



Codrico Toren Rotterdam

CC3 toets Stukken Omgevingsvergunning



projectnr.: 2023-067

OPDRACHTGEVER : REDC Rijnhaven Ontwikkeling B.V.
Antoine Platekade 1000
3072 ME Rotterdam

Rotterdam, 13 september 2023



1 Inleiding




























De Rodrico toren is een toren van 220m hoog welke zal worden gebouwd aan de Rijnhaven te Rotterdam. In dit rapport wordt een CC3 toets uitgevoerd van het constructief ontwerp van de stukken welke als onderdeel van de aanvraag omgevingsvergunning worden ingediend.

Tussen de constructeur van het project, Van Rossum en de opdrachtgever, Red Company heeft een vooroverleg plaatsgevonden met betrekking tot de op te stellen CC3 toets.

Door Van Rossum is aangegeven dat een deel van de stukken later wordt aangeleverd, na indiening van de omgevingsvergunning. Bij het uitvoeren van de toets is hier rekening mee gehouden.

2 Overzicht beoordeelde documenten

De volgende documenten zijn beoordeeld:

 2022-068_Researchgebouw WUR_VO Constructies	30-8-2023 11:53
 10588 - N002 - Concept - Constructieve uitgangspuntennotitie AO, d.d. 19-7-2023	4-9-2023 14:42
 10588 - N003 - Concept - Beschouwing tweede draagweg, d.d. 19-7-2023	4-9-2023 14:41
 10588 - N004 - Concept - PVA externe toetsing, d.d. 19-7-2023	31-7-2023 16:27
 10588 - N005 - Notulen vooroverleg Gemeente Rotterdam, Codricotoren, d.d. 1-8-2023	24-8-2023 17:43
 10588 - N008 - concept uitvoer scia model, d.d. 24-8-2023	24-8-2023 18:20
 10588 - VO00001 Begane grond stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO01001 1e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO02001 2e tm 10e verdieping stavaza 25-08-2023	4-9-2023 14:42
 10588 - VO11001 11e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO12001 12e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO13001 13e tm 16e verdieping stavaza 25-08-2023	4-9-2023 14:42
 10588 - VO17001 17e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO18001 18e tm 22e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO23001 23e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO24001 24e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO25001 25e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO26001 26e tm 29e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO30001 30e tm 32e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO33001 33e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO34001 34e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO35001 35e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO36001 36e en 37e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO38001 38e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO39001 39e en 40e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO41001 41e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
 10588 - VO42001 42e en 43e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04

10588 - VO44001 44e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO45001 45e en 46e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO47001 47e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO48001 48e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO49001 49e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO50001 50e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 17:20
10588 - VO51001 51e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO52001 52e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO53001 53e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO54001 54e tm 57e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO58001 58e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO59001 59e en 60e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO61001 61e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO62001 62e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO63001 63e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO64001 64e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO65001 65e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO66001 66e verdieping stavaza 25-08-2023	4-9-2023 14:42
10588 - VO67001 67e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO68001 68e verdieping stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO69001 Dak en dakopbouw stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VO70001 Liftuitloop stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VOK1W01 Wandaanzicht W-1.01 tm W-1.04 stavaza 25-08-2023	4-9-2023 15:09
10588 - VOK1001 Kelder stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VOP1001 Palenplan stavaza 25-08-2023	29-8-2023 14:04
10588 - VOS1001 Situatie stavaza 21-07-2023	29-8-2023 14:04
M2300795-03 - Project Codrico - oriënterend funderingsadvies	31-7-2023 16:27

3 Controle op consistentie aangeleverde stukken

Voor de aanvraag omgevingsvergunning dient volgens het bouwbesluit het volgende te worden ingediend:

...gegevens en bescheiden waaruit blijkt dat het te bouwen of te wijzigen bouwwerk voldoet aan de gestelde eisen in relatie tot:

- a.1. belastingen en belastingcombinaties (sterkte en stabiliteit) van alle (te wijzigen) constructieve delen van het bouwwerk, alsmede van het bouwwerk als geheel;
- a.2. de uiterste grenstoestand van de bouwconstructie en onderdelen van de bouwconstructie.

