

**Shell / Kraaijvangers Architects**

# Holland Hydrogen 1 - Controlegebouw

## Rapportage brandveiligheid Controlegebouw

Reference: 285252-FI-PE-R01

Omgevingsvergunningsrapport | 29 juni 2022



Dit rapport is opgesteld met inachtneming van de specifieke instructies en eisen van de opdrachtgever. Gebruik van (delen van) dit rapport door derden, zoals bijvoorbeeld (maar niet beperkt tot) openbaarmaking, vermenigvuldiging en verspreiding is verboden. Arup aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid jegens derden voor de inhoud van het rapport, noch kan een derde aan de inhoud van het rapport enig recht ontlelen. This report takes into account the particular instructions and requirements of our client. It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party

Opdracht nummer 285252-00

**Arup B.V.**  
Beta Building Naritaweg 118  
1043 CA  
Amsterdam  
Netherlands  
[arup.com](https://www.arup.com)

## Document Verificatie

**Opdracht titel** Holland Hydrogen 1 - Controlegebouw  
**Document titel** Rapportage brandveiligheid Controlegebouw  
**Opdracht nummer** 285252-00  
**Document ref** 285252-FI-PE-R01  
**Dossier referentie**

| Versie | Datum      | Dossiernaam         |                                                                      |                           |
|--------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1      | 21-04-2022 | <b>Omschrijving</b> | Rapportage brandveiligheid Controlegebouw t.b.v. omgevingsvergunning |                           |
|        |            |                     | <b>Vorbereid door</b>                                                | <b>Gecontroleerd door</b> |
|        |            | <b>Name</b>         | PW; WK                                                               | SR                        |
|        |            | <b>Handtekening</b> |                                                                      | BV                        |
| 2      | 29-06-2022 | <b>Dossiernaam</b>  |                                                                      |                           |
|        |            | <b>Omschrijving</b> | Revisie na commentaar brandpreventiecommissie                        |                           |
|        |            |                     | <b>Vorbereid door</b>                                                | <b>Gecontroleerd door</b> |
|        |            | <b>Name</b>         | PW                                                                   | SR                        |
|        |            | <b>Handtekening</b> |                                                                      | BV                        |
|        |            | <b>Dossiernaam</b>  |                                                                      |                           |
|        |            | <b>Omschrijving</b> |                                                                      |                           |
|        |            |                     | <b>Vorbereid door</b>                                                | <b>Gecontroleerd door</b> |
|        |            | <b>Name</b>         |                                                                      |                           |
|        |            | <b>Handtekening</b> |                                                                      |                           |

Uitgifte Document Verificatie met Document Issue Document Verification with Document



|           |                                                            |           |
|-----------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Inleiding</b>                                           | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Projectomschrijving</b>                                 | <b>2</b>  |
| 2.1       | Wettelijke kaders                                          | 2         |
| 2.2       | Gebruiksfuncties                                           | 2         |
| 2.3       | Gebruikte documenten                                       | 3         |
| 2.4       | Overleggen met de VRR en DCMR                              | 3         |
| <b>3.</b> | <b>Bouwen in hout</b>                                      | <b>4</b>  |
| 3.1       | Algemene kenmerken bouwen in hout                          | 4         |
| 3.2       | Inbrandsnelheid en verkolen van de houten vloerconstructie | 4         |
| 3.3       | Brandwerend afschermen van de houten constructie           | 4         |
| 3.4       | Delamineren van CLT                                        | 5         |
| 3.5       | Onderzoeken                                                | 5         |
| <b>4.</b> | <b>Constructieve brandveiligheid</b>                       | <b>6</b>  |
| 4.1       | Sterkte bij brand                                          | 6         |
| 4.2       | CLT-constructie                                            | 6         |
| 4.3       | Brandscheiding                                             | 6         |
| 4.4       | Vluchtroutes                                               | 7         |
| <b>5.</b> | <b>Beperking van brand- en rookuitbreiding</b>             | <b>8</b>  |
| 5.1       | Indeling in brandcompartimenten                            | 8         |
| 5.2       | Technische ruimtes                                         | 8         |
| 5.3       | Brandscheidingen                                           | 8         |
| 5.4       | Brandwerende bescherming CLT                               | 8         |
| 5.5       | Details                                                    | 8         |
| 5.6       | Deuren in vluchtroute                                      | 9         |
| 5.7       | Doorvoeringen                                              | 9         |
| 5.8       | Weerstand tegen rookdoorgang                               | 9         |
| 5.9       | Brandoverslag naar belendende brandcompartimenten          | 9         |
| 5.10      | Impact van de omgeving en fabriek                          | 10        |
| <b>6.</b> | <b>Materialisering</b>                                     | <b>11</b> |
| 6.1       | Dak                                                        | 11        |
| 6.2       | Schachten                                                  | 11        |
| 6.3       | Elektrische leidingen en pijpisolatie                      | 11        |
| 6.4       | Overige bouwdelen                                          | 12        |
| 6.5       | Omloop                                                     | 12        |
| <b>7.</b> | <b>Veilig vluchten</b>                                     | <b>13</b> |
| 7.1       | Opvang en doorstroomcapaciteit                             | 13        |
| 7.2       | Vluchtdeur                                                 | 14        |
| <b>8.</b> | <b>Brandveiligheidsinstallaties</b>                        | <b>15</b> |
| 8.1       | Brandmeldinstallatie                                       | 15        |
| 8.2       | Ontruimingsinstallatie                                     | 15        |

|           |                                      |           |
|-----------|--------------------------------------|-----------|
| 8.3       | Brandslanghaspels                    | 15        |
| 8.4       | Draagbare blustoestellen             | 15        |
| 8.5       | Vluchtrouteaanduiding                | 15        |
| 8.6       | Verlichting                          | 15        |
| <b>9.</b> | <b>Voorziening voor de brandweer</b> | <b>16</b> |
| 9.1       | Brandweeringang en bereikbaarheid    | 16        |
| 9.2       | Opstelplaats en bluswater            | 16        |
| 9.3       | Brandweerlift                        | 16        |
| 9.4       | Droge blusleiding                    | 17        |

## **Appendices**

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| <b>Appendix A</b>                          | <b>A-1</b> |
| Tekeningen Brandveiligheid                 | A-1        |
| <b>Appendix B</b>                          | <b>B-1</b> |
| Opvang- en doorstroomcapaciteitsberekening | B-1        |
| <b>Appendix C</b>                          | <b>C-1</b> |
| Ventilatieberekening                       | C-1        |

# 1. Inleiding

Shell is voornemens een waterstof elektrolyse fabriek te bouwen op de 2<sup>e</sup> Maasvlakte. Kraaijvanger Architects zijn verantwoordelijk voor het architectonisch ontwerp van de fabriek en bijbehorende gebouwen. Naast de fabriek zal een controlegebouw verrijzen met een houten bouwconstructie. Voor dit gebouw is Arup gevraagd voorliggend brandveiligheidsconcept op te stellen ten behoeve van de aanvraag omgevingsvergunning. Dit concept gaat in op de brand- en vluchtveiligheid van het controlegebouw, waarbij extra aandacht wordt besteed aan de houten bouwconstructie.

