

Pieters Bouwtechniek
Poortweg 4J
2612 PA Delft
015-2190300

info.delft@pieters.net
www.pietersbouwtechniek.nl

Post Rotterdam, Rotterdam Tweede draagweg en risicoanalyse

Opdrachtgever: OMNAM Group
Architect: ODA New York, lokale architect: ABT, Braaksma & Roos

Opgesteld door: ir. C. Braendstrup, ing. A. Middeldorp
Projectleider: ir. R.M.J. Doomen RO
Datum: 11 juli 2018
Versie: Definitief
Ref.: R-316125-BA-103

Paraaf:



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Tweede draagweg bij calamiteiten	3
3	Tweede draagweg voor diverse onderdelen.....	5
	3.1 Kolommen en vloeren bovenbouw.....	5
	3.2 Kernwanden bovenbouw.....	6
	3.3 Tafelconstructie	7
	3.3.1 Vloer tafelconstructie	7
	3.3.2 Balken tafelconstructie	8
	3.3.3 Megakolommen.....	8
	3.4 Wanden kern onder tafelconstructie.....	9
	3.5 Fundering	9
	3.6 Gevel	9
	3.7 Bestaande Monument	9
4	Risicoanalyse	10
	4.1 Tweede draagweg.....	10
	4.2 Ontwerp toren	12
	4.3 Ontwerp monument	13
	4.4 Uitvoering toren.....	13
	4.5 Uitvoering monument	14
	4.6 Fundering	15
	4.7 Uitvoering – algemeen en proces/planning.....	18
	4.8 Omgeving	18
5	Plan van aanpak	20

Bijlage 1 Toetsingsformulier

1 Inleiding

Een belangrijk onderwerp van de constructieve beschouwing betreft de analyse van mogelijke calamiteiten en de invloed hierop op de constructie. De eurocode geeft hiervoor diverse strategieën aan middels NEN-EN 1991-1-7 en NTA 4612-3-2012. (Convenant Hoogbouw)

In dit document wordt ingegaan op de diverse strategieën die worden gevolgd voor de onderdelen waarbij tevens voor de onderdelen wordt aangegeven hoe in de praktijk wordt omgegaan met de uitwerking van de regels voor de tweede draagweg. In de diverse uitvoeringsdocumenten worden de afmetingen en praktische detaillering verder bepaald. De te volgen strategie en uitwerking is aangegeven in hoofdstuk 3.

Bij een bouwwerk als Post Rotterdam zijn veel factoren die een risico kunnen inhouden. Om de belangrijkste risico's in beeld te hebben is een risicoanalyse uitgevoerd. Deze risicoanalyse beschouwt de risico's van het ontwerp tot de uitvoering. De beheersmaatregelen worden meegenomen in de verdere uitwerking. De risicoanalyse is uitgewerkt in hoofdstuk 4.

Vanwege de indeling in gevolgklasse 3 is een second opinion vereist op de constructieve stukken. De afspraak met betrekking tot het te volgen proces hiervoor is dat voorafgaand aan de indiening de constructieve stukken worden beoordeeld door een onafhankelijk 3^e partij. Indien er relevante opmerkingen zijn op de stukken worden deze verwerkt in de definitieve rapportage. De opmerkingen worden verwerkt in de definitieve rapportage. Bij verschil van inzicht tussen de onafhankelijke 3^e partij en Pieters Bouwtechniek zal nader overleg worden gehouden om e.e.a. af te stemmen. In elke rapportage is bijlage 1 gereserveerd voor de opmerkingen van de onafhankelijke 3^e partij en de reactie van Pieters Bouwtechniek. Op deze wijze is voor Bouw- en Woningtoezicht inzichtelijk hoe is omgegaan met de opmerkingen en hoe deze in de stukken zijn meegenomen.

2 Tweede draagweg bij calamiteiten

De regels voor de tweede draagweg staan omschreven in NEN-EN 1991-1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen. Conform NEN-EN 1991-1-7+C1:2011 A4 (1) geldt voor CC3 gebouwen dat er een systematische risicoanalyse voor het gebouw moet zijn uitgevoerd, waarbij met zowel voorziene als onvoorziene gevaarlijke voorvallen rekening is gehouden. Het convenant Hoogbouw (NTA 4613-3) geeft aanvullende regels voor de tweede draagweg specifiek geënt op hoge gebouwen.

Voor de tweede draagweg worden diverse ontwerpstrategieën gehanteerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de basiselementen van de constructie (zoals kolommen en vloeren van de bovenbouw) en belangrijke elementen die de stabiliteit verzorgen zoals de megakolommen, tafelconstructie en de kern onder de tafelconstructie. Waar mogelijk wordt een tweede draagweg in de constructie gecreëerd middels trekbanden. De elementen waarvoor dit niet mogelijk is, worden benoemd als sleutelement. Deze sleutelementen worden afzonderlijk geanalyseerd. Voor de sleutelementen gelden de volgende aanvullende eisen:

Conform NTA 4613-3:2012 art. 6.4.2.3 dient een sleutelement aan de volgende twee eisen te voldoen:

- de sterkte van het sleutelement is voldoende om het effect van de voorgeschreven fundamentele belastingscombinatie vermenigvuldigd met een extra partiële factor $\gamma_{f,as}$ van 1,2 te weerstaan;
- de sterkte van het sleutelement en zijn aansluitingen aan het overige deel van de hoofdconstructie is voldoende om het effect van een buitengewone belastingscombinatie met een in één richting werkende druk van 34 kN/m² als buitengewone belasting te weerstaan.

De laatste eis wordt in de beschouwingen niet aangehouden voor de benoemde sleutelementen (voldoet altijd). Als aanvulling op de bovengenoemde eisen wordt het effect op de constructie geanalyseerd in het geval dat de

sleutelementen beschadigd zijn. De elementen worden hiervoor doorgerekend met een beperkt deel van hun doorsnede. Sterkte en/of stijfheid nemen daardoor af.