...een schriftelijke toelichting op het ontwerp van de constructies, waaruit met name blijkt:

- b1. de aangehouden belastingen en belastingcombinaties;
- b.2. de constructieve samenhang;
- b.3. het stabiliteitsprincipe;
- b.4. de omschrijving van de bouwconstructie en de weerstand tegen bezwijken bij brand hiervan

Zoals in de inleiding vermeldt worden na de indiening nog stukken opgesteld. In de constructieve uitgangspunten notitie wordt hier regelmatig naar gerefereerd met de tekst: *"zal bij de definitieve aanvraag omgevingsvergunning worden aangetoond"* Op de punten a.1 en a2 zijn de stukken dan ook nog niet consistent.

1. Om de huidige stand te kunnen beoordelen is van belang dat duidelijk wordt:
 - welke berekeningen en tekeningen nog worden gemaakt en welke onderzoeken nog worden uitgevoerd;
 - een inschatting van de te verwachten resultaten en hoe deze worden geïmplementeerd in het ontwerp;
 - een vooruitblik hoe eventuele tegenvallende resultaten kunnen worden verwerkt in het huidige ontwerp zonder dat hierbij de basisprincipes van het ontwerp worden aangepast.

Bij voorkeur wordt bovenstaande puntsgewijs in een overzicht toegevoegd aan de stukken.

2. Specifiek voor de windtunnelproeven een beknopte omschrijving onder welke norm of richtlijn de test wordt uitgevoerd en hoe de resultaten worden gebruikt bij de uitwerking en toetsing van het ontwerp.

Ten aanzien van de toegepaste windbelasting. Van toepassing is de NTA. Bij een hoogte van 225m is de stuwdrug 1,97 kN/m². In het uitgangspuntenrapport wordt uitgegaan van 1,81 kN/m².

3. Gevraagd is een toelichting op de aangehouden maatgevende stuwdruk.

Voor het bepalen van de maatgevende windbelasting wordt uitgegaan van een toren met een constante rechthoekige doorsnede over de hoogte. In werkelijkheid zijn de hoeken afgerond en neemt de doorsnede van de toren naar boven af.

Uit de windtunneltesten van Rise met een zelfde plattegrond bleek dat de windbelasting veel lager was dan in de berekeningen aangenomen (1/3).

In het overleg met de Gemeente Rotterdam is vastgelegd dat voor de sterkte de maatgevende Eurocode berekening wordt aangehouden in de UGT. Met de huidige benadering is de verwachting dat de in rekening gebrachte windbelasting substantieel hoger is dan de werkelijke windbelasting. Als deze eenmaal is vastgelegd in de goedgekeurde stukken van de omgevingsvergunning kunnen deze niet meer worden aangepast.

4. [Gevraagd wordt een meer nauwkeurige bepaling van de windbelasting gerelateerd aan de bouwgeometrie.](#)

In navolging van bovenstaande.

5. [Hoe is de waarde van \$C_s C_d = 1,15\$ bepaald?](#)

4. Onderbouw en fundering

Onderbouw

De zettingscurve onder de toren zal in grote mate de resulterende paalbelastingen en de bijbehorende krachtswerking in de constructie beïnvloeden. Door Mos wordt gerefereerd aan de in ontwikkeling van de Hofpleintoren (Rise) met een verwachte zetting van 150mm. Tegelijk wordt hier gesteld dat de totale zetting voor Rise wordt beïnvloed door de flankerende Weenatoren en Coolsingeltoren.

Voor het constructief ontwerp is niet zozeer de totale zetting als wel de verschilzetting tussen de rand van de funderingsplaat en het midden van belang.

6. Welke zettingscurve wordt nu als uitgangspunt voor het ontwerp aangehouden en waar is deze op gebaseerd?

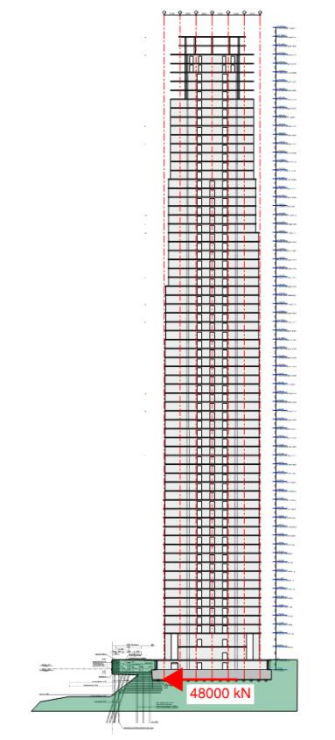
In het uitgangspuntenrapport wordt in het algemeen ingegaan op de wijze waarop de zetting in het rekenmodel wordt geschematiseerd. Er wordt gesproken over een 'basismodel' en een 'grondinteractiemodel' (hoofdstuk 5.3). Uit ervaring weten we dat de gemeente Rotterdam een volledige UGT toets vereist voor de constructie zonder zetting en met zetting van de palen. Dit is ook logisch. De maatgevende storm kan direct na voltooiing plaatsvinden of over 50 jaar. In beide gevallen zal er evenwicht van de fundering moeten zijn.

