

# Brandoverslagberekening

volgens Bouwbesluit 2012

## Opvangboot De Bellini en Borealis Achtersluispolder te Zaandam

Kenmerk:

11253-BO-V1.1

Datum rapport  
Opdrachtgever  
Project nummer  
Behandeld door

's-Hertogenbosch, 2 mei 2023  
Veka Schipyards B.V.  
11253  
PH bouwadvies  
M. van Wakeren

**PH bouwadvies**  
Veemarktkade 8  
5222 AE 's-Hertogenbosch

+31 73 623 1242  
info@phbouwadvies.nl  
www.phbouwadvies.nl

IBAN: NL48INGB0650280172  
KvK: 77958985  
BTW: NL8612.13.816.B01

## **Inhoudsopgave**

### **1. Inleiding**

### **2. Begrippen en wettelijke eisen**

- 2.1 Begripsbepaling
- 2.2 Toetsingsmethodiek

### **3. Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag**

- 3.1 Algemeen
- 3.2 Bouwbesluit eisen
- 3.3 Voorwaarden voor berekening bij toepassing NEN 6068

### **4. Berekeningen en resultaten**

- 4.1 Rekenmethode
- 4.2 Uitgangspunten
- 4.3 Schematisering brandruimtes
- 4.4 Scenario's
- 4.5 Resultaten

### **5. Conclusie**

## **Bijlagen**

*I Uitvoer Brando brandoverslagberekening*



## 2. Begrippen en wettelijke eisen

### 2.1 Begripsbepaling

|  |  |
|--|--|
| <u>aansluitend terrein</u>                 | aan een bouwwerk grenzend onbebouwd gedeelte van een perceel of openbaar toegankelijk gebied;  |
| <u>brandcompartiment</u>                   | gedeelte van een of meer bouwwerken bestemd als maximaal uitbreidingsgebied van brand;   |
| <u>brandklasse</u>                         | Europese brandklasse als bedoeld in NEN-EN 13501-1, onderdeel Classification criteria for construction products;   |
| <u>brandoverslag</u><br><u>brandruimte</u> | het via de buitenlucht overslaan van de brand van de ene brandruimte ruimte waarin de brand woedt;   |
| <u>dakopening</u>                          | deel van dak dat als open moet worden verondersteld, omdat de brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie onvoldoende is om als dicht deel te mogen worden beschouwd;   |
| <u>gebruiksfunctie</u>                     | gedeelten van een of meer bouwwerken die dezelfde gebruiksbepemming hebben en die tezamen een gebruikseenheid vormen;  |
| <u>gevel</u>                               | scheidingsconstructie grenzend aan de buitenlucht waarvan de kleinste hoek tussen de naar buiten gerichte normaal en de naar boven gerichte verticaal gelijk is aan of kleiner is dan 90° en groter is dan 25°;                                    |
| <u>observatiepunt</u>                      | punt buiten het vlamlichaam, waarin de flux wordt bepaald van de invallende warmtestraling afkomstige van de brandruimte en van het vlamlichaam;   |
| <u>subbrandcompartiment</u>                | gedeelte van een bouwwerk dat binnen de begrenzing van een brandcompartiment ligt of daarmee samenvalt, bestemd voor beperking van verspreiding van rook of verdere beperking van het weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) is de |
| <u>WBDBO</u>                               |  |

### 2.2 Toetsingsmethodiek

Met betrekking tot brandoverslag tussen brandcompartimenten dient te worden voldaan aan afdeling 2.10 van Bouwbesluit 2012. Op grond hiervan dient de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van een brandcompartiment naar een ander brandcompartiment en naar een besloten ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert tenminste 60 minuten bedragen.

### 3. Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag

#### 3.1 Algemeen

Brandoverslag is de uitbreiding van brand van een brandruimte naar een andere ruimte uitsluitend via de buitenlucht. Brandoverslag kan op diverse manieren plaatsvinden.

Het risico op brandoverslag wordt vooral bepaald door de totale oppervlakte van het brandcompartiment. Daarbij zijn het aantal en de grootte van de openingen en hun onderlinge afstand doorslaggevend. Bij grote brandcompartimenten met één gevelopening is de vlamintensiteit hoger, waardoor brandoverslag sneller plaatsvindt. Een mogelijke oplossing is het compartiment te voorzien van extra gevelopeningen, waardoor de vlamintensiteit verdeeld wordt. Ook de hoogte van de borstwering van het bovenliggende brandcompartiment is van invloed. Hoe lager deze is, hoe groter het risico op overslag.

#### 3.2 Bouwbesluit eisen

De objecten worden getoetst aan de nieuwbouweisen volgens het Bouwbesluit 2012. Volgens artikel 2.84 van het bouwbesluit 2012 worden de volgende eisen gesteld aan de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag:

*artikel 2.81 lid 1*

*De volgens NEN 6068 bepaalde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van een brandcompartiment naar een ander brandcompartiment, naar een besloten ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert, naar een niet besloten veiligheidsvluchtroute en naar een liftschacht van een brandweerlift is ten minste 60 minuten.*

Indien uit de berekening conform de bepalingmethode uit de NEN 6068 volgt de warmtestraling minder is dan 15 kW/m<sup>2</sup>, dan treedt er geen brandoverslag op, en wordt hiermee voldaan aan de gestelde eisen conform bouwbesluit voor de brandoverslag. Indien de stralingsintensiteit de 15 kW/m<sup>2</sup> overschrijdt dienen er maatregelen genomen worden om dit te voorkomen.