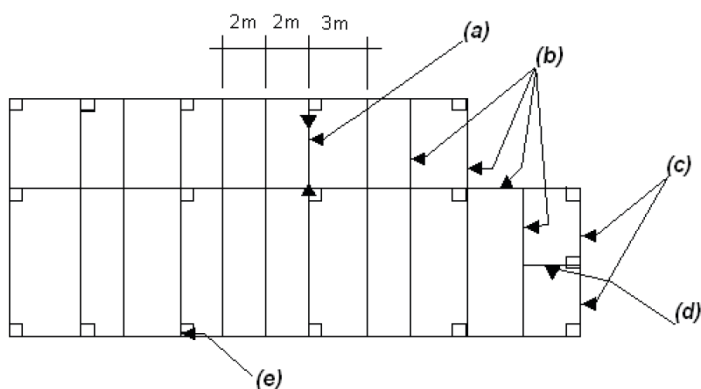
In de constructieve beschouwingen is de tweede orde factor bepaald. De gevoeligheid van de veerstijfheid van de palen ten aanzien van deze factor wordt onderzocht.

3 Tweede draagweg voor diverse onderdelen

3.1 Kolommen en vloeren bovenbouw

Voor deze elementen wordt het principe van trekbanden toegepast. In de kolommen en in de vloeren worden trekbanden aangebracht die bij uitval van een deel van de constructie in werking zullen treden. Aandacht hierbij is de detaillering van de trekwapening zodat de wapening, indien nodig, functioneert zoals bedoeld. De trekbanden worden gedimensioneerd conform NEN-EN 1991-1-7+C1 bijlage A4 t/m A6.

Horizontale trekbanden in de vloeren worden aangebracht volgens NEN-EN 1991-1-7-C2:2011 artikel A.5.1. Een voorbeeld van horizontale trekbanden is hieronder weergegeven.



Verklaring

- (a) Ligger met een overspanning van 6 m als interne trekband
- (b) Alle liggers ontworpen en berekend om als trekband te werken
- (c) Trekbanden langs de omtrek
- (d) Trekband verankerd aan een kolom
- (e) Randkolom

Figuur 1 Voorbeeld horizontale trekbanden (NEN-EN 1991-1-7 art. A.5.1)

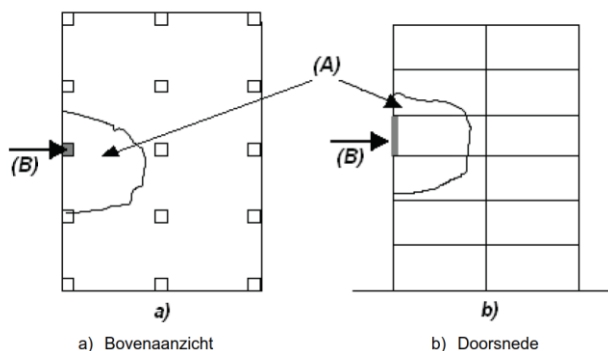
Verticale trekbanden in de kolommen worden aangebracht volgens NEN-EN 1991-1-7-C2:2011 artikel A.6. Aandachtspunten hierbij zijn:

- Iedere kolom en wand behoort te zijn voorzien van een doorgaande trekband vanaf de fundering tot aan het dak niveau.
- Kolommen en wanden die verticale belasting dragen, behoren de rekenwaarde van een buitengewone trekkracht te kunnen weerstaan die gelijk is aan de maximale rekenwaarde van de verticale reactie door permanente en veranderlijke belasting in de kolom door iedere willekeurige bouwlaag.

Gecontroleerd zal worden of bij het bezwijken van een kolom inderdaad maar een percentage van 15% van het vloeroppervlakte of 100 m² wegvalt¹, conform NEN-EN 1991-1-7 art. A4 opmerking 3.

Deze controle wordt uitgevoerd bij de uitwerking van de werkdocumenten.

¹ De kleinste waarde van 15% van het vloeroppervlakte of 100 m² is maatgevend.



Verklaring

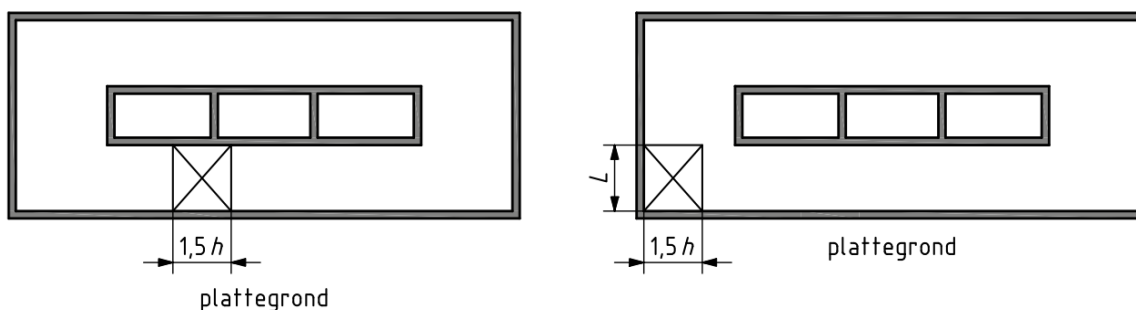
(A) Lokale schade van niet meer dan 15 % van de vloeroppervlakte van iedere bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen.

(B) Denkbeeldige verwijdering van een kolom.

Figuur 2 Illustratie van de grens van toelaatbaar lokaal bezwijken, conform NEN-EN 1991-1-7 art. A4 opmerking 3

Volgens artikel 6.4.2.2. NTA 4613-3:2012 moet het fictief verwijderen van de volgende onderdelen worden beschouwd:

- Kolommen over één verdiepingshoogte.
- Vloeren in een monoliet constructie over één gehele overspanning, waarbij maximaal een breedte gelijk aan 1,5 maal de verdiepingshoogte fictief hoeft te worden verwijderd (zie onderstaande illustratie)

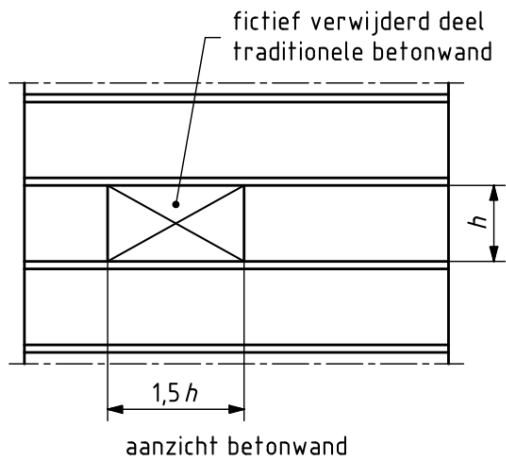


Figuur 3 Voorbeelden van fictief te verwijderen deel van een vloer (NTA 4613-1:2012)

Volgens artikel 6.4.2.2. NTA 4613-3:2012 is het niet noodzakelijk om voor kolommen in monoliete constructies een andere beschouwing te houden. Bovenstaande toetsen dienen als basis voor de verdere uitwerking.

