

Pieters Bouwtechniek  
Poortweg 4J  
2612 PA Delft  
015-2190300

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

## **Lumière, Rotterdam**

### Uitgangspunten en Constructief ontwerp

Opdrachtgever:  
Architect:

VORM, Manhave Vastgoed  
KAAN Architecten

Opgesteld door:  
Projectleider:  
Datum:  
Wijziging:  
Ref.:

21 september 2022  
C – 15 september 2023  
R-321044-DO-01C

Paraaf:



## Inhoudsopgave

|        |                                                                               |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | Algemeen .....                                                                | 5  |
| 1.1    | Projectgegevens .....                                                         | 5  |
| 1.2    | Projectomschrijving .....                                                     | 5  |
| 1.3    | Leeswijzer, CC3 toetsing en risicoanalyse .....                               | 6  |
| 2      | Uitgangspunten .....                                                          | 7  |
| 2.1    | Normen en voorschriften .....                                                 | 7  |
| 2.2    | Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën .....                    | 7  |
| 2.3    | Gebruiksbelastingen .....                                                     | 8  |
| 2.4    | Horizontale belastingen op vloerafscheidingen .....                           | 9  |
| 2.5    | Brandeisen-constructie .....                                                  | 10 |
| 2.5.1  | Toren .....                                                                   | 10 |
| 2.5.2  | Laagbouw .....                                                                | 10 |
| 2.6    | Belasting door sneeuw en regenwater .....                                     | 11 |
| 2.7    | Windbelasting .....                                                           | 11 |
| 2.7.1  | Onderbouwing bebouwd .....                                                    | 12 |
| 2.7.2  | Verdeling van de extreme stuwdruk toren .....                                 | 13 |
| 2.7.3  | Druk- en zuigingscoëfficiënten toren .....                                    | 14 |
| 2.7.4  | Aangeblazen oppervlak .....                                                   | 14 |
| 2.7.5  | Bouwwerkfactor ( $c_{sCd}$ ) .....                                            | 15 |
| 2.7.6  | Stuwdruk laagbouw .....                                                       | 15 |
| 2.7.7  | Diagonale windbelasting .....                                                 | 15 |
| 2.7.8  | Asymmetrische windbelasting .....                                             | 15 |
| 2.8    | Vervormingen en trillingen .....                                              | 16 |
| 2.8.1  | Versnellingen toren t.g.v. windbelasting voor bruikbaarheidsbeoordeling ..... | 17 |
| 2.9    | Contactgeluidsisolatie .....                                                  | 17 |
| 2.10   | Buitengewone belastingen met bekende oorzaak .....                            | 17 |
| 2.11   | Buitengewone belastingen met onbekende oorzaak .....                          | 18 |
| 2.12   | Geotechnisch onderzoek en grondwater .....                                    | 18 |
| 2.12.1 | Controlesonderingen .....                                                     | 18 |
| 2.13   | Bestaande situatie en belendingen .....                                       | 19 |
| 2.13.1 | Toren .....                                                                   | 19 |
| 2.13.2 | Laagbouw .....                                                                | 19 |
| 2.14   | Draaiplateau Lijnbaanhof .....                                                | 20 |
| 2.15   | Second opinion toren .....                                                    | 21 |
| 3      | Constructief ontwerp .....                                                    | 22 |
| 3.1    | Inleiding .....                                                               | 22 |
| 3.2    | Ontwerp draagconstructie .....                                                | 22 |
| 3.3    | Brandwerendheid .....                                                         | 24 |
| 3.3.1  | Toren .....                                                                   | 24 |
| 3.3.2  | Laagbouw .....                                                                | 24 |
| 3.4    | Stabiliteit .....                                                             | 27 |
| 3.4.1  | Toren .....                                                                   | 27 |
| 3.4.2  | Laagbouw .....                                                                | 28 |
| 3.5    | Demarcatie CC2/CC3 .....                                                      | 29 |
| 3.6    | Overgangsconstructie technieklaag .....                                       | 30 |
| 3.7    | Ontwerp fundering en bouwput .....                                            | 31 |
| 3.7.1  | Toren .....                                                                   | 31 |

|      |        |                                                                 |    |
|------|--------|-----------------------------------------------------------------|----|
|      | 3.7.2  | Laagbouw .....                                                  | 32 |
| 3.8  |        | Tweede draagweg .....                                           | 34 |
| 3.9  |        | Gevel .....                                                     | 37 |
|      | 3.9.1  | Montage .....                                                   | 37 |
|      | 3.9.2  | Balkons .....                                                   | 37 |
|      | 3.9.3  | Gevolklasse en robuustheid .....                                | 38 |
|      | 3.9.4  | Natuursteen .....                                               | 38 |
| 3.10 |        | Aandachtspunten uitwerking wapeningsberekeningen .....          | 38 |
| 3.11 |        | Aandachtspunten uitwerking staalberekeningen .....              | 38 |
| 3.12 |        | Installaties .....                                              | 39 |
| 3.13 |        | Noodoverstorten .....                                           | 42 |
| 3.14 |        | Daktuinen .....                                                 | 43 |
| 3.15 |        | Stappenplan bouwput toren .....                                 | 44 |
| 3.16 |        | Demarcatie constructieve werkzaamheden .....                    | 48 |
|      | 3.16.1 | Engineering deelconstructies .....                              | 48 |
|      | 3.16.2 | Inspecties .....                                                | 48 |
|      | 3.16.3 | Coördinatie van sparingen en voorzieningen .....                | 49 |
| 4    |        | Belastingen .....                                               | 50 |
|      | 4.1    | Vloeren toren .....                                             | 50 |
|      | 4.2    | Wanden toren .....                                              | 51 |
|      | 4.3    | Vloeren laagbouw .....                                          | 52 |
|      | 4.4    | Wanden laagbouw .....                                           | 54 |
| 5    |        | Uitgangspunten materiaalkwaliteiten en calculatiegegevens ..... | 55 |
|      | 5.1    | Betonconstructies .....                                         | 55 |
|      | 5.1.1  | Toren .....                                                     | 55 |
|      | 5.1.2  | Laagbouw (Lijnbaanhof en laagbouw rondom toren) .....           | 56 |
|      | 5.2    | Staalconstructies .....                                         | 56 |
|      | 5.3    | Paalfundering .....                                             | 56 |
| 6    |        | Aandachtspunten bij nadere uitwerking door aannemer .....       | 57 |
|      | 6.1    | Gevel .....                                                     | 57 |
|      | 6.2    | Integreren Installaties in het constructieve ontwerp. ....      | 57 |
|      | 6.3    | Fundering .....                                                 | 57 |
|      | 6.4    | Uitvoering .....                                                | 57 |
|      | 6.5    | Monitoring .....                                                | 58 |
| 7    |        | Risicoanalyse .....                                             | 59 |
|      | 7.1    | Tweede draagweg .....                                           | 59 |
|      | 7.2    | Ontwerp toren .....                                             | 60 |
|      | 7.3    | Uitvoering toren .....                                          | 60 |
|      | 7.4    | Fundering .....                                                 | 61 |
|      | 7.5    | Uitvoering – algemeen en proces/planning .....                  | 62 |
|      | 7.6    | Omgeving .....                                                  | 63 |
| 8    |        | Slopen bestaand .....                                           | 64 |
|      | 8.1    | Slopen bestaande Lumière gebouw .....                           | 64 |
|      | 8.1.1  | Kelder- en funderingsconstructies .....                         | 65 |
|      | 8.2    | Slopen deel bestaande parkeergarage The Core .....              | 68 |
|      | 8.2.1  | Ondersteunen vloeren .....                                      | 68 |
|      | 8.2.2  | Fundering en kelder .....                                       | 70 |
|      | 8.2.3  | Bovenbouw .....                                                 | 71 |

■ Datum: 15 september 2023

■ Project: Lumière, Rotterdam

■ Betreft: Uitgangspunten en Constructief  
ontwerp

■ Ref.: R-321044-DO-01C

Bijlage 2 Verslaglegging vooroverleggen BoWoTo

Bijlage 3 Ontwerpberekening isokorven balkons

## 1 Algemeen

### 1.1 Projectgegevens

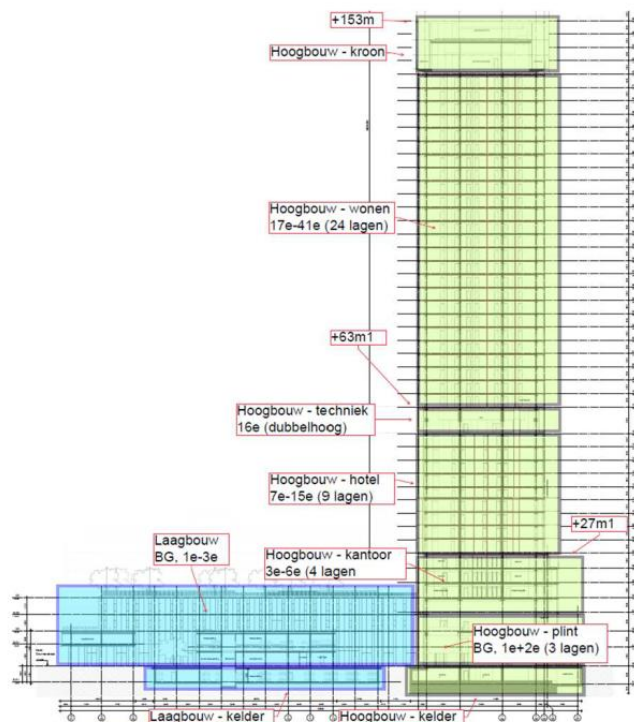
|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Project               | Lumière, Rotterdam     |
| Opdrachtgever         | VORM, Manhave Vastgoed |
| Architect             | KAAN Architecten       |
| Adviseur bouwfysica   | DGMR                   |
| Adviseur brand        | DGMR                   |
| Adviseur installaties | DGMR                   |
| Adviseur constructies | Pieters Bouwtechniek   |

### 1.2 Projectomschrijving

De 'Lumiëretoren', genaamd naar de voormalige bioscoop op de hoek van de Kruiskade en Lijnbaan, is een 153 meter hoge toren in het centrum van Rotterdam.

De locatie wordt omringd door de Kruiskade, Karel Doormanstraat, het Weena Zuid en de Lijnbaan. In dit gebied staan het Crystal House, het Weenagebouw en de noordelijke Lijnbaanflat, City House genaamd. Het Weenagebouw wordt niet betrokken in deze studie en fungeert puur als inkadering van het ensemble, het City House zal vanwege de monumentale status alleen via de plint aansluiting vinden bij de herontwikkeling. Deze twee gebouwen omsluiten samen met een aantal lagere gebouwen een expeditiehof en entree naar de parkeergarage.

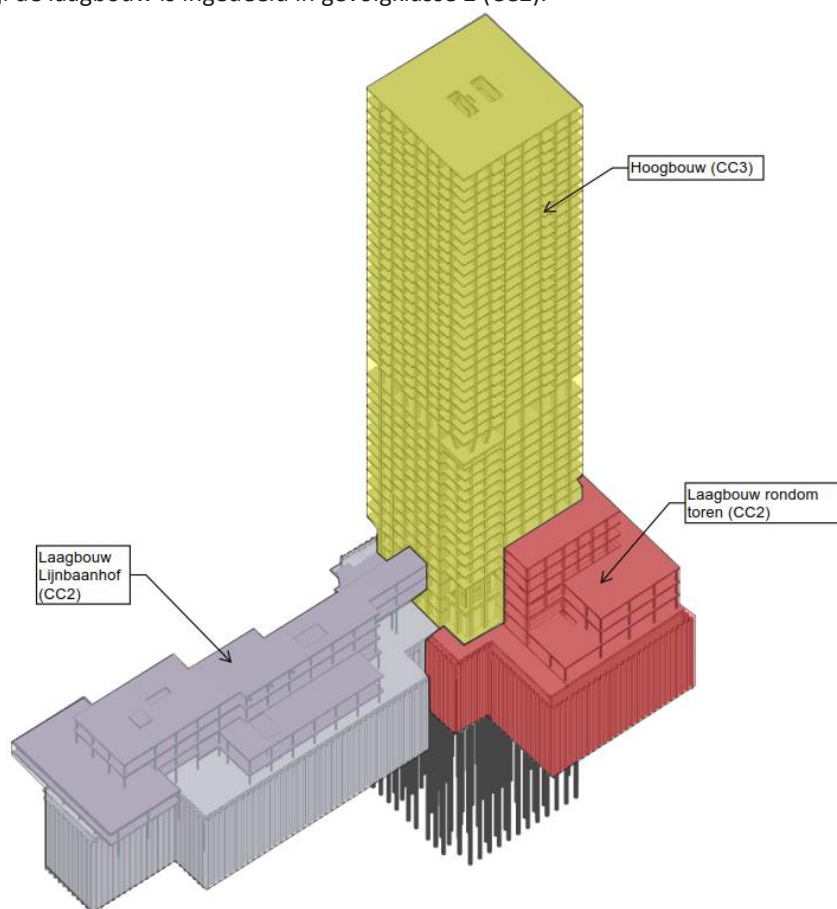
Het plan bestaat uit de ontwikkeling van een nieuwe hoogbouwtoeren met woon- en kantoorfuncties, en de uitbreiding van de bestaande parkeergarage.



Impressie van het project

### 1.3 Leeswijzer, CC3 toetsing en risicoanalyse

In dit rapport zijn de constructieve uitgangspunten omschreven waarop het definitief ontwerp is gebaseerd. Daarnaast wordt het constructief ontwerp kort omschreven. In het rapport wordt diverse malen onderscheid gemaakt tussen 'laagbouw' en 'hoogbouw', zie hieronder de demarcatie. De hoogbouw toren is ingedeeld in gevolgklasse 3 (CC3) terwijl de laagbouw is ingedeeld in gevolgklasse 2 (CC2).



Omdat voor dit project gevolgklasse 3 (CC3) van toepassing is zal deze rapportage extern worden getoetst. Het toetsingsformulier is in Bijlage 1 opgenomen.

Zie Hoofdstuk 7 voor de risicoanalyse.

#### Revisiebeheer

| Versie     | Datum      | Wijziging                                                                   |
|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Concept    | 01-08-2022 | Rapport in concept verstrekt.                                               |
| Definitief | 21-09-2022 | Rapport definitief gemaakt.                                                 |
| A          | 24-02-2023 | Wijziging hoogte toren naar 153m                                            |
| B          | 01-08-2023 | Constructie geoptimaliseerd, opmerkingen BoWoTo en CC3 toets verwerkt       |
| C          | 15-09-2023 | Opmerkingen BoWoTo en CC3 toets (van zowel VRR1 als Frits van Tol) verwerkt |

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Normen en voorschriften

De nieuwbouw moet voldoen aan het bouwbesluit 2012. Dit betekent dat voor het constructief ontwerp de Eurocodes van toepassing zijn.

De volgende normen worden gehanteerd inclusief de Nederlandse Nationale Bijlagen (NB):

|                         |                                                                                                             |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NEN – EN 1990           | Grondslagen van het constructief ontwerp                                                                    |
| NEN – EN 1991           | Belastingen op constructies                                                                                 |
| NEN – EN 1992           | Betonconstructies                                                                                           |
| NEN – EN 1993           | Staalconstructies                                                                                           |
| NEN – EN 1994           | Staal – betonconstructies                                                                                   |
| NEN – EN 1995           | Houtconstructies                                                                                            |
| NEN – EN 1996           | Metselwerkconstructies                                                                                      |
| NEN – EN 1997           | Geotechnisch ontwerp (NEN 9997)                                                                             |
| NEN 8700                | Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen |
| NEN 8701                | Beoordeling constructieve veiligheid bestaand bouwwerk - Belastingen                                        |
| NEN – EN 1997-1+C1:2012 | Geotechnisch ontwerp bij bestaande bouw en verbouw                                                          |

### 2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën

Volgens NEN – EN 1990 en NEN-EN 1991-1-7 geldt voor de toren:

Gevolgklasse CC3 (Hoge gebouwen, die reiken tot meer dan 70 meter boven het aangrenzende maaiveld)

Voor de laagbouw geldt:

Gevolgklasse CC2b (Woongebouwen, hotels en kantoorgebouwen met 5 of meer bouwlagen)

|                   |                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Ontwerplevensduur | klasse 3 (ontwerplevensduur = 50 jaar)                     |
| Gebouwcategorie   | Categorie A (woon- en verblijfsruimte)                     |
|                   | Categorie B (kantoorruimtes)                               |
|                   | Categorie C (bijeenkomstruimtes)                           |
|                   | Categorie E (opslagruimtes)                                |
|                   | Categorie F (verkeersruimtes voertuiggewicht $\leq 30$ kN) |
|                   | Categorie H (daken)                                        |

In uiterste grenstoestand STR gelden de volgende partiële factoren:

| Blijvende en tijdelijke<br>ontwerpsituaties |              | Blijvende belastingen |               |         |               | Overheersende<br>veranderlijke be-<br>lasting | Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de<br>overheersende |      |                              |
|---------------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------|---------|---------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------|------------------------------|
|                                             |              | Ongunstig             |               | Gunstig |               |                                               | Belangrijkste<br>(indien aanwezig)                             |      | Andere                       |
| CC2                                         | (Vgl. 6.10a) | 1,3                   | $G_{k,j,sup}$ | 0,9     | $G_{k,j,inf}$ | 1,5                                           | $Q_{k,1}$                                                      | 1,5  | $\Psi_{0,1} Q_{k,1} (i > 1)$ |
|                                             | (Vgl. 6.10b) | 1,2                   | $G_{k,j,sup}$ | 0,9     | $G_{k,j,inf}$ |                                               |                                                                | 1,5  | $Q_{k,1}$                    |
| CC3                                         | (Vgl. 6.10a) | 1,5                   | $G_{k,j,sup}$ | 0,9     | $G_{k,j,inf}$ | 1,65                                          | $Q_{k,1}$                                                      | 1,65 | $\Psi_{0,1} Q_{k,1} (i > 1)$ |
|                                             | (Vgl. 6.10b) | 1,30                  | $G_{k,j,sup}$ | 0,9     | $G_{k,j,inf}$ |                                               |                                                                | 1,65 | $Q_{k,1}$                    |

In de bruikbaarheidsgrenstoestanden (BGT) geldt de partiële factor  $\gamma = 1,0$ .  
Hiervoor wordt de tabel A.1.4 uit NEN-EN 1990-A1+A1/C2 NB:2011 aangehouden:

|                  |     |               |     |               |     |                      |     |                              |
|------------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|----------------------|-----|------------------------------|
| (Karakteristiek) | 1,0 | $G_{k,j,sup}$ | 1,0 | $G_{k,j,inf}$ | 1,0 | $Q_{k,1}$            | 1,0 | $\Psi_{0,1} Q_{k,1} (i > 1)$ |
| (Frequent)       | 1,0 | $G_{k,j,sup}$ | 1,0 | $G_{k,j,inf}$ | 1,0 | $\Psi_{1,1} Q_{k,1}$ | 1,0 | $\Psi_{2,1} Q_{k,1} (i > 1)$ |
| (Quasi-blijvend) | 1,0 | $G_{k,j,sup}$ | 1,0 | $G_{k,j,inf}$ | 1,0 | $\Psi_{2,1} Q_{k,1}$ | 1,0 | $\Psi_{2,1} Q_{k,1} (i > 1)$ |

De lange termijneffecten voor de betonconstructie worden niet in rekening gebracht bij windbelastingen.

Voor de buitengewone combinatie wordt de tabel A1.3 uit NEN-EN 1990 NB:2019 aangehouden:

| Ontwerpsituatie             | Blijvende belastingen |               |         |               | Overheersende buitengewone belasting | Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende |                                                     |                              |
|-----------------------------|-----------------------|---------------|---------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|
|                             | Ongunstig             |               | Gunstig |               |                                      | Belangrijkste (indien aanwezig)                             | Andere                                              |                              |
| Buitengewoon (Vgl. 6.11a/b) | 1,0                   | $G_{k,j,sup}$ | 1,0     | $G_{k,j,inf}$ | 1,0                                  | $A_d$                                                       | 1,0 $\Psi_{1,1} Q_{k,1}$<br>of $\Psi_{2,1} Q_{k,1}$ | $\Psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$ |

### 2.3 Gebruiksbelastingen

Conform NEN-EN 1991-1-1:2019/NB:2019 Tabel NB.1-6.2 gelden voor de vloeren binnen dit project de volgende gebruiksbelastingen:

| Klasse van belaste oppervlakte                                           | Verdeelde belasting $q_k$ |                   | Geconcentreerde belasting $Q_k$ |    | $\Psi_0$ | $\Psi_1$ | $\Psi_2$ |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|----|----------|----------|----------|
| Klasse A-vloeren (wonen en huishoudelijk gebruik)                        | 1,75                      | kN/m <sup>2</sup> | 3,00                            | kN | 0,4      | 0,5      | 0,3      |
| Klasse A-trappen (wonen en huishoudelijk gebruik)                        | 3,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 3,00                            | kN | 0,4      | 0,5      | 0,3      |
| Klasse A-balkons (wonen en huishoudelijk gebruik)                        | 2,50                      | kN/m <sup>2</sup> | 3,00                            | kN | 0,4      | 0,5      | 0,3      |
| Klasse B-kantoorruimten                                                  | 2,50                      | kN/m <sup>2</sup> | 7,00                            | kN | 0,5      | 0,5      | 0,3      |
| Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomst ruimten) | 5,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 7,00                            | kN | 0,4      | 0,7      | 0,6      |
| Klasse D2-warenhuizen (winkelruimten)                                    | 4,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 7,00                            | kN | 0,4      | 0,7      | 0,6      |
| Klasse E1-overige (opslag en industrieel gebruik)                        | 5,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 10,00                           | kN | 1,0      | 0,9      | 0,8      |
| Klasse F-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen lichter dan 30 kN)     | 2,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 10,00                           | kN | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| Klasse G-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen zwaarder dan 120 kN)   | 30,00                     | kN/m <sup>2</sup> | 70,00                           | kN | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| Klasse H-daken (niet toegankelijk) $0 \leq \alpha < 15^\circ$            | 1,00                      | kN/m <sup>2</sup> | 1,50                            | kN | 0,0      | 0,0      | 0,0      |

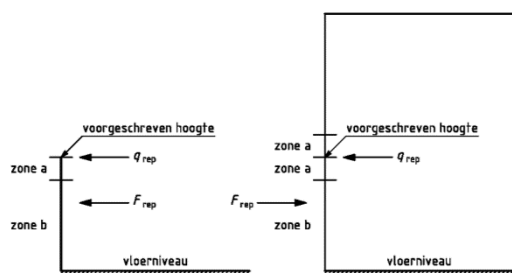
## 2.4 Horizontale belastingen op vloerafscheidingen

Voor de horizontale belastingen op vloerafscheidingen gelden de eisen volgens bijlage NB.A van NEN-EN 1991-1-1:2019/NB:2019.

| Ruimte                                                                                                                                       | $q_{rep}$                       | $F_{rep}$                       |         |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|------------|
|                                                                                                                                              | Voorgeschreven hoogte of zone a | Voorgeschreven hoogte of zone a | Zone b  | Zone a + b |
| Niet-gemeenschappelijke ruimten met een woonfunctie en bijbehorende nevenfuncties                                                            | 0,3 kN/m                        | 0,5 kN                          | 0,35 kN | 0,20 kN    |
| Gemeenschappelijke ruimten met een woonfunctie                                                                                               | 0,5 kN/m                        | 1,0 kN                          | 0,35 kN | 0,20 kN    |
| Niet-gemeenschappelijke ruimten van een celfunctie, niet gelegen in een cellengebouw, en van een logiesfunctie en bijbehorende nevenfuncties | 0,5 kN/m                        | 1,0 kN                          | 0,50 kN | 0,30 kN    |
| Overige klassen                                                                                                                              | 0,8 kN/m                        | 1,0 kN                          | 0,70 kN | 0,50 kN    |

Voor de stootbelastingen op vloerafscheidingen gelden de eisen volgens bijlage NB.B van NEN-EN 1991-1-1:2019/NB:2019.

De voorgeschreven hoogte is 1,2 m (voor vloeren boven de 13 meter).



Indeling vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil

Alle woonverdiepingen zijn ingedeeld in (niet)-gemeenschappelijke ruimten met een woonfunctie.

Alle hotelverdiepingen zijn ingedeeld in niet-gemeenschappelijke ruimten van een logiesfunctie.

Alle openbare ruimtes (begane grond, bar, openbare ruimte kroon) zijn ingedeeld in 'overige klassen'.

## 2.5 Brandeisen-constructie

Volgens het bouwbesluit 2012 gelden voor dit gebouw de volgende eisen:

### 2.5.1 Toren

Woonfunctie (Nieuwbouw) - Lid 1, 2, 3

Lid 1 (Nieuwbouw). Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Dit geldt niet voor de vloer van een buitenruimte van een woonfunctie.

Lid 2 (Nieuwbouw). Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel 2.10.1 (van het bouwbesluit) aangegeven tijdsduur door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment.

Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.

Lid 3 (Nieuwbouw). In afwijking van het tweede lid wordt de in tabel 2.10.1 aangegeven tijdsduur met 30 minuten bekort, indien geen vloer van een verblijfsgebied van de gebruiksfunctie hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau en de volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500 MJ/m<sup>2</sup>.

Conclusie:

De hoogste vloer van het verblijfsgebied ligt op een hoogte van circa 210 meter boven het niveau van de begane grond. Omdat dit hoger is dan 13 meter, geldt er voor de bouwconstructie een brandeis van 120 minuten in combinatie met een sprinkler. Dit geldt ook voor de woningen. Een reductie op deze brandwerendheid van de hoofd draagconstructie is niet toegestaan. Voor constructies van vluchtwegen in de toren geldt een eis van 105 minuten.

### 2.5.2 Laagbouw

Kantoorfunctie (Nieuwbouw) - Lid 1, 4, 6

Lid 1 (Nieuwbouw). Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Dit geldt niet voor de vloer van een buitenruimte van een woonfunctie.

Lid 4 (Nieuwbouw). Een bouwconstructie van een gebruiksfunctie met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 5 m boven het meetniveau of lager dan 5 m onder het meetniveau bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin de bouwconstructie niet ligt, niet binnen 90 minuten door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan het brandcompartiment.

Lid 6 (Nieuwbouw). In afwijking van het vierde en vijfde lid, wordt de tijdsduur met 30 minuten bekort, indien de volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500 MJ/m<sup>2</sup>.

Conclusie:

De hoogste vloer van het verblijfsgebied ligt op een hoogte van circa 12,5 meter boven het niveau van de begane grond. Omdat dit hoger is dan 5 meter, geldt er voor de bouwconstructie een brandeis van 90 min. Uitgangspunt is dat deze eis op basis van een lage permanente vuurbelasting met 30 minuten kan worden gereduceerd tot 60 minuten

Door DGMR dienen de bovenstaande eisen vertaald te worden in een brandveiligheidsconcept voor het totale gebouw. Dit brandveiligheidsconcept wordt afgestemd met de brandweer.

De eisen voor de brandoverslag en branddoorslag tussen de compartimenten worden ook vastgelegd in het brandveiligheidsconcept van DGMR.

Let op: de uiteindelijk geldende brandeisen worden vastgesteld door de BrandPreventieCommissie en volgen uit de verleende bouwvergunning.

## 2.6 Belasting door sneeuw en regenwater

Voor de bepaling van de belasting door sneeuw(ophoping) en regenwater op de daken moet NEN-EN 1991-1-3 aangehouden worden.

Om te voorkomen dat hemelwater kan accumuleren op het dak, moet de dakbedekking onder afschot worden gelegd. Tevens moeten er noodoverlaten in de gevels worden aangebracht om bij hevige regenval het hemelwater van het dak af te voeren. De belasting ten gevolge van wateraccumulatie wordt zo beperkt ook als de reguliere afvoeren niet functioneren.

De  $\Psi$  factoren bij belasting door regenwater zijn:  $\Psi_0 = 0,0$   $\Psi_1 = 0,0$   $\Psi_2 = 0,0$

Uitgangspunt belasting door wateraccumulatie:

Wateraccumulatie max:  $q_k \leq 2,00 \text{ kN/m}^2$

Uitgangspunt belasting door sneeuw:

Karakteristieke waarde:  $s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$

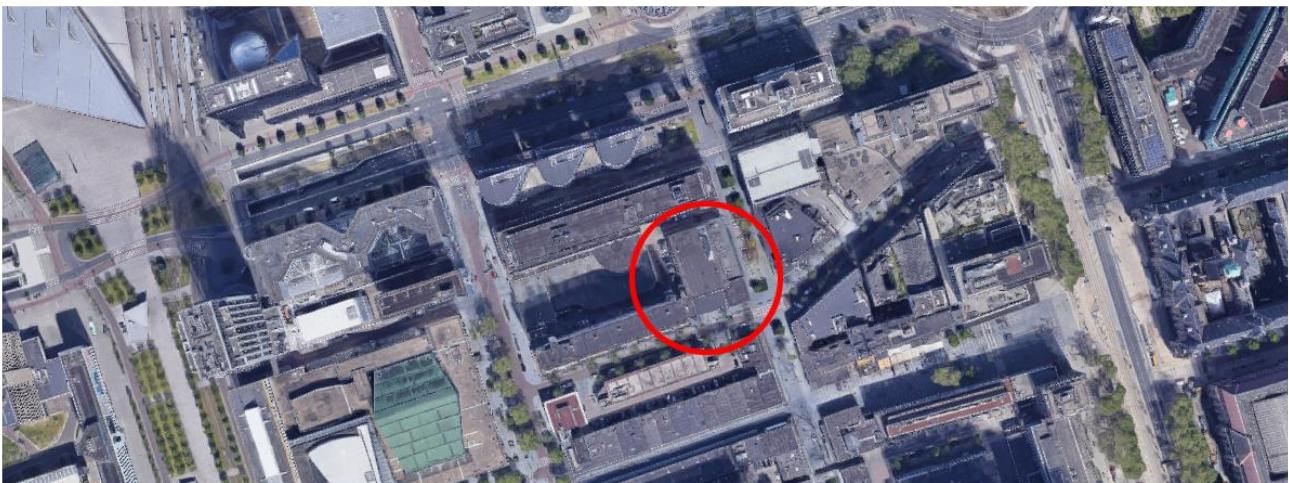
Sneeuwbelasting dak  $\alpha = 0^\circ$  (geen ophoping):  $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$\Psi$  factoren bij sneeuwbelasting:  $\Psi_0 = 0,0$   $\Psi_1 = 0,2$   $\Psi_2 = 0,0$

Bij overgangen van dakniveaus kan op het lagere dak sneeuw ophopen. In de uitgangspunten wordt rekening gehouden met de hogere belasting door sneeuwophoping.

## 2.7 Windbelasting

De locatie ligt op de hoek van de Kruiskade en de Lijnbaan.



Locatie project

Conform NEN-EN-1991-1-4 geldt:

Locatie Rotterdam

Windgebied II: het resterende deel van de provincie Noord-Holland, het vasteland van de provincies Groningen en Friesland en de provincies Flevoland, Zuid-Holland en Zeeland

Terreincategorie III - Bebouwd gebied

Gebouwhoogte 153 meter boven maaiveld  
Stuwdruk  $q_p(z)$  1,65 kN/m<sup>2</sup>  
De  $\Psi$  factoren bij windbelasting zijn:  $\Psi_0 = 0,0$   $\Psi_1 = 0,2$   $\Psi_2 = 0,0$

#### 2.7.1 Onderbouwing bebouwd

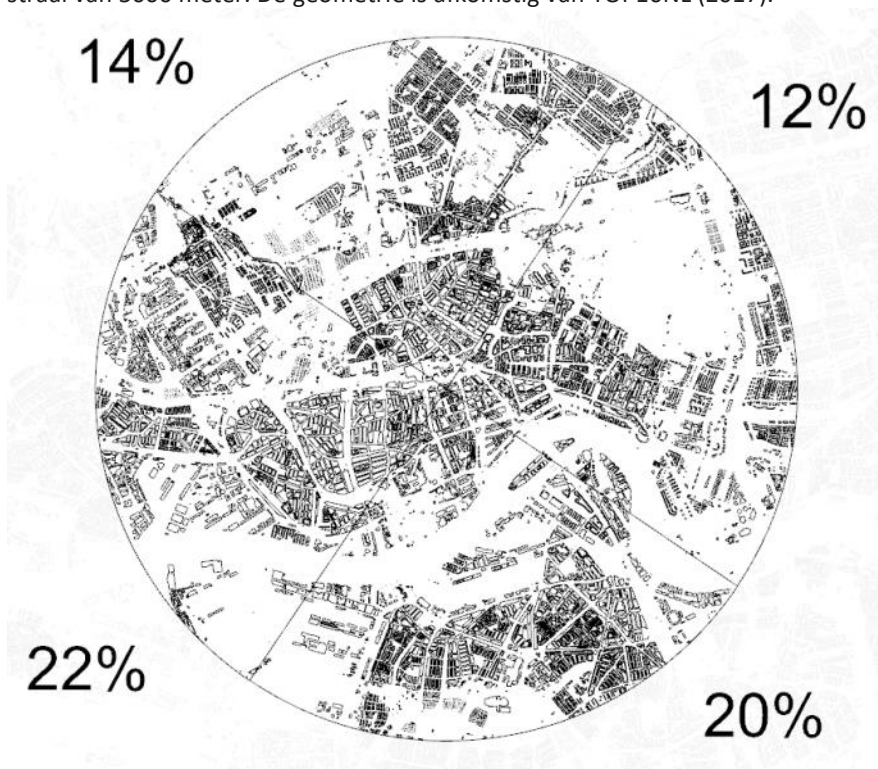
Om uit te gaan van terreincategorie bebouwd moet de ruwheidslengte in de desbetreffende sector niet kleiner is dan 0,5 m. De ruwheidslengte moet zijn bepaald met de uitdrukking:

$$z_0 = 0,5 \cdot a \cdot h_m$$

Waarin  $a$  de is de bebouwingsdichtheid is, zijnde de som van de bebouwde en de overbouwde terreinoppervlakte in de desbetreffende sector gedeeld door de totale terreinoppervlakte in de desbetreffende sector.  $h_m$  is de gemiddelde bouwwerkhoogte in de desbetreffende sector, gewogen naar de door het bouwwerk ingenomen oppervlakte, in m.

De sectorgrenzen moeten onderling loodrecht zijn gekozen. De richting van de sectorgrenzen moet een hoek van 45° met de hoofdrichting van de draagconstructie maken. Bij gebouwen hoger dan 100 m moet een afstand (straal)  $R$  van 5000 m tot de sectorgrens rondom het bouwwerk worden aangehouden.

In onderstaande afbeelding is de bebouwingsdichtheid weergegeven voor de vier sectoren rondom Lumière met een straal van 5000 meter. De geometrie is afkomstig van TOP10NL (2017).



Bebouwingsdichtheid per sector

De oostelijke sector is maatgevend voor de bebouwingsdichtheid. Om een beeld te krijgen bij de gemiddelde bouw-  
werkhoogte is gebruik gemaakt van een 3D model van de stad Rotterdam ([www.3drotterdam.nl](http://www.3drotterdam.nl)). Dit betreft een ge-  
dateerde dataset; deze wordt niet meer bijgehouden en is inmiddels vervangen door een browserversie waarvan de  
achterliggende data niet meer te downloaden is. De bebouwingsdichtheid in dit model is slechts 10,5% i.p.v. 12%. De  
gemiddelde bouwwerkhoogte in deze sector is bepaald door het volume van alle 3D gebouwen te delen door het op-  
pervlak van alle gebouwen. Dit geeft een gemiddelde bouwwerkhoogte van  $(5.7741e+8 / 3.0068e+7 =)$  19,2 meter voor  
deze sector.



3D model maatgevende sector

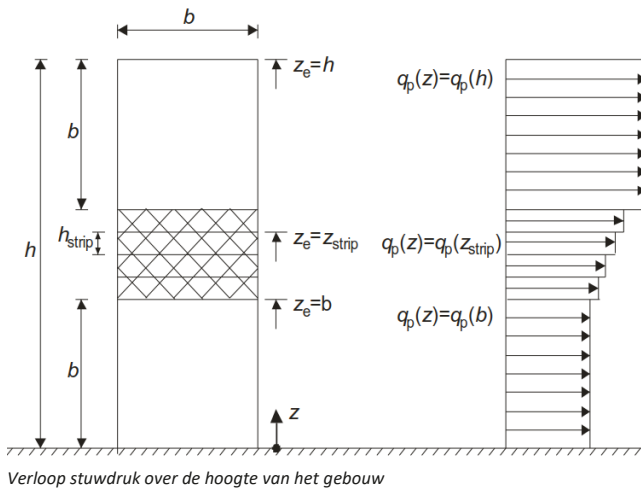
De ruwheidslengte voor de maatgevende sector wordt daarmee:  $0,5 \times 0,12 \times 19,2 = 1,15$  m. Dit is ruim hoger dan de  
ondergrens van 0,5 m. Hiermee is aangetoond dat er gerekend mag worden met een bebouwde omgeving.