#### 3.3 Voorwaarden voor berekening bij toepassing NEN 6068

Bij toepassing van de NEN6068 is het belangrijk dat er aan de randvoorwaarden wordt voldaan, omdat de norm anders niet toepasbaar is, de volgende voorwaarden worden hierin gesteld:

- **Brandgedrag gevel:** in een brandoverslagberekening wordt alleen beschouwd of er brandoverslag plaatsvindt op basis van straling. Daarom moeten de gevel voldoen aan (minimaal 95%) brandklasse B conform NEN-EN 13501-1, en het mag niet mogelijk zijn dat er branduitbreiding via de spouw ontstaat. Daarnaast moet worden voorkomen dat brandvoortplanting via een spouw de presatie van de gevel als geheel teniet doet en de gevel als geheel met inbegrip van de spouw geen klasse B of 2 meer behaalt;
- **Brandwerendheid gevels en daken:** Een deel van het dak moet worden beschouwd als opening, tenzij dit deel voldoende brandwerend is;
- **Brandgevaarlijkheid daken:** Het dak van de ruimte van waaruit de weerstand tegen brandoverslag wordt bepaald, mag niet brandgevaarlijk zijn zoals bepaald in NEN 6063.
- **Voorwaarde aan afstanden tussen openingen en gevels:** De hoogte van een brandruimte is ten hoogste 8m, waarbij de hoogte van een gevelopening niet hoger mag zijn dan de hoogte van de brandruimte. Daarnaast mag de gevel niet naar buiten hellen en een dak waarin één of meer dakopeningen aanwezig zijn, moet een inwendige hoek met de horizontaal hebben van te hoogste 10°;
- **Voorwaarde aan opslag brand- en milieu gevaarlijke stoffen:** De brandruimte wordt niet gebruikt voor opslag van stoffen waarvoor op basis van de Wet milieubeheer is voorgeschreven dat deze moeten worden opgeslagen in aparte brandcompartimenten;

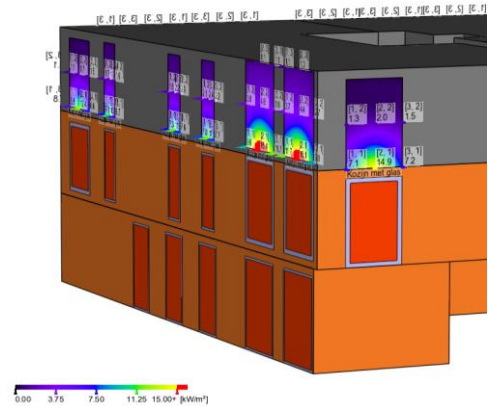
## 4. Berekeningen en resultaten

### 4.1 Rekenmethode

Bestudeerd wordt of er tussen de geschematiseerde brandruimtes brandoverslag kan plaatsvinden. De brandoverslag van naast gelegen of boven elkaar gelegen openingen moet altijd via een rekenprogramma op basis van de NEN 6068 worden voldaan. De berekeningen zijn uitgevoerd in de DGMR software BRANDO.

In de software wordt beschouwd of brandoverslag plaatsvindt over de branduitbreidingstrajecten middels observatiepunten. Bij de berekening wordt gerekend met 9 observatiepunten per opening. De resultaten worden per observatiepunt weergegeven in de uitdraai van de toegepaste software BrandO, zie als voorbeeld de observatiepunten en vlakken afbeelding 4.1.1.

In de voorbeeld afbeelding worden de openingen in de brandruimte waarin de brand woedt weergegeven als donkeroranje vlakken. In de openingen van de brandruimte waar de brand naar overslaat wordt met kleuren en waarden de hoeveelheid warmtestraling weergegeven. De rode vlakken geven aan dat er brandoverslag plaatsvindt. Overige kleuren voldoet de situatie.



