

NOTITIE N02A

10-3-2023

A: 31-8-2023

CC3 toets DO Lumiere – 150m hoogte

1. Inleiding

In het centrum van Rotterdam wordt het project Lumiere gerealiseerd. Het betreft een toren van 153m hoogte waardoor deze in gevolgklasse CC3 valt. Van Rossum is gevraagd om de CC3 toets voor dit project uit te voeren. In deze notitie worden de bevindingen van deze toets op het DO gepresenteerd. Bij de VO toetsing was de toren nog 210m hoog, deze is nu verlaagd naar circa 153m.

De vervolgfases van de uitwerking zullen ook getoetst worden.

In de DO fase wordt met name de structuur van het ontwerp, de dimensionering en de uitgangspunten voor de berekeningen en de beheersing van de resterende ontwerprisico's getoetst.

Het project bestaat uit een toren van 153m hoog met daarnaast een laagbouw. Op de locatie is al bestaande bebouwing aanwezig welke gesloopt gaat worden. Onder de toren en de laagbouw komt een 1 laagse kelder. De krappe locatie in de binnenstad maakt van de uitvoerbaarheid een belangrijke ontwerpparameter.

De eerdere toetsresultaten van het VO zijn opgenomen in notitie N01.

Na de versie van deze notitie van 10-3-2023 zijn er nieuwe stukken verstrekt waarin ook onze vragen en opmerkingen zijn verwerkt. Per onderdeel is in blauw de aanvulling aangegeven. Voor deze fase zal alleen de zettingsanalyse nog uitgevoerd moeten worden en getoetst moeten worden of de opgenomen voorzieningen hiervoor voldoende effectief zijn. De overige aan te houden opmerkingen kunnen met de verdere uitwerking in de vervolgfases worden meegenomen.

ordernummer: 10977
notitie: N02
blz: 2

2. Beoordeelde stukken

De onderstaande stukken zijn gebruikt voor de toets:

 Lumiere_PBT_Constructie_01-08-2023.ifc

 M-321044-DO-02 Reactie 01-08-2023 Pieters op DO CC3 toetsrapport VRRI.pdf

 R-321044-DO-01B Uitgangspunten.pdf

 R-321044-DO-02B Hoofdberekening toren.pdf

 T-321-044-DO detail set concept 01-08-2023.pdf

 T-321-044-DO tekeningen set concept 01-08-2023.pdf

Project: 321-044 Lumiere hoogbouwtoeren, Rotterdam www.pietersbouwtechniek.nl

Datum: 01-08-2023

Tekening- nummer	Onderwerp	Datum	Versie	Formaat	Status
DO-001	Palenplan	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-098	Bouwput	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-099	Kelder	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-100	Begane grond	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-101	1e verdieping	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-102	2e verdieping	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-103	3e verdieping	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-104	4e verdieping	01-08-2023	-	841x1800	Concept
DO-700	Doorsnede B.E, B.08 en B.15	01-08-2023	-	A0	Concept

Tekening- nummer	Onderwerp	Datum	Versie	Formaat	Status
DO-001-T	Palenplan	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-099-T	Kelder	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-100-T	Begane grond	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-101-T	1e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-102-T	2e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-103-T	3e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-104-T	4e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-105-T	5e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-106-T	6e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-107-T	7e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-108-T	8e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-109-T	9e t/m 15e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-116-T	16e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-117-T	17e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-118-T	18e t/m 40e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-141-T	41e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-142-T	42e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-143-T	43e verdieping	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-144-T	Dak	01-08-2023	-	A1	Concept
DO-700-T	Doorsnede T.06 & T.G	01-08-2023	-	950x841	Concept

Tekening- nummer	Onderwerp	Datum	Versie	Formaat	Status
DO-200	Details	01-08-2023	-	A3	Concept

3. Bevindingen

1. De hoogbouw is ingedeeld in de correcte gevolgklasse CC3. De laagbouw is ingedeeld in CC2. Deze splitsing is mogelijk indien de hoogbouw geen belastingen overdraagt naar de laagbouw, wat het geval is.

Constatering. Afgehandeld.

2. Het juiste windgebied is aangehouden voor de toren. Het aanhouden van een onbebouwde omgeving geeft een overschatting van de optredende belastingen van 9%. In de uitgangspunten wordt onderbouwd dat bebouwd van toepassing is volgens het voorschrift. Pieters geeft aan te wachten op de resultaten van het windtunnelonderzoek ter verificatie van de uitgangspunten.

