Totale reductiefactor i.v.m. lagere rekenwaarde belastingen:

De reductiefactor is afhankelijk van de verhouding tussen permanente en veranderlijke belasting. In de oorspronkelijke berekening volgens NEN 6702 was de rekenwaarde van de belasting:

$$p_d = 1,2 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 3 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

In de berekening volgens NEN 8700, afkeurniveau bedraagt de rekenwaarde van de belasting (incl. reductiefactor van 0,93 i.v.m. referentieperiode van 15 jaar):

$$p_{Ed} = 1,1 \cdot 8,5 + 1,15 \cdot 0,93 \cdot 3,0 = 12,6 \text{ kN/m}^2$$

De totale reductiefactor is dan  $p_{Ed}/p_d = 12,6/14,7 = 0,85$

In de breedplaatvloeren van het gebouw zijn in verschillende vloervelden verschillende configuraties koppelwapening toegepast, variërend van circa Ø10-150 tot 2Ø20-350 + Ø16-350. In tabel A-1 is per configuratie de schuifspanning in het aansluitvlak gegeven. Niet alle tussengelegen configuraties zijn beschouwd, maar wel voldoende configuraties om een indruk te krijgen van de grootte van de schuifspanning in het aansluitvlak bij de verschillende hoeveelheden koppelwapening. Voor de wapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 165 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v = 165 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Uit de tabel volgt dat vanaf koppelwapening waarbij staven Ø16 zijn toegepast, sprake is van een overschrijding van de grenswaarde van 0,40 N/mm<sup>2</sup>. Voor vloervelden waar minimaal deze voegwapening aanwezig is, geldt dat stap 6 (risicobeoordeling) moet worden uitgevoerd. Geschat wordt dat dit ongeveer 30 tot 40% van de oppervlakte van alle vloeren betreft. Voor de overige vloeren geldt dat voorsnog geen maatregelen noodzakelijk zijn, maar dat er voorlopig geen sprake mag zijn van een toename van de belasting op de vloeren.

Tabel A-1 Gemiddelde schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	50 Ø [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	165	0,33
Ø12-150	1250	754	625	600	600	237	0,39
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	329	0,42
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	383	0,48
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	421	0,54
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	564	0,58
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	745	0,76

## Stap 6

In stap 6 worden verschillende risico's afgewogen om na te gaan of urgent maatregelen noodzakelijk zijn (rode vak). Voor het gebouw van dit voorbeeld geldt dat de schuifspanning bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij enkele vloeren groter is dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ . Het betreft locaties waar relatief veel voegwapening aanwezig is. Hierna is voor de vloeren waar de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  is overschreden, de risicoanalyse toegelicht.

### Observatie ter plaatse

Een belangrijk aspect bij de risicobeoordeling is dat ter plaatse wordt nagegaan of aanwijzingen aanwezig zijn dat de constructie zich te dicht bij het bezwijktraject bevindt, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ernstige scheurvorming, grote doorbuigingen of ver openstaande plaatnaden worden waargenomen. In het betreffende gebouw is een inspectie uitgevoerd, waaruit blijkt dat daarvan geen sprake is.

### Bepaling delaminatie

Een ander belangrijk punt bij de risicobeoordeling is dat nagegaan moet worden of, bij het huidige gebruik, er bij de plaatnaden sprake is van delaminatie tussen de breedplaat en de druklaag. Door middel van afkloppen met een hamer is bij het betreffende gebouw vastgesteld dat op veel locaties sprake is van delaminatie over een strookbreedte van 5 à 10 cm langs de plaatnaden met uitschietters tot circa 15 cm. Uit ervaring met andere gebouwen is bekend dat een dergelijke onthechting veel voorkomt. Tijdens de uitgevoerde laboratoriumproeven voor het schadegeval Eindhoven Airport werd reeds bij een laag belastingsniveau (t.o.v. het bezwijkniveau) beperkte delaminatie waargenomen, ondanks deze delaminatie kon de belasting nog worden verhoogd. Het is daarom niet nodig om bij de toetsing aan de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$ , die is afgeleid uit dezelfde proeven, de mogelijke delaminatie in rekening te brengen door bijvoorbeeld van een kleiner aansluitvlak uit te gaan.

