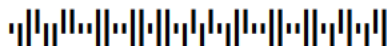


Retouradres: Postbus 155, 2600 AD Delft

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties  
T.a.v. de heer [REDACTED]  
Postbus 20011  
2500 EA DEN HAAG



Onderwerp  
Offerte

Geachte heer [REDACTED],

Hartelijk dank voor uw offerteaanvraag. Het is ons een genoegen u een offerte aan te mogen bieden betreffende "Onderzoek bewezen sterkte breedplaatvloeren".

Bijgesloten vindt u onze offerte met een volledige omschrijving van de geoffreerde activiteiten.

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met [REDACTED]

Bij akkoordbevinding van de offerte ontvangt TNO graag uw schriftelijke opdracht en/of bestelorder, gericht aan de contactpersoon zoals vermeld op het voorblad, onder vermelding van ons offertenummer.

Met vriendelijke groet

[REDACTED]  
Managing Director  
Buildings, Infrastructure & Maritime

Stieltjesweg 1  
2628 CK Delft  
Postbus 155  
2600 AD Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 20 00

**Datum**  
30 juli 2020

**Onze referentie**  
2020.100333662/BJA/SNA

**Contactpersoon**  
[REDACTED]

**E-mail**  
[REDACTED]

**Doorkiesnummer**  
[REDACTED]

**Projectnummer**  
060.44415

**Uw referentie**  
201865002.004.032

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponereerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op [www.tno.nl](http://www.tno.nl).  
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.



**Offerte voor**

Ministerie van Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties  
Directie Bouwen en Energie  
t.a.v. de [REDACTED]  
Postbus 20011  
2500 EA Den Haag

**Titel**

Onderzoek bewezen sterkte breedplaatvloeren

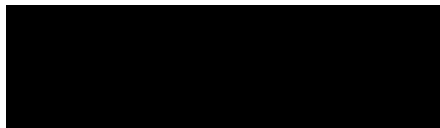
**Referentie**

Offertenummer: 100333662  
Uw kenmerk: 201865002.004.032

**Datum**

30 juli 2020

**Contact TNO**



## **INHOUDSOPGAVE**

### **1 INTRODUCTIE**

### **2 REFERENTIES**

### **3 DE AANBIEDING**

- 3.1 UITKOMST
- 3.2 UITGANGSPUNTEN & AFBAKENING
- 3.3 AANPAK
- 3.4 PLANNING
- 3.5 VOORTGANGSRAPPORTAGES
- 3.6 RANDVOORWAARDEN

### **4 PRIJS**

### **5 PRIJSCONDITIES**

- 5.1 PLANNING
- 5.2 FACTURERING

### **6 OPDRACHTVOORWAARDEN**

### **7 WIJZIGINGEN**

### **8 GELDIGHEIDSTERMIJN**

### **9 CONTACTPERSONEN**

## 1 Introductie

In 2017 bezweek op het vliegveld van Eindhoven een in aanbouw zijnde parkeergarage. Het in opdracht van de luchthaven uitgevoerde onderzoek [1] wees uit dat de primaire faaloorzaak te vinden was in een te kort aan momentweerstand van de vloer ter plaatse van een langснаadverbinding tussen twee breedplaten. In opdracht van de aannemer is door Hageman ook een onderzoek uitgevoerd. Hierbij is deze verbinding ook experimenteel onderzocht [2] waarbij de geringe weerstand van deze verbinding werd bevestigd.

Het type verbinding dat bezweken was, blijkt in veel gebouwen (met name utiliteitsgebouwen) te zijn toegepast. Met name bij breedplaatvloeren waarbij de belastingafdracht in twee richtingen bedacht is. In verband daarmee is een stappenplan opgesteld om de bestaande breedplaatvloeren in deze gebouwen nader te controleren [3][4]. Ten behoeve van dit stappenplan zijn aanvullende experimenten uitgevoerd waarbij onder andere het type breedplaatvloeren, de vloerdikte, de betonsterkteklasse en de wapeningshoeveelheden zijn gevarieerd.

In het stappenplan is een rekenkundige toets beschreven waarbij het effect van de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 [5] wordt getoetst aan een weerstand die overeenkomstig bijlage D van NEN-EN 1990 [6], uit de beschikbare verzameling experimenten, is afgeleid. Als niet aan de toets wordt voldaan, wordt geadviseerd om één van de volgende stappen uit te voeren:

- belasting aan te passen;
- versterken van de constructie;
- proefbelasten van de constructie;
- verdere risicobeoordeling uitvoeren.

Middels een ministeriële regeling van 22 april 2020, is het uitvoeren van het in het stappenplan beschreven onderzoek, voor bestaande breedplaatvloeren in gebouwen die behoren te zijn ingedeeld in gevolgklasse CC3, verplicht en dient dit onderzoek te zijn afgerond voor 1 april 2021. Het ministerie heeft op basis van het advies van de klankbordgroep Breedplaatvloeren het voornemen om hierna ook voor breedplaatvloeren in gebouwen die behoren te zijn ingedeeld in gevolgklasse CC2 een soortgelijke onderzoeksplicht af te kondigen.

Echter, door het grote aantal gebouwen die vallen in CC2 en de daarin opgenomen vloeren is het onverkort uitvoeren van de onderzoeksplicht een kostbare operatie die veel tijd in beslag zal nemen, zeker als aanvullende analyses en /of maatregelen benodigd zijn. Dit terwijl veel gebouwen met dit type verbinding in de praktijk al geruime tijd blijken te functioneren zonder zichtbare schade (“een vorm van bewezen sterkte/track record”). Daarom kan de vraag gesteld worden of de onderzoeksplicht voor alle gebouwen die in CC2 vallen in zijn volledigheid nodig is en anderzijds of de niet gecontroleerde gebouwen in de tussentijd wel voldoende veilig zijn.

