

Pieters Bouwtechniek  
Martinus Nijhofflaan 2  
2624 ES Delft  
015-2190300

Postbus 1047  
2600 BA Delft

info@pbt-delft.nl  
www.pietersbouwtechniek.nl

## **Kunstenpand HvZ, Rotterdam**

### Externe toetsing constructie

Opdrachtgever: Bouwcombinatie Hart van Zuid  
Architect: De Zwarte Hond Rotterdam

Opgesteld door:  
Projectleider:  
Datum: 12 juli 2017  
Versie: A  
Ref.: R316-148-R01A

Paraaf:



## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
2	Documenten en afbakenen opdracht .....	3
3	Controle op uitgangspunten en constructieve principes .....	3
4	Constructieve schematisering en robuustheid (2 <sup>e</sup> draagweg ) en uitwerking kritische onderdelen .....	10
	Uitwerking van kritische onderdelen.....	10
5	Het opstellen van een risicoanalyse van de constructies.....	13



## 1 Inleiding

De projecten die worden uitgevoerd door de bouwcombinatie Hart van Zuid in Rotterdam betreffen projecten die dienen te worden ontworpen en uitgevoerd in Consequence Class CC3 conform de Eurocode. Voor het Kunstenpand Hart van Zuid in Rotterdam voeren wij de externe toetsing van het constructieve plan uit.

Het Kunstenpand is ontworpen door architect De Zwarte Hond uit Rotterdam met als betrokken hoofdconstructeur Zonneveld Ingenieurs. Dit project is gevorderd tot DO niveau, waarna nu op korte termijn het UO gestart wordt.

Plan van aanpak voor de externe toetsing:

a Het toetsen op constructieve veiligheid van het huidige DO. Dit betreft een controle:

- Op uitgangspunten.
- Op constructieve constructieprincipes.
- Controle van de constructieve schematisering en uitwerking van kritische onderdelen.

b Het opstellen of doorontwikkelen van een risicoanalyse van de constructies. Het benoemen van de kritische onderdelen, aandachtspunten en uitwerkingen.

c Het toetsen van het constructieve UO. Dit betreft een controle:

- Op basis van de risicoanalyse. We toetsen de kritische onderdelen, aandachtspunten en uitwerkingen.

d Controle van de uitvoering. Dit betreft een controle, aanvullend op de basisinspecties door de hoofdconstructeur.

- Controlepunten en -momenten worden vastgesteld in overleg met de uitvoering, op basis van de risicoanalyse.
- Controle van de leverancier stukken op basis van de risico analyse.

Controle vindt plaats op basis van definitieve fase stukken. Alle constructieve stukken zoals tekeningen en achterliggende berekeningen worden hiervoor beschikbaar gesteld, alsmede relevante bouwkundige, installatietechnische, grondmechanische en bouwfysische stukken.

Onze controles betreffen een aanvullende, externe controle op de constructieve stukken en zal volledig onafhankelijk van aannemer/opdrachtgever, hoofdconstructeur en overige ontwerpsteampartners plaatsvinden. De verantwoordelijkheid van het constructieve ontwerp en de toetsing van stukken derden en onderaannemers blijft volledig bij de ontwerpende partijen liggen. Onze controle is duidelijk geen vervanging van de basiswerkzaamheden van het ontwerpsteam.

Dit rapport heeft betrekking op de bovengenoemde onderdelen a en b:



## 2 Documenten en afbakenen opdracht

De DO documenten van de architect De Zwarte Hond, installatieadviseur Heijmans Utiliteit en constructeur Zonneveld Ingenieurs zijn ons ter beschikking gesteld. De constructietekeningen en berekeningen van Zonneveld hebben wij inhoudelijk beoordeeld op uitgangspunten en constructieprincipes. De berekeningen zijn niet inhoudelijk gecontroleerd. De overige documenten van De Zwarte Hond en Heijmans Utiliteit zijn door ons niet inhoudelijk beoordeeld.