afbeelding 4.1.1: voorbeeld software BrandO

### 4.2 Uitgangspunten

In de berekening zijn de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

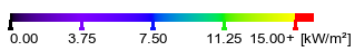
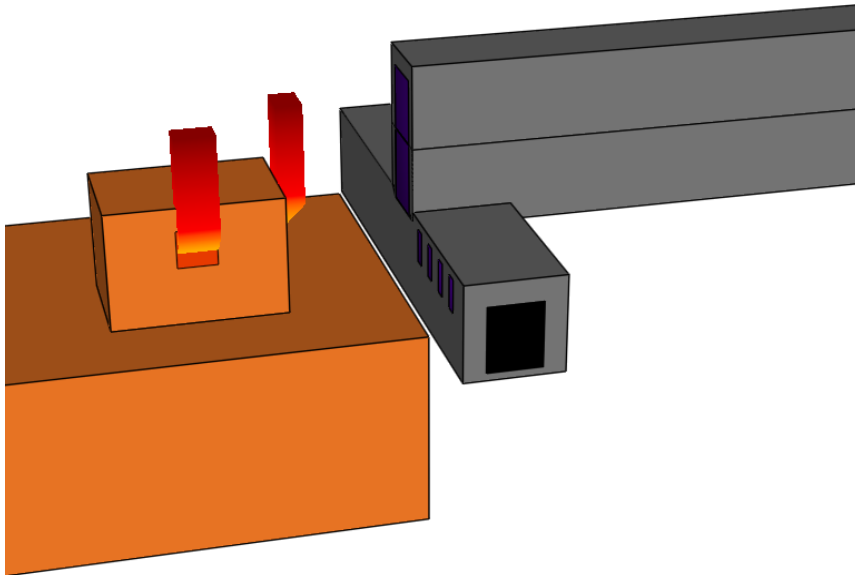
- als brandtype is een volledige brand aangehouden;
- Conform de voorwaarde die gesteld worden in de NEN6068 dient er geen branduitbreiding via het buitenoppervlak plaats te vinden. Dit heeft te maken met dat in een brandoverslagberekening alleen wordt beschouwd of er brandoverslag plaatsvindt op basis van straling. Daarom moeten het buitenoppervlak voldoen aan (minimaal 95%) brandklasse B conform NEN-EN 13501-1;

### 4.3 Schematisering brandruimtes

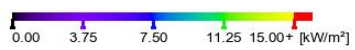
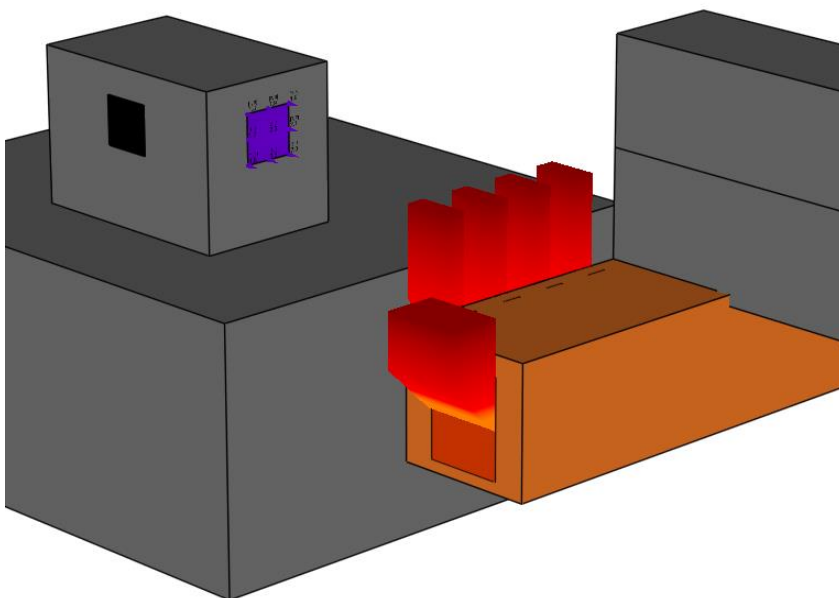
De machineruimte van boot Bellini wordt geschouwd als 1 brandruimte met daarop een schoorsteen, waarbij de ventilatie roosters als openingen fungeren. Boot Berealis is opgedeeld in brandcompartimenten, de brandcompartimenten zijn 60 minuten wdbdo van elkaar gescheiden. Daarmee wordt ieder brandcompartiment beschouwd als een brandruimte. Om te onderzoeken of er tussen de brandruimtes brandoverslag plaatsvindt via de buitenlucht worden alleen de maatgevende situaties berekend. In de berekening worden 2 maatgevende senario's gemodelleerd.

De brandruimtes zijn zoveel mogelijk overeenkomstig de werkelijkheid geschematiseerd. Om het risico op brandoverslag voor de bedreigde ruimte te bepalen is het niet noodzakelijk deze ruimte volledig te schematiseren. Enkel de positie en openingen in de bedreigde gevel dienen in de software te worden ingevoerd.

4.4 Scenario's



Scenario 1: brandoverslag van boot bellini naar borealis via roosters



Scenario 2: brandoverslag van onderste laag boot borealis naar Bellini

## **4.5 Resultaten**

### **Scenario 1**

Uit de software volgt dat wanneer er een brand woedt in brandruimte 1 (boot Bellini), de daar naast gelegen boot Borealis geen brandoverslag plaatstvindt. Dit betekent dat dit scenario voldoet aan het warmtestralingscriterium van max. 15 kW/m<sup>2</sup>. Er zal geen brandoverslag plaatsvinden, hiervoor hoeven geen maatregelen genomen te worden.

### **Scenario 2**

Uit de software volgt dat wanneer er een brand woedt in brandruimte 2 (boot Borealis), de daar naast gelegen boot Bellini, en de boven gelegen brandruimtes geen brandoverslag plaatstvindt. Dit betekent dat dit scenario voldoet aan het warmtestralingscriterium van max. 15 kW/m<sup>2</sup>. Er zal geen brandoverslag plaatsvinden, hiervoor hoeven geen maatregelen genomen te worden.