### 2.7.2 Verdeling van de extreme stuwdruk toren

De referentiehoogte  $z_e$  voor gevels aan de loefzijde van gebouwen met rechthoekige plattegrond is afhankelijk van de  
slankheidsverhouding  $h/b$  en is gelijk aan de hoogte van de bovenkant van de verschillende delen van de gevels.

Een gebouw waarvan de hoogte  $h$  groter is dan  $2b$  mag zijn beschouwd te bestaan uit meer dan één deel, met: het  
laagste deel vanaf maaiveld tot een hoogte gelijk aan  $b$ ; het bovenste deel vanaf de bovenkant met een hoogte gelijk  
aan  $b$  en het middelste deel, tussen het bovenste en onderste deel, dat mag zijn opgedeeld in horizontale stroken met  
een hoogte  $h_{strip}$  zoals aangegeven in onderstaande figuur.

Volgens de Nationale Bijlage van Eurocode 1-4 mag dezelfde verdeling aangehouden worden voor de lijzijde.



### 2.7.3 Druk- en zuigingscoëfficiënten toren

Voor gebouwen met  $h/d > 5$  zijn de druk- en zuigingscoëfficiënten als volgt bepaald (door de setbacks worden de torens smaller bovenin, dus de diepte van de smalste setback wordt als maatgevend beschouwd i.p.v. de diepte aan de voet). De druk- en zuigingscoëfficiënten zijn respectievelijk 0,8 en 0,7. Hierbij wordt de gebrek aan correlatiefactor van 0,85 meegenomen conform NEN-EN 1991-1-4 art. 7.2.2.(3) en NEN-EN 1991-1-4 NB art. 7.2.2.(4). De totaalfactor wordt hiermee  $0,85 \cdot (0,8 + 0,7) = 1,275$ .

Deze factor zal geverifieerd worden middels een windtunnelonderzoek.

Als blijkt dat het windtunnelonderzoek maatgevend is ten opzichte van de Eurocode (inclusief gebrek aan correlatiefactor) dan wordt deze aangehouden. Als blijkt dat de resultaten uit het windtunnelonderzoek lager uitvallen dan de Eurocode dan wordt de Eurocode (inclusief gebrek aan correlatiefactor) als ondergrens aangehouden.

Wrijving hoeft niet beschouwd te worden voor de torens conform NEN-EN 1991-1-4 art. 7.5. Er zijn voor de maatgevende windrichting geen uitwendige vlakken parallel met de wind met een afstand tot de dakranden of hoeken aan loefzijde die groter is dan de kleinste van de waarden  $2 \cdot b$  of  $4 \cdot h$ .

### 2.7.4 Aangeblazen oppervlak

#### Woontoren

De toren heeft een buitenmaat van 31x31 meter. De gehele breedte van 31 meter wordt in rekening gebracht als aangeblazen oppervlak.

#### Plint

De onderbouw is 50 meter breed in de maatgevende richting. Om de windbelasting gelijkwaardig te houden in beide richtingen wordt deze breedte op de onderstaande lagen in beide richtingen gerekend.

#### Kroon

De kroon wordt volledig dicht gerekend.

### 2.7.5 Bouwwerkfactor ( $c_{sCd}$ )

De bouwwerkfactor  $c_{sCd}$  kan onderverdeeld worden in een afmetingsfactor  $c_s$  en een dynamische factor  $c_d$ . Zie rapport R-321044-DO-02B voor de berekening hiervan.

### 2.7.6 Stuwdruk laagbouw

De toren is hoger dan tweemaal de gemiddelde hoogte van nabijgelegen bouwwerken. Conform NEN-EN 1991-1-4 bijlage A.4 dient daarom voor de laagbouw de stuwdruk op hoogte  $z_n$  aangehouden te worden, waarbij:

$$z_n = \frac{1}{2}r, r = 2d_{large} \text{ waarbij } d_{large} = 30 \text{ m (de breedtemaat van de toren)}$$

Daarom moet voor de laagbouw een referentiehoogte van 30 meter worden aangehouden. Voor de laagbouw wordt ook terreincategorie 'Bebouwd' aangehouden. Daaruit volgt een stuwdruk van:

Stuwdruk  $q_p(z)$  1,03 kN/m<sup>2</sup>

### 2.7.7 Diagonale windbelasting

Conform de Eurocode hoeven in principe geen schuine windrichtingen beschouwd te worden. Deze zijn gedekt in de druk- en zuigingscoëfficiënten van de orthogonale richtingen. Vanuit het windtunnelonderzoek dienen deze wel beschouwd te worden, zie ook onderstaande combinaties uit CUR103. Tot de resultaten uit het windtunnelonderzoek bekend zijn worden Eurocode combinaties getoetst conform onderstaande tabel waarbij 100% van de windbelasting in de langsrichting wordt gecombineerd met 40% van de windbelasting in de dwarsrichting,

Tabel 7 In rekening te brengen belastinggevallen, als percentages van de maximaal bepaalde waarde voor de krachten en momenten per gekozen hoofdrichting:

| belastinggeval | $F_x ; M_y$<br>(%) | $F_y ; M_x$<br>(%) | $M_z$<br>(%) |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 1              | -40                | 100                | 40           |
| 2              | -40                | 100                | -40          |
| 3              | 40                 | 100                | 40           |
| 4              | 40                 | 100                | -40          |
| 5              | -100               | 40                 | 40           |
| 6              | -100               | 40                 | -40          |
| 7              | -100               | -40                | 40           |
| 8              | -100               | -40                | -40          |
| 9              | -40                | 40                 | 100          |
| 10             | 40                 | 40                 | 100          |
| 11             | -40                | -40                | 100          |
| 12             | 40                 | -40                | 100          |

Belastingcombinaties conform CUR103

Als de resultaten van het windtunnelonderzoek bekend zijn zal het vergelijk worden gemaakt met de Eurocode. De maatgevende belasting wordt aangehouden.

### 2.7.8 Asymmetrische windbelasting

Asymmetrische windbelasting is nooit maatgevend voor de totale vervorming door de reductie in stuwdruk aan de loefzijde, maar kan wel tot lokaal hogere schuifspanningen in de stabiliteitsconstructie leiden door het wringende moment wat ontstaat. Dit wordt in een volgende fase getoetst.

## 2.8 Vervormingen en trillingen

Volgens NEN – EN 1990 (+NB) geldt:

Toelaatbare horizontale vervormingen in karakteristieke belastingscombinatie:

Voor gebouwen met één bouwlaag

- $u \leq 1/150 \times h$  (voor industriegebouwen)
- $u \leq 1/300 \times h$  (andere gebouwen)

Voor gebouwen met meer dan één bouwlaag:

- $u \leq 1/500 \times h$  (voor het gehele gebouw)
- $u \leq 1/300 \times h$  (per bouwlaag)

Waarin  $h$  de kleinste gevelhoogte of de kleinste bouwlaaghoogte is.

Toelaatbare vervorming van afscheidingen ter plaatse van een hoogteverschil:

- $u \leq 20\text{mm}$  bij karakteristieke belastingcombinatie



Toelaatbare verticale vervormingen van vloeren in bruikbaarheidsgrenstoestanden:

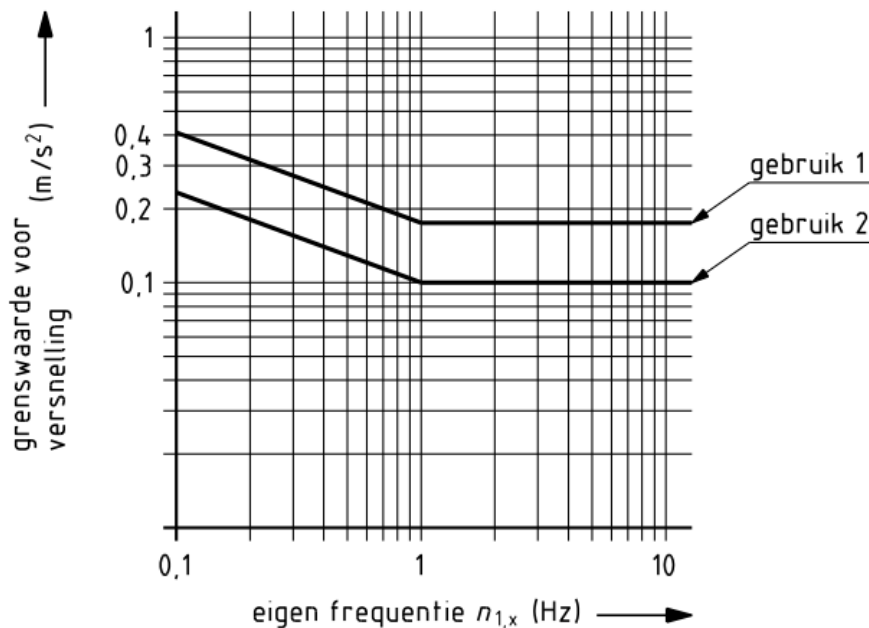
- $w_2 + w_3 \leq 0,006 \times \ell_{\text{rep}}$  (hekwerken/balustrades t.p.v. vloerafscheidingen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,004 \times \ell_{\text{rep}}$  (daken niet intensief gebruikt door personen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,003 \times \ell_{\text{rep}}$  (daken en vloeren intensief door personen gebruikt)
- $w_2 + w_3 \leq 0,002 \times \ell_{\text{rep}}$  (t.p.v. steenachtige wanden, maximaal 15 mm, bij uitkragingen maximaal 10 mm)

Waarin  $\ell_{\text{rep}}$  de lengte is van een overspanning of tweemaal de lengte van een uitkraging.

Lokaal kunnen bij de gevel grotere vervormingen optreden dan 10 millimeter. De detaillering van de gevels dient door de gevelleverancier afgestemd te worden op de vervormingen die in de vloerranden optreden.

Voor de horizontale toleranties t.g.v. interstorey drift dient rekening gehouden te worden met  $1/300 \times h$ .

### 2.8.1 Versnellingen toren t.g.v. windbelasting voor bruikbaarheidsbeoordeling



Grenswaarde van de piekwaarde voor de versnelling  $\hat{a}$ , bron: NEN-EN 1990 NB:2019

Gebruik 2 (o.a. woonfunctie) is maatgevend. Zie rapport R-321044-DO-02B voor de berekening van de versnellingen. De berekende versnelling is  $0,05 \text{ m/s}^2$  en voldoet dus ruim aan de grenzen gesteld in bovenstaande figuur.

## 2.9 Contactgeluidsisolatie

Voor de woonverdiepingen van de toren geldt dat volgens Bouwbesluit 2012 de massa van een vloer met zwevende dekvloer op zijn minst  $550 \text{ kg/m}^2$  moet bedragen. De 270 mm dikke betonvloer heeft een massa van  $675 \text{ kg/m}^2$ , wat meer dan voldoende is.

## 2.10 Buitengewone belastingen met bekende oorzaak

Volgens NEN-EN 1991-1-7 (+ NB) zijn de volgende buitengewone belastingen van toepassing op dit gebouw:

- Stootbelastingen door wegvoertuigen
- Ontploffingen

Voor de constructie aan de kant van de doorgaande weg en aan het parkeerterrein moet rekening gehouden worden met een stootbelasting door een wegvoertuig conform tabel 4.1 uit NEN-EN 1991-1-7 NB:2011. De rekenwaarde van de statische kracht is afhankelijk van de rijrichting en de afstand tot het midden van de dichtstbijzijnde rijbaan.

Weg in stedelijk gebied:

$F_{dx} = 1000 \text{ kN}$  (normale rijrichting)

$F_{dy} = 500 \text{ kN}$  (loodrecht op normale rijrichting)

$d_b = 10 \text{ m}$

Binnenplaats met toegang voor auto's:

$F_{dx} = 100 \text{ kN}$  (in beide richtingen aanhouden, voor binnenplaatsen wordt geen onderscheid gemaakt)

$d_b = 4 \text{ m}$

De bovengenoemde krachten mogen vermenigvuldigd worden met  $\sqrt{1-d/d_b}$ , waarin  $d$  de afstand is van het midden van de baan tot het botsingspunt. Op de binnenplaats mag geen reductie worden toegepast.

### 2.11 Buitengewone belastingen met onbekende oorzaak

Vanwege de gevolklasse waarin het gebouw valt moet rekening gehouden worden met buitengewone belastingen met onbekende oorzaak. De hiervoor te volgen strategie wordt behandeld in paragraaf 3.6.

### 2.12 Geotechnisch onderzoek en grondwater

Voor het geotechnisch advies wordt verwezen naar het rapport van Geobest.

Voor het freatisch grondwaterniveau wordt  $2,3 \text{ m} - \text{NAP}$  aangehouden.

De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket bedraagt  $= 2,0 \text{ m} - \text{NAP}$ .

Het maaiveld ligt tussen  $0,55 \text{ m} - \text{NAP}$  en  $1,2 \text{ m} - \text{NAP}$ .

Gezien de diepte van de bouwput van de hoogbouwtoeren is ervan uitgegaan dat spanningsbemaling noodzakelijk is om opbarsten van de bouwput te voorkomen. In de bovengenoemde rapportage van Geobest wordt eveneens de bouwput behandeld. Voor de bouwput van de laagbouw is dit waarschijnlijk niet nodig, dit wordt nog onderzocht.

Hieronder zijn de aanlegniveaus van de diverse keldervloeren benoemd.

#### Keldervloer laagbouw Lijnbaanhof

Bovenkant keldervloer:  $3,96 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $4,86 \text{ m} - \text{NAP}$ .

Onderkant keldervloer:  $4,36 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $5,26 \text{ m} - \text{NAP}$ . (Lokaal dieper ontgraven tbv poeren)

#### Keldervloer laagbouw rondom woontoren

Bovenkant keldervloer:  $4,6 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $5,5 \text{ m} - \text{NAP}$ .

Onderkant keldervloer:  $5,0 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $5,9 \text{ m} - \text{NAP}$ . (Lokaal dieper ontgraven tbv poeren)

#### Funderingsplaat onder woontoren

Bovenkant funderingsplaat:  $3,7 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $4,6 \text{ m} - \text{NAP}$ .

Onderkant funderingsplaat:  $6,2 \text{ m} - \text{PEIL}$ .  $7,1 \text{ m} - \text{NAP}$ .

#### 2.12.1 Controlesonderingen

Achteraf dienen diepe controlesonderingen uitgevoerd te worden om de eventuele grondontspanning in beeld te brengen.

## 2.13 Bestaande situatie en belendingen

### 2.13.1 Toren

De bestaande palen onder de plaatfundering van de toren dienen verwijderd/getrokken te worden om ruimte te maken voor de nieuwe Tubex / HEK-buispalen tot de 2<sup>e</sup> zandlaag. Dit zijn palen met een verzwaarde voet en een lengte van ca. 18m. Zie Bijlage 8 voor informatie over deze palen. Deze bestaande palen worden in de volgende fases inzichtelijk gemaakt.

### 2.13.2 Laagbouw

De bestaande kelder van The Core wordt deels gesloopt en vervolgens opnieuw teruggebouwd (zie rode lijn in onderstaande afbeelding voor de nieuwe keldercontour).

Reden voor de sloop is als volgt:

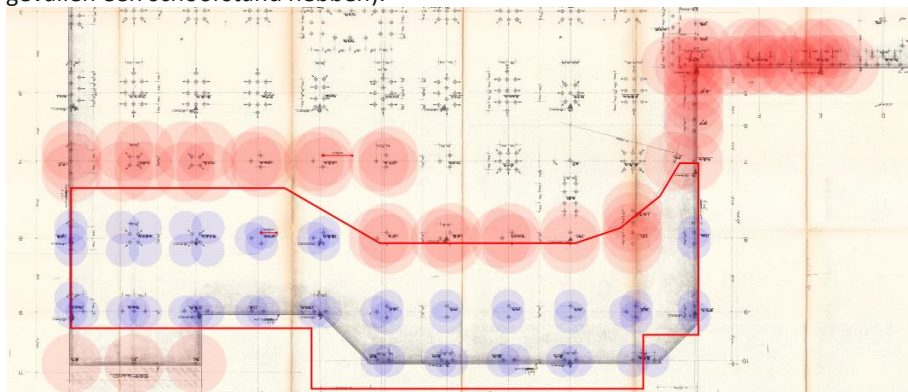
1. Beperkt draagvermogen: de bestaande paalfundering heeft een beperkt draagvermogen omdat hier groten-deels slechts 1 of 2 kelderlagen op zijn gefundeerd. De laagbouw door de bestaande kelder heen funderen is geen optie, omdat er dan te weinig ruimte voor (fiets)parkeren over zou blijven.
2. Onvoldoende volume voor de benodigde hoeveelheid fietsparkeerplekken
3. Route bouwverkeer: de lijnbaanhof is een belangrijke transportader tijdens de bouw van de woontoren. Dit is zwaar verkeer en het bestaande kelderdek is hier niet op berekend.

Het nieuw terug te bouwen deel van de kelder wordt groter en dieper dan de oude kelder om ruimte te maken voor voldoende dubbellaags fietsparkeerplekken. De twee delen van de parkeerkelder (bestaand en nieuw) worden gescheiden van elkaar middels een betonwand, zie ook paragraaf 3.5.2. Het dek van de nieuwe kelder wordt zwaarder uitgevoerd omdat dit dek als bouwroute zal fungeren tijdens de bouw van de toren.

In de eindfase zal een deel van dit kelderdek toegankelijk blijven voor verkeer in de lijnbaanhof. Dit kelderdek is ook altijd toegankelijk voor hulpdiensten (brandweer e.d.).

Bij het maken van de nieuwe palen moet rekening gehouden worden met de bestaande palen van de kelder. Het draagvermogen van de palen die gehandhaafd blijven mag niet negatief beïnvloed worden door het inbrengen van de nieuwe palen, daarom moet voldoende afstand aangehouden worden. De aan te houden afstand wordt in de volgende fase door de geotechnisch adviseur bepaald, rekening houdende met de belastingreductie op deze bestaande palen door het deels slopen van de kelder. Hieronder in rood zijn indicatief de invloedcirkels van de bestaande palen die gehandhaafd blijven aangegeven.

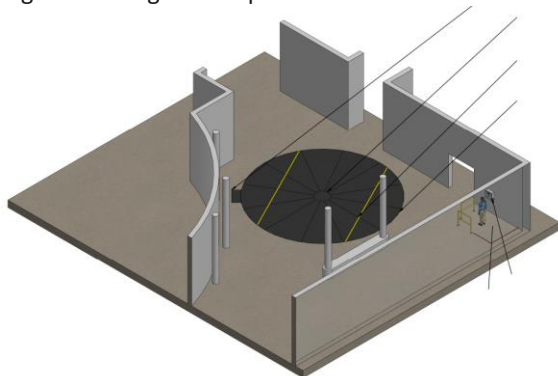
De palen met de blauwe cirkels vormen enkel obstakels in de grond en worden niet hergebruikt. Voorkomen moet worden dat de nieuwe palen stuitten op de bestaande palen (die tevens een verzwaarde voet hebben en in enkele gevallen een schoorstand hebben).



Zie Hoofdstuk 8 voor meer achtergrond over de te slopen onderdelen.

## 2.14 Draaiplateau Lijnbaanhof

In het expeditiehof wordt een draaiplateau gerealiseerd zodat grotere voertuigen (met name afvalwagens van de gemeente) zich kunnen keren. Zie hieronder een principetekening. Het draaiplateau wordt weggewerkt in de bouwkundige afwerking bovenop de 600 mm dikke betonvloer. Er wordt dus geen inkassing in het beton gemaakt.



Principetekening draaiplateau

Voor de aslasten is tabel NB.6 – 4.7 uit NEN-EN 1991-2 NB aangehouden. De maximale aslast bedraagt 120 kN dus er wordt gerekend met een puntlast van 60 kN.

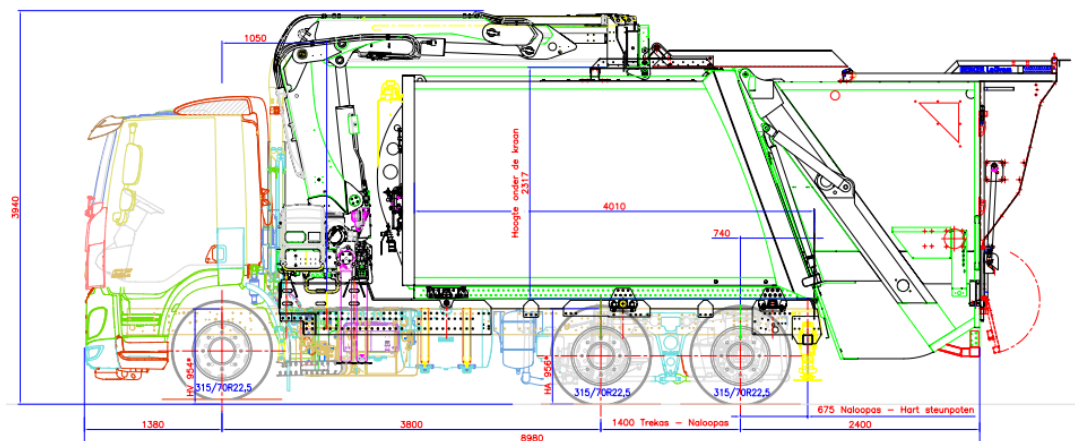
Tabel NB.6 – 4.7 — Verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens voor belastingsmodel 4a

| Type voertuig                                                                       |                              | Verkeerstype                |                                 |                                       |                                  | Wiel-<br>type         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Afbeelding van de vrachtwagen                                                       | Afstand tussen de assen<br>m | Gelijkwaardige aslast<br>kN | Lange afstand<br>% <sup>a</sup> | Middellange afstand<br>% <sup>a</sup> | Lokaal verkeer<br>% <sup>a</sup> |                       |
|  | 4,5                          | 70<br>130                   | 20,0                            | 50,0                                  | 80,0                             | A<br>B                |
|  | 4,20<br>1,30                 | 70<br>120<br>120            | 5,0                             | 5,0                                   | 5,0                              | A<br>B<br>B           |
|  | 3,20<br>5,20<br>1,30<br>1,30 | 70<br>150<br>90<br>90<br>90 | 40,0                            | 20,0                                  | 5,0                              | A<br>B<br>C<br>C<br>C |
|  | 3,40<br>6,00<br>1,80         | 70<br>140<br>90<br>90       | 25,0                            | 15,0                                  | 5,0                              | A<br>B<br>C<br>C      |
|  | 4,80<br>3,60<br>4,40<br>1,30 | 70<br>130<br>90<br>80<br>80 | 10,0                            | 10,0                                  | 5,0                              | A<br>B<br>C<br>C<br>C |

<sup>a</sup>    Percentage vrachtwagens.

<sup>a</sup> Percentage vrachtwagens.

Aangehouden aslasten



Afvalwagen gemeente Rotterdam

## 2.15 Second opinion toren

Aangezien het een hoogbouwontwerp (> 70 m) betreft, valt het ontwerp van de toren in gevolgklasse 3 (CC3) volgens de Eurocode.

Naast de hogere veiligheidsfactoren zijn er ook aanvullende eisen met betrekking tot toetsing van ontwerp en uitvoering. Er wordt voor CC3 projecten, zo ook voor Lumière, een uitgebreide en onafhankelijke toets vereist. Dat wil zeggen dat zowel het ontwerp (DO/TO) als de uitvoering door een onafhankelijke derde partij getoetst wordt. Voor dit project zal Van Rossum Raadgevend Ingenieurs het constructieve ontwerp toetsen.

De stukken van leveranciers zullen door Pieters Bouwtechniek worden getoetst.

Op de bouw dient extra aandacht te zijn voor de uitvoering. Dit kan in de vorm van een externe toezichthouder die beperkt of continue aanwezig is. Hierover zullen in een vervolgtraject verder afspraken worden gemaakt. De buitenspecteur dient hierbij betrokken te worden.

### 3 Constructief ontwerp

#### 3.1 Inleiding

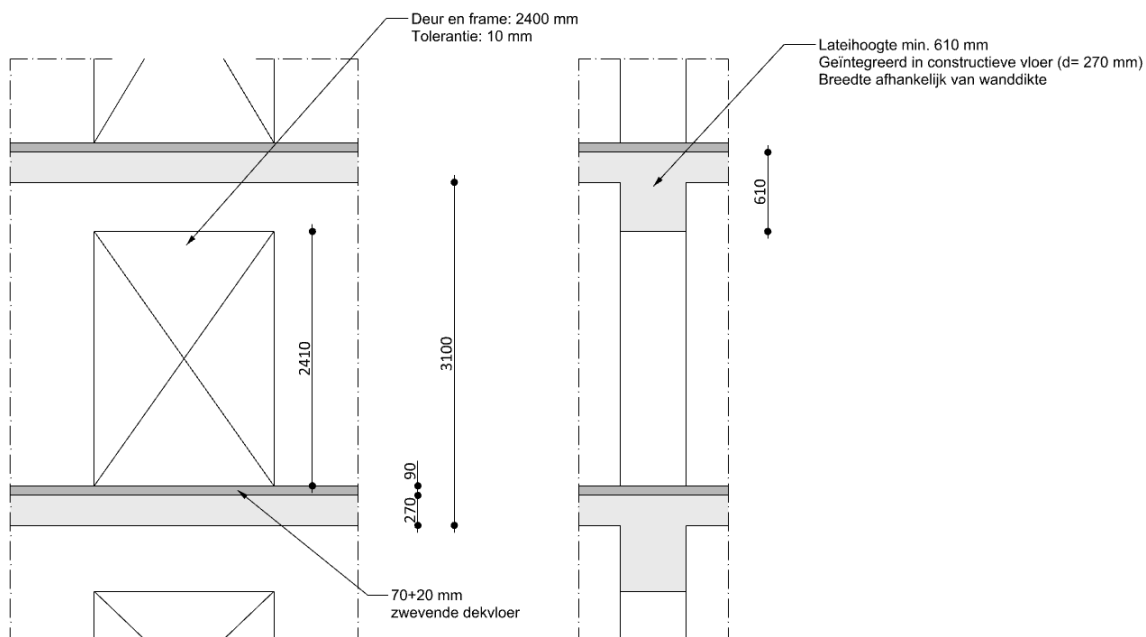
Voor tekeningen van de constructie wordt verwezen naar de tekeningenset van Pieter Bouwtechniek.

#### 3.2 Ontwerp draagconstructie

##### Hoogbouw

De constructie van de toren bestaat uit een kern met dwarswanden die de stabiliteit verzorgt. De betonconstructie wordt volledig in het werk gestort. De vloeren worden tevens in het werk gestort middels paneelbekisting.

De bruto verdiepingsmaat van de woonverdiepingen bedraagt 3100 mm per verdieping, aandachtspunt hierbij is dat er voldoende ruimte aanwezig is voor het maken van lateien met een hoogte van 610 mm (dit is inclusief de constructieve vloerdikte van 270 mm), zie ook onderstaande schets. Op onderliggende verdiepingen worden hogere lateien toegepast.



## Laagbouw

De laagbouw bestaat uit twee onderdelen. Het in het werk gestorte gedeelte tot en met de begane grondvloer wordt als eerst gerealiseerd. Hiervoor wordt de bestaande kelder van The Core deels gesloopt en vervolgens opnieuw teruggebouwd, zie ook paragraaf 2.13.2. Het dek van de nieuwe kelder wordt uitgevoerd als 600 mm dikke vloer. Het kelderdek van de laagbouw rondom de woontoren wordt ook uitgevoerd als 600 mm dikke vloer.

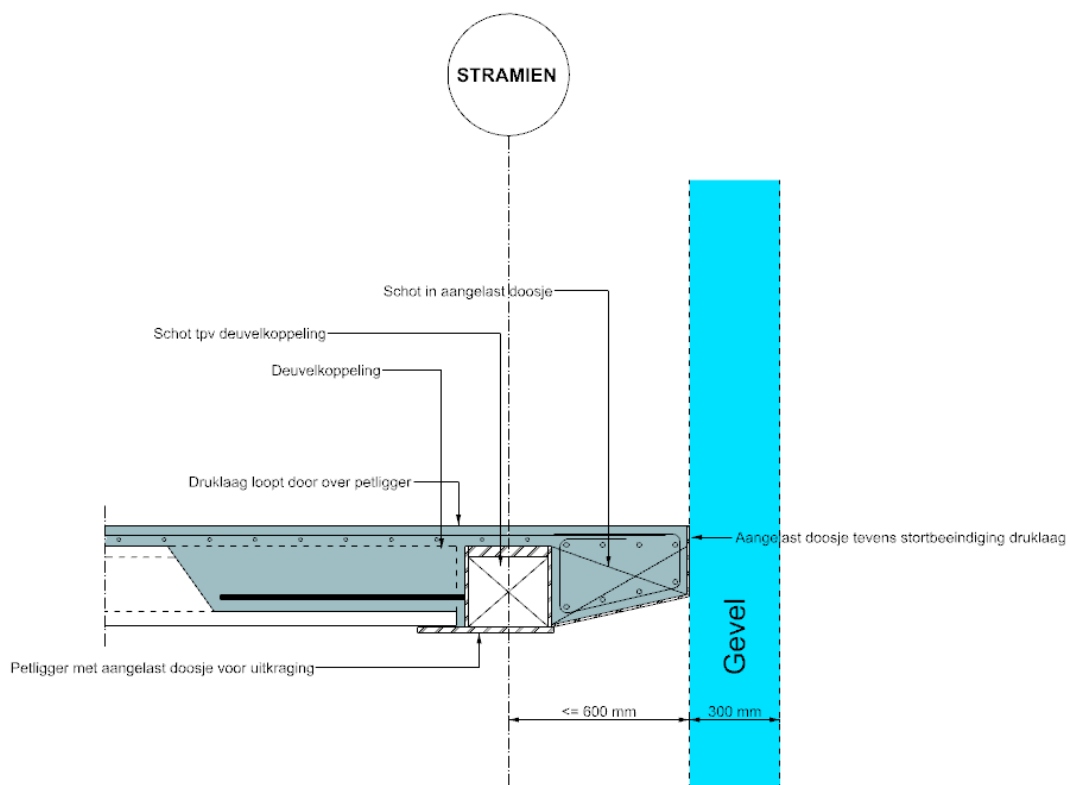
Daarna zal eerst de toren verder worden gebouwd, het dek van de kelder fungeert dan als bouwroute. Als de toren gereed is kan begonnen worden met de bovenbouw van de laagbouw. Deze bestaat uit een lichtgewicht constructie van stalen (geïntegreerde) liggers en kanaalplaatvloeren. De keuze voor een lichtgewicht constructie vloeit voort uit de beperkte ruimte die beschikbaar is voor het inbrengen van nieuwe palen. Als bijkomend voordeel is dit een droog systeem met een snelle bouwtijd, waardoor er geen complexe stempelconstructies nodig zijn om vloeren te maken die deels overhangen over de bestaande parkeergarage.

De dakvloer van de laagbouw wordt wel iets zwaarder uitgevoerd (in de vorm van een dikkere kanaalplaatvloer en hogere stalen liggers) om de daktuin mogelijk te maken.

De laagbouw rondom de toren zelf wordt ook lichtgewicht uitgevoerd middels stalen liggers en kanaalplaten en zal pas worden gebouwd nadat de ruwbouw van de woontoren is afgerond.

Daar waar de vloerranden voorbij de THQ liggers steken wordt de vloer aangestort conform onderstaand principe. In de volgende fase zullen zoveel mogelijk kolommen strak tegen de gevel worden geplaatst om het aansluitdetail van de gevel op de hoedliggers te vereenvoudigen.

De kolommen van de laagbouw rondom de toren worden ontworpen met een dubbele kniklengte, zodat er in de toekomst eventueel een dubbelhoge verdieping gemaakt kan worden.



### 3.3 Brandwerendheid

#### 3.3.1 Toren

De betonconstructies worden brandwerend uitgevoerd. De brandwerendheid wordt gerealiseerd door voldoende dekking aan te brengen op de wapening. Stalen liggers in de betonnen vloer dienen brandwerend bekleed of gecoat te worden. De uitvoeringswijze voor de bescherming van de stalen liggers hangt ook nauw samen met de bouwkundige detaillering.

Om de gewenste brandwerendheid (120 minuten) te behalen, wordt een verhoogde dekking op de wapening toegepast conform de tabellen gegeven in NEN-EN 1992-1-2.<sup>1</sup>

Voor de verdiepingvloeren wordt ook een brandwerendheid van 120 min aangehouden. Dit heeft gevolgen voor de dekking aan de onderzijde (de verwarmde zijde). Aan de bovenzijde worden deze vloeren beschermd door de afwerk-vloer.

De brandwerendheid van de stalen gevelconsoles wordt getoetst op een buitenklimaat. Voor staalconstructies met een buitenklimaat mag vanuit het artikel van *Bouwen met Staal* uit 2014 een gereduceerde temperatuur tijdens brand aangehouden worden en worden daarom getoetst op een kritische staaltemperatuur van 680 °C. Wanneer de kritische staaltemperatuur van de staalprofielen hoger zijn dan 680<sup>0</sup> C, is het niet nodig om deze profielen brandwerend te beschermen, zie ook de volgende 2 pagina's.

De aansluiting van de consoles op de betonconstructie in de thermische schil wordt getoetst op dezelfde eis als de gevels zelf (om brandoverslag tussen twee verdiepingen te voorkomen).

#### 3.3.2 Laagbouw

De stalen liggers dienen brandwerend bekleed of gecoat te worden. De stalen kolommen van de bovenbouw worden gevuld met gewapend beton om aan de brandwerendheid van 60 minuten te voldoen.

---

<sup>1</sup> Het gebruik van tabellen voor de constructieve brandveiligheid van hoogbouw in gevolgklasse CC3 is alleen toegestaan wanneer ook een systematische analyse van risico's wordt gedaan conform bijlage B van NEN-EN 1991-1-7 (NTA 4614-3 art. 7.3). Deze risicoanalyse is als deel van de tweede draagweg uitwerking opgenomen in Hoofdstuk 7.

## Staal buiten het gebouw - brandveiligheid



Bruggebouw Zuid over A10 (Amsterdam).

### Staal buiten het gebouw

De warmtebelasting op constructies buiten het gebouw (bijvoorbeeld buiten de gevel of boven het dak) is geringer dan op constructies binnen. In veel gevallen kunnen externe staalconstructies onbeschermd blijven of toe met minder brandwerende bekleding.

'Externe' constructies worden niet aan alle zijden verhit en door de buitenlucht afgekoeld. De temperatuur tijdens brand blijft meestal ruimschoots onder de kritieke temperatuur, zeker als de brand niet uitslaat. Dan is er slechts sprake van opwarming door straling.

Het draagvermogen van een externe constructie neemt bij brand minder snel af dan berekeningen volgens de standaardbrandkromme aangeven.

Die minder snelle afname is aan te tonen met een natuurlijke-brandberekening. Zo'n berekening is complex. Het is dan ook verstandig hiervoor een adviesbureau met ervaring op dit gebied in de arm te nemen.

Voor eenvoudiger situaties is – in plaats van met een natuurlijke-brand – te rekenen met een gereduceerde standaardbrand. Hierbij wordt de staalconstructie niet warmer dan zo'n 680 °C. De gereduceerde brand wordt in NEN 6069 gebruikt om de brandwerendheid van gevels van buiten naar binnen te beoordelen, maar kan in het kader van gelijkwaardigheid ook worden ingezet voor constructies.



Bruggebouwen Oost en West (Den Haag).

In dit project is het natuurlijk (werkelijk) verloop van een brand nagebootst en de opwarming van het staal daarbij berekend. Na 120 minuten was de temperatuur van de massieve, dragende vakwerkliggers buiten het gebouw opgelopen tot maximaal 320 °C, ver onder de kritieke temperatuur van 550 °C. Hierdoor mochten de liggers onbekleed gebleven.

Max. staaltemperatuur met gereduceerde standaardbrand:  $\theta_s = 680$  °C

Na circa 10 minuten is deze temperatuur bereikt

Kritieke staaltemperatuur:  $\theta_{s,cr} = 39,19 \cdot \ln\left(\frac{1}{(0,8925 - (\kappa\eta)^{1,805})} - 1\right) + 482$  °C

Eis: brandwerendheid akkoord indien:  $\theta_s = 680$  °C  $\leq$   $\theta_{s,cr}$

NEN 8089 – Blz. 4

## 1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm geeft de methode voor de experimentele bepaling van de brandwerendheid van bouwde-  
len.