Uit de proeven voor Eindhoven Airport volgt dat daar reeds bij circa een kwart van de bezwijkbelasting onthechting optreedt. Hieruit kan worden afgeleid dat bij de waargenomen onthechting bij de breedplaten van het betreffende gebouw de bezwijkbelasting nog niet hoeft te zijn bereikt.

### Controle gemiddelde schuifspanning bij verder gereduceerde belasting

Aangezien uit de inspectie geen zaken volgen die leiden tot een hoger risico en omdat het gebouw inmiddels circa 8 jaar in gebruik is ("bewezen sterkte"), wordt het verantwoord geacht om de berekende schuifspanning in stap 5 verder te reduceren volgens de aanwijzingen in het stappenplan. Voor de locaties waar een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, is nagegaan hoe groot de schuifspanning wordt indien wordt uitgegaan van de quasi permanente belastingscombinatie.

#### Quasi permanente belastingscombinatie

De quasi permanente belastingcombinatie geeft een redelijk beeld van de werkelijke belastingen op de vloer. In het gebouw geldt daarbij een veranderlijke belasting van  $0,3 \cdot 3,0 = 0,9 \text{ kN/m}^2$ . Ten opzichte van de gehanteerde belastingscombinatie volgens NEN 8700 die in stap 5 is bepaald, kan ook voor de quasi permanente belastingscombinatie een reductiefactor worden bepaald. In dit geval is de berekening als volgt (met  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$ ):

$$p_{Egem} = 1,0 \cdot 8,5 + 1,0 \cdot 0,9 = 9,4 \text{ kN/m}^2$$

De reductiefactor berekend ten opzichte van de gehanteerde fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 bij stap 5 bedraagt dan  $p_{Egem}/p_{Ed} = 10,0/12,6 = 9,4/12,6 = 0,75$

Met de genoemde reductiefactoren zijn de schuifspanningen uit stap 5 nogmaals bepaald. Indien de schuifspanning vervolgens nog steeds de grenswaarde van  $0,40 \text{ N/mm}^2$  overschrijdt, zijn de betreffende locaties (vloervelden) in het rode vak ingedeeld (urgent maatregelen treffen). De overige zijn ingedeeld in het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

In tabel A-2 zijn de resultaten de schuifspanningsberekeningen opgenomen. Voor koppelwapening Ø10-150 is de schuifspanningsberekening toegelicht:

$$A_s = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l_b = 1150/2 = 575 \text{ mm} > 50\phi = 50 \cdot 10 = 500 \text{ mm} \rightarrow l_b = 500 \text{ mm}$$

$$A_v = 500 \cdot 1000 = 500 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{Ed} = 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,85 A_s f_{yd} = 0,750,85 \cdot 0,85 \cdot 524 \cdot 435 = 124 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{Ed,gem} = F_{Ed} / A_v = 124 \cdot 10^3 / 500 \cdot 10^3 = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

Tabel A-2 Gemiddelde schuifspanning bij de quasi permante.

wapening	lengte [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> /m]	$l_b$ [mm]	$50 \phi$ [mm]	$A_v$ (x1000) [mm <sup>2</sup> /m]	$F_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Ed,gem}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ø10-150	1150	524	575	500	500	124	0,25
Ø12-150	1250	754	625	600	600	178	0,30
Ø16-300 + Ø12-300	1550	1047	775	800	775	247	0,32
Ø16-350 + 2Ø12-350	1950	1220	975	800	800	288	0,36
Ø16-150	1550	1340	775	800	775	315	0,40
Ø20-175	1950	1794	975	1000	975	423	0,43
Ø16-350 + 2Ø20-350	1950	2369	975	1000	975	559	0,57

Voor twee vloervelden geldt dat de schuifspanningen ook na reductie nog hoger zijn dan  $0,40 \text{ N/mm}^2$ .

Mede op basis van andere afwegingen bij de risico-analyse is in dit geval geconcludeerd dat slechts voor een deel van de vloeren urgent maatregelen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld het onderstempen of buiten gebruik stellen van de betreffende vloervelden. In het geval van onderstempen wordt opgemerkt dat er rekening mee moet worden gehouden, dat over meerdere verdiepingen naar beneden toe moet worden doorgestempeld. Door de eigenaar van het gebouw is besloten het gebouw tijdelijk te sluiten.