Het ontwerp is in twee overleggen toegelicht aan de veiligheidsregio Rotterdam en de DCMR voor afstemming op het gebied van externe veiligheid en Bouwbesluit eisen. De opmerkingen uit deze overleggen zijn verwerkt in dit concept.



**Figuur 1.1: Render van de fabriek met links het controlegebouw**

## 2. Projectomschrijving

Holland Hydrogen 1 zal verrijzen op de tweede Maasvlakte. De toegang tot het perceel bevindt zich aan de Ierse Zeeweg. Het controlegebouw voor de Holland Hydrogen 1 fabriek bevindt zich ten noorden van de fabriek. In het gebouw zal een controlekamer met ondersteunende functies gerealiseerd worden en tevens is op de bovenste verdieping een ruimte ten behoeve van rondleidingen voorzien.

De bouwconstructie zal bestaan uit een houten kolommen en balken structuur met cross laminated timber (CLT) wanden en vloeren. Op de vloeren zal tevens een betonnen toplaag komen.



**Figuur 2.1: Render van de fabriek en toren in vogelvlicht**

### 2.1 Wettelijke kaders

Voor het brandveiligheidsconcept wordt uitgegaan van de volgende voorschriften:

- Het Bouwbesluit 2012, peildatum 01-02-2022;
- Regeling Bouwbesluit 2012, peildatum 01-02-2022; en
- De in het Bouwbesluit 2012 aangewezen normen.

### 2.2 Gebruiksfuncties

In het ontwerp komen de volgende gebruiksfuncties voor:

| Gebruiksfunctie          | Gebied                                                    |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Kantoorfunctie           | Begane grond, 1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> verdieping |
| Bijeenkomstfunctie       | 7 <sup>e</sup> en 8 <sup>e</sup> verdieping               |
| Lichte industrie functie | 3 <sup>e</sup> tot en met de 6 <sup>e</sup> verdieping    |

**Tabel 1 Gebruiksfuncties**

## 2.3 Gebruikte documenten

De berekeningen en ontwerputgangspunten in dit rapport zijn gebaseerd op:

- DO tekeningenset van Kraaijvangers Architects d.d. 21-04-2022.
- Brandveiligheidsrapport Holland Hydrogen 1 van Worley, # NL8905/G.06/4001 d.d. 21-04-2022

Shell stelt zelf eisen aan de veiligheid van hun gebouwen. Echter is op verzoek van de klant tijdens het ontwerptraject besloten om de eisen gesteld in het Bouwbesluit 2012 als maatgevend te houden.

## 2.4 Overleggen met de VRR en DCMR

De volgende overleggen hebben plaatsgevonden om het voorlopige brandconcept te bespreken:

- Op 15-02-2022 is dit concept gepresenteerd aan de Veiligheidsregio Rotterdam (VRR) en de Brandpreventiecommissie (BPC) ten behoeve van de afstemming van het concept met betrekking tot het Bouwbesluit 2012.
- Op 17-02-2022 is dit concept gepresenteerd aan de Veiligheidsregio Rotterdam (VRR) en de DCMR ten behoeve van de afstemming van het concept met betrekking tot de veiligheid vanuit de fabriek en het veilig verblijven van personen in het gebouw.

De opmerkingen en vragen uit deze gesprekken zijn verwerkt in dit rapport.

## 3. Bouwen in hout

### 3.1 Algemene kenmerken bouwen in hout

Bij de uitwerking van het brandveiligheidsconcept en het gebouw behoeven de volgende zaken aanvullende aandacht ten opzichte van een traditioneel gebouw met een volledig betonnen of stalen draagconstructie:

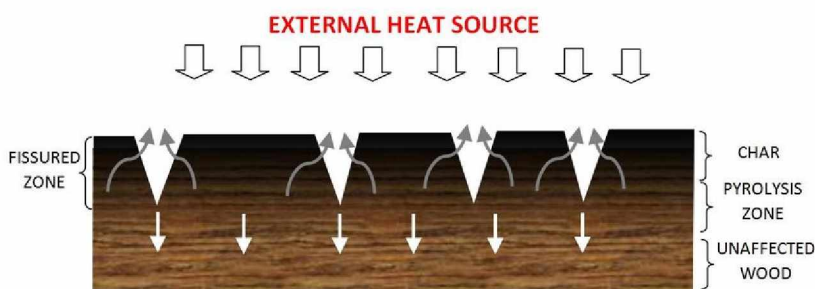
- Het in stand houden van de bouwconstructie in geval van brand (afdeling 2.2 van het Bouwbesluit).
- Het realiseren en in stand houden van brandscheidingen (afdeling 2.8, 2.9 en 2.10 van het Bouwbesluit).
- Het per definitie aanwezig zijn van een hogere permanente vuurlast in de bouwconstructie, zoals bijvoorbeeld de houten vloeren en wanden.

De specifieke kenmerken van bouwen in hout die een impact hebben op bovenstaande punten worden in de navolgende paragrafen toegelicht.

### 3.2 Inbrandsnelheid en verkolen van de houten vloerconstructie

Bij brand heeft hout de eigenschap dat het oppervlak, dat wordt blootgesteld aan de brand, verkoolt. Deze koollaag werkt als een isolatielaag waardoor de opwarming en pyrolysesnelheid van de onderliggende delen van het hout worden vertraagd. Hierdoor wordt de bijdrage aan de brand vertraagd.

De Eurocode EN 1995-1-2 onderkent dit effect en geeft randvoorwaarden voor het ontwerp van houtconstructies bij brand. Een belangrijk onderdeel hierin speelt de inbrandsnelheid waarmee het hout tijdens brand inbrandt. De inbrandsnelheid is de snelheid in mm per minuut waarin het hout inbrandt en verkoolt bij brand. Tevens wordt in de Eurocode bepaald dat het materiaal dicht bij de koollaag een sterkte en een stijfheid van 0 heeft.



**Figuur 3.1: Principe overzicht doorsnede van verkoold hout (bron: 5.1.2.e 1998)**

De specifieke kenmerken en de resterende sterkte van hout in geval van een brand wordt meegenomen in het constructief ontwerp conform NEN-EN 1995-1-2. Hierbij geldt als uitgangspunt dat de niet aangetaste kern van het hout de krachten op de constructie bij brand kan opnemen gedurende de vereiste brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de bouwconstructie bij brand.