Beoordeelde constructieve documenten van Zonneveld:

Rapporten Zonneveld Ingenieurs:

HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_TO\_DO\_revE Technische omschrijving d.d. 04-07-2017

DO Tekeningen Zonneveld Ingenieurs met datum 04-07-2017:

- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-00 \_ 3D
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-01 \_ palenplan
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-02 \_ kelder -2
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-03 \_ kelder -1
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-09 \_ Bg 00
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-10 \_ Bg 00a
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-11 \_ 1e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-12 \_ 2e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-13 \_ 3e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-14 \_ 4e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-15 \_ 5e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-16 \_ 6e verdieping
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-51 \_ Doorsnede H1 en H2
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-55 \_ Doorsnede V1 en V2
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-56 \_ Doorsnede V3
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-71 \_ Noord en Zuidgevel
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-73 \_ Oost en Westgevel
- HvZ\_KP\_DO\_con\_ZNV\_2014-071\_do-99 \_ Details

## 3 Controle op uitgangspunten en constructieve principes

Zonneveld Ingenieurs heeft de uitgangspunten voor de constructie vastgelegd in het rapport Technische omschrijving definitief ontwerp d.d. 04-07-2017 (rev E) waarin de wijzigingen aan de Zuidgevel en de ontvangsthal zijn verwerkt. De opmerkingen van Bouwtoezicht Rotterdam zijn eerder verwerkt op 14-12-2016. De opmerkingen van Bouwtoezicht zijn ons niet bekend.

Het plan is eerder door ons beoordeeld. De opmerkingen zijn vastgelegd in rapport R316-148-R01 Rapport externe toetsing constructie\_18-01-2017. De ontvangsthal en de Zuidgevel zijn gewijzigd en vastgelegd in de tekeningen en de technische omschrijving door Zonneveld Ingenieurs op 04-07-2017. Wij hebben alleen de tekeningen van de ontvangsthal en de technische omschrijving van 04-07-2017 opnieuw beoordeeld. De overige aspecten zoals aangegeven in ons rapport van 18-01-2017 zijn ongewijzigd.



### **Gehanteerde belastingen:**

De veranderlijke belastingen zijn opgenomen in het uitgangspuntenrapport in bijlage 1: Overzicht belastingen pagina 72-75 en zijn gebaseerd op:

NEN-EN 1991-1-1+C1/NB (nl)

Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1:

Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen.

Voor de meeste functies is een veranderlijke belasting gehanteerd van 5,0 kN/m<sup>2</sup> met uitzondering van:

- Expeditie 15,0 kN/m<sup>2</sup>
- Orkestbak 7,5 kN/m<sup>2</sup>
- Techniekkelder 8,0 kN/m<sup>2</sup>
- Begane grondzaal (podium & tribune 7,5 kN/m<sup>2</sup>
- Begane grond niet publiekstoegankelijk 7,5 kN/m<sup>2</sup>
- Fietsenstalling 2,0 kN/m<sup>2</sup>
- Daken 1,0 kN/m<sup>2</sup>.

**Aandachtspunt:** De veranderlijke belasting op het dak van 1,0 kN/m<sup>2</sup> is gering. Hierbij moet ook gerekend worden met sneeuwophoping en met wateraccumulatie. Beide worden genoemd in paragraaf 3.14.2 maar zie ik niet terug in het overzicht met de belastingen op pagina 72-75.

**Advies:** Belastingen toevoegen aan overzicht en controleren of dit invloed heeft op de dimensies en details van de constructie.

Het gebouw is ingedeeld in gevolgklasse CC3 en uitvoeringsklasse EXC3. Hierbij zijn de juiste eisen gehanteerd voor het ontwerp zoals gesteld in de Eurocode tabel NB.21-B1 van NEN-EN 1990+A1+A1/C2 inclusief nationale bijlage. “Bouwwerken met de bestemming publieksfunctie (bijv. onderwijsgebouwen stadions, concerthallen, tribunes), waar bij in geval van bezwijken meer dan 500 personen gelijktijdig gevaar lopen”.

### **Voorgeschreven betonkwaliteit en milieuklassen**

De betonkwaliteiten en milieuklassen zijn omschreven in paragraaf 2.3.1. Voor in het werk gestort beton wordt C30/37 gehanteerd. Milieuklasse XC3 wordt aangehouden voor beton dat in aanraking komt met de buitenlucht en grond. Binnen wordt XC1 gehanteerd. Voor het prefab beton wordt C50/60 aangehouden met milieuklasse XC1.

[Geen opmerkingen.](#)

### **Voorgeschreven kwaliteit metselwerk**

In paragraaf 2.3.4. wordt de steendruksterkte van kalkzandsteen (20 N/mm<sup>2</sup>) en baksteen (15 N/mm<sup>2</sup>) omschreven.

**Aandachtspunt:** Ook de mortelsterkte en lijmsterkte aangeven in de uitgangspunten en op de tekeningen. Deze bepalen voor een groot deel het draagvermogen van het metselwerk.

### **Fundering en kelder**

De kelder staat in paragraaf 3.1. omschreven als een waterdichte betonconstructie.