3.2 Kernwanden bovenbouw

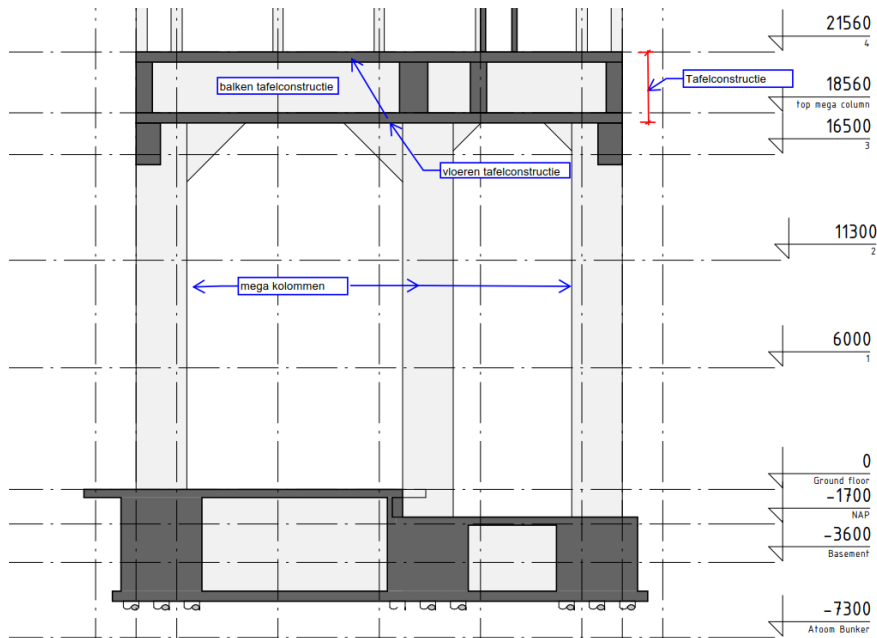
Voor de kernwanden in de bovenbouw dient gecontroleerd te worden of bij de denkbeeldige verwijdering van een willekeurig deel van deze wand de stabiliteit van het gebouw verzekerd is. Het deel van een dragende wand dat fictief verwijderd moet kunnen worden, bedraagt een lengte niet groter dan $1,5 \cdot H$ met H = bouwlaaghoogte conform artikel 6.4.2.2 van NTA 4613-3:2012 voor wanddelen in een monoliete constructie. Volgens artikel 6.4.2.2. NTA 4613-3:2012 is het niet noodzakelijk om kernwanden in een monoliete constructie nog anders te beschouwen.



Figuur 4 Voorbeeld van fictief te verwijderen deel van een betonwand (NTA 4613-1:2012)

3.3 Tafelconstructie

Hieronder is een overzicht gegeven van de onderdelen van de tafelconstructie. Daarna wordt per onderdeel besproken hoe wordt omgegaan met een tweede draagweg.



Figuur 5 Overzicht onderdelen tafelconstructie

3.3.1 Vloer tafelconstructie

De vloer van de tafelconstructie wordt op eenzelfde manier beschouwd als de vloeren van de bovenbouw. Het fictief verwijderen van één vloer over één gehele overspanning, met een maximale breedte gelijk aan 1,5 maal de verdiepingshoogte dient te worden beschouwd. Daarbij wordt er niet uitgegaan van een situatie waarin de vloer aan beide zijden van een balk van de tafelconstructie wegvalt.

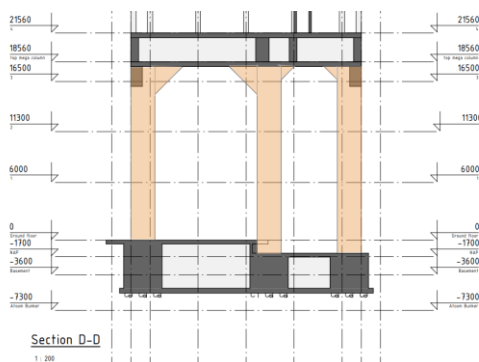
3.3.2 Balken tafelconstructie

Als de balken van de tafelconstructie wegvallen, dan worden de kolommen van de bovenbouw niet meer ondersteund en zullen de trekbanden zoals eerder benoemd in werking treden. Wanneer een enkele kolom niet meer ondersteund wordt door het wegvallen van een balk als gevolg van een calamiteit, zal de belasting via trekbanden in de kolommen en vloeren van de bovenbouw worden afdragen naar de naastgelegen elementen volgens het systeem dat eerder is beschreven.

De overige balken van de tafelconstructie worden benoemd tot sleutelement. Er kunnen namelijk ook balken uitvallen die meerdere kolommen dragen. Voor deze constructies volstaan de bovenliggende trekbanden voor zeilwerking niet meer, waardoor deze balken in de tafelconstructie als sleutelement beschouwd dienen te worden.

3.3.3 Megakolommen

De impact van het uitvallen van de megakolommen is zo groot dat in de analyse niet wordt gerekend met het volledig uitvallen van een megakolom. De zogenoemde megakolommen worden daarom benoemd tot sleutelement. De megakolommen hebben een afmeting van 2,5 x 2,5 meter. Hiermee hebben deze elementen al een bijzonder grote robuustheid. Toch is het niet ondenkbaar dat er een calamiteit optreedt met een van deze kolommen. De beschouwde analyse voor een tweede draagweg van de megakolommen wordt gericht op het gedeeltelijk wegvallen van kolommen.