De uitgangspunten voor de bouwconstructie zijn toegelicht in hoofdstuk 4 van dit rapport.

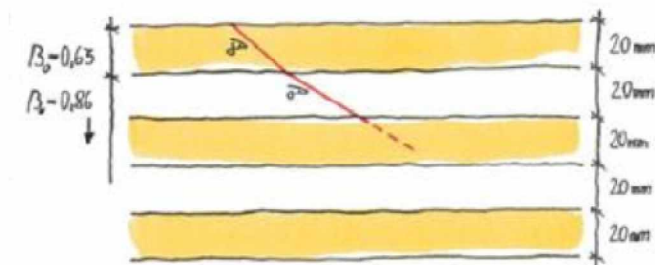
### 3.3 Brandwerend afschermen van de houten constructie

In de praktijk wordt in veel gevallen een combinatie van afscherming (in de vorm van bijvoorbeeld brandwerende voorzetwanden/bekleding) en de inbrandeigenschappen van hout gebruikt om de totale brandwerendheid te behalen.

Bij deze oplossing is het afschermen van de houten constructie en dan vooral de detaillering van deze afscherming, cruciaal voor het slagen en het aantoonbaar behalen van de benodigde brandwerendheid.

### 3.4 Delamineren van CLT

Cross laminated Timber (CLT) bestaat uit haaks op elkaar verlijmde houten lagen. Bij een brand bestaat de kans dat de CLT-panelen na verloop van tijd gaan delamineren door het inbranden van het hout en de hoge temperaturen waar de lijmlaag van het CLT aan wordt blootgesteld. Uit testen die zijn uitgevoerd blijkt dat de integriteit van de lijmlaag en het delamineren bij hoge temperaturen invloed heeft op de inbrandsnelheden. Zo is gebleken dat na het wegvallen van de eerste koollaag, de inbranding van het onbeschermd hout erachter tijdelijk sneller gaat, totdat zich weer een voldoende koollaag heeft gevormd.



Figuur 3.2: Schematische weergave verloop inbrandsnelheid CLT-wanden (bron: Stora Enso)

Het delamineren van CLT hout is afhankelijk van het type hout en de lijm die wordt gebruikt in het productieproces. In hoofdstuk 4 van dit rapport zijn de uitgangspunten van het constructief ontwerp vastgelegd.

### 3.5 Onderzoeken

De houten bouwconstructie zal bijdragen aan de vuurlast en daarmee de brandduur en de intensiteit van de brand. Recent zijn er diverse onderzoeken (o.a. Arup i.s.m. een Frans testinstituut Cerib, zie Kotsovinos et al. 2022) uitgevoerd om de effecten van hout bij brand in kaart te brengen. Onderzoeken laten zien dat twee onbeschermd vlakken CLT elkaar in geval van een brand aanstralen, met een langere brandduur tot gevolg. Voor een enkel onbeschermd vlak in het zicht bestaat de kans dat de brand zichzelf na een tijd zal smoren, zolang de rest van de vlakken nog beschermd blijven. Hierbij wordt uitgegaan dat er geen sprake is van delaminatie (Barber et al., 2020 en Brandon et al., 2021).

Als alle houten constructieonderdelen afgeschermd zijn met brandwerende beplating, voor de voorziene brandduur, dan zal de bouwconstructie niet bijdragen aan de brand zolang de beplating blijft zitten. De prestatie van de brandwerende afscherming is zodoende cruciaal.

## 4. Constructieve brandveiligheid

In afdeling 2.2 van het Bouwbesluit worden eisen gesteld ten aanzien van de sterkte van de bouwconstructie bij brand zodat het gebouw gedurende redelijke tijd kan worden verlaten en doorzocht zonder dat er gevaar voor instorting is.

### 4.1 Sterkte bij brand

Conform Bouwbesluit 2012 artikel 2.10 is voor de bouwconstructie een brandwerendheid vereist van ten minste 120 minuten met betrekking tot bezwijken, omdat de hoogstgelegen vloer van een gebruiksgebied hoger dan 13 m boven meetniveau ligt.

Op basis van artikel 2.10 mag de tijdsduur met 30 minuten worden gereduceerd, indien de volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500MJ/m<sup>2</sup>. Gezien het gebruik van hout in de bouwconstructie is deze reductie niet van toepassing. Dit betekent dat de bouwconstructie bij brand minimaal 120 minuten weerstand tegen bezwijken moet zijn.

De sterkte van de bouwconstructie wordt door de constructeur aangetoond met behulp van de Eurocodes. Hiertoe wordt verwezen naar de betreffende documenten.

### 4.2 CLT-constructie

Op de begane grond, 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> en 8<sup>e</sup> verdiepingen wordt een enkele CLT-wand in het zicht gelaten. De brandwerendheid van de CLT-wanden wordt berekend en bepaald met een inbranding vanaf één zijde.

Uitgangspunt voor de uitvoering van CLT-elementen ten behoeve van de brandveiligheid zijn als volgt:

- de mate en het risico van delamineren van CLT is voor een groot deel afhankelijk van de wijze van verlijming en het type houtlijm. De CLT elementen dienen te worden verlijmd met een lijmsort die bestand is tegen brand, zoals Melamine-Ureum-Formaldehyde (MUF) lijm. Bij verlijming met MUF-lijm zal de inbrandsnelheid ongeveer gelijk blijven aan massief hout, omdat het CLT eenzelfde inbrandgedrag vertoont.
- een gemiddelde inbrandsnelheid ( $\beta_n$ ) van 0,65 mm/min gedurende een blootstelling van 120 minuten aan de standaard brandkromme, voor het constructief ontwerp. Zie ook de rapportages van de constructeur.

De constructieve berekeningen worden door de constructeur uitgewerkt conform NEN-EN 1991 en NEN-EN 1995.

Voor de bewijsvoering van de prestaties van het type en opbouw van de CLT-constructie dient door de leverancier ten minste het volgende te worden aangetoond:

- DoP (Declaration of performance);
- ETA (European Technical Assessment);
- Soortelijke massa van het toe te passen CLT;
- Een compleet testrapport van een brandproef waarin wordt aangetoond dat de inbrandsnelheid conform ETA/DOP wordt gehaald gedurende een brandduur van 120 minuten.

### 4.3 Brandscheiding

Voor de constructie onderdelen die zorgdragen voor de stabiliteit van de aanwezige brandcompartimentscheidingen in de gebouwen geldt dat deze ten minste een weerstand met betrekking tot bezwijken moeten bezitten die overeenkomt met de gestelde brandwerendheid van de brandscheidingen.