**Aandachtspunt:** Om de waterdichtheid ook werkelijk te kunnen garanderen moet aandacht worden besteed aan het toe te passen betonmengsel (krimparm), de detaillering (toepassen van kimplaten, injectieslangen) en moet voldoende wapening worden toegepast om de scheurwijdte te minimaliseren.

### **Paalsysteem**

Op het palenplan staan Vibro palen aangegeven voor de nieuwbouw. Gezien de ligging van het gebouw in een stedelijk gebied met woningen in de directe omgeving zal dit tijdens de uitvoering leiden tot geluidsoverlast en mogelijk trillinghinder en of schade aan omliggende gebouwen. Er wordt (waarschijnlijk) niet voldaan aan de Circulaire Bouwplaat 2010.



Advies: Onderzoeken of door de trillingen die ontstaan tijdens het heiwerk geen schade aan de omliggende gebouwen ontstaat. Het paalsysteem vooraf met de gemeente Rotterdam bespreken en hierop goedkeuring vragen. Voor het geluidoverlast is een ontheffing nodig van de gemeente om stilleggen van het heiwerk te voorkomen.

In het geval het heiwerk wordt stilgelegd adviseren wij om een plan gereed te hebben om direct over te kunnen gaan naar Fundexpalen (grondverdringend en trillingsarm paalsysteem).

In paragraaf 3.6 wordt door Zonneveld aangegeven dat de keuze voor Fundex of Vibro nog niet is gemaakt.

In paragraaf 3.5 is vermeld dat op de locatie prefab palen met verzwaarde voet aanwezig zijn een stramien van circa 3 m x 3m. Het heien van dit palenraster zal waarschijnlijk hebben geleid tot een verdicht zandpakket (17m – NAP) waardoor het heien van de nieuwe palen kan leiden tot zwaar heiwerk. Hierbij ontstaat het risico dat de nieuwe palen niet op diepte komen. Dit risico is kleiner bij het toepassen van Fundex palen met groutinjectie. (de nieuwe palen gaan naar 25 m – NAP).

Opdrijven van de kelder wordt voorkomen door het toepassen van trekpalen. De palen kunnen zowel trek als druk opnemen.

Op het palenplan staan geen horizontaalkrachten op de palen aangegeven. Hoe wordt de horizontaalkracht veroorzaakt door wind afgedragen ?

De bestaande palen worden niet hergebruikt. Dit is een constructief veilige keuze omdat er niet voldoende gegevens (draagvermogen, wapening en exact inheinniveau) van de bestaande palen bekend zijn.

*Afstand nieuwe palen tot bestaande palen:*

Bij het verder uitwerken van het palenplan moet rekening worden gehouden met voldoende afstand tot de bestaande palen (met verzwaarde voet). Na sloop van het gebouw moeten de bestaande palen worden ingemeten en onder het palenplan van de nieuwbouw worden gelegd. Indien nodig het palenplan van de nieuwbouw aanpassen zodat de kans op hinder van de bestaande palen wordt geminimaliseerd.

### **Constructie bovenbouw**

Het constructieprincipe dat is toegepast voor de nieuwbouw, een staalconstructie met kanaalplaatvloeren en een gewapende druklaag, voorgespannen breedplaatvloeren en staalplaatbetonvloeren voor het dak met een zwevende gewapende betonvloer erop is een constructie die past bij de functie van het gebouw. Met stalen vakwerken kunnen de grote overspanningen van het dak in de zalen en de ontvangsthal op een economische wijze worden gerealiseerd. De betonvloeren op het dak zorgen voor extra massa om geluidoverlast voor de omgeving te reduceren.

Voor de wanden van de zalen waar een hoog geluidniveau optreedt worden gewapend betonwanden van 300 mm dik toegepast dit is constructief robuust en gezien de akoestische eisen (geluidwering) een goede keuze.

*Laswerk staalconstructies:*

Wij gaan ervan uit dat al het laswerk in de fabriek wordt uitgevoerd en in de fabriek wordt gecontroleerd. Indien er toch constructieve lassen in het werk worden gemaakt adviseren wij om deze lassen 100% ultrasoon en magnetisch te laten controleren/onderzoeken door een hiervoor gecertificeerd bureau.