7. Zijn beide modellen, het basismodel en het grondinteractiemodel, doorgerekend op alle belastingen in de uiterste grenstoestand?

De toren staat direct tegen de kade. De horizontaalkracht wordt overgedragen naar de ondergrond via de palen. De ondergrond zal deze belasting verder moeten afvoeren onder de grond. Tot 17m diepte zijn slappe klei en veenlagen aanwezig.

De kade en het achtergelegen wat er gaat tot 10m-NAP, ca 6m onder onderzijde fundering. In de toekomst wordt het water gedempt.

8. Hoe wordt de horizontaalkracht vanuit de palen overgedragen naar de ondergrond en door de ondergrond zelf naar grotere diepte gebracht? Welke horizontale vervorming ondergaat de fundering hierbij?



De oppervlakte op de plot is volledig benut met palen in een raster van ca 2,5x2,5m.

9. Wat is de optredende paalbelasting onder het gebouw?

10. Is er een scenario als de sonderingen tegenvallen?

11. Wordt er rekening gehouden met het eventueel mislukken van palen?

Door de gemeente Rotterdam wordt een zogenaamde 'softspotanalyse' gevraagd waarbij onder 1/3 van de palen onder de toren een lagere stijfheid hebben. In de van toepassing zijnde normen NEN 9777-1 'Geotechnisch ontwerp van constructies' is de variatie in de ondergrond ondervangen in de 'xi-factoren' waarmee een reductie op het draagvermogen in rekening wordt gebracht. Kortom als naastgelegen palen minder draagvermogen hebben of minder stijfheid hebben is er een overcapaciteit voorzien in naastgelegen palen.

Met het ontwerp van de palen voor en na het optreden van zettingen en de stijfheidsvariatie $\pm \sqrt{2}$ wordt al flink wat overcapaciteit geïntroduceerd. Een soft spot analyse kan leiden tot nog meer extra palen. Afgezien van de extra economische investering zal de paalverdichting over de 11% gaan, waarmee problemen met paalinstallatie kunnen leiden tot noodgrepen die juist een afname in de kwaliteit van de fundering tot gevolg hebben.

12. Onder welke uitgangspunten wordt de 'softspotanalyse' doorgerekend en hoe worden de resultaten verwerkt in het ontwerp.

Een overzicht van optredende paalbelastingen ontbreekt.

13. Gevraagd is een overzicht van de optredende paalbelastingen in de verschillende grenstoestanden voor en na optreden van de zettingen en met de variatie van de paalstijfheden $\pm \sqrt{2}$.

In paragraaf 3.1 wordt een minimale en maximale grondwaterstand aangegeven. Het gebouw grenst aan de Nieuwe Maas. Het is aannemelijk dat het grondwater direct beïnvloed zal worden door de waterstand in de Nieuwe Maas. Deze waterstanden zijn hoger dan de nu aangehouden grondwaterstanden.

14. In hoeverre is rekening gehouden met de grondwaterstanden in de Maas bij het bepalen van de extreme grondwaterstanden?