In de nieuwe stukken wordt uitgegaan van bebouwd en dit is ook onderbouwd door Pieters. Afgehandeld.

3. De basisopzet met de gekruiste doorlopende kernwanden in combinatie met een gevelkolommen is een beproefd concept voor een toren van deze afmetingen. Bijvoorbeeld de Zalmhaventoren en de Cooltoren hebben een vergelijkbare oplossing. De keuze voor een in het werk gestorte constructie geeft de mogelijkheid tot het realiseren van een robuuste constructie.

Constatering. Afgehandeld.

4. De dimensies van de wanden, lateien en kolommen zijn meer dan voldoende. Met de huidige afmetingen en betonkwaliteiten voldoen de kolommen met de minimum wapening. Aandachtspunt is dat er dan wel voldoende wapening wordt toegepast om een voldoende robuuste constructie te krijgen en de benodigde trekbanden voorzien worden.

Met de dimensies van het ontwerp in combinatie met de opgegeven wapeningshoeveelheden en lage betonspanningen kan een zeer robuust gebouw gemaakt worden. Het toepassen van voldoende wapening voor de samenhang in de nadere uitwerking blijft een aandachtspunt voor de vervolgfase. Aanhouden voor vervolgfase.

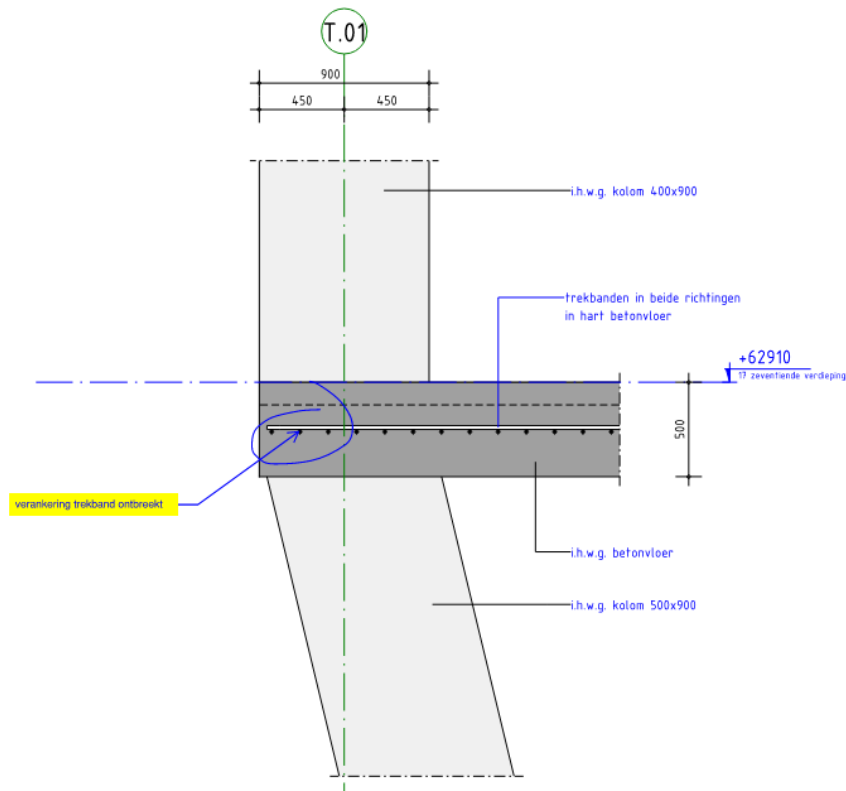
5. Het toepassen van een paalfundering van Tubexpalen tot ca 60-65m-NAP is een logische keuze. Het bepaalde voorlopige paal draagvermogen komt overeen met projecten in de directe omgeving. Wat opvalt is dat voor het geotechnisch advies nog uitgegaan wordt van het oude hogere ontwerp. De lagere toren geeft een significant lagere belasting en daarmee minder zettingen dan nu bepaald. Geadviseerd wordt het geotechnisch advies te herzien op de nieuwe gebouwmassa.

Er is een herzien geotechnisch advies opgesteld. Echter zijn er nog geen voldoende diepe sonderingen gemaakt om een volledig onderbouwd funderingsadvies te kunnen maken. Dit is ook niet als risico opgenomen in de risicoanalyse terwijl dat wel degelijk een risico is. Aanhouden voor vervolgfase.