### **Akoestische (ont)koppeling**

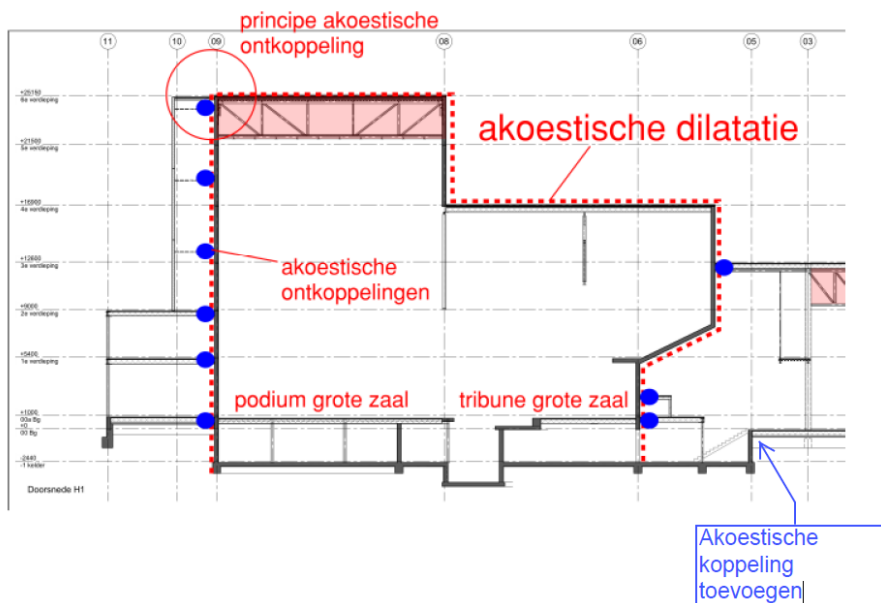
De vloeren rondom de zalen worden akoestisch 'ontkoppeld' middels een akoestische verbinding om te voorkomen dat het geluid van de ene zaal niet naar de andere zaal of ander gebied overgaat. In de details en op de tekeningen is dit aangegeven. De akoestische koppeling ziet eruit als een zelf bedacht/ontwikkeld systeem. Dit raden wij af. De akoestische koppeling is een zeer belangrijk onderdeel in het project en is bepalend voor het gebruik van het gebouw. Ons advies is om een akoestisch adviseur een advies op maat te laten maken voor dit gebouw en een hierin gespecialiseerd bedrijf de koppelingen te laten leveren (bijvoorbeeld Mavotrans (CDM-Isofix of Vilton) en aan te laten brengen.

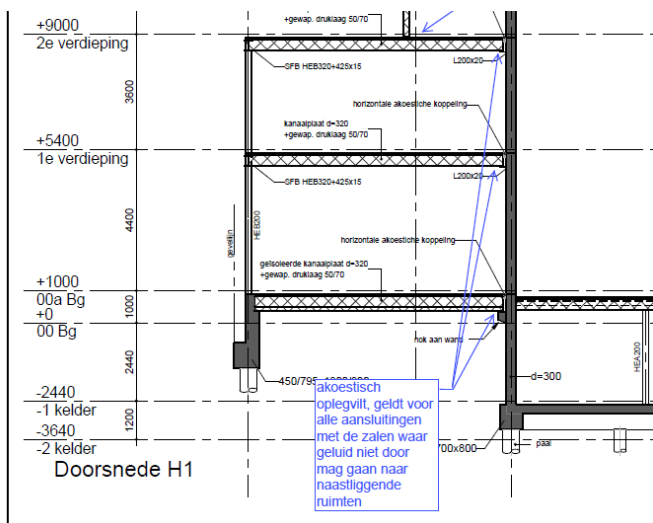
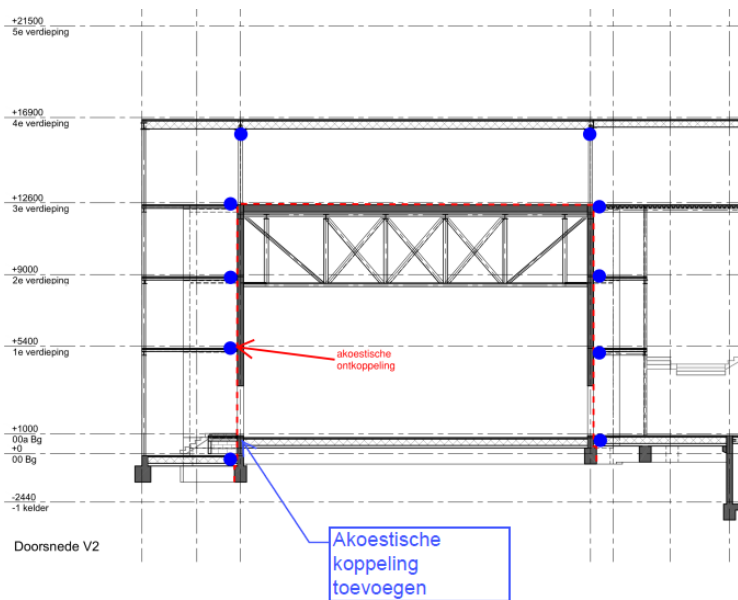


