

Brandveilige isolatie van grote brandcom- partimenten

*Relatie met de Methode
Beheersbaarheid van Brand 2007*



adviesburo

Brandveilige isolatie van grote brandcom- partimenten

*Relatie met de Methode
Beheersbaarheid van Brand 2007*

i.o.v.

Rockwool Benelux B.V.
Postbus 1160
6040 KD ROERMOND

Adviesburo Nieman B.V.
Vestiging Zwolle

Dr. Van Lookeren Campagneweg 16
Postbus 40147
8004 DC ZWOLLE
T (038) 467 00 30
F (038) 467 00 40
zwolle@nieman.nl
www.nieman.nl

Datum 21 september 2010
Projectnummer z090360ad
Rapportnummer Wz090360adA0.nvo

Opdrachtgever

Rockwool Benelux B.V.
Postbus 1160
6040 KD ROERMOND
T (0475) 35 33 33
F (0475) 35 37 50
vertegenwoordigd door:
de heer ing. L.H.M. Cleef

Omschrijving project

Brandveilige isolatie van grote brandcompartimenten (BvB 2007): risico's van brandbare isolatie in uitwendige scheidingsconstructies

Projectnummer

Nieman z090360ad

Datum

21 september 2010

Versie

Definitief

Uitgevoerd door

Adviesburo Nieman B.V.
Vestiging Zwolle

ir. N.J. Voogd
ir. R.A.P. van Herpen



Het rapport omvat:

38 pagina's

Samenvatting

Aanleiding

In opdracht van Rockwool Benelux BV zijn de veiligheids- en schadeconsequenties van het toepassen van brandbare isolatiematerialen in grote brandcompartimenten volgens de Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 (BvB 2007) geïnterpreteerd. De aanleiding hiervoor is de conclusie uit eerder onderzoek naar de risico's van het toepassen van brandbare isolatiematerialen in (uitwendige) scheidingsconstructies.

Risico's brandbare isolatie

Uit het eerdere onderzoek blijkt dat er diverse risico's bestaan ten aanzien van het toepassen van brandbare isolatie (PUR- en PIR-isolatie) in thermisch lichte constructies. In thermisch zware constructies (d.w.z. thermisch zwaar materiaal tussen de verhitte zijde en de isolatielaag) wordt het isolatiemateriaal niet door de brand opgewarmd en speelt het type isolatiemateriaal geen rol.

De volgende risico's kunnen onderscheiden worden voor brandbare isolatie in thermisch lichte scheidingsconstructies die worden blootgesteld aan hoge temperaturen van de rooklaag (voor flash-over) of de brandruimte (na flash-over):

- **Branddoorslag:** Wanneer een brandbaar isolatiemateriaal wordt toegepast in een over verschillende brandcompartimenten doorlopende thermisch lichte scheidingsconstructie moet, ter voorkoming van branddoorslag van het ene naar het andere compartiment, aandacht aan de aansluitdetailering worden besteed.
- **Brandoverslag:** Voor externe scheidingsconstructies waarvoor een brandwerendheid geëist wordt (m.a.w. wanneer een WDBO-eis niet volledig in de afstand gerealiseerd kan worden), speelt het isolatiemateriaal in de constructie van het bedreigde compartiment een rol wanneer de afwerking thermisch licht of gedeeltelijk luchtoppen is. Ter voorkoming van brandoverslag naar het binnengelegen compartiment, moet aandacht aan de detailering van de scheidingsconstructie worden besteed. Dit risico geldt bij een brandwerendheidseis van buiten naar binnen.
- **Brandvoortplanting:** Bij constructieoppervlakten waarvoor een specifieke brandvoortplantingsklasse wordt geëist (klasse 2 of beter, Euro-klasse B of beter), speelt de isolatielaag achter de afwerking waarop de eis van toepassing is een rol wanneer de afwerking thermisch licht of gedeeltelijk luchtoppen is. Wanneer in de constructie binnen de thermische indringingsdiepte (welke afhankelijk is van de thermische diffusiviteit en de relevante tijdsduur) isolatiemateriaal aanwezig is, moet hiervoor dezelfde brandvoortplantingsklasse worden geëist als voor de constructieoppervlakte.
- **Rookgasexplosie:** Bij gelijkwaardige oplossingen waarin rookbuffering wordt toegepast, moet rekening gehouden worden met het risico van rookgasexplosie wanneer brandbare isolatie in een thermisch lichte scheidingsconstructie (met name dakconstructie) wordt toegepast. Dit risico geldt met name voor kunststof isolatieschuimen van thermoharders, die bij verhitting kunnen vergassen (b.v. PUR en PIR). Project-specifieke uitgangspunten en randvoorwaarden bepalen de grootte van het risico.

- **Vuurlast:** De vuurlast van brandbare isolatie vormt voor compartimenten met thermisch lichte scheidingsconstructies een onderdeel van de permanente vuurbelasting van het compartiment. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het bepalen van de totale vuurlast en heeft invloed op de toegestane compartimentsgrootte.

Specifieke risico's brandbare isolatie bij grote brandcompartimenten op basis van Methode Beheersbaarheid van Brand

Voor elk van de vier maatregelpakketten van de Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 is voor thermisch lichte constructies geïnterpreteerd welke consequenties het toepassen van verschillende typen isolatiemateriaal heeft ten aanzien van brandveiligheid en brandschade. Hierbij zijn onbrandbare isolatiematerialen (i.c. steenwol) vergeleken met de brandbare isolatieschuimen van thermoharders (i.c. PUR en PIR).

Hieronder zijn de resultaten van de inventarisatie beknopt weergegeven en is voor elk maatregelpakket aangegeven of er voor dat pakket een verhoogd risico is bij het toepassen van brandbare isolatie ten aanzien van vuurlast, branddoorslag, brandoverslag, brandvoortplanting en rookgasexplosie. Hierbij wordt zonodig gedifferentieerd tussen het veiligheidsrisico (V) en het schaderisico (S).

- **Maatregelpakket I:**
 - vuurlast: geen risico (V), gering risico (S)
 - branddoorslag: gering risico (V,S)
 - brandoverslag: gering risico (V,S)
 - brandvoortplanting: gering risico (V,S)
 - rookgasexplosie: gering risico (V), verhoogd risico (S)
- **Maatregelpakket II:**
 - vuurlast: geen risico (V), gering risico (S)
 - branddoorslag: gering risico (V,S)
 - brandoverslag: gering risico (V,S)
 - brandvoortplanting: gering risico (V,S)
 - rookgasexplosie: verhoogd risico (V,S)
- **Maatregelpakket III:**
 - vuurlast: geen risico (V), gering risico (S)
 - branddoorslag: gering risico (V,S)
 - brandoverslag: gering risico (V,S)
 - brandvoortplanting: verhoogd risico (V,S)
 - rookgasexplosie: gering risico (V), verhoogd risico (S)
- **Maatregelpakket IV:**
 - vuurlast: geen risico (V), gering risico (S)
 - branddoorslag: gering risico (V,S)
 - brandoverslag: gering risico (V,S)
 - brandvoortplanting: verhoogd risico (V,S)
 - rookgasexplosie: geen risico (V,S)

Bij alle maatregelpakketten is er sprake van hogere veiligheids- en schaderisico's onder brandcondities, wanneer brandbare isolatie in plaats van onbrandbare isolatie wordt toegepast. Een nadere toelichting op de risico's is gegeven in de tabel in bijlage 1. Bijlage 2 geeft een aantal projectspecifieke scenario's ter illustratie van het risico van rookgasexplosie. Dit risico neemt toe bij een toenemende grootte van het brandcompartiment.

Inhoudsopgave

| | Pagina | |
|------------------------|--|-----------|
| Samenvatting | 7 | |
| Hoofdstuk 1 | Inleiding | 11 |
| 1.1 | Aanleiding | 11 |
| 1.2 | Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 | 13 |
| 1.3 | Inventarisatie | 15 |
| 1.4 | Leeswijzer | 15 |
| Hoofdstuk 2 | Maatregelpakket I | 17 |
| 2.1 | Beschrijving maatregelpakket | 17 |
| 2.2 | Risico's van brandbare isolatie | 17 |
| Hoofdstuk 3 | Maatregelpakket II | 19 |
| 3.1 | Beschrijving maatregelpakket | 19 |
| 3.2 | Risico's van brandbare isolatie | 19 |
| Hoofdstuk 4 | Maatregelpakket III | 21 |
| 4.1 | Beschrijving maatregelpakket | 21 |
| 4.2 | Risico's van brandbare isolatie | 21 |
| Hoofdstuk 5 | Maatregelpakket IV | 23 |
| 5.1 | Beschrijving maatregelpakket | 23 |
| 5.2 | Risico's van brandbare isolatie | 23 |
| Hoofdstuk 6 | Conclusies | 25 |
| Literatuurlijst | | 26 |

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van Rockwool Benelux BV zijn de veiligheids- en schadeconsequenties van het toepassen van brandbare isolatiematerialen in grote brandcompartimenten volgens de Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 [1] geïnventariseerd. De aanleiding hiervoor is de conclusie uit eerder onderzoek naar de risico's van het toepassen van brandbare isolatiematerialen in (uitwendige) scheidingsconstructies, vastgelegd in rapport Wz090360aaA2.rhe d.d. 4 januari 2010 [2].