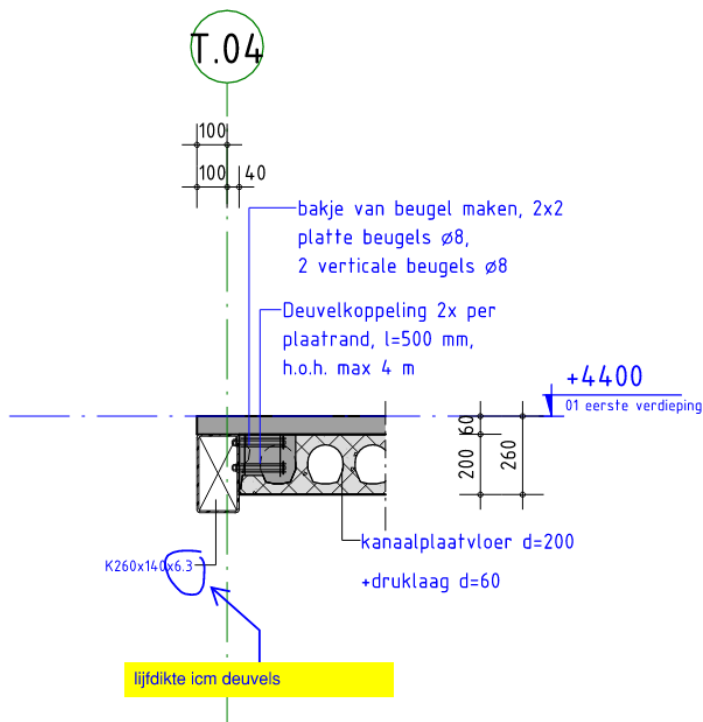
6. De principedetails ontbreken nog. Deze moeten toegevoegd worden om het DO compleet te maken.

Principe details zijn toegevoegd. Hierop hebben wij nog de onderstaande aandachtspunten welke in de nadere uitwerking opgelost kunnen worden. Aanhouden voor vervolgfase.

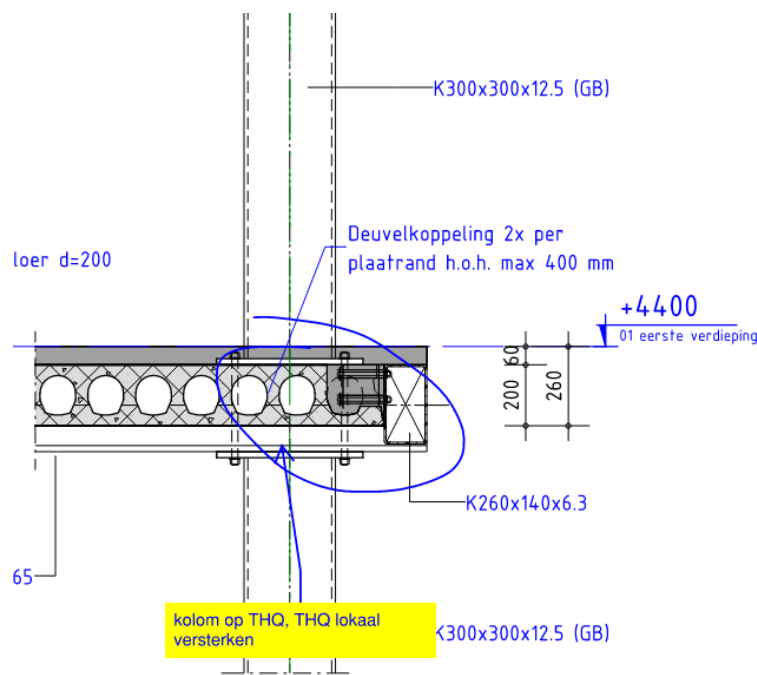
ordernummer: 10977
 notitie: N02
 blz: 4



Figuur 1: detail 17.1



Figuur 2: detail 1.2



Figuur 3: detail 1.5

7. Een analyse van de zettingen van het gebouw en invloed op de belendingen ontbreekt nog. De palen en damwanden staan op zeer korte afstanden van de fundering van de belendingen. De invloed hiervan op de omgeving is nog niet benoemd of beschouwd. De zetting van de toren mag geen schade veroorzaken aan de (fundering van) de omliggende bebouwing. Zijn hier aanvullende maatregelen benodigd? Wat is de invloed van de zetting van de toren op de aansluitende laagbouw en bijvoorbeeld de waterdichtheid van de bestaande kelderbak? Hoe worden hoogteverschillen tussen laagbouw en hoogbouw voorkomen / opgelost? In het VO was aangegeven dat deze beschouwingen nog gemaakt zouden worden. Voor afronding van het DO achten wij deze beschouwingen noodzakelijk.