BZK heeft aan TNO gevraagd om een offerte uit te brengen voor het uitvoeren van een onderzoek waarin de bewezen sterkte van gebouwen met betonnen breedplaatvloeren inzichtelijk wordt gemaakt en op basis hiervan voorstellen te doen over de uitvoering van de onderzoeksplicht bij CC2 gebouwen met breedplaatvloeren.

## 2 Referenties

- [1] Borsje, Dieteren. 2017. Onderzoek naar de technische oorzaak van de gedeeltelijke instorting van de in aanbouw zijnde parkeergarage P1 Eindhoven Airport. TNO 2017 R11127. Delft. 22-09-2017;
- [2] Braam, Wijte. 2017. Rapport 9663-1-0. Bezwijken parkeergarage Eindhoven Airport, analyse naar de oorzaak. Adviesbureau Hageman. Rijswijk. 25-09-2017;
- [3] Wijte. 2019. Rapport 9780-1-0, Voorstellen voor en achtergronden bij rekenregels voor beoordeling van bestaande bouw. Adviesbureau Hageman. Rijswijk. 20-05-2019;
- [4] Hageman. 2019. Notitie 20-05-2019. Rekenregels voor de beoordeling van breedplaatvloeren in bestaande bouw, Dossier 9780. Adviesbureau Hageman. Rijswijk. 20-05-2019;
- [5] NEN 8700. Grondslagen voor de constructieve beoordeling van bestaande bouw en het constructief ontwerp ten behoeve van verbouw. NEN. 19-11-2011;
- [6] NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019 nl. Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp. NEN. november 2019;
- [7] Wijte, 2020, Notitie 09-07-2020, Projectplan onderzoek kritisch vloerdetail bestaande breedplaatvloeren bij geringe buigtrekkrachten en kopvoegen, Dossier 10590, Adviesbureau Hageman. Rijswijk. 09-07-2020.

## 3 De Aanbieding

### 3.1 Doelstelling

De doelstelling van het voorgestelde project is tweeledig:

- Een verfijning is de mogelijk in te stellen onderzoeksplicht voor CC2 en / of het stappenplan aan te brengen, die naar verwachting leidt tot een verlichting van de totale onderzoeksinspanning. Beoogd is zodoende de mogelijkheid na te gaan om voor CC2 de onderzoeksplicht geheel of gedeeltelijk te laten vervallen. Merk op dat voor specifieke omstandigheden het onderzoek ook juist in een verzwaaring kan resulteren.
- In formele zin mogelijk aan te tonen dat de volgens de nu geldende onderzoeksplicht niet te onderzoeken constructies voor een bepaalde periode als voldoende veilig kunnen worden beschouwd.

### 3.2 Aanpak

De voor dit project beoogde systematiek van bewezen sterkte is een nog niet algemeen in de praktijk aanvaarde aanpak. Om een eerste beeld te krijgen van de doeltreffendheid van deze aanpak is begin 2020 door TNO een verkennende studie uitgevoerd. Uit de resultaten van deze verkennende studie bleek dat met deze aanpak mogelijk aangetoond kan worden of de nog niet onderzochte gebouwen in CC2 of een deel daarvan voorlopig (met de genomen maatregelen) voldoende veilig zijn en wellicht het verdere onderzoek meer gericht kan verlopen. Hiertoe dient de in het vooronderzoek gehanteerde sterk vereenvoudigde opzet verder uitgewerkt te worden zodat algemeen geldende conclusies kunnen worden getrokken.

Tegenover de relatief lage rekenwaarde voor de weerstand van de vloerverbindingen die volgt uit de experimentele resultaten en de casus Parkeergarage Eindhoven Airport staat een grote hoeveelheid empirisch bewijsmateriaal van het schijnbaar voldoende functioneren van vele vloeren (bewezen sterkte). Zo zijn er in de loop van de tijd ook een aantal proefbelastingen uitgevoerd die met succes zijn doorstaan. Hierbij is echter niet bekend of, en zo ja, hoe de daarbij aangehouden belasting zich verhoudt tot het bij het oorspronkelijke ontwerp beoogde gebruik van de vloer en ook niet of de grootte van de proefbelasting overeenkomt met de aanwijzingen in bijlage G van [4] welke in overeenstemming is met NEN-EN 1990 [6]. Daardoor is het nog niet bekend hoe deze gegevens gebruikt kunnen worden om formeel de constructieve veiligheid aantoonbaar te maken. Uiteindelijk moet worden aangetoond dat voldaan is aan de veiligheidsnormen die op dit gebied zijn vastgelegd in de NEN-normbladen en via de Woningwet en het Bouwbesluit ook wettelijk verankerd zijn.

Het uit te voeren onderzoek om van het Proof of Concept naar een rekenprogramma te komen op basis waarvan algemeen geldende conclusies kunnen worden getrokken wordt in 5 stappen opgedeeld:

- Stap 1:** Uitbreiden huidige Proof of Concept (PoC) rekenprogramma bewezen sterkte;
- Stap 2:** Experimenteel onderzoek;
- Stap 3:** Uitvoeren berekeningen en gevoeligheidsstudie;
- Stap 4:** Verklaring en uitleg resultaten;
- Stap 5:** Betekenis van het onderzoek voor CC2.

Deze stappen worden hieronder verder in detail toegelicht.

### **Stap 1: Uitbreiden huidige PoC rekenprogramma bewezen sterkte**

#### **1a. Uitbreiden rekenprogramma bewezen sterkte**

De huidige versie van het door TNO ontwikkelde Proof of Concept rekenprogramma (PoC) is gebaseerd op een sterk vereenvoudigd, geschematiseerd model; dit model diende om de potentie van de systematiek van bewezen sterkte duidelijk te maken. Zo wordt uitgegaan van constructies met allen dezelfde detaillering van de langsvog en hetzelfde bouwjaar. Voor de verkennende studie volstond dit. In de nu te ontwikkelen volgende versie moet recht worden gedaan aan de verscheidenheid die er in werkelijkheid is. Verder moet het mogelijk zijn om beschikbare resultaten van proefbelastingen mee te nemen in het model. Ook zal worden onderzocht of en hoe delaminatie in de analyse kan worden meegenomen. De uitbreiding vindt plaats op basis van de resultaten uit de volgende deelstudies (1b t/m 1f):

#### **1b. Beschrijving bezwijkmechanismen**

Er wordt onderscheid gemaakt in de verschillende bezwijkmechanismen van de voeg in geval de koppelwapening wel of niet doorloopt tot voorbij de tralie.