Hieruit blijkt dat er diverse risico's bestaan ten aanzien van het toepassen van brandbare isolatie (PUR- en PIR-isolatie) in thermisch lichte constructies. In thermisch zware constructies (d.w.z. thermisch zwaar materiaal tussen de verhitte zijde en de isolatielaag) wordt het isolatiemateriaal niet door de brand opgewarmd en speelt het type isolatiemateriaal geen rol.



Voorbeeld van een thermische lichte wandconstructie (links) en een thermisch lichte dakconstructie (rechts), beide uitgevoerd als sandwichpanelen.



Voorbeeld van een thermische lichte dakconstructie

De volgende risico's kunnen onderscheiden worden voor brandbare isolatie in thermisch lichte scheidingsconstructies die worden blootgesteld aan hoge temperaturen van de rooklaag (voor flash-over) of de brandruimte (na flash-over):

- **Vuurlast:** De vuurlast van brandbare isolatie vormt voor compartimenten met thermisch lichte scheidingsconstructies een onderdeel van de permanente vuurbelasting van het compartiment. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het bepalen van de totale vuurlast; dit heeft invloed op de toegestane compartimentsgrootte. De vuurlast van brandbare isolatie zorgt niet voor een verhoogd veiligheidsrisico en slechts gering voor een verhoogd schaderisico.
- **Branddoorslag:** Wanneer een brandbaar isolatiemateriaal wordt toegepast in een over verschillende brandcompartimenten doorlopende thermisch lichte scheidingsconstructie moet, ter voorkoming van branddoorslag van het ene naar het andere compartiment, aandacht aan de aansluitdetaillering worden besteed. Dit vergt een specifieke aansluitdetaillering met een strook onbrandbare isolatie ter plaatse van het aansluitdetail, getest volgens NEN 6069. Dit aspect heeft zowel invloed op het veiligheidsrisico als het schaderisico.
- **Brandoverslag:** Voor externe scheidingsconstructies waarvoor een brandwerendheid geëist wordt (m.a.w. wanneer een WBDBO-eis niet volledig in de afstand gerealiseerd kan worden), speelt het isolatiemateriaal in de constructie van het bedreigde compartiment een rol wanneer de afwerking thermisch licht of gedeeltelijk luchtopen is. Ter voorkoming van brandoverslag naar het binnengelegen compartiment, moet aandacht aan de detaillering van de scheidingsconstructie worden besteed. Dit risico geldt bij een brandwerendheidseis van buiten naar binnen. Dit aspect heeft zowel invloed op het veiligheidsrisico als het schaderisico.
- **Brandvoortplanting:** Bij constructieoppervlakten waarvoor een specifieke brandvoortplantingsklasse wordt geëist (klasse 2 of beter, Euroklasse B of beter), speelt de isolatielaag achter de afwerking waarop de eis van toepassing is een rol wanneer de afwerking thermisch licht of gedeeltelijk luchtopen is. Het is dan zinvol om de brandvoortplantingsklasse te relateren aan de thermische diffusiteit van de constructie, rekening houdend met de hiervoor relevante tijdsduur (20, 30, 60 of meer minuten). Dat levert een eenduidige maat voor de dikte vanaf de thermisch belaste oppervlakte waarover de constructiedoorsnede moet worden beschouwd (thermische indringingsdiepte). Wanneer binnen deze dikte isolatiemateriaal aanwezig is, moet hiervoor dezelfde brandvoortplantingsklasse worden geëist als voor de constructieoppervlakte. Dit aspect heeft zowel invloed op het veiligheidsrisico als het schaderisico.
- **Rookgasexplosie:** Bij gelijkwaardige oplossingen (artikel 1.5 van het Bouwbesluit) waarin rookbuffering wordt toegepast (bijvoorbeeld om langere ontruimingstijden toe te staan of een binnenaanval door de brandweer mogelijk te maken), moet rekening gehouden worden met het risico van rookgasexplosie wanneer brandbare isolatie in een thermisch lichte scheidingsconstructie (met name dakconstructie) wordt toegepast. Dit risico geldt met name voor kunststof isolatieschuimen van thermoharders, die bij verhitting kunnen vergassen (b.v. PUR en PIR). Thermoplasten worden eerst vloeibaar, dat leidt weer tot andere risico's (EPS, XPS). Projectsamenlijke uitgangspunten en randvoorwaarden bepalen de grootte van het risico. Dit aspect heeft zowel invloed op het veiligheidsrisico als het schaderisico.

Bovenstaande risico's bestaan niet bij toepassing van onbrandbare isolatie (steenwol, glaswol) in thermisch lichte scheidingsconstructies. Steenwol is daarbij als een meer inert materiaal te beschouwen dan glaswol. Glaswol smelt bij temperaturen boven circa 600 °C. Hoewel het onbrandbaar is, kan het smelten door afstroming en druppelvorming tot ongewenste effecten leiden.



Voorbeeld van een stalen hal met gasbeton wanden en dak; wanden en dak zijn in dit geval niet als thermisch licht maar als thermisch zwaar te beschouwen.

1.2 Methode Beheersbaarheid van Brand 2007

De Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 (BvB 2007) is ontwikkeld om ontwerpers en toetsers ten aanzien van brandbeheersing richting te geven in ontwerpsituaties waarin afdeling 2.22 van het Bouwbesluit van toepassing is. Dit artikel betreft de brandveiligheid van grote brandcompartimenten. Hieronder vallen brandcompartimenten die qua gebruiksoppervlakte groter zijn dan de grenswaarden aan de compartimentsgrootte conform afdeling 2.13 (voor de meeste gebruiksfuncties 1.000 m²). Afdeling 2.22 beoogt een mate van brandveiligheid te realiseren die overeen komt met de brandveiligheid die bij reguliere brandcompartimenten wordt bereikt met de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit. Het betreft functionele eisen aan de bouwkundige inrichting (brandbeheersing), vluchtroutes (veilig vluchten) en bestrijding van brand (brandbeveiligingsinstallaties).

BvB 2007 geeft mogelijke oplossingen om te voldoen aan de functionele eisen ten aanzien van brandbeheersing. Voor de functionele eisen ten aanzien van vluchtroutes en aanvalsroutes dient nog aanvullend aangetoond te worden dat hieraan voldaan wordt.

BvB 2007 onderscheidt vier maatregelpakketten. Deze pakketten verschillen in de maximale toelaatbare vuurlast en, gerelateerd daaraan, ook in de vereiste voorzieningen. De belangrijkste kenmerken van de pakketten zijn opgenomen in onderstaande tabel.

| Maatregel-pakket | Kenmerken | | | | |
|---------------------|---|---|---------------------------|--|--|
| | Maximale vuurlast [kg v.e.] | WBDBO [min] | Enkelvoudige verbindingen | Brandbeveiligingsinstallaties | Overig |
| I (basis) | 300.000 | gelijk aan maatgeven- de vuurbelasting, evt. met margetoeslag, tussen 60 en 240 | maximaal 2 | n.v.t. | n.v.t. |
| II (RWA) | 600.000 | gelijk aan maatgeven- de vuurbelasting, tus- sen 60 en 240 | onbeperkt | rook- en warmteafvoer; brandmeldinstallatie | beperkte branduitbrei- dingssnelheid; snelle beschikking over bluswater |
| III (bulkopslag) | 3.000.000 | 240 | geen | brandmeldinstallatie | hoge vuurbelasting; lage afbrandsnelheid |
| IV (sprinkler) | 6.000.000, 7.500.000 of 9.900.000 ¹⁾ | gelijk aan gemiddelde vuurbelasting, tussen 60 en 240 (op eigen terrein: minimaal 0) | onbeperkt | sprinklerinstallatie | n.v.t. |

¹⁾ Afhankelijk van uitvoeringsvorm en betrouwbaarheid sprinklerinstallatie

De maximaal toegestane compartimentsgrootte kan berekend worden aan de hand van de voor het ontwerp geldende gemiddelde vuurbelasting en de maximale vuurlast behorend bij het maatregelpakket.

Voor alle pakketten gelden er tevens voorwaarden aan het toepassingsgebied, zoals voor welke gebruiksfuncties een pakket toegepast mag worden, of er meerdere compartimenten gestapeld mogen worden, welke gebruiksfuncties er boven een compartiment gelegen mogen zijn, etc. Over het algemeen kan gesteld worden dat voor compartimenten conform maatregelpakket IV (sprinklerinstallatie) de minste toepassingsvoorwaarden gelden. Voor maatregelpakket III (bulkopslag) zijn de voorwaarden het strengst. De toepassingsvoorwaarden voor maatregelpakketten I (basis) en II (RWA) zitten daar tussen in.

De methode is in principe bedoeld voor nieuwbouwsituaties.

1.3 Inventarisatie

Voor elk van de vier maatregelpakketten van de Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 is voor thermisch lichte constructies geïnventariseerd welke consequenties het toepassen van verschillende typen isolatiemateriaal heeft ten aanzien van brandveiligheid en brandschade. Hierbij zijn onbrandbare isolatiematerialen (i.c. steenwol) vergeleken met de brandbare isolatieschuimen van thermoharders (i.c. PUR en PIR).