## 4.4 Vluchtroutes

Het Bouwbesluit 2012 eist dat een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert niet binnen 30 minuten (R30) mag bezwijken bij brand in een (sub)brandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt.

## 5. Beperking van brand- en rookuitbreiding

### 5.1 Indeling in brandcompartimenten

Het Bouwbesluit 2012 bevat eisen voor de indeling van een gebouw in brandcompartimenten, zodat de kans op een snelle uitbreiding van brand wordt beperkt.

Het gebouw wordt ingedeeld in brandcompartimenten en extra beschermde vluchtroutes. Elke verdieping zal in een eigen compartiment liggen van ongeveer 60 m<sup>2</sup>. Hiermee wordt voldaan aan het Bouwbesluit.

### 5.2 Technische ruimtes

Technische ruimtes met een gebruiksoppervlakte groter dan 50 m<sup>2</sup> of waarin een of meer verbrandingstoestellen met een totale nominale belasting van meer dan 130 kW worden opgesteld ligt in een afzonderlijk brandcompartiment. De technische ruimtes op de 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> verdieping liggen in hun eigen brandcompartimenten waarmee hieraan wordt voldaan.

### 5.3 Brandscheidingen

Het Bouwbesluit vereist een weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) tussen brandcompartimenten onderling, tussen brandcompartimenten en liftschachten, en tussen de brandcompartimenten en de aansluitende extra beschermde vluchtroutes van tenminste 60 minuten. Gezien de houten bouwconstructie en de daaraan gekoppelde langere brandduur, is gekozen om de houten bouwconstructie onderdelen voor een brandwerendheid van 90 minuten te beschermen. Hiermee wordt voor de CLT-constructieonderdelen die onderdeel zijn van een brandscheiding een brandwerendheid van 90 minuten op de criteria vlamdichtheid (E) en temperatuur (I) tussen de brandcompartimenten en de omliggende ruimtes gerealiseerd.

Het Bouwbesluit vereist geen brandwerendheid van de omloop naar de brandcompartimenten in de toren.

### 5.4 Brandwerende bescherming CLT

In het ontwerp is gekozen om verscheidene houten CLT-wanden in het zicht te laten, waarbij slechts één wand hout in het zicht per compartiment wordt aangehouden. Alle overige houten onderdelen zullen middels brandwerende beplating worden afgeschermd, waarbij de beplating voor een brandwerendheid van 90 minuten dient te zorgen. Voor de brandwerende beplating dienen testcertificaten aanwezig te zijn en de voorschriften van de leverancier dienen gevolgd te worden.

De onbeschermde CLT-wandconstructie dient ook te voldoen aan de gestelde EI90 brandwerendheidseisen. Dit dient te worden aangetoond met een rekenkundige beoordeling en/of test rapportages van de wandopbouw. Er dient ook aangetoond te worden dat de kieren, naden en details voldoen aan gestelde EI90 eisen. Dit dient te worden aangetoond conform NEN-EN 1995-1-2.

Aangezien de constructie wordt uitgevoerd met een brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van 120 minuten (R120) zal ook aangetoond dienen te worden dat hieraan voldaan wordt.

Voor de technische uitwerking en uitvoering dient van de specifieke opbouw door de leverancier een testcertificaat te worden aangeleverd waaruit blijkt dat de wandopbouw voldoet aan gestelde eisen van R120 en EI90.

De brandwerendheid kan behaald worden met een voorzetwand met gipsvezelbeplating of direct op het CLT aangebrachte gipsvezelbeplating, waarbij gehouden rekening dient te worden met 3 x 12,5 mm of 2 x 18 mm, in nader overleg met de fabrikant.

### 5.5 Details

Gezien het belang van de brandwerende afscherming van de houten constructies dient extra aandacht uit te gaan naar de details. Deze details worden samen met de constructeur gecontroleerd om te zorgen dat de brandwerendheid behouden wordt.

## 5.6 Deuren in vluchtroute

Alle beweegbare constructieonderdelen waarvoor een brandwerendheids- en/of rookwerendheidseis geldt, dienen zelfsluitend te worden uitgevoerd conform het Bouwbesluit artikel 6.26 lid 1.

Deze deuren mogen opgehouden worden door een automatisch aangestuurde kleefmagneet die in geval van een brandmelding gedeactiveerd worden, zodat de deuren dichtvallen.

## 5.7 Doorvoeringen

Doorvoeringen, kanalen en leidingen die door grenzen van een brandcompartiment of subbrandcompartiment voeren dienen met dezelfde brandwerendheid en rookwerendheid te worden uitgevoerd als de brandscheidende constructie. Er dienen voorzieningen zoals brandkleppen, brandmanchetten en andere brandwerende afdichtingen te worden toegepast conform NEN 6068 en NEN 6075.

In de technische uitwerking dient er aandacht te zijn dat producten worden geselecteerd en toegepast die aantoonbaar geschikt zijn voor de opbouw van de wanden en vloeren met CLT en/of brandwerende beplating.

## 5.8 Weerstand tegen rookdoorgang

Het Bouwbesluit 2012 stelt in artikel 2.94a en b eisen aan de weerstand tegen rookdoorgang van een subbrandcompartiment en van een beschermde subbrandcompartiment naar een andere ruimte. De voor het controlegebouw relevante eisen zijn samengevat in onderstaande tabel. Dit resulteert in scheidingen tussen subbrandcompartimenten met rookdoorgangseisen, die zijn weergegeven op de tekeningen in Appendix A. De weerstand tegen rookdoorgang moet worden bepaald volgens NEN 6075.

| Van                  | Naar                                                                                                         | Eis  | Referentie BB 2012 |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|
| Subbrandcompartiment | Ander subbrandcompartiment                                                                                   | Ra   | Art. 2.94a lid 1   |
| Subbrandcompartiment | Besloten ruimte waardoor een beschermde vluchtroute voert                                                    | Ra   | Art. 2.94a lid 2   |
| Subbrandcompartiment | Beschermde subbrandcompartiment, gelegen in een ander subbrandcompartiment                                   | R200 | Art. 2.94a lid 3   |
| Subbrandcompartiment | Besloten ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert en naar een liftschaft van een brandweerlift | R200 | Art. 2.94a lid 4   |

Tabel 2 Overzicht relevante WRD-eisen rond subbrandcompartimenten

De ventilatiekanalen die door een brandscheiding voeren dienen te voldoen aan een weerstand tegen rookdoorgang met een Ra of R200-eis. Om hieraan te voldoen moeten de ventilatiekanalen worden voorzien van rookkleppen. De rookkleppen dienen te worden gestuurd door rookmelders conform NEN 2535.

## 5.9 Brandoverslag naar belendende brandcompartimenten

Alle gevels en vloeren zijn onderdeel van een brandscheiding. Daarmee is er geen brandoverslagrisico van compartiment naar compartiment in verticale zin.