De zettingsanalyse is nog niet uitgevoerd. Er zijn nu principeoplossingen in het ontwerp toegevoegd die de zettingsverschillen moeten opvangen. Zonder waarden van de optredende verschilzettingen is niet te onderbouwen of beoordelen dat deze maatregelen afdoende zijn. Graag zien wij nog de resultaten van de zettingsanalyse en de toets of de opgenomen voorzieningen afdoende zijn. Deze kunnen ook meegenomen worden in de risicoanalyse en verwerkt worden in een vervolgfase.

8. De ondergrondse aansluiting van de kelders is nog niet verder gedetailleerd of beschouwd. Dit is lastig detail en daarmee een openstaand risico.

Details zijn toegevoegd. Zonder waarden voor de hoekverdraaiing en zettingsverschillen is niet te beoordelen of de opgenomen voorzieningen afdoende zijn. Zie ook punt 7.

9. De principes voor de werkwijze van de tweede draagweg zijn bepaald voor een standaard vloer maar er is nog niet aangetoond dat deze ook effectief zijn en wat de optredende krachten zijn. Graag zien wij een aanvulling met onderbouwing van de tweede draagweg voor alle voorkomende situaties in de toren. Bijvoorbeeld de schuine kolommen en de kolommen met een lange kniklengte in de onderbouw.

[Onderbouwing is toegevoegd. Afgehandeld.](#)

10. De combinatie waar de wind onder 45 graden op de as van het gebouw aankomt is niet meegenomen in de belastingcombinaties in het scia model. Deze situatie is meestal maatgevend voor vierkante torens. Een belastingcombinatie met 100% wind in de ene richting en 40% wind in de andere richting zou volstaan om dit toe te voegen. De verwachting wordt uitgesproken dat dit wegvalt tegen de nu te hoog aangehouden windbelasting. Kunnen de uitgangspunten voor de windbelasting eenduidig bepaald worden en concreet gemaakt zodat dit vastligt voor de verdere uitwerking?

[Verwerkt. Afgehandeld.](#)

11. De controle op het optreden van trek wordt uitgevoerd met de karakteristieke belasting $\times 1,65$, dit zou de quasi-permanente belasting $\times 0,9$ moeten zijn. Hiermee wordt het mogelijk optreden van trek in de constructie onderschat. Graag ontvangen wij nog de toetsing op basis van de juiste waardes.

[Verwerkt. Afgehandeld.](#)

12. De bepaalde waardes voor 2^e orde effecten en geometrische imperfecties komen overeen met de verwachting.

[Constatering, Afgehandeld.](#)

13. Voor de belastingen op afscheidingen bij een hoogteverschil is de normtekst overgenomen in de notitie. Er wordt echter niet aangegeven welke belastingen bij dit project van toepassing zijn. Graag specifiek maken.

[Verwerkt. Afgehandeld.](#)

14. Een verificatieberekening (handberekening) van het model en de gevoeligheidsanalyse van het model/ ontwerp ontbreekt nog. Het totale gewicht en windmoment van de toren worden bijvoorbeeld wel genoteerd maar niet getoetst of dit correct is. Kunnen deze nog aangeleverd worden?

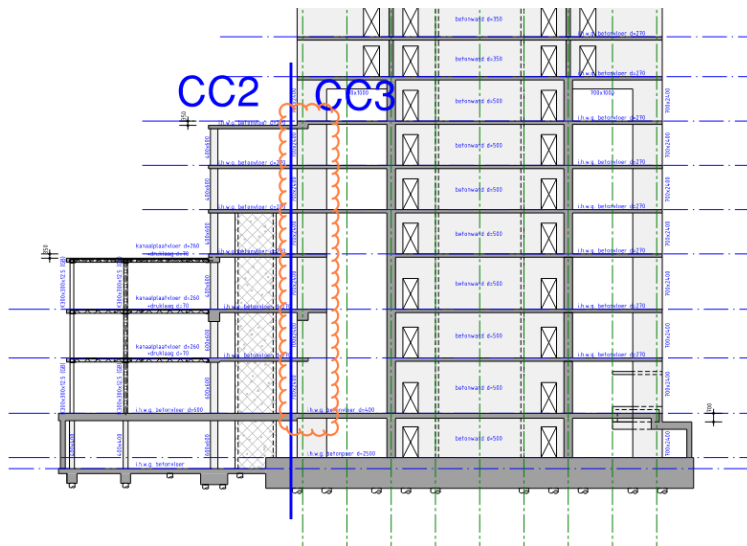
[Deze zijn toegevoegd aan de berekening. Afgehandeld.](#)