## 5. Conclusie

In de bijgevoegde berekeningen zijn de aanwezige stralingsintensiteiten ter plaatse van de gevelopeningen opgegeven. De vereiste weerstand tegen brandoverslag wordt gehaald indien de maximale waarde van de totale warmtestralingsflux niet groter is dan  $15 \text{ kW/m}^2$ .

Het project zal wanneer de in deze rapportage vermelde maatregelen (indien van toepassing) worden toegepast en uitgevoerd voldoen aan de in het Bouwbesluit gestelde eisen. Indien aan een beweegbaar constructieonderdeel, toegepast in gevel of het dak, een brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie wordt toegekend, is volgens het Bouwbesluit 2012 geen zelfsluitendheid vereist voor dit constructieonderdeel, tenzij andere voorschriften deze zelfsluitendheid wel eisen (bijvoorbeeld uit het oogpunt van veilig vluchten).

## **Bijlagen I**

### **UITVOER BRANDO BRANDOVERSLAG BEREKENING**



---

# Brandoverslag



## Inhoudsopgave

|       |  |   |
|-------|--|---|
| 1     | Project.....   | 3 |
| 2     | Brandoverslag uitgangspunten BRANDO (Brandoverslag)..... | 4 |
| 3     | Gebouw Boten .....                                       | 5 |
| 3.1   | Rekenscenario brandruimte 1 .....                        | 5 |
| 3.1.1 | Samenvatting rekenresultaten .....                       | 5 |
| 3.1.2 | Brandruimte Brandruimte 1 .....                          | 5 |
| 3.2   | Rekenscenario brandruimte 2 .....                        | 7 |
| 3.2.1 | Samenvatting rekenresultaten .....                       | 7 |
| 3.2.2 | Brandruimte <Brandruimte: 2/4>.....                      | 7 |
| 3.2.3 | Resultaten per observatievlak.....                       | 9 |



---

## 1 Project

Omschrijving :  
Plaats : Zaandam  
Projectlocatie :  
Projectrelaties :  
Notities :



## 2 Brandoverslag uitgangspunten BRANDO (Brandoverslag)

Notities :

### Rekenopties

|                                  |                         |                      |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Publicatie                       | : NEN 6068:2020         |                      |
| wdbo-eis                         | : 60                    | [min]                |
| Gereduceerd                      | : Nee                   |                      |
| Gebruik constructiedikte         | : Ja                    |                      |
| Rekenmethode voor meer bouwlagen | : Mvide (NEN 6068:2020) |                      |
| Minimale afstand tot vlam        | : 0,100                 | [m]                  |
| Alleen maatgevende punten        | : Nee                   |                      |
| Toon alleen resultaten boven     | : 1,0                   | [kW/m <sup>2</sup> ] |



## 3 Gebouw Boten

### 3.1 Rekenscenario brandruimte 1

#### 3.1.1 Samenvatting rekenresultaten

| Vlak                            | Observatiepunt | $\phi_{tot,max}$<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Voldoet |
|---------------------------------|----------------|--|---------|
| kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} | [3, 3]         | 0,6                                      | Ja      |
| kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} | [3, 3]         | 0,5                                      | Ja      |
| kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} | [3, 3]         | 0,4                                      | Ja      |
| kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} | [3, 3]         | 0,7                                      | Ja      |
| kozijn 2 (kozijn 2) [3,711] {Z} | [1, 3]         | 0,0                                      | Ja      |
| kozijn 3 (kozijn 3) [3,936] {W} | [3, 3]         | 0,4                                      | Ja      |
| kozijn 4 (kozijn 4) [3,444] {W} | [3, 2]         | 0,4                                      | Ja      |

#### 3.1.2 Brandruimte Brandruimte 1

| Ruimtes in Brandruimte   |              | A                 | H <sub>gr</sub> | H <sub>n</sub> | Industriefunctie |
|--------------------------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Aand                     | Omschrijving | [m <sup>2</sup> ] | [m]             | [m]            |                  |
| <b>Bouwlaag: Bellini</b> |              |                   |                 |                |                  |
|                          | Ruimte 1     | 116,655           | 9,080           | 8,780          | Nee              |

|                            |                       |         |                      |
|----------------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| Gekoppelde bouwlagen       | :                     | 1       |                      |
| Vloeroppervlakte           | A <sub>F</sub>        | 116,655 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Referentievloeroppervlakte | A <sub>F,r</sub>      | 116,655 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Effectieve diepte          | d <sub>eff</sub>      | 14,753  | [m]                  |
| Neutraal niveau            | h <sub>neutraal</sub> | 7,667   | [m]                  |
| Massaastroom uit           | M <sub>uit</sub>      | 1,27    | [kg/s]               |
| psi gasttemperatuur        | ψ                     | 99,951  | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gasttemperatuur            | T <sub>f</sub>        | 441,65  | [°C]                 |
| Afbrandsnelheid            | R                     | 0,391   | [kg vurenhout/s]     |