Deze norm is bedoeld te worden toegepast op de volgende bouwde-  
len:

- vloeren, inclusief eventueel aanwezig plafond;
- daken, inclusief eventueel aanwezig plafond;
- wanden en gevels;
- deur-, luik- en raamconstructies, inclusief kozijn, hang- en sluitwerk, met uitzondering van lift-  
deuren;
- liggers;
- kolommen.

## 2 Termen en definities

2.1 **brandwerendheid:** De tijd gerekend vanaf het begin van de verhitting tot aan het tijdstip waarop het  
proefstuk, blootgesteld aan de standaardbrandconditie als gespecificeerd in 2.2 dan wel 2.3, juist vol-  
doet aan een of meer van de relevante brandwerendheidscriteria, volgens 6.4.

2.2 **standaardbrandkromme:** Het temperatuur-tijdverloop uitgedrukt volgens:

$$\bar{\theta} - \theta_0 = 345 \log(8t + 1)$$

waarin:

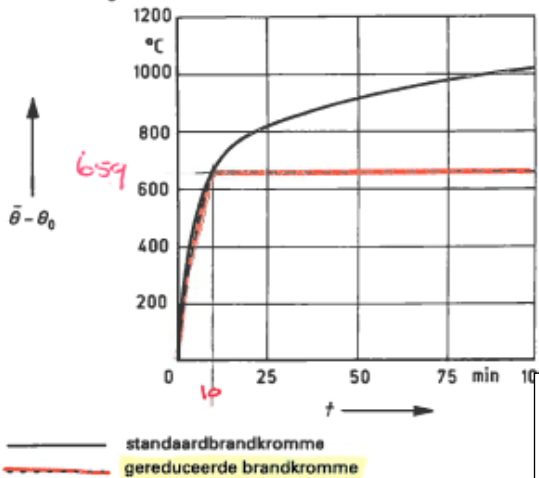
$\bar{\theta}$  is de getalwaarde van de gemiddelde temperatuur in °C;

$\theta_0$  is de getalwaarde van de aanvangstemperatuur in °C;

$t$  is de getalwaarde van de tijd in min.

Opmerking

Zie figuur 1.



Met de gereduceerde brandkromme wordt een minimale temperatuur  
gevonden van 659° C. De waarde vanuit het artikel BmS is daarmee  
maatgevend voor stalen buitenconstructies is 680° C.

Figuur 1 – De standaardbrandkromme en de gereduceerde standaardbrandkromme

2.3 **gereduceerde standaardbrandkromme:** Het temperatuurtijdverloop uitgedrukt volgens:

$$\bar{\theta} - \theta_0 = 345 \log(8t + 1) \quad \text{voor } t \leq 10$$

en

$$\bar{\theta} - \theta_0 = 659 \quad \text{voor } t > 10$$

waarin:

$\bar{\theta}$  is de getalwaarde van de gemiddelde temperatuur in °C;

$\theta_0$  is de getalwaarde van de aanvangstemperatuur in °C;

$t$  is de getalwaarde van de tijd in min.

Opmerking

Zie figuur 1.

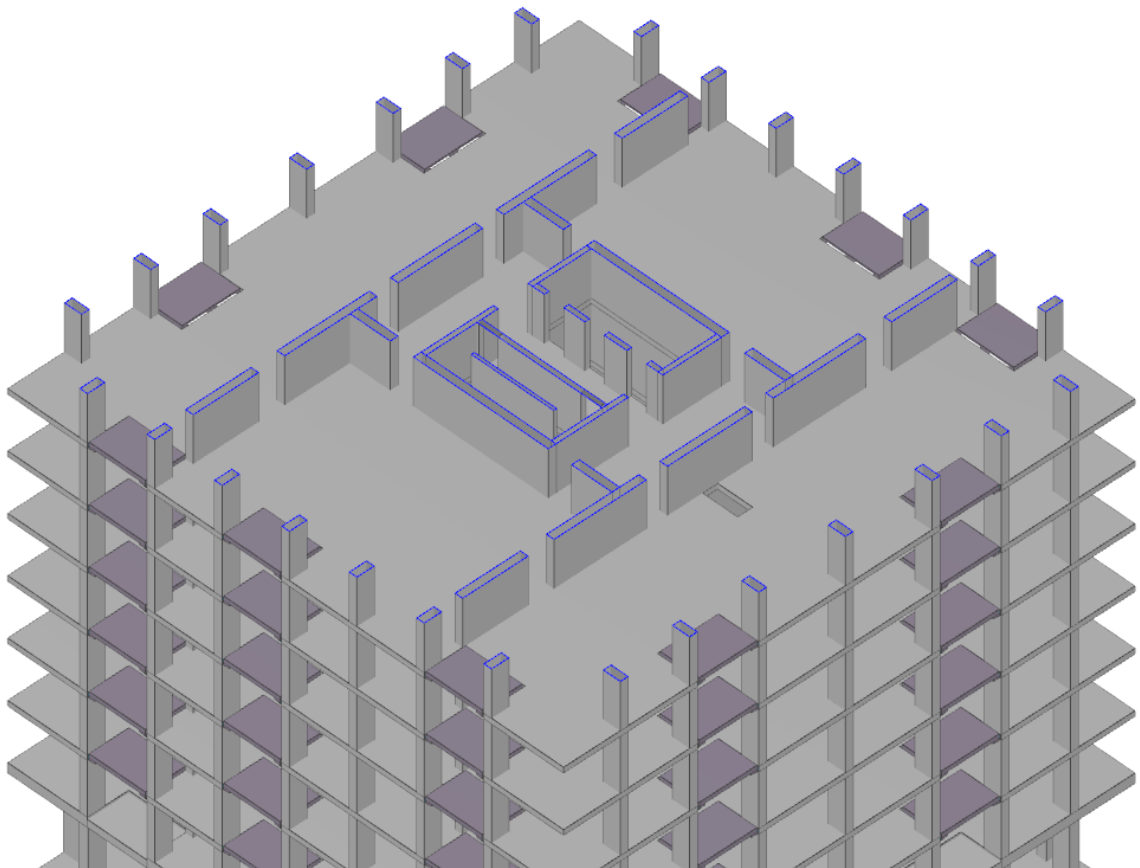
2.4 **dragende functie:** Een bouwdeel heeft een dragende functie indien het is ontworpen om, behalve het  
eigen gewicht, ook nog andere mechanische belasting over te brengen.

### 3.4 Stabiliteit

#### 3.4.1 Toren

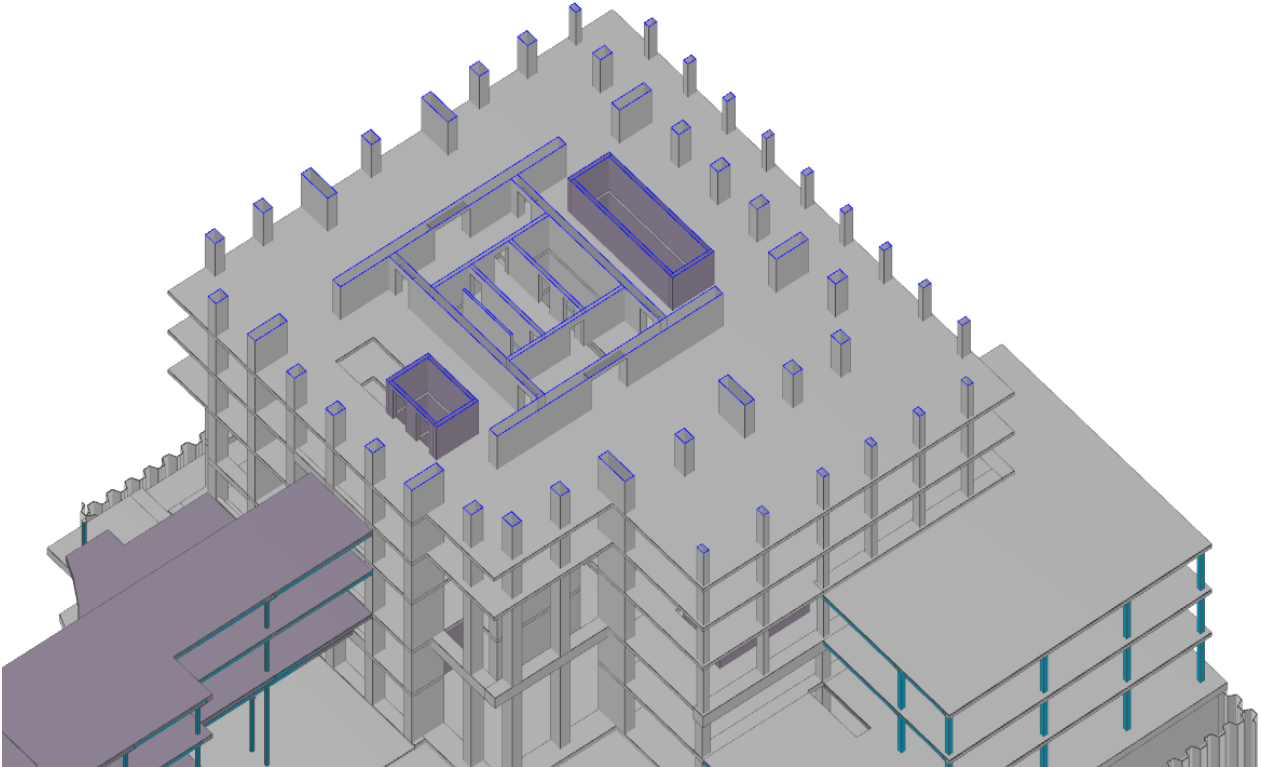
De kern met de 400 mm dikke dwarswanden verzorgt de stabiliteit. Voor toetsing van de stabiliteit van de constructie wordt gekeken naar het 2<sup>e</sup> orde effect. Het 2<sup>e</sup> orde effect wordt in rekening gebracht conform NEN-EN 1992-1-1 art. 5.1.4.(2) en art. 5.8.

De invloed van het 2<sup>e</sup> orde effect zal worden verwerkt in de berekeningen door de horizontale belastingen (windbelasting) te vermenigvuldigen met een toeslagfactor van ter grootte van het 2<sup>e</sup> orde effect, zie rapport R-321044-DO-02B Hoofdberekening toren.



Stabiliteitskern bovenbouw toren

In de onderbouw worden wanden en penanten van 600 mm gemaakt om meer flexibiliteit in de plattegronden te realiseren.



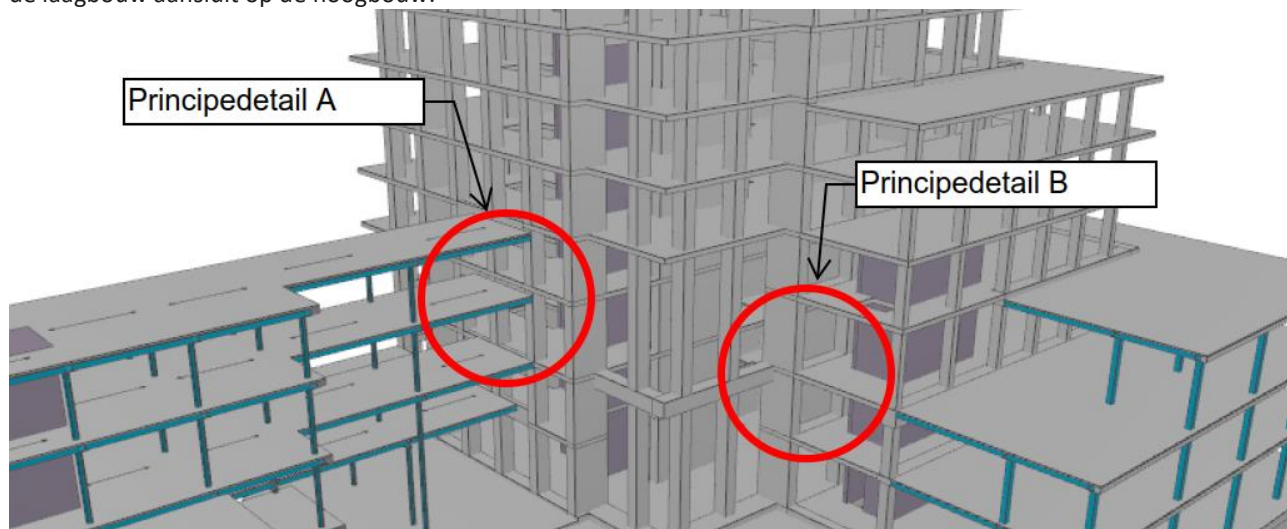
Stabiliteitskern onderbouw toren

### 3.4.2 Laagbouw

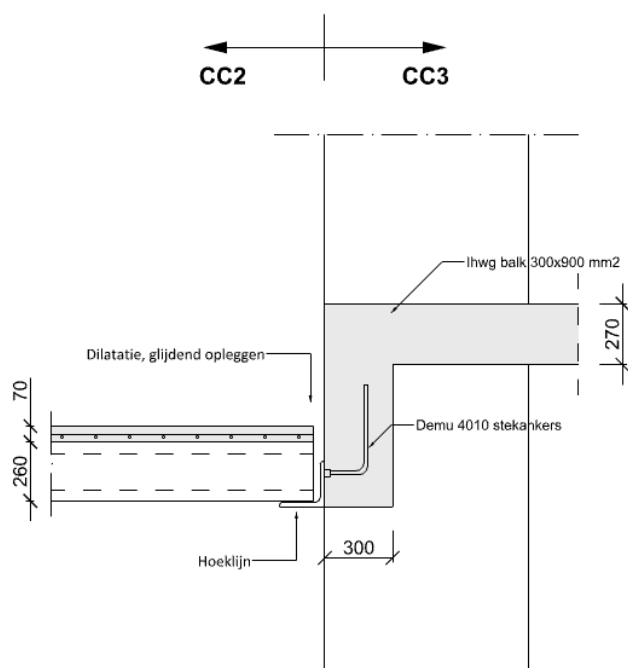
De kernen en stabiliteitsverbanden in de laagbouw verzorgen de stabiliteit.

### 3.5 Demarcatie CC2/CC3

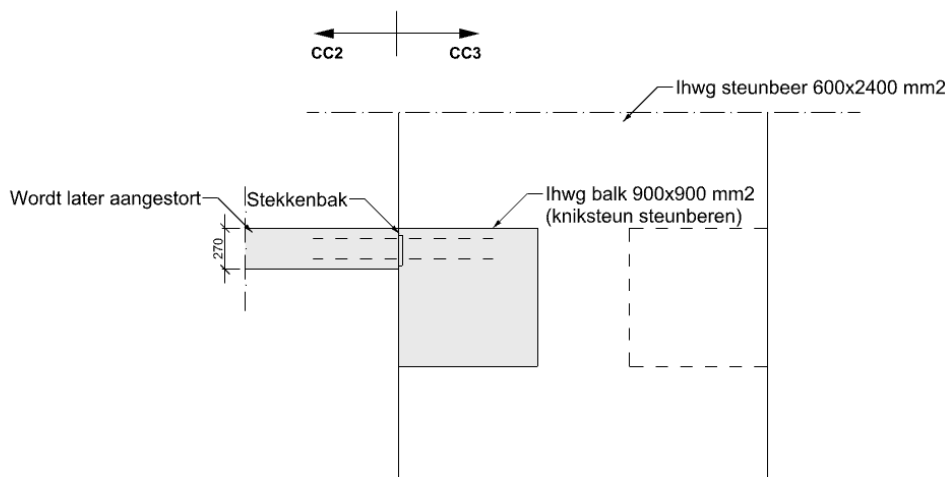
De toren is ingedeeld in gevolgklasse CC3 en staat volledig op zichzelf. De constructie van de laagbouw steunt op diverse plekken af tegen de hoogbouwtoeren, maar nooit andersom, zie bijvoorbeeld onderstaande principedetails waar de laagbouw aansluit op de hoogbouw:



**Principedetail A**

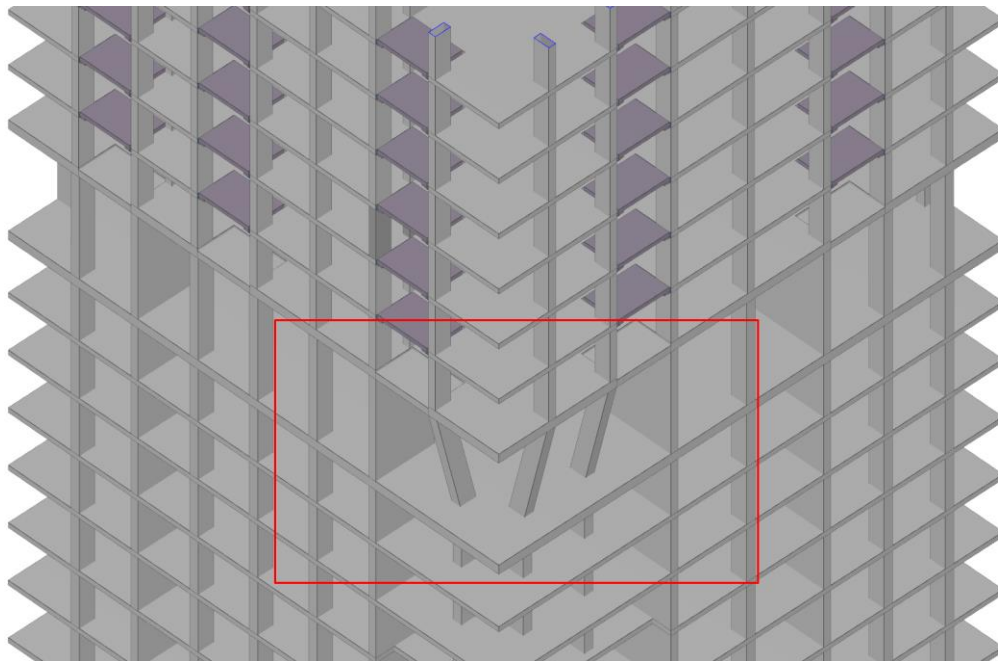


## Principedetail B



### 3.6 Overgangsconstructie technieklaag

Ter plaatse van de dubbelhoge technieklaag verspringt de positie van een drietal hoekkolommen i.v.m. een insnoering in het bouwkundige volume. De kolommen verlopen 1,5 meter over een hoogte van 6,5 meter. Dit leidt tot aanvullende krachten in boven- en onderliggende vloerschijven en de kernconstructie. De twee vloeren van de techniektagen worden daarom als 500 mm dikke betonvloeren uitgevoerd. De balkons worden hier in het werk gestort om de trekbanden doorheen te kunnen voeren. Zie rapport R321-044-DO-02B voor de ontwerpberekening.



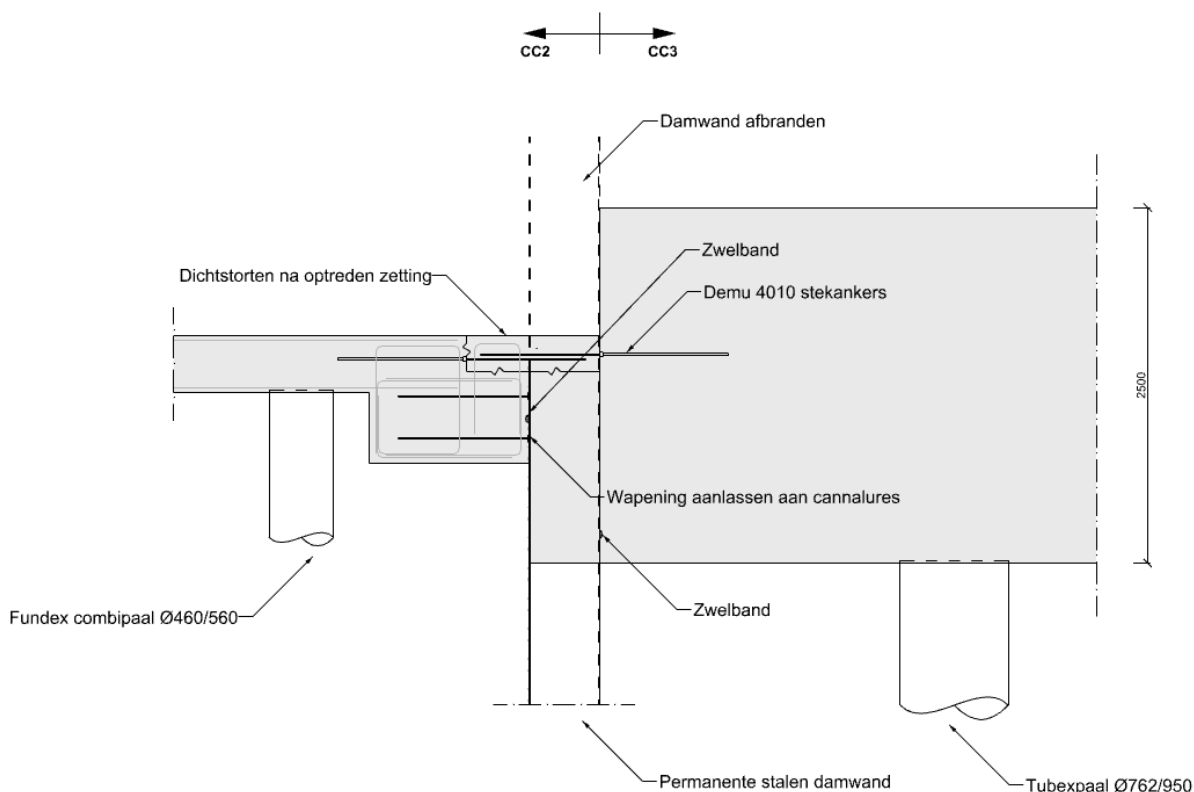
Overgangsconstructie technieklaag

### 3.7 Ontwerp fundering en bouwput

#### 3.7.1 Toren

De fundering draagt de krachten uit de toren over naar de paalfundering. Om dit te doen, wordt er een plaatfundering gemaakt onder de wanden en kolommen uit de bovenbouw die de krachten overdragen naar de funderingspalen. Uitgangspunt is het toepassen van Tubex / HEK-buispalen palen Ø762/950 op de 2<sup>e</sup> zandlaag (ca. 68m – NAP). De bouwput wordt middels spanningsbemaling gerealiseerd. De bouwput wordt in een latere fase verder uitgewerkt.

Het gedeelte laagbouw rondom de toren wordt op de 1<sup>e</sup> zandlaag gefundeerd. Er dient in de kelder rekening te worden gehouden met zettingsverschillen tussen de hoog- en de laagbouw. Dit wordt gedaan middels een dubbele stortstrook waarbij er na de 1<sup>e</sup> stort nog een strook aanvullende wapening blootligt die na het optreden van de zetting nog eens aangestort kan worden. Dit wordt gedaan nadat de ruwbouw van de toren op hoogte is. In de volgende fase wordt inzichtelijk gemaakt hoeveel verschilzetting er na dit tijdstip nog zal optreden.

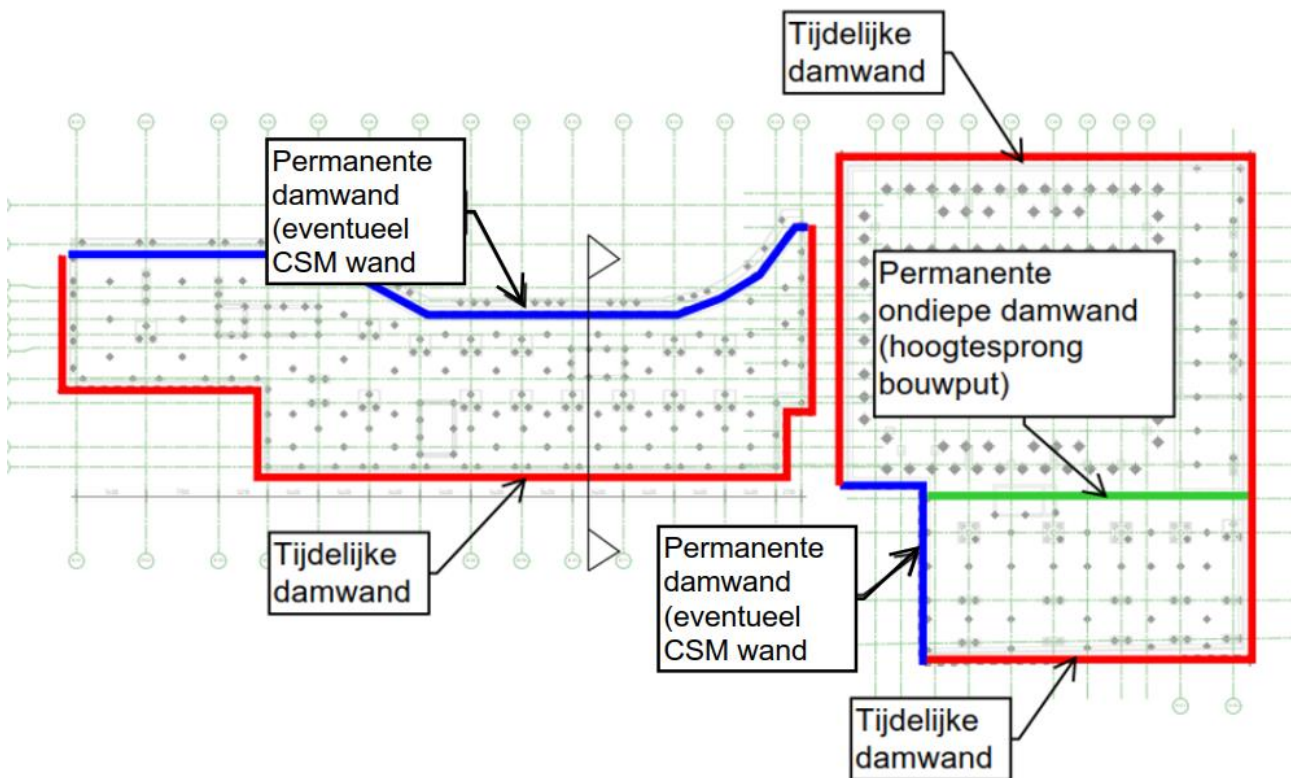


Stortstrook

De laagbouw rondom de toren wordt gebouwd nadat de hoogbouwtoeren is gebouwd.

### 3.7.2 Laagbouw

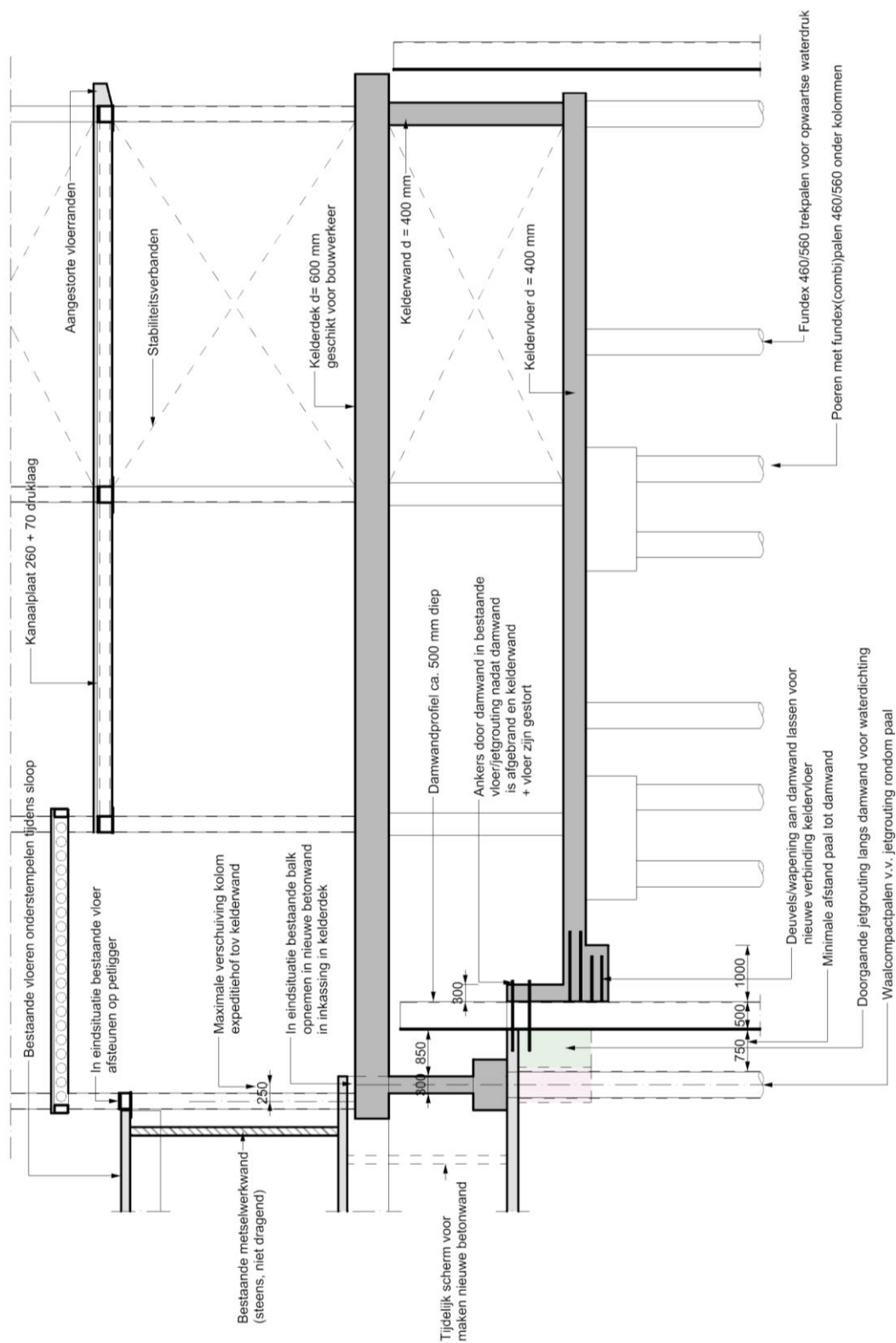
Het aanlegniveau van het nieuwe kelderdeel is lager dan de bestaande kelder. De bestaande kelder wordt eerst afgesloten met een nieuwe betonwand voorzien van een bredere balk eronder t.b.v. de waterdichting. Het bestaande kelderdek wordt gesloopt en de bestaande kelderbak wordt gesloopt. Deze wordt aangevuld met repac o.g. zodat er overheen gereden kan worden en de bouwput en paalfundering van de hoogbouwtoren gerealiseerd kan worden. De bouwput wordt uitgevoerd met stalen damwanden. Als alternatief wordt een variant overwogen waarbij de permanente stalen damwanden middels CSM wanden worden uitgevoerd. In de TO fase (na de omgevingsvergunning) wordt onderzocht of dit alternatief technisch haalbaar en uitvoerbaar is. Indien dit wordt toegepast dan geldt dit als een wijziging op de bouwvergunning.



Overzicht bouwputten

Nadat de palen voor de hoogbouwtoren zijn geboord wordt de bouwput voor de laagbouw ontgraven en worden de palen aangebracht en de kelderbak gerealiseerd. Het nieuwe kelderdek fungeert dan als route voor het bouwverkeer om de bovenbouw van de hoogbouwtoren te realiseren.

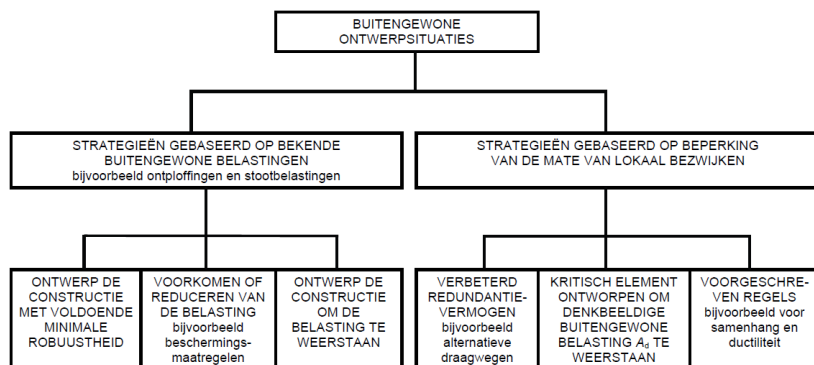
Daarna wordt een deel van de bestaande kelder gesloopt. Hierna worden de damwanden aangebracht voor het realiseren van de nieuwe diepere kelder. Het aanlegniveau van de diepere kelder ligt op 5,26 m – NAP (exclusief de poerdikte) waardoor een ontgraving in den droge mogelijk is en er waarschijnlijk geen spanningsbemaling nodig is.



Dwarsdoorsnede laagbouw

### 3.8 Tweede draagweg

Het gebouw moet voldoen aan de eisen uit de Eurocode met betrekking tot robuustheid / tweede draagweg. De regels voor de tweede draagweg staan omschreven in NEN-EN 1991-1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen.



Figuur 3.1 — Strategieën voor buitengewone ontwerpsituaties

#### Kritische elementen

Er zitten geen kritische elementen in het ontwerp.

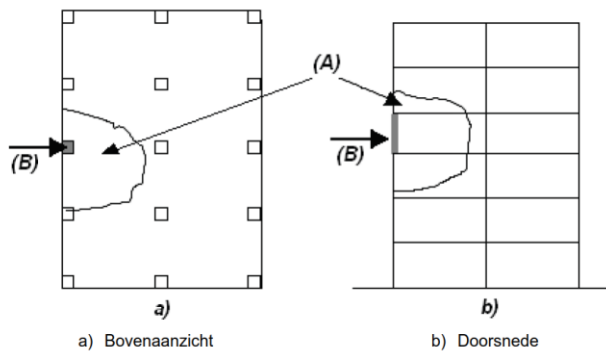
#### Laagbouw

Voor de laagbouw geldt dat er voldoende horizontale en verticale trekbanden worden voorzien in het staalskelet en de kanaalplaatvloeren. De vloer mag hierbij fors vervormen waardoor er membraanwerking ontstaat en de constructie via trekbanden in stand wordt gehouden. De wapening in de kanaalplaatvloer mag hiervoor benut worden als trekband, mits de koppeling in de sleufsparingen voldoende robuust is met voldoende verankeringslengte in de opengehakte sleuven (let erop dat de kanalen glad zijn en dat er een gereduceerde aanhechting is tussen het beton van de kanaalplaatvloer en het beton wat in de sleufsparring wordt gestort). De druklagen mogen ook benut worden voor de tweede draagweg.

Tenminste 30% van de horizontale trekband behoort zich in de directe nabijheid van de rasterlijnen van de kolommen te bevinden. De stalen liggers en de koppelingen met de kanaalplaatvloer worden hierop gedimensioneerd.

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.



#### 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.

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

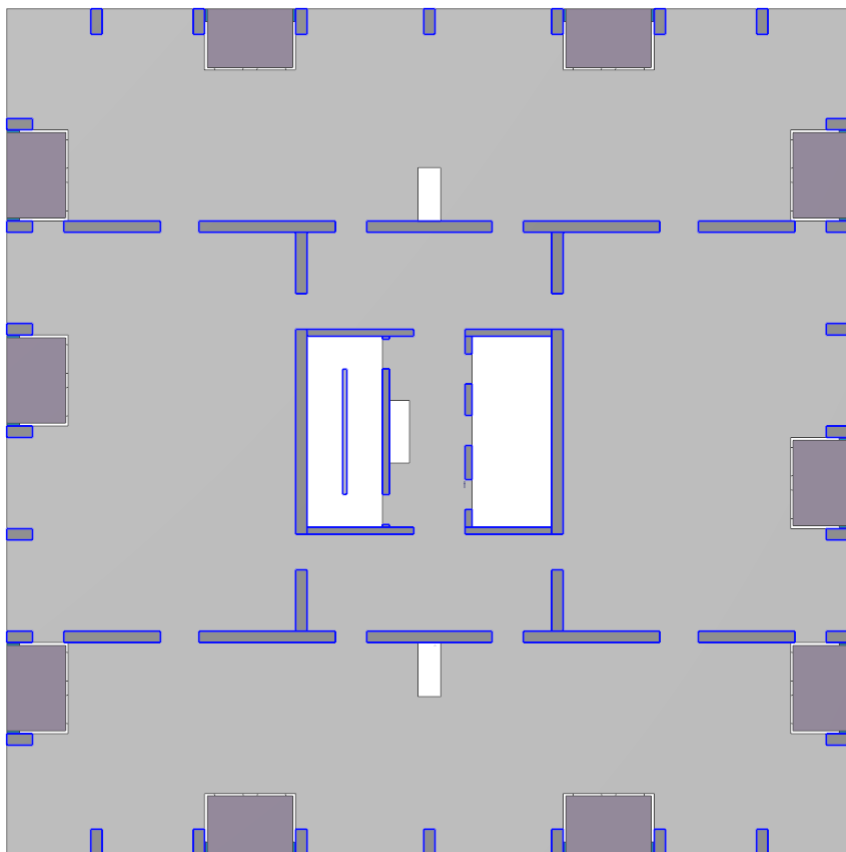
De kolommen (en kolomverbindingen) langs openbare wegen en binnenplaatsen dienen berekend te worden op een buitengewone belasting met bekende oorzaak (zie paragraaf 2.10). Hieronder zijn in rood de gebieden aangegeven die toegankelijk zijn voor (vracht)verkeer.