- In geval van het doorlopen van de koppelwapening tot achter de tralieligger, zoals bij de nu bekende experimenten het geval is, zal de voeg pas bezwijken als er én delaminatie optreedt én bezwijken van het aansluitvlak op afschuiving en uittrekken van de tralie; dit parallelsysteem zal in dit onderzoek worden beschreven in overleg met Adviesbureau Hageman m.b.t. de verdelingsfunctie van de weerstand, mede op basis van de reeds uitgevoerde proeven aan de TU Eindhoven. Er is hiervoor voldoende informatie aanwezig op basis van reeds uitgevoerde proeven [4].
- In geval de koppelwapening stopt vóór de tralie of minder ver doorloopt is er sprake van één bezwijkmechanisme, zijnde het optreden van delaminatie. Bij dit bezwijkmechanisme is er sprake van geen tot zeer beperkte vervormingscapaciteit dat van invloed is op het systeemgedrag van de constructie. In

overleg met Adviesbureau Hageman zal gekeken worden welke verdelingsfunctie van de weerstand hier gehanteerd dient te worden. Hiervoor is in de verkennende studie gebruik gemaakt van een beperkt aantal proeven uitgevoerd bij de Technical University of Denmark (DTU). Een zorgvuldige uitvoering van het onderzoek vraagt om extra informatie. Deze informatie kan komen uit nieuw uit te voeren proeven op breedplaatconfiguraties zoals die in het verleden in Nederland zijn toegepast en/of, indien beschikbaar, uit elders in de wereld uitgevoerde proeven.

In [4] is hiervoor ook reeds een aanbeveling gedaan voor nader onderzoek. Daar elders uitgevoerd onderzoek vooralsnog beperkt is, is besloten om additioneel experimenteel onderzoek uit te voeren. Een beschrijving van dit onderdeel van het onderzoek is opgenomen in Stap 2 en nader uitgewerkt in bijlage 1 van deze offerte.

Daar voor de te beschouwen populatie gebouwen niet bekend is of de koppelwapening wel of niet doorloopt tot voorbij de tralie, zal in overleg met vertegenwoordigers in de klankbordgroep van ingenieursbureaus, aannemers en gebouweigenaren gekeken worden hoe het weerstandsmodel met een kans van optreden van de twee hierboven geschetste situaties (koppelwapening wel of niet doorlopend tot achter de tralieligger) zal worden beschreven (zie ook 1c hierna voor de mogelijkheid van het werken met subpopulaties). Naast modellen voor de weerstand ter plaatse van de voeg zal er ook een model voor de weerstand ter plaatse van steunpunten nodig zijn om de mogelijk hieraan ontleende additionele sterkte van de vloer, benodigd voor herverdeling, mee te kunnen nemen.

### **1c. Beschrijving vloerbelastingen**

In het rekenprogramma zal nader gespecificeerd worden welke de verdelingsfunctie van de verschillende belastingen zou moeten zijn. Speciale aandacht zal worden gegeven aan de verdelingsfunctie van de vloerbelasting, temeer daar deze bepalend is voor het kwantificeren van het effect van de bewezen sterkte. Mede vanwege de invloed van het wel of niet aanwezig zijn van koppelwapening op de mate van aanwezigheid van vervormingscapaciteit zijn naast de vloerbelasting ten gevolge van personen etc. ook andere facetten zoals krimp, temperatuur, zettingsverschillen van belang evenals de belastingsituatie ten tijde van brand.

### **1d. Beschrijving modelfactor weerstand, mogelijke definitie van subpopulaties**

Het PoC rekenprogramma is op dit moment zo vormgegeven dat de modelonzekerheid aan de weerstandskant wordt geconditioneerd door het falen van de vloer op Eindhoven Airport en het niet-falen van veel andere vloeren. Daarbij is geen rekening gehouden met een verschil in vloeropbouw, uitgevoerde proefbelastingen etc. De vraag die voorligt is of er een verzameling vloeren en vloernaden moet worden onderscheiden dan wel een 'subpopulatie' van vloeren waarvan wordt geacht dat die in voldoende mate gelijk gedrag vertonen. Om optimaal gebruik te maken van het programma moet de invoer zijn ontleend aan een zo correct mogelijke beschrijving van de bestaande voorraad breedplaatvloeren met positieve momenten ter plaatse van langsnaden en ook moeten de beschikbare resultaten van de uitgevoerde proefbelastingen worden geanalyseerd en vastgelegd. Mogelijk is de afwijking tussen experimenten en realiteit te onderscheiden in diverse klassen als gevolg van diverse te verwachten maar nog kwantitatief onbekende oorzaken: b.v. één klasse heeft profijt van herverdeling, een andere klasse van opsluitende effecten, etc.

In het vereenvoudigde PoC model van de verkennende studie is geen rekening gehouden met mogelijke herverdeling van de belasting in de constructie waardoor de optredende krachten in de langснаad lager zijn. In de hier te ontwikkelen uitgebreide versie van het rekenprogramma zal de mogelijkheid opgenomen worden om systeemeigenschappen van een breedplaatvloer op te nemen waarmee de mogelijkheid van herverdeling wordt meegenomen. Daartoe is het ook nodig om een goed overzicht te hebben van de

opbouw van de voorraad breedplaatvloeren. TNO en Hageman zullen in deze fase in nauw overleg met de klankbordgroep (o.a. VN Constructeurs / ingenieursbureaus, Rijksvastgoedbedrijf, prefab-leveranciers en aannemers) de scope van te beschouwen vloeren bepalen. Tevens zal het onder 3.4.2 genoemde externe expertpanel hierbij betrokken worden.