1.4 Leeswijzer

In de hoofdstukken 2 tot en met 5 wordt per hoofdstuk een maatregelpakket van Beheersbaarheid van Brand behandeld. In bijlage 1 zijn alle consequenties voor het toepassen van brandbare isolatie overzichtelijk in een schema weergegeven.

In bijlage 2 is voor een aantal projectspecifieke scenario's inzichtelijk gemaakt wanneer het pyrolyseren van brandbare isolatieschuimen van thermoharders leidt tot risico van rookgasexplosie. Vervolgens is ook dit risico opgenomen in de tabel in bijlage 1.

Hoofdstuk 2 Maatregelpakket I

2.1 Beschrijving maatregelpakket

Maatregelpakket I betreft het meest eenvoudige maatregelpakket. De totale vuurlast mag 300.000 kg v.e. bedragen. De toegestane compartimentsgrootte wordt bepaald door deze totale toegestane vuurlast en de werkelijke gemiddelde vuurbelasting (minimaal altijd 1.000 m²).

De WBDBO-eis is gelijk aan de maatgevende vuurbelasting, eventueel vermeerderd met een toeslag. De maatgevende vuurbelasting is de vuurbelasting van de 1.000 m² bruto vloeroppervlakte (dus inclusief scheidingsconstructies) van het compartiment met de hoogste vuurbelasting, waarbij de vuurbelasting van tussenvloeren op het laagste niveau geprojecteerd moet worden. Afhankelijk van de maatgevende vuurbelasting, de oppervlakte van brandscheidingen en de vrije ruimte langs gevels, kan voor een gevel een toeslag tot maximaal 60 minuten van toepassing zijn. De WBDBO-eis kan hiermee per gevel verschillend zijn. De WBDBO-eis bedraagt minimaal 60 minuten en maximaal 240 minuten.

Het aantal enkelvoudige verbindingen naar andere brandcompartimenten mag maximaal twee bedragen. Overige verbindingen moeten als dubbele verbindingen uitgevoerd worden.

2.2 Risico's van brandbare isolatie

De onderstaande aandachtspunten van brandbare isolatie zijn alleen van toepassing op thermisch lichte uitwendige scheidingsconstructies, met name thermisch lichte dakconstructies¹. Bij thermisch zware scheidingsconstructies speelt de aard van het isolatiemateriaal geen rol.

Vuurlast

- De vuurlast (onderwaarde van de potentiële verbrandingsenergie) van het isolatiemateriaal maakt onderdeel uit van de permanente vuurlast van het compartiment.

Branddoorslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen.

Brandoverslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van externe scheidingsconstructies met een brandwerendheidseis.

Brandvoortplanting

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.

¹ De thermische zwaarte van een constructie dient hierbij bepaald te worden vanaf de thermisch belaste zijde.

- Wel aandacht nodig voor de dikte van de afwerkklagen waarvoor een brandvoortplantingseis geldt.

Rookgasexplosie

- Risico met betrekking tot vluchtveiligheid bij langere loopafstanden en langere ontruimingstijden is in het algemeen gering.
- Geen risico met betrekking tot repressieve veiligheid (geen binnenaanval).

Hoofdstuk 3 Maatregelpakket II

3.1 Beschrijving maatregelpakket

Maatregelpakket II kan toegepast worden wanneer in het compartiment een gecertificeerde automatische brandmeldinstallatie en een voorziening voor rook- en warmteafvoer aanwezig zijn, de brandweer snel over bluswater kan beschikken en de brandstof een beperkte branduitbreidingssnelheid heeft. De totale vuurlast mag 600.000 kg v.e. bedragen. De toegestane compartimentsgrootte wordt bepaald door deze totale toegestane vuurlast en de werkelijke gemiddelde vuurbelasting (minimaal altijd 1.000 m²).

De brandmeldinstallatie dient voorzien te zijn van volledige bewaking en doormelding naar de brandweer. De rook- en warmteafvoervoorziening dient op ooghoogte een zichtlengte van ten minste 20 m te realiseren tot 30 minuten na ontstaan van de brand. Binnen 7 minuten na aankomst moet de brandweer overal in het compartiment ten minste twee handstralen in kunnen zetten. Dit moet of vanaf een tankautospuit mogelijk zijn of met een andere voorziening verzekerd zijn. Aan de eis van een beperkte branduitbreidingssnelheid kan in opslagsituaties voldaan worden door eisen te stellen aan de branduitbreidingssnelheid van producten en verpakkingen, of door de wijze van opslag. In productiesituaties wordt vrijwel altijd voldaan aan een beperkte branduitbreidingssnelheid, met uitzondering van productieprocessen met een hoog brandgevaar.

De WBDBO-eis is gelijk aan de maatgevende vuurbelasting. De WBDBO-eis bedraagt minimaal 60 minuten en maximaal 240 minuten.

Er is geen beperking aan het aantal enkelvoudige verbindingen naar andere brandcompartimenten.

3.2 Risico's van brandbare isolatie

De onderstaande aandachtspunten van brandbare isolatie zijn alleen van toepassing op thermisch lichte uitwendige scheidingsconstructies, met name thermisch lichte dakconstructies. Bij thermisch zware scheidingsconstructies speelt de aard van het isolatiemateriaal geen rol.

Vuurlast

- De vuurlast (onderwaarde van de potentiële verbrandingsenergie) van het isolatiemateriaal maakt onderdeel uit van de permanente vuurlast van het compartiment.

Branddoorslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen.

Brandoverslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van externe scheidingsconstructies met een brandwerendheidseis.

Brandvoortplanting

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor de dikte van de afwerklagen waarvoor een brandvoortplantingseis geldt.

Rookgasexplosie

- Risico met betrekking tot vluchtveiligheid bij langere loopafstanden en langere ontruimingstijden is in het algemeen gering.
- Risico met betrekking tot repressieve veiligheid (binnenaanval) is aanwezig en moet projectspecifiek beoordeeld worden.

Aanvullende opmerkingen:

Maatregelpakket II gaat uit van repressie door de brandweer binnen in het compartiment. Wanneer de brand zich via het isolatiemateriaal in de scheidingsconstructies kan uitbreiden, ontwikkelt het scenario wellicht sneller dan verwacht. Toepassing van brandbare isolatie levert bij dit maatregelpakket dus een hoger veiligheidsrisico op.

Daarnaast hebben berekeningen in Wz090360aaA2.rhe aangetoond dat het vergassen van brandbare isolatiematerialen uit de scheidingsconstructies, met name het dak, kunnen leiden tot een snellere flash-over als gevolg van een rookgasexplosie. De beschikbare tijd voor een veilige repressieve inzet door de brandweer wordt hierdoor verkort. Toepassing van brandbare isolatie levert bij dit maatregelpakket dus een hoger veiligheidsrisico op.

Aangezien de kans dat de brandweer een succesvolle repressieve inzet verricht kleiner is, neemt ook het risico van een grotere brandschade toe.

De risico's kunnen worden beperkt door een onbrandbare isolatielaag in een thermisch lichte dakconstructie op te nemen, of door de dakconstructie thermisch zwaar uit te voeren.

Hoofdstuk 4 Maatregelpakket III

4.1 Beschrijving maatregelpakket

Een brandcompartiment conform maatregelpakket III is alleen toegestaan in speciale gevallen van bulkopslag, waar sprake is van een compact gestapelde brandstof met een vuurbelasting van minimaal 300 kg v.e./m² en een afbrandsnelheid van maximaal 0,3 kg v.e./minuut per m². Daarnaast dient een gecertificeerde automatische brandmeldinstallatie met volledige bewaking en doormelding naar de brandweer aanwezig te zijn. De totale vuurlast mag 3.000.000 kg v.e. bedragen. De toegestane compartimentsgrootte wordt bepaald door deze totale toegestane vuurlast en de werkelijke gemiddelde vuurbelasting. Door de eis aan de vuurbelasting kan het compartiment maximaal 10.000 m² groot zijn (minimaal altijd 1.000 m²).

De WBDBO-eis is altijd 240 minuten.

Enkelvoudige verbindingen naar andere brandcompartimenten zijn niet toegestaan.

4.2 Risico's van brandbare isolatie

De onderstaande aandachtspunten van brandbare isolatie zijn alleen van toepassing op thermisch lichte uitwendige scheidingsconstructies, met name thermisch lichte dakconstructies. Bij thermisch zware scheidingsconstructies speelt de aard van het isolatiemateriaal geen rol.

Vuurlast

- De vuurlast (onderwaarde van de potentiële verbrandingsenergie) van het isolatiemateriaal maakt onderdeel uit van de permanente vuurlast van het compartiment.

Branddoorslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen.

Brandoverslag

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor juiste detaillering van externe scheidingsconstructies met een brandwerendheidseis.

Brandvoortplanting

- Geen risico's die specifiek met maatregelpakket te maken hebben.
- Wel aandacht nodig voor de dikte van de afwerkplaten waarvoor een brandvoortplantingseis geldt (bij maatregelpakket III geldt een 240 minuten WBDBO-eis, dus een relatief grote thermische indringingsdiepte!).