Dit moet in nauwe samenwerking met ingenieursbureau Zonneveld worden gedaan. De koppelingen moeten de stabiliteitskrachten (trek-, druk-, en schuifkrachten) overbrengen van de vloeren naar de wanden en er voor zorgen dat het geluid (de trillingen) niet hoorbaar of voelbaar zijn in de andere ruimten. De akoestische koppelingen moeten door een deskundig bedrijf met aantoonbare positieve ervaring met theaters worden gecontroleerd in het werk. Hierbij moet een constructeur en een akoestisch adviseur worden betrokken. De controle vastleggen middels foto's, datum en verslag.

De begane grondvloer is niet akoestisch gekoppeld/ontkoppeld maar star gekoppeld aan de kelder onder de grote zaal wat betekent dat het geluid zich via de begane grondvloer kan voortplanten. **Ons advies is om alle aansluitende onderdelen aan de zalen akoestisch te ontkoppelen.** Zie onderstaande doorsneden met de toe te voegen akoestische koppeling.

### 3.8.1. Overzicht akoestische ont koppelingen grote zaal:



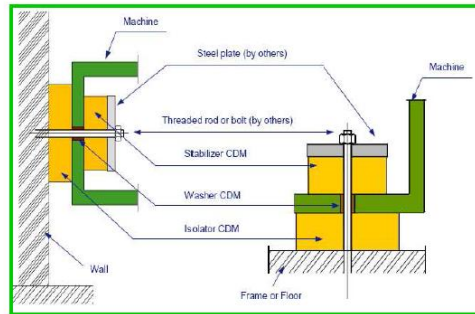


De akoestische koppelingen die in het uitgangspuntenrapport staan zijn niet allemaal overgenomen op de tekeningen van Zonneveld Ingenieurs. Aangezien het gebouw van de tekeningen wordt gebouwd is het belangrijk dit zorgvuldig te controleren en goed te vermelden op de tekeningen. Hierbij de horizontale en de verticale akoestische voorzieningen aangeven en erbij aangeven of de koppeling ook stabiliteitkrachten moet opnemen. Voorbeeld van een akoestische koppeling van Mavotrans:





## Ontkoppelen van staalconstructies met **CDM-ISO fix**



### **Stabiliteit**

Het stabiliteitsysteem is goed omschreven in paragraaf 3.9 waarbij gebruik wordt gemaakt van de gewapende betonwanden van de zalen als stabiliteitkernen. De vloeren (en dakvloer) brengen de windbelasting uit de gevels over naar de betonwanden. Op tekeningen zijn de wanden niet als stabiliteitwanden aangegeven. [Ons advies is om op de tekeningen duidelijk aan te geven wat de stabiliserende elementen zijn.](#)

De vloeren worden middels akoestische koppelingen verbonden met de betonwanden. Zoals ook aangegeven in het hoofdstuk 'Akoestische (ont)koppeling' in dit rapport moeten de akoestische koppeling worden uitgewerkt door een akoestisch adviseur in nauw overleg met Ingenieursbureau Zonneveld.

### **Brandwerendheid**

Er wordt vermeld dat voor de hoofddraagconstructie een brandwerendheid geldt van 90 minuten exclusief eventuele reducties. In het uitgangspuntenrapport staat niet vermeld welke onderdelen wel of niet brandwerend worden beschermd of zonder bescherming voldoen. Dit is alleen aangegeven voor de vakwerken boven de tribune van de grote zaal. Er wordt verwezen naar het rapport van DGMR.

[Ons advies is om de brandwerende voorzieningen voor de constructie in de TO fase verder uit te werken en goed op de tekeningen aan te geven om discussies gedurende de uitvoering of na oplevering te voorkomen. Ook vluchtwegen kunnen ertoe leiden dat constructieonderdelen brandwerend moeten worden afgewerkt ondanks dat het op grond van de regels voor de hoofddraagconstructie niet hoeft.](#)



## 4 Constructieve schematisering en robuustheid (2<sup>e</sup> draagweg ) en uitwerking kritische onderdelen

De mate van robuustheid is omschreven in paragraaf 3.13.2 Maatregelen met betrekking tot kwaliteitsbeheer uitvoering en in paragraaf 3.13.3 Mate van robuustheid pagina 47 tot en met 65.