15. De optredende krachten en de toetsing/beschouwing daarvan van de schuine kolommen ontbreekt. Kan dit inzichtelijk gemaakt worden?

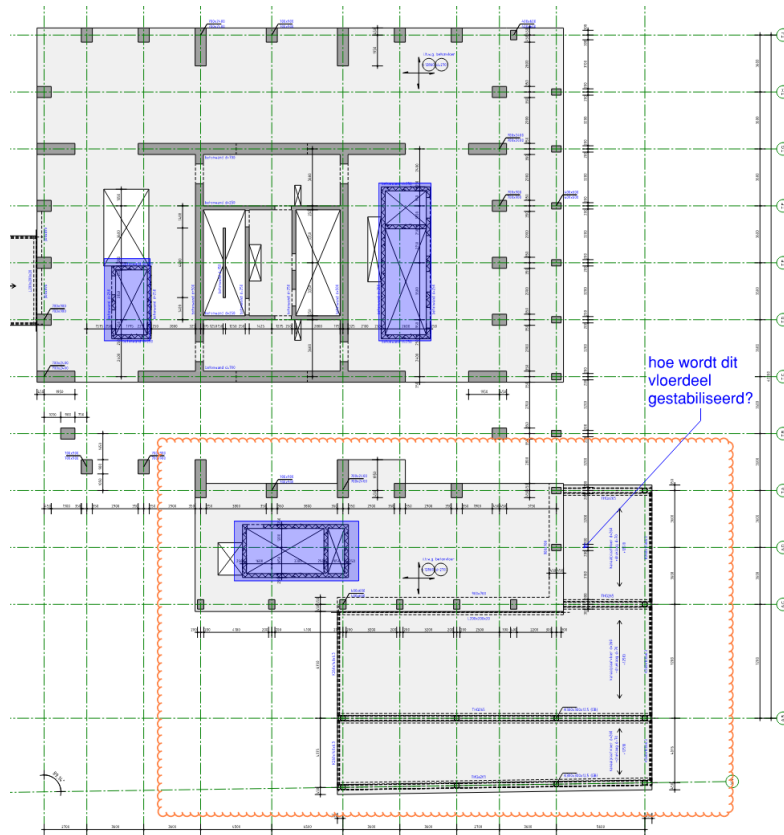
[Deze zijn toegevoegd aan de berekening. Afgehandeld.](#)

16. De kleine kernen zijn nu met een zeer lage stijfheid ingevoerd zodat deze niet/minimaal meewerken in de stabiliteit. Deze keuze begrijpen wij op zich voor het ontwerp van het hoofdsysteem maar vraagt wel aandacht voor detaillering om straks de scheurvorming in deze elementen te beheersen en overbelasting te voorkomen door de in werkelijkheid aanwezige hogere stijfheid. Is er ook een toets uitgevoerd met deze kernen met een normale stijfheid om te controleren of er geen onderdelen overbelast worden? Daarnaast is een deel van de aangrenzende laagbouw afhankelijk van een van deze kernen voor zijn stabiliteit en zijn de kolommen van de hoogbouw voor hun knikstabiliteit afhankelijk van de laagbouw en daarmee deze kern welke in CC2 valt. Hoe is dit bedacht?