#### 3.1.2.1 Bouwlagen

|                                       |                       |         |                      |
|---------------------------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| <b>Bellini</b>                        |                       |         |                      |
| Bouwlaagnummer                        | :                     | 1       |                      |
| Gekoppelde bouwlagen                  | :                     | 1       |                      |
| Hoogte vloervlak                      | h <sub>M</sub>        | 0,000   | [m]                  |
| Hoogte                                | h                     | 8,780   | [m]                  |
| Vloeroppervlakte                      | A <sub>F</sub>        | 116,655 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Plafondoppervlakte                    | A <sub>P</sub>        | 116,655 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Hulpfactor bepaling effectieve diepte | l <sub>eff</sub>      | 14,753  | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Neutraal niveau                       | h <sub>neutraal</sub> | 7,667   | [m]                  |
| Massaastroom in                       | M <sub>in</sub>       | 1,27    | [kg/s]               |
| Massaastroom uit                      | M <sub>uit</sub>      | 1,27    | [kg/s]               |

#### 3.1.2.2 Vlak Gevel (Buitengevel) [7,455] {O}

##### 3.1.2.2.1 Opening rooster (rooster) [1,210] {O} (rooster (rooster))

#### Tussenresultaten

|                          |                    |                   |        |
|--------------------------|--------------------|-------------------|--------|
| Kozijnmerk               | :                  | rooster (rooster) |        |
| Opgaande gevel           | :                  | Nee               |        |
| Hoogte                   | h <sub>i</sub>     | 1,100             | [m]    |
| Dagmaathoogte            | h <sub>i</sub>     | 1,100             | [m]    |
| Breedte                  | w <sub>i</sub>     | 1,100             | [m]    |
| Hoogte onderzijde        | h <sub>o,i</sub>   | 7,300             | [m]    |
| Dagmaathoogte onderzijde | h <sub>o,i,v</sub> | 7,300             | [m]    |
| Verticale afstand n1     | n <sub>1,i</sub>   | 0,733             | [m]    |
| Verticale afstand n2     | n <sub>2,i</sub>   | 0,000             | [m]    |
| Verticale afstand n3     | n <sub>3,i</sub>   | 0,000             | [m]    |
| Verticale afstand n4     | n <sub>4,i</sub>   | 0,367             | [m]    |
| Neutrale hoogte          | h <sub>n,i</sub>   | 1,100             | [m]    |
| h1 temperatuur           | h1                 | 20                |        |
| Hoogste temperatuur      | T <sub>o,i</sub>   | 1118,11           | [°C]   |
| Massaastroom in          | m <sub>in,i</sub>  | 0,64              | [kg/s] |



|  |                |         |                  |
|--|----------------|---------|------------------|
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | : 0,63  | [kg/s]           |
| Massastroom totaal                       | $m_{in,uit,i}$ | : 1,27  | [kg/s]           |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | : 0,195 | [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | : 1,100 | [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | : 2,944 | [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | : 0,733 | [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | : 3,462 | [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | : 0     | [°]              |

### 3.1.2.3 Vlak Gevel (Buitengevel) [13,232] {Z}

#### 3.1.2.3.1 Opening rooster (rooster) [1,210] {Z} (rooster (rooster))

##### Tussenresultaten

|  |                |                     |                  |
|--|----------------|---------------------|------------------|
| Kozijnmerk                               |                | : rooster (rooster) |                  |
| Opgaande gevel                           |                | : Nee               |                  |
| Hoogte                                   | $h_i$          | : 1,100             | [m]              |
| Dagmaathoogte                            | $h_i$          | : 1,100             | [m]              |
| Breedte                                  | $w_i$          | : 1,100             | [m]              |
| Hoogte onderzijde                        | $h_{o,i}$      | : 7,300             | [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde                 | $h_{o,v}$      | : 7,300             | [m]              |
| Verticale afstand n1                     | $n_{1,i}$      | : 0,733             | [m]              |
| Verticale afstand n2                     | $n_{2,i}$      | : 0,000             | [m]              |
| Verticale afstand n3                     | $n_{3,i}$      | : 0,000             | [m]              |
| Verticale afstand n4                     | $n_{4,i}$      | : 0,367             | [m]              |
| Neutrale hoogte                          | $h_{n,i}$      | : 1,100             | [m]              |
| h1 temperatuur                           | $h1$           | : 20                |                  |
| Hoogste temperatuur                      | $T_{o,i}$      | : 1118,11           | [°C]             |
| Massastroom in                           | $m_{in,i}$     | : 0,64              | [kg/s]           |
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | : 0,63              | [kg/s]           |
| Massastroom totaal                       | $m_{in,uit,i}$ | : 1,27              | [kg/s]           |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | : 0,195             | [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | : 1,100             | [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | : 2,944             | [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | : 0,733             | [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | : 3,462             | [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | : 0                 | [°]              |





## 3.2 Rekenscenario brandruimte 2

### 3.2.1 Samenvatting rekenresultaten

| Vlak                            | Observatiepunt       | $\phi_{\text{tot,max}}$<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Voldoet |
|---------------------------------|----------------------|---|---------|
| kozijn 3 (kozijn 3) [3,936] {W} | [3, 1]               | 1,3   | Ja      |
| kozijn 4 (kozijn 4) [3,444] {W} | [3, 1]               | 0,5   | Ja      |
| rooster (rooster) [1,210] {O}   | [3, 2]               | 2,1   | Ja      |
| rooster (rooster) [1,210] {Z}   | [3, 1] [3, 2] [3, 3] | 0,0   | Ja      |