Figuur 6 Megakolommen (2,5 x 2,5 meter) worden benoemd tot sleutelementen (sleutelementen zijn oranje gekleurd)

Om de robuustheid van de megakolommen aan te tonen wordt gebruik gemaakt van onderstaande twee strategieën: (ook in deze volgorde)

1. Diverse analyses worden gedaan van het gedeeltelijk wegvallen van de megakolom. De volgende analyses worden uitgevoerd:
 - a. Hoek- of middenkolom met een resterend oppervlak van 50%
 - b. Hoek- of middenwand met een resterend oppervlak van 50%

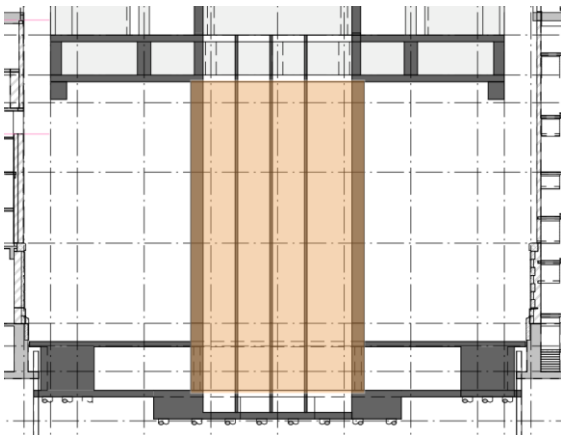
De optredende krachswerking in de overige kolommen bij deze scenario's wordt gecontroleerd en vergeleken met de UGT-combinatie. Mocht blijken dat het doorrekenen van één van deze scenario's een onrealistische uitkomst geeft, dan wordt overgegaan tot de tweede strategie namelijk:

2. De megakolommen worden gedimensioneerd op de aanvullende eisen die gelden voor sleutelementen (NTA 4613-3:2012 art. 6.4.2.3): de megakolommen worden berekend met een extra partiële factor 1,2 op de UGT combinatie.

N.B. Het berekenen van de kolommen met een verdeelde last van 34 kN/m² is niet maatgevend voor deze grote constructies. Deze wordt achterwege gelaten.

3.4 Wanden kern onder tafelconstructie

Voor de kernwanden wordt hetzelfde scenario aangehouden als voor de kernwanden van de bovenbouw. Het fictief verwijderen van een wanddeel met een maximale breedte gelijk aan 1,5 maal de verdiepingshoogte is geen reëel scenario omdat de verdiepingshoogte van de kern onder de tafelconstructie ca. 5 meter bedraagt. Daarom wordt de kern onder de tafelconstructie benoemd tot sleutelement. Deze kern wordt gedimensioneerd op 1,2 x de optredende krachten uit de UGT situatie.



Figuur 7 Kernwanden onder de tafelconstructie worden benoemd tot sleutelementen (sleutelementen zijn oranje gekleurd)

3.5 Fundering

Voor de fundering worden voor de sterkteberekeningen beschouwingen gemaakt waarbij delen van de fundering een hogere of lagere veerstijfheid hebben. Deze beschouwingen vallen buiten de beschouwingen voor een tweede draagweg. Voor de tweede draagweg wordt geanalyseerd wat de invloed is van een lagere veerstijfheid van de paalfundering op de 2^e orde factor van het gebouw.

3.6 Gevel

Rond het gebouw wordt een gevel aangebracht. Op dit moment is de gevel nog niet volledig uitgewerkt. De gevel wordt opgehangen aan jukken aan de vloer. In het berekeningsrapport R316125-BA-102-NL Hoofdberekening zijn principes toegevoegd die de werking van de gevel verduidelijken. Zodra de gevel is uitgewerkt kan gekeken worden op welke wijze een tweede draagweg voor de gevel kan worden geregeld. Dit kan zijn door voor de dragende gevelelementen te berekenen op een extra belasting als gevolg van het uitvallen van gevelelementen. Speciale aandacht geldt in dit geval voor de verbindingen van de gevelelementen.

3.7 Bestaande Monument

Het bestaande monument is opgebouwd uit betonconstructies die ondersteund zijn door betonkolommen en gemetselde wanden. Van zichzelf is dit monument robuust. Dat wil zeggen, het uitvallen van een enkel onderdeel zal niet snel zorgen voor het totaal instorten van het gebouw. De betonnen vloeren en balken van het monument hebben mogelijkheid tot herverdeling van de belasting. Bij het uitvallen van een vloer of kolom zorgt de aanwezige wapening (middels de opname van trekkrachten) voor een samenhang van de diverse onderdelen zodat verder instorten voorkomen wordt.

Voor de nieuwe constructies in het monument wordt per ingreep gekeken naar de robuustheid. Specifieke ingrepen zijn:

- Nieuwe liftputten

- Nieuwe liftschachten, met dragende nieuwe constructies eromheen
- Nieuwe verdiepingsvloeren in het monument
- Nieuwe portalen bij doorbraken in dragende wanden

4 Risicoanalyse

Een eerste aanzet tot een risicoanalyse voor de toren van Post Rotterdam (CC3-gebouw) is getoond in de onderstaande tabellen.

4.1 Tweede draagweg

Bovenbouw

Onderdeel	Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel
Kolommen bovenbouw	Wegvallen van een enkele kolom	Bovenliggende vloerdeel heeft geen ondersteuning meer	Trekbanden in kolommen en vloer aanbrengen conform NEN-EN 1991-1-7 A.5.1 en A.6 zodat deze de bovenliggende vloer kunnen dragen. Controle naastgelegen kolommen op extra belasting in de bijzondere combinatie.
Vloeren bovenbouw	Deel van een vloer (over gehele overspanning, met een breedte van 1,5x de verdiepingshoogte) valt weg	De kolom op het betreffende vloerdeel heeft geen horizontale steun meer.	Kolom valt uit waardoor de trekbanden in werking worden gesteld
Kernwanden bovenbouw	Deel van de wand (1,5 x verdiepingshoogte) valt weg	Vloeren en bovenliggende wand worden niet meer ondersteund.	Horizontale en verticale trekwapening aanbrengen conform NEN-EN 1991-1-7 A.5.1 en A.6 om de belasting uit bovenliggende wand en vloeren om te leiden.
			Voor de stabiliteit wordt de doorsnede gecontroleerd met een ontbrekend deel van de wand.

