

## Memo

**Bestemd voor:** Gemeente Rotterdam  
**Betreft:** Samenvatting CC3 toets constructie en fundering  
**Opgesteld door:** R. Doomen  
**Kopie aan:** Drees & Sommer, Geobest, Zonneveld ingenieurs, Frits van Tol

Datum: 21 september 2018

Project: Post, Rotterdam

Betreft: Samenvatting CC3 toets  
constructie en fundering

Ref.: M-316125-DD-103

### Inleiding:

In het kader van de CC3 toets voor Post Rotterdam is door Zonneveld ingenieurs de constructieve uitwerking van Pieters Bouwtechniek van het DD (DO fase) beoordeeld, en is door Frits van Tol de geotechnische rapportage van Geobest beoordeeld.

De resultaten van deze beoordelingen zijn gerapporteerd en ingediend. Op basis van de eerste beoordelingen heeft overleg plaatsgevonden tussen Zonneveld en Pieters, en tussen Frits van Tol en Geobest. Daarnaast heeft Zonneveld telefonisch contact gehad met Frits van Tol over de dynamische veerstijfheden.

Onderstaand is een overzicht van de betreffende rapportages opgenomen.

De toets heeft plaatsgevonden in de DD fase en daarom zijn nog niet alle constructies in detail uitgewerkt. Een deel van de opmerkingen worden dan ook gehandhaafd totdat nadere onderbouwing in de detailleringfase heeft plaatsgevonden. Zowel Zonneveld als Frits van Tol zullen in de latere detailleringfase dan ook nader toetsen of de aangehouden vraagpunten op correcte wijze worden afgehandeld.

### Overzicht rapportages CC3 toets:

Rapport	Auteur	Versie 1	Versie 2	Versie 3
2018-044-T01	Zonneveld	30-07-2018	14-09-2018	21-09-2018
1 <sup>e</sup> reactie Pieters op CC3 toets Zonneveld	Pieters	10-08-2018		
M-316-125-101 (reactie op T01)	Pieters	05-09-2018		
M-316-125-102 (reactie op T01A)	Pieters	16-09-2018		
Second opinion Hoogbouw post Rotterdam	Frits van Tol	19-07-2018	onbekend	12-09-2018
30613-M003-RSC (reactie op sec.op.FvT)	Geobest	31-08-2018		
30613-M004-RSC (reactie op sec.op.Zonnev.)	Geobest	27-08-2018		

### Nadere onderzoeken:

Er zijn enkele belangrijke onderzoeken die nog moeten plaatsvinden, zoals het windtunnelonderzoek, controlesonderingen bij geïnstalleerde diepe paalfunderingen bij het project Zalmhaven en een detailberekening van de veerstijfheid van de ontworpen palen. In de rapportages is benoemd waar de beantwoording pas na het nadere onderzoek mogelijk is. De verwachting is dat de windtunnelonderzoeken en controlesonderingen bij geïnstalleerde palen niet leiden tot ongunstigere resultaten dan momenteel is aangehouden. Echter is voor de dynamische veerstijfheden de verwachting dat er wel lagere resultaten zullen worden gevonden dan momenteel zijn aangehouden. Naar verwachting ligt de werkelijke stijfheid tussen 450 MN/m en 650 MN/m. Daarom wordt voor dit punt een nadere toelichting gegeven op de mogelijke afwijkingen in de berekeningen.

## Analyse aanpassing dynamische veerstijfheid:

Uit de laatste rapportage van Geobest volgt een dynamische veerstijfheid van 850 MN/m. Op basis hiervan is door Pieters berekend wat de vervorming van het gebouw onder windbelasting is. De toelaatbare vervorming van de toren onder windbelasting wordt beperkt door hinder voor de gebruikers door trillingen en bewegingen en door vormvastheid van bouwkundige afwerking en gevels. Daarom wordt een maximale vervorming ten gevolge van wind van ca.  $1/500 \times$  de hoogte van de toren = 300 mm aangehouden.

Bij het huidige ontwerp van de toren is naast de paalstijfheid ook de stijfheid van de lateien in de kernen essentieel. Er is gerekend met een ondergrens van de latei stijfheid in de ingediende berekeningen (grote sparingen aangehouden van 2300 mm en een e-modulus van beton van 6.000 N/mm<sup>2</sup>). Wanneer we deze uitgangspunten niet aanpassen, dan gelden onderstaande resultaten bij lagere dynamische veerstijfheid van de palen.

Overzicht berekeningsresultaten bij ondergrens van de lateistijfheid:

Dyn. stijfheid palen (MN/m)	850	650	450
1 <sup>e</sup> eigenfrequentie (Hz)	0,23	0,23	0,22
CsCd (-)	1,022	1,022	1,034
Versnelling (m/s <sup>2</sup> )	0,08	0,08	0,08
Vervorming windbelasting (mm)	324	334	352

Hierin is te zien dat de versnelling en eigen frequentie nagenoeg niet wijzigen bij een lagere veerstijfheid. Echter neemt de horizontale vervorming wel met bijna 10% toe, wat tot extra aandachtspunten leidt voor bouwkundige afwerkingen.

Door de stijfheid van de lateien in de toren te vergroten kunnen de negatieve effecten van de lagere paalstijfheid ver-effend worden. Dit kan gedaan worden door de sparingen minder breed te maken en/of door meer wapening in de lateien toe te passen. Bovendien kunnen bij toepassing van smallere deuropeningen de sparingen verspringend worden aangebracht, wat de vervorming in lateien nog verder reduceert.

Onze berekeningen laten zien dat we hiermee de vervorming van de toren kunnen reduceren met ca. 15% bij gelijke stijfheid.

Dyn. stijfheid palen (MN/m)	850	650	450
Vervorming windbelasting (mm)	276	285	300

## Conclusie:

Voor de afronding van de CC3 toets is het niet mogelijk de complete berekeningen aan te passen op diverse verschillende mogelijke veerstijfheden. Daarom wordt het gedetailleerde onderzoek afgewacht waarin de exacte dynamische veerstijfheid wordt bepaald. Zodra deze bekend is en is afgestemd met Frits van Tol, zullen de exacte vervormingen gecontroleerd worden. Bovenstaande resultaten laten echter zien dat de aanpassingen van de dynamische veerstijfheid passen binnen het constructief ontwerp. Los hiervan worden de wijzigingen voor stijvere lateien reeds doorgevoerd.