Bij 2 kolommen in de ontvangsthal op as K is gekozen voor kritische elementen, zie pagina 41 van het uitgangspuntenrapport. Hierbij wordt geen 2<sup>e</sup> draagweg gecreëerd maar worden de kolommen op een horizontaalkracht berekend. Het is ons niet duidelijk waarom voor deze strategie wordt gekozen omdat het dak via zeilwerking kan blijven hangen als de kolommen wegvallen.

Ons advies is ook hier om een 2<sup>e</sup> draagweg te creëren waarbij de robuustheid van de constructie wordt verbeterd en de constructieve veiligheid van het gebouw wordt geborgd. Kritische elementen zijn alleen toegestaan als er geen andere mogelijkheid is om een 2<sup>e</sup> draagweg te creëren.

Bij het laten vervallen van de kolommen op as K treedt een groter moment op in 'het zeil' van het dakvlak. Dit moment ligt in orde grootte van  $1/6FL$ . Dit betekent dat er 1,5 keer meer wapening in het veld en boven het steunpunt nodig is. 2<sup>e</sup> draagweg vakwerken:

Voor de stalen vakwerkwerkliggers zijn berekeningen gemaakt waarbij steeds een diagonaal uit het vakwerk wordt genomen. Het gevolg is dat het vakwerk lokaal als vierdeelligger gaat werken waarbij buigende momenten in de verbindingen ontstaan en bij de opleggingen. Dit principe is constructief goed en zorgt voor een robuuste en veilige constructie. Het principe moet verder worden uitgewerkt in het TO en in de UO fase. Zonneveld Ingenieurs geeft dit zelf ook al aan in haar rapport. Dit betekent dat alle verbindingen in het vakwerk moeten worden berekend op buiging en in de detailberekeningen verder moet worden uitgewerkt door de staalleverancier. Wij gaan ervan uit dat Zonneveld dit bewaakt gedurende de vervolffasen.

Op pagina 51 is een vakwerk berekend waarbij de diagonaal naast de oplegging wordt uitgenomen. Hierbij ontstaan buigende momenten in de boven- en onderregel die door de aansluitende betonwand moet worden opgenomen. Dit belastinggeval/situatie is door Zonneveld berekend. Dit principe moet door Zonneveld in de TO fase verder worden uitgewerkt en op tekening worden gezet.

Op tekeningen duidelijk aangeven dat alle regels van de vakwerken doorgaande liggers zijn en dat de diagonalen en verticalen buigstijf verbonden moeten worden met de boven- en onderregel om de 2<sup>e</sup> draagweg te kunnen borgen.

Dit geldt ook voor de vloerliggers. Deze moeten doorgaand worden uitgevoerd om de 2<sup>e</sup> draagweg te kunnen borgen, dus geen gerberliggers of andere scharnierende verbindingen in de liggers maken.