*Toegankelijk voor (vracht)verkeer*

## Toren

Voor de hoogbouwtoeren geldt dat er wordt gerekend met de denkbeeldige verwijdering van één enkele kolom(schijf) in het geval van een calamiteit. De vloeren en kolommen zullen naast de uiterste grenstoestand ook gewapend worden op deze buitengewone situatie. In de plattegrond zitten op elke hoek 2 kolommen/kolomschijven waardoor dit goed mogelijk is. Zie rapport R-321-044-DO-02B voor een ontwerpberekening van deze 2<sup>e</sup> draagweg.

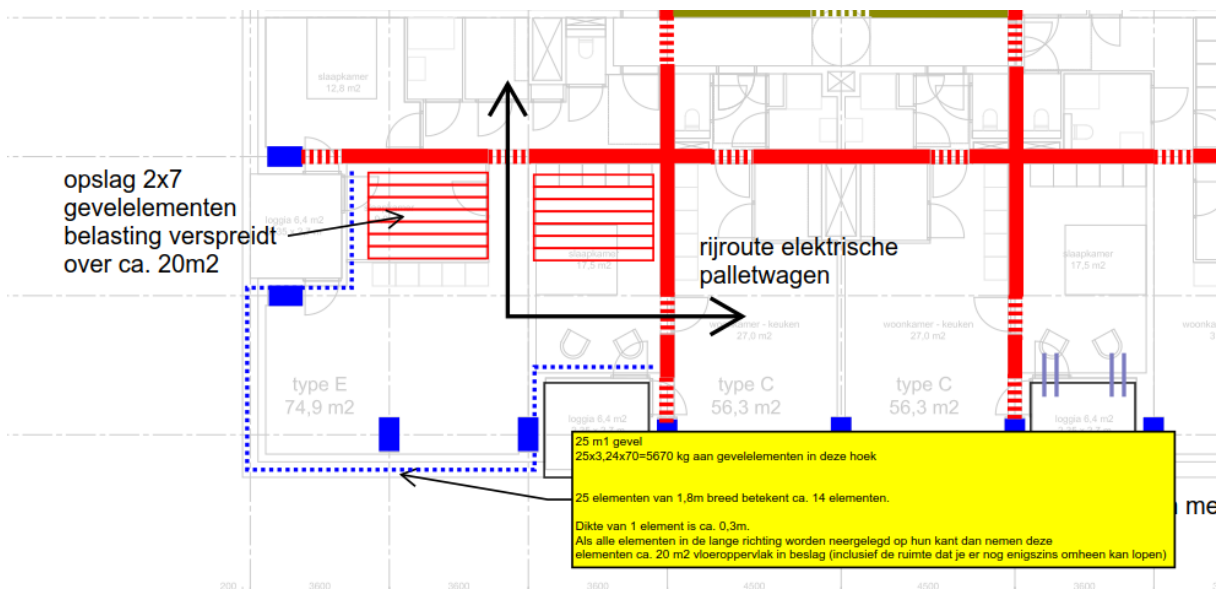


Standaard torenplattegrond met 2 hoekkolommen

### 3.9 Gevel

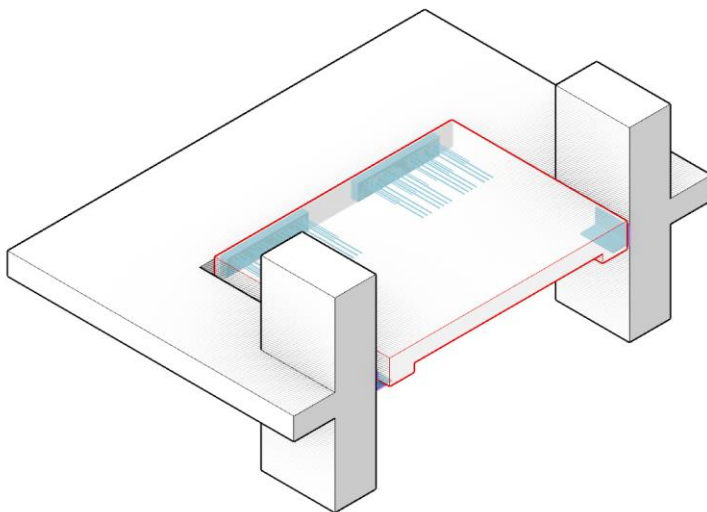
#### 3.9.1 Montage

De gevel wordt als elementengevel van binnenuit gemonteerd. De breedte van de deursparingen wordt hierop afgestemd. De elementen kunnen op de standaard verdiepingvloeren worden opgeslagen.



#### 3.9.2 Balkons

De prefab balkons worden middels isokorven aan de achterliggende vloerconstructie bevestigd. Per balkonplaat zijn 2 stuks Isokorf Type K- T-M10-V1-REI120-CV30-H200-L1000-3.0 benodigd. Zie Bijlage 2 voor een ontwerpberekening van de isokorven. Voor de tweede draagweg / robuustheid / beperken vervormingen gevel worden er op het uiteinde ook stalen handjes toegepast, zie principeschets hieronder. De isokorven worden echter dusdanig berekend dat zij de hele plaat kunnen dragen, zonder hulp van de stalen handjes.



Principeschets balkons met isokorven en stalen handjes

### 3.9.3 Gevolgklasse en robuustheid

De gevolgklasse van de gevel is CC3. Hier mag geen reductie op worden toegepast.

Voor de gevel dient tevens gerekend te worden met een stootbelasting t.g.v. de gevelonderhoudsinstallatie. De orde-grootte van deze belasting dient met de leverancier afgestemd te worden.

### 3.9.4 Natuursteen

Voor de gevel wordt natuursteen toegepast. Deze elementen dienen mechanisch bevestigd te worden aan de achterconstructie (en mogen dus niet gelijmd worden). Voor natuursteen dient de rekenwaarde voor de sterkte bepaald te worden door de karakteristieke sterkte te delen door een materiaalfactor van  $\gamma_m = 1,8$ . Cavity closers dienen op de hoeken te worden toegepast om de windbelasting op de gelaagde gevel te reduceren.

Voor de tweede draagweg moet gerekend worden met de uitval van 1 anker. Voor de materiaalfactoren (ook die van natuursteen) mag in deze situatie 1,0 aangehouden worden. Voor de terugkeertijd van de windbelasting mag in deze situatie met 15 jaar gerekend worden i.p.v. 50 jaar.

## 3.10 Aandachtspunten uitwerking wapeningsberekeningen

De volgende uitgangspunten zijn afgestemd met BoWoTo:

- De betondrukspanning beperken tot  $0,7 f_{cd}$  tenzij splijtwapening wordt toegepast
- Bij trekbanden in poeren maximaal  $1,5 \times$  de paalbreedte aanhouden voor de te activeren trekband, anders moet verdeelwapening worden toegepast
- Bij verticale voegen dient de dwarskracht volledig door wapening opgenomen te worden

## 3.11 Aandachtspunten uitwerking staalberekeningen

De volgende uitgangspunten zijn afgestemd met BoWoTo:

- Mits niet aangetoond kan worden dat de bouten en lassen niet het maatgevende onderdeel zijn van een verbinding dienen staal-staal verbindingen te worden uitgewerkt met een extra belastingfactor van 1,2 op de rekenwaarde van de optredende belastingen.

### 3.12 Installaties

In het gebouw worden leidingen en schachten geplaatst voor installaties. Deze leidingen moeten in de constructie worden geïntegreerd. De leidingen worden deels in de vloeren geplaatst en deels in schachten en door installatieopeningen.

#### Algemene aandachtspunten

- Alle sparingen dienen beoordeeld te worden door Pieters Bouwtechniek
- Sparingen groter dan 250 mm worden gemodelleerd in het constructieve model in de werkfase en opgenomen in de definitieve tekeningenset.
- In de vloeren is beperkt ruimte voor leidingen. In de 270 mm dikke i.h.w.g. vloeren is ca. 140 mm hoogte beschikbaar tussen de wapening voor installaties.

#### Rioolleidingen

De rioolleidingen dienen onder een helling te liggen. Dit dient meegenomen te worden in het leidingontwerp. De beschikbare ruimte tussen de vloerwapening bedraagt ca. 140 mm.

#### Ventilatieschachten

De ventilatieschachten hoeven niet onder een helling te liggen. Uitgegaan wordt dat deze schachten op het onderwapeningsnet worden gelegd. De hoogte van de ventilatieschachten worden ingeschat op max. 80-100 mm.

#### Elektriciteitskabels

De elektriciteitskabels kunnen gebundeld worden tot een maximum diameter van 100 mm. Wanneer de elektriciteitskabels worden gebundeld, dient voldoende tussenafstand te worden aangehouden.

#### Uitgangspunten voor leidingen in woonruimtes

##### Fundering

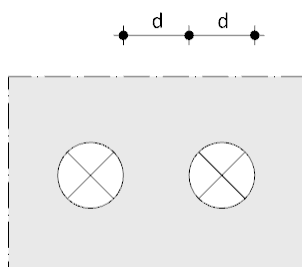
- Geen leidingen in de fundering opnemen

##### Kolommen

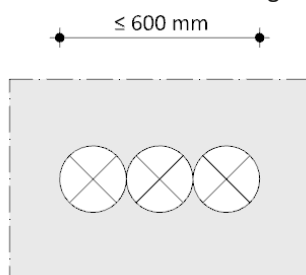
- Geen leidingen in kolommen opnemen
- Geen sparingen in/door kolommen maken
- Voor vloeren grenzend aan de boven- en onderzijde van kolommen: zie vloeren

##### Wanden

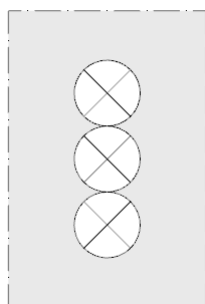
- Geen leidingen in verticale richting in dragende wanden opnemen
- Leidingen in horizontale richting kunnen door de wand lopen (loodrecht op de wand).  
Er kunnen geen sparingen worden gemaakt in zones met zware wapening. Deze zones worden door Pieters Bouwtechniek aangegeven.
- De minimale afstand tussen twee leidingen is gelijk aan de diameter van de leidingen. Dit geldt ook voor gebundelde leidingen.



- De maximale breedte van gebundelde leidingen is gelijk aan 600 mm.

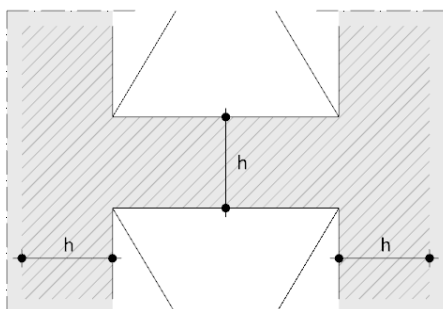


- Wanneer meerdere leidingen naast elkaar moeten komen te liggen, kunnen de leidingen ook verticaal, boven elkaar gepositioneerd worden. Positie en maximale hoogte in overleg met Pieters Bouwtechniek.



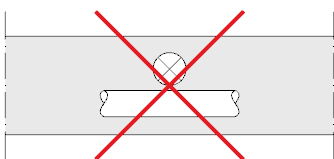
#### Lateien

- Geen sparingen in de lateien
- Geen sparingen maken in de naastgelegen wand, over een breedte gelijk aan de hoogte van de latei. Bij voorkeur geen sparingen maken direct onder deze zone.

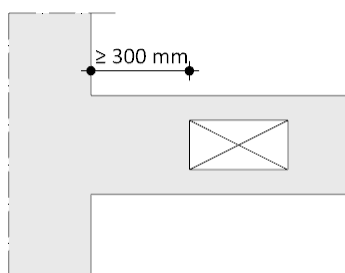


## Vloeren

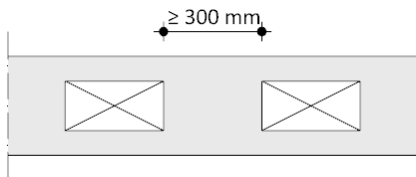
- Leidingen en andere installaties kunnen tussen de boven- en onderwapening worden geplaatst.
- De vloerdikte is gelijk aan 270 mm. De beschikbare hoogte voor leidingen en installaties bedraagt ca. 140 mm.
- Let op: de rioolleidingen dienen onder een helling te liggen. De beschikbare ruimte voor de leidingen tussen de wapening is beperkt.  
Elektriciteitskabels dienen zoveel mogelijk gebundeld te worden. De maximale diameter van gebundelde kabels bedraagt ca. 100 mm. Voor deze gebundelde kabels geldt hetzelfde als voor 'normale' leidingen in de vloer.
- Geen kruisende leidingen in de vloeren.



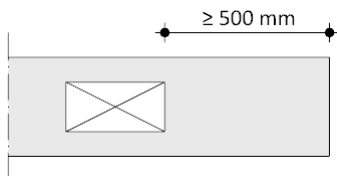
- Leidingen die evenwijdig aan een dragende wand lopen, dienen ten minste 300 mm van de wand af te liggen. Daar waar leidingen langs een vloerrand lopen, dient de verankering van de wapening langer uitgevoerd te worden.



- Een minimale tussenruimte van 300 mm dient aangehouden te worden voor de leidingen in de vloer.



- De maximale breedte van leidingen in de vloer is 220 mm.
- De afstand tussen de leidingen en de vloerrand dient ten minste 500 mm te zijn.



Geen sparingen in de vloer maken ter plaatse van de hoek- en randkolommen (of dragende penanten). De afstand tussen de hoek- en randkolommen en sparingen in de vloer dient ten minste 1000 mm te zijn. Sparingen dienen gecontroleerd te worden door Pieters Bouwtechniek.

## Overige installaties

### Installatieruimten

De maximale vloerbelasting van de installaties in de installatieruimte bedraagt 5 kN/m<sup>2</sup>. Extra belasting ten gevolge van massa om trillingen te minimaliseren dient binnen deze belasting te vallen, of dient van tevoren opgegeven te worden zodat dit meegenomen kan worden in het constructieve ontwerp.

### Liften

Pieters Bouwtechniek beoordeelt of de vloer van de liftschacht de belasting uit de liften kan dragen. Belastingen uit de geleiderails op de wanden zal beoordeeld worden in een latere fase.

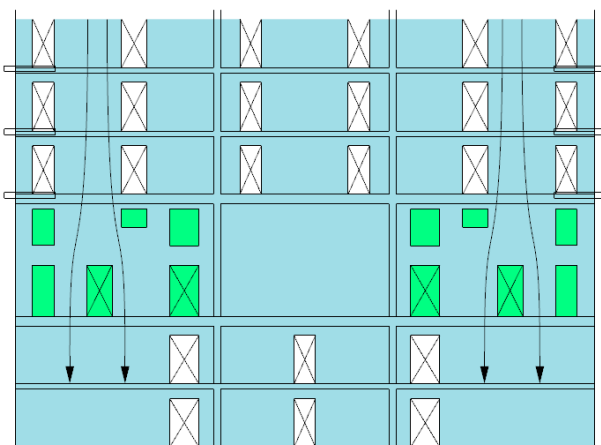
### Gevelonderhoudsinstallatie

Er wordt een gevelonderhoudsinstallatie (GOI) op het dak geplaatst. Deze constructie en de bijbehorende belastingen worden uitgewerkt in een latere fase.

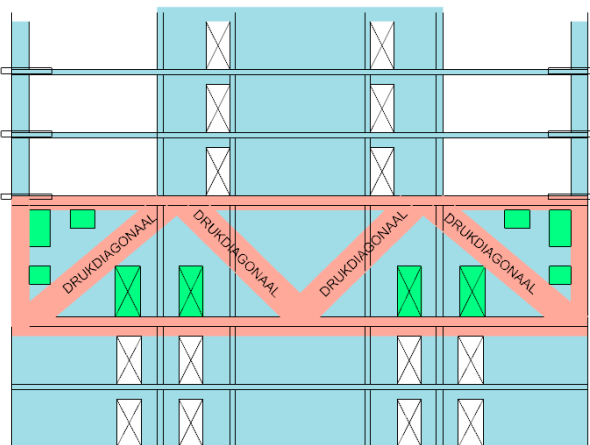
### Wandsparingen technieklaag

Door de overgang in wandconstructies zijn er beperkingen waar wandsparingen gemaakt kunnen worden in de wanden van de technieklaag, zie hieronder het principe:

#### As TC en TG (huidige ontwerp en variant A)



#### As T4 en T6



## 3.13 Noodoverstorten

Voor de toren en de laagbouw is het uitgangspunt dat er noodoverstorten in het dak worden aangebracht. Om te voorkomen dat hemelwater kan accumuleren op het dak, moet de dakbedekking onder afschot worden gelegd. (Bij de daktuinen wordt geen afschotsisolatie toegepast). Tevens moeten er noodoverlaten in de gevels worden aangebracht om bij hevige regenval het hemelwater van het dak af te voeren.

De afmetingen van de noodoverstorten dienen te worden afgestemd met het afschot van het dak en de detaillering van de architect.

De noodoverstorten moeten een vrije uitlaat hebben en mogen niet aangesloten worden op het riool.

### 3.14 Daktuinen

Op de daken van de laagbouw en op de lager gelegen daken van de toren zullen diverse daktuinen worden gerealiseerd tussen de 250 kg/m<sup>2</sup> en 865 kg/m<sup>2</sup>. Op diverse posities worden zwaardere bomen geplaatst. Hier wordt lokaal 1200 kg extra grond toegepast. Daarnaast wegen de bomen ca. 1000 kg per stuk. Deze bomen mogen enkel boven kolomposities worden gecentreerd. De bomen worden verankerd aan de onderliggende staalconstructie middels kabels. Het gewicht van de bomen wordt verdisconteert in het gewicht van de rest van de daktuin door gemiddeld 1000 kg/m<sup>2</sup> te rekenen. Zie hieronder een overzicht van de daktuin. De plantenbakken worden lichtgewicht uitgevoerd (niet steens).

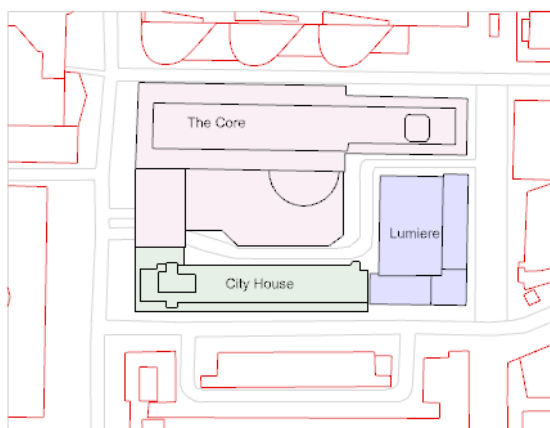


### 3.15 Stappenplan bouwput toren

Het stappenplan voor de bouw is als volgt:

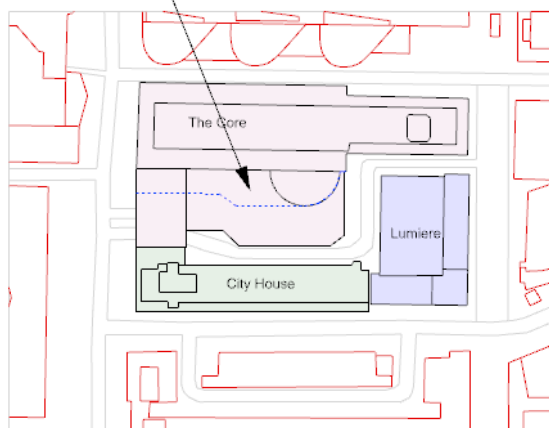
#### Bestaande situatie

Kabels + leidingen omleggen



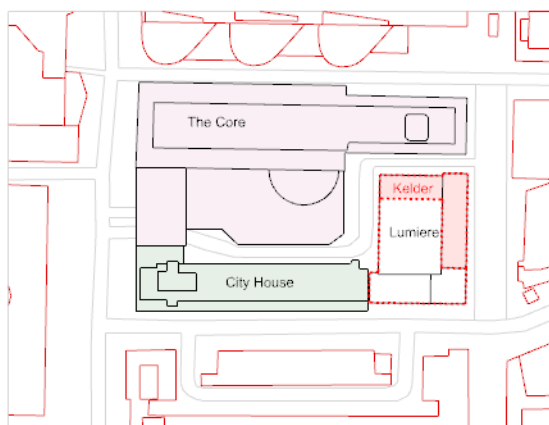
#### Stap 1: Afsluiten parkeergarage

Nieuwe inpandige betonwand maken op kelderniveau.  
Waalcompactpalen vanwege geringe werkhoogte.  
Waterdichte casing (d.m.v. jetgrouting)



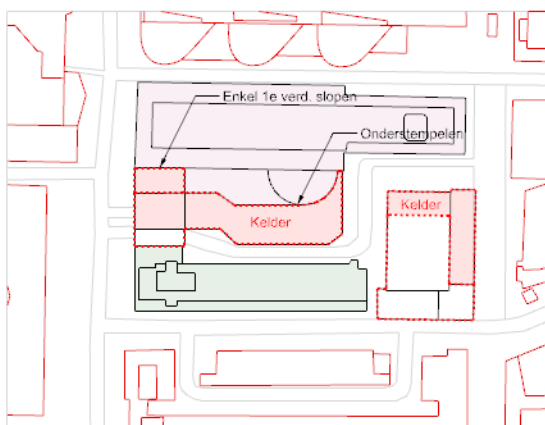
#### Stap 2: Sloop Lumière

Sloper brengt tijdelijke damwand aan + bemaling voor sloop kelder.



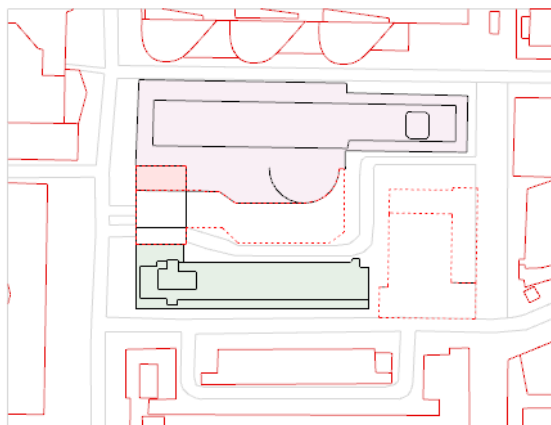
#### Stap 3: Sloop bovenbouw laagbouw

Bovenbouw slopen.  
Boven inrit parkeergarage enkel 1e verd. slopen  
Bestaande kelderdek en 1e verdiepingvloer onderstempelen nabij slooprand.



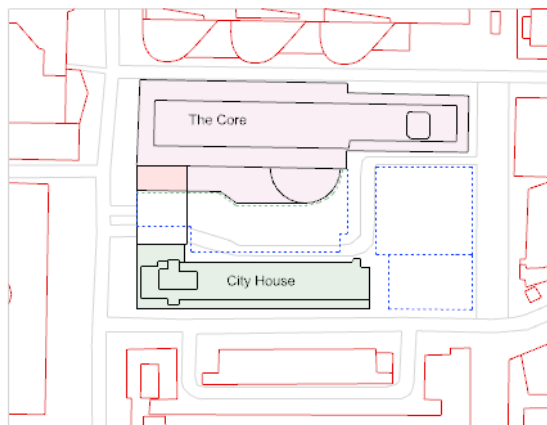
## Stap 4: Sloop kelders

Onderbouw slopen.



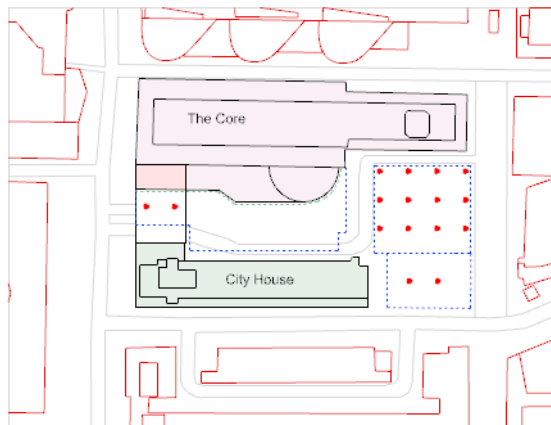
## Stap 5: Inbrengen damwanden

Damwand rondom bestaande kelder inbrengen en hoogbouw inbrengen  
Damwand tegen nieuwe kelderwand aan plaatsen (groen).  
(alternatief: CSM wand)



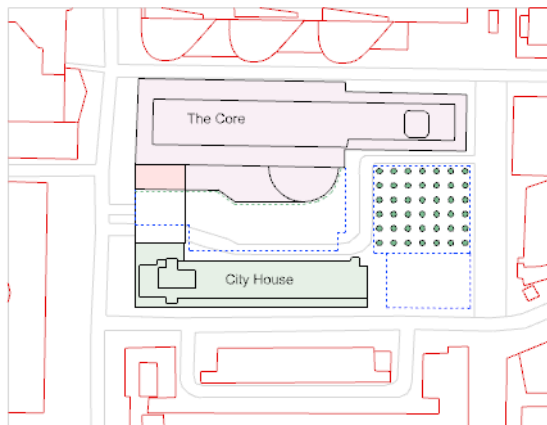
## Stap 6: Trekken bestaande palen

Palen (mogelijk verzwaarde voet) trekken met casing.  
Boorgaten vullen met gelijkwaardig grondpakket (of bentoniet).  
Kelder daarna aanvullen met grond



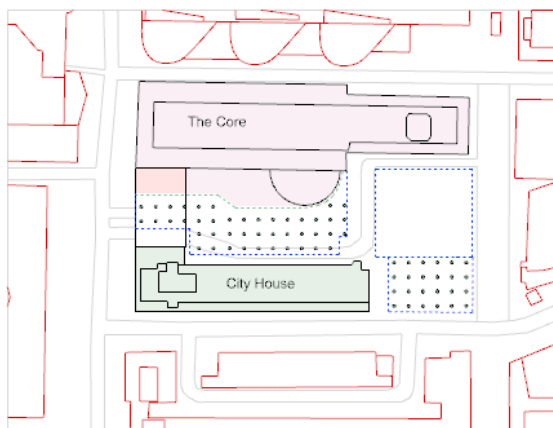
## Stap 7: Aanbrengen palen hoogbouw

Tubex palen tot 68m - NAP  
2 boorstellingen, vanaf maaiveld boren  
Casing van Tubex niet verdiept wegzetten, wel verdiept afstorten  
Casings voorzien van deksel na maken palen.



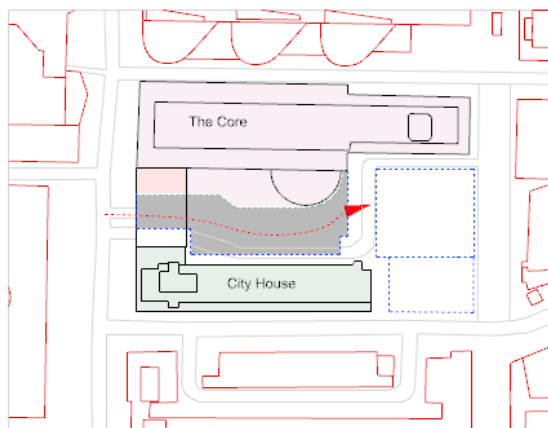
## Stap 8: Aanbrengen palen laagbouw

Fundex combipalen indien mogelijk met spanningwater)



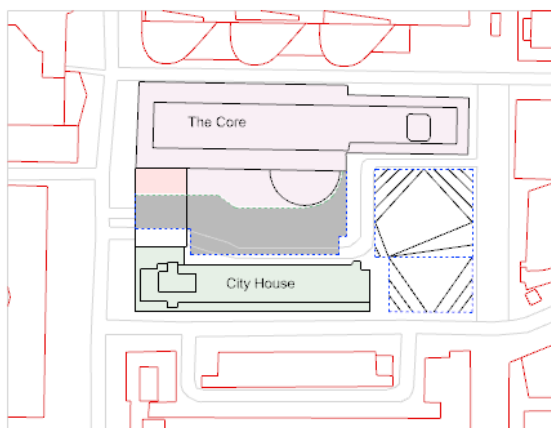
## Stap 9: Put laagbouw vullen met puin

Bouwuip laagbouw vullen met puin, afwerken met repac  
Tijdelijke bouwroute over puin



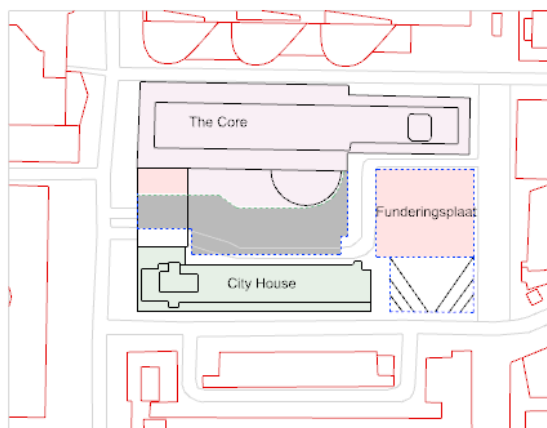
## Stap 10: Ontgraven put hoogbouw

Stempelramen aanbrengen  
Spanningsbemaling toepassen



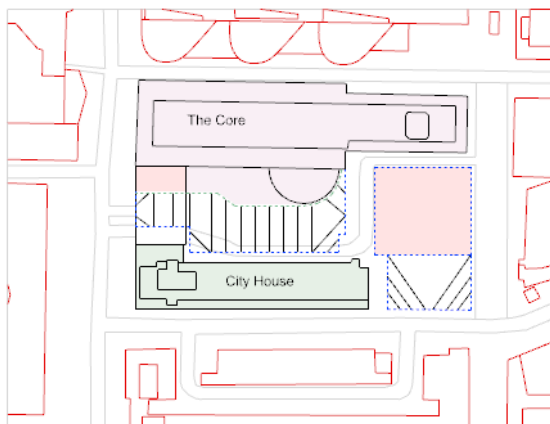
## Stap 11: Fundering hoogbouw

Plaatfundering maken



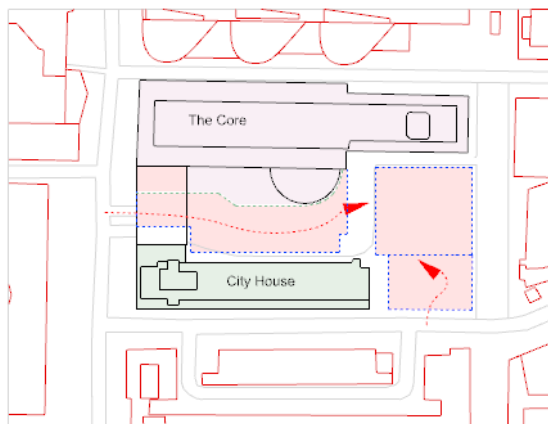
## Stap 12: Ontgraven put laagbouw

Stempelraam aanbrengen



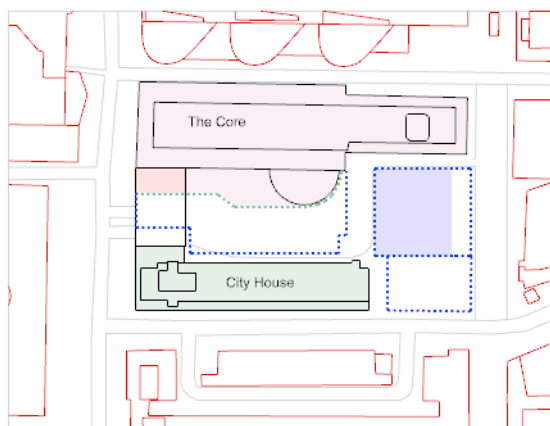
## Stap 13: Kelder + kelderdek laagbouw

Fungeren na gereedkoming als route bouwverkeer  
Kantelstrook tussen hoogbouw en laagbouw  
(aanstortstrook met daarboven nog blootliggende wapening voor een tweede stort na optreden zettingen)



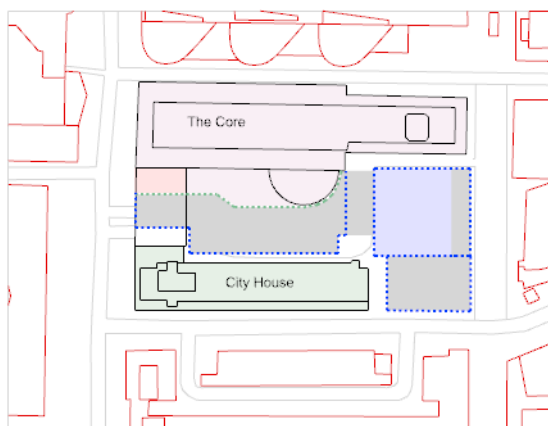
## Stap 14: Bouw toren

Volledig i.h.w.g.



## Stap 15: Bouw laagbouw

Grotendeels staalconstructie met kanaalplaten



### 3.16 Demarcatie constructieve werkzaamheden

Let op: de exacte demarcaties voor werkzaamheden in de UO fase moeten nog afgestemd worden en zijn ook nog grotendeels afhankelijk het uiteindelijke ontwerp. Onderstaande paragraaf wordt in de TO fase bijgewerkt en geeft vooralsnog slechts een indicatie van de demarcaties.

Voor dit project is Pieters Bouwtechniek hoofdconstructeur. Dit houdt in dat Pieters het ontwerp uitwerkt tot op het niveau van Technisch Ontwerp (TO). Naast het maken van het constructieve ontwerp draagt Pieters de zorg voor de inhoudelijke coördinatie tussen constructieve onderdelen en toetsing detailengineering. De aannemer behoort de procesmatige coördinatie van de detailengineering te verzorgen.

#### 3.16.1 Engineering deelconstructies

Uitgangspunten voor de uitwerking van deelconstructies dienen door de (werkvoorbereider) (onder)aannemer en hoofdconstructeur (Pieters) te worden afgestemd vóórdat de engineering wordt opgestart. Van alle door de (onder)aannemer uit te werken constructieve onderdelen zal Pieters een controle uitvoeren op uitgangspunten en de toegepaste berekeningsmethode en een a-selecte controle op de verdere uitwerking.

Na uitwerking zullen essentiële stukken (o.b.v. de ontwerptoets en de risicoanalyse) door een derde partij voor een second opinion (CC3 toets) nog separaat worden beoordeeld. Dit valt onder de verantwoordelijkheid van de aannemer, alsmede de verantwoordelijkheid om tijdig af te stemmen met BoWoTo en aanpassingen te verwerken. 100% van de hoofddragconstructie dient getoetst te worden en minimaal 30% van de vloeren.

Werkzaamheden die door de aannemer uitgevoerd moeten worden zijn o.a.:

- Inmeten bestaande toestand voor de passing van de damwanden
- Rekening houden met inmeten en trekken bestaande palen.
- Engineering bouwkuip, inclusief damwanden, stempelraam, spanningsbemaling.
- Paalberekningen.
- Sloopplannen door aannemer.
- Stortplan plaatfundering met stortnaden, nabehandeling, krimpbeheersing etc. o.b.v. betontechnoloog voorleggen aan Pieters.
- Detailberekening prefab door aannemer
- Detailberekening staal door aannemer
- Detailberekening gevel door aannemer
- Stempelplannen en kisttekeningen door aannemer uit te werken, beoordelen door Pieters Bouwtechniek.
- Uitwerking gevel incl. achterconstructies door aannemer. Naden en voegen afstemmen op vervormingen in achterconstructie en goed te keuren door ontwerpteam.

Er zijn nog geen afspraken gemaakt over wie de in het werk gestorte betonconstructie van de bovenbouw (boven bgg niveau) zal uitwerken.

#### 3.16.2 Inspecties

Van alle essentiële onderdelen zal voorafgaand aan de eerste stort door Pieters een wapeningsinspectie gedaan worden. De aannemer dient er zorg voor te dragen dat de afdeling constructies van de gemeente tijdig op de hoogte is gesteld en wapening heeft kunnen inspecteren. Pas na definitieve goedkeuring door constructeur en gemeente kan gestort worden. Voor doorkoppelsystemen van wapening in prefab betonconstructies geldt dat er 100% controle moet zijn op de bouw.

Pieters voert geen dagelijks toezicht uit. De aannemer dient zelf voldoende constructief deskundig toezicht op de bouw te houden om de kwaliteit te waarborgen.

Mogelijk stelt de gemeente eisen aan extra uitvoeringscontrole door de CC3 toetsende partij. Deze controle dient door de aannemer dan meegenomen te worden en tijdig ingepland te worden.