## 5.10 Impact van de omgeving en fabriek

Er zijn explosieveiligheidsstudies gedaan en risicoanalyses om de impact van de fabriek op de omgeving te bepalen. Deze studies zijn omschreven in het brandveiligheidsrapport van Worley. Uit dit rapport volgt dat:

- De impact van een eventuele explosie minder zal zijn dan de kracht waarmee gerekend wordt voor windimpact;
- Er geen risico is op brandoverslag vanuit de fabriek naar de toren en dat er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Vanuit de overleggen met de DCMR en de VRR is naar voren gekomen dat hoge begroeiing niet gewenst is. In het huidige ontwerp is geen hoge begroeiing voorzien, de gebruiker dient dit tijdens het gebruik te waarborgen.

Vanuit het bestemmingsplan zijn er extra eisen voor impact van de omgeving. Het gebouw dient:

- Voorzien te zijn van deuren, ramen en ventilatieopeningen die op adequate wijze afsluitbaar zijn;
- Voorzien te zijn van een luchtverversingssysteem dat uitgeschakeld kan worden ten behoeve van schuilen in het gebouw.

## 6. Materialisering

### 6.1 Dak

Op basis van het Bouwbesluit 2012 (artikel 2.71), mag de bovenzijde van een dak niet brandgevaarlijk zijn, bepaald volgens NEN 6063 ('vliegvuurbestendig').

Door de aannemende partij zal middels product/testcertificaten moeten worden aangetoond dat de toegepaste materialen aan deze eisen voldoen.

### 6.2 Schachten

Het materiaal toegepast aan de binnenkant van een schacht, koker of kanaal grenzend aan meer dan één brand- of subbrandcompartiment met een inwendige doorsnede groter dan 0,015 m<sup>2</sup> moet voldoen aan brandklasse A2 conform NEN-EN 13501-1. Dit geldt niet voor een schacht die uitsluitend bestemd is voor een of meer boven elkaar gelegen toiletruimten of badruimten en die niet door een ander ruimte voert.

### 6.3 Elektrische leidingen en pijpisolatie

In Tabel 3 zijn de vereiste brand- en rookklassen voor elektrische leidingen en pijpisolatie weergegeven volgens Bouwbesluit 2012 artikel 2.69a, zoals deze van toepassing zijn op dit project. Extra beschermde vluchtroutes zijn aangeduid op de plattegronden in Appendix A. Dit betreft het trappenhuis, omloop en de entreehal. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de liften onderdeel zijn van een extra beschermde vluchtroute en de elektrische leidingen in de liftschacht daarom moeten voldoen aan brandklasse B2<sub>ca</sub> en rookklasse s1<sub>(ca)</sub>.

| Oppervlak                                                         | Brandklasse                  | Overige         | Rookklasse                   | Overige            |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------|
|                                                                   | Extra beschermde vluchtroute |                 | Extra beschermde vluchtroute |                    |
| Elektrische leiding, grenzend aan binnenlucht<br>(NEN-EN 13501-6) | B2 <sub>ca</sub>             | D <sub>ca</sub> | s1 <sub>(ca)</sub>           | s2 <sub>(ca)</sub> |
| Elektrische leiding, grenzend aan buitenlucht<br>(NEN-EN 13501-6) | B2 <sub>ca</sub>             | D <sub>ca</sub> | -                            | -                  |
| Pijpisolatie, grenzend aan de binnenlucht<br>(NEN-EN 13501-1)     | B <sub>L</sub>               | D <sub>L</sub>  | s1 <sub>(L)</sub>            | s2 <sub>(L)</sub>  |
| Pijpisolatie, grenzend aan de buitenlucht<br>(NEN-EN 13501-1)     | C <sub>L</sub>               | D <sub>L</sub>  | -                            | -                  |

Tabel 3 Overzicht materiaaleisen voor elektrische leidingen en pijpisolatie

## 6.4 Overige bouwdelen

Voor het materiaalgebruik in de gevel wordt uitgegaan van de uitgangspunten in Tabel 4, zoals vastgelegd in het Bouwbesluit 2012 en NEN 6068.

| Onderdeel                                                          | Brandklasse, volgens NEN-EN 13501-1 | Rookklasse, volgens NEN-EN 13501-1 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Buitengevel*                                                       | B                                   | n.v.t.                             |
| Binnenoppervlakte (wanden, plafonds) extra beschermde vluchtroutes | B                                   | s2                                 |
| Vloeren en traptreden extra beschermde vluchtroutes                | C <sub>fl</sub>                     | s1 <sub>fl</sub>                   |
| Overige wanden en binnenoppervlakte geveldelen                     | D                                   | s2                                 |
| Overige vloeren en traptreden                                      | D <sub>fl</sub>                     | s1 <sub>fl</sub>                   |
| *Zie ook paragraaf 6.5                                             |                                     |                                    |

**Tabel 4 Eisen materialen ten aanzien van beperking van het ontwikkelen van brand en rook**

Aan de eisen uit deze tabel dient aantoonbaar te worden voldaan.

Bij de technische uitwerking en definitieve keuze van de materialen en voor uitvoering dient door de leverancier een kwaliteitscertificaat te worden aangeleverd waaruit blijkt dat wordt voldaan aan de gestelde eisen.

Maximaal 5% van de constructieonderdelen per ruimte hoeft niet te voldoen aan de in paragraaf 6.3 en 6.4 aangegeven eisen (Bouwbesluit 2012 artikel 2.70 lid 1).

Op maximaal 10% van de constructieonderdelen per ruimte is rookklasse s2 niet van toepassing. Dit geldt niet voor een (extra) beschermde vluchtroute (Bouwbesluit artikel 2.70 lid 2).

## 6.5 Omloop

De omloop rond het gebouw zal gedeeltelijk tegen wind en regen worden beschermd middels een glazen “stolp”. Deze stolp bevat openingen waardoor verse lucht toegevoerd en rook afgevoerd kan worden.

Conform NEN 1087 zal dit meer dan 100 dm<sup>3</sup>/s per m<sup>3</sup> netto inhoud van de omloop zijn. Er zijn berekeningen voor de spuiventilatie opgesteld om het aandeel te openen delen te definiëren.

Voor de omloop geldt hierbij dat deze over tenminste 87 m<sup>2</sup> te openen delen (45 graden) per verdieping dient te beschikken. Zolang de lamellen in een hoek van meer dan 45 graden open staan, dan wordt voldaan aan de toevoer voor verse lucht. Het behoudt van de openingen in de stolp dient geborgd te worden door de gebruiker. Zie de berekening in Appendix C.