#### **1e. Meenemen condities gekend falen**

De condities ten tijde van falen van daadwerkelijk bezwaken constructies dienen meegenomen te worden in het programma. Hierbij is onder andere van belang om de belastingcondities ten tijde van falen goed in beeld te brengen daar deze af kunnen wijken van de voor een ontwerp veronderstelde condities.

Verder zijn kenmerken zoals de specifieke afmetingen en omstandigheden (bijvoorbeeld temperatuur) van belang en moeten deze in de analyse worden verwerkt.

#### **1f. Meenemen van proefbelastingen**

Op dit moment zijn de resultaten van proefbelastingen niet bekend bij TNO. Ook deze kunnen een plaats krijgen in het programma als exact bekend is hoe er belast is en op welke vloerconfiguraties. TNO zal betrokkenen bij uitgevoerde proefbelastingen benaderen om de informatie ten behoeve van dit onderzoek beschikbaar te stellen. TNO analyseert de gegevens en beoordeelt of deze geschikt zijn voor dit project. Indien geschikt dan worden de gegevens bewerkt tot geschikte invoer voor het programma. In hoeverre het eventueel ontbreken van een deel van de gewenste gegevens nadelig is voor de eindconclusies valt in dit stadium niet aan te geven. In de verkennende studie was duidelijk een effect van het in rekening brengen van een enkele instorting te zien (hogere faalkans), een soortgelijk effect in omgekeerde richting is te verwachten door het meenemen van proefbelastingen (lagere faalkans). Hierbij is echter o.a. het detail van de toegepaste verbinding, de opbouw van de vloer en de aansluitende velden en de grootte van de proefbelasting ten opzichte van de in het ontwerp veronderstelde weerstand van belang en bepalend voor de mate waarin dit resulteert in een gunstig effect op de resultaten van de beschouwing.

In deze offerte wordt uitgegaan van **3 à 5** beschikbare en geschikt bevonden proefbelastingen voor analyse van de gegevens. Indien er meer proefbelastingen beschikbaar komen dan zal bepaald worden of deze binnen dit project meegenomen kunnen worden. Dit is afhankelijk van de daartoe benodigde tijd en nog beschikbare middelen.

### **Stap 2: Experimenteel onderzoek**

Zoals onder 1b aangegeven is er aanvullend experimenteel onderzoek nodig om het bezwijkmechanisme bij koppelwapening die stopt vóór de tralie of minder ver doorloopt voorbij de tralie beter te kunnen omschrijven. Ten behoeve hiervan worden extra proeven uitgevoerd op breedplaatconfiguraties waarbij ter plaatse van de langnaad tussen twee breedplaten een positief moment moet worden overgedragen. Dit experimenteel onderzoek (4-punts-buigproeven) richt zich specifiek op langsvogen met koppelwapening met geringe diameters en bijbehorende geringe lengtes en de situatie bij kopvoegen. Het doel van het onderzoek is nader omschreven in [7].

Een beschrijving van dit onderdeel van het onderzoek is verder uitgewerkt in bijlage 1 van deze offerte. Het uitvoeren van de in bijlage 1 beschreven proevenserie door de Technische Universiteit Eindhoven vormt onderdeel van deze offerte.



### **Stap 3: Uitvoeren berekeningen en gevoeligheidsstudie**

Zodra de benodigde invoer beschikbaar is en de afbakening van de te beschouwen variaties in vloeropbouw in gezamenlijk overleg met ingenieursbureaus is bepaald, zal het rekenprogramma worden aangepast en worden met het programma voor de onderscheiden gevallen berekeningen uitgevoerd. De resultaten zullen worden vergeleken met de eisen van NEN8700 [5].

Omdat de invoer ook na zorgvuldige uitvoering van projectdeel 1 voor een deel uit aannamen zal bestaan is een gevoeligheidsstudie betreffende deze aannamen van belang. Deze gevoeligheidsstudie zal daarom ook in deze stap worden uitgevoerd. Vervolgens zal gekeken worden of een nadere detaillering van het stappenplan nuttig kan zijn. Een advies hiervoor zal worden opgesteld en voorgelegd aan de klankbordgroep.

### **Stap 4: Verklaring en uitleg resultaten**

De analyse in dit projectvoorstel berust op de volgende feiten:

- Het gedrag van vloeren als systeem is in de praktijk vaak beter dan de huidige modellering van lastafdracht en de rekenregels voor de weerstand aangeven. Er zijn hierover wel hypothesen, maar enige vorm van kwantificering ontbreekt vooralsnog. Hiervoor worden onderbouwingen gezocht, geïnventariseerd en er wordt getracht aannemelijke verklaringen te vinden.
- De faalkans van de vloer wordt kleiner als functie van de tijd (bewezen sterkte). Met andere woorden hoe langer een vloer al functioneert, hoe kleiner de faalkans (voor een bepaalde referentieperiode) wordt. Ook dit effect zal worden verklaard en onderbouwd.

Het verzamelen en evalueren van de inmiddels bij de uitvoering van het stappenplan bij verschillende gebouwen opgedane ervaringen is van belang. Het gaat daarbij om zowel de praktische uitvoerbaarheid als de terugkoppeling naar de onderzoeksresultaten die in rapporten van Hageman en TNO zijn vastgelegd. Op basis van deze gegevens kan het nodig of nuttig zijn het stappenplan op details aan te passen, de gegevens zijn naar alle waarschijnlijkheid ook relevant in het kader van de aanpassing en gebruik van het op te stellen rekenprogramma.