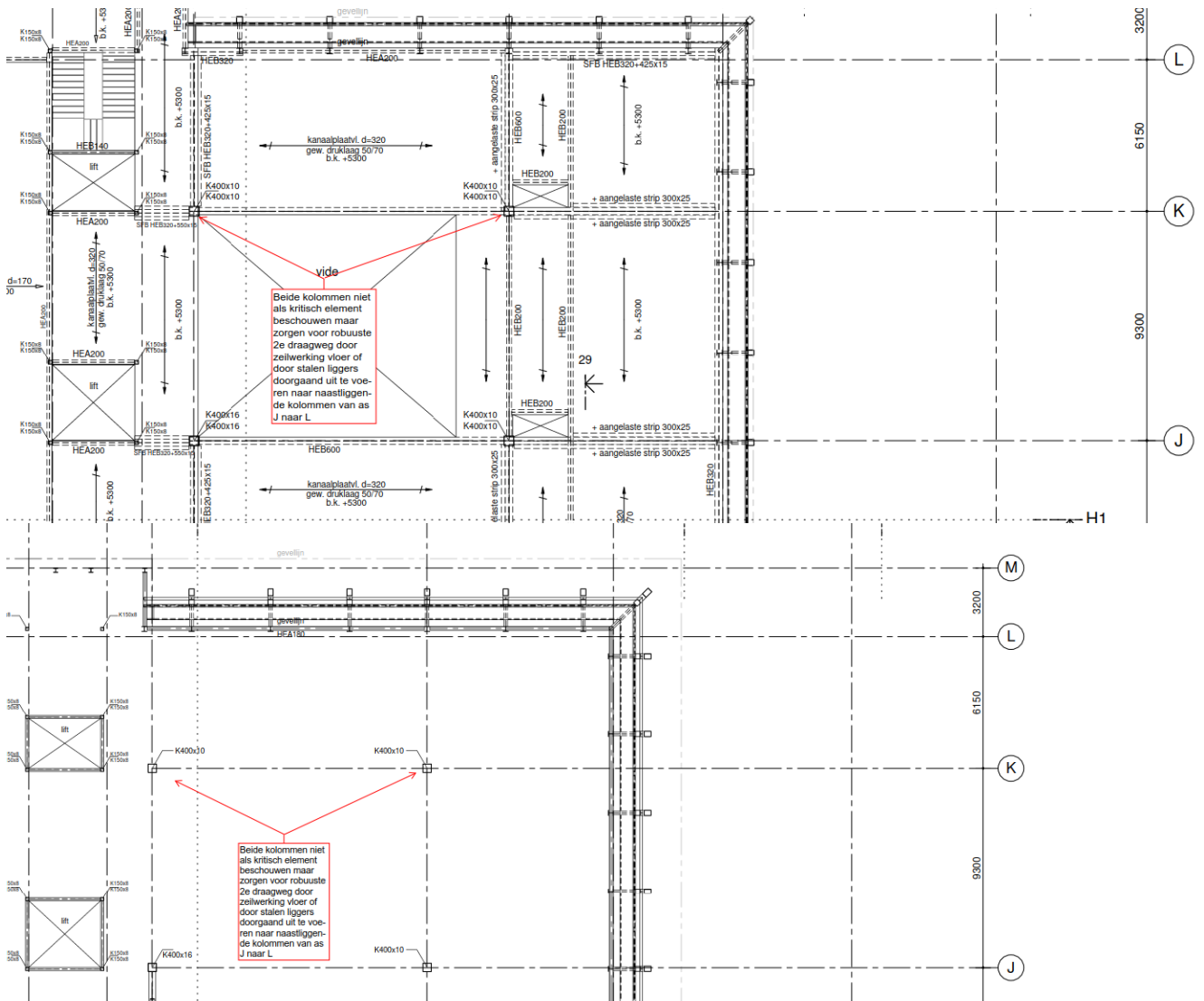
### Bijlagen:

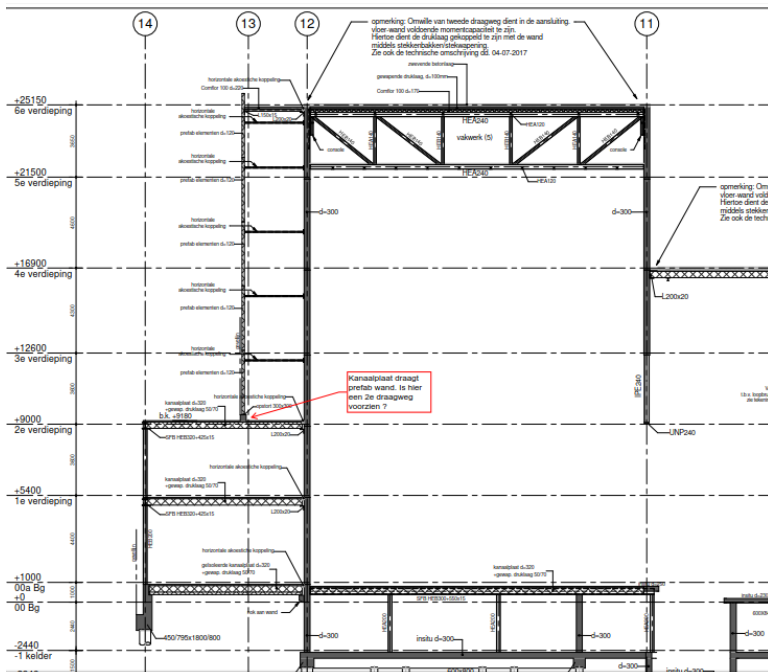
De berekeningen in de bijlagen zijn niet door ons gecontroleerd. Wij hebben ons voornamelijk geconcentreerd op de structuur van het gebouw