Tweede draagweg: Tafelconstructie en kelder

Onderdeel	Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel
Vloeren tafelconstructie	Deel van de vloer van de tafelconstructie (over gehele overspanning, breedte van 1,5x de verdiepingshoogte) valt weg	De balken van de tafelconstructie zijn voor een deel ongesteund aan de bovenzijde.	Ook controle uitvoeren zonder een meewerkende breedte voor de wapeningsberekening van de balken.
			Mogelijk controleren stabiliteit van de balken die aan de rand liggen van de tafelconstructie.
Balken tafelconstructie	Er valt (een deel van) een balk uit.	Een enkele kolom van de bovenbouw wordt niet meer ondersteund	Horizontale en verticale trekwapening aanbrengen conform NEN-EN 1991-1-7 A.5.1 en A.6; controleren afdracht bij uitvallen balk
		Meerdere kolommen naast elkaar worden niet meer ondersteund; mogelijke instorting groter deel constructie	Vloeren controleren op zeilwerking / plastisch gedrag.
Megakolommen	Een enkele megakolom valt voor een deel (max. 50%) uit.	Stabiliteit van de constructie komt in gevaar.	Diverse scenario's doorrekenen voor gedeeltelijk (50%) wegvallen van de megakolommen.
			Megakolommen dimensioneren op extra eisen die gelden voor sleutelementen
Kernwanden tafelconstructie	Deel van de kernwand valt weg	Stabiliteit van de constructie komt in gevaar.	Kernwanden benoemen als sleutelementen en deze dimensioneren op belastingen met een extra partiele factor van 1,2.

4.2 Ontwerp toren

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Bij de uitwerking van de installaties door de installateur blijkt dat de leidingen niet passen met de springen.	Het gewenste leidingverloop kan niet worden aangebracht.	De installateur tijdig contracteren en het installatieplan laten toetsen zodat er nog aanpassingen kunnen worden doorgevoerd. Controle op het ontwerp van de installateur laten uitvoeren door een onafhankelijke derde partij.	Omnam / KVMC
Rapporten van de verschillende partijen zijn niet op elkaar afgestemd bij indiening en in een latere fase.	Er ontstaat discussie met de toetsende instantie waardoor mogelijk op een later dan gewenst tijdstip een vergunning wordt afgegeven. In de uitvoering worden faalkosten gemaakt als de verschillen niet worden opgelost.	Zorgen voor een controleronde/afstemmingsronde in de fase voor de uitvoeringsstukken. (DD-fase) Proces zodanig inrichten dat controles op afstemming kunnen worden ingevoerd.	Omnam / Drees en Sommer
Controle door onafhankelijke derde partij voor de CC3 toets wordt te laat uitgevoerd.	De constructieve stukken worden niet in behandeling genomen door de toetsende instantie waardoor vertraging ontstaat.	Zorgen dat de controlerende partij tijdig een opdracht heeft om de gewenste controle uit te voeren.	Omnam / Drees en Som- mervestrekt tijdig een opdracht en richt het proces zodanig in dat er tijd is om eventuele opmerkingen te verwerken.
Opmerkingen van toetsende instantie zijn zodanig dat het ontwerp moet worden aangepast.	Er ontstaan vertraging en extra kosten als gevolg van deze vertraging.	Uitvoeren onafhankelijke toets door een 3 ^e partij en het proces zodanig inrichten dat deze partij ook tijdig zijn werkzaamheden kan uitvoeren. Zorgen voor getoetste documenten voordat deze worden ingediend.	Omnam zorgt voor een tijdige opdracht. Drees en Sommer richt het proces zodanig in dat er tijd is voor controles. Pieters participeert in de bijeenkomsten.
Belastingen uit gevel zijn groter dan oorspronkelijk aangegomen	De berekeningen kloppen niet meer.	Vooraf maximale belasting uit de gevel bepalen en aan de hand van de uitvoeringstekeningen en berekeningen prefab leverancier controleren.	Pieters Bouwtechniek Leverancier gevel
Gevelement valt uit.	Meerdere gevelementen vallen uit als gevolg van de extra belasting uit het element waar de ondersteuning wegvalt.	Gevelementen beschouwen op uitval van een deel van de gevel. Overcapaciteit in de ankers aanbrengen.	Pieters Bouwtechniek Leverancier gevel
Belastingen uit windtunnelonderzoek zijn hoger dan de waarden die in de norm worden aangehouden.	De toren is berekend op een te lage windbelasting.	Tijdig windtunnelonderzoek doen.	Pieters Bouwtechniek Partij die windtunnelonderzoek uitvoert.
Er zijn te weinig sonderingen gemaakt	Er ontstaat een incompleet beeld van de ondergrond.	Bij de geotechnisch adviseur navragen of extra sonderingen noodzakelijk zijn en eventueel uit laten voeren.	Geobest / Pieters Bouw- techniek.

4.3 Ontwerp monument

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Nieuwe sparingen ten behoeve van leidingen kunnen niet worden aangebracht	Het gewenste leidingverloop kan niet worden aangebracht.	Vooraf controleren waar er welke sparingen kunnen worden gemaakt en hierop het leidingverloop aanpassen.	Pietersbouw techniek / KVMC

