

Efectis Nederland BV  
Centrum voor Brandveiligheid  
Lange Kleiweg 5  
Postbus 1090  
2280 CB Rijswijk

[www.efectis.nl](http://www.efectis.nl)

T 015 276 34 80  
F 015 276 30 25  
E [nederland@efectis.com](mailto:nederland@efectis.com)

## Efectis Nederland-rapport

### 2008-Efectis-R0218

## Bepaling van de brandwerendheid volgens NEN-EN 1634-1:2001 van twee deurkozijnconstructies, bestaande uit 2 deurbladen afgehangen in Mono(plus) stalen kozijnen

Datum	mei 2008
Auteur(s)	Ing. P.G. Janda Dr.Ir. G. van den Berg
Aantal pagina's	9
Aantal bijlagen	4 (A t/m E)
Opdrachtgever	Theuma N.V. Zandstraat 10 B-3460 Bekkevoort BELGIË
Projectnaam	Brandwerendheid
Projectnummer	2007518



Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Efectis.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgevoerd, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het Efectis-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2008 Efectis Nederland BV: een TNO bedrijf

Voor u ligt een rapport van Efectis Nederland BV (voorheen TNO Centrum voor Brandveiligheid). Efectis Nederland BV en het zusterbedrijf Efectis Frankrijk, zijn sinds 1-1-2008 volle dochters van de Efectis Holding, waarin TNO en het Franse CTICM, participeren. De activiteiten van het TNO Centrum voor Brandveiligheid zijn al sinds 1-7-2006 ondergebracht in Efectis Nederland BV. Dit is ingegeven door de internationale marktontwikkelingen en klantvragen. Om de klantvragen nog beter te kunnen beantwoorden, en een breder pakket aan diensten en faciliteiten van een hoge kwaliteit aan te kunnen bieden, is de internationale samenwerking verder uitgebreid. Dit is gedaan met ervaren, en in de brandveiligheids sector bekende, partners in Noorwegen (Sintef-NBL), Spanje (Afiti-Licof), Duitsland (IFT), de Verenigde Staten (SouthWest Research Institute) en China (TFRI). Nadere informatie hierover is te vinden op onze website.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Onderzoek.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Opdrachtgever.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Plaats en dat betreffende onderzoek.....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Datum en nummer van het rapport.....</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Onderzochte constructie.....</b>	<b>3</b>
6.1	Algemeen .....	3
6.2	Deurblad.....	4
6.2.1	Algemeen .....	4
6.2.2	Kozijnen.....	4
6.2.3	Vulling in het raamwerk.....	4
6.2.4	Bij verhitting opschuimend materiaal .....	4
6.2.5	Sparingen in het deurblad.....	5
6.3	Hang- en sluitwerk .....	5
6.3.1	Scharnieren.....	5
6.3.2	Sloten .....	5
6.3.3	Afdichtingsrubber .....	5
6.4	Kozijn.....	5
6.5	Beglazing .....	5
6.6	Naadwijdten .....	6
6.7	Beproevingframe en ondersteuningsconstructie .....	6
<b>7</b>	<b>Monsterneming en vervaardiging van de constructie.....</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Wijze van onderzoek.....</b>	<b>6</b>
8.1	Verificatie proefstuk.....	6
8.2	Conditionering.....	6
8.3	Volumieke massa en evenwichtvochtgehalte.....	7
8.4	Brandproef .....	7
8.4.1	Conditie .....	7
8.4.2	Metingen .....	7
<b>9</b>	<b>Waarnemingen tijdens de verhitting.....</b>	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>Meetresultaten en meetnauwkeurigheid .....</b>	<b>8</b>
10.1	Meetresultaten.....	8
10.2	Meetnauwkeurigheid.....	8
<b>11</b>	<b>Samenvatting .....</b>	<b>8</b>
<b>12</b>	<b>Voorwaarden en toepassingsgebied.....</b>	<b>9</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Figuren	
	B Waarnemingen	
	C Ovencondities	
	D Meetresultaten	
	E Foto's	

## 1 Inleiding

Twee deur-/kozijnconstructie bestaande uit twee Theuma deurbladen, afgehangen in Mono(plus) stalen kozijnen.

## 2 Onderzoek

Bepaling van de brandwerendheid volgens NEN-EN 1634-1:2001.

## 3 Opdrachtgever

Theuma N.V.  
Zandstraat 10  
B-3460 Bekkevoort  
BELGIË

## 4 Plaats en dat betreffende onderzoek

Het onderzoek vond plaats in het laboratorium van Efectis Nederland BV te Rijswijk.

Metselen van de Ytong muur door Efectis	: 22 januari 2008
Wandopbouw lichte scheidingswand door Lafarge	: 24 januari 2008
Kozijnen en deuren inbouwen door Theuma	: 24 en 25 januari 2008
Brandproef	: 30 januari 2008

## 5 Datum en nummer van het rapport

Datum: mei 2008, rapport nummer 2008-Efectis-R0218.