### **Stap 5: Betekenis van het onderzoek voor CC2**

Gekeken wordt of de ontwikkelde methode kan leiden tot generieke conclusies dat deelverzamelingen van CC2-constructies voldoende veilig zijn. Beoogd hierbij is om de totale omvang van de rekenkundige beoordeling volgens het stappenplan en de eventueel daaruit volgende benodigde versterkingen te beperken.

## **3.3 Uitkomst**

De werkzaamheden zullen resulteren in een rapportage met vastlegging van de uitgangspunten van het onderzoek en de resultaten per deelstudie. In het laatste hoofdstuk van het rapport wordt een samenvatting gegeven van het onderzoek en wordt op basis daarvan een voorstel geformuleerd voor een eventuele aanpassing van de voorziene 2<sup>e</sup> fase van de onderzoeksplicht.

### 3.4 Uitvoering

#### 3.4.1 Projectteam

Het onderzoek zal worden uitgevoerd door de TNO in nauwe samenwerking met Adviesbureau Hageman. Het projectteam bestaat uit volgende deskundigen, waarvan CV's apart zijn aangeleverd:

- Prof.Dr.Ir. R.D.J.M. Steenberg (TNO);
- Prof.Ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder (TNO);
- Ir. G.G.A. Dieteren (TNO);
- Dr. A. Rózsás (TNO);
- Ir. R de Vries (TNO);
- Dr.Ir. A.J. Bigaj-van Vliet (TNO);
- Prof.Ir. S.N.M. Wijte (Adviesbureau Hageman & TU/e).

Het in paragraaf 3.4.2 genoemde externe expertpanel zal op enkele momenten in het proces door het projectteam benaderd worden voor een review. Tevens is voorzien om de opzet van het onderzoek en de aan te houden uitgangspunten ter informatie en voor commentaar voor te leggen een NEN subcommissie TGB Betonconstructies.

#### 3.4.2 Extern expert panel

De voor dit project beoogde systematiek is een nog niet algemeen in de praktijk aanvaarde aanpak welke daarom door TNO ter review voorgelegd zal worden aan een extern expertpanel. In dit panel zullen ter zake deskundigen zitting nemen die TNO en adviesbureau Hageman zullen adviseren over de gekozen aanpak en de invulling ervan op detailgebied. TNO gaat uit van een tweetal besprekingen met het extern expertpanel.

Voor het expertpanel wordt de inzet gevraagd van:

- Prof.Dr.Ir. J.K. Vrijling (TU Delft, hoogleraar Probabilistic Design and Hydraulic Structures);
- Prof.Dipl.Ing. J.N.J.A. Vambersky (TU Delft, emeritus hoogleraar Constructies van gebouwen);
- Prof.Dr.Ir. R. Caspeele (TU Gent, hoogleraar Structural Reliability).

#### 3.4.3 Klankbordgroep

Voorgesteld wordt het onderzoek te laten plaatsvinden onder begeleiding van de door BZK ingestelde Klankbordgroep. TNO verwacht van de vertegenwoordigers in de Klankbordgroep een bijdrage in de bepaling van een deel van de benodigde invoer voor de Stap 2 (experimenteel onderzoek) en Stap 3 (uitvoeren berekeningen en gevoeligheidsstudie) van het onderzoek. TNO gaat uit van een drietal besprekingen in de Klankbordgroep.

### 3.5 Planning

Onderstaande tabel geeft details van de planning van de werkzaamheden uitgaande van een opdrachtverlening en start van het project per 1 september 2020 en van het tijdig beschikbaar krijgen van de door derden aan te leveren informatie.

Onderdeel	maand							
	2020				2021			
	9	10	11	12	1	2	3	4
Stap 1: Uitbreiden huidige PoC rekenprogramma over betekenis track record	x	x	x	x				
1a. Aanpassen rekenprogramma	x	x	x	x				
1b. Beschrijving bezwijkmechanismen	x	x	x	x				
1c. Beschrijving vloerbelastingen	x	x	x	x				
1d. Beschrijving modelfactor weerstand, mogelijke definitie van subpopulaties	x	x	x	x				
1e. Meenemen condities gekend falen		x	x	x				
1f. Meenemen van proefbelastingen		x	x	x				
Stap 2: Experimenteel onderzoek		x	x	x	x			
Stap 3: Uitvoeren berekeningen en gevoeligheidsstudie		x	x	x	x	x		
Stap 4: Verklaring en uitleg resultaten		x	x	x	x	x		
Stap 5: Betekenis van het onderzoek voor CC2		x	x	x	x	x		
Rapportage, overleg en project management			x	x	x	x	x	x
Deel- rapportages			x	x	x	x	x	
Eindrapport							x	x
Expert panel		x				x		
Klankbordgroep			x		x			x
Project management	x	x	x	x	x	x	x	x

### 3.5.1 Overleg

In de planning zijn drie overleggen met de opdrachtgever en de door opdrachtgever ingestelde klankbordgroep opgenomen. De volgende overlegmomenten zijn voorzien op momenten waarop (tussen)resultaten gereed zijn voor bespreking, waarbij voor de planning is uitgegaan van een start van het project per 1 september 2020:

- Overleg 1: Toelichting op onderzoekaankpak en tussentijdse resultaten november 2020;
- Overleg 2 :Toelichting op tussentijdse onderzoeksresultaten januari 2021;
- Overleg 3: Toelichting op onderzoeksresultaten en conclusies april 2021.

In de planning zijn twee overleggen met het expertpanel opgenomen. De volgende overlegmomenten zijn voorzien, waarbij voor de planning is uitgegaan van het start van project per 1 september 2020:

- Expertpanel 1: adviseren over het onderzoekaankpak november 2020;
- Expertpanel 2: adviseren over de interpretatie resultaten februari 2021.