Rookgasexplosie

- Risico met betrekking tot vluchtveiligheid bij langere loopafstanden en langere ontruimingstijden is in het algemeen gering.
- Geen risico met betrekking tot repressieve veiligheid (geen binnenaanval).

Hoofdstuk 5 Maatregelpakket IV

5.1 Beschrijving maatregelpakket

Maatregelpakket IV gaat uit van de aanwezigheid van een gecertificeerde sprinklerinstallatie. De toegestane vuurlast in het compartiment hangt af van de uitvoeringsvariant van de sprinklerinstallatie. In geval van een normaal uitvoeringsniveau (1 bron, 1 pomp, normaal leidingsysteem) mag de vuurlast maximaal 6.000.000 kg v.e. bedragen, bij een verbeterd uitvoeringsniveau (1 bron, 2 pompen, normaal leidingsysteem) maximaal 7.500.000 kg v.e. en bij een hoog uitvoeringsniveau (2 bronnen, 2 pompen, ringleidingsysteem) maximaal 9.900.000 kg v.e. De toegestane maximale compartimentsgrootte wordt bepaald door deze totale toegestane vuurlast en de werkelijke gemiddelde vuurbelasting en kan zeer groot zijn. Het compartiment mag tevens altijd minimaal 3.000 m² groot zijn.

In dit maatregelpakket worden eisen gesteld aan de uitvoering van het dak en de gevels. Om het pakket toe te mogen passen moet het risico worden beperkt dat het dak en de gevels een bijdrage leveren aan een brand die niet door de sprinklerinstallatie kan worden beheerst.

De WBDBO-eis is gelijk aan de *gemiddelde* vuurbelasting. De WBDBO-eis kan variëren van minimaal 0 minuten tot maximaal 240 minuten tussen compartimenten op het eigen perceel en van minimaal 60 minuten tot maximaal 240 minuten op de perceelgrens.

Er is geen beperking aan het aantal enkelvoudige verbindingen naar andere brandcompartimenten.

5.2 Risico's van brandbare isolatie

De onderstaande aandachtspunten van brandbare isolatie zijn alleen van toepassing op thermisch lichte uitwendige scheidingsconstructies, met name thermisch lichte dakconstructies. Bij thermisch zware scheidingsconstructies speelt de aard van het isolatiemateriaal geen rol.

Vuurlast

- De vuurlast (onderwaarde van de potentiële verbrandingsenergie) van het isolatiemateriaal maakt onderdeel uit van de permanente vuurlast van het compartiment.

Branddoorslag

- Aandacht nodig voor juiste detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen.
- Aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels (bijvoorbeeld via externe oorzaken) een bijdrage leveren aan een brand die niet door een sprinklerinstallatie kan worden beheerst (zie aanvullende opmerkingen).

Brandoverslag

- Aandacht nodig voor juiste detaillering van externe scheidingsconstructies met een brandwerendheidseis.

- Aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels (bijvoorbeeld via externe oorzaken) een bijdrage leveren aan een brand die niet door een sprinklerinstallatie kan worden beheerst (zie aanvullende opmerkingen).

Brandvoortplanting

- Aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels (bijvoorbeeld via externe oorzaken) een bijdrage leveren aan een brand die niet door een sprinklerinstallatie kan worden beheerst (zie aanvullende opmerkingen).

Rookgasexplosie

- Geen risico van rookgasexplosie vanwege relatief lage temperaturen in het gesprinklerde compartiment.

Aanvullende opmerkingen

Maatregelpakket IV gaat uit van het onder controle houden van de brand door de sprinklerinstallatie. Wanneer de brand zich via de isolatielaag in de scheidingsconstructie buiten het bereik van de sprinklerinstallatie voortplant, kan uiteindelijk een volledig ontwikkelde (compartiments)brand ontstaan. Bij de in maatregelpakket IV toelaatbare compartimentsgrootte moet dat gezien worden als een onbeheersbare situatie. Daarnaast kan de WDBO-eis aan de scheidingsconstructie in dit maatregelpakket, afhankelijk van de situatie, tot 0 minuten bedragen. Daarmee levert een volledig ontwikkelde brand mogelijk ook direct gevaar op voor naburige compartimenten. Toepassing van brandbare isolatie levert bij dit maatregelpakket dus een aanzienlijk hoger veiligheidsrisico op.

Aangezien de kans dat de sprinklerinstallatie de brand succesvol onder controle houdt kleiner is, neemt ook het risico van een grotere brandschade toe.

De risico's kunnen worden beperkt door een onbrandbare isolatielaag in een thermisch lichte dakconstructie op te nemen, of door de dakconstructie thermisch zwaar uit te voeren.

In BvB 2007 worden dergelijke oplossingen ook aangegeven. BvB 2007 stelt echter dat het voldoende is dat het isolatiemateriaal, toegepast in dak en gevels, voldoet aan brandvoortplantingsklasse 1 conform NEN 6065. De onderbouwing hiervan is niet duidelijk.

Overigens gaat maatregelpakket IV uit van een gecertificeerde sprinklerinstallatie. In het sprinklercertificaat kunnen ook randvoorwaarden met betrekking tot de scheidingsconstructies zijn opgenomen.

Hoofdstuk 6 Conclusies

Voor elk van de vier maatregelpakketten van de Methode Beheersbaarheid van Brand 2007 is voor thermisch lichte constructies geïnventariseerd welke consequenties het toepassen van brandbaar isolatiemateriaal hierin heeft ten aanzien van brandveiligheid en brandschade. Het betreft hier de risico's van toepassing van brandbare isolatieschuimen van thermoharders (i.c. PUR en PIR) ten opzichte van onbrandbare isolatiematerialen (i.c. steenwol).

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de inventarisatie samengevat en is voor elk maatregelpakket aangegeven of er voor dat pakket een verhoogd risico is bij het toepassen van brandbare isolatie ten aanzien van vuurlast, branddoorslag, brandoverslag, brandvoortplanting en rookgasexplosie. Hierbij wordt zonodig gedifferentieerd tussen het veiligheids(V) en het schade(S) risico.

| Maatregel-pakket | Risico bij toepassing van brandbare isolatie binnen BvB 2007 | | | | |
|---------------------|---|--|--|---|---|
| | vuurlast | branddoorslag | brandoverslag | brandvoortplanting | Rookgasexplosie *) |
| I (basis) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt | V: ja, gering risico t.a.v. vluchtveiligheid; nee, geen risico t.a.v. repressieve veiligheid (geen binnenaanval) S: ja |
| II (RWA) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt | V: ja, risico t.a.v. repressieve veiligheid (rookgasexplosie kan optreden voordat flashover zou plaatsvinden); gering risico t.a.v. vluchtveiligheid S: ja |
| III (bulkopslag) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt. Bij dit maatregelpakket rekening houden met een grote thermische indringingsdiepte. | V: ja, gering risico t.a.v. vluchtveiligheid; nee, geen risico t.a.v. repressieve veiligheid (geen binnenaanval) S: ja |
| IV (sprinkler) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie; tevens aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie; tevens aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie | V,S: nee, door geringe temperatuuropbouw geen risico van rookgasexplosie |

V = veiligheidsrisico, S = schaderisico

*) = Het risico van rookgasexplosie is projectspecifiek. Echter, naarmate het brandcompartiment groter is, is ook dit risico groter.

Literatuurlijst

- [1] *Beheersbaarheid van Brand 2007, Integrale leidraad*, Oranjewoud SAVE, 2007
- [2] *Brandveilige isolatie in een natuurlijk brandconcept*, Wz090360aaA2.rhe, Adviesburo Nieman BV, 2010

Bijlage 1 Schematisch overzicht:

Consequenties brandbare isolatie in thermisch lichte scheidingsconstructies van grote brandcompartimenten BvB 2007

| Maatregel-pakket | | Risico bij toepassing van brandbare isolatie binnen BvB 2007 | | | |
|-------------------------|---|--|--|--|---|
| | vuurlast | branddoorslag | brandoverslag | brandvoortplanting | Rookgasexplosie *) |
| I (basis) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt | V: ja, gering risico t.a.v. vluchtveiligheid; nee, geen risico t.a.v. repressieve veiligheid (geen binnenaanval) S: ja |
| II (RWA) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt | V: ja, risico t.a.v. repressieve veiligheid (rookgasexplosie kan optreden voordat flashover zou plaatsvinden); gering risico t.a.v. vluchtveiligheid S: ja |
| III (bulkopslag) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, bij brandvoortplantingseis ≤ 2 aandacht nodig voor dikte van afwerkklagen waarvoor de eis geldt. Bij dit maatregelenpakket rekening houden met een grote thermische indringingsdiepte. | V: ja, gering risico t.a.v. vluchtveiligheid; nee, geen risico t.a.v. repressieve veiligheid (geen binnenaanval) S: ja |
| IV (sprinkler) | V: nee, wel toename totale vuurlast of kleinere compartimentsgrootte S: ja, gering | V,S: aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie; tevens aandacht nodig voor detaillering van doorlopende scheidingsconstructies ter plaatse van brandcompartimentsgrenzen | V,S: aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie; tevens aandacht nodig voor detaillering van externe scheidingsconstructies met brandwerendheidseis | V,S: ja, aandacht nodig om te voorkomen dat dak en gevels gaan branden buiten het invloedsgebied van de sprinklerinstallatie | V,S: nee, door geringe temperatuuropbouw geen risico van rookgasexplosie |