## 6 Onderzochte constructie

### 6.1 Algemeen

Experimenteel werden onderzocht twee deur-/kozijnconstructies afgehangen in Mono(Plus) stalen kozijnen.

De constructies werden onderzocht voor het geval “deurbladen draaiend naar het vuur toe”.

Het proefstuk werd ingebouwd in een wand van Ytong cellenbeton met een dikte van 100 mm, dan wel een metalstud wand, de zogenaamde ondersteuningsconstructie.

## 6.2 Deurblad

De deurbladen waren van fabrikaat Theuma.

### 6.2.1 Algemeen

De afmetingen van de deurbladen waren:

- Hoogte: 2350 mm (MW<sup>1</sup>);
- Breedte: 950 mm (MW);
- Dikte: 39 mm (MW).

De deurbladen waren opgebouwd uit:

- Vulling : Odiboard 33 mm, 320 kg/m<sup>3</sup>;
- Dekplaten : 3 mm houtvezelplaat, 850 kg/m<sup>3</sup>;
- Kader : Pyrostone 33 x 30 mm;
- Tussen kader en vulling: 1 mm interdens.

Aan de bovenzijde was een zichtbare, bij verhitting opschuimende strip 30 x 2 mm, exterdens geplaatst.

Deur 1 : aan de 2 zijkanten was een palusolstrip in PVC van 10 x 2,8 mm geplaatst, en op 400 mm vanuit de onderkant een kabeldoorvoering Flexilodice.

Deur 2 : Dubbele onderregel voor Planet KT bodemdichting, 3-zijdig Interdens 1 mm rond de bodemdichting.

400 mm vanuit de onderkant aan de hangzijde een Dictator E16 deursluiters ( alleen geplaatst in de deur, geen voorziening in het kozijn ).

Voor verdere details wordt verwezen naar figuur 1 t/m 7.

### 6.2.2 Kozijnen

Materiaal : 1,5 mm staalplaat " Sendzimir ".

Bevestigingssysteem aan de paumellekant : Monoplus

Bevestigingssysteem aan de slotkant : Mono

Aanslagsponning : 45 x 25 mm

Sponningsmaat : 2355 x 954 mm

Muurdikte : 100 mm

Met snoerdichting

Thermische grendel aan de slotkant ( 100 mm vanuit de bovenhoek ).

Gemeten sluitkracht van de deuren :

Deur 1 : 2,2 kg

Deur 2 : 2,4 kg.

De muuropening is zo gekozen dat tussen de opvulling van het kozijn en de muur met een speling van 0 tot 10 mm rekening is gehouden.

Hierbij verwijzen wij naar het feit dat de openings- en sluitingstest van de deurvleugels ( 25 keer ) succesvol is verlopen volgens de EN 14600.

### 6.2.3 Vulling in het raamwerk

De kozijnen zijn aan de achterzijde voorzien van 58 x 2 mm Palusolstroken dubbelzijdig zelfplakkend met daar achter een vulling van Promatect-H stroken van 15 mm dikte.

### 6.2.4 Bij verhitting opschuimend materiaal

In de bovendorpel van de deurbladen was een strook bij verhitting opschuimend materiaal aangebracht, type Exterdens, afmetingen 30 x 2 mm.

---

<sup>1</sup>) MW = gemeten waarde

### 6.2.5 *Sparingen in het deurblad*

De afmetingen van de sparingen ten behoeve van het slot waren:

- t.b.v. de slotkast hoofdslot : 168 x 18 x 100 mm (l x b x d);

De afmetingen van het slot bedroegen : 165 x 16 x 98 mm ( l x b x d ).

## 6.3 **Hang- en sluitwerk**

### 6.3.1 *Scharnieren*

De deurbladen waren afgehangen aan 3 stuks Paumelles, type: Polynorm 2295-2580, afmetingen 89 x 89 mm. ( zie figuur 9 )

### 6.3.2 *Sloten*

Het deurblad, welke was geplaatst in de lichte metal-stud scheidingswand, was voorzien van een slot Nemef type 1769 / 31. Het deurblad, welke was geplaatst in de Ytong muur, was voorzien van een nieuw slot Nemef type 1769-1 met kunststof dagschootkop en omega-nachtschoot.

De deuren waren voorzien van deurdrangers,

Deur 1 ( gemonteerd in de lichte scheidingswand ) : type Dorma type T.S. 83.

Deur 2 ( gemonteerd in de Ytong muur ) : type Dorma type T.S. 83, tevens was er een deurdranger ingebouwd van het type Dictator E16, welke niet in functie was.

### 6.3.3 *Afdichtingsrubber*

De deuren waren voorzien van een brandvertragend afdichtingsrubber, deventerprofiel.