### 3.5.2 Oplevermomenten

Uitgegaan van het start van project per 1 september 2020 worden de volgend opleveringsmomenten voorzien:

- deelrapportage uit Stap 1 (Uitgangspunten voor de berekeningen en gevoeligheidsstudie) uiterlijk 31 januari 2021;

- deelrapportage uit Stap 2 (Meetrapport van het experimenteel onderzoek) uiterlijk 28 februari 2021,
- conceptrapport van het onderzoek na bewezen sterkte breedplaatvloeren, uiterlijk medio april 2021 voorgelegd aan BZK voor commentaar;
- eindrapport van het onderzoek na bewezen sterkte breedplaatvloeren, uiterlijk 30 april 2020.

### 3.6 Randvoorwaarden

Voor de uitvoering is het tijdig beschikbaar krijgen van de door derden aan te leveren informatie noodzakelijk. Aangenomen wordt dat gegevens van uitgevoerde proefbelastingen en door ingenieursbureaus uitgevoerde constructieve beoordelingen kosteloos ter beschikking worden gesteld. Over geheimhouding en/of anonimiseren van de gegevens is overleg mogelijk.

### 3.7 Onderaannemers / Leveranciers

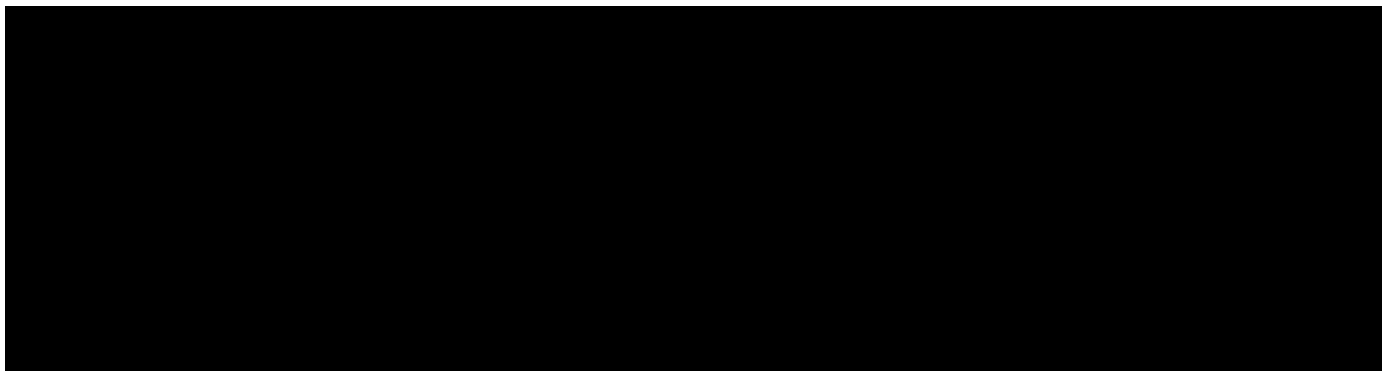
Bij de uitvoering van de hierbij geoffreerde werkzaamheden zal een deel van de werkzaamheden worden uitbesteed bij :

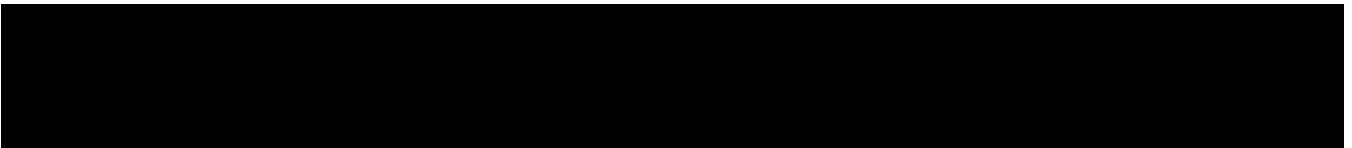
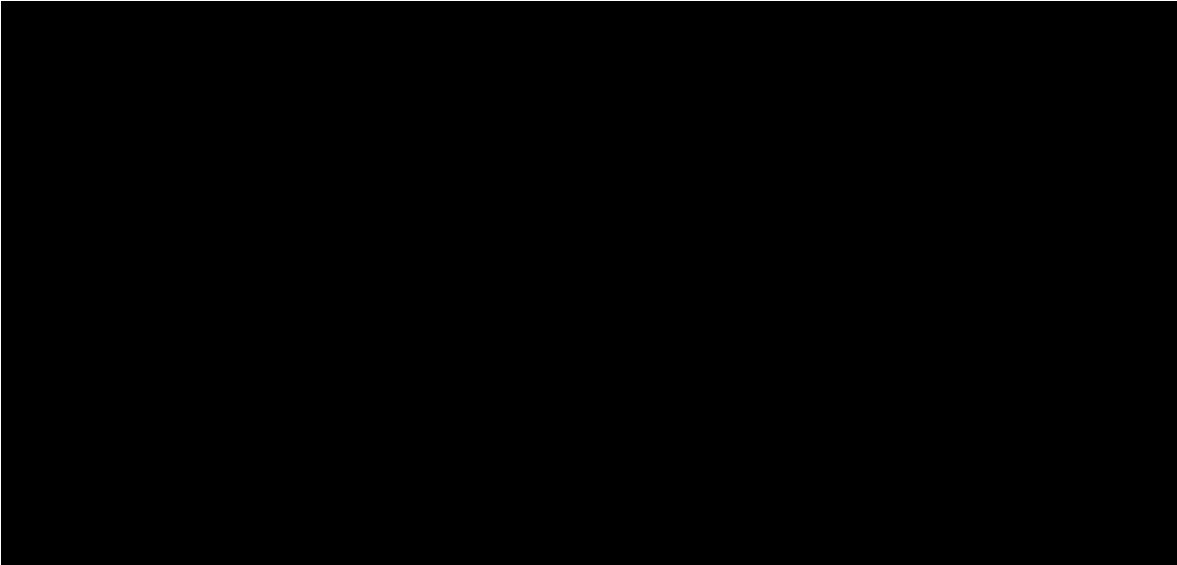
- Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.;
- Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bouwkunde;
- Horvat & Partners B.V.;
- Prof. R. Caspeelee.