Naast de omloop kan er ook gevlucht worden door de kern, wat verder wordt toegelicht in hoofdstuk 7. Gezien deze voorzieningen zal de omloop als niet-besloten ruimte worden aangemerkt.

Daarmee wordt geacht dat brandklasse C in de omloop en stolp acceptabel is, aangezien een tweede vluchtroute aanwezig is en er voldoende ventilatie aanwezig is.

## 7. Veilig vluchten

In het gebouw zijn brandveiligheidsvoorzieningen voorgesteld ten behoeve van een veilige ontluchting. De volgende eisen met betrekking tot een veilige ontluchting zijn van toepassing:

- Het trappenhuis wordt uitgevoerd als een extra beschermde vluchtroute, vanwege de hoogte overbrugging van meer dan 8 meter;
- Het trappenhuis wordt voorzien van een voorportaal met een loopafstand van minimaal 2 meter, vanwege de hoogte overbrugging van >20 meter;
- Tussen de voorportaal en de trap zit een 30 minuten brandwerende scheiding.
- De brandweerlift wordt voorzien van een liftportaal. Het liftvoorportaal valt samen met het voorportaal van het trappenhuis.;
- Het voorportaal wordt uitgevoerd als extra beschermde vluchtroute;
- Op elk verdieping zijn twee onafhankelijke vluchtroutes aanwezig, die onderling ten minste 30 minuten brandwerend zijn afgescheiden.

In het gebouw zijn een intern trappenhuis en een omloop rondom het gebouw aangewezen als vluchtroutes, hiermee kan vanaf elke verdieping in twee richtingen gevlucht worden/ De maximale loopafstanden in de kantoorfuncties en bijeenkomstfuncties is (veel) minder dan 30 meter. Een overzicht van de vluchtroutes in het gebouw is in Appendix A weergegeven.

### 7.1 Opvang en doorstroomcapaciteit

Het gebouw moet zijn voorzien van voldoende vluchtroutes, zodat de aanwezige personen tijdig en veilig kunnen ontluchten. Volgens het Bouwbesluit gelden de eisen voor de opvang- en doorstroomcapaciteit voor kantoorfunctie, bijeenkomstfunctie en voor overige gebruiksfunctie

Een ontruimingsberekening is uitgevoerd waarbij het scenario dat alle aanwezigen op het interne trappenhuis zijn aangewezen als maatgevend is genomen. De bezetting van het gebouw zal beperkt zijn. Als zeer conservatieve aanname voor het berekenen van de opvang- en doorstroomcapaciteit is een bezetting van 111 personen in het gebouw aangenomen. De rekenresultaten worden hieronder nader toegelicht en de volledige berekening is opgenomen in Appendix B.

#### 7.1.1 Uitgangspunten berekening

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd voor de ontruimingsberekening conform het Bouwbesluit en Regeling Bouwbesluit:

- Ontruimingstijd bedreigde sub-brandcompartiment  $\leq 1$  minuut;
- Ontruimingstijd volledige gebouw  $\leq 15$  minuut
- Capaciteit van een vluchtroute:

|                                                               |                                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Doorstroomcapaciteit trap                                     | 45 personen per meter per minuut  |
| Doorstroomcapaciteit vrije doorgang                           | 90 personen per meter per minuut  |
| Doorstroomcapaciteit enkele deur                              | 110 personen per meter per minuut |
| Doorstroomcapaciteit dubbele deur                             | 90 personen per meter per minuut  |
| Doorstroomcapaciteit tegen de vluchtrichting indraaiende deur | 37 personen maximaal              |
| Opvangcapaciteit                                              | 4 personen per m <sup>2</sup>     |

- Bezetting ten behoeve van de berekening voor het trappenhuis:

- 111 personen

### **7.1.2 Rekenresultaat/ conclusie**

Uit de berekening volgt dat elk compartiment leeg is binnen 30 seconden en dat de totale ontruimingstijd 6 minuten bedraagt. Gezien de conservatieve uitgangspunten wordt geconcludeerd dat het ontwerp voorziet in voldoende opvang- en doorstroomcapaciteit.

## **7.2 Vluchtdeur**

De deuren in brandwerende scheidingsconstructies zijn zelfsluitend uitgevoerd. Deze deuren mogen opengehouden worden door een automatisch aangestuurde kleefmagneet die in geval van een brandmelding gedeactiveerd worden, zodat de deuren dichtvallen.

Op basis van Bouwbesluit artikel 6.25 lid 6 moeten vluchtdeuren waarop meer dan 100 personen zijn aangewezen, te openen zijn door middel van een lichte druk of voorzien worden van paniekbetaling. Op basis hiervan worden de volgende deuren voorzien van deze voorzieningen:

- De vluchtdeuren vanuit het trappenhuis naar de entreehal op de begane grond.
- De vluchtdeur op de begane grond tussen de entreehal en het aansluitende terrein.

Waar maatregelen ten behoeve van het beveiligen van het gebouw voorzien zijn, mogen deze het vluchten niet belemmeren. Deuren in vluchtroutes dienen door een groene noodmelder ontgrendeld te kunnen worden en dienen door de brandmeldinstallatie aangestuurd te worden, om ze van het slot te halen.

## 8. Brandveiligheidsinstallaties

### 8.1 Brandmeldinstallatie

In lijn met de klanteisen zal het gebouw worden voorzien van een automatische brandmeldinstallatie conform NEN 2535 met een volledige bewakingsomvang. De brandmeldinstallatie zal doorschakelen naar de controlekamer in het gebouw, waar de aanwezigen de brand zullen door melden naar de meldkamer van de veiligheidsregio. Mocht er in de toekomst gekozen worden om de plant vanuit een andere locatie te controleren, dan zal de brandmeldinstallatie doormelden naar deze andere locatie. Gewaarborgd dient te worden dat de connectie tussen de externe locatie en het controlegebouw in werking blijft en op functioneren gecontroleerd wordt.

### 8.2 Ontruimingsinstallatie

In combinatie met de brandmeldinstallatie zal het gebouw worden voorzien van een ontruimingsalarminstallatie type B ("Slow Whoop") conform NEN 2575.

### 8.3 Brandslanghaspels

Om een beginnende brand snel te kunnen blussen moeten een aantal gebruiksfuncties worden voorzien van brandslanghaspels afhankelijk van het totaal aan gebruiksoppervlakte van deze functie. Voor kantoor- en bijeenkomstfuncties is een brandslanghaspel verplicht bij een totaal gebruiksoppervlakte per functie van meer dan 500 m<sup>2</sup>. De gebruiksoppervlaktes in dit gebouw blijven onder de minimale waarde. Dit betekent dat in dit gebouw geen brandslanghaspels verplicht zijn. Deze worden ook niet in het ontwerp opgenomen.