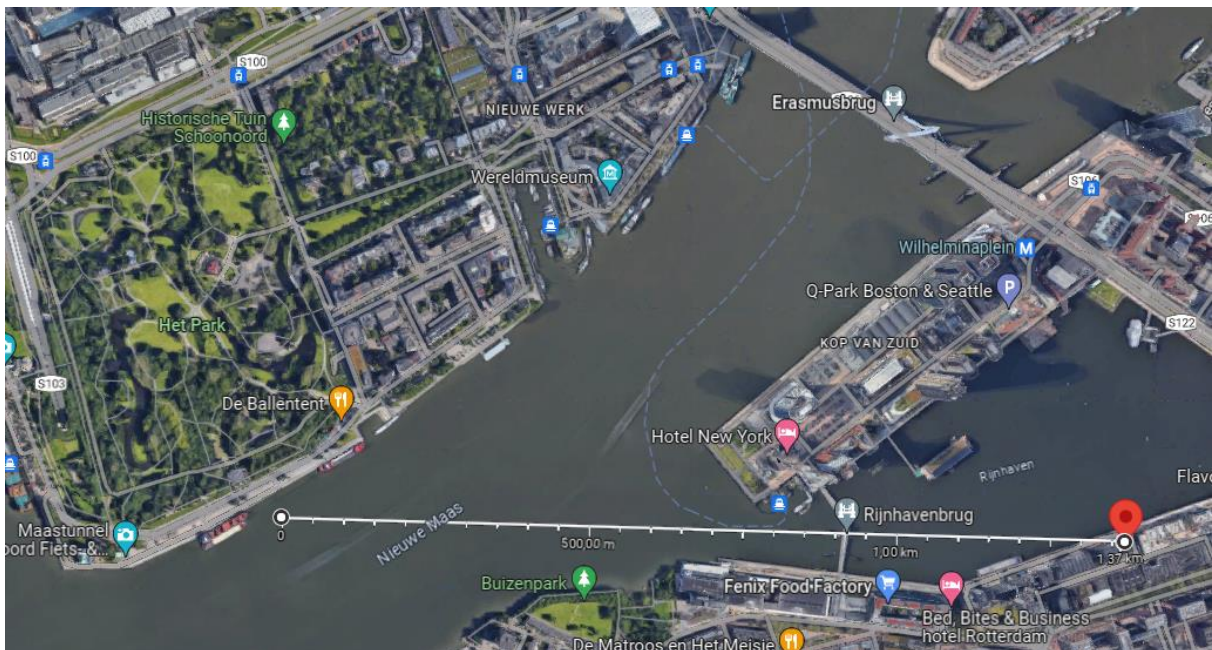
De poer getoond in figuur 9 van het uitgangspuntenrapport wijkt af van de laatste set tekeningen.

15. Stukken doorlopen op tegenstrijdigheden.

5. Bovenbouw

De bepaling van de windterreincategorie paragraaf 4.5.5 kan vervallen. In de van toepassing zijnde NTA wordt alleen onderscheid gemaakt tussen binnenland en kustgebied. Op dergelijke hoogte speelt de lage omliggende bebouwing geen rol. Er is sprake van een kuststrook indien 2km vlak water voor de toren aanwezig is. Voor de projectlocatie Codrico toren is dit maximaal 1,3km (zie onderstaande luchtfoto).

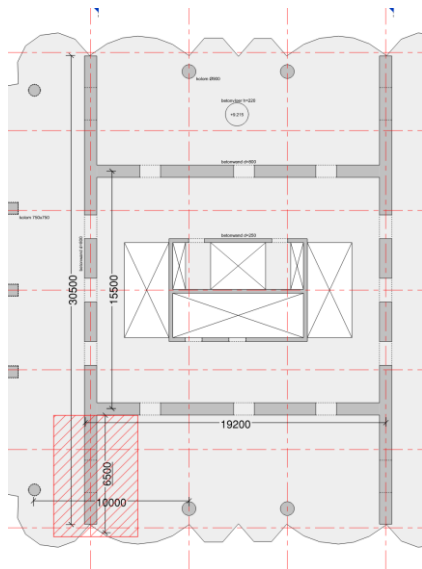
16. De bepaling van de terreincategorie 4.5.5 kan naar ons inzien vervallen.



Op pagina 5.4 wordt een toets uitgevoerd op het trillingscomfort. Hierbij worden globale benaderingsformules uit de Eurocode gebruikt. Voor een hoog en slank gebouw zal een meer specifieke benadering nodig zijn om trillingshinder uit te sluiten. Zeker al omdat de eerste schatting een waarde nabij de grenswaarde geeft.

17. Gevraagd wordt een meer onderbouwde trillingsanalyse, waarbij trillingen in twee richtingen en de torsie trillingen worden gecombineerd en een beschouwing van across-wind vibrations.