### 3.16.3 Coördinatie van sparingen en voorzieningen

De aannemer is verantwoordelijk voor het coördineren van sparingen en voorzieningen die opgenomen dienen te worden in de constructie. De sparingen in i.h.w.g. betonconstructies dienen tijdig in definitieve vorm ingediend te worden bij Pieters Bouwtechniek.

## 4 Belastingen

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten voor de belastingen per onderdeel weergegeven. De opgelegde vloerbelastingen zijn aangehouden volgens de Eurocode en het programma van eisen van de opdrachtgever.

$G_k$  = karakteristieke waarde van de blijvende belasting

$Q_k$  en  $q_k$  = karakteristieke waarde van de opgelegde belasting

### 4.1 Vloeren toren

#### Keldervloer, installaties

Funderingsplaat  $h = 2500$  mm

Afwerkvloer  $d = 70$  mm

$$G_k = \frac{62,50 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2}{1} = 64,00 \text{ kN/m}^2$$

Klasse E1-overige (opslag en industrieel gebruik)

$\psi_0 = 1,00$   $\psi_1 = 0,90$   $\psi_2 = 0,80$

$$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

#### Beganegrondvloer

In het werk gestorte betonvloer  $h = 400$  mm

Vloerafwerking n.t.b. (inclusief isolatie en plafond)

$$G_k = \frac{10,00 \text{ kN/m}^2 + 5,00 \text{ kN/m}^2}{1} = 15,00 \text{ kN/m}^2$$

Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomstruimten)

$\psi_0 = 0,40$   $\psi_1 = 0,50$   $\psi_2 = 0,30$

$$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

#### Verdiepingsvloer kantoor

In het werk gestorte betonvloer  $h = 270$  mm

Zwevende dekvloer  $d = 70$  mm op 20 mm isolatie

$$G_k = \frac{6,75 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2}{1} = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

Klasse B-kantoorruimten

$\psi_0 = 0,50$   $\psi_1 = 0,50$   $\psi_2 = 0,30$

$$q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 3,00 \text{ kN}$$

#### Verdiepingsvloer technieklaag

In het werk gestorte betonvloer  $h = 500$  mm

Zwevende dekvloer  $d = 70$  mm op 20 mm isolatie

$$G_k = \frac{12,50 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2}{1} = 14,00 \text{ kN/m}^2$$

Klasse E1-overige (opslag en industrieel gebruik)

$\psi_0 = 1,00$   $\psi_1 = 0,90$   $\psi_2 = 0,80$

$$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

#### Verdiepingsvloer wonen / hotel

In het werk gestorte betonvloer  $h = 270$  mm

Zwevende dekvloer  $d = 70$  mm op 20 mm isolatie

$$G_k = \frac{6,75 \text{ kN/m}^2 + 1,40 \text{ kN/m}^2}{1} = 8,15 \text{ kN/m}^2$$

Klasse A-vloeren (wonen en huishoudelijk gebruik)

$\psi_0 = 0,40$   $\psi_1 = 0,50$   $\psi_2 = 0,30$  n.b. Opgelegde belasting incl. l.s.w. à  $1,2 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 2,95 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 3,00 \text{ kN}$$

## Balkonplaat

Prefab betonplaat  $d = 280$  mm

Afwerking (lichtgewicht)

$$G_k = \frac{7,00 \text{ kN/m}^2 + 0,50 \text{ kN/m}^2}{7,50 \text{ kN/m}^2}$$

*Klasse A-balkons (wonen en huishoudelijk gebruik)*

$\psi_0 = 0,40$     $\psi_1 = 0,50$     $\psi_2 = 0,30$

$q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

$Q_k = 3,00 \text{ kN}$

## Dakvloer kroon

In het werk gestorte betonvloer  $d = 400$  mm

Daktuin en GOI (aannee belastingen, nader uit te werken)

$$G_k = \frac{10,00 \text{ kN/m}^2 + 15,00 \text{ kN/m}^2}{25,00 \text{ kN/m}^2}$$

*Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomstruimten)*

$\psi_0 = 0,40$     $\psi_1 = 0,70$     $\psi_2 = 0,60$

$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

$Q_k = 7,00 \text{ kN}$

## 4.2 Wanden toren

### Kernwanden en bouwmuren

Betonwand 350 mm

Betonwand 700 mm

$G_k = 8,75 \text{ kN/m}^2$

$G_k = 17,50 \text{ kN/m}^2$

### Gevel

Nader te specificeren, uitgangspunt geen steens gevel

$$G_k = \frac{2,00 \text{ kN/m}^2}{2,00 \text{ kN/m}^2}$$

### 4.3 Vloeren laagbouw

#### Keldervloer laagbouw, parkeergarage

In het werk gestorte betonvloer  $h = 400$  mm, gevulderd uitvoeren  
Bovenkant vloer voorzien van een coating, vanwege dooizouten.

$$G_k = \frac{10,00 \text{ kN/m}^2}{10,00 \text{ kN/m}^2}$$

Klasse F-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen lichter dan 25 kN)

$\psi_0 = 0,70$   $\psi_1 = 0,70$   $\psi_2 = 0,60$  n.b. Opgelegde belasting incl. l.s.w. á  $1,0 \text{ kN/m}^2$

\* let op, stempelbelasting bouwphase van 600 mm dikke kelderdek maatgevend

$$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 10,00 \text{ kN}$$

#### Keldervloer toren, commercieel

In het werk gestorte betonvloer  $h = 400$  mm  
Afwerkvloer  $d = 70$  mm

$$G_k = \frac{10,00 \text{ kN/m}^2 + 1,40 \text{ kN/m}^2}{11,40 \text{ kN/m}^2}$$

Klasse D2-warenhuizen (winkelruimten)

$\psi_0 = 0,40$   $\psi_1 = 0,70$   $\psi_2 = 0,60$

$$q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

#### Kelderdek laagbouw, bouwphase: zwaar transport, eindfase binnensituatie

In het werk gestorte betonvloer  $h = 600$  mm  
Afwerkvloer  $d = 70$  mm  
Isolatie  
Installaties en plafond

$$G_k = \frac{15,00 \text{ kN/m}^2 + 1,40 \text{ kN/m}^2 + 0,20 \text{ kN/m}^2 + 0,30 \text{ kN/m}^2}{16,90 \text{ kN/m}^2}$$

Klasse G-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen zwaarder dan 120 kN)

$\psi_0 = 0,70$   $\psi_1 = 0,50$   $\psi_2 = 0,30$

\* Voor de wapeningsberekening wordt  $30 \text{ kN/m}^2$  aangehouden, voor de gewichtsberekening  $5 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 5,00 / \text{kN/m}^2$$

$$30,00^*$$

$$Q_k = 60,00 \text{ kN}$$

#### Kelderdek laagbouw, bouwphase: zwaar transport, eindfase straat

In het werk gestorte betonvloer  $h = 600$  mm  
30 cm verharding of draaiplateau  
Isolatie  
Installaties en plafond

$$G_k = \frac{15,00 \text{ kN/m}^2 + 5,00 \text{ kN/m}^2 + 0,20 \text{ kN/m}^2 + 0,30 \text{ kN/m}^2}{20,50 \text{ kN/m}^2}$$

Klasse G-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen zwaarder dan 120 kN)

$\psi_0 = 0,70$   $\psi_1 = 0,50$   $\psi_2 = 0,30$

\* Voor de wapeningsberekening wordt  $30 \text{ kN/m}^2$  aangehouden, voor de gewichtsberekening  $10 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 10,00 / \text{kN/m}^2$$

$$30,00^*$$

$$Q_k = 70,00 \text{ kN}$$

## Kelderdek rondom toren, eindfase binnensituatie

In het werk gestorte vloer  $h = 400 \text{ mm}$

Afwerkvloer  $d = 70 \text{ mm}$

Isolatie

Installaties en plafond

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
|                        | 10,00 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 1,40 kN/m <sup>2</sup>        |
|                        | 0,20 kN/m <sup>2</sup>        |
|                        | 0,30 kN/m <sup>2</sup>        |
| <b>G<sub>k</sub> =</b> | <b>11,90 kN/m<sup>2</sup></b> |

Klasse G-(voertuigverkeersruimten voor voertuigen zwaarder dan 120 kN)

$\psi_0 = 0,70 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \psi_2 = 0,30$

\* Voor de wapeningsberekening wordt 30 kN/m<sup>2</sup> aangehouden, voor de gewichtsberekening 5 kN/m<sup>2</sup>

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| $q_k =$                | 5,00/ kN/m <sup>2</sup> |
|                        | 30,00*                  |
| <b>Q<sub>k</sub> =</b> | <b>70,00 kN</b>         |

## Verdiepingsvloer (overspanning > 7,2m)

Kanaalplaatvloer  $h = 260 \text{ mm}$

Gewapende druklaag  $d = 70 \text{ mm}$

Afwerkvloer  $d = 70 \text{ mm}$

Installaties en plafond

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
|                        | 3,90 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 1,75 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 1,40 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 0,30 kN/m <sup>2</sup>       |
| <b>G<sub>k</sub> =</b> | <b>7,35 kN/m<sup>2</sup></b> |

Klasse B-kantoorruimten

$\psi_0 = 0,50 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \psi_2 = 0,30 \quad n.b. \text{ Veranderlijke belasting incl. l.s.w.}$

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| $q_k =$                | 4,00 kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Q<sub>k</sub> =</b> | <b>7,00 kN</b>         |

## Verdiepingsvloer (overspanning < 7,2m)

Kanaalplaatvloer  $h = 200 \text{ mm}$

Gewapende druklaag  $d = 70 \text{ mm}$

Afwerkvloer  $d = 70 \text{ mm}$

Installaties en plafond

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
|                        | 3,10 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 1,75 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 1,40 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 0,30 kN/m <sup>2</sup>       |
| <b>G<sub>k</sub> =</b> | <b>6,55 kN/m<sup>2</sup></b> |

Klasse B-kantoorruimten

$\psi_0 = 0,50 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \psi_2 = 0,30 \quad n.b. \text{ Veranderlijke belasting incl. l.s.w.}$

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| $q_k =$                | 4,00 kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Q<sub>k</sub> =</b> | <b>7,00 kN</b>         |

## Dakvloer (daktuin zwaar, overspanning > 7,2m))

Kanaalplaatvloer  $h = 320 \text{ mm}$

Gewapende druklaag  $d = 70 \text{ mm}$

Isolatie

Daktuin (maximaal 865 kg/m<sup>2</sup>, bomen boven kolommen 1200 kg/m<sup>2</sup>)

Installaties en plafond

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
|                        | 4,30 kN/m <sup>2</sup>        |
|                        | 1,75 kN/m <sup>2</sup>        |
|                        | 0,20 kN/m <sup>2</sup>        |
|                        | 10,00 kN/m <sup>2</sup>       |
|                        | 0,30 kN/m <sup>2</sup>        |
| <b>G<sub>k</sub> =</b> | <b>16,55 kN/m<sup>2</sup></b> |

Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomstruimten)

$\psi_0 = 0,40 \quad \psi_1 = 0,70 \quad \psi_2 = 0,60$

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| $q_k =$                | 5,00 kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Q<sub>k</sub> =</b> | <b>7,00 kN</b>         |

## Dakvloer (daktuin zwaar, overspanning < 7,2m))

Kanaalplaatvloer  $h = 260 \text{ mm}$

Gewapende druklaag  $d = 70 \text{ mm}$

Isolatie

|  |                        |
|--|------------------------|
|  | 3,90 kN/m <sup>2</sup> |
|  | 1,75 kN/m <sup>2</sup> |
|  | 0,20 kN/m <sup>2</sup> |

Daktuin (maximaal 865 kg/m<sup>2</sup>, bomen boven kolommen 1200 kg/m<sup>2</sup>)  
Installaties en plafond

$$\begin{array}{r} 10,00 \text{ kN/m}^2 \\ 0,30 \text{ kN/m}^2 \\ \hline G_k = 16,15 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

*Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomstruimten)*  
 $\psi_0 = 0,40 \quad \psi_1 = 0,70 \quad \psi_2 = 0,60$

$$\begin{array}{l} q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2 \\ Q_k = 7,00 \text{ kN} \end{array}$$

#### Dakvloer (daktuin licht / dakteras)

Kanaalplaatvloer  $h = 260 \text{ mm}$   
Gewapende druklaag  $d = 70 \text{ mm}$   
Isolatie  
Daktuin lichtgewicht / dakterras  
Installaties en plafond

$$\begin{array}{r} 3,90 \text{ kN/m}^2 \\ 1,75 \text{ kN/m}^2 \\ 0,20 \text{ kN/m}^2 \\ 2,50 \text{ kN/m}^2 \\ 0,30 \text{ kN/m}^2 \\ \hline G_k = 8,65 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

*Klasse C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen (bijeenkomstruimten)*  
 $\psi_0 = 0,40 \quad \psi_1 = 0,70 \quad \psi_2 = 0,60$

$$\begin{array}{l} q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2 \\ Q_k = 7,00 \text{ kN} \end{array}$$

#### Dakvloer (daktuin niet toegankelijk)

Stalen dakplaten (SAB 200R/750) - enkelvelds  
Staalconstructie  
Isolatie  
Daktuin lichtgewicht  
Installaties en plafond

$$\begin{array}{r} 0,20 \text{ kN/m}^2 \\ 0,30 \text{ kN/m}^2 \\ 0,20 \text{ kN/m}^2 \\ 2,50 \text{ kN/m}^2 \\ 0,30 \text{ kN/m}^2 \\ \hline G_k = 3,50 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

*Klasse H-daken (niet toegankelijk)  $0 \leq \alpha < 15^\circ$*   
 $\psi_0 = 0,00 \quad \psi_1 = 0,00 \quad \psi_2 = 0,00$

$$\begin{array}{l} q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2 \\ Q_k = 1,50 \text{ kN} \end{array}$$

## 4.4 Wanden laagbouw

#### Kernwanden en kelderwanden

Kernwand 350 mm  
Kelderwand 400 mm

$$\begin{array}{l} G_k = 8,75 \text{ kN/m}^2 \\ G_k = 10,00 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

#### Gevel

Licht binnenblad met natuursteen (mechanisch bevestigd)

$$\begin{array}{r} 1,50 \text{ kN/m}^2 \\ \hline G_k = 1,50 \text{ kN/m}^2 \end{array} +$$

## 5 Uitgangspunten materiaalkwaliteiten en calculatiegegevens

### 5.1 Betonconstructies

Uitgangspunten bij bepaling wapeningshoeveelheden:

- voor de hoeveelheid wapening worden sparingsen en openingen (o.a. deuren, ramen en vloersparingsen) beschouwd als beton
- Wapening voor poeren en balken t.p.v. de vloeren doorrekenen over vloerdikte. In deze vloerdikte zowel de vloerwapening als de balk/poerwapening rekenen. Dit geldt ook voor balken geïntegreerd in verdiepingsvloeren.
- de opgegeven hoeveelheden zijn netto volgens buigstaat en exclusief knipverliezen, hulpstaven, supports, etc.

#### 5.1.1 Toren

| Onderdeel                                                                                    | Beton<br>kwaliteit | Wapening<br>kg/m <sup>3</sup> | Opmerkingen / afmetingen                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Onderbouw: t/m 10<sup>e</sup> laag (kelder, 7 lagen onderbouw, 2 lagen boven kantoor)</b> |                    |                               |                                                                                                                             |
| Stabiliteitsconstructie onderbouw                                                            | C60/75             | 300                           |                                                                                                                             |
| Lateien onderbouw                                                                            | C60/75             | 400                           |                                                                                                                             |
| Betonkolommen onderbouw                                                                      | C60/75             | 400                           |                                                                                                                             |
| Verdiepingsvloeren en beganegrondvloer onderbouw                                             | C60/75             | 120                           | Hoge betonkwaliteit vloeren om grote spanningen in wanden en kolommen over te dragen naar onderliggende wanden en kolommen. |
| <b>Bovenbouw: vanaf 11<sup>e</sup> laag</b>                                                  |                    |                               |                                                                                                                             |
| Stabiliteitsconstructie bovenbouw                                                            | C45/55             | 200                           |                                                                                                                             |
| Lateien bovenbouw                                                                            | C45/55             | 400                           |                                                                                                                             |
| Betonkolommen bovenbouw                                                                      | C45/55             | 350                           |                                                                                                                             |
| Verdiepingsvloeren bovenbouw                                                                 | C45/55             | 120                           | Hoge betonkwaliteit vloeren om grote spanningen in wanden en kolommen over te dragen naar onderliggende wanden en kolommen. |
| <b>Overig</b>                                                                                |                    |                               |                                                                                                                             |
| Prefab kernwanden                                                                            | C45/55             | 150                           | Voor de hoogbouw zijn deze niet stabiliserend                                                                               |
| Kelderwanden                                                                                 | C45/55             | 200                           |                                                                                                                             |
| Funderingsplaat                                                                              | C55/67             | 300                           | 2,5m dikke plaat                                                                                                            |

### 5.1.2 Laagbouw (Lijnbaanhof en laagbouw rondom toren)

| Onderdeel                                    | Beton kwaliteit | Wapening kg/m <sup>3</sup> | Opmerkingen / afmetingen                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beganegrondvloer                             | C45/55          | 250                        | 600 mm dik, bestemd voor bouwverkeer tijdens bouw toren                                                                                          |
| Verdiepingsvloeren aanbouw rondom toren      | C45/55          | 120                        | De 6 lagen hoge aanbouw rondom de toren wordt later aangestort. Tijdens de bouw van de toren staan hier de bouwlichten en torenkranen opgesteld. |
| Betonkolommen kelder en aanbouw rondom toren | C45/55          | 300                        |                                                                                                                                                  |
| Betonvulling stalen buiskolommen             | C50/60          | 300                        |                                                                                                                                                  |
| Prefab kernwanden                            | C45/55          | 200                        |                                                                                                                                                  |
| Kelderwanden                                 | C45/55          | 200                        |                                                                                                                                                  |
| Keldervloer en poeren                        | C45/55          | 200                        |                                                                                                                                                  |
| Kanaalplaatvloeren                           |                 |                            | Opgave leverancier                                                                                                                               |
| Druklaag kanaalplaatvloer                    | C30/37          |                            | wapening 15 kg/m <sup>2</sup><br>(minimaal kruisnet Ø8-150 + bijlegwapening)                                                                     |

### 5.2 Staalconstructies

| Onderdeel                         | Afmetingen | Kwaliteit | Opmerkingen |
|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|
| Walsprofielen, strippen en platen |            | S355JR    |             |
| Koker- en buisprofielen           |            | S355J2H   |             |
| Rondstaal                         |            | S355J0    |             |

Al het staal thermisch verzinken en voorzien van een 2-laagse poedercoating. De conservering van de staalconstructie inclusief de toe te passen dikte van de poedercoating wordt opgegeven door de staalleverancier, inclusief bepaling kritieke staaltemperatuur. Staalconstructie in contact met buitenklimaat of grond thermisch verzinken, inclusief ankers. Ankers die niet inspecteerbaar zijn moeten roestvast (RVS) uitgevoerd worden.

### 5.3 Paalfundering

| Type / omschrijving     | Afmetingen | Inbrengniveau | Aantal   | Draagvermogen                                                                                                  |
|-------------------------|------------|---------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HEK-buispalen hoogbouw  | Ø762/950   | Ca. 68m - NAP | Zie tek. | $F_{d,druk,max} = 11.500 \text{ kN}$ , $F_{d,druk,min} = 2.000 \text{ kN}$ ,<br>$F_{d,hor} = 200 \text{ kN}$   |
| HEK-combipalen laagbouw | Ø460/560   | Ca. 23m - NAP | Zie tek. | $F_{d,druk,max} = \text{ca. } 1.200 \text{ kN}$ , $F_{d,trek} = 300 \text{ kN}$<br>$F_{d,hor} = 40 \text{ kN}$ |
| Waalcompactpalen        | Ø114/300   | Ca. 27m - NAP | Zie tek. | $F_{d,druk} = 750 \text{ kN}$                                                                                  |

## **6 Aandachtspunten bij nadere uitwerking door aannemer**

### **6.1 Gevel**

De gevel en alle onderdelen daarvan moet voldoen aan de eisen m.b.t. de 2<sup>e</sup> draagweg zoals beschreven in paragraaf 3.6. De gevolgklasse voor de gevel is CC3.

Bij uitkragende vloeren moet rekening gehouden worden met de vervorming van de vloerrand bij de geveldetailering.

Daarnaast moet rekening gehouden worden met de interstorey drift voor horizontale geveltoleranties.

In de UO fase moet de berekening van de doorbuiging verder worden verfijnd vanuit de wapeningsberekening. Verder moet er een afstemming plaatsvinden tussen de coördinerend constructeur en de gevelbouwer i.r.t. de aan te houden toleranties.

### **6.2 Integreren Installaties in het constructieve ontwerp.**

De uitwerking van zowel de constructie als de installaties zijn nog niet tot in detail gereed en de afstemming heeft nog aandacht nodig.

Voordat detailengineering van wapening kan starten, moeten de volgende punten moeten worden uitgewerkt:

- Vastleggen schachten (afmetingen en posities) in de vloeren.
- Vastleggen sparingen groter dan 150 mm in wanden.
- De vloeropbouw ter plaatse van de installaties. (denk aan extra massa vanwege trillingen)
- Veranderlijke vloerbelastingen als gevolg van de installaties controleren.
- Vaststellen principe leidingverloop in de vloer van de woningen.
- Vaststellen mogelijke kopers opties (/ aanvullende wensen van de uitbater van het hotel / aanvullende wensen van de huurders van de kantoren) ten aanzien van de installaties in relatie tot constructieonderdelen.
- Vaststellen afmetingen liftschacht en belastingen op de vloer van de liftput.
- Vaststellen positie en bouwkundig inpassen van de trafo(ruimte)
- Sprinkler voorzieningen.

Voor bovenstaande punten geldt dat de principes uit paragraaf 3.8 aangehouden dienen te worden.

### **6.3 Fundering**

Er moet nog onderzocht worden hoe de bestaande fundering van het oude Lumière pand eruit ziet en hoeveel bestaande palen er getrokken moeten worden voor het realiseren van de plaatfundering met de diepe HEK-buispalen.

Er dient vooraf te worden uitgesloten dat de bouwlocatie geen archeologische vindplaats is.

### **6.4 Uitvoering**

De bouwmethode bepaalt in grote mate de bouwsnelheid. Met de volgende punten moet rekening worden gehouden ten aanzien van de uitvoering.

- Complexe uitvoering van de wapening als gevolg van de natte knopen en de kruisende wanden.
- Extra inspecties op bouwplaats en in fabriek als gevolg van de indeling in CC3. Op doorkoppelankers dient 100% controle op de bouw te zijn dat deze correct worden toegepast.

## 6.5 Monitoring

De aannemer dient een monitoringsplan op te stellen waarin wordt aangegeven wat er gemeten wordt aan bestaande belendingen, wat de grenswaarden zijn waarop getoetst wordt en hoe er gehandeld wordt bij overschrijding van de grenswaarden.

0-metingen:

- Globale opname rondom, gedetailleerde opname van City House en The Core.

Tijdens sloop en realisatie fundering en onderbouw:

- Trillingsmetingen op belendingen. Aan de hand van de SBR richtlijn trillingen vaststellen op hoeveel plaatsen.
- Hoogtemetingen op de gevels van de belendingen, rondom. Metingen uitvoeren op niveau fundering / kelder en op niveau 1<sup>e</sup> verdieping. Tevens een hellingbuis plaatsen in twee hoeken zodat de scheefstand over de complete hoogte gemeten kan worden.
- Hoogtemetingen op belendingen.
- Inclinometingen van de damwanden.
- Peilbuizen met online monitoring in de omgeving om de freatische waterstand en de stijghoogte in de omgeving te bewaken, zie ook bemalingsadviezen.

Tijdens de bouw:

- Zettingsmonitoring van de toren zelf tijdens de bouw. In ieder geval op alle vier de hoeken en ergens in het midden. Tijdens de bouw maandelijks meten. Monitoring ter goedkeuring voorleggen aan constructeur en opdrachtgever.

Van de metingen dient een monitoringsplan opgesteld te worden, waarin wordt aangegeven:

- Wat er gemeten wordt.
- Waar er gemeten wordt.
- Beschrijving meetapparatuur.
- Aangeven wat er afgelezen wordt, meetnauwkeurigheid.
- Meetfrequentie (automatisch aflezen, of handmatig).
- Beschrijving grenswaarden conform SBR richtlijn A.
- Protocol van handelen als grenswaarden worden overschreden, tevens eerdere signaleringswaarden afspreken.

## 7 Risicoanalyse

Een aanzet tot een risicoanalyse voor het project Lumière is getoond in de onderstaande tabellen. Deze wordt in de TO fase aangevuld.

### 7.1 Tweede draagweg

#### Bovenbouw

| Onderdeel                            | Gebeurtenis                                                                                           | Gevolg                                                                              | Beheersmaatregel                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolommen bovenbouw                   | Wegvallen van een enkel penant/enkele kolom                                                           | Bovenliggende vloerdeel heeft geen ondersteuning meer.                              | Vloer wapenen op buitengewone situatie. Gezien de draagconstructie is dit goed te realiseren.                                                                                                                                         |
|                                      |                                                                                                       |                                                                                     | Controle naastgelegen penanten/kolommen op extra belasting in de bijzondere combinatie.                                                                                                                                               |
| Schuine kolommen overgangconstructie | Wegvallen van een enkel penant/enkele kolom                                                           | Gelijk aan wegvallen standaard kolom.                                               | Controle naastgelegen schuine kolommen op extra belasting in de bijzondere combinatie. Verankering trek/druk krachten t.g.v. excentriciteit voor deze naastgelegen kolommen dient ook in de bijzondere combinatie getoetst te worden. |
| Kolommen atrium                      | Koppelbalk die als knikverkorter werkt valt weg.                                                      | Kolommen met dubbele kniklengte krijgen nog grotere kniklengte.                     | Kolommen altijd aan weerszijden ondersteunen, anders koppelbalk als kritisch element uitwerken.                                                                                                                                       |
| Vloeren bovenbouw                    | Deel van een vloer (over gehele overspanning, met een breedte van 1,5x de verdiepingshoogte) valt weg | Het penant/de kolom op het betreffende vloerdeel heeft geen horizontale steun meer. | Penant/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.                                                                                 |
|                                      |                                                                                                       |                                                                                     | Er zijn voldoende stabiliteitswanden over om in de buitengewone situatie de stabiliteit te waarborgen.                                                                                                                                |

## 7.2 Ontwerp toren

| Gebeurtenis                                                                                                      | Gevolg                                                                                                           | Beheersmaatregel                                                                                       | Actie                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bij de uitwerking van de installaties door de installateur blijkt dat de leidingen niet passen met de sparingen. | Het gewenste leidingverloop kan niet worden aangebracht.                                                         | Vroegtijdig de installaties in het 3D model meemodeleren.                                              | Opdrachtgever / Installateur                                                                                |
| Opmerkingen van toetsende instantie zijn zodanig dat het ontwerp moet worden aangepast.                          | Er ontstaan vertraging en extra kosten als gevolg van deze vertraging.                                           | Externe toetsers in vroege fase bij het project betrekken. Vooroverleg voeren met BoWoTo.              | Opdrachtgever zorgt voor een tijdige opdracht en richt het proces zodanig in dat er tijd is voor controles. |
| Gevelelement valt uit.                                                                                           | Meerdere gevelelementen vallen uit als gevolg van extra belasting uit het element waar de ondersteuning wegvalt. | Gevelelementen beschouwen op uitval van een deel van de gevel. Overcapaciteit in de ankers aanbrengen. | Leverancier gevel                                                                                           |
| Problemen in afstemming nieuwe constructies op de bestaande parkeerkelder.                                       | Keldervorm moet aangepast worden wat invloed heeft op de haalbaarheid van het project.                           | Vroegtijdig in overleg gaan met de eigenaar van de bestaande parkeergarage en de sloper.               | Opdrachtgever / Pieters Bouwtechniek                                                                        |

## 7.3 Uitvoering toren

| Gebeurtenis                                                                | Gevolg                                                                                                                            | Beheersmaatregel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Actie                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Bouwtoleranties zijn groter dan de gehanteerde bouwtoleranties in ontwerp. | Detailering van de bouwkundige onderdelen (zoals gevel) past niet helemaal op de ruwbouw. Hierdoor ontstaan problemen in de bouw. | Vooraf uitvoeringsplan opstellen door aannemer om maatvoering beheersbaar te maken. Detailering gevel zodanig ontwerpen dat voldoende tolerantie mogelijk is.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ontwerp en bouwteam                                           |
| 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 en installateur. Elementen niet te slank dimensioneren. Waar dit bewust wel gebeurt, als aandachtspunt benoemen en monitoren bij verdere uitwerking. Dit geldt bijvoorbeeld voor de lateien nabij natte knopen in de kern en de gevelbuisvloer-exoskelet aansluitingen. Vooraf kortsluiten van de wapeningsdetails met de uitvoerende partij. In de uitvoering de constructeur betrekken bij de uitvoering. Wapening vooraf rationaliseren / standaardiseren zodat eenvoudige uitvoering ontstaat. (Wapening evt. 3D uitwerken zodat problemen inzichtelijk worden, dit kan bv. voor een standaardvloer). | Pieters Bouwtechniek<br>Coördinerend constructeur<br>Aannemer |

|                                            |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |                            |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                            |                                                                                                                                                     | Zorgen voor goed toezicht tijdens de uitvoering (voor CC3 zijn extra inspecties noodzakelijk).                                              |                            |
| Losraken onderdelen die op worden gehesen. | Mogelijke gevaren door neerkomende bouwelementen of er treedt schade op aan de ruwbouw.                                                             | Bouwsystemen toepassen waar beperkte hijsbewegingen nodig zijn. In ontwerp rekening houden met systemen die veilig op hoogte te maken zijn. | Aannemer                   |
| De kelder raakt lek tijdens de uitvoering. | Er loopt water de kelder in.                                                                                                                        | Voldoende wapening toepassen, goede afstemming betonmengsel op scheurvormingsberekening. Aanbrengen van een tweede ke-ring of extra kering. | Coördinerend constructeur. |
| Bouwfaserings                              | Door weglaten van vloeren of andere bouwdelen tijdens de bouw vanwege logistieke doeleinden ontstaan hoge ruimtes, dubbele kniklengte kolommen ect. | Rekentechnische beoordeling van deze specifieke bouwfases                                                                                   | Coördinerend constructeur. |

#### 7.4 Fundering

| Gebeurtenis                                                                                                                                                                       | Gevolg                                                                                                   | Beheersmaatregel                                                                                                                                                                                                                      | Actie                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Te grote paalafwijkingen.                                                                                                                                                         | Het funderingsontwerp moet worden aangepast waardoor mogelijk aanvullende palen moeten worden toegepast. | Dikke plaatfundering maakt dat de fundering van de toren niet heel erg gevoelig is voor paalafwijkingen. Wel van belang dat de benodigde hoeveelheid palen wordt gerealiseerd.                                                        | 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. Of bleeding of insnoering van de paalfundering.                                                                                                         | Het funderingsontwerp moet worden aangepast waardoor mogelijk aanvullende palen moeten worden toegepast. | Voorbespreken met onderaannemers en paalafstand in verband met heiverdichting niet te klein maken (2400 mm = 2,5*diameter voet).<br>Zorgen voor overcapaciteit ten aanzien van machines.<br>Alternatief met combinatiepaal overwegen. | Aannemer                                                                                                                                       |
| Er ontstaat een probleem met heiverdichting, doordat er veel grote nieuwe palen worden aangebracht. (NTA 4614-3 noemt heiverdichting >7%). De heiverdichting bedraagt nu ca.7,5%. | De kans bestaat dat de damwand uitbuigt. Mogelijk komen de palen niet op diepte.                         | Tijdig bespreken met onderaannemer palen. Paalrouting vanuit het midden naar buiten werken.                                                                                                                                           | Aannemer en onderaannemer.                                                                                                                     |
| Archeologische vondsten.                                                                                                                                                          | Het startpunt van de bouwwerkzaamheden wordt naar achteren verschoven.                                   | Tijdig aanvangen archeologisch onderzoek.                                                                                                                                                                                             | Opdrachtgever                                                                                                                                  |
| Aanwezigheid explosieven.                                                                                                                                                         | Het startpunt van de bouwwerkzaamheden wordt naar achteren verschoven.                                   | Tijdig aanvangen onderzoek naar explosieven.                                                                                                                                                                                          | Opdrachtgever                                                                                                                                  |

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Verontreiniging in de bodem/ het grondwater.                                                                           | Mogelijk vertraging doordat de bodem eerst gesaneerd moet worden.                                                                                                               | Er is voor de gehele locatie een saneringsplan opgesteld. Voor het bemalen en lozen van (verontreinigd) grondwater dient een lozings-/onttrekkingsvergunning te worden aangevraagd bij het bevoegd gezag.                                                                                                                                  | Opdrachtgever, aannemer              |
| Bestaande funderingsresten in de ondergrond                                                                            | De nieuwe palen kunnen niet op de gewenste positie worden aangebracht.                                                                                                          | Vooraf controleren<br>Werkplan met uitvoerder fundering opstellen. Eventueel voorboren. Bestaande palen onder funderingsplaat trekken middels een casing.                                                                                                                                                                                  | Sloper / Uitvoerder van de fundering |
| Damwanden / (CSM wanden) komen niet op diepte.<br>Damwanden lopen uit het slot. (CSM wanden spoelen uit / insnoering). | Lekkage, slappe bouwput, vertraging.                                                                                                                                            | Vooraf overleggen met uitvoering en werkplannen opstellen. Noodplan bedenken met groutinjectie. In het werkplan een noodprotocol opstellen, met duidelijke grenswaarden en handelwijze bij afwijkingen.                                                                                                                                    | Aannemer en onderaannemer.           |
| Verplaatsingen door nieuwe fundering van de toren zijn te groot.                                                       | Verschillend zettingsgedrag dan aangenomen.<br>Complexe detaillering om verschillende zettingen op te nemen.<br>Mogelijk bouwkundige schade doordat de zettingen te groot zijn. | Zettingen laten monitoren tijdens uitvoering.<br>Mogelijke nastelbaarheid inpas- sen in de details op de aansluitin- gen invoegen. Laagbouw rondom toren wordt pas gerealiseerd als hoogbouw op hoogte is en 2/3 <sup>e</sup> van de zakking is opgetreden. Keldervloer hoogbouw en laag- bouw achteraf nogmaals aan el- kaar vaststorten. | Aannemer                             |
| Bij moeilijke penetratie wordt grout met hoge WC-factor ge- bruikt en met hoog gebied                                  | Ontspanning in funderings- zandlaag                                                                                                                                             | Proefpaal laten maken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Aannemer                             |
| Analyse langetermijnzettingen niet op tijd gereed voor ver- werking in stukken bouwaan- vraag                          | Mogelijk zijn de huidige princi- pedetails niet toereikend om de optredende verschilzettin- gen op te nemen.                                                                    | Langetermijnzettingen in TO fase verwerken in hoofdberekeningen en principedetails.                                                                                                                                                                                                                                                        | Opdrachtgever, Pieters, Ge- obest    |
| Diepe sonderingen zijn niet al- len op diepte gekomen                                                                  | Onvoldoende diepe sonderin- gen voor definitief funde- ringsavies                                                                                                               | Mogelijk sonderen met voorbo- ren, of andere partij sonderingen laten uitvoeren.                                                                                                                                                                                                                                                           | Opdrachtgever                        |

## 7.5 Uitvoering – algemeen en proces/planning

| Gebeurtenis                                                                     | Gevolg                                                                                                 | Beheersmaatregel                                                                                                                                                                    | Actie                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Aannemer begrijpt ontwerp niet, of begrijpt de essentiële aandachtspunten niet. | Onderschatting uitvoering kri- tische onderdelen.                                                      | Bij aanbesteding Pieters (en an- dere disciplines) laten presente- ren wat kritisch is en waar extra aandacht nodig is. Risicodossier gezamenlijk door- nemen en vertalen in taken. | Opdrachtgever, Pieters                                    |
| Aannemer wil het ontwerp aanpassen.                                             | Er ontstaan nieuwe knelpun- ten die niet grondig worden onderzocht of over het hoofd worden gezien. Te | Geen (beperkt) ontwerpwijzigin- gen accepteren. Protocol opstel- len voor vereist onderzoek en on- derbouwing van                                                                   | Opdrachtgever, Onderbouwing en onder- zoek door aannemer. |

|                                                   |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                   | optimistische inschatting kostenoptimalisatie door aannemer.                                           | ontwerpwijzigingen aan totaal ontwerpteam en gemeente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
| Werkplannen / uitvoeringsplannen betonconstructie | De uitvoering van het betonwerk levert problemen op waardoor 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. Betontechnoloog inschakelen en specialist voor verhardingskrimp. | Aannemer |

## 7.6 Omgeving

| Gebeurtenis                                                             | Gevolg                                                                         | Beheersmaatregel                                                                                                   | Actie                             |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Omlegging wegen rondom bouwplaats tijdens uitvoering.                   | Er ontstaat stagnatie doordat leveringen niet op tijd plaatsvinden             | Logistiek plan maken, BLVC plannen met gemeente afstemmen. Vooroverleg met burens/Bouwplaatsinrichting vastleggen. | Aannemer                          |
| Hinderlijke trillingen omgeving en/of hinderlijke trillingen gebruikers | Klachten en eventueel benodigde aanpassingen in het gebouw.                    | Goed uitzoeken en berekenen. Windtunnelonderzoek tijdig uitvoeren.                                                 | Aannemer                          |
| Vergunningsaanvraag spanningsbemaling (indien van toepassing)           | Planning kan uitlopen i.v.m. vergunningsaanvraag. Risico dat de omgeving zakt. | Vroegtijdig vergunning aanvragen.                                                                                  | Opdrachtgever, aannemer           |
| Spanningsbemaling (indien van toepassing)                               | Risico dat de omgeving zakt.                                                   | Monitoring. Werkplan maken met noodscenario als GWS teveel zakt.                                                   | Aannemer en Adviseur geotechniek. |

## 8 Slopen bestand

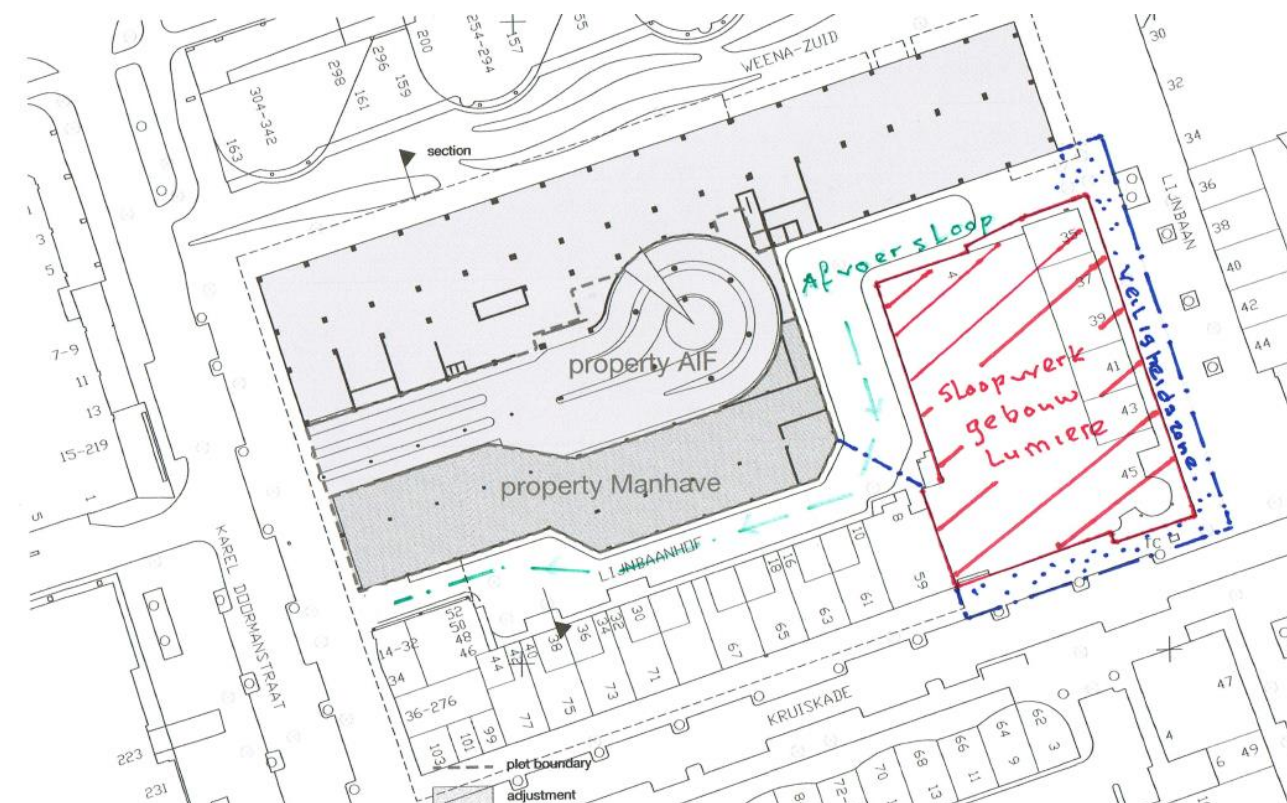
Voor het realiseren van de nieuwbouw van Lumière moeten er (delen van) bestaande constructies worden gesloopt. In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de te verrichten sloopwerkzaamheden.