De werkzaamheden die door onderaannemers zullen worden uitgevoerd, zijn als volgt:

Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.	Meewerken van Prof. S. Wijte aan werkzaamheden in stappen 1 tot en met 5
Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bouwkunde	Uitvoering experimenteel onderzoek in stap 2"
Horvat & Partners B.V.	Deelname van Prof. H. Vrijling en Prof. J. Vambersky aan extern expertpanel
Prof. R. Caspeelee	Deelname van Prof. R. Caspeelee aan extern expertpanel

## 4 Prijs



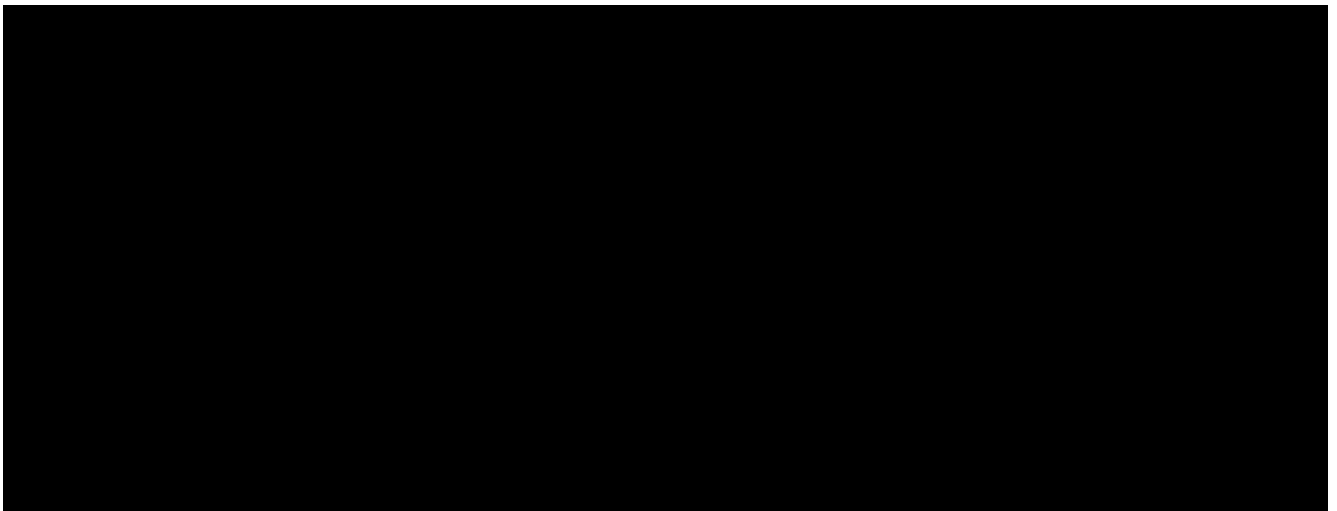


## 5 Prijscondities

### 5.1 Planning

De prijs is gebaseerd op projectplanning zoals genoemd in paragraaf 3.5 en op de randvoorwaarden zoals genoemd in paragraaf 3.6. Indien ten gevolge van niet aan TNO verwijtbare oorzaken moet worden afgeweken van het geplande schema, zullen de daaraan verbonden extra kosten aan de opdrachtgever worden doorberekend.

### 5.2 Facturering



## 6 Opdrachtvoorwaarden

Op deze offerte zijn de "Algemene Rijksvoorwaarden voor het verstrekken van Opdracht tot het verrichten van Diensten 2018 (ARVODI-2018) van toepassing inclusief de volgende van toepassing zijnde wijziging: Artikel 19 (voorschot) van de ARVODI-2018 is niet van toepassing (kredietstellingsgarantie niet nodig bij publiekrechtelijke lichaam).

TNO is gerechtigd, onverminderd enige rechten van TNO op grond van overeenkomst of wettelijke bepaling en zonder verplichting tot het betalen van enige schadevergoeding, verplichtingen van TNO op te schorten of te beëindigen indien, bijvoorbeeld in verband met het Coronavirus (COVID-19), overheidsmaatregelen of het gevaar voor de gezondheid van personen de nakoming van deze verplichtingen belemmeren dan wel te bezwaarlijk maken. Enige tekortkoming van TNO vanwege overheidsmaatregelen of het gevaar voor de gezondheid van personen is in de zin van artikel 6:75 BW niet aan TNO toe te rekenen.

## 7 Wijzigingen

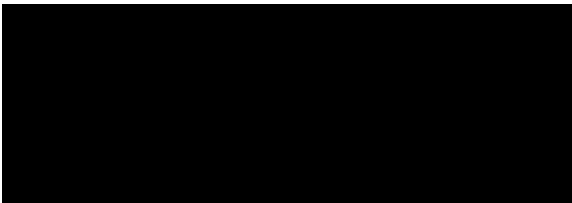
TNO behoudt zich het recht voor om in geval van door de opdrachtgever gewenste wijzigingen van de offerte, een aanpassing van de planning en/of de prijs te offren.

## 8 Geldigheidstermijn

Deze offerte is geldig tot 60 dagen na 31 juli 2020.

## 9 Contactpersonen

TNO verzoekt u vriendelijk om vragen over deze offerte te richten aan de volgende personen:



**Bijlage 1: Projectplan experimenteel onderzoek kritisch vloerdetail bestaande breedplaatvloeren bij geringe buigtrekkrachten en kopvoegen**

**Doelstelling van het experimenteel onderzoek**

Het doel van het onderzoek is nader omschreven in Notitie 200709, Dossier 10590, met als titel 'Projectplan onderzoek kritisch vloerdetail bestaande breedplaatvloeren bij geringe buigtrekkrachten en kopvoegen' van Adviesbureau Ir. J.G. Hageman B.V [7].