De vorm van de kern met de vier vrije wandeinden waar relatief weinig belastin heengaat lijkt gevoelig voor trek. Er wordt met een globale handberekening nagegaan of er trek in de wand optreedt



Kern:

$$I = 80\% \times (2 \times (0,8 \times 30,5^3 / 12) + 2 \times (19,2 \times 0,87,75^2))$$

$$I = 4500 \text{ m}^4$$

$$W = 4500 / 15,25 = 295 \text{ m}^3$$

Windbelasting

$$H_{\text{lowrise}} = 3,95 \text{ kN/m}^2 \times 56 \text{ m} = 221 \text{ kN/m}$$

$$H_{\text{highrise}} = 5,60 \text{ kN/m}^2 \times 38 \text{ m} = 213 \text{ kN/m}$$

ga uit van gemiddeld $H_{\text{wind}} = 217 \text{ kN/m}$

$$M = \frac{1}{2} \times 217 \times 217^2 = 5100 \text{ MNm}$$

Maximale trekspanning in wand:

$$s = 5100 / 295 = 17,3 \text{ N/mm}^2$$

Druk uit permanente belasting (wanden zie bijgaande figuur):

$$G = (0,8 \times 620 + 350 \times 0,6 + 400 \times 0,4) \times 25 \text{ kN/m}^2 = 21,5 \text{ MN}$$

Druk uit vloeren:

$$G = 6,9 \text{ kN/m}^2 \times 6,5 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m}^2 \times 69 \text{ vv} = 15,5 \text{ MN}$$

Druk uit gevel:

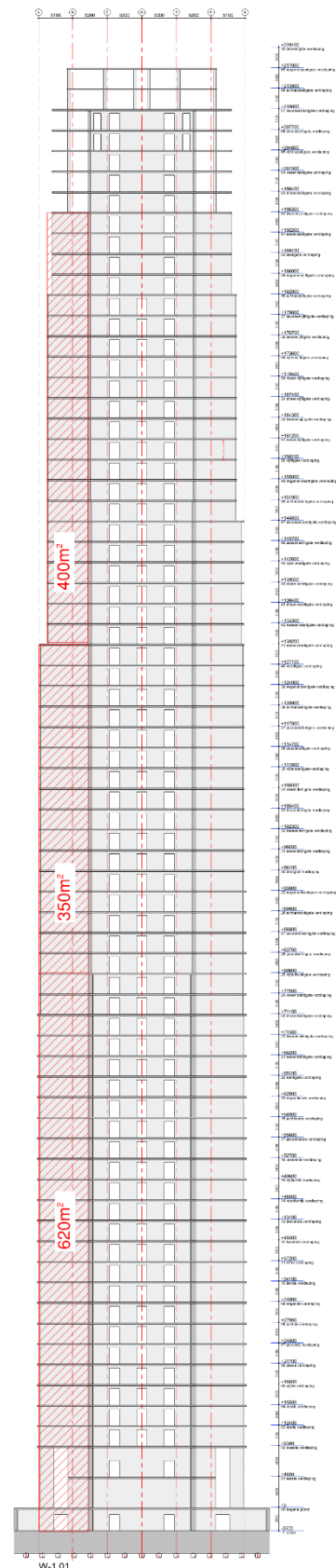
$$G = 217 \times 5 \times 1,5 \text{ kN/m}^2 = 1,6 \text{ MN}$$

$$G_{\text{totaal}} = 21,5 + 15,5 + 1,6 = 38,6 \text{ MN}$$

Minimale drukspanning in wand:

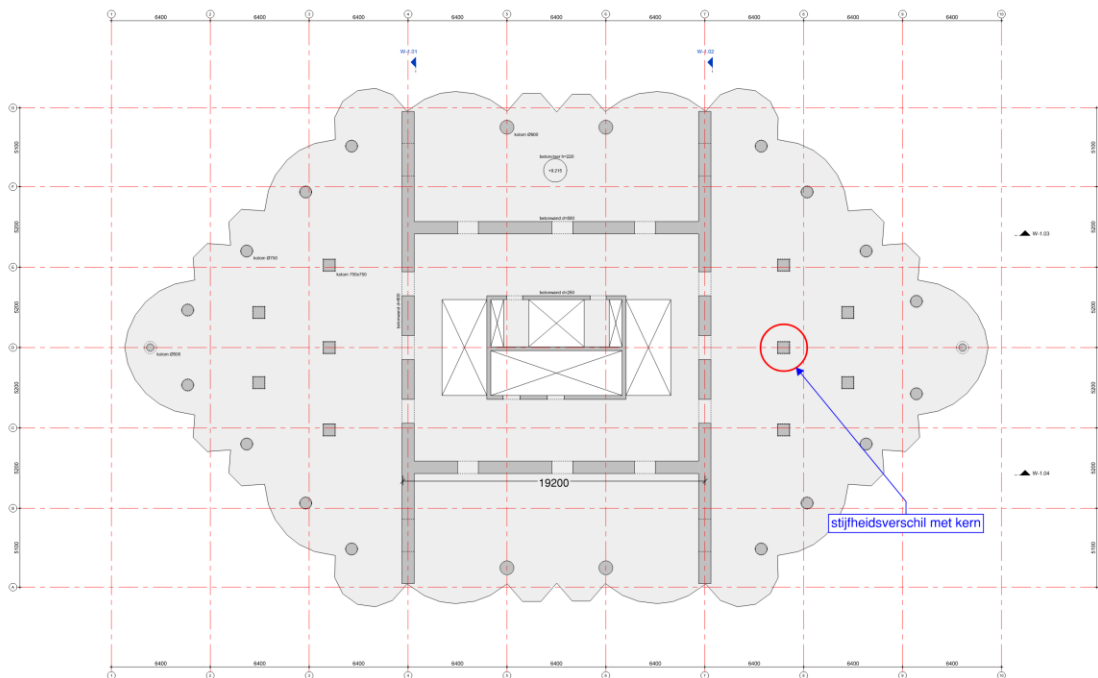
$$s = 0,9 \times 38,6 / (7 \times 0,8) = -6,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Netto spanning: } s = 17,3 - 6,2 = 11,1 \text{ N/mm}^2$$