De sloopwerkzaamheden kunnen opgedeeld worden in twee onderdelen:

- Het slopen van het bestaande Lumière gebouw voor het realiseren van de hoogbouw toren en de laagbouw rondom de toren
- Het slopen van een deel van de parkeergarage van The Core, voor het realiseren van de laagbouw in de Lijnbaanhof

### 8.1 Slopen bestaande Lumière gebouw

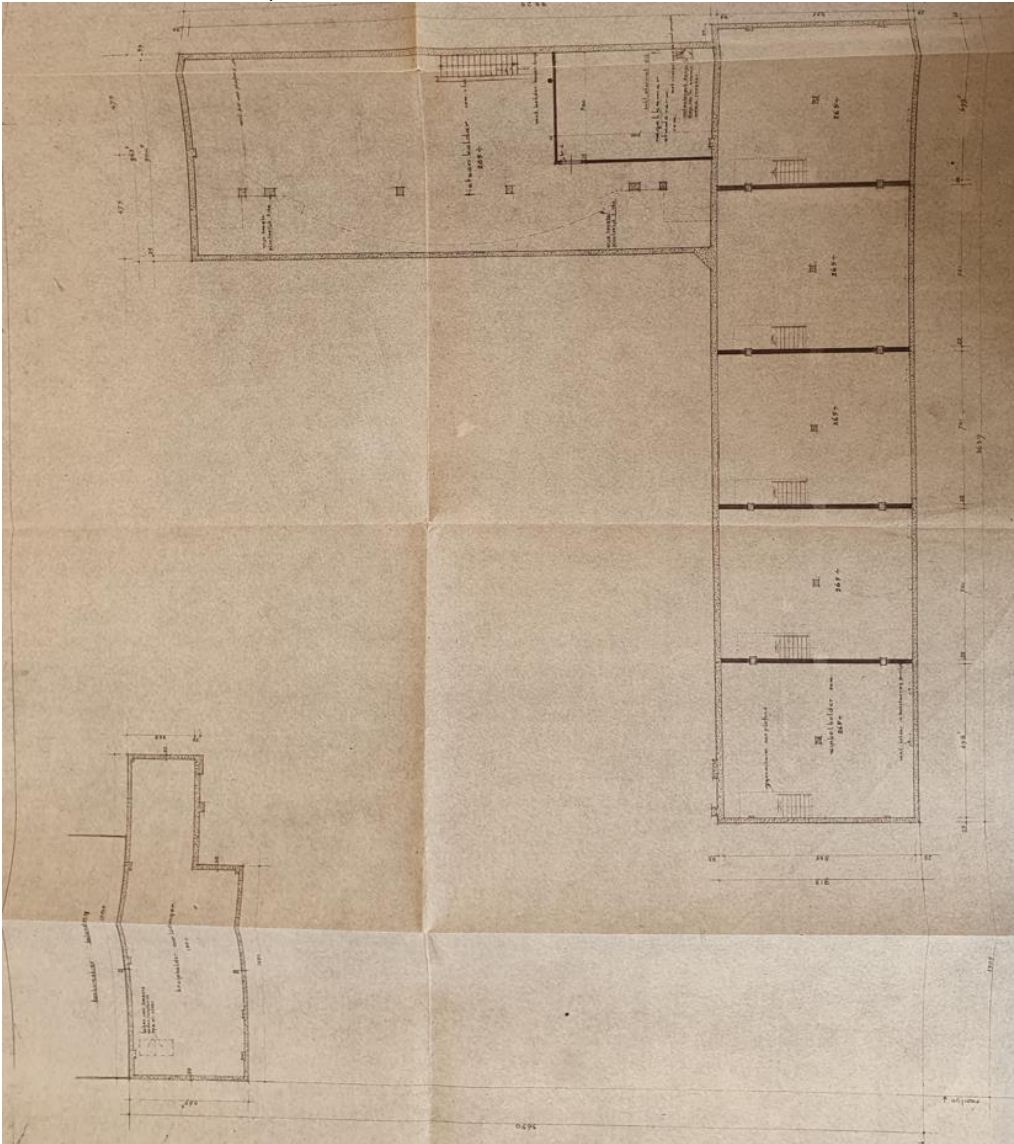
Het bestaande Lumière gebouw is een voormalige bioscoop die door de jaren heen meerdere malen is verbouwd. Het originele gebouw wordt volledig gesloopt. De bestaande constructie uit 1955 is een betonconstructie. Bij de verbouwingen zijn diverse staalconstructies toegevoegd in de bovenbouw.



Overzicht slopen bestaande Lumière

### 8.1.1 Kelder- en funderingsconstructies

De kelders lopen in een L vorm, met een kleine kelder grenzend aan City House. De kelderconstructies zijn opgebouwd uit 16 cm dikke voeren op een 5cm dikke werkvloer, met wanden variërend in dikte van 25 tot 33 cm.

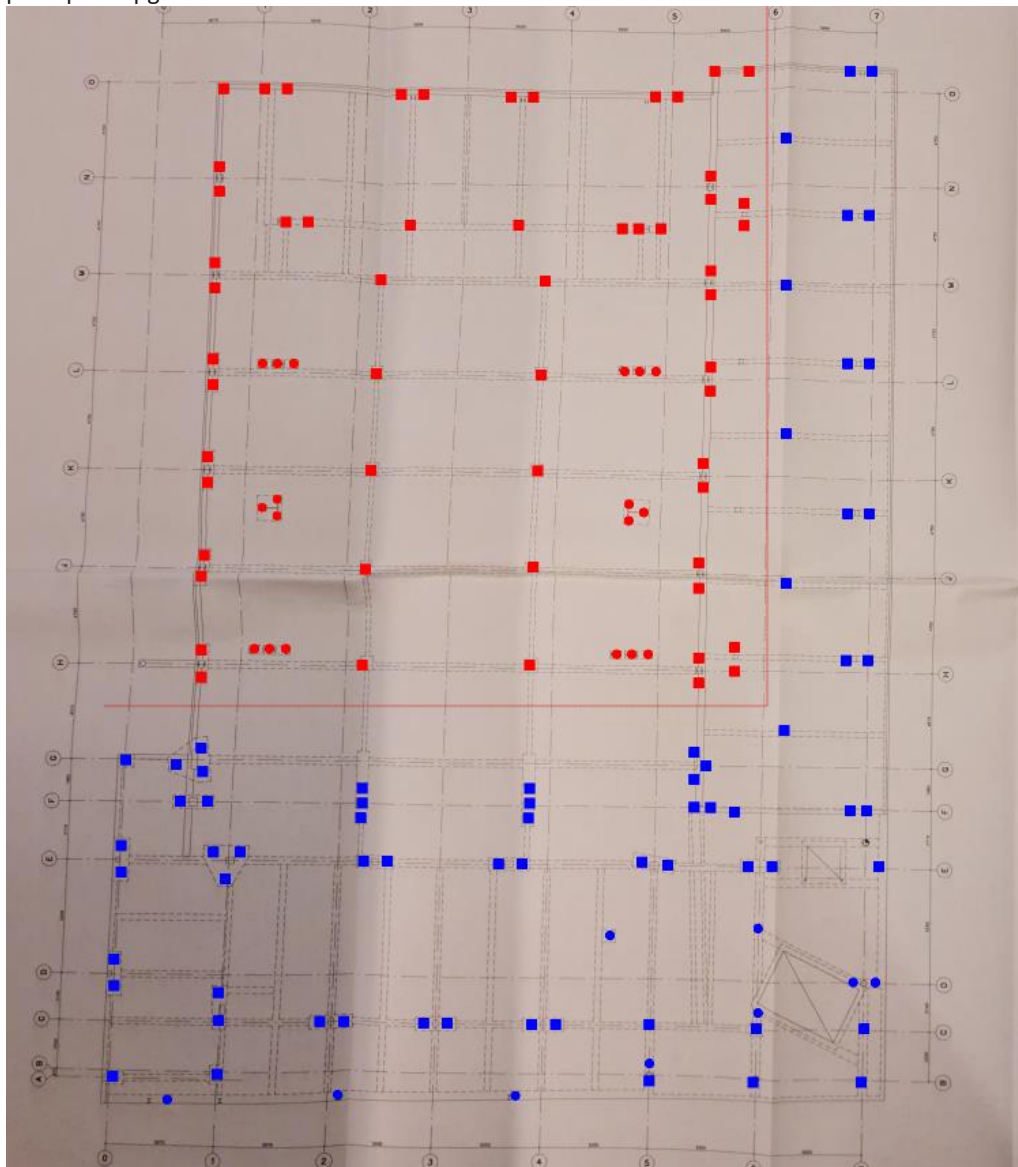


Locatie kelders, orientatie gelijk aan overzichtstekening, links City House, boven The Core

Tijdens een verbouwing in 2000 is er in de hoek bij de kruising van de Lijnbaan en de Kruiskade een putconstructie bijgekomen voor een roltrap. Deze put is ook te zien op het palenplan hieronder.



Door de palenplannen van de originele bouw en de diverse verbouwingen te combineren is het volgende indicatieve palenplan opgesteld.



*Samengesteld palenplan, rood clasht met HEK-buispalen hoogbouw, blauw clasht mogelijk met fundexpalen laagbouw*

Hierop is met een lijn weergegeven waar de dikke plaatfundering van de hoogbouwtoren komt te staan. Alle rode palen (71 stuks) clashen hoogstwaarschijnlijk met de HEK-buispalen van de hoogbouwtoren en zullen allemaal getrokken moeten worden.

Voor de blauwe palen (80 stuks) worden minder aanlopers verwacht omdat hier minder nieuwe palen worden geboord. Het uitgangspunt is dat 30% van deze palen getrokken moeten worden, dus 24 palen.

Vanwege de verzwaarde voet moeten deze palen getrokken worden met een stalen casing. Het boorgat dient daarna gevuld te worden met een gelijkwaardige grondopbouw om te voorkomen dat de kleilaag lek raakt.

## 8.2 Slopen deel bestaande parkeergarage The Core

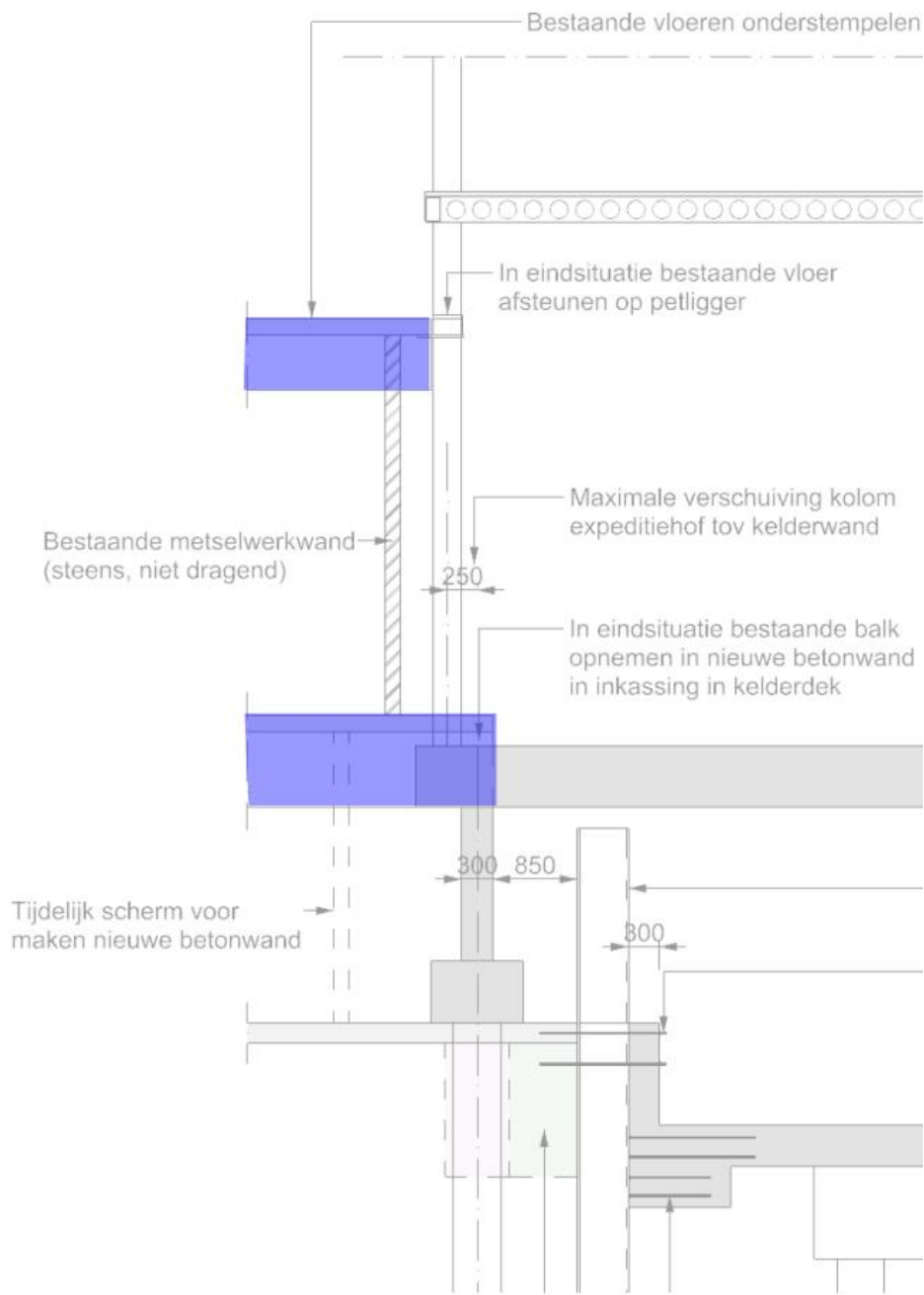
Een deel van de bestaande parkeergarage wordt gesloopt. Hiervoor wordt een diepere fietsparkeergarage teruggebouwd met een zwaar dek bestemd voor bouwverkeer en een relatief lichtgewicht bovenbouw (staal met kanaalplaten).



Overzicht slopen parkeergarage

### 8.2.1 Ondersteunen vloeren

De balken randen van de bestaande vloeren die in de nieuwe situatie afdragen op de nieuwe kelder moeten ondersteund worden tijdens de slopfase. Het betreft de bestaande begane grondvloer en 1<sup>e</sup> verdiepingvloer, zie de blauw gemarkeerde vloeren op de volgende pagina. Dit geldt voor het hele overgangsgebied tussen bestaand en nieuw.



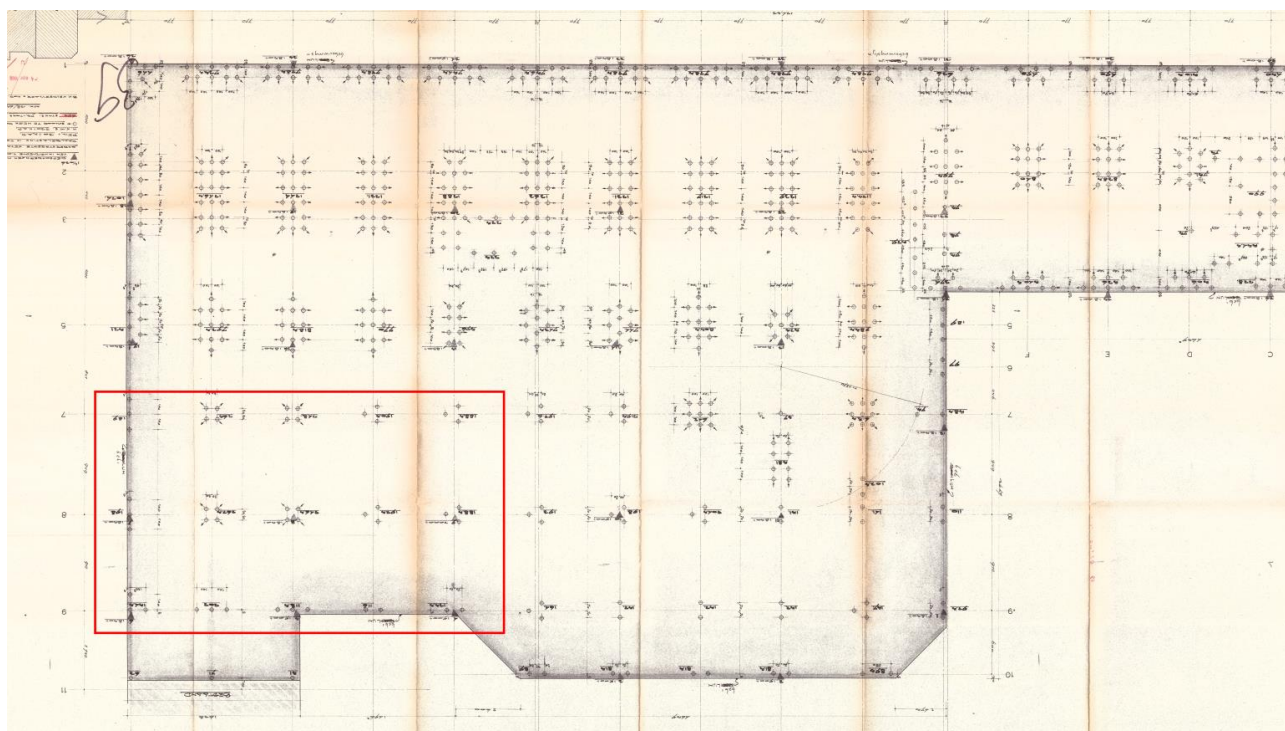
*Te ondersteunen vloerranden tijdens sloop*

## 8.2.2 Fundering en kelder

De parkeergarage is gefundeerd op prefab palen Ø380 met een verzwaarde voet Ø650 waarvan vele palen schoor zijn geheid. De verwachting is dat slechts ca. 10 palen getrokken moeten worden. Vanwege de verzwaarde voet moeten deze palen getrokken worden met een stalen casing. Het boorgat dient daarna gevuld te worden met een gelijkwaardige grondopbouw om te voorkomen dat de kleilaag lek raakt.

De te trekken palen bevinden zich in het gebied aan de Karel Doormanstraat zijde in het rode kader hieronder. Niet alle palen in dit kader hoeven getrokken te worden.

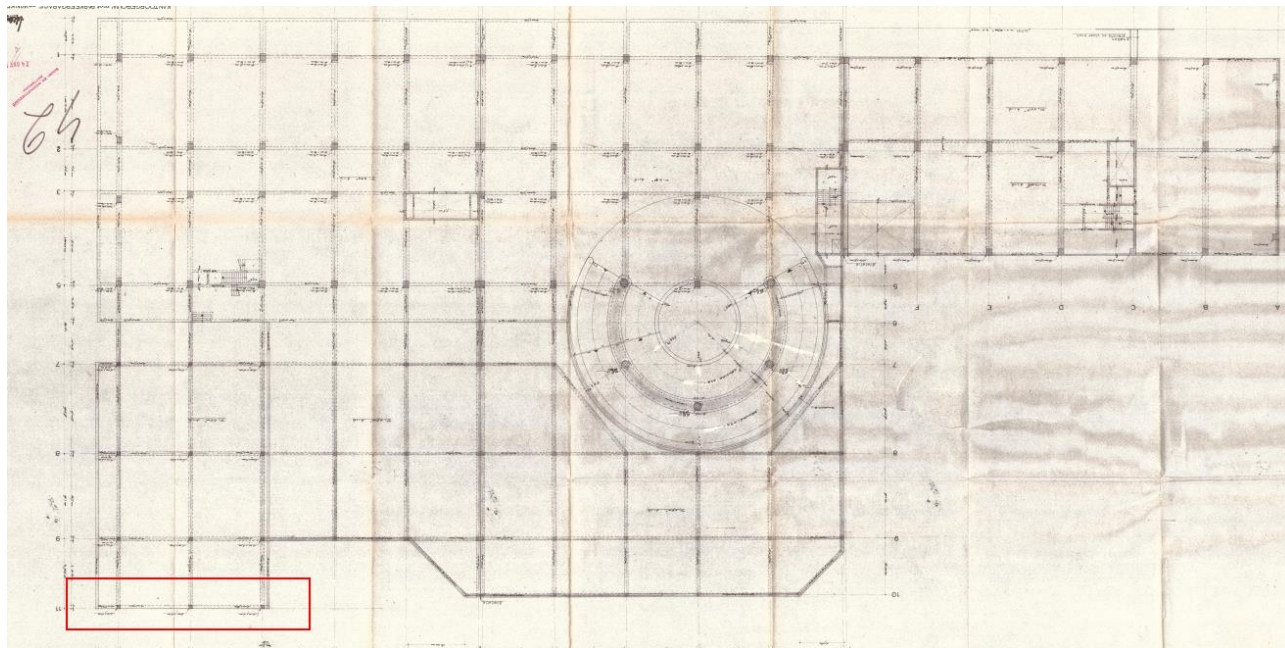
De overige palen die niet getrokken hoeven te worden moeten wel afgehakt worden, omdat het aanlegniveau van de nieuwe kelder dieper ligt dan de bestaande kelder. Het afhakniveau moet onder het nieuwe kelderniveau liggen, de palen worden niet opgenomen in de nieuwe fundering.



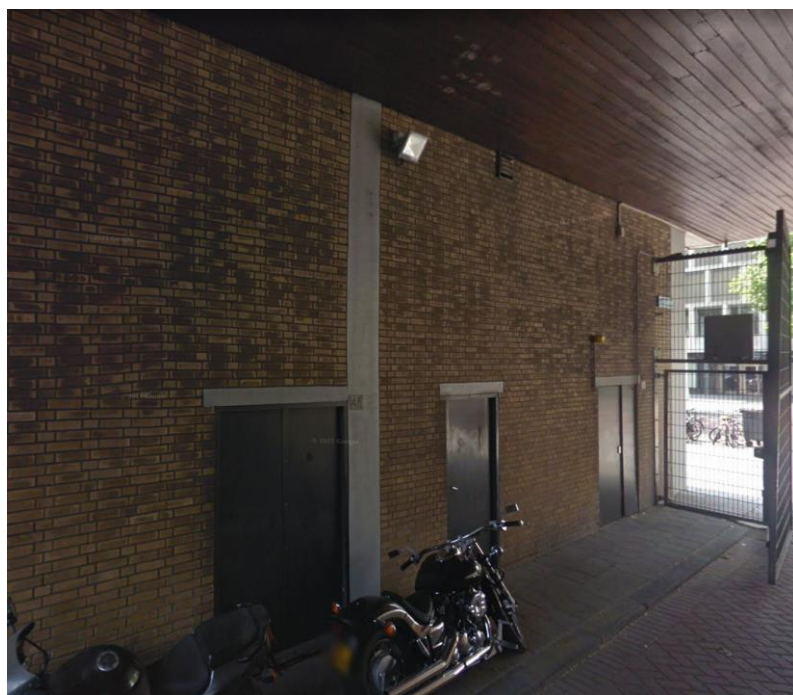
Zone waarin mogelijk palen getrokken moeten worden

### 8.2.3 Bovenbouw

Op de 1<sup>e</sup> verdieping worden de kolommen die zijn ingekast in het metselwerk van City House gehandhaafd. Hier wordt de nieuwbouw op afgesteund.

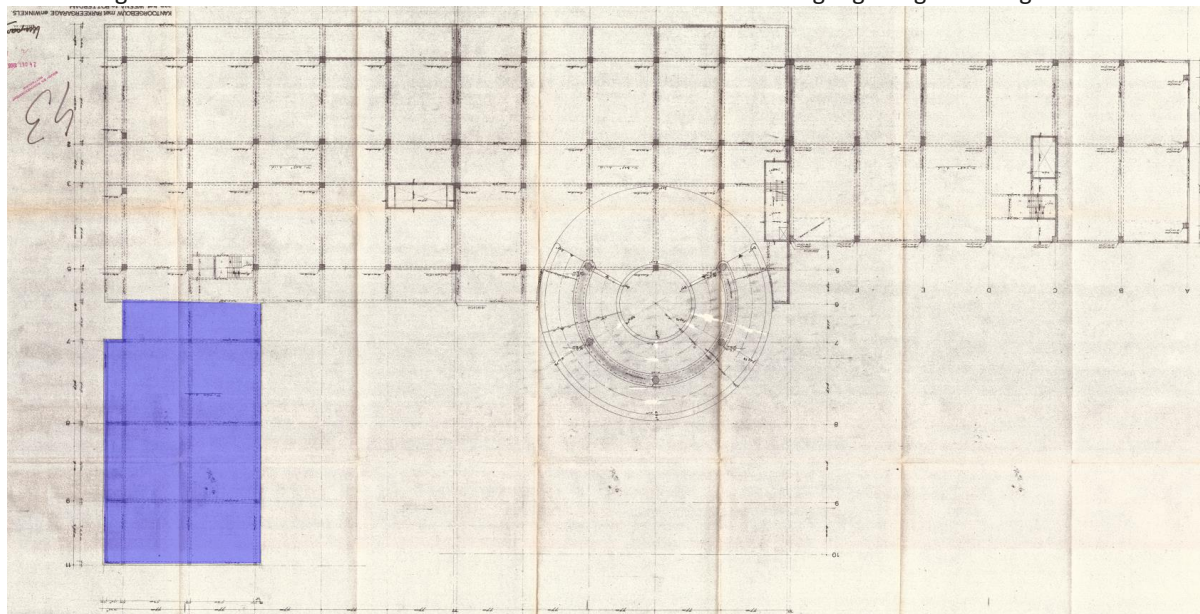


Handhaven bestaande kolommen en palen t.p.v. City House



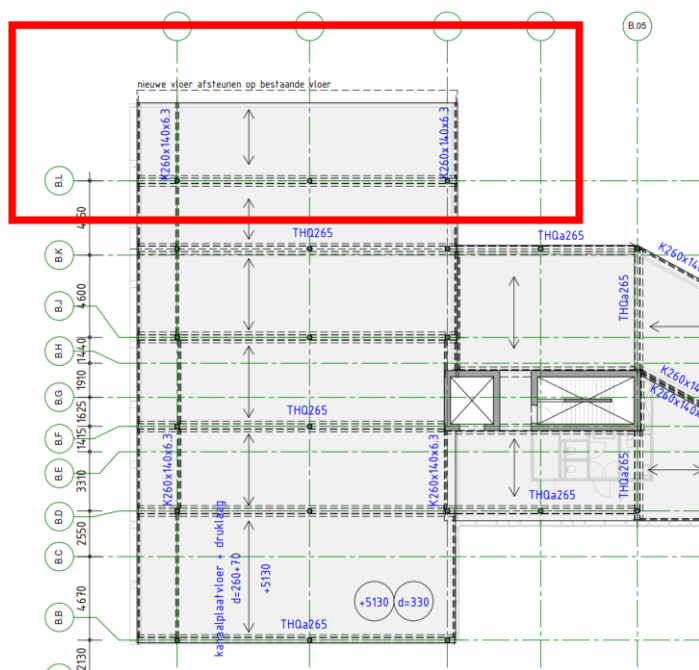
Situatiefoto bestaande kolommen tpv City House

Op de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> verdieping wordt ook een gedeelte boven de auto inrit gesloopt, zie onderstaande blauwe vlak. Van belang is dat de bestaande vloerrand ondersteunt wordt en voorzichtig afgezaagd en aangeheeld wordt.



*Te slopen vloerveld 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> verdieping, voorzichtig slopen bij aansluiting met te handhaven deel*

Hier komt in de nieuwe situatie een hoeklijn tegenaan waar de kanaalplaatvloeren van de nieuwbouw op komen te rusten, zie ook het rood omkaderde deel hieronder.



*Nieuwe vloeren dragen af op bestaand*

■ Datum: 15 september 2023

■ Project: Lumière, Rotterdam

■ Betreft: Uitgangspunten en Constructief  
ontwerp

■ Ref.: R-321044-DO-01C

## **Bijlage 1 Toetsingsformulier**

## **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](http://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.

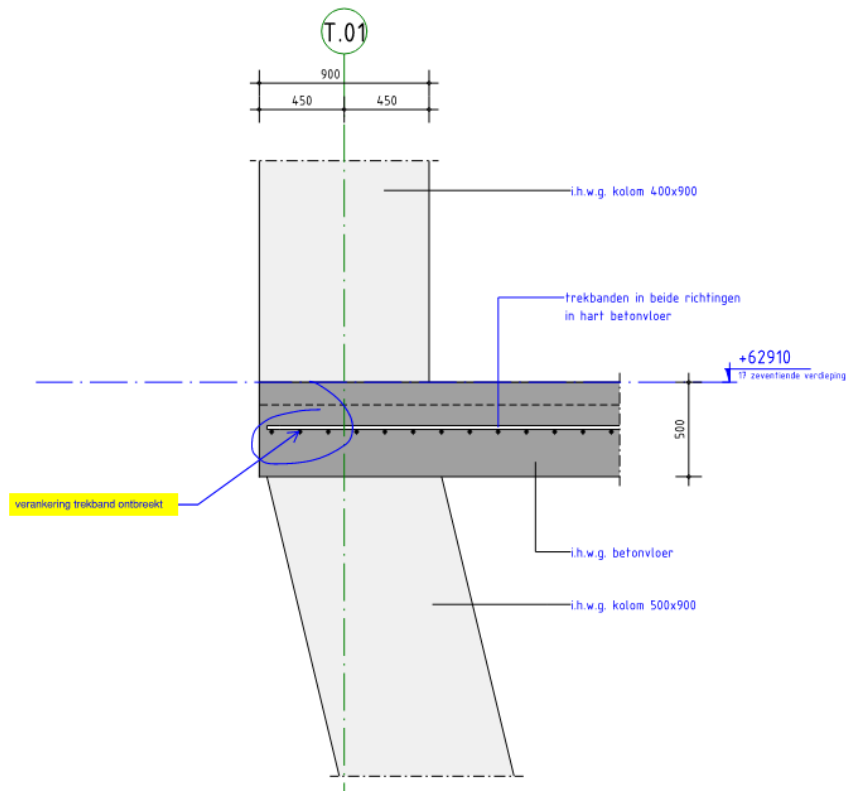
5. Het toepassen van een paalfundering van Tubexpalen tot ca 60-65m-NAP is een logische keuze. Het bepaalde voorlopige paal draagvermogen komt overeen met projecten in de directe omgeving. Wat opvalt is dat voor het geotechnisch advies nog uitgegaan wordt van het oude hogere ontwerp. De lagere toren 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.

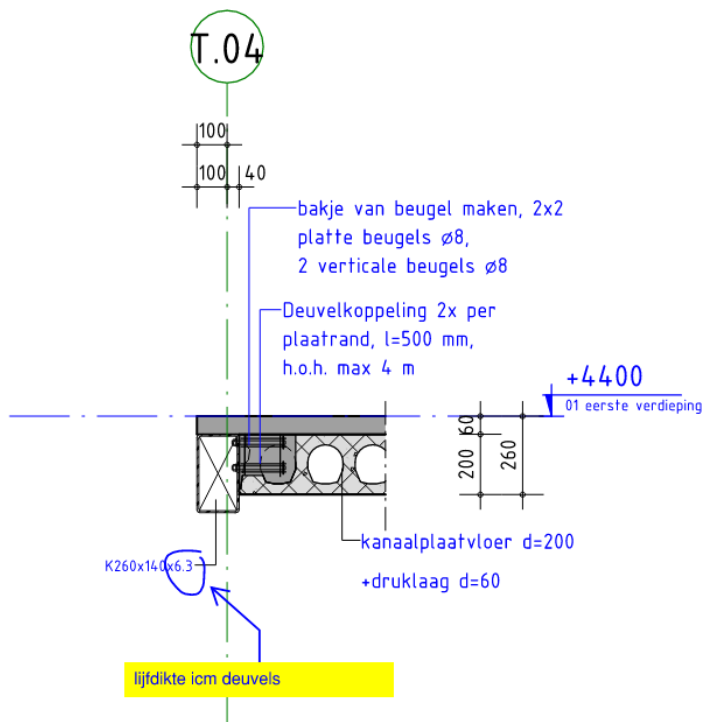
6. De principedetails ontbreken nog. Deze moeten toegevoegd worden om het DO compleet te maken.