Nadat het gebouw tijdelijk is gesloten, is een proefbelasting uitgevoerd. De beproefde vloeren bleken voldoende draagkracht te hebben om de vooraf afgesproken proefbelasting naar de kolommen af te kunnen dragen. Hierna is het gebouw weer geopend onder de beperkingen die gelden voor het oranje vak (geen toename belasting, wachten op nader onderzoek).

## Bijlage B: Bepalen aan te houden last voor een proefbelasting

### Inleiding

In deze bijlage is een voorbeeld gegeven van de bepaling van de proefbelasting voor het geval niet alle vloervelden worden proefbelast. Feitelijk moet worden aangetoond dat de kans op bezwijken van een niet belast veld, gegeven het met succes doorstaan van de proefbelastingen, kleiner of gelijk is dan de kans die hoort bij de vereiste betrouwbaarheid volgens NEN 8700. Dit normblad vereist voor afkeuren van een gebouw in CC2 een minimale  $\beta$  van 2,5 voor een referentieperiode van 15 jaar (tabel B.2 van NEN 8700). Onderstaande geeft een vereenvoudigde berekening met partiele factoren waarbij ervan uitgegaan is dat een drietal representatieve velden worden belast ( $n = 3$ ).

### Uitgangspunten

Gevolgklasse: CC2

Referentieperiode: 15 jaar

Eigen gewicht van de vloer (gemiddeld): 8,5 kN/m<sup>2</sup>

Karakteristieke waarde nuttige belasting (referentieperiode 15 jaar): 2,0 kN/m<sup>2</sup>

De karakteristieke waarde van de nuttige belasting is bepaald bij het huidige gebruik van de vloer in dit voorbeeld. Daarnaast moet een extra factor toegepast om een reductie van de sterkte ten gevolge van het lange duur effect in rekening te brengen: 1,05.

### Eigen gewicht

In beginsel is het eigengewicht aanwezig in de proef, maar als een veld wordt beproefd en conclusies getrokken moeten worden over een ander veld moet rekening worden gehouden met onderlinge spreiding. Deze is niet zo groot als de spreiding van gebouw tot gebouw. Daarom wordt voor veld tot veld een variatiecoëfficiënt  $V = 0,05$  aangehouden. De partiele factor die gehanteerd moet worden is dan:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,3 \cdot 2,5 \cdot 0,05 \sqrt{(1+1/3)} = 1,04$$

Waarbij  $\beta = 2,5$ ,  $V = 0,05$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden). Bij de beschouwing van het eigen gewicht mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,3$

Bij een gemiddeld eigen gewicht van de vloer van 8,5 kN/m<sup>2</sup> wordt de rekenwaarde  $1,04 \cdot 8,5 = 8,9$  kN/m<sup>2</sup>.

### Nuttige belasting

Voor de nuttige belasting wordt als karakteristieke (gemiddelde) waarde voor een referentieperiode van 15 jaar de waarde 2 kN/m<sup>2</sup> voorgesteld. De partiele factor volgens NEN8700 is  $\gamma = 1,15$ . Daarmee volgt als rekenwaarde van de nuttige belasting:  $2,0 \cdot 1,15 = 2,3$  kN/m<sup>2</sup>

### Sterkte

Voor de variatiecoëfficiënt wordt uitgegaan van  $V = 0,13$ . Bij de beschouwing van de sterkte mag worden aangehouden:  $\alpha = 0,8$ . Met  $\beta = 2,5$  en  $n = 3$  (aantal beproefde velden) volgt voor de te hanteren partiele factor:

$$\gamma = 1 + \alpha\beta V \sqrt{(1+1/n)} = 1 + 0,8 \cdot 2,5 \cdot 0,13 \sqrt{(1+1/3)} = 1,30$$

**Grootte proefbelasting:**

De rekenwaarde voor het totaal van de belastingcombinatie eigen gewicht plus nuttige belasting komt uit op:

$$8,9 + 2,3 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Rekening houdend met de onzekerheid in de sterkte en het lange-duur effect volgt dan:

$$1,05 \cdot 1,30 \cdot 11,2 = 15,3 \text{ kN/m}^2$$

De aan te brengen proefbelasting komt daarmee op:

$$Q = 15,3 - 8,5 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$