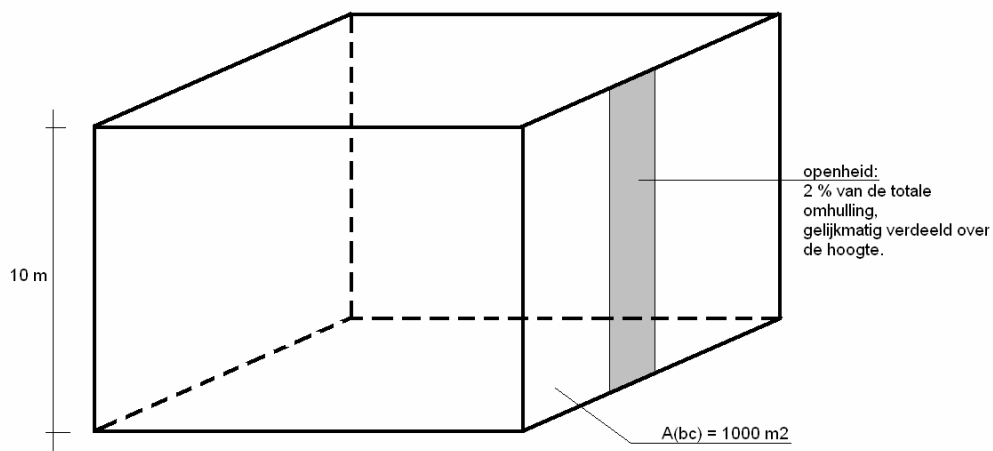
V = veiligheidsrisico, S = schaderisico

*) = Het risico van rookgasexplosie is projectspecifiek. Echter, naarmate het brandcompartiment groter is, is ook dit risico groter (zie bijlage 2).

Bijlage 2 Simulatieberekeningen

Bouwkundige situatie en mechanisme

In deze bijlage zijn simulaties opgenomen van een grote brandruimte (1000 m², 10 meter hoog) uitgevoerd met het fysisch brandmodel (natuurlijk brandconcept volgens ontwerp-NEN 6055) en een thermodynamische simulatiemodel (Voltra, Physibel 2005). Daarbij is uitgegaan van een thermisch lichte dakconstructie met een isolatielaag van een thermoharder (PUR of PIR). Wanneer de grenswaarde voor de pyrolysetemperatuur wordt overschreden wordt aangenomen dat het pyrolyseproduct in de aangrenzende hete (of gemengde) zone wordt opgenomen. Dat impliceert dat de dakconstructie aan de buitenzijde luchtdicht wordt verondersteld en er geen convectieve warmtestroom door de dakconstructie optreedt. Mocht er wel een convectieve warmtestroom optreden door de dakconstructie, dan wordt de pyrolysetemperatuur sneller bereikt, maar wordt het pyrolyseproduct deels naar buiten afgevoerd.



GROTE BRANDRUIMTE

Berekende situaties

- Hal met een oppervlakte van 1000 m² en een brandscenario 250 kW/m², $t_c = 150$ s, met een pyrolysetemperatuur van de isolatielaag in de dakconstructie van 200 °C (PUR);
- Dezelfde hal, maar met een brandscenario 1000 kW/m², $t_c = 600$ s;
- Dezelfde hal, maar met een oppervlakte van 10.000 m².

Grenswaarde explosierisico's

Doordat het pyrolyseproduct wordt opgenomen in de aangrenzen hete of gemengde zone stijgt de concentratie ervan. Wanneer de LFL-waarde in deze zone wordt overschreden is er risico van rookgasexplosie aanwezig, bij voorbeeld ten gevolge van de vlammen van de brandhaard. Voor het pyrolyseproduct is uitgegaan van een LFL = 1,1 % [V/V] bij temperaturen tussen 200 °C en 400 °C. Voor specifieke PUR- en PIR-producten kunnen andere LFL-waarden van toepassing zijn.

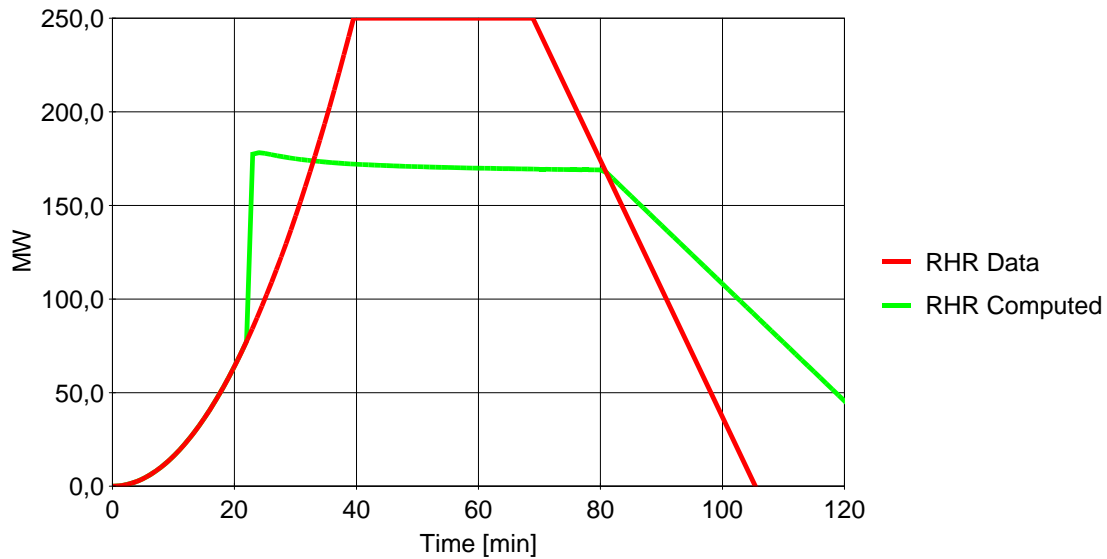
In de grafieken is alleen de pre-flash-over fase weergegeven. De post-flash-over fase is niet relevant. Uit de grafieken blijkt dat er risico van rookgasexplosie aanwezig is juist voordat flash-over optreedt. Dat houdt praktisch in dat het flash-over moment wordt vervroegd. Dit kan van belang zijn voor het repressief optreden door de brandweer.

NB:

De weergegeven resultaten zijn alleen van toepassing op de beschouwde casus. Een andere oppervlakte en geometrie, een andere materialisering, een andere mate van openheid van de brandruimte en een ander brandscenario leiden tot andere resultaten.

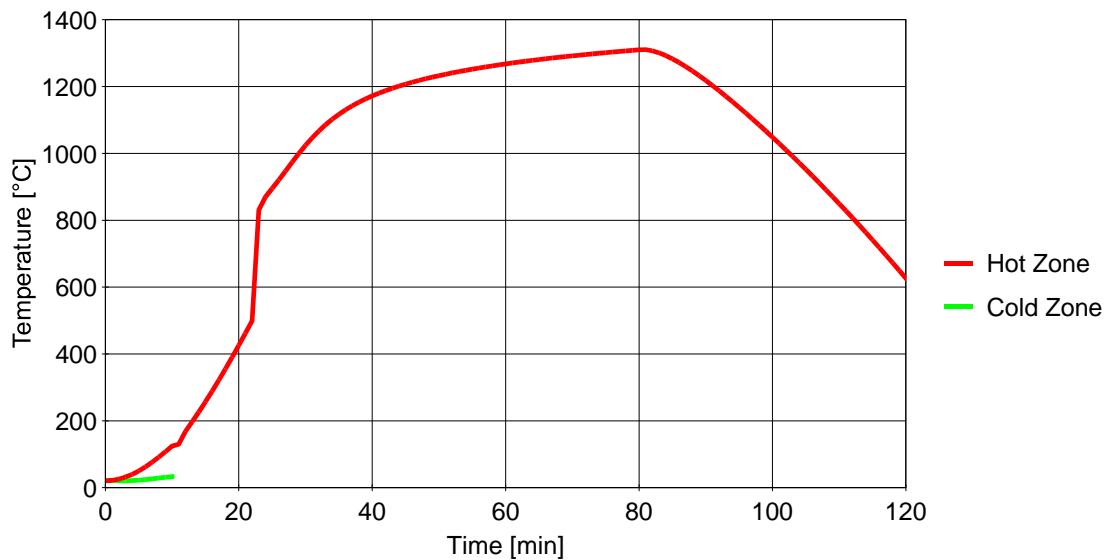
Grote hal: 1000 m², thermisch lichte dakconstructie
Pyrolysetemperatuur isolatielaag 200 °C
Brandscenario 250 kW/m², t_c = 150 s.