### 3.2.2 Brandruimte <Brandruimte: 2/4>

| Ruimtes in Brandruimte           |              | A                 | H <sub>gr</sub> | H <sub>n</sub> | Industriefunctie |
|----------------------------------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Aand                             | Omschrijving | [m <sup>2</sup> ] | [m]             | [m]            |                  |
| <b>Bouwlaag: Borealis laag 1</b> |              |                   |                 |                |                  |
|                                  | Ruimte 2     | 38,160            | 2,650           | 2,400          | Nee              |

|                            |                       |         |                      |
|----------------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| Gekoppelde bouwlagen       | :                     | 1       |                      |
| Vloeroppervlakte           | A <sub>F</sub>        | 38,160  | [m <sup>2</sup> ]    |
| Referentievloeroppervlakte | A <sub>F,r</sub>      | 38,160  | [m <sup>2</sup> ]    |
| Effectieve diepte          | d <sub>eff</sub>      | 18,192  | [m]                  |
| Neutraal niveau            | h <sub>neutraal</sub> | 1,024   | [m]                  |
| Massastroom uit            | M <sub>uit</sub>      | 4,60    | [kg/s]               |
| psi gasttemperatuur        | ψ                     | 38,236  | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gasttemperatuur            | T <sub>f</sub>        | 1030,62 | [°C]                 |
| Afbrandsnelheid            | R                     | 0,449   | [kg vurenhout/s]     |

#### 3.2.2.1 Bouwlagen

##### Borealis laag 1

|                                       |                       |        |                      |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|----------------------|
| Bouwlaagnummer                        | :                     | 1      |                      |
| Gekoppelde bouwlagen                  | :                     | 1      |                      |
| Hoogte vloervlak                      | h <sub>v</sub>        | 2,650  | [m]                  |
| Hoogte                                | h                     | 2,400  | [m]                  |
| Vloeroppervlakte                      | A <sub>F</sub>        | 38,160 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Plafondoppervlakte                    | A <sub>P</sub>        | 38,160 | [m <sup>2</sup> ]    |
| Hulpfactor bepaling effectieve diepte | l <sub>eff</sub>      | 18,192 | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Neutraal niveau                       | h <sub>neutraal</sub> | 1,024  | [m]                  |
| Massastroom in                        | M <sub>in</sub>       | 4,60   | [kg/s]               |
| Massastroom uit                       | M <sub>uit</sub>      | 4,60   | [kg/s]               |

#### 3.2.2.2 Vlak Gevel (Buitengevel) [2,649] {Z}

##### 3.2.2.2.1 Opening kozijn 2 (kozijn 2) [3,711] {Z} (glas (glas))

##### Tussenresultaten

|                                   |                       |                     |                  |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Kozijnmerk                        | :                     | kozijn 2 (kozijn 2) |                  |
| Opgaande gevel                    | :                     | Nee                 |                  |
| Hoogte                            | h <sub>i</sub>        | 2,170               | [m]              |
| Dagmaathoogte                     | h <sub>d</sub>        | 2,170               | [m]              |
| Breedte                           | w <sub>i</sub>        | 1,710               | [m]              |
| Hoogte onderzijde                 | h <sub>o,i</sub>      | 0,000               | [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde          | h <sub>oiv</sub>      | 0,000               | [m]              |
| Afstand naastgelegen gevelopening | d <sub>i</sub>        | 2,495               | [m]              |
| Verticale afstand n1              | n <sub>1,i</sub>      | 1,146               | [m]              |
| Verticale afstand n2              | n <sub>2,i</sub>      | 0,000               | [m]              |
| Verticale afstand n3              | n <sub>3,i</sub>      | 0,000               | [m]              |
| Verticale afstand n4              | n <sub>4,i</sub>      | 1,024               | [m]              |
| Neutrale hoogte                   | h <sub>n,i</sub>      | 1,719               | [m]              |
| h1 temperatuur                    | h1                    | 18                  |                  |
| Hoogste temperatuur               | T <sub>o,i</sub>      | 1056,20             | [°C]             |
| Massastroom in                    | m <sub>in,i</sub>     | 4,60                | [kg/s]           |
| Massastroom uit                   | m <sub>uit,i</sub>    | 1,93                | [kg/s]           |
| Massastroom totaal                | m <sub>in;uit,i</sub> | 6,53                | [kg/s]           |
| Afbrandsnelheid                   | R <sub>i</sub>        | 0,188               | [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                      | v <sub>i</sub>        | 1,719               | [m]              |
| Vlamhoogte                        | Z <sub>i</sub>        | 1,220               | [m]              |



|  |            |   |       |     |
|--|------------|---|-------|-----|
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$  | : | 1,146 | [m] |
| Vlamaslengte                             | $X_i$      | : | 2,030 | [m] |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$ | : | 0     | [°] |