18. Uit een globale beschouwing blijkt dat er hoge trekspanningen in de kop van de wand optreden. Welke trekspanningen treden er op in de UGT en BGT. Wat is de buigstijfheid van de kern in de BGT en UGT?

19. Treden er trekkrachten op in de palen? Zijn deze opneembaar?



Direct naast de kern staan kolommen op ca. 5m afstand. De kolommen zullen door de verticale belasting worden ingedrukt.

20. Wat is het vervormingsverschil tussen de kolommen en de kernwanden door axiale belasting? Vallen deze binnen de norm?

21. De hoofddragconstructie heeft een brandwerendheid van 180 minuten. Zijn er aanvullende voorzieningen nodig om afsputten van de beton bij hoge betonkwaliteiten te voorkomen?

Met betrekking tot de tweede draagweg is een rapportage 'Beschouwing tweede draagweg' opgesteld. Waar mogelijk worden trekbanden toegepast. Voor de hoekkolommen waar de trekband geen evenwicht kan maken wordt de vloer gewapend op de situatie zonder ondersteuning van de kolom.

De hiernaast weergegeven situatie wordt globaal getoetst.

$$\text{Vloerlast: } P = 5,5 + 1,4 + 2 = 8,9 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Gevel: } p = 1,5 \times 3,1 = 4,7 \text{ kN/m}$$

Uitkraging over blauwe lijn:

$$M = \frac{1}{2} \times 8,9 \times 4^2 + 4,7 \times 4 = 90 \text{ kNm}$$

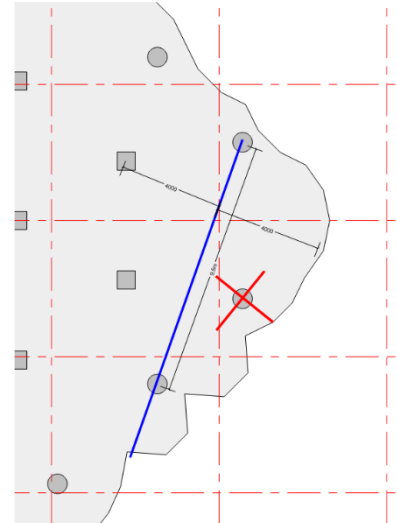
$$\text{wapening: } A_{\text{ben}} = 90 / (0,19 \times 0,435) = 1100 \text{ mm}^2$$

Overspanning over blauwe lijn:

$$\text{lijnlast: } p = 90/4 + 6 \times 8,9 = 76 \text{ kN/m}$$

$$M = 0,1 \times 76 \times 9,5^2 = 686 \text{ kNm}$$

$$\text{wapening } A_{\text{ben}} = 686 / (0,19 \times 0,435) = 8300 \text{ mm}^2$$



Over een strookbreedte van 4m is dit ca 2000mm²/m, oftewel Ø16-100

Bij de kolommen zal dit leiden tot grote geconcentreerde momenten en wapeningshoeveelheden.

22. Gevraagd is een kwantitatieve beschouwing van de trekbanden en overstekken voor enkele maatgevende situaties, waarbij wordt aangetoond dat de benodigde wapening rondom de kolommen toepasbaar en uitvoerbaar is.