4.4 Uitvoering toren

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
De optredende verticale vervormingen van de nieuwbouw zijn groter dan verwacht.	Aanpassingen van bouwkundige detaillering op een laat moment. Hierdoor ontstaan mogelijk extra kosten als gevolg van vertraging.	Detailering op de aansluiting van de toren op het bestaande monument zodanig uitvoeren dat enige extra speling mogelijk is. De zakking van het gebouw monitoren tijdens de bouw zodat vroegtijdig inzicht is in de eventuele afwijkingen ten opzichte van het voorspelde zakkingsgedrag van de toren. Overgangen leidingen zodanig detailleren dat extra beweging mogelijk is.	Alle partijen
Bouwtoleranties in gevel zijn groter dan de gehanteerde bouwtoleranties in ontwerp.	Detailering van de gevel past niet helemaal op de ruwbouw. Hierdoor ontstaan problemen in de bouw.	Detailering gevel zodanig ontwerpen dat voldoende tolerantie mogelijk is. Bij het ontwerp van de gevel de principedetails bouwkundig en uitvoeringstechnisch laten beoordelen door betrokken en onafhankelijke partijen (om belangen niet door elkaar te laten lopen).	ODA Prefab leverancier ABT Pieters Bouwtechniek
Problemen / onhaalbaarheid bij montage buitengevel. Problemen bij montageankers / duurzaamheid ankers.	De vorm / ontwerp van de gevelelementen moet worden aangepast om een praktische uitvoering mogelijk te maken zodat de elementen geplaatst kunnen worden. Eventueel moeten aanvullende hulpelementen worden toegevoegd aan het element tijdens de installatie.	Methode van aanbrengen vooraf kortsluiten met de uitvoerende partij en de leverancier van de prefab elementen. Zodanig ontwerpen van elementen zodat die eenvoudig kunnen worden aangebracht.	ODA ABT Pieters Bouwtechniek
Maakbaarheid wapeningsdetails	Door de grote hoeveelheid wapening in bepaalde delen van de constructie ontstaan uitvoeringsproblemen.	Vooraf analyse uitvoeren naar zwaar belaste verbindingen in de constructie en de kritische details uitzoeken in combinatie met de aannemer. Elementen niet te slank dimensioneren. Waar dit bewust wel gebeurt, als aandachtspunt benoemen en monitoren bij verdere	Ontwerp door Pieters Bouwtechniek. Oppakken aan het begin van het uitvoeringsproces door directievoerende partij.

		<p>uitwerking. Vooraf kortsluiten van de wapeningsdetails met de uitvoerende partij. In de uitvoering de constructeur betrekken bij de uitvoering. Zorgen voor goed toezicht tijdens de uitvoering.</p>	
Losraken onderdelen die op worden gehesen.	Er vallen gewonden door neerkomende bouwelementen.	Bouwsystemen toepassen waar beperkte hijsbewegingen nodig zijn. In ontwerp rekening houden met systemen die veilig op hoogte te maken zijn.	Aannemer
De doorgang van de kelder van de toren naar het bestaande monument raakt lek door de te grote vervormingen. Let op: hier is nog niet toe besloten.	Er loopt water de kelder in.	Aanbrengen van een tweede kering of extra kering. Het detail ontwerpen op grote bewegingsvrijheden.	Pieters Bouwtechniek
Stempels tafelconstructie kunnen de belastingen niet dragen	Er moeten dure constructies worden gemaakt om de tafelconstructie te ondersteunen	Tijdig bekistingsbedrijf betrekken bij de uitwerking van de stempelconstructies.	Omnam
Bouwfasering	Door weglaten van vloeren of andere bouwdelen tijdens de bouw vanwege logistieke doeleinden ontstaan hoge ruimtes, dubbele kniklengte kolommen ect.	Beoordeling van deze specifieke bouwfases	Pieters Bouwtechniek

4.5 Uitvoering monument

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Onderdelen zijn anders uitgevoerd dan wat op archieftekening is terug te vinden.	De nieuw aan te brengen constructie moet worden aangepast op de bestaande situatie.	Vooraf een inmeting uitvoeren aan het bestaande gebouw en toetsing uitvoeren op haalbaarheid van de aangehouden detaillering.	Pieters Bouwtechniek en Braaksma en Roos.
De aan te houden materiaalkwaliteiten van de bestaande constructie zijn te laag.	Het gewenste detail past niet meer. Nieuwe krachten kunnen niet door de constructie worden opgenomen.	De aanwezige materiaalkwaliteiten van de bestaande constructie in kaart brengen. In rekening brengen van extra coëfficiënt.	Pieters Bouwtechniek / Omnam
Lekkage bestaande kelder	De bestaande kelder is niet waterdicht, waardoor eerst het bestaande lek moet worden uitgevoerd voordat aan de aanpassingen wordt begonnen.	Inspectie van de bestaande kelder uitvoeren. (visuele lekken en aanvullende scheurcontrole uitvoeren). Eventueel vooraf injecteren.	Omnam/ Drees en Sommer.
Door sloopwerkzaamheden worden ondersteuning worden weggehaald / treden tijdelijk grotere openingen op/ worden kolommen niet meer gesteund.	Onderdelen van het bestaande monument worden overbelasting in de bouwfase.	Sloopplan maken en de kritische onderdelen beschouwen op de bouwsituatie.	Aannemer / Constructeur van de aannemer

(voordat versterkingen zijn aangebracht)			
Door sloop van het loading dock zou een lekkage kunnen ontstaan.	Kelder loopt vol met water	Nauwkeurig slopen, Bestaande wand dichtzetten	Aannemer