## 6.4 **Kozijn**

Het kozijn was een Mono(Plus) stalen kozijn van Polynorm Bruynzeel, met sponningsmaten: 2355 x 954 mm.

- aanslagbreedte: 25 mm;

- sponningsdiepte: 45 mm.

Materiaal : 1,5 mm staalplaat “ Sendzimir “.

Bevestigingssysteem aan de paumellekant : Monoplus

Bevestigingssysteem aan de slotkant : Mono

Muurdikte : 100 mm.

Het kozijn was voorzien van een stalen sluitplaat.

Bevestiging van de kozijnen :

Kozijndelen in Monoplus : alleen maar inklemming

Kozijndelen in mono ( lichte scheidingswand ) : schroeven van 4 x 40 mm

Kozijndelen in mono ( Ytong-wand ) : slagpluggen in kunststof en schroeven van 4 x 40 mm

Voor details wordt verwezen naar de figuren 3 t/m 7.

## 6.5 **Beglazing**

In de deuren was een beglazing aangebracht type Pyrobel 16, 17 mm dik. De dagmaatafmetingen van de beglazing bedroegen:

In deur 1 : 1192 x 442 mm en in deur 2 : 1592 x 662 mm.

De glaslatten met afmetingen 21 x 30 mm waren van hardhout en werden bevestigd met pinnetjes ( nageltjes ) van 35 mm. ( zie figuur 8 ).

## 6.6 Naadwijdten

Conform figuur 9 en 10 van NEN-EN 1634-1:2001 werden de wijdten van de naden opgemeten. De resultaten zijn gegeven in figuur 1.

De door de opdrachtgever gespecificeerde maximale en minimale naadwijdten waartussen de deur in praktijk moet worden afgehangen zijn als volgt:

Locatie naad	Minimale naadwijdte (mm)	Maximale naadwijdte (mm)
Bovendorpel	2	2
Sluitzijde	3	4
Scharnierzijde	2	2
Onderdorpel	3	4

## 6.7 Beproeingsframe en ondersteuningsconstructie

Het beproevingsframe bestond uit stalen profielen met een betonnen binnenkader, met een inbouwopening van 4000 x 3000 mm (b x h).

De ondersteuningsconstructie werd gevormd door een wand van cellenbeton, dik 100 mm voor deurconstructie 2 en voor deurconstructie 1 was een metalstud wand gebouwd.

# 7 Monsterneming en vervaardiging van de constructie

Efectis Nederland BV

Lafarge

Theuma N.V.

beproeingsframe;  
levering cellenbeton;  
metselen sparing van cellenbeton  
opbouw lichte scheidingswand  
levering kozijnen  
fabricage deuren;  
montage deurblad in beproevingsframe.

# 8 Wijze van onderzoek

## 8.1 Verificatie proefstuk

Gedurende de inbouw werden de gebruikte materialen en onderdelen gecontroleerd aan de hand van de verstrekte gegevens.

De constructie was zodanig dat deze niet, zonder het proefstuk onbruikbaar voor de brandproef te maken, gecontroleerd kon worden op gebruikte materialen en onderdelen aan de hand van verstrekte gegevens.

De opdrachtgever heeft drie deuren aangeleverd zodat Efectis een selectie heeft kunnen maken welke deur beproefd werd en de andere deur voor verificatie werd gehouden.

## 8.2 Conditionering

Vanaf de inbouw tot en met de beproeving bevond de onderzochte constructie zich in de beproevingshal van Efectis Nederland BV. Gedurende deze periode waren de omgevingscondities van deze ruimte:

- Omgevingstemperatuur:  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Relatieve luchtvochtigheid  $50 \pm 10 \%$ .

### 8.3 Volumieke massa en evenwichtvochtgehalte

De resultaten van de bepaling van de volumieke massa's en de evenwichts-vochtgehalten van de aangeleverde monsterstukken zijn weergegeven in tabel 1:

Tabel 1: Volumieke massa's en vochtgehalten

		Volumieke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	Vochtgehalte m/m [%]
<b>Deurblad</b>	Odiboord	320	8,0
	Houtvezelplaat 3mm dekplaat	850	10,5
<b>Wand</b>	Cellenbeton	630	3,0

### 8.4 Brandproef

#### 8.4.1 *Conditie*

Het onderzoek werd uitgevoerd in overeenstemming met het gestelde in NEN-EN 1634-1:2001.

Het proefstuk werd éézijdig verhit volgens de standaardbrandkromme. De deurbladen draaiden naar het vuur toe. De deuren waren gesloten door middel van de dagschoot.

De nagestreefde overdruk in de oven bedroeg 0 Pa op 0,5 m (20 Pa op 3,0 meter boven het vloeroppervlak).

#### 8.4.2 *Metingen*

Gedurende de verhitting werden gemeten en geregistreerd:

##### *Ovencondities:*

- de gastemperaturen in de oven;
- overdruk in de oven, gemeten op 0,5 m en 2,70 m boven het vloerniveau.