Onderwerp is onder de aandacht. De huidige rekenmethode is veilig voor het hoofdsysteem. Pieters heeft bevestigd dat het CC3 deel niet afhankelijk is van het CC2 deel. Afgehandeld.



ordernummer: 10977
notitie: N02
blz: 8



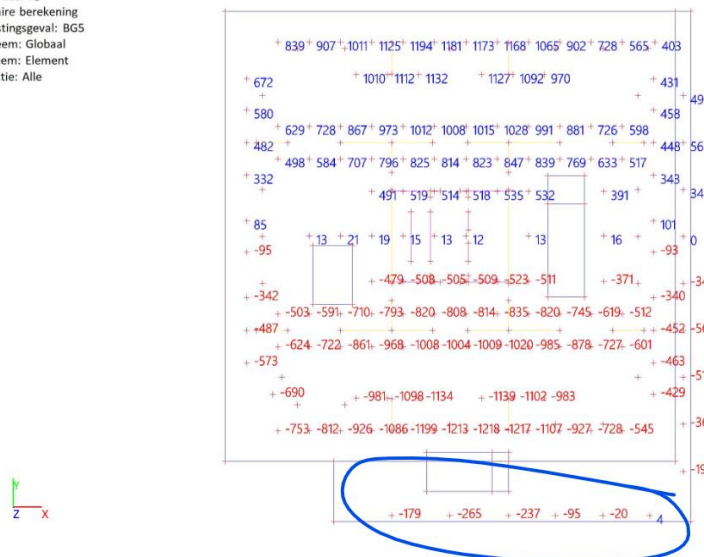
17. Er worden reacties gevonden uit de windbelasting op de fundexpalen naast de grote poer van de toren. Gezien de opbouw van de constructie ontstaan deze waarschijnlijk doordat de toren via de vloeren van de laagbouw een deel van het windmoment afdraagt. Volgens de definitie van de bouwdelen valt dit deel in CC2. Met de huidige krachtswerking zou dat deel ook in CC3 ingedeeld moeten worden. Hoe gaat de krachtswerking hier beheerst worden? Of wordt de gevolklasse aangepast?

3.1.5. Belastingsgevallen - BG5

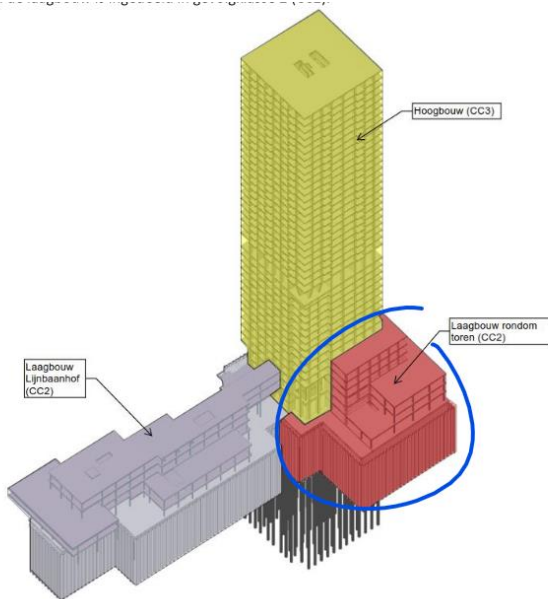
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	Wind Y	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

3.1.5.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG5
 Systeem: Globaal
 Extreem: Element
 Selectie: Alle



De aangegeven palen werken in de nieuwe berekening niet meer mee voor het CC3 gedeelte. Afgehandeld.



18. In de uitgangspuntennotitie worden HEK-combipalen benoemd, op het palenplan staan fundexpalen zonder kern. De waalcompactpalen komen niet voor op tekening. Welke palen worden nu toegepast?

5.3 Paalfundering

Type / omschrijving	Afmetingen	Inbrengniveau	Aantal	Draagvermogen
HEK-buispalen hoogbouw	Ø762/950	Ca. 68m - NAP	Zie tek.	$F_{d,druk} = \text{ca. } 11.500 \text{ kN}$, $F_{d,hor} = \text{ca. } 200 \text{ kN}$
HEK-combipalen laagbouw	Ø460/560	Ca. 23m - NAP	Zie tek.	$F_{d,druk} = \text{ca. } 1.200 \text{ kN}$, $F_{d,trek} = \text{ca. } 300 \text{ kN}$ $F_{d,hor} = \text{ca. } 40 \text{ kN}$
Waalcompactpalen	Ø168/350	Ca. 27m - NAP	Zie tek.	$F_{d,druk} = \text{ca. } 750 \text{ kN}$

Tekenwerk en uitgangspunten zijn nu op elkaar afgestemd. Het aangehouden draagvermogen voor de HEK-combipalen is met 1200kN conservatief ten opzichte van de capaciteit van 1700kN zoals door Geobest bepaald. Afgehandeld.