4.6 Fundering

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Te grote paalafwijkingen.	Het funderingsontwerp moet worden aangepast waardoor mogelijk aanvullende palen moeten worden toegepast.	Vooraf de maximale afwijkingen inzichtelijk maken en vastleggen in het ontwerp tot waar een funderingsaanpassing niet noodzakelijk is. Dubbele controle op de aangehouden paalpositie in de uitvoering. Werkplan hierop aanpassen.	Pieters Bouwtechniek Uitvoerder van de fundering verplichten om de acties die de juiste paalpositie verzekeren vast te leggen in een werkplan.
Paal komt niet op diepte.	Het funderingsontwerp moet worden aangepast waardoor mogelijk aanvullende palen moeten worden toegepast.	Overwegen een proefpaal aan te brengen. Berekening maken op hoger paalpuntniveau. Inschatten van de laag waar mogelijk problemen kunnen ontstaan. Zorgen voor overcapaciteit ten aanzien van machines.	Omnam / Uitvoerder van het heiwerk / Geobest
Er ontstaat een probleem met heiverdichting, doordat er veel grote nieuwe palen worden aangebracht. Heiverdichting >7% (noemen getal NTA)	De kans bestaat dat de damwand uitbuigt richting de bestaande funderingspalen. Mogelijk komen de palen niet op diepte.	In het ontwerp controleren hoe groot de heiverdichting zal worden en op basis van ervaring en gegevens van de ondergrond inschatten of dit een werkelijk probleem is. Bij onafhankelijke partijen controleren of er vergelijkbare projecten zijn en de ervaringen hiervan toetsen.	Geobest / Uitvoerder van de fundering
De palen kunnen niet met de gewenste scheefstand worden aangebracht vanwege het bestaande monument.	Palen krijgen een geringere scheefstand waardoor de mogelijkheid bestaat dat paalpunten elkaar raken.	Vooraf controle op de gewenste scheefstand met de voorgestelde heimachine. Werkplan op laten stellen door Fundex.	Fundex / (heibedrijf)
Archeologische vondsten	Het startpunt van de bouwwerkzaamheden wordt naar achteren verschoven.	Tijdig aanvangen met sloopwerkzaamheden Rode Zandvleugel zodat het archeologisch onderzoek tijdig kan plaatsvinden. Vooraf bespreken met BOOR.	Omnam / Archeoloog BOOR
Damwanden die de bouwputbegrenzing vormen buigen te veel uit.	De houten palen krijgen een extra buigend moment als gevolg van de horizontale verplaatsing van de grond achter de damwand,	Vaststellen wat de toelaatbare grenswaarden zijn van de vervorming van de damwand op diverse hoogtes en de damwand hierop ontwerpen. En monitoren d.m.v. inclinometers.	Geobest / Pieters Bouwtechniek

Bestaande funderingsresten in de ondergrond	De nieuwe palen kunnen niet op de gewenste positie worden aangebracht.	Vooraf controleren Werkplan met Fundex opstellen. Eventueel voorboren.	Sloper / Fundex
Damwanden komen niet op diepte.	Damwand gedraagt zich slapper. Plus vertraging.	Vooraf overleggen met uitvoering en werkplannen opstellen. Alternatief onderzoeken?	Geobest, Pieters, Fundex
Damwanden lopen uit het slot en gaan lekken.	Lekkage bouwput.	Vooraf overleggen met uitvoering en werkplannen opstellen. Noodplan bedenken met groutinjectie van de sloten.	Geobest, Pieters, Fundex
Te verwijderen houten palen voor damwanden komen er niet uit.	Damwand kan niet correct worden aangebracht.	Bespreken met uitvoerende partijen en opstellen werkplan / proefplan. Als risico te groot blijft, dan alternatief plan onderzoeken (CSM wanden?).	Geobest, Pieters, Fundex
Als gevolg van consolidatie van de grond onder de nieuwe palen ontstaan verschilzakkingen tussen de nieuwe palen en de bestaande palen. De verschilzakking is te groot.	Als gevolg van deze verschilzakking vindt een herverdeling plaats naar de hoger gelegen palen onder het monument.	Aan de hand van de berekende verwachting van de zakking een analyse uitvoeren naar de gewijzigde krachtsverdeling in het bestaande monument en de bestaande constructie toetsen op deze gewijzigde krachtsverdeling.	Pieters / Geobest
De heistelling valt tegen het bestaande monument aan.	Een deel van het monument stort in.	Zorgen voor een stabiele ondergrond en met de heirichting rekening houden met de beschikbare bewegingsruimte van de heistelling.	Uitvoerder van het funderingswerk legt dit vast in een werkplan.
Een stalen buis valt uit de strop en beschadigt het gebouw.	Een deel van het monument stort in.	Uitvoering zodanig kiezen en uitwerken dat een extra zekering aanwezig is.	Uitvoerder van het funderingswerk.
Nieuwe damwanden worden niet op de juiste plaats aangebracht. (te ver richting de nieuwe toren)	De damwanden zorgen ervoor dat de dekking op de nieuwe constructie te laag wordt.	De constructies aan de zijde waar damwanden aansluiten voorzien van extra dekking. De bestaande toestand inclusief houten palen vooraf inmeten en nauwkeurig werken. Voordat beton wordt gestort de damwanden in laten meten en hierop de wapening aanpassen. Nauwkeurige uitvoering van de damwand.	Aannemer Pieters Bouwtechniek
De gebruikte ontwerpmethodologie voor de nieuwe palen wordt afgekeurd / moet worden aangepast.	Het funderingsontwerp moet opnieuw worden uitgevoerd.	Vroegtijdig informeren van de gemeente. Gemeente meenemen in de gemaakte keuzes. Ingediende stukken presenteren na indiening (als gemeente dit ook wil)?	Pieters / gemeente
Verplaatsingen door nieuwe fundering van de toren zijn te groot.	Verschillend zettingsgedrag dan aangenomen. Complexe detaillering om verschillende zettingen op te nemen. Mogelijk bouwkundige schade doordat de zettingen te groot zijn.	Zettingen laten berekenen/opvragen. Eventueel controle door 3 ^e partij. Bouwdelen op verschillende hoogte aanleggen. Zettingsdilatatie. Zorgvuldig ontwerpen detaillering.	Geobest Pieters Bouwtechniek Aannemer

		Mogelijke nastelbaarheid inpassen in de details op de aansluitingen invoegen.	
Bestaande houten palen hebben te weinig draagkracht.	Er treden verzakking op in het monument die deze niet op kunnen nemen. De bestaande fundering kan de gewenste extra belasting niet dragen	Vooraf herberekening laten maken van de capaciteit van de bestaande houten palen. Controle van de nieuwe belasting op de bestaande constructie	Geobest /Pieters Bouwtechniek
Bij inspectie blijkt dat de bestaande fundering een lagere kwaliteit heeft dan nu aangenomen.	De bestaande houten palen hebben een kortere levensduur dan eerder aangenomen.	Reservering maken (onvoorzien) voor funderingsherstel.	Omnam