### 8.4 Draagbare blustoestellen

Om de in het gebouw aanwezige personen een kans te geven een bluspoging te doen, zal elke verdieping worden voorzien van een passend draagbaar blustoestel. Blustoestellen met CO<sub>2</sub> in de controlekamer en andere kritische elektrische apparatuur. Voor alle overige ruimten wordt SFFF schuim aanbevolen.

### 8.5 Vluchtrouteaanduiding

In het gebouw moeten vluchtrouteaanduidingen, conform Bouwbesluit artikel 6.24 lid 1, worden aangebracht in de volgende ruimten:

- ruimten waardoor een verkeersroute voert, en;
- ruimten waar meer dan 50 personen aanwezig zijn.

De vluchtrouteaanduidingen moeten voldoen aan het gestelde eisen volgens NEN-EN 1838 en NEN-EN-ISO 7010.

### 8.6 Verlichting

Om ook veilig te kunnen vluchten wanneer de elektriciteit uitvalt, moet bij risicovolle situaties de verlichtingsinstallatie op een voorziening voor noodstroom zijn aangesloten. Conform het Bouwbesluit dienen in ieder geval de volgende ruimten worden voorzien van een verlichtingsinstallatie die is aangesloten op een voorziening voor noodstroom volgens NEN-EN 1838:

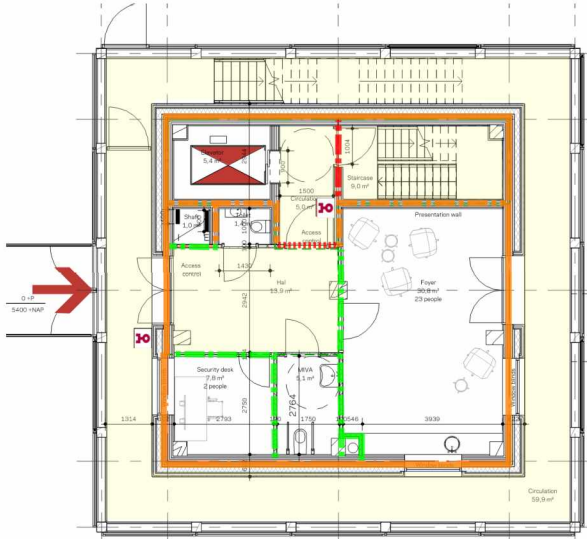
- Verblijfsruimten voor meer dan 75 personen;
- Besloten ruimten waardoor een vluchtroute voert en alle (extra) beschermde vluchtroutes, zoals gemeenschappelijke verkeersruimten, voorportalen, en trappenhuizen.

Deze noodverlichting dient binnen 15 seconden na stroomuitval, gedurende ten minste 60 minuten een verlichtingssterkte van ten minste 1 lux op vloerniveau. In alle extra beschermde vluchtroutes zal noodverlichting toegepast worden, zie appendix A.

## 9. Voorziening voor de brandweer

### 9.1 Brandweeringang en bereikbaarheid

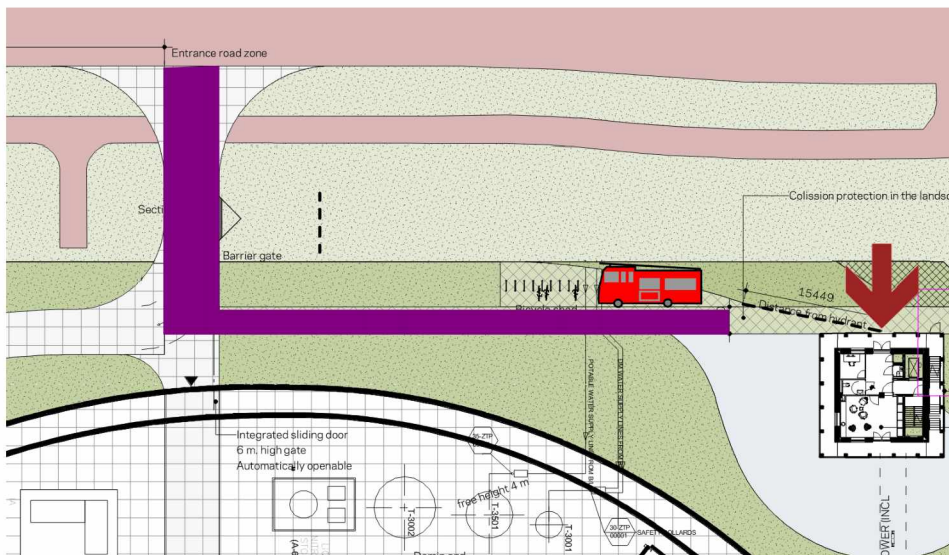
Op de begane grond is de ingang aangewezen als brandweeringang. Via deze ingang is de brandweerlift veilig te bereiken en kan elke verdieping via een extra beschermde vluchtroute bereikt worden, zie Figuur 9.1.



Figuur 9.1: Brandweeringang op begane grond

### 9.2 Opstelplaats en bluswater

Het Bouwbesluit 2012 vereist een opstelplaats en bluswater op maximaal 40 meter van de brandweeringang. In het overleg met de veiligheidsregio is geadviseerd dat een hydrant en een opstelplaats binnen 15 meter van de ingang vereist is, om aan te sluiten op de droge blusleiding. Zie het figuur hieronder voor de aanrijroute en opstelplaats.



Figuur 9.2: Toegangsweg (paars) en opstelplaats voor het controlegebouw

### 9.3 Brandweerlift

Het gebouw is voorzien van een brandweerlift die voldoet aan NEN-EN 81-72, omdat de hoogste vloer hoger gelegen is dan 20 meter boven het meetniveau.

Op elk verdiepningsniveau waar de brandweerlift uitkomt is een brandweerlobby/voorportaal aanwezig, die uitgevoerd is als een extra beschermde vluchtroute.