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

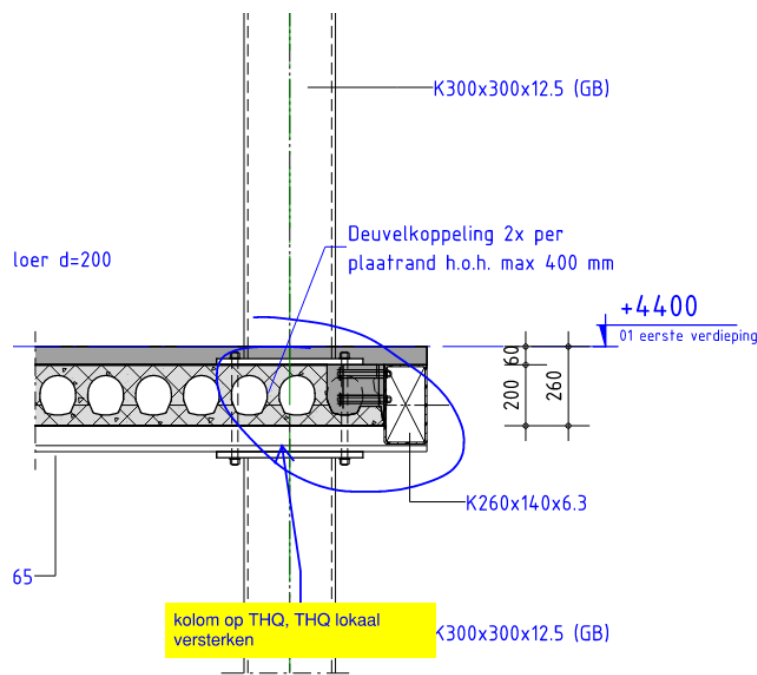
ordernummer: 10977  
 notitie: N02  
 blz: 4



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<sup>e</sup> 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?

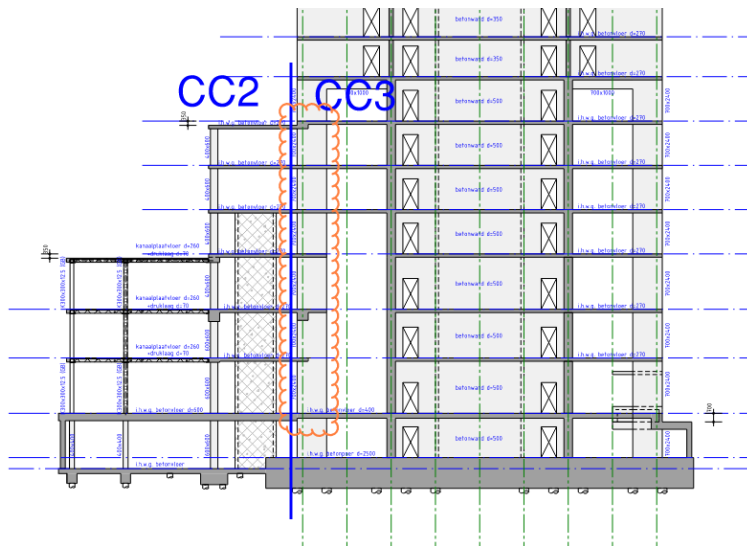
[Deze zijn toegevoegd aan de berekening. Afgehandeld.](#)

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

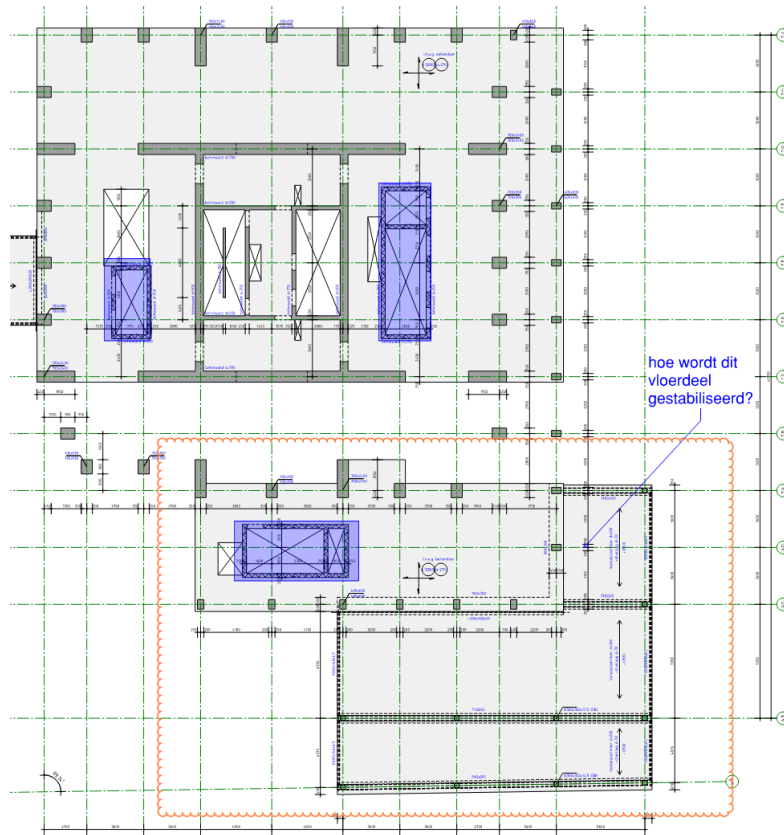
[Deze zijn toegevoegd aan de berekening. Afgehandeld.](#)

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.



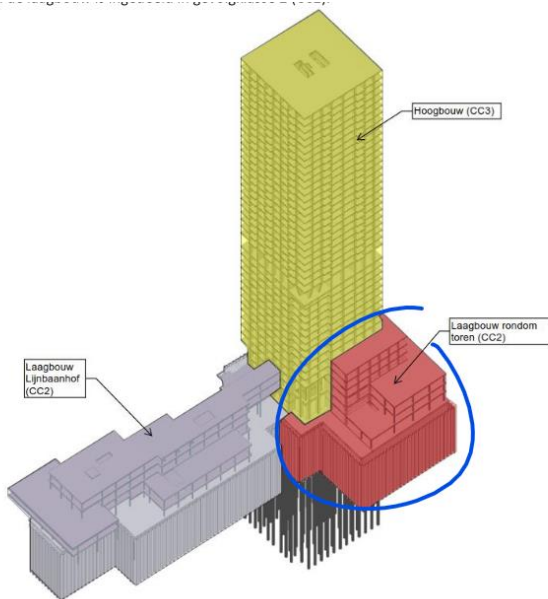
ordernummer: 10977  
notitie: N02  
blz: 8



- ### 3.1.5. Belastingsgevallen - BG5

### 3.1.5.1. Reacties; R\_z

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. | $F_{d,druk} = \text{ca. } 1.200 \text{ kN}$ , $F_{d,trek} = \text{ca. } 300 \text{ kN}$<br>$F_{d,hor} = \text{ca. } 40 \text{ kN}$ |
| 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.

## **Bijlage 2 Verslaglegging vooroverleggen BoWoTo**

## Verslag

Overleg en nummer: Vooroverleg Constructieve Veiligheid project Lumière  
Locatie: Kantoor 'De Rotterdam', Wilhelminakade 179 te Rotterdam  
Datum en tijd: 11 juli 2022, 13:00  
Opgesteld door: 

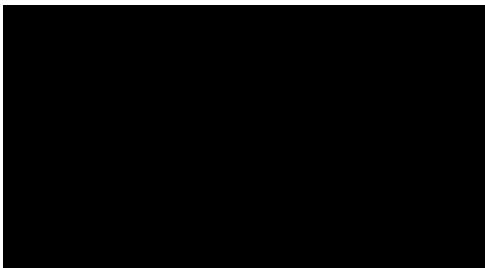
 Datum: 11 juli 2022

 Project: Lumière, Rotterdam

 Betreft: Vooroverleg Constructieve  
Veiligheid project Lumière

 Ref.: V-321044-BWT-01a

### Aanwezigen



### Inleiding

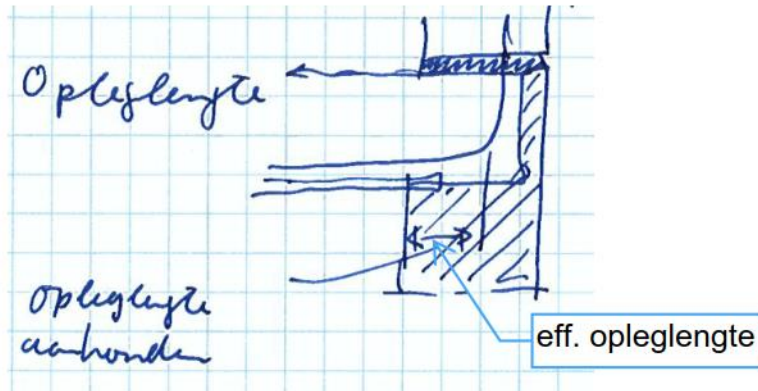
Dit verslag is geen volledige chronologische samenvatting van het vooroverleg, maar beschrijft per onderdeel de gemaakte afspraken tussen de Gemeente Rotterdam en Pieters Bouwtechniek.

 van KAAAN architecten geeft een korte introductie van het project.  
 van Pieters Bouwtechniek licht daarna het constructieve ontwerp toe. De volgende zaken zijn daarin besproken.

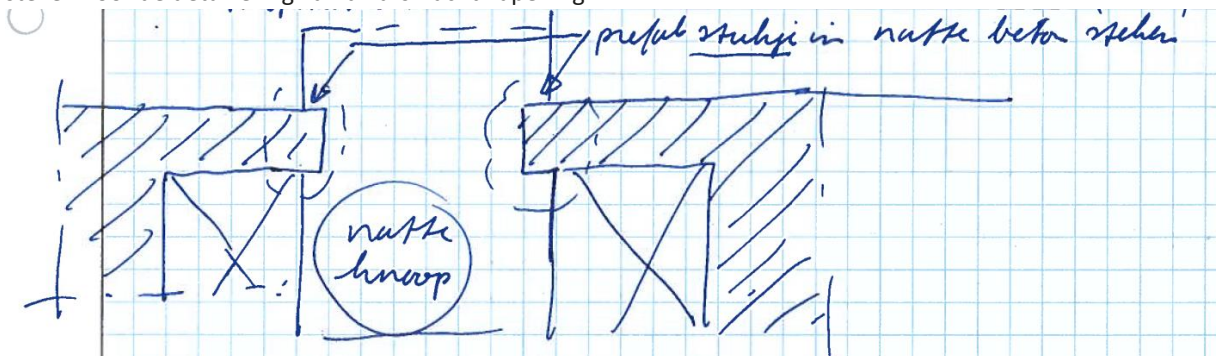
Dit betreft revisie a van het verslag waarin de opmerkingen van de  d.d. 25-11-2022 zijn verwerkt.

### Prefab beton

- Voor verticale voegen en horizontale stortvlakken geldt dat er geen waarde mag worden toegekend aan de schuifsterkte van de beton-beton aansluiting. Alle schuifspanningen dienen door wapening opgenomen te worden.
- Bij het toepassen van Lenton, Demu of andere (door)koppelsystemen geldt dat er 100% controle op de bouw noodzakelijk is om te garanderen dat deze aansluitingen correct uitgevoerd worden (volledig ingedraaid).
- Bij het aangieten mag er niet vanuit gegaan worden dat er een 100% aansluiting is. Reductiefactor 0,9 hanteren. Ter info, bij de Zalmhaventoren hebben ze onderpompen toegepast i.p.v. ondergieten, maar ook daar is factor 0,9 gehanteerd.
- Er dient spleetwapening toegepast te worden als de drukspanning hoger is dan  $0,7 f_{cd}$ .
- Voor het verankeren van wapening dient rekening gehouden te worden met de opleg-lengte (pas achter deze opleglengte wordt de staaf verankerd, zie onderstaand principe).



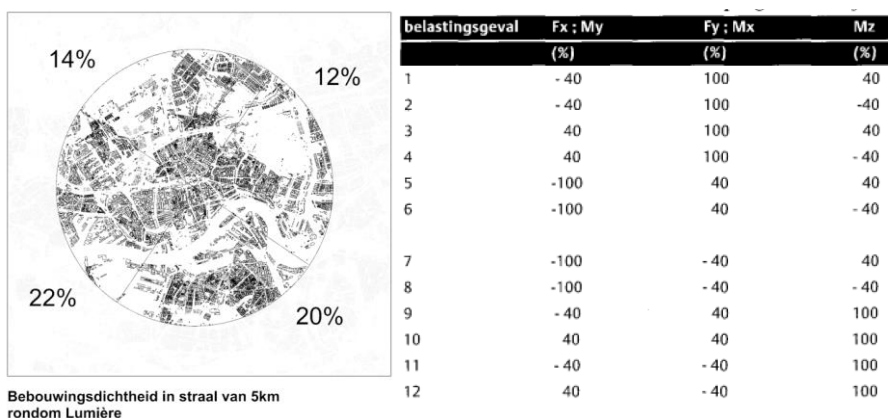
- De kruisingen van bouwmuren worden uitgevoerd als natte knopen. Bij deursparingen net naast de natte knopen is het raadzaam het prefab een stukje in de natte knoop te steken voor de detaillering van dwarskrachtwapening.



- Bij hoge betonkwaliteiten letten op speciale detailleringseisen voor het voorkomen van het afspatten van beton (o.a. huidwapening bij het toepassen van grotere diameters).

## Windbelasting

- Pieters geeft aan dat in de VO ontwerpsommen is gerekend met onbebouwd, maar dat gezien de bebouwingsgraad uitgegaan mag worden van bebouwd. Gemeente Rotterdam geeft aan dat, mits onderbouwd, bebouwd aangehouden mag worden, maar dat na het uitvoeren van het windtunnelonderzoek gekeken moet worden welke windbelasting maatgevend is (Eurocode versus resultaten windtunnelonderzoek) en dat hiermee gerekend dient te worden. Pieters heeft dit al zodanig verwoord in het uitgangspuntenrapport, en zal daarmee ook rekening houden met de gemeten dwarscomponenten in het windtunnelonderzoek (bijbehorende dwarswind meenemen bij maatgevende langswind, of maatgevende langs- en dwarswinden combineren conform de combinaties zoals beschreven in CUR103).



- Er wordt ook een windtunnelonderzoek uitgevoerd voor de lokale winddrukken op de gevel. Gemeente Rotterdam geeft aan dat de kans zeer groot is dat deze lokale winddrukken maatgevend zijn voor het berekenen van de componenten van het exoskelet (met name bevestiging schil).
- De toren wordt qua windbelasting volledig dichtgerekend als rechte koker van 31x31x210 meter, er wordt geen reductie aangehouden voor de semi-open structuur van het exoskelet of de kroon vanwege de partitieschermen tussen de balkons.

## Hoofdberekening

- Pieters geeft aan met een E-modulus van 20.000 N/mm<sup>2</sup> voor de wanden/kolommen van het betonskelet gerekend te hebben, en een E-modulus van 7.500 N/mm<sup>2</sup> voor alle lateien. De vloeren zijn scharnierend ingevoerd met een E-modulus van 6.000 N/mm<sup>2</sup>. Pieters geeft aan dat de constructie volledig gedrukt is, ook in de UGT (los van wat lokale trekkrachten rondom lateien). De E-modulus wordt in de DO fase verder uitgezocht. Gemeente Rotterdam geeft aan rekening te houden met een reductie op de E-modulus ten gevolge van kruipeffecten. Pieters zal dit meenemen in de beschouwing.
- Voor het berekenen van de bovengrens van de 2<sup>e</sup> ordefactor dient gerekend te worden met de ondergrens van de dynamische veerstijfheid ( $k_v; \text{dyn} / \text{variatiefactor} = 500.000/1,3$ ).
- De dynamische veerstijfheid van 500.000 kN/m is een ervaringsgetal op basis van eerdere analyses voor de Zalmhaventoren en Post Rotterdam en wordt nu aangehouden voor de hoofdberekening. Geobest zal deze waarde later onderbouwen. De berekende dynamische veerstijfheid is voornamelijk hoger dan 500.000 maar deze is gebaseerd op de methode uit de NTA (NTA 4614-3\_2012 nl\_Convenant Hoogbouw - Deel 3\_constructieve veiligheid). Deze methode is niet geheel van toepassing op dit soort lange Tubexpalen.
- Gemeente Rotterdam geeft aan dat er in de vervolgfase een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd dient te worden voor de stijfheid van de fundering van de toren, waarbij gekeken moet worden wat er gebeurt als de fundering is zijn geheel stijver of slapper is, of dat een gedeelte (ca. 1/3 van de palen) stijver of slapper is (met een variatiefactor van 1,3). Pieters zal procentueel inzichtelijk maken wat hiervan de gevolgen zijn voor de vervorming / scheefstand / 2<sup>e</sup> orde factor. Zowel de statische als de dynamische veerstijfheid dient in deze gevoeligheidsanalyse beschouwd te worden. Afhankelijk van het resultaat zal bekeken worden of de extra krachtswerkingen volgende uit deze gevoeligheidsanalyse meegenomen moeten worden in de uiteindelijke krachtswerking. Pas als er aanleiding is voor daadwerkelijke stijfheidsverschillen in de fundering (door grote stijfheidsverschillen in de diepe sonderingen of door grote afwijkingen in de uitvoering van de palen) wordt er gekeken in hoeverre deze extra krachtswerkingen meegenomen dienen te worden in de uiteindelijke hoofdberekening. Deze gevoeligheidsanalyse is geen onderdeel van de stukken benodigd voor de omgevingsvergunning, maar wel van de definitieve gewichts- en stabiliteitsberekening in de TO fase.

## Fundering en bouwput

- De bouwput onder de toren wordt bij voorkeur met spanningsbemaling uitgevoerd. Indien dit niet mogelijk blijkt te zijn dan wordt onderwaterbeton toegepast.
- Indien onderwaterbeton wordt toegepast dan dient de vloer voldoende verankerd te worden aan de Tubexpalen (bv. met aangelaste vinnen). Er worden geen trekankers toegepast, alleen Tubexpalen die zowel druk als trek kunnen opnemen.
- Bij bestaande palen die getrokken worden dient rekening gehouden te worden met ontspanning van het grondpakket. Pieters geeft aan dat de boorgaten worden gevuld met een gelijksoortige bodemopbouw of met bentoniet. E.e.a. is beschreven in de notitie van Geobest.
- Voor de bouwput van de laagbouw wordt bemaling toegepast en indien nodig spanningsbemaling.

## Langetermijnzettingen

- De langetermijnzetting van de toren bedraagt ca. 65 mm. Waarvan 2/3 al is opgetreden tijdens de ruwbouw van de toren. De kelder van de laagbouw aangrenzend aan de toren wordt hierna pas gerealiseerd. De kelder van de hoogbouw en de kelder van de laagbouw aangrenzend aan de toren wordt met een dilatatieprofiel of een kantelstrook (die achteraf nogmaals aangestort kan worden) gekoppeld. Dit is ook beschreven in de constructieve uitgangspunten van Pieters.
- De verschilzettingen t.g.v. langetermijnzettingen worden in de volgende fase bepaald. Als de verschilzettingen in de funderingsplaat van de toren significant zijn, dan moet gekeken worden hoe deze aanvullende krachtswerkingen in de constructie wordt meegenomen. Significant houdt in dit geval in: een ordegrootte van cm's, niet mm's. Als deze meegenomen dienen te worden dan geldt hiervoor een partiële factor in de UGT van 1,0.

## Tweede draagweg / robuustheid

### Toren

- Pieters geeft aan dat de vloeren in de buitengewone situatie qua sterkte worden gewaard op het uitvallen van één kolom/penant.

### Exoskelet

- De staalconstructie van het exoskelet dient ook voorzien te worden van een tweede draagweg. De volledige bevestiging van één van de stalen consoles dient daarbij in de buitengewone situatie denkbeeldig verwijderd te worden. Pieters zal dit meenemen in de verdere uitwerking. Mogelijkheden zijn een hangkolom en een staalplaat voor het koppelen van platen onderling.



- De bevestiging van de schil (zij het GFRC of een ander materiaal) dient dusdanig berekend te zijn dat er in een buitengewone situatie één van de bevestigingspunten kan bezwijken.
- De kopplaat van de consoles van het exoskelet dienen te vervormen voordat de bouten bezwijken. De bouten mogen niet het maatgevende onderdeel zijn in de verbinding; de constructie moet waarschuwen voordat deze bezwijkt. Aandachtspunt daarbij is dat door wrikkrachten de boutkrachten toenemen bij een te dunne kopplaat. Pieters zal dit uitgangspunt meenemen in de verdere detaillering.
- De bouten / ankers van de consoles zijn waarschijnlijk niet inspecteerbaar. Voorstel om deze als RVS uit te voeren, mogelijk met volgringen om contactcorrosie te voorkomen (is afhankelijk van het oppervlak van de kopplaat en het oppervlak van de ankers, als hier een groot verschil tussen zit dan is contactcorrosie niet aan de orde). Aandachtspunt wordt meegenomen in de verdere detaillering.
- De balusters / ingeklemde glas van de balkons dient in gevolgklasse CC2 berekend te worden, niet in gevolgklasse CC1. Pieters zal dit uitgangspunt opnemen in het uitgangspuntenrapport.

## Laagbouw

- De laagbouw bevindt zich in gevolgklasse CC2b. De staalconstructie dient voorzien te worden van een tweede draagweg. De vloer mag hierbij fors vervormen waardoor er membraanwerking ontstaat en de constructie via trekbanden in stand wordt gehouden. De wapening in de kanaalplaatvloer mag hiervoor benut worden als trekband, mits de koppeling in de sleufsparingen voldoende robuust is met voldoende verankeringslengte in de opengehakte sleuven (let erop dat de kanalen glad zijn en dat er een gereduceerde aanhechting is tussen het beton van de kanaalplaatvloer en het beton wat in de sleuf-sparing wordt gestort). De druklagen mogen ook benut worden voor de tweede draagweg. Pieters geeft aan dat alle vloeren in de laagbouw zijn voorzien van een druklaag.
- De kolommen in de Lijnbaanhof en de expeditiehof dienen ook berekend te zijn op een aanrijdbelasting. Pieters zal dit verder uitzoeken. Mogelijk heeft dit gevolgen voor de kolomafmetingen. De Lijnbaanhof en de expeditiehof dienen beschouwd te worden als 'Wegen in stedelijke gebieden'.

Tabel NB.1 - 4.1 — Rekenwaarden van equivalente statische krachten door stootbelastingen door voertuigen tegen elementen die constructies ondersteunen over of grenzend aan wegen

| Verkeerscategorie                                  |                          | $F_{dx}^a$<br>kN | $F_{dy}^a$<br>kN | $d_b$<br>m |
|----------------------------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------|
| Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen     |                          | 2 000            | 1 000            | 20         |
| Rijkswegen in landelijke gebieden                  |                          | 1 500            | 750              | 15         |
| Wegen in stedelijke gebieden                       |                          | 1 000            | 500              | 10         |
| Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor: | auto's                   | 100              | 50               | 4          |
|                                                    | vrachtwagens (> 3,5 ton) | 200              | 100              | 5          |

<sup>a</sup> x = in de normale rijrichting, y = loodrecht op de normale rijrichting.

## CC3 toetsingstraject

Van Rossum Raadgevend Ingenieurs is momenteel al betrokken bij het project om de CC3 toets op het ontwerp uit te voeren. Zijn eerste bevindingen zijn inmiddels al besproken met het team. De Gemeente Rotterdam wil dat de CC3 toets van Van Rossum bij de vergunningsaanvraag (deze mag een maand later worden toegestuurd na het indienen van de omgevingsvergunning) ook wordt ingediend. In het UO vervolgtraject dient Pieters inzichtelijk te maken welke onderdelen door Van Rossum getoetst dienen te worden (alle constructie-elementen die onderdeel uitmaken van de hoofddraagconstructie) en welke door Pieters zelf worden getoetst (constructie-elementen die geen onderdeel uitmaken van de hoofddraagconstructie of in CC2 vallen).

## Brandveiligheid

- De nieuwe kelder van de laagbouw wordt uitsluitend gebruikt voor fietsparkeren, niet voor autoparkeren. Desalniettemin dient de brandadviseur inzichtelijk te maken wat voor gevolgen dit heeft voor de brandveiligheid van de bouwconstructie (afhankelijk van het aandeel stallingsplaatsen voor elektrische fietsen).
- Bij staalconstructies die een buitenklimaat hebben, mag vanuit het artikel van Bouwen met Staal uit 2014 een gereduceerde temperatuur tijdens brand aangehouden worden. De consoles worden daarom getoetst op een kritische staaltemperatuur van 680 graden. Wanneer de kritische staaltemperatuur van de staalprofielen hoger is dan 680 graden, is het niet nodig om deze profielen brandwerend te beschermen.
- De brandwerendheid van de constructie van het exoskelet dient nader onderzocht te worden. De aansluiting tussen console en bouwmuur bevindt zich deels in het gevelpakket en dient een brandwerendheid te hebben gelijk aan die van het gevelpakket.

## Indienen omgevingsvergunning

Het plan is om 21 september 2022 de vergunningsaanvraag in te dienen.

Gemeente Rotterdam wil uiterlijk 19 december 2022 een besluit nemen.

De volgende onderdelen dienen ingediend te worden bij de vergunningaanvraag:

- Uitgangspuntenrapport constructie (Pieters)
- Tekeningen constructie (plattegronden en doorsneden) (Pieters)
- Palenplan (nog niet definitief, nog niet alle sonderingen zijn tegen die tijd gemaakt) (Pieters)
- Fundering- en bouwputadvies (Geobest) (wordt later getoetst, na het maken van alle sonderingen)
- CC3 toets op het ontwerp (Van Rossum), dit rapport volgt na de vergunningsaanvraag en dient uiterlijk eind oktober 2022 ingediend te worden.

De hoofdberekening van de toren hoeft nog niet ingediend te worden bij de vergunningsaanvraag. Pieters zal dit wel doen; dit rapport zal namelijk ook door Van Rossum getoetst worden als onderdeel van de CC3 toets op het ontwerp. Deze CC3 toets is vervolgens weer onderdeel van de vergunningsaanvraag.

Het windtunnelonderzoek is nog niet gereed bij het indienen van de omgevingsvergunning. Dit is geen probleem voor de Gemeente Rotterdam, zolang Pieters maar aangeeft in de stukken dat ze uiteindelijk de maatgevende windbelasting zullen meenemen in de definitieve hoofdberekening (deze wordt eind TO fase afgerond).

Er wordt 2 weken na indiening van de omgevingsvergunning een overleg ingepland zodat Pieters de stukken kan toelichten en de Gemeente Rotterdam kan aangeven of er stukken / zaken ontbreken in de vergunningsaanvraag. [REDACTED] zal dit overleg inplannen. De voorkeur gaat uit naar de maandag (mogelijk maandag 3 of 10 oktober).

## Verslag

Overleg en nummer: Vooroverleg Constructieve Veiligheid project Lumière  
Locatie: MS Teams (online vergadering)  
Datum en tijd: 6 maart 2023, 11:00  
Opgesteld door: [REDACTED]

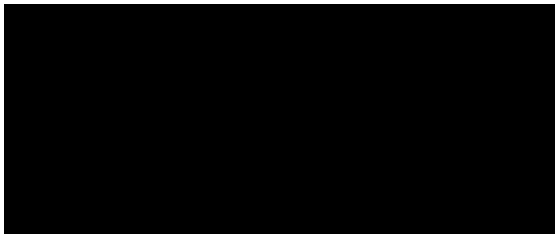
Datum: 6 maart 2023

Project: Lumière, Rotterdam

Betreft: Vooroverleg Constructieve  
Veiligheid project Lumière

Ref.: V-321044-BWT-02A

### Aanwezigen



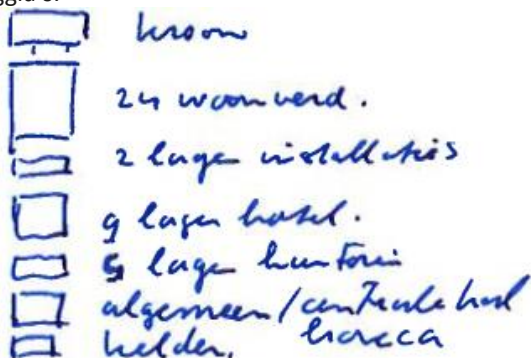
### Inleiding

Dit verslag is geen volledige chronologische samenvatting van het vooroverleg, maar beschrijft per onderdeel de gemaakte afspraken tussen de Gemeente Rotterdam en Pieters Bouwtechniek.

Dit betreft revisie a van het verslag waarin de opmerkingen van de [REDACTED] d.d. 17-04-2023 zijn verwerkt.

[REDACTED] van VORM geeft een korte update van het project.

[REDACTED] licht toe wat voor aanpassingen er sinds september 2022 zijn doorgevoerd. De toren is nu 153 meter hoog in plaats van 210 meter hoog. Reden hiervoor zijn een kortere bouwtijd, en minder windhinder op maaiveld. De afmeting van de plattegrond is niet gewijzigd, deze is nog steeds 31x31 meter. Maar door het vervallen van het exoskelet wordt er per bouwlaag meer BVO gerealiseerd door de gevel verder naar buiten te brengen. Balkons worden gerealiseerd via inpandige loggia's.



van Pieters Bouwtechniek licht de constructieve wijzigingen toe.

- Doordat de toren minder hoog is kan nu worden volstaan met een #-grid aan stabiliserende betonwanden; de stabiliserende gevelbuis is hiermee komen te vervallen.
- De toren wordt nu in het werk gestort uitgevoerd. Eerder ging men uit van een prefab casco met natte knopen op alle wandkruisingen.
- Het exoskelet is vervallen. Daarvoor in de plaats komen inpandige loggia's. Deze bestaan uit prefab balkonplaten met isokorven en stalen handjes t.b.v. 2<sup>e</sup> draagweg / robuustheid.
- Slankheid is gereduceerd. Wanden zijn weliswaar dunner, maar de lengte van de stabiliteitswanden is nu 29,7 meter, was 26,7 meter.

Hieronder per punt de besproken opmerkingen en gemaakte afspraken:

### In het werk gestort casco

BoWoTo geeft aan dat, mocht er in de toekomst toch voor worden gekozen om de toren uit te voeren in prefab, dat dit dan een wijziging op de verleende vergunning betreft.

Pieters geeft aan dat er momenteel co-makers aan tafel zitten die vergevorderde kostenramingen en uitvoeringsplannen aan het maken zijn om de toren in het werk te storten. Dit wordt ook verwerkt in het bouwveiligheidsplan dat met de buiteninspecteur (Ronny Elbers) zal worden besproken.

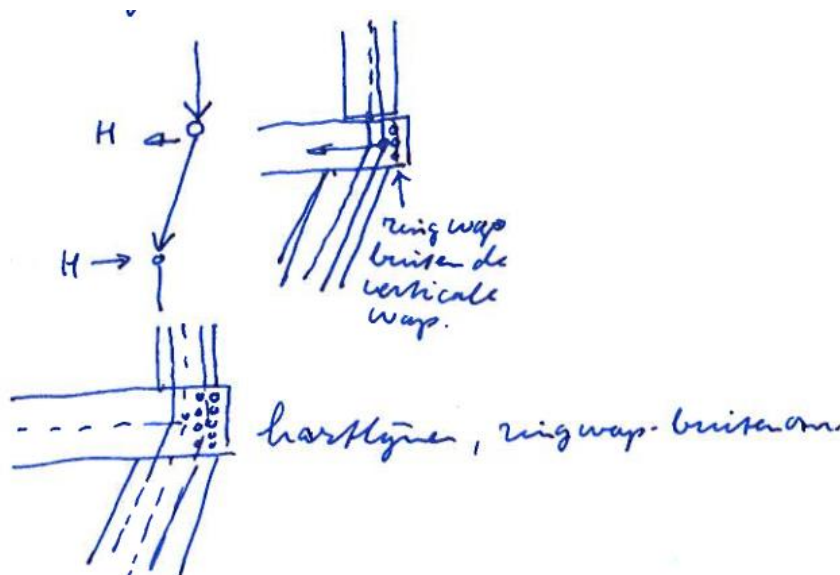
Pieters geeft aan dat het ontwerpteam nog druk bezig is met de kroon, de technieklaag en de kelder, maar dat er in de hoofdberekening conservatieve aannamen zijn gedaan voor deze onderdelen m.b.t. neerwaartse belastingen de hoeveelheid windbelasting.

### Overgangsconstructie

Pieters licht de overgangsconstructie toe op de technieklaag waarbij een drietal kolommen schuin verlopen.

De heer [REDACTED] geeft aan dat Pieters moet kijken hoe dit is opgelost bij CasaNova, eveneens een project van Pieters. Door een stalen UNP of extra wapening in de kern van de vloer op te nemen om de optredende krachten op te nemen. De constructies benodigd om deze spatkrachten op te vangen vallen onder hoofddraagconstructie en moeten een brandwerendheid van 120 min hebben.

Daarnaast geeft de heer [REDACTED] aan dat het verstandig is om de balkons in het werk te storten op deze bouwlaag, in dezelfde vloerdikte (500 mm) als de rest van de vloer, zodat de trek- en drukkrachten in de vloerschijf, resulterende uit de schuine kolommen, goed doorgevoerd kunnen worden. Pieters zal dit beschouwen en met KAAN architecten verder afstemmen.



Pieters geeft aan dit in het beton (met wapening) op te willen lossen. Bij Casanova is de vloerdikte niet vergroot t.p.v. de overgangsconstructie waardoor veel stalen voorzieningen nodig waren, bij Lumière is de vloerdikte wel vergroot. Hierdoor verstoren we het bouwproces minder.

#### Paalfundering Tubexpalen

Pieters geeft aan dat het aantal palen is gereduceerd van 192 naar 127, door afname van de hoogte. Hierdoor is er meer bewegingsvrijheid onder de plaatfundering mochten er zich problemen voordoen bij de boorwerkzaamheden.

BoWoTo onderschrijft dat de plaatfundering van Lumière goed in staat moet zijn om eventuele problemen op te vangen maar benoemt wel het maken van nasonderingen als een vereiste, waarbij men moet waken voor tegenvallende nasonderingen die ertoe leiden dat de draagkracht in bepaalde gebieden mogelijk lager uitvalt dan nu is berekend.

Pieters geeft aan dat er nog te weinig sonderingen zijn gemaakt om een indicatie te geven van een eventuele grilligheid op de diepere lagen, maar dat dit aandachtspunt zeker wordt meegenomen bij de verdere uitwerking.

#### Overlast trekken bestaande palen en damwanden

BoWoTo benoemt het risico van het trekken van bestaande palen en het daarmee veroorzaken van overlast voor de belendingen. [REDACTED] geeft aan dat de betrokken co-makers dit mee zullen nemen in hun stappenplan voor de uitvoering.

Hetzelfde geldt voor het trekken van de damwanden. De damwanden zullen er neerwaarts in gedrukt worden. Gemeente Rotterdam geeft geen vrijstelling voor geluidshinder in het centrum van Rotterdam. Het uittrekken van de palen zal tot trillingen leiden. Dit dient besproken te worden met de buiteninspecteur.

BoWoTo geeft aan dat het trekken van palen ook invloed zal hebben op de draagkracht van de nieuwe palen.

Pieters geeft aan dat er t.p.v. de laagbouw vrij weinig palen getrokken zullen worden. Bij de hoogbouw worden er wel veel palen getrokken, waardoor de positieve schachtwrijving in het 1<sup>e</sup> stuk lager zal uitvallen (ca. 15 tot 35 m – NAP). Bij vergelijkbare projecten met diepe Tubbexpalen valt echter te zien dat het gros van het draagvermogen ontstaat uit de schachtwrijving in het 2<sup>e</sup> stuk (35 tot 68m – NAP) en de puntweerstand.

### **Draagkracht palen laagbouw**

BoWoTo geeft aan dat onderzocht moet worden wat het trekken van de damwanden heeft op de nieuw te maken Fundexpalen voor de laagbouw. Pieters geeft aan dat de Fundexpalen op 23m – NAP zitten en de damwanden op ca. 17m – NAP, maar zal desalniettemin aan Geobest vragen om dit te onderzoeken

### **CSM wanden**

Er worden op 2 posities CSM wanden toegepast, zowel in de scheiding tussen de oude en nieuwe parkeerkelder bij de laagbouw in de Lijnbaanhof, als bij de scheiding tussen de plint van de hoogbouw en City House.

BoWoTo geeft aan dat de gemeente Rotterdam tot nu toe nog weinig ervaring heeft met het toepassen van CSM wanden. Pieters geeft aan dat ze deze vraag ook aan de uitvoerende partij hebben gesteld. Deze hebben aangegeven dat ze ook in slechtere ondergronden goede CSM wanden kunnen maken, omdat er maar vrij weinig sterkte benodigd is voor de boogwerking van het grout. Desalniettemin dienen de CSM wand berekeningen uitvoerig onderbouwd en getoetst te worden door alle relevante partijen (Geobest, Pieters, BoWoTo).