Rate of Heat Release

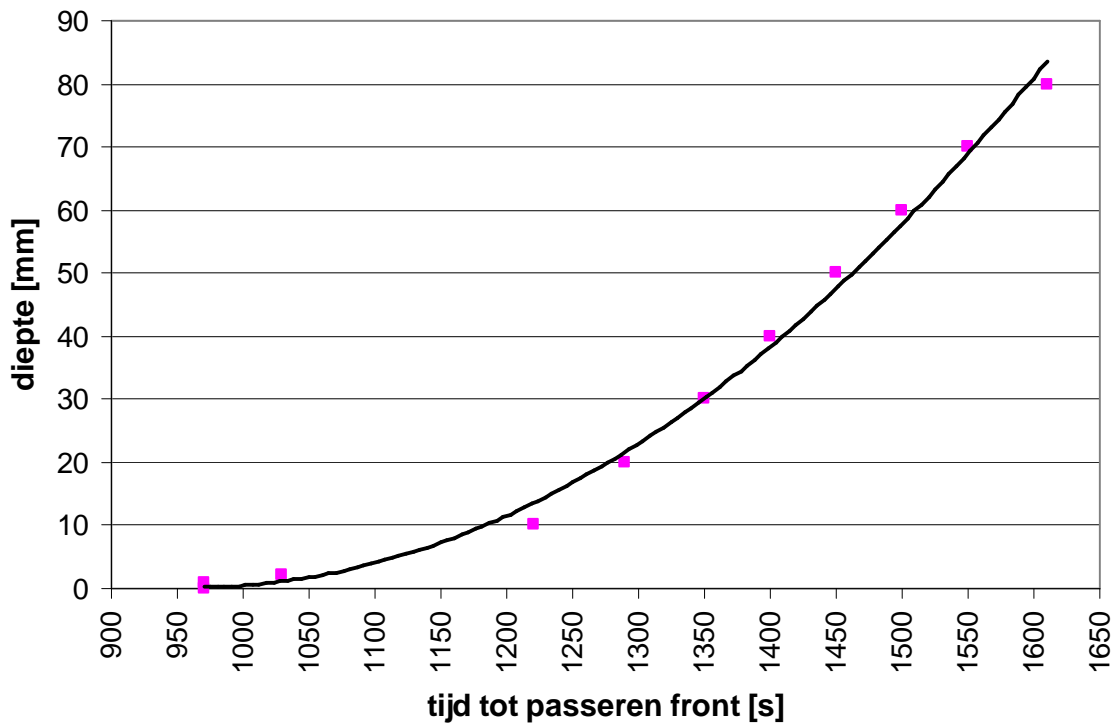


Analysis Name: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1b)

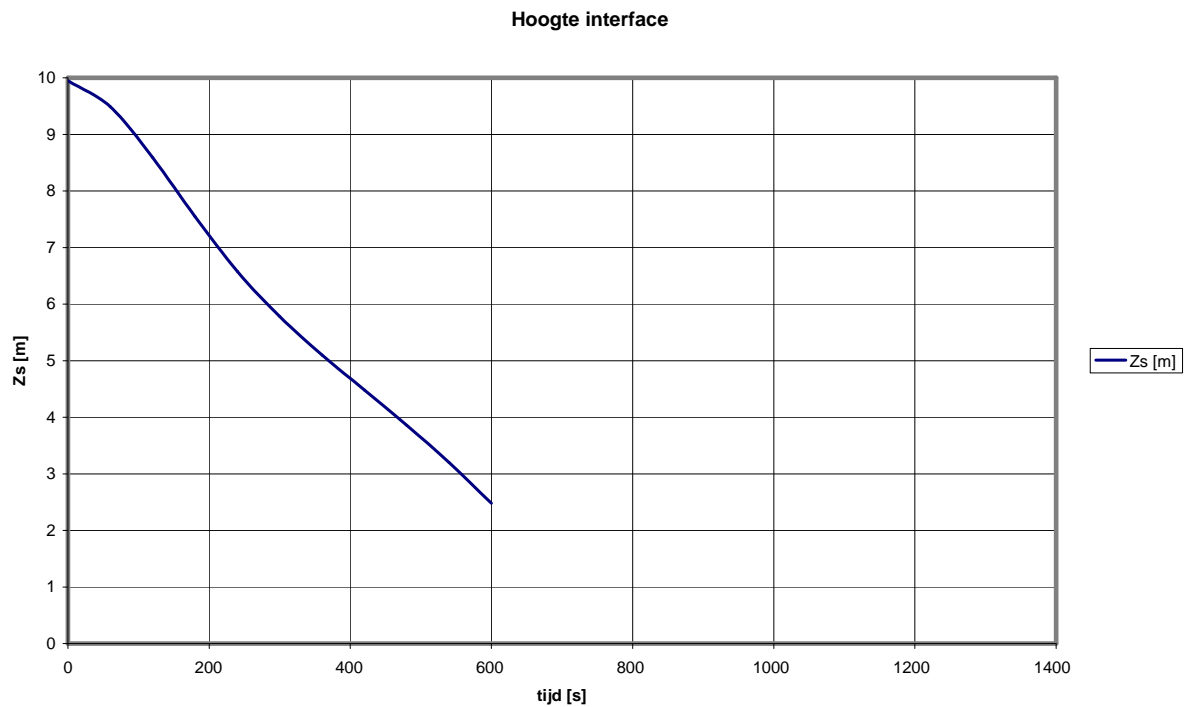
Gas Temperature



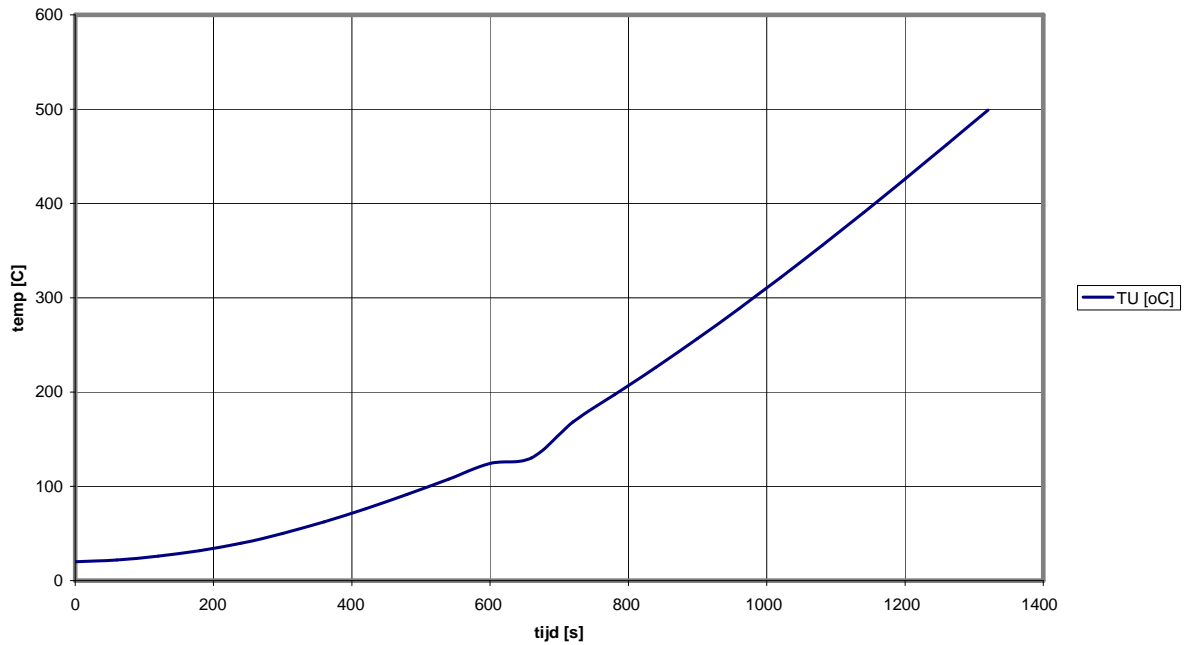
Analysis Name: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1b)



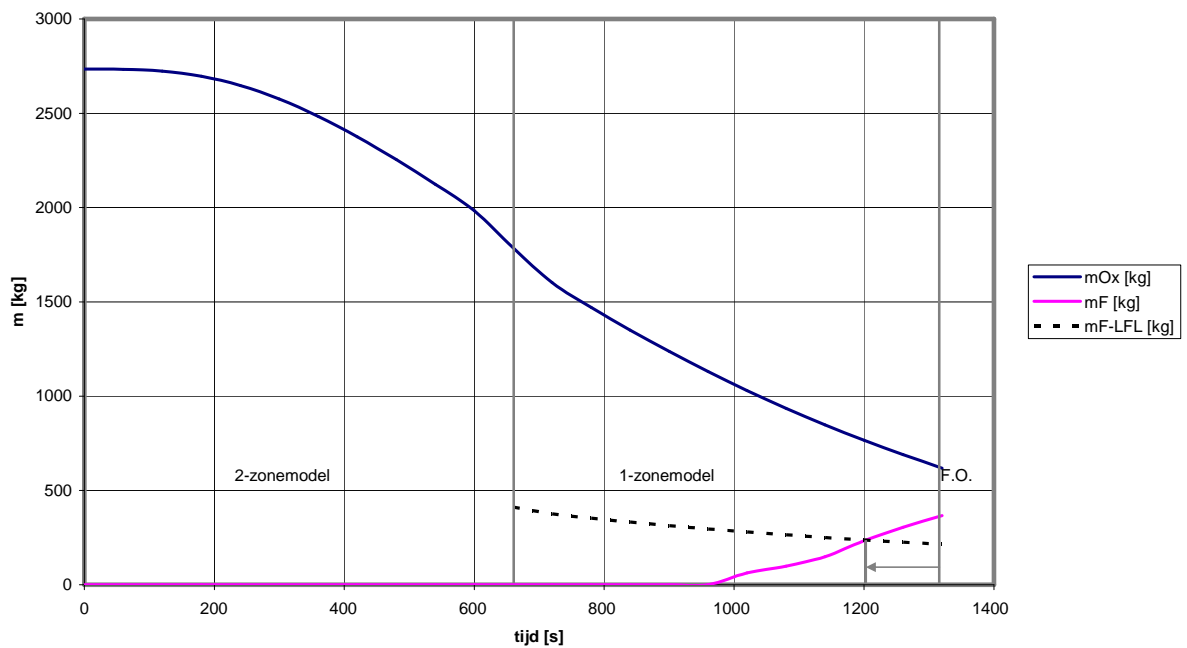
Weergave van het verloop van het pyrolysefront in de isolatielaag in de tijd vanaf het ontstaan van brand, berekend met het thermodynamische model Voltra met de randcondities volgens het fysisch brandmodel. De pyrolysetemperatuur van het isolatiemateriaal is in dit geval gesteld op 200 °C. De ontbrandingstemperatuur wordt niet bereikt.