### 3.2.2.3 Vlak Gevel (Buitengevel) [37,858] {W}

#### 3.2.2.3.1 Opening kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} (glas (glas))

##### Tussenresultaten

|  |                |                     |                        |
|--|----------------|---------------------|------------------------|
| Kozijnmerk                               | :              | kozijn 1 (kozijn 1) |                        |
| Opgaande gevel                           | :              | Nee                 |                        |
| Hoogte                                   | $h_i$          | :                   | 1,100 [m]              |
| Dagmaathoogte                            | $h_{oiv}$      | :                   | 1,100 [m]              |
| Breedte                                  | $w_i$          | :                   | 0,430 [m]              |
| Hoogte onderzijde                        | $h_{o,i}$      | :                   | 1,550 [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde                 | $h_{oiv}$      | :                   | 1,550 [m]              |
| Verticale afstand n1                     | $n_{1,i}$      | :                   | 1,626 [m]              |
| Verticale afstand n2                     | $n_{2,i}$      | :                   | 0,526 [m]              |
| Verticale afstand n3                     | $n_{3,i}$      | :                   | 0,000 [m]              |
| Verticale afstand n4                     | $n_{4,i}$      | :                   | 0,000 [m]              |
| Neutrale hoogte                          | $h_{n,i}$      | :                   | 1,650 [m]              |
| h1 temperatuur                           | $h_1$          | :                   | 18                     |
| Hoogste temperatuur                      | $T_{o,i}$      | :                   | 1045,01 [°C]           |
| Massastroom in                           | $m_{in,i}$     | :                   | 0,00 [kg/s]            |
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | :                   | 0,67 [kg/s]            |
| Massastroom totaal                       | $m_{in;uit,i}$ | :                   | 0,67 [kg/s]            |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | :                   | 0,065 [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | :                   | 1,650 [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | :                   | 1,991 [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | :                   | 1,100 [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | :                   | 2,769 [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | :                   | 0 [°]                  |

#### 3.2.2.3.2 Opening kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} (glas (glas))

##### Tussenresultaten

|  |                |                     |                        |
|--|----------------|---------------------|------------------------|
| Kozijnmerk                               | :              | kozijn 1 (kozijn 1) |                        |
| Opgaande gevel                           | :              | Nee                 |                        |
| Hoogte                                   | $h_i$          | :                   | 1,100 [m]              |
| Dagmaathoogte                            | $h_{oiv}$      | :                   | 1,100 [m]              |
| Breedte                                  | $w_i$          | :                   | 0,430 [m]              |
| Hoogte onderzijde                        | $h_{o,i}$      | :                   | 1,550 [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde                 | $h_{oiv}$      | :                   | 1,550 [m]              |
| Verticale afstand n1                     | $n_{1,i}$      | :                   | 1,626 [m]              |
| Verticale afstand n2                     | $n_{2,i}$      | :                   | 0,526 [m]              |
| Verticale afstand n3                     | $n_{3,i}$      | :                   | 0,000 [m]              |
| Verticale afstand n4                     | $n_{4,i}$      | :                   | 0,000 [m]              |
| Neutrale hoogte                          | $h_{n,i}$      | :                   | 1,650 [m]              |
| h1 temperatuur                           | $h_1$          | :                   | 18                     |
| Hoogste temperatuur                      | $T_{o,i}$      | :                   | 1045,01 [°C]           |
| Massastroom in                           | $m_{in,i}$     | :                   | 0,00 [kg/s]            |
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | :                   | 0,67 [kg/s]            |
| Massastroom totaal                       | $m_{in;uit,i}$ | :                   | 0,67 [kg/s]            |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | :                   | 0,065 [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | :                   | 1,650 [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | :                   | 1,991 [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | :                   | 1,100 [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | :                   | 2,769 [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | :                   | 0 [°]                  |

#### 3.2.2.3.3 Opening kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} (glas (glas))

##### Tussenresultaten

|                |       |                     |           |
|----------------|-------|---------------------|-----------|
| Kozijnmerk     | :     | kozijn 1 (kozijn 1) |           |
| Opgaande gevel | :     | Nee                 |           |
| Hoogte         | $h_i$ | :                   | 1,100 [m] |



|  |                |           |                  |
|--|----------------|-----------|------------------|
| Dagmaathoogte                            | $h_i$          | : 1,100   | [m]              |
| Breedte                                  | $w_i$          | : 0,430   | [m]              |
| Hoogte onderzijde                        | $h_{o,i}$      | : 1,550   | [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde                 | $h_{oiv}$      | : 1,550   | [m]              |
| Verticale afstand n1                     | $n_{1,i}$      | : 1,626   | [m]              |
| Verticale afstand n2                     | $n_{2,i}$      | : 0,526   | [m]              |
| Verticale afstand n3                     | $n_{3,i}$      | : 0,000   | [m]              |
| Verticale afstand n4                     | $n_{4,i}$      | : 0,000   | [m]              |
| Neutrale hoogte                          | $h_{n,i}$      | : 1,650   | [m]              |
| h1 temperatuur                           | $h_1$          | : 18      |                  |
| Hoogste temperatuur                      | $T_{o,i}$      | : 1045,01 | [°C]             |
| Massastroom in                           | $m_{in,i}$     | : 0,00    | [kg/s]           |
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | : 0,67    | [kg/s]           |
| Massastroom totaal                       | $m_{in,uit,i}$ | : 0,67    | [kg/s]           |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | : 0,065   | [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | : 1,650   | [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | : 1,991   | [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | : 1,100   | [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | : 2,769   | [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | : 0       | [°]              |