De CSM wanden worden voorzien van staalprofielen, deze worden ook benut ook voor de koppeling met de nieuwe keldervloer zoals Pieters schetst in het uitgangspuntenrapport.

### **Stootbelastingen**

Voor stootbelastingen op binnenterrein mag geen reductie worden toegepast. Tevens dient de belasting van 100 kN in beide richtingen te worden gerekend, niet de lagere belasting van 50 kN, omdat een constructie element van alle zijden even hard aan kan worden gereden in een binnenplaats. Pieters zal dit verwerken in het uitgangspuntenrapport.

### **Stijfheid vloeren**

BoWoTo geeft aan dat de vloerstijfheid niet overschat mag worden in het 3D rekenmodel en stelt voor om de dikte te reduceren om de buigstijfheid nog verder te reduceren maar de axiale stijfheid grotendeels in tact te houden. Pieters geeft aan dat de vloeren al relatief slap gemodelleerd zijn ( $E=5000 \text{ N/mm}^2$ ) en dat het verdunnen van de vloerschijven problemen geeft met verticale krachtafdracht. Wel kan Pieters eventueel de buigstijfheid enkel voor het belastinggeval wind fors reduceren (naar maximaal 1%) waarbij deze effectief uitgeschakeld worden.

Uiteindelijk is het aan Pieters om aan te tonen dat de toren stijf genoeg is zonder het positieve effect van de vloerschijven en dat de lateikrachten niet onderschat worden doordat de vloerschijf mogelijk te stijf is gemodelleerd.

Pieters geeft tevens aan dat er momenteel een gezonde reservecapaciteit zit in de maximale vervorming van de toren (196 mm, lager dan de grenswaarde van 306 mm voor een 153 meter hoge toren) en dat er veilige aannames zijn gedaan voor de windbelasting en de stijfheid van de gehele constructie (zowel betonwanden als palen).

## Gevel

BoWoTo benadrukt dat in de 2019 revisie van de nationale bijlage van Eurocode 1990, nieuwe eisen zijn gesteld voor het eventueel verlagen van de gevolgklasse van bepaalde constructieve elementen.

Uitgangspunt is: gevel in gevolgklasse CC3 uitrekenen, tenzij aangetoond kan worden volgens tabel NB.25-A in NEN-EN 1990:2019-NB:2019 dat de gevolgklasse van een constructief element gereduceerd mag worden. Gezien de nieuwe, strengere eisen is dit doorgaans niet haalbaar.

## Overige opmerkingen

BoWoTo geeft aan nog een aantal andere opmerkingen te hebben gemaakt op het uitgangspuntenrapport van Pieters. Deze opmerkingen worden na het overleg verstrekt. Deze zijn inmiddels ook al ontvangen door Pieters en zullen in de aangepaste versie van dit rapport worden verwerkt.

## Second opinion

Van Rossum is momenteel de second opinion op de constructie aan het uitvoeren. BoWoTo wil een document zien met opmerking Van Rossum, reactie Pieters, reactie Van Rossum om zo inzicht te krijgen in het beoordelingsproces. Dit document wordt mee ingediend bij de bouw aanvraag.

Voor het geotechnische deel dient nog een partij te worden benaderd. Dit wordt spoedig opgepakt. Echter, door kapot sondeermaterieel liggen de sondeerwerkzaamheden momenteel niet op schema. Daarnaast kunnen alle sonderingen pas gemaakt worden als het bestaande Lumière pand is gesloopt.

Er is ook al een co-maker betrokken voor het opstellen van een bemalingsadvies. Dit advies zal spoedig afgerond en getoetst worden zodat de risico's omtrent spanningsbemaling in kaart kunnen worden gebracht.

## Planning

14 maart is er een overleg over bouwveiligheid met de buiteninspecteur.

Zodra het ontwerpteam (Pieters, KAAAN, DGMR, Geobest, etc.) het ontwerp een slag verder heeft gebracht (volwaardig DO niveau, kroon verwerkt in de stukken, aangepast uitgangspuntenrapport afgerond, bouwput verder uitgewerkt) dan zal er wederom een overleg ingepland worden met BoWoTo. Dit zal via ████████ verlopen. Er wordt momenteel nog geen datum afgesproken door onzekerheden in de planning.

Streven is om eind april 2023 de definitieve aanvraag voor de omgevingsvergunning in te dienen. BoWoTo geeft ruimte om bepaalde zaken later in te dienen, in ieder geval voor de bouwput en de second opinion op het geotechnische deel.

## Verslag

Overleg en nummer: Vooroverleg Constructieve Veiligheid project Lumière  
Locatie: De Rotterdam  
Datum en tijd: 22 augustus 2023, 12:00-14:00  
Opgesteld door: 

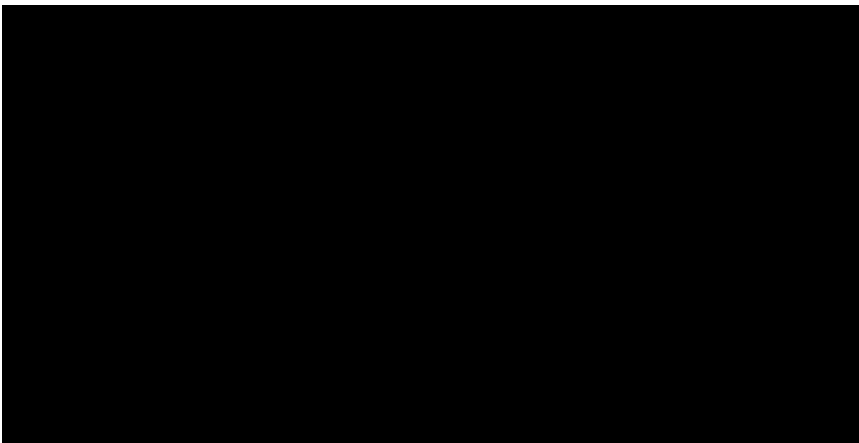
 Datum: 25 augustus 2023

 Project: Lumière, Rotterdam

 Betreft: Vooroverleg Constructieve  
Veiligheid project Lumière

 Ref.: V-321044-BWT-03A

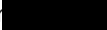
### Aanwezig



### Inleiding

Dit verslag is geen volledige chronologische samenvatting van het vooroverleg, maar beschrijft per onderdeel de gemaakte afspraken tussen de Gemeente Rotterdam en Pieters Bouwtechniek.

Het overleg bestond uit twee delen. Het eerste uur werd het onderdeel geotechniek besproken en het tweede uur de constructieve uitwerking van de bovenbouw. Dit verslag gaat over beide delen.

Dit betreft revisie a van het verslag waarin de opmerkingen van de heer  d.d. 24-08-2023 en de toevoegingen van Geobest d.d.25-08-2023 zijn verwerkt.

### Fundering

#### *Gevoeligheidsanalyse*

Er moet in de vervolgfase een gevoeligheidsanalyse waarbij een deel van de fundering (1/3 tot 1/2) slapper is gemaakt middels de variatiecoëfficiënt (1,3) en aangetoond wordt dat de optredende scheefstand binnen de grenzen van het 2<sup>e</sup> orde effect is.

#### *Lange termijn zettingen*

De lange termijn zettingen (schotелеffect) worden in rekening gebracht zonder invloed van de stijfheid van het gebouw. Het rekenmodel moet vervolgens getoetst worden op de lange termijn zettingen door het aanpassingen van de veerstijfheden (twee veren in serie geschakeld waarbij de 1<sup>e</sup> veer de statische veerstijfheid is die gelijk is voor alle palen en de 2<sup>e</sup> veer is gebaseerd op de lange termijn zetting die volgt uit de Plaxis 3D analyse van Geobest (ongelijk per paal)). Indien de

krachten en de oplegreacties (van de buitenste palen) significant wijzigen zijn zullen deze meege-  
nomen moeten worden in de verdere wapeningsberekeningen. Dit hoeft enkel voor de combina-  
tie met permanente en momentane veranderlijke belasting getoetst te worden, niet voor wind.

#### *Zettingsverschillen*

De hoogbouw zal een afwijkend zettingsbeeld geven ten opzichte van de laagbouw en de plintbe-  
bouwing. BoWoTo geeft aan inzicht te willen krijgen in de invloed van de krachtsafdracht vanuit  
het Pleistoceen aan de formatie van Waalre op de directe omgeving. De zetting(sverschillen) die-  
nen door middel van een Plaxis 3D berekening inzichtelijk gemaakt te worden. Geobest is hier-  
mee bezig. De berekening heeft tot doel om de totale zetting van de nieuwbouw en de omgeving  
ten gevolge van de nieuwbouw in de komende 50 jaar te bepalen. De tijdsafhankelijke krachts-  
werking in de palen (en zetting) wordt hiermee onderbouwd en de vervormingen die in de omge-  
ving ontstaan kunnen hiermee worden getoetst door de constructeur. De resultaten van de Plaxis  
3D berekeningen zullen worden gerapporteerd en (na beoordeling door F. van Tol) worden ge-  
deeld met de gemeente.

#### *Waalcompactpalen*

Dit zijn zeer slanke palen en de knikstabiliteit in de slappe bovenlagen dient getoetst te worden.  
E.e.a. volgens artikel in de Cement (knikstabiliteit ankerpalen 6/2009) en/of hoofdstuk 7.5 van  
CUR 236 'Ankerpalen', derde druk.

#### *Monitoring*

Tijdens de installatie van de lange palen dient voortdurend heitoezicht te worden gehouden door een  
partij die ervaring heeft met het betreffende paalsysteem. De uitvoeringsparameters dienen te  
worden beoordeeld door een geotechnisch adviseur. O.a. groutverbruik en installatietijd per paal  
dient adequaat gemonitord te worden tijdens de uitvoering.

Tijdens en na de bouw zullen de zettingen van de verschillende bouwdelen van de nieuwbouw en  
naastgelegen bestaande belendingen worden gemonitord.

#### *Sonderingen*

Het is lastig om met de diepe sonderingen (in verband met een laag met hoge conusweerstand  
rond NAP -50 m) de benodigde diepte van 80 m te bereiken. BoWoTo geeft aan dat meer diepe  
sonderingen noodzakelijk zijn voor het uiteindelijke funderingsadvies. Er dienen uiteindelijk mini-  
maal twee sonderingen tot 25 m onder het beoogde paalpuntniveau te worden uitgevoerd (ca.  
NAP -90 m). Geobest geeft aan dat er een andere partij wordt ingeschakeld (BAM Infraconsult)  
die recent succesvol 10 sonderingen tot maaiveld min 100 m heeft gemaakt (voor de Sax aan de  
Rijnhaven) in Rotterdam. Wanneer het hen echter ook niet lukt, dan wordt overgeschakeld op  
een methode met gecombineerd sonderen en boren om met zekerheid op diepte te komen.

#### *Proefpalen en nasonderingen*

Vanuit de second opinion op het geotechnische deel (door [REDACTED])

*In geval de paal-producent nog niet eerder een vergelijkbare paal (762/950 tot ca NAP -70 m) in  
een vergelijkbare grondopbouw heeft gemaakt, wordt aanbevolen eerst een proefpaal te maken  
op de project site, waarbij de controle op de uitvoering plaats vindt; i.c. op de versterking van de  
conusweerstand door middel van nasonderingen voldoende tijd na het installeren van de proef-  
paal.*

De noodzaak tot het maken van een proefpaal zal uiteindelijk afgestemd worden tussen de paal-leverancier en [REDACTED]. Indien er een proefpaal wordt uitgevoerd, dan kan dit in principe gewoon een productiepaal zijn. Voor en na de installatie wordt een sondering gemaakt om aan te tonen dat er door de paalinstallatie geen verstoring van de conusweerstand ontstaat. Na installatie van een eventuele proefpaal dient tenminste 4 weken te worden gewacht met nasonderen.

Aanvulling BoWoTo: nasonderen dient ook na het installeren van de definitieve palen uitgevoerd te worden en deze dient vergeleken te worden met de oorspronkelijke sonderingen. Het aantal en de locaties voor het nasonderen in overleg met BoWoTo.

#### *Omgevingsbeïnvloeding*

De invloed van de realisatie van de bouwkuipen op de naastgelegen belendingen en kabels en leidingen wordt door middel van Plaxis-berekeningen inzichtelijk gemaakt.

#### *Trekken damwanden*

Indien er voor de bouwput damwanden met een tijdelijke functie worden toegepast, dan zullen deze na afloop van de werkzaamheden worden getrokken. Dit kan een nadelig effect hebben op belendingen en ondergrondse infrastructuur (K+L). Op de bouwput tekening zal worden aangegeven op welke trajecten de damwand mogelijk worden getrokken. De te verwachten maaiveldzetting door het trekken van damwanden dient met berekeningen onderbouwd te worden. Deze zullen door Geobest uitgevoerd worden en gerapporteerd in de volgende update van het bouwputadvies.

#### *CSM wanden*

De omgevingsvergunning gaat uit van toepassing van stalen damwanden. Als er in de toekomst voor wordt gekozen om toch een deel van de bouwkuip uit te voeren met CSM wanden, dan geldt dit als een wijziging op de bouwvergunning. Tevens dient voldoende onderbouwd te zijn dat het toepassen van een CSM wand mogelijk is in de Rotterdamse grondslag. Let op: de eventuele CSM wanden zullen geen dragende functie krijgen in de eindsituatie.

#### *Plaatfundering*

Vanwege het hoge stortgewicht van de 2,5m dikke funderingsplaat kunnen de grondlagen dicht onder het ontgravingsniveau zetting ondergaan. Daarom wordt voorgesteld om de werkvloer gewapend uit te voeren, eventueel gekoppeld aan de Tubexpalen middels aangelaste vinnen. Dit is zo ook bij de Zalmhaven toegepast. Wordt meegenomen in de verdere uitwerking.

## Brand

Zin toevoegen in uitgangspuntenrapport: Uiteindelijke brandeisen volgens verleende bouwvergunning.

Alle vloeren 120 min brandwerend. Maatgevend voor dekking aan onderzijde, dit is de verwarmde zijde.

## Robuustheid en tweede draagweg

Parkeerdek altijd toegankelijk maken voor hulpdiensten (brandweer e.d.) in calamiteitsituatie. Dit is het geval bij Lumière. Het kelderdek wordt gewapend op de maatgevende situatie in de bouwfase als hier zwaar bouwverkeer overheen zal rijden.

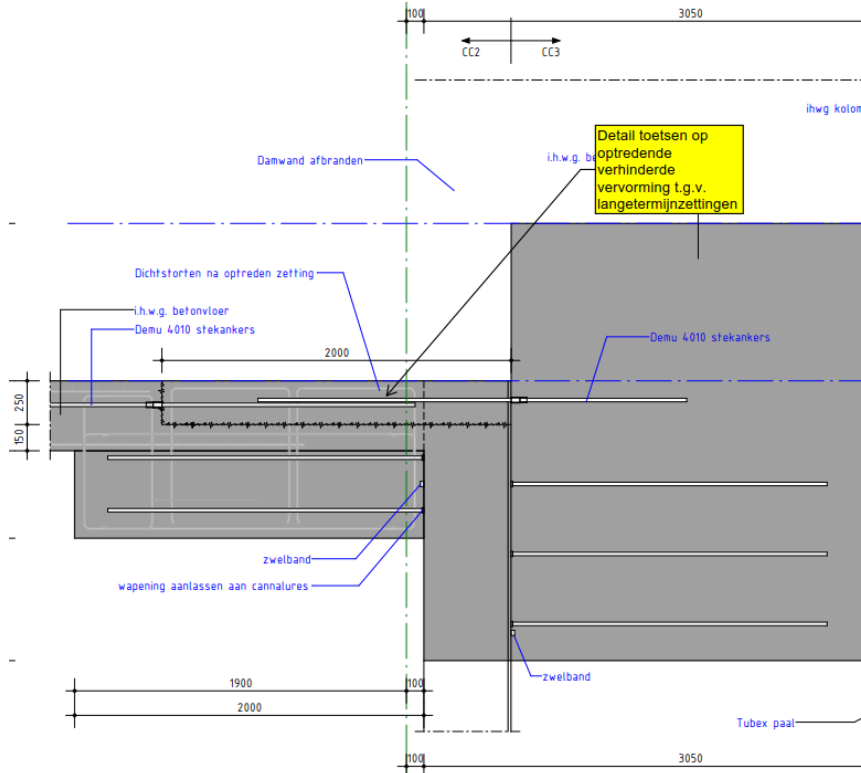
Natuursteen in gevel dient ook van tweede draagweg voorzien te worden. Moet gerekend worden met uitval van 1 anker. Materiaalfactoren mogen op 1,0, ook van natuursteen. Wel volledige windbelasting rekenen zonder belastingfactoren. Voor terugkeertijd windbelasting mag gerekend worden met 15 jaar i.p.v. 50 jaar.

Kolommen die aangereken kunnen worden ofwel voorzien van voldoende robuuste aanrijdbeveiliging, of berekenen op volledige stootbelasting. (Als ervoor wordt gekozen om de kolom denkbeeldig weg te rekenen, dan dient de overige constructie de volledige UGT belasting met toegenomen overspanning op te kunnen nemen; dus géén buitengewone belastingcombinatie, dit is niet realistisch voor het staalskelet van Lumière en daarom wordt deze optie niet gekozen.) Wordt verduidelijkt in uitgangspuntenrapport.

## Details

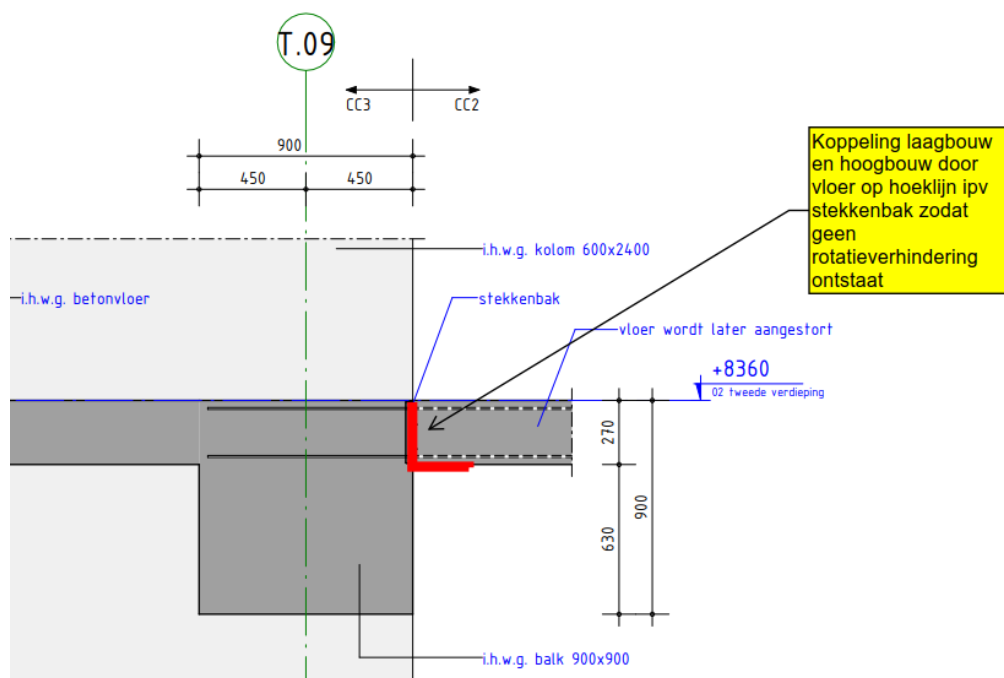
### *Koppeling kelders laagbouw en hoogbouw*

Detail dient getoetst te worden op de optredende verschilzettingen. Deze dient als verhinderde vervorming gerekend te worden op het aansluitvlak.



### Koppeling vloeren laagbouw – hoogbouw

Oplegdetail met hoeklijnen verdient de voorkeur zodat hier geen rotatieverhinderend ontstaat. Wordt aangepast.



### Staalconstructies

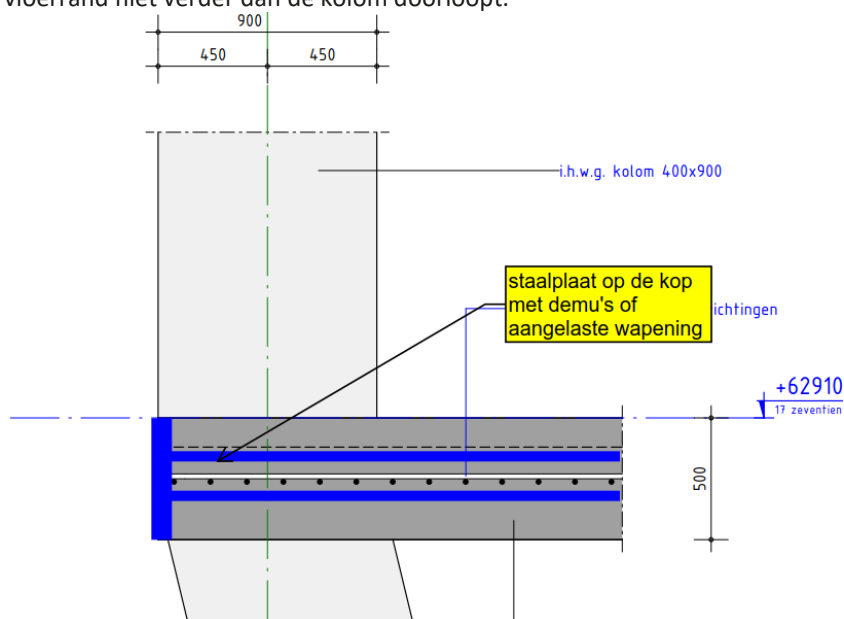
De verbindingen in de staalconstructies van de laagbouw moeten voldoende ductiliteit bevatten. Dat wil zeggen, de bouten en lassen mogen niet als eerste bezwijken. De kopplaten moeten eerst vervormen. Dit is in werkelijkheid lastig uit te voeren, omdat slappe kopplaten juist weer tot hogere boutkrachten leiden (wrikkrachten). Een alternatief is om een extra belastingfactor van 1,2 op de verbindingen te rekenen. Deze aanpak zal gehanteerd worden.

*Trekbanden in dikke vloeren installatielaag t.p.v. schuine kolommen*

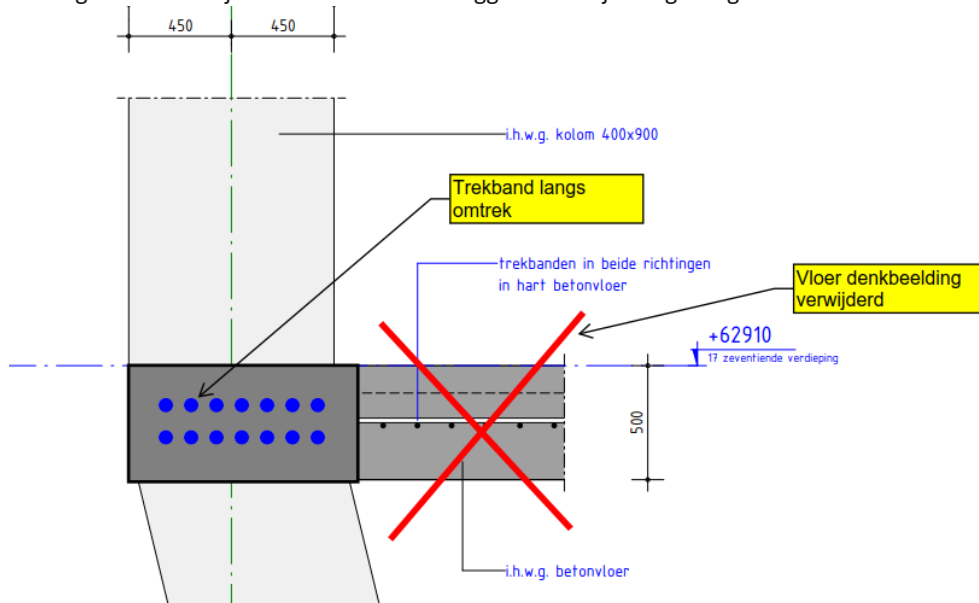
BoWoTo geeft aan dat het goed is dat deze trekband in het hart van de vloer ligt.

Wel dient de benodigde wapening in het aansluitvlak van de kolom te liggen, niet erbuiten, omdat er nauwelijks ruimte is tot spreiding.

Daarnaast dient de wapening voldoende verankerd te zijn, met name t.p.v. het detail waar de vloerrand niet verder dan de kolom doorloopt.



Daarnaast dient deze trekband ook in andere richting aanwezig te zijn, waarbij de vloer zelf denkbeeldig wordt verwijderd en er enkel een ligger overblijft langs de gevelomtrek.



Bovenstaande wordt in de verdere uitwerking meegenomen.

## Hoofdberekening

Bij de ontwerpberekening van de vloerwapening zijn rotatieveren toegepast voor de kolominklemmingen. Deze worden in de UO fase verder onderbouwd.

Er worden in de vervolgfase extra belastingcombinaties toegevoegd waar ook de langetermijnzettingen in zijn verwerkt. Zie ook het kopje **Fundering**, *Lange termijn* zettingen, eerder in dit verslag.

De gevoeligheidsanalyse wordt in de vervolgfase verder uitgebreid waarin ook stijfheidsvariaties in de onderbouw worden meegenomen. Zie ook het kopje **Fundering**, *Gevoeligheidsanalyse*, eerder in dit verslag. Bij alle gevoeligheidsanalyses zal dan ook duidelijker worden omschreven in welk belastinggeval/belastingscombinatie de getoetste resultaten worden vergeleken.

## Windtunnelonderzoek

Dit wordt pas in de volgende fase uitgevoerd als de gevel definitief is.

Afgesproken met BoWoTo is dat de maatgevende belasting van de Eurocode danwel het windtunnelonderzoek wordt toegepast. Dit geldt zowel voor de globale krachten (hoofddraagconstructie) als lokaal (de gevelelementen). Dit zijn 2 separate windtunnelonderzoeken.

## **Bijlage 3 Ontwerpberekening isokorven balkons**

Project:

Lumiere

Onderwerp:

## Controle berekening balkons Isokorf T - type K-T

Projectnummer:

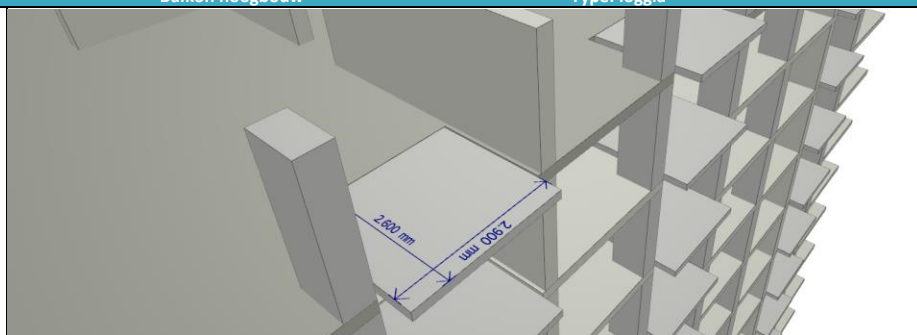
321-044

Datum:

24-2-2023

Balkon hoogbouw

Type: loggia



|                      |                        |                                                  |   |                          |             |
|----------------------|------------------------|--------------------------------------------------|---|--------------------------|-------------|
| Breedte balkon       | 2,90 m                 | dikte                                            | = | 280 mm                   | gemiddeld   |
| Diepte uitkraging    | 2,70 m                 | afwerking                                        | = | 0,50 kN/m <sup>2</sup>   | max         |
|                      |                        | <b>LICHTE AFWERKING MAX 0,5 kN/m<sup>2</sup></b> |   |                          |             |
| qG balkon            | 7,50 kN/m <sup>2</sup> | qd balkon a                                      |   | 12,9 kN/m <sup>2</sup>   | CC3         |
| qQ balkon            | 2,50 kN/m <sup>2</sup> | qd balkon b                                      |   | 13,875 kN/m <sup>2</sup> |             |
|                      |                        | q1d                                              |   | 13,875 kN/m <sup>2</sup> | maatgevend  |
| qzijkant gevel       | 0,00 kN/m <sup>2</sup> | q2d                                              |   | 0 kN/m <sup>2</sup>      | rekenwaarde |
| Lengte gevel         | 2,70 m                 | <b>ZIJGEVEL DRAAGT NIET AF OP BALKON</b>         |   |                          |             |
| qgevelband+balust.   | 2,30 kN/m              | q3d                                              |   | 2,99 kN/m                | rekenwaarde |
| Lengte zijbalustrade | 0,00 m                 | <b>GEVELBAND MAX 1 kN/m<sup>2</sup></b>          |   |                          |             |
| verd.hoogte          | 3,24 m                 | zijkant                                          |   |                          |             |
|                      |                        | voor/achtergevel                                 |   | 2,4 kN/m                 |             |
|                      |                        |                                                  |   | 3,12 kN/m                | rekenwaarde |

### Totaal optredend moment

|                           |          |                          |   |     |                   |                  |
|---------------------------|----------|--------------------------|---|-----|-------------------|------------------|
| M1 = Balkon               | 2,90 m x | 13,875 kN/m <sup>2</sup> | x | 1/2 | 2,70 <sup>2</sup> | 146,7 kNm        |
| M2a = Gevel links         | 3,24 m x | 0 kN/m <sup>2</sup>      | x | 1/2 | 2,70 <sup>2</sup> | 0,0 kNm          |
| M3a = Balustrade links    | 0,00 m x | 2,99 kN/m                | x |     | 2,70              | 0,0 kNm          |
| M2b = Gevel rechts        | 3,24 m x | 0 kN/m <sup>2</sup>      | x | 1/2 | 2,70 <sup>2</sup> | 0,0 kNm          |
| M3b = Balustrade rechts   | 0,00 m x | 2,99 kN/m                | x |     | 2,70              | 0,0 kNm          |
| M4 = Gevelband+Balustrade | 2,90 m x | 2,99 kN/m                | x |     | 2,70              | 23,4 kNm +       |
| <b>MRd tot. =</b>         |          |                          |   |     |                   | <b>170,1 kNm</b> |

### Totaal optredende reactie

|                    |          |                          |   |        |                 |
|--------------------|----------|--------------------------|---|--------|-----------------|
| Balkon             | 2,9 m x  | 13,875 kN/m <sup>2</sup> | x | 2,7 m  | 108,6 kN        |
| Balustrade         | 2,90 m x | 2,99 kN/m                |   |        | 8,7 kN          |
| Zijkant balustrade | 0,00 m x | 2,99 kN/m                | x | 2      | 0,0 kN          |
| Zijkant Gevel      | 2,70 m x | 0 kN/m <sup>2</sup>      | x | 3,24 m | 0,0 kN          |
| Zijkant Gevel      | 2,70 m x | 0 kN/m <sup>2</sup>      | x | 3,24 m | 0,0 kN          |
| Gevel              | 2,9 m x  | 3,12 kN/m <sup>2</sup>   | x | 3,24 m | 29,3 kN +       |
| <b>VRd tot. =</b>  |          |                          |   |        | <b>146,6 kN</b> |

### Maximaal opneembaar

Type K- T -M10-V1-REI120-CV30-H200-L1000-3.0

C45/55

|     |   |          |
|-----|---|----------|
| MRd | = | 87,2 kNm |
| VRd | = | 124,4 kN |

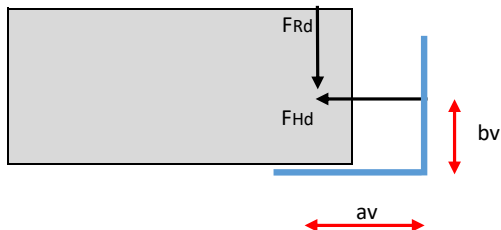
|          |     |   |      |            |
|----------|-----|---|------|------------|
| Controle | MEd | = | 1,95 | Toepassen: |
|          | VEd | = | 1,18 | 2 stuks    |

|           |        |    |    |        |
|-----------|--------|----|----|--------|
| Toepassen | 2 H190 | UC | Md | 97,52% |
|           |        | UC | Vd | 58,93% |

|                |                |        |
|----------------|----------------|--------|
| Per ophangpunt | lengte element | 1,00 m |
| MRd; element   | 85,0 kNm       |        |
| VRd; element   | 73,3 kN        |        |

**Type: Opleghand balkon**

Uitgangspunt 1: voor sterkte gerekend met reactiekracht 1/2e balkonplaat, in werkelijkheid 1/4 (oplegreactie volgt uit isokorf berekening)



**oplegreactie**

**1/2e plaat  
75,0 kN**

|               |         |                       |       |
|---------------|---------|-----------------------|-------|
| staal         | S 355   | 355 N/mm <sup>2</sup> |       |
| Demu          | 4010    | Ø16 M20               | x 810 |
| NRsd =        | 48,0 kN |                       |       |
| Aantal ankers |         | 2                     |       |
| Hoeklijn      | 200     | 200                   | 20    |

|      |        |
|------|--------|
| av = | 170 mm |
| bv = | 160 mm |

|     |   |     |     |        |   |                        |   |      |          |
|-----|---|-----|-----|--------|---|------------------------|---|------|----------|
| FRd | = | Rd  | /   | aantal | = | 75,0                   | / | 2,00 | 37,5 kN  |
| MRd | = | FRd | x   | av     | = | 37,5                   | x | 0,17 | 6,38 kNm |
| FHd | = | MRd | kNm |        | = | 6,38 x 10 <sup>6</sup> |   |      | 39,88 kN |
|     |   | bv  | mm  |        |   | 160                    |   |      |          |

**Controle ankers met von Mises**

|          |   |                   |   |      |            |   |                      |
|----------|---|-------------------|---|------|------------|---|----------------------|
| Nd anker | = | $\sqrt{F_{Hd}^2}$ | + | 3    | $F_{Rd}^2$ | ≤ | NRsd                 |
|          |   | $\sqrt{39,88^2}$  | + | 3    | $37,5^2$   | = | 76,22 kN             |
| Nd anker | = | 76,22 kN          | < | 86,0 | kN         |   | Demu Ø16 M20 voldoet |

**Controle hoeklijn**

|       |   |     |                   |  |                         |   |                       |
|-------|---|-----|-------------------|--|-------------------------|---|-----------------------|
| Wben. | = | MRd | kNm               |  | 12,76 x 10 <sup>6</sup> | = | 35944 mm <sup>3</sup> |
|       |   | 355 | N/mm <sup>2</sup> |  | 355                     |   |                       |

|    |   |     |   |        |                  |             |                                |
|----|---|-----|---|--------|------------------|-------------|--------------------------------|
| Wy | = | 1/4 | x | lengte | t <sup>2</sup>   | (plastisch) |                                |
|    |   | 1/4 | x | 400    | 20 <sup>2</sup>  | =           | 40000 mm <sup>3</sup> akkoord  |
|    |   | 1/4 | x | 20     | 200 <sup>2</sup> | =           | 200000 mm <sup>3</sup> akkoord |

Hoeklijn L 200 200 20 voldoet

Optredende spanning 319 N/mm<sup>2</sup> < 355 N/mm<sup>2</sup> akkoord

Hoeklijn voorzien van oplegmateriaal om belasting gelijkmatig te verdelen

## Controle kritieke staaltemperatuur

### Totale reactie $R_{brand}$ op balkon

Uitgangspunt 1: voor brand gerekend met reactiekracht 1/4e balkonplaat

Uitgangspunt 2: omrekenfactor voor CC3 UGT naar buitengewoon: 0,7 (conservatief)

$$\begin{array}{lcl} \text{Omrekenfactor} & & 1/4 \text{ plaat} \\ R_{brand} = & 0,70 \times & 37,5 = 26,3 \text{ kN} \end{array}$$

Reken plastisch

$$M_{pld} = \frac{1}{4} \times 400 \times 20^2 \times 355 = 14,20 \text{ kNm}$$

$$M_{br} = a_v \times R_{brand} \quad a_v \text{ in mm zie hoofdberekening}$$

$$M_{br} = 0,17 \times 26,3 = 4,46 \text{ kNm}$$

$$\begin{array}{lcl} \mu_0 = & M_{brand} / & M_{pld} \\ = & 4,46 / & 14,20 = 0,32 > 0,013 \end{array}$$

$$K_1 = 0,70 \quad \text{3-zijdig vuurbelasting}$$

$$K_2 = 1,00 \quad \text{statisch bepaald}$$

$$\theta_{acr} = 39,19 \ln \left[ \frac{1}{0,9674 \times (K_1 \times K_2 \times \mu_0)^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

$$\begin{array}{lcl} \theta_{acr} = & 708 \text{ } ^\circ\text{C} & > 680 \text{ } ^\circ\text{C} \\ & \text{Balkon} & \text{staal hoeft niet brandwerend behandeld te worden} \end{array}$$