### Uitwerking van kritische onderdelen.

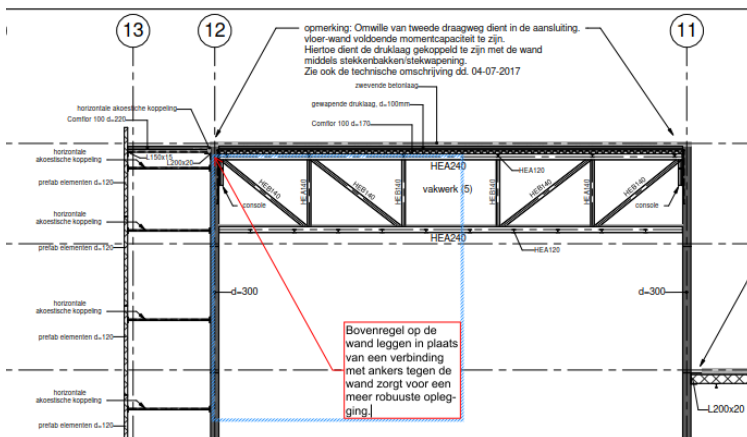
Ons advies is om op as K de kolommen niet als kritische elementen aan te merken maar om ook hier een 2<sup>e</sup> draagweg te creëren waarbij de robuustheid van de constructie wordt verbeterd en de constructieve veiligheid van het gebouw wordt geborgd. Kritische elementen zijn alleen toegestaan als er geen andere mogelijkheid is om een 2<sup>e</sup> draagweg te creëren.







Er staat een zware prefab beton gevel op een kanaalplaat. Hoe wordt hier de 2<sup>e</sup> draagweg in het ontwerp gerealiseerd?



Ons advies is om de bovenregels van de vakwerken op te leggen op de betonwand in plaats van op een stalen console die aan de wand wordt gemaakt middels Demuankeers. Als hier geluidsproblemen ontstaan doordat er een sparing in de wand wordt gemaakt kan deze aan de buitenzijde (buiten de zaal) van de wand worden voorzien van een 'betonbakje' met dezelfde dikte als de wand. De oplegging van het vakwerk wordt hierdoor eenvoudiger uitvoerbaar. De eerste draagweg is hierdoor meer robuust wat de constructieve veiligheid vergroot.



## 5 Het opstellen van een risicoanalyse van de constructies.

In aanvulling op de risico's en kritische onderdelen die Zonneveld Ingenieurs in het uitgangspuntenrapport heeft beschreven is onderstaand een samenvatting gegeven van de risico's, kritische onderdelen, aandachtspunten en uitwerkingen zoals omschreven in dit rapport.

1. Scheurvorming betonvloer en wanden in de kelder.

Beheersmaatregel: Krimparm betonmengsel toepassen en voldoende wapening om scheurwijdte te minimaliseren. Extra aandacht besteden aan de detaillering zoals het toepassen van kimplaten en injectieslangen.

2. Obstakels in de grond waaronder bestaande palen waardoor paalbreuk of grote paalafwijkingen tijdens het heien of schroeven van de nieuwe palen kan ontstaan.

Beheersmaatregel: Na sloop alle bestaande palen inmeten en nieuwe palenplan erop afstemmen. Rekening houdend met de verzwaarde voet van de bestaande palen en scheefstand.

3. Geluid- en trillingoverlast omgeving door het heien van de palen waardoor heiwerk wordt stilgelegd.

Beheersmaatregel: Proefheien en indien er overlast ontstaat of schade aan de omliggende gebouwen, een plan B met Fundex-grout-injectiepalen klaar hebben liggen.

4. Geluid dat wordt geproduceerd in de grote zaal is in een andere zaal of ruimte hoorbaar en/of voelbaar na oplevering.

Het uitgangspuntenrapport komt niet altijd overeen met de tekeningen. Op meerdere plaatsen staat alleen een horizontale akoestische koppeling aangegeven terwijl er ook een verticale akoestische ont koppeling nodig is.

Beheersmaatregel: Tekeningen doornemen met akoestisch adviseur en alle akoestische koppelingen en ont koppelingen in het 3D model en op tekening verwerken.

4a. Akoestische koppelingen worden niet goed uitgevoerd.

Beheersmaatregel: Controle tijdens de bouw op alle akoestische koppelingen door de bouwfysisch adviseur en de constructeur.

5. Gedurende de uitvoering wordt ontdekt dat de 2<sup>e</sup> draagweg niet goed in het plan is verwerkt waardoor herstelwerkzaamheden nodig zijn en vertraging op de bouw ontstaat.

Beheersmaatregel: 2<sup>e</sup> draagweg voorzieningen op tekening aangeven waaronder doorgaande boven en onderregels vakwerken, momentstijve verbindingen van de staafaansluitingen/knopen in de vakwerken. De stalen liggers doorgaand uitvoeren over de steunpunten, geen scharnieren toepassen et cetera. Maatregelen 2<sup>e</sup> draagwerk consequent doorvoeren in de berekeningen zodat de staalleverancier weet op welke (primaire en secundaire draagweg) krachten de details van de staalconstructie moeten worden berekend om herstelwerkzaamheden tijdens de bouw te voorkomen.