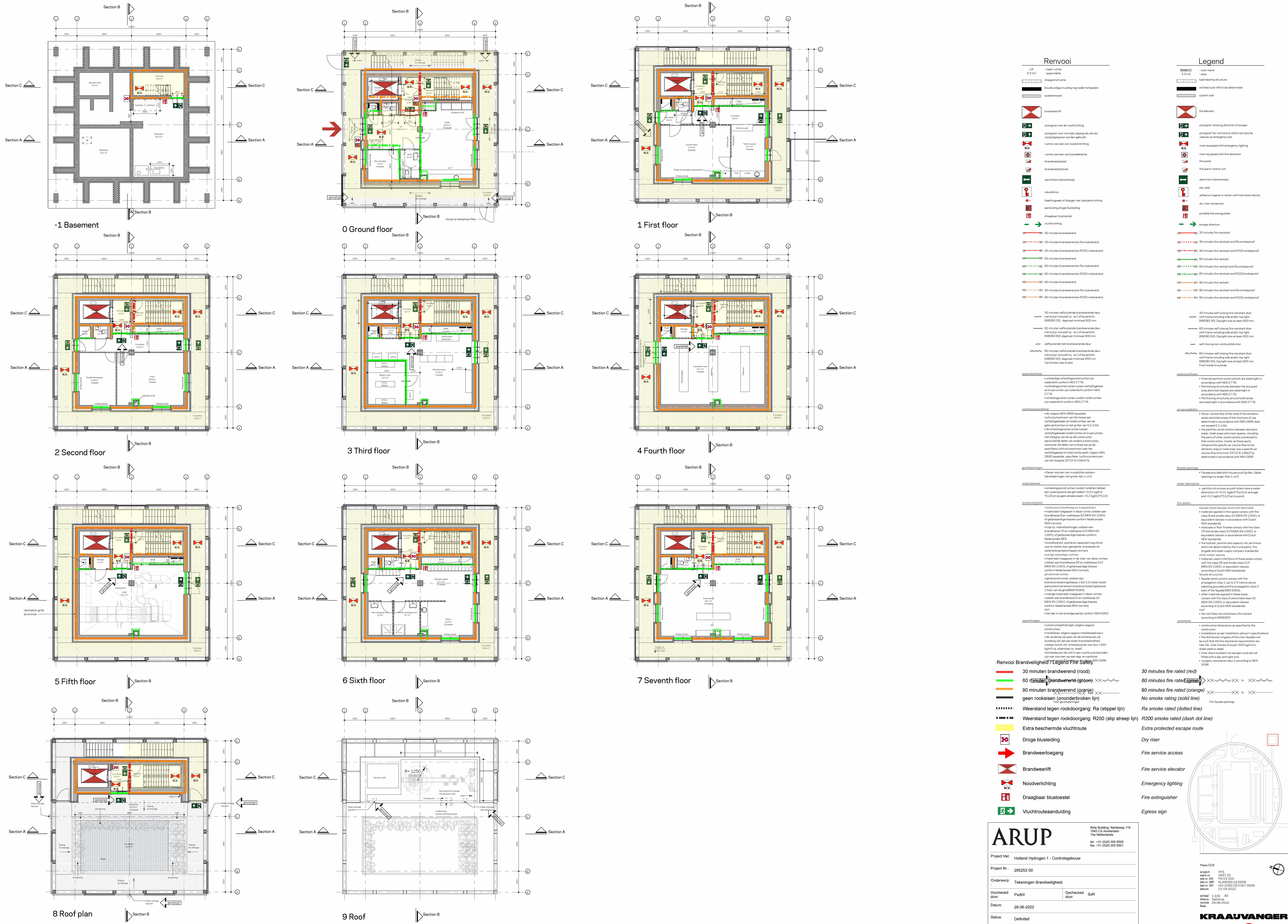
#### **9.4 Droge blusleiding**

Het gebouw is voorzien van een droge blusleiding die voldoet aan NEN 1594, omdat de hoogste vloer hoger gelegen is dan 20 meter boven het meetniveau.

Ten behoeve van het vullen van de droge blusleiding is er een vulpunt voorzien naast de brandweeringang.

# Appendix A

## Tekeningen Brandveiligheid



# Appendix B

## Opvang- en doorstroomcapaciteitsberekening

|             |                                   |                 |           |                         |
|-------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| ARUP        |                                   | Job No.         | Sheet No. | Rev.                    |
|             |                                   | 285252          |           | Versie 1                |
|             |                                   | Member/Location |           |                         |
| Job Title   | Holland Hydrogen - Controlegebouw | Dwg. Ref.       |           |                         |
| Calculation | Totale ontruiming controlegebouw  | Made by         | PW        | Date 21-04-2022 Chd. WL |

| Resultaat               |               |            |           |
|-------------------------|---------------|------------|-----------|
| Omschrijving            | Eis           | Voldoet?   | opmerking |
| Totale ontruiming [tjd] | 06:00 minuten | 16 minuten |           |
| Compartment leeg binnen | 00:30 minuten | 1 minuut   |           |

|                               |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|-------------------------------|--|-------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|                               |  | Personen in gebouw aangewezen op trappenhuis (totaal) |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               |  | 111                                                   | 0                   | 0                                  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
|                               |  | Personen buiten trappenhuis (compartimenten / sluis)  |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               |  | 111                                                   | 0                   | 0                                  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
|                               |  | Personen in trappenhuis                               |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               |  | 0                                                     | 111                 | 101                                | 91    | 81    | 79    | 77    | 75    | 67    | 39    | 21    | 3     | 0     | 0     | 0     | 0 |
|                               |  | Personen buiten                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               |  | 0                                                     | 0                   | 10                                 | 20    | 30    | 32    | 34    | 36    | 64    | 72    | 90    | 108   | 111   | 0     | 0     | 0 |
| Tijd in minuut                |  | 00:00                                                 | 00:30               | 01:00                              | 01:30 | 02:00 | 02:30 | 03:00 | 03:30 | 04:00 | 04:30 | 05:00 | 05:30 | 06:00 | 06:30 | 07:00 |   |
| Bouwlaag 0                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 10                                                    | personen            | Aantal personen in compartiment    |       | 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 99                                                    | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 10    | 10    | 10    | 18    | 18    | 18    | 18    | 3     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 99                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Doorstroomcapaciteit - BUITEN |  | 121                                                   | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 1                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 10                                                    | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 10    | 10    | 10    | 2     | 2     | 2     | 18    | 18    | 18    | 3     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 2                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 10                                                    | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 10    | 10    | 2     | 2     | 2     | 18    | 18    | 18    | 3     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 3                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 2                                                     | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 2     | 2     | 2     | 2     | 18    | 18    | 18    | 18    | 3     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 4                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 2                                                     | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 2     | 2     | 2     | 18    | 18    | 18    | 18    | 3     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 5                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 2                                                     | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 2     | 18    | 18    | 18    | 18    | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 6                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 26                                                    | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 25    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 25    | 25    | 25    | 25    | 21    | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 7                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 26                                                    | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 25    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 25    | 25    | 14    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Bouwlaag 8                    |  |                                                       |                     |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Aantal personen               |  | 26                                                    | personen            | Aanwezige personen in compartiment |       | 25    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Doorstroomcapaciteit - deur   |  | 121                                                   | personen per minuut | Aantal personen in trap            |       | 0     | 25    | 7     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 36                                                    | personen per minuut |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Opvangcapaciteit - trap       |  | 26                                                    | personen            |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |

# Appendix C

## Ventilatieberekening