Temperatuur hete zone en gemengde zone



Massa zuurstof en pyrolyseproduct in gemengde zone



Na circa 10 minuten gaat de gestratificeerde situatie (twee-zone model) over in een gemengde situatie (één-zone model). Er is dan nog geen sprake van flash-over, dat treedt pas op na circa 22 minuten.

De LFL grenswaarde (streeplijn) van het pyrolyseproduct wordt na 20 minuten overschreden. In de praktijk zal dit een vervroeging van het flash-over moment inhouden met 2 minuten.

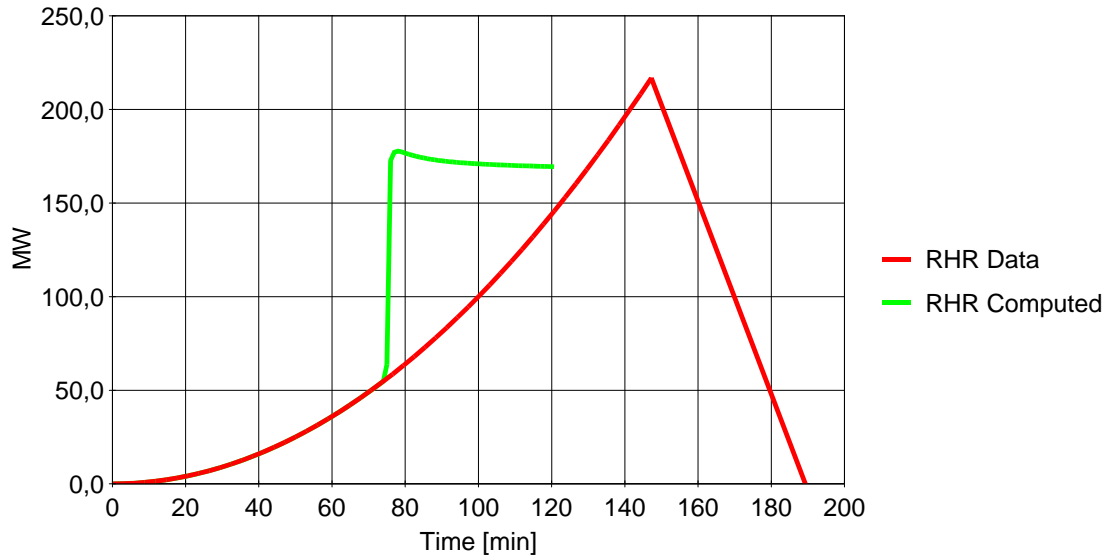
VARIANT

Grote hal: 1000 m², thermisch lichte dakconstructie

Pyrolysetemperatuur isolatielaag 200 °C

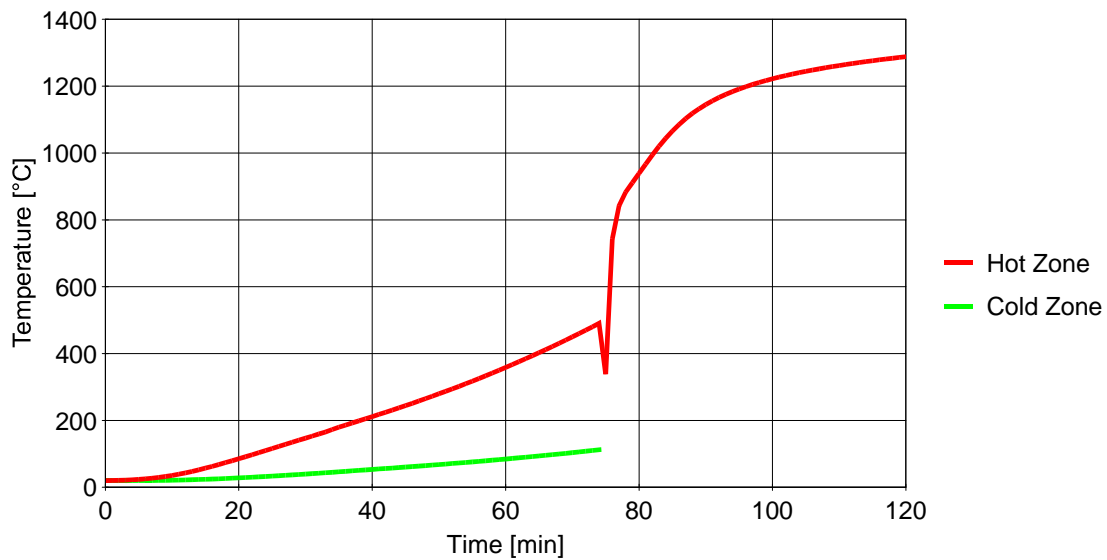
Brandscenario 1000 kW/m², t_c = 600 s.

Rate of Heat Release



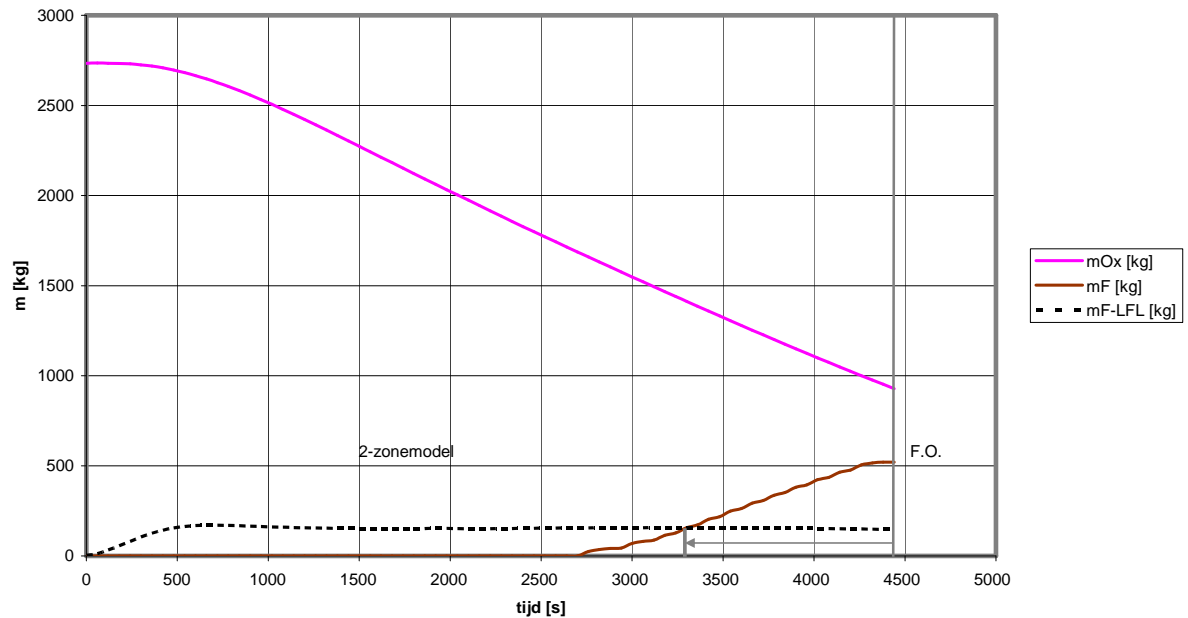
re: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1b), langzame branduitbreiding met hoog referer

Gas Temperature



re: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1b), langzame branduitbreiding met hoog referer

Massa zuurstof in compartiment en pyrolyseproduct in hete zone



Na circa 75 minuten treedt flash-over op en daat daarmee de gestratificeerde situatie (twee-zone model) over in een gemengde situatie (één-zone model).