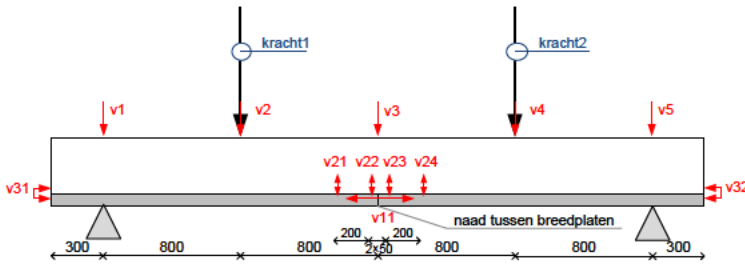
**Uitvoering van 4-punts-buigproeven**

Ten aanzien van de uitvoering van 4-punts-buigproeven is een aantal randvoorwaarden opgesteld (zie Figuur 1 en Tabel 1).

Tabel 1. Randvoorwaarden bij het onderzoek t.a.v. de proefstukken

Geometrie proefstuk	
hoogte van het proefstuk	250 mm
dikte breedplaat	70 mm
breedte proefstuk	1600 mm
lengte proefstuk	3800 mm
gewichtsbeparende elementen	nee
Geometrie proefopstelling	
overspanning	3200 mm
afstand tussen de puntlasten	1600 mm
Materiaaleigenschappen	
beoogde druksterkte breedplaat	C30/37
beoogde druksterkte druklaag	C30/37
kwaliteit betonstaal	B500
kwaliteit tralieggers	B500

Wapeningshoeveelheid en geometrie	
koppelwapening	Ø10-75
langwapening in de breedplaat	Ø10-75
dekking op langwapening ten opzichte van onderzijde	25 mm
ruimte tussen bovenzijde breedplaat en koppelwapening	geen
afstand 1 <sup>o</sup> traliegger tot de naad	400 mm
hoogte traliegger / systeemplengte traliegger [mm]	180/200
diameter traliegger b/d/o	8/5/5
diepte onderzijde traliegger	35 mm
verbinding tussen traliegger en langwapening	geen
Uitvoering breedplaten	
type beton	traditioneel



Figuur 1. Schematische weergave 4-punts-buigopstelling.

(Notitie 21-05-2019 Adviesbureau Ir. J.G. Hageman)

De variatie van de proefstukken ontstaat door:

- 1) lengte van de koppelwapening,
- 2) de afwerking van de bovenzijde van de breedplaat.

In Tabel 2 zijn de variabelen bij de proefopzet gegeven. Van elke variant worden 3 proefstukken getest. Het gaat hier dus om 12 proefstukken.

Tabel 2. Codering van proefstukken en varianten (lengte / afwerking)

Proefstukken	koppelwapening	lengte [mm]	afwerking
T25 t/m T27	Ø10-75	400	niet bewerkt
T28 t/m T30	Ø10-75	500	niet bewerkt
T31 t/m T33	Ø10-75	600	niet bewerkt
R4 t/m R6	Ø10-75	500	bewerkt

Naast de 12 testen zoals aangeduid in Tabel 2 worden 6 stuks aanvullende testen uitgevoerd, waarbij het momentoverdracht aan de kopse zijde van de breedplaat wordt beschouwd (zie Tabel 3). Bij deze 6 proefstukken loopt de tralieligger in de richting loodrecht op de naad tussen twee breedplaten. De proefstukken zien er aan de buitenkant hetzelfde uit, met dezelfde afmetingen als de eerste serie van 12 proefstukken, maar binnenin zitten de tralieliggers 90 graden gedraaid.

Tabel 3. Aanvullende testen betreffende de kopse naad; variatie in de wijze van verdeling van de wapening (verdeeld of geconcentreerd), bovenzijde van de breedplaat wordt niet bewerkt

Proefstukken	koppelwapening
KV-1 t/m KV3	verdeeld
KV-4 t/m KV6	geconcentreerd

### Drukproeven betonkubussen

Voor de controle van de betonkwaliteit, worden drukproeven uitgevoerd volgens de geldende norm NEN-EN 12390-3. Dit geldt voor zowel de betonkwaliteit van de breedplaat als de betonkwaliteit van de druklaag.

### Vervaardiging proefstukken



De proefstukken (vloerplaten met naad in het midden) worden kant-en-klaar, inclusief betonkubussen, voorzien van een codering en stortdatum, aangeleverd bij het Structures Laboratory TU/e, gebouw Vertigo<sup>1</sup>. Na afloop van de 4-punts-buigtesten zorgt de TU/e voor afvoer van het beton naar een betonrecycling bedrijf en / of worden de proefstukken afgevoerd door de betreffende producent, dit tenzij de opdrachtgever andere plannen heeft met de geteste proefstukken.



Foto 1. Uitgevoerde 4-punts-buigtest (2017) volgens het schema in Figuur 1

### **Uitvoering opdracht en contactpersonen**

De opdracht zal door de TU/e Faculteit Bouwkunde worden uitgevoerd bij de unit Structural Design. Contactpersoon voor het laboratorium is Ir. H.M. (Hans) Lamers (040-2474177). De coördinatie en supervisie bij het project ligt bij Prof.Ir. S.N.M. (Simon) Wijte.

### **Rapportage**

Van de 4-punts-buigtesten en begeleidende (materiaal-)testen zal door de TU/e een kort en bondig meetrapport worden opgesteld met meetresultaten en eventuele waarnemingen. Dit rapport zal binnen een maand na het afronden van de laatste proeven beschikbaar worden gesteld. Er worden geen analyses en conclusies opgenomen in het meetrapport. Het meetrapport, alle meetdata en foto's bij de testen worden beschikbaar gesteld aan de opdrachtgever.

### **Kosten experimenteel onderzoek**

<sup>1</sup> De vervaardiging van en aanlevering van de proefstukken valt buiten de scope van deze aanbidding. De proefstukken worden aangeleverd door Het Betonhuis.