4.7 Uitvoering – algemeen en proces/planning

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Aannemer begrijpt ontwerp niet, of begrijpt de essentiële aandachtspunten niet.	Onderschatting uitvoering kritische onderdelen.	Bij aanbesteding Pieters (en andere disciplines) laten presenteren wat kritisch is en waar extra aandacht nodig is. Risicodossier gezamenlijk door-nemen en vertalen in taken.	Onam, D&S, Pieters
Aannemer wil het ontwerp aanpassen.	Er ontstaan nieuwe knelpunten die niet grondig worden onderzocht of over het hoofd worden gezien. Overschatting kostenoptimalisatie door aannemer.	Geen (beperkt) ontwerpwijzigingen accepteren. Protocol opstellen voor vereist onderzoek en onderbouwing van ontwerpwijzigingen aan totaal ontwerp-team en gemeente.	Onam, D&S Onderbouwing en onderzoek door aannemer.
Werkplannen / uitvoeringsplannen betonconstructie	De uitvoering van het betonwerk levert problemen op waar door de gewenste kwaliteit niet wordt gehaald.	Het tijdig opstellen van werkplannen en uitvoeringsplannen voor de betonconstructie zodat gecontroleerd kan worden of aan de randvoorwaarden wordt voldaan. Ervaren buiteninspecteur aanstellen die controleert of de rapporten worden nageleefd. Bekijken invloed van het storten van grote onderdelen.	Aannemer Pieters Bouwtechniek Inspecteur buiten
Montage grote onderdelen	Constructie in montagefase uit zichzelf niet stabiel. Mogelijk conflict gebruik bouwplaats derden. – Obstakels op en naast bouwterrein (leidingen ondergrond, doorgaande route voetgangers)	– Voorschrijven adequate veiligheidsmaatregelen t.a.v. personen. – Uitgangspunten montagewijze opnemen in bestekken. – Principe tijdelijke kniksteunen/torsiesteunen bepalen en aangeven op tekening. – Uitgangspunten doornemen in overleg met derden. – Goede bouwterrein-tekening leveren.	Onam / Drees en Sommer

4.8 Omgeving

Gebeurtenis	Gevolg	Beheersmaatregel	Actie
Door de nauwe straat aan de Rode Zand ontstaat stagnatie in de levering van de bouwmaterialen.	Er ontstaat stagnatie doordat leveringen niet op tijd plaatsvinden	Vooraf een plan maken voor de logistiek van de bouwmaterialen en personeel op de bouwlocatie. Vooraf betrokken burens informeren naar mogelijke beperking in werktijden door omliggende gebouwen of werkzaamheden. Bouwplaatsinrichting vastleggen.	Aannemer
Beschadiging omliggende ge-	De opdrachtgever wordt ge-	Belendingenrapport opstellen.	Onam /

bouwen als gevolg van bouwactiviteiten.	confronteerd met een claim als gevolg van schade.	Werkplan opstellen voor de werkzaamheden die plaatsvinden buiten het bouwterrein en zorgen dat de risico's worden beperkt in de bouwfase. Verzekering afsluiten. Controle van de aannemer op verzekering.	Drees en Sommer Aboma
Afstemmen werkzaamheden op omgeving is niet goed gedaan, hierdoor ontstaat beperking op werktijden uit de omgeving.	Vertraging, onenigheid met de omgeving.	Regulier overleg inplannen en de omgeving meenemen in de plannen.	Omnam / Drees en Sommer.
Hinderlijke trillingen omgeving en/of hinderlijke trillingen gebruikers	Klachten en eventueel benodigde aanpassingen in het gebouw.	Goed uitzoeken en berekenen. Windtunnelonderzoek tijdig uitvoeren. Detaillering van de gevel controleren op windhinder en zodanig uitvoeren dat eventueel op een eenvoudige manier maatregelen tegen windhinder kunnen worden genomen.	ODA ABT KVMC Pieters Bouwtechniek

5 Plan van aanpak

Het risicodossier wordt tijdens de verdere uitwerking up to date gehouden en besproken met ontwerpteam en bouwteam partners. We zullen dit per fase vertalen in acties.

Voor diverse beheersmaatregelen is nader onderzoek nodig en moeten werkplannen en controleplannen geschreven worden om tijdens het proces te kunnen beheersen dat de maatregelen op de juiste wijze getroffen worden. Onderstaand zijn de belangrijkste werkplannen en nadere onderzoeken beschreven die nog uitgevoerd zullen worden.

Document	Auteur	Fase waarin het wordt gemaakt
Monitoringsplan voor: <ul style="list-style-type: none"> - Trillingen belendingen en monument Post - Zettingen belendingen en monument Post - Inclinometers damwanden bouwput Plannen inclusief noodscenarioplan	Pieters / Geobest / Fundex	DD in concept UO definitief
Werkplan voor uitvoering: <ul style="list-style-type: none"> - Nieuwe funderingspalen - Aanbrengen damwanden en stempelraam - Ontgraving en bemalingen 	Fundex	UO
Werkplan voor uitvoering betonconstructies	Aannemer	UO
Inspectie protocol uitvoering betonconstructies en wapeningscontroles	Pieters, in overleg met gemeente	UO
Nadere onderzoeken: <ul style="list-style-type: none"> - Inmeting bestaande palen (paalposities) rond bouwput - Inspectie kwaliteit houten palen rond binnenplaats - Inspectie kwaliteit bestaand metselwerk en beton, indien kritisch voor nieuwe ingrepen 	Pieters / Omnam Pieters / Omnam Pieters / Omnam	UO Uitvoering, na sloop UO
Windtunnelonderzoek: <ul style="list-style-type: none"> - Voor omgevingshinder reeds plaatsgevonden - Voor belasting op gebouw nog uit te voeren 	Pieters / Omnam	Einde DD / begin UO
Eventuele onderzoeken, afhankelijk van overleg en advies bouwteampartners: <ul style="list-style-type: none"> - Maken van proefpalen - Maken van proefputten voor bemaling - Maken van proefputten voor nieuwe kelderdoorbraken monument - Onderzoek door BOOR 	N.t.b.	N.t.b.

Bijlage 1 Toetsingsformulier

Op dit moment is de externe toetsing nog niet uitgevoerd. Zodra deze toetsing is uitgevoerd, zal in deze bijlage het toetsingsformulier worden opgenomen met daarop de reactie van Pieters Bouwtechniek en de wijze waarop de opmerkingen in de stukken zijn verwerkt.