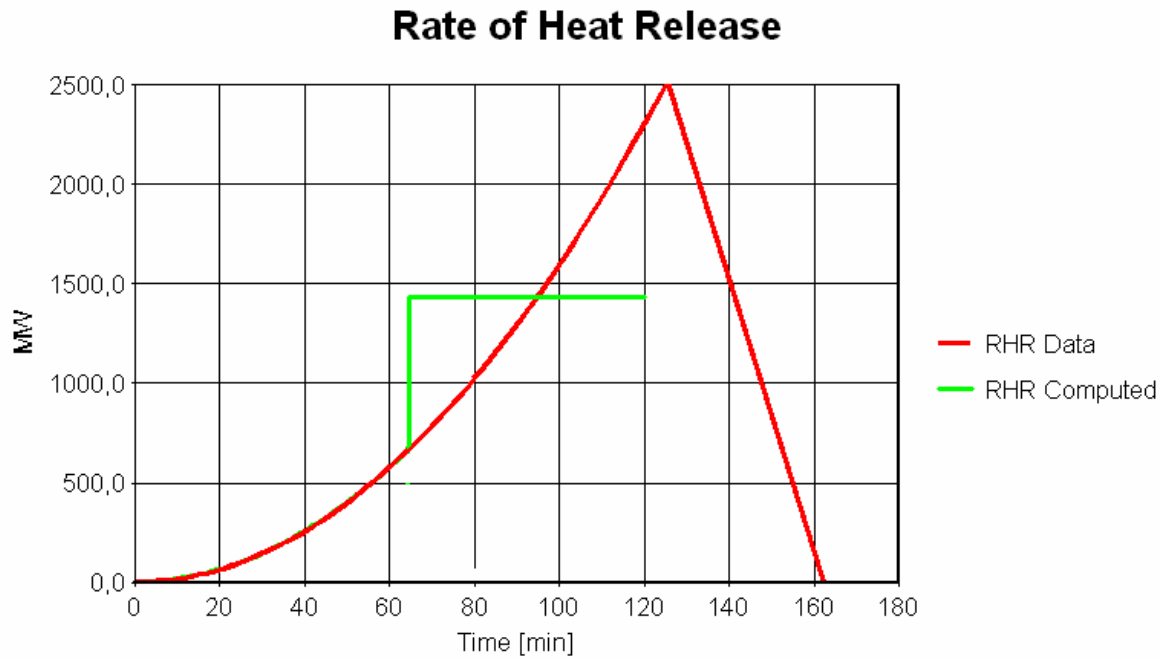
Pyrolyse van het isolatiemateriaal treedt in dit geval op vanaf 45 minuten na ontstaan van de brand. De LFL-grenswaarde in de hete zone wordt vervolgens overschreden na bijna 55 minuten. In de praktijk zal dit een vervroeging van het flash-over moment inhouden met circa 20 minuten.

VARIANT

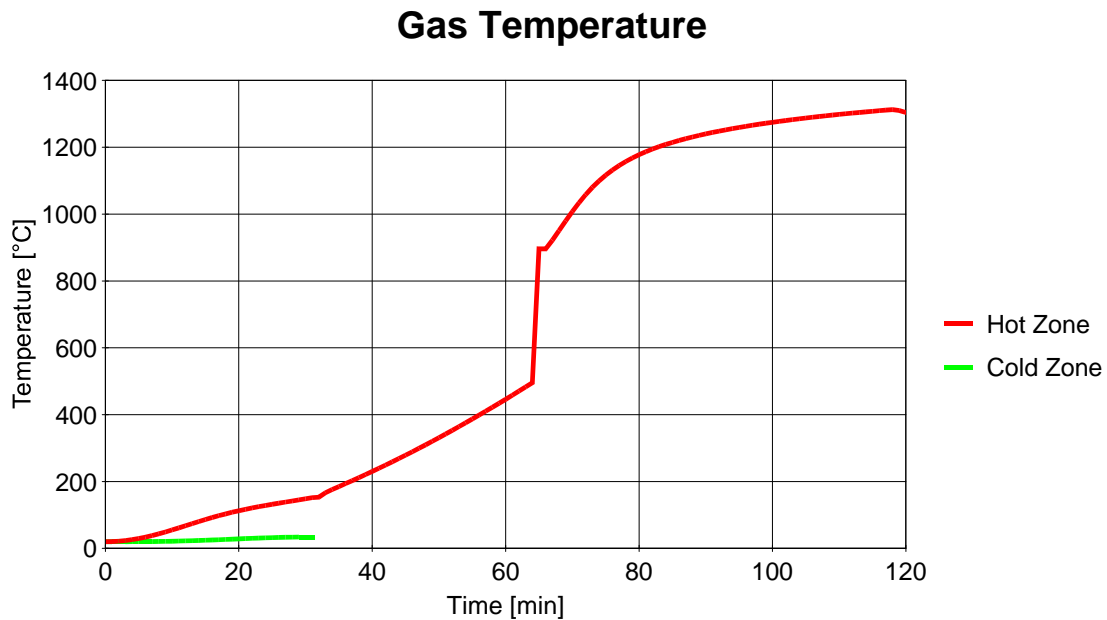
Grote hal: 10.000 m², thermisch lichte dakconstructie

Pyrolysetemperatuur isolatielaag 200 °C

Brandscenario 250 kW/m², t_c = 150 s.

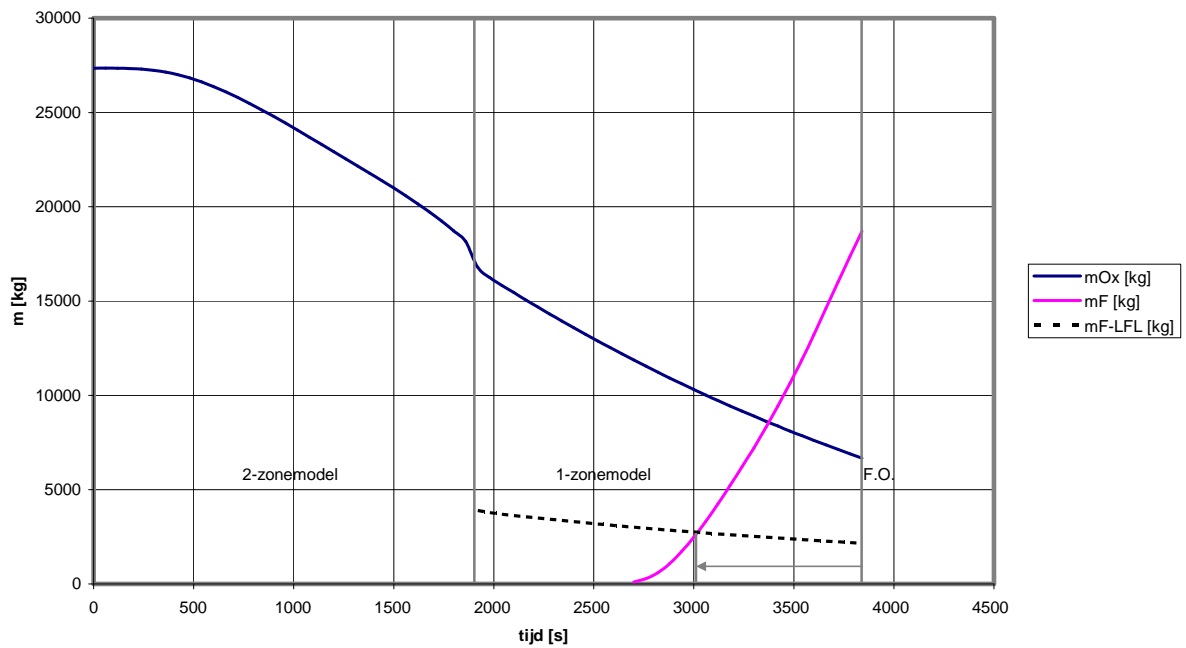


Analysis Name: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1c)



Analysis Name: grote brandruimte, thermisch lichte wanden (BC1c)

Massa zuurstof en pyrolyseproduct in gemengde zone



Na circa 64 minuten treedt flash-over op. Al eerder is de gestratificeerde situatie (twee-zone model) over gegaan in een gemengde situatie (één-zone model).

Pyrolyse van het isolatiemateriaal treedt in dit geval op vanaf 46 minuten na ontstaan van de brand. De LFL-grenswaarde in de hete zone wordt vervolgens overschreden na iets meer dan 50 minuten. In de praktijk zal dit een vervroeging van het flash-over moment inhouden met circa 14 minuten.



info@nieman.nl

www.nieman.nl

Vestiging Utrecht

Postbus 40217 - 3504 AA Utrecht

Sophialaan 1A - 3542 AR Utrecht

Tel.: 030 - 241 34 27

Fax: 030 - 241 02 66

Vestiging Zwolle

Postbus 40147 - 8004 DC Zwolle

Dr. Van Lookeren Campagneweg 16

8025 BX Zwolle

Tel.: 038 - 467 00 30

Fax: 038 - 467 00 40

Vestiging Rijswijk

Postbus 1757 - 2280 DT Rijswijk

Nassaukade 1 - 2281 ZA Rijswijk

Tel.: 070 - 340 17 20

Fax: 070 - 340 17 37

Vestiging Eindhoven

Postbus 1385 - 5602 BJ Eindhoven

Verdunplein 17 - 5627 SZ Eindhoven

Tel.: 040 - 264 58 20

Fax: 040 - 264 58 21