##### *Proefstuk:*

- de oppervlaktetemperaturen van de deurbladen en de beglazing;
- de oppervlaktetemperaturen van de kozijnen;
- de warmtestraling op 1,0 meter afstand van de proefstukken;
- de verplaatsingen van de deurbladen ten opzichte van de kozijnen;
- de verplaatsingen van de kozijnen en deurbladen op halve hoogte.

##### *Omgeving:*

- luchtsnelheid in de beproevingshal;
- omgevingstemperatuur in de beproevingshal.

De op het proefstuk aangebrachte thermokoppels zijn aangegeven in figuur D.1.

## 9 Waarnemingen tijdens de verhitting

Voor details betreffende de waarnemingen wordt verwezen naar bijlage B.

## 10 Meetresultaten en meetnauwkeurigheid

### 10.1 Meetresultaten

De meetresultaten zijn gegeven in tabel A.1 en de bijlagen B en C.

Gedurende de verhitting voldeden de temperatuur en lichtsnelheid buiten de oven aan het gestelde in NEN-EN 1634-1:2001.

### 10.2 Meetnauwkeurigheid

Door de aard van brandwerendheidsproeven, waarbij verschillende niet-lineaire effecten in zowel de testopstelling als ook het proefstuk een rol spelen die elkaar onderling beïnvloeden, is het op dit moment nog niet mogelijk om een onderbouwde kwantificering van de meetonzekerheden te geven.

## 11 Samenvatting

De brandwerendheid van twee deur-/kozijnconstructies, afgehangen in Mono(Plus) stalen kozijnen, is bepaald volgens NEN-EN 1634-1:2001.

Tabel 2: Samenvatting beproevingsresultaten

Criterium	Tijdsduur gerekend vanaf het begin van de proef gedurende welke nog juist volgens NEN-EN 1634-1:2001 aan het criterium werd voldaan.		
	NEN-EN 1634-1:2001		Opmerkingen
	Deur 1	Deur 2	
a) Vlamdichtheid			
- Wattenkussentje	69	69	Criterium voldaan
- Openingskalibers	69	69	Criterium voldaan
- Vlammen > 10 sec.	69	69	Criterium voldaan
b) Thermische isolatie			
- gemiddelde temperatuurstijging	56	66	Maximum bereikt
- maximale temperatuurstijging	48	37	Maximum bereikt
- warmtestraling	69	69	Criterium voldaan

Einde verhitting na 69 minuten in overleg met de klant.

De testresultaten zijn als volgt : EI 30, E 60 and EW60.

## 12 Voorwaarden en toepassingsgebied

De samenvatting uit hoofdstuk 11 geldt uitsluitend voor deur-/kozijnconstructies welke in detail, inclusief hang- en sluitwerk en toegepaste materialen, gelijk zijn aan in onderhavig rapport beschreven constructie en waarbij tevens is voldaan aan de volgende voorwaarden:

- a) De deuren betreffen Theuma deuren:
  - met afmetingen gelijk of kleiner dan 2350 x 950 mm (h x b);
  - waarvan de volumieke massa van de materialen ten minste gelijk is aan de waarden gespecificeerd in hoofdstuk 8.3 van onderhavig rapport;
  - afgehangen aan drie scharnieren op posities als aangegeven in dit rapport.
- b) het kozijn betreft een (Mono)plus kozijn als gespecificeerd en ingebouwd in een wand van steenachtig materiaal met een dikte van ten minste 100 mm en een volumieke massa van ten minste 630 kg/m<sup>3</sup> dan wel in een metalstudwand zoals omschreven in dit rapport
- c) naadwijdten tussen deur en kozijn, en tussen deur en vloer zijn gelijk of kleiner dan gemeten (zie figuur 1) met een tolerantie van maximaal + 1,0 mm;
- d) de deuren draaiend naar het vuur toe;
- e) een vloer van onbrandbaar materiaal.

Ing. P.G. Janda

Dr. Ir. G. van den Berg

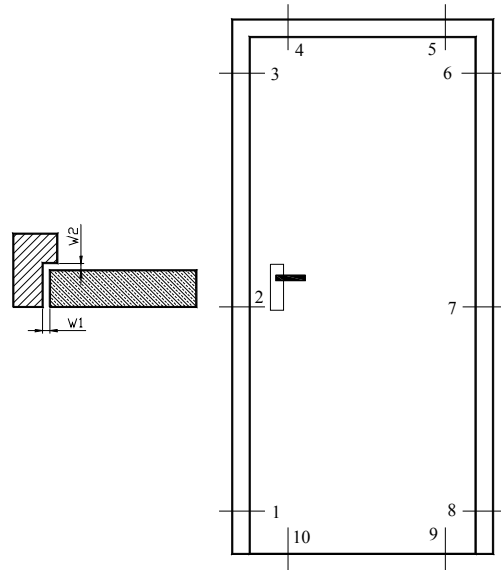
Voor u ligt een rapport van Efectis Nederland BV (voorheen TNO Centrum voor Brandveiligheid), Efectis Nederland BV en het zusterbedrijf Efectis Frankrijk, zijn sinds 1-1-2008 volle dochters van de Efectis Holding, waarin TNO en het Franse CTICM, participeren. De activiteiten van het TNO Centrum voor Brandveiligheid zijn al sinds 1-7-2006 ondergebracht in Efectis Nederland BV. Dit is ingegeven door de internationale marktontwikkelingen en klantvragen. Om de klantvragen nog beter te kunnen beantwoorden, en een breder pakket aan diensten en faciliteiten van een hoge kwaliteit aan te kunnen bieden, is de internationale samenwerking verder uitgebreid. Dit is gedaan met ervaren, en in de brandveiligheids sector bekende, partners in Noorwegen (Sintef-NBL), Spanje (Afiti-Licof), Duitsland (IFT), de Verenigde Staten (SouthWest Reserach Institute) en China (TFRI). Nadere informatie hierover is te vinden op onze website.

## **A      Figuren**

Figuur 1	: Naadwijdten deur 1
Figuur 2	: Naadwijdten deur 2
Figuur 3	: Stalen kozijn Mono
Figuur 4	: Stalen kozijn Mono-Plus
Figuur 5	: Deur 1
Figuur 6	: Deur 2
Figuur 7	: Aanzicht muur met deuren
Figuur 8	: Glasdetails
Figuur 9	: Detail scharnier

**Figuur 1: Naadwijdten deur 1**

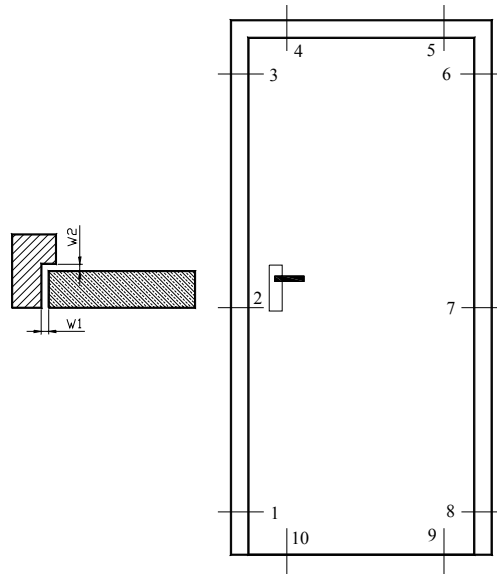
Bij onderdorpel (meetpunten 9 en 10) alleen naad tussen deur en onderdorpel gemeten, ingevuld onder W1



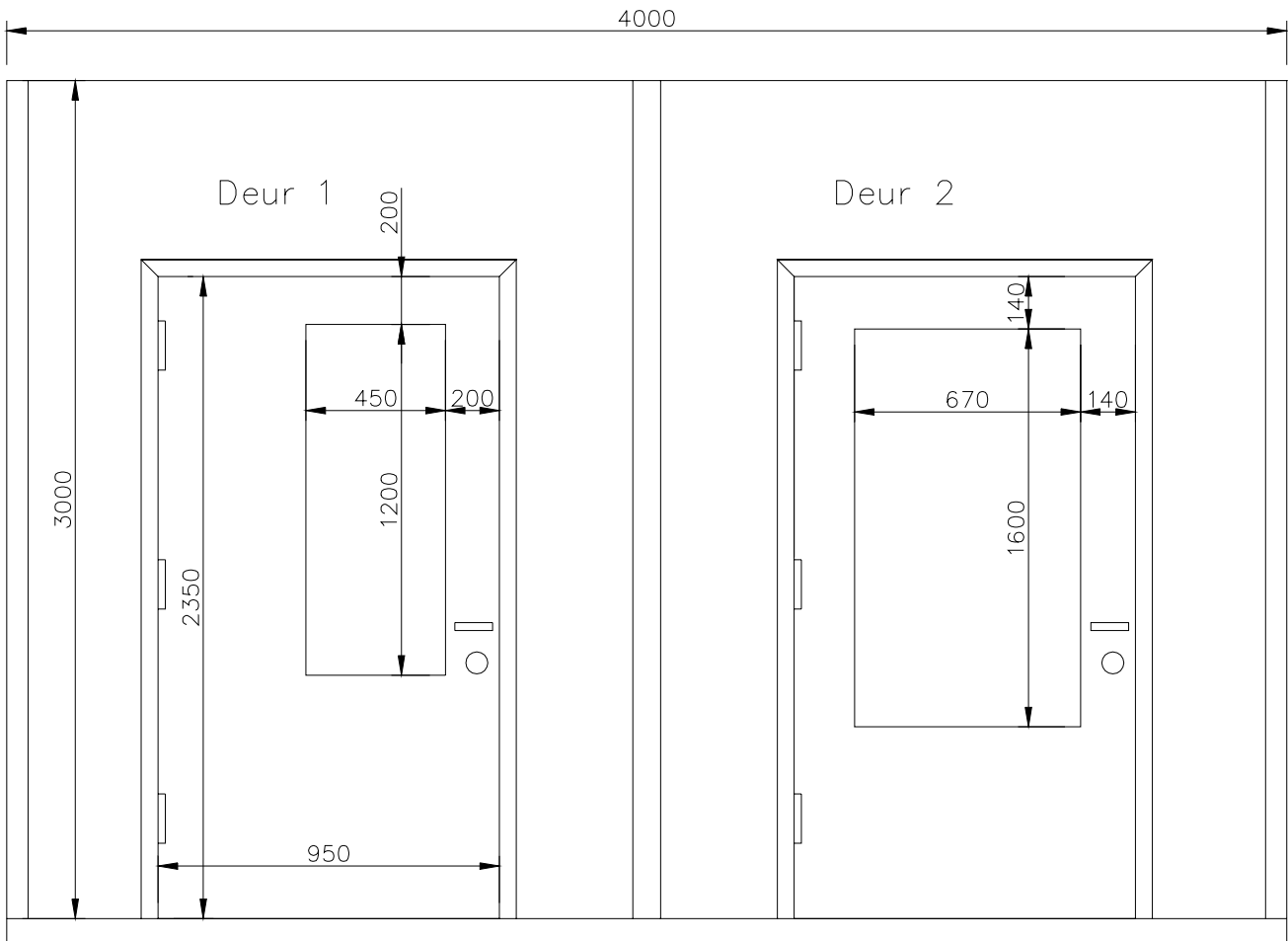
Meetpunt	W1 (mm)	W2 (mm)
1	2,5	7,0
2	2,0	5,0
3	2,5	6,0
4	2,0	2,0
5	1,5	1,5
6	1,5	1,5
7	2,0	2,0
8	2,0	2,0
9	3,0	3,0
10	2,0	2,0

**Figuur 2: Naadwijdten deur 2**

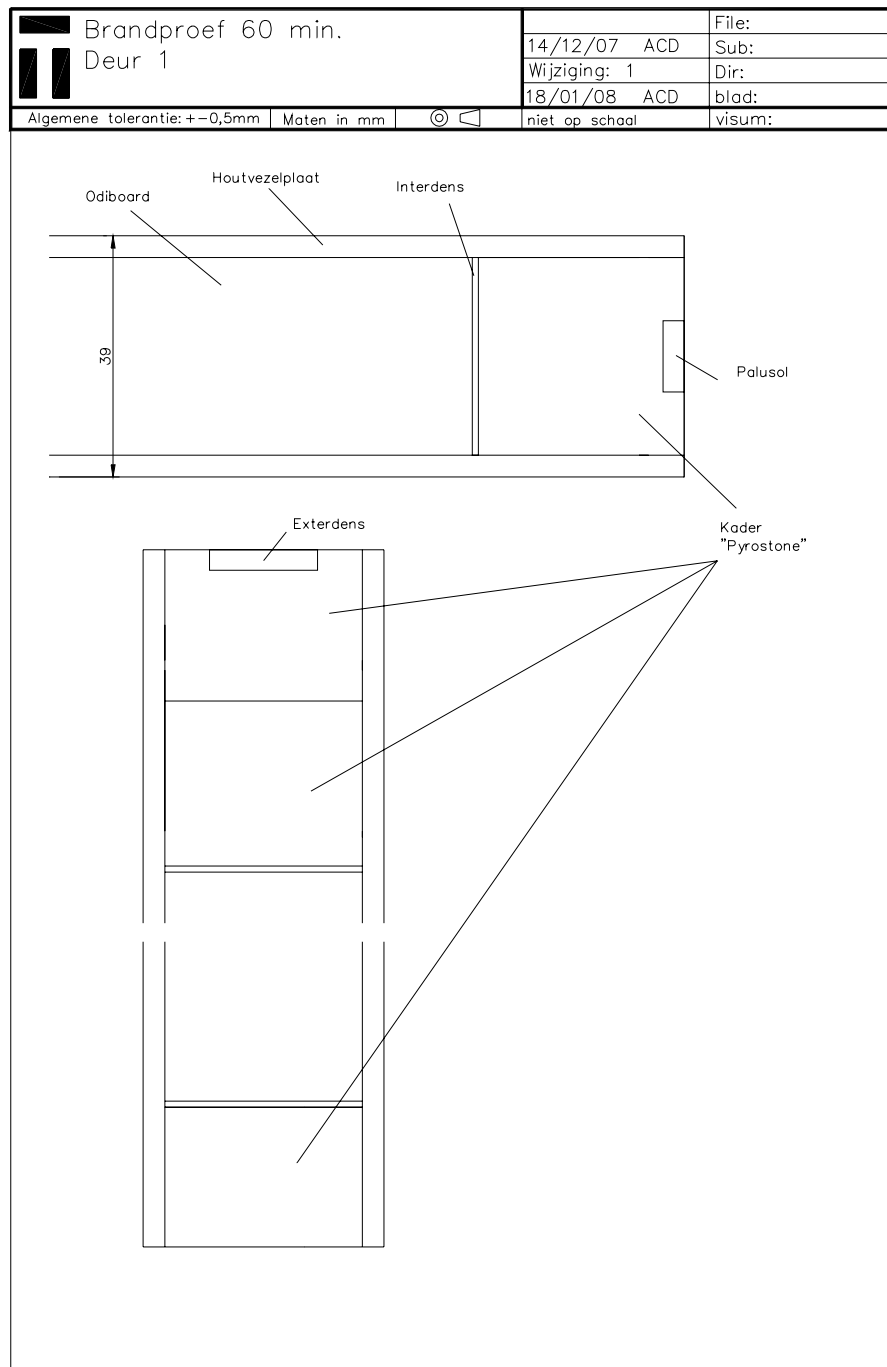
Bij onderdorpel (meetpunten 9 en 10) alleen naad tussen deur en onderdorpel gemeten, ingevuld onder W1



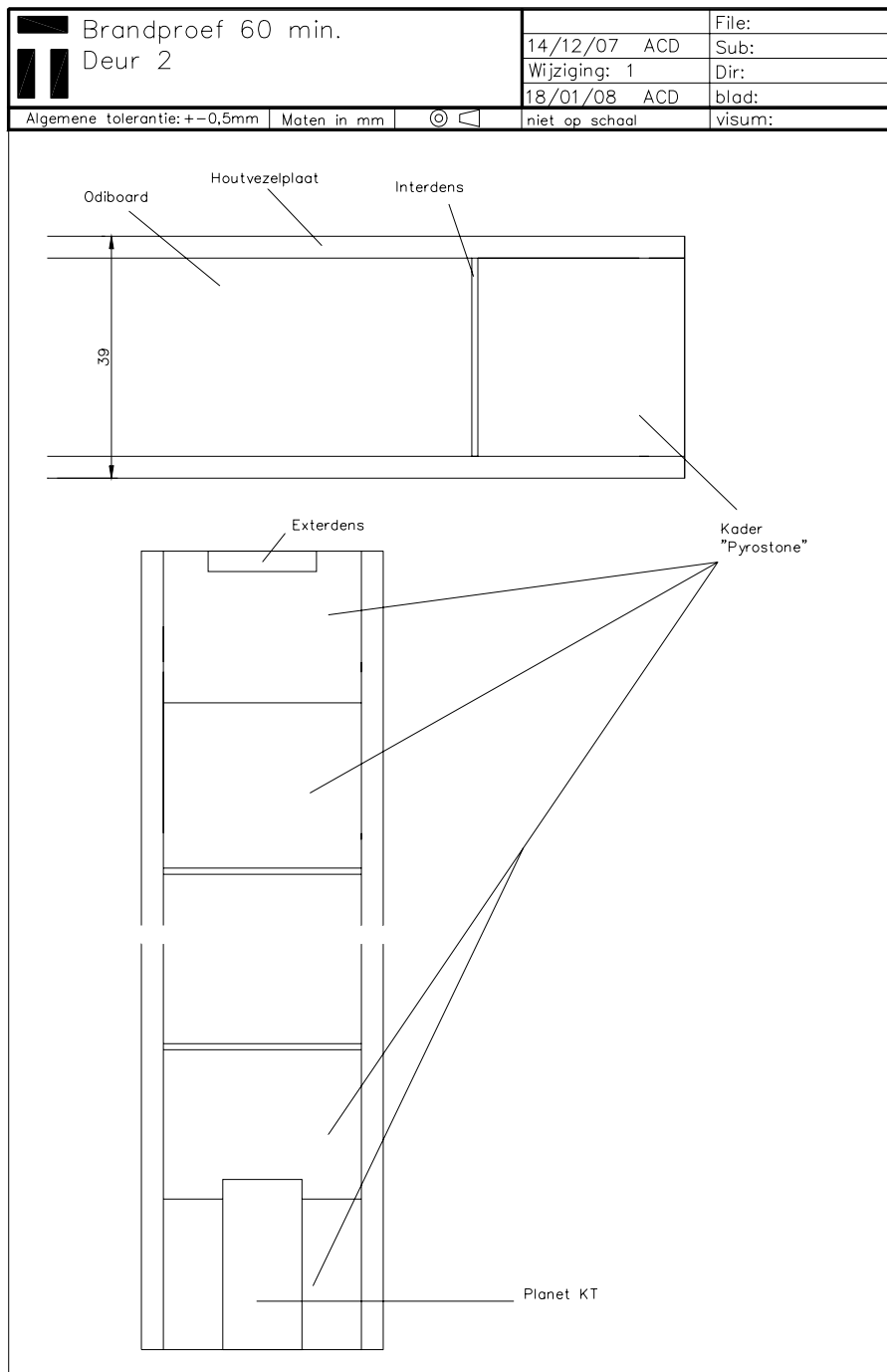
Meetpunt	W1 (mm)	W2 (mm)
1	2,5	5,0
2	2,0	5,0
3	2,5	6,0
4	2,0	4,0
5	1,5	2,5
6	2,0	3,0
7	2,0	4,0
8	2,0	6,0
9	3,0	3,0
10	2,0	2,0



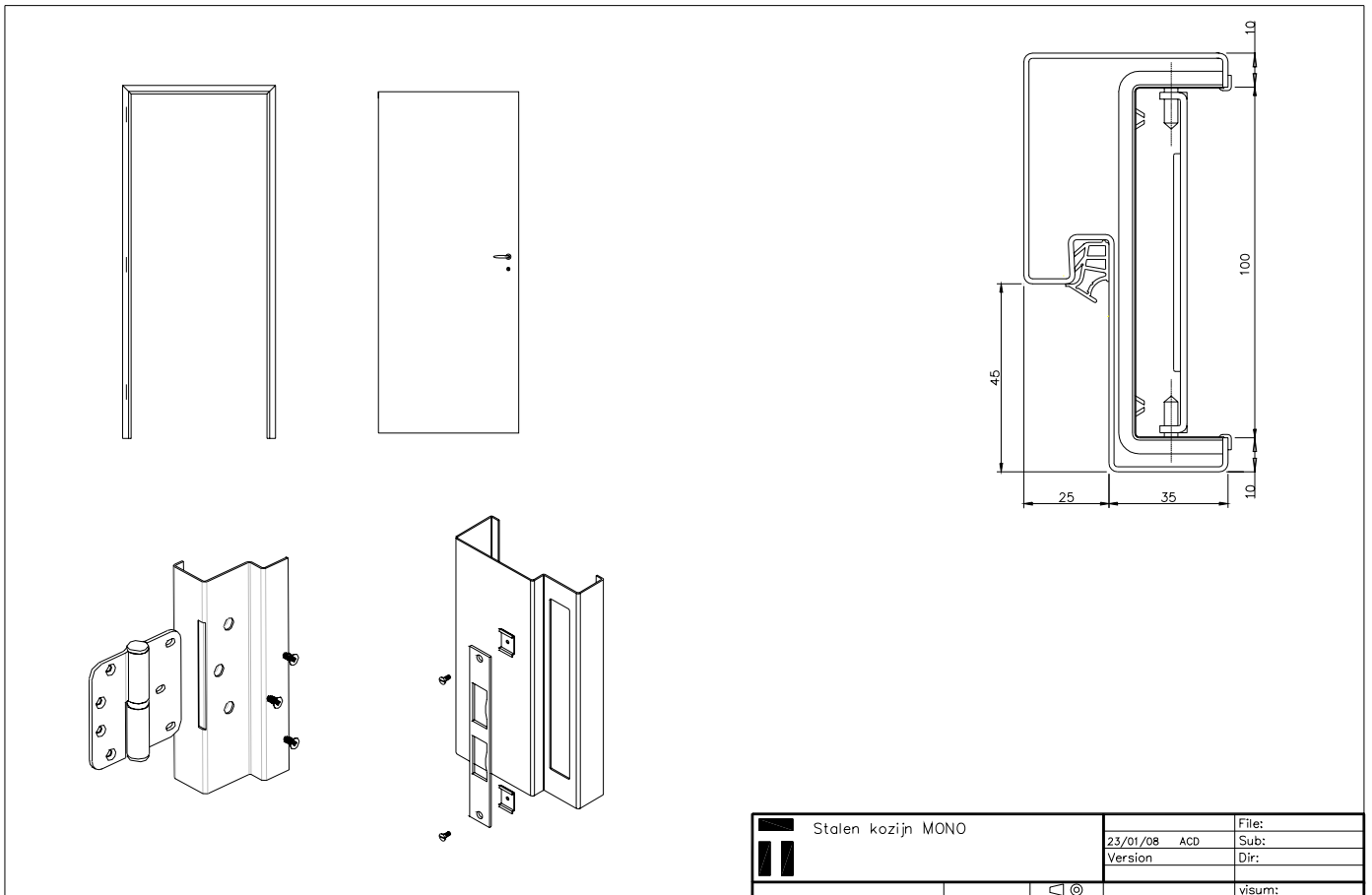
Figuur 3: Aanzicht deurconstructies, gezien vanaf de vuurzijde