### 3.2.2.3.4 Opening kozijn 1 (kozijn 1) [0,473] {W} (glas (glas))

#### Tussenresultaten

|  |                |                       |                  |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| Kozijnmerk                               |                | : kozijn 1 (kozijn 1) |                  |
| Opgaande gevel                           |                | : Nee                 |                  |
| Hoogte                                   | $h_i$          | : 1,100               | [m]              |
| Dagmaathoogte                            | $h_i$          | : 1,100               | [m]              |
| Breedte                                  | $w_i$          | : 0,430               | [m]              |
| Hoogte onderzijde                        | $h_{o,i}$      | : 1,550               | [m]              |
| Dagmaathoogte onderzijde                 | $h_{oiv}$      | : 1,550               | [m]              |
| Verticale afstand n1                     | $n_{1,i}$      | : 1,626               | [m]              |
| Verticale afstand n2                     | $n_{2,i}$      | : 0,526               | [m]              |
| Verticale afstand n3                     | $n_{3,i}$      | : 0,000               | [m]              |
| Verticale afstand n4                     | $n_{4,i}$      | : 0,000               | [m]              |
| Neutrale hoogte                          | $h_{n,i}$      | : 1,650               | [m]              |
| h1 temperatuur                           | $h_1$          | : 18                  |                  |
| Hoogste temperatuur                      | $T_{o,i}$      | : 1045,01             | [°C]             |
| Massastroom in                           | $m_{in,i}$     | : 0,00                | [kg/s]           |
| Massastroom uit                          | $m_{uit,i}$    | : 0,67                | [kg/s]           |
| Massastroom totaal                       | $m_{in,uit,i}$ | : 0,67                | [kg/s]           |
| Afbrandsnelheid                          | $R_i$          | : 0,065               | [kg vurenhout/s] |
| v vlamhoogte                             | $v_i$          | : 1,650               | [m]              |
| Vlamhoogte                               | $Z_i$          | : 1,991               | [m]              |
| Grootste afstand vlamlichaam tot opening | $p_{v,i}$      | : 1,100               | [m]              |
| Vlamaslengte                             | $X_i$          | : 2,769               | [m]              |
| Vlamhoek                                 | $\alpha_v$     | : 0                   | [°]              |

### 3.2.3 Resultaten per observatievlak

#### Observatievlak kozijn 3 (kozijn 3) [3,936] {W}

| Nummer | Positie | Klasse  | $\phi_{tot}$<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Voldoet |
|--------|---------|---------|--------------------------------------|---------|
| 7      | [3, 1]  | Maximum | 1,3                                  | Ja      |
| 8      | [3, 2]  |         | 1,1                                  | Ja      |

#### Observatievlak rooster (rooster) [1,210] {O}

| Nummer | Positie | Klasse  | $\phi_{tot}$<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Voldoet |
|--------|---------|---------|--------------------------------------|---------|
| 1      | [1, 1]  | Maximum | 1,8                                  | Ja      |
| 2      | [1, 2]  |         | 1,9                                  | Ja      |
| 3      | [1, 3]  |         | 1,8                                  | Ja      |
| 4      | [2, 1]  |         | 1,9                                  | Ja      |
| 5      | [2, 2]  |         | 2,0                                  | Ja      |
| 6      | [2, 3]  |         | 1,9                                  | Ja      |
| 7      | [3, 1]  |         | 2,0                                  | Ja      |
| 8      | [3, 2]  |         | 2,1                                  | Ja      |
| 9      | [3, 3]  |         | 1,9                                  | Ja      |



### Toelichting Klasse

Maximum: De hoogste waarde van de berekende warmtestralingsflux op het observatievlak.

Maximum open: Indien de berekening wordt uitgevoerd met de optie semi-opening, waarbij de ramen als 'open' worden beschouwd (brandwerendheid  $\leq 5$  min), is dit de hoogste berekende warmtestralingsflux op het observatievlak.

Maximum dicht: Indien de berekening wordt uitgevoerd met de optie semi-opening, waarbij de ramen als 'dicht' worden beschouwd, is dit de hoogste berekende warmtestralingsflux op het observatievlak.

#### Legenda observatievlak

| Korte omschrijving  | Lange omschrijving   | Eenheid              | Variabele | Symbol              |
|---------------------|--|----------------------|-----------|---------------------|
| $\phi_{tot,op,max}$ | Maximale totale warmtestralingsflux (semi-openingen open)  | [kW/m <sup>2</sup> ] |           | $\phi_{tot,op,max}$ |
| $\phi_{tot,di,max}$ | Maximale totale warmtestralingsflux (semi-openingen dicht) | [kW/m <sup>2</sup> ] |           | $\phi_{tot,di,max}$ |
| $\phi_{tot,max}$    | Maximale totale warmtestralingsflux                        | [kW/m <sup>2</sup> ] |           | $\phi_{tot,max}$    |

#### Legenda ruimte

| Korte omschrijving | Lange omschrijving | Eenheid           | Variabele | Symbol          |
|--------------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------------|
| A                  | Oppervlakte        | [m <sup>2</sup> ] | A         | A               |
| H;br               | Bruto hoogte       | [m]               | Hgr       | H <sub>gr</sub> |
| H;n                | Netto hoogte       | [m]               | Hn        | H <sub>n</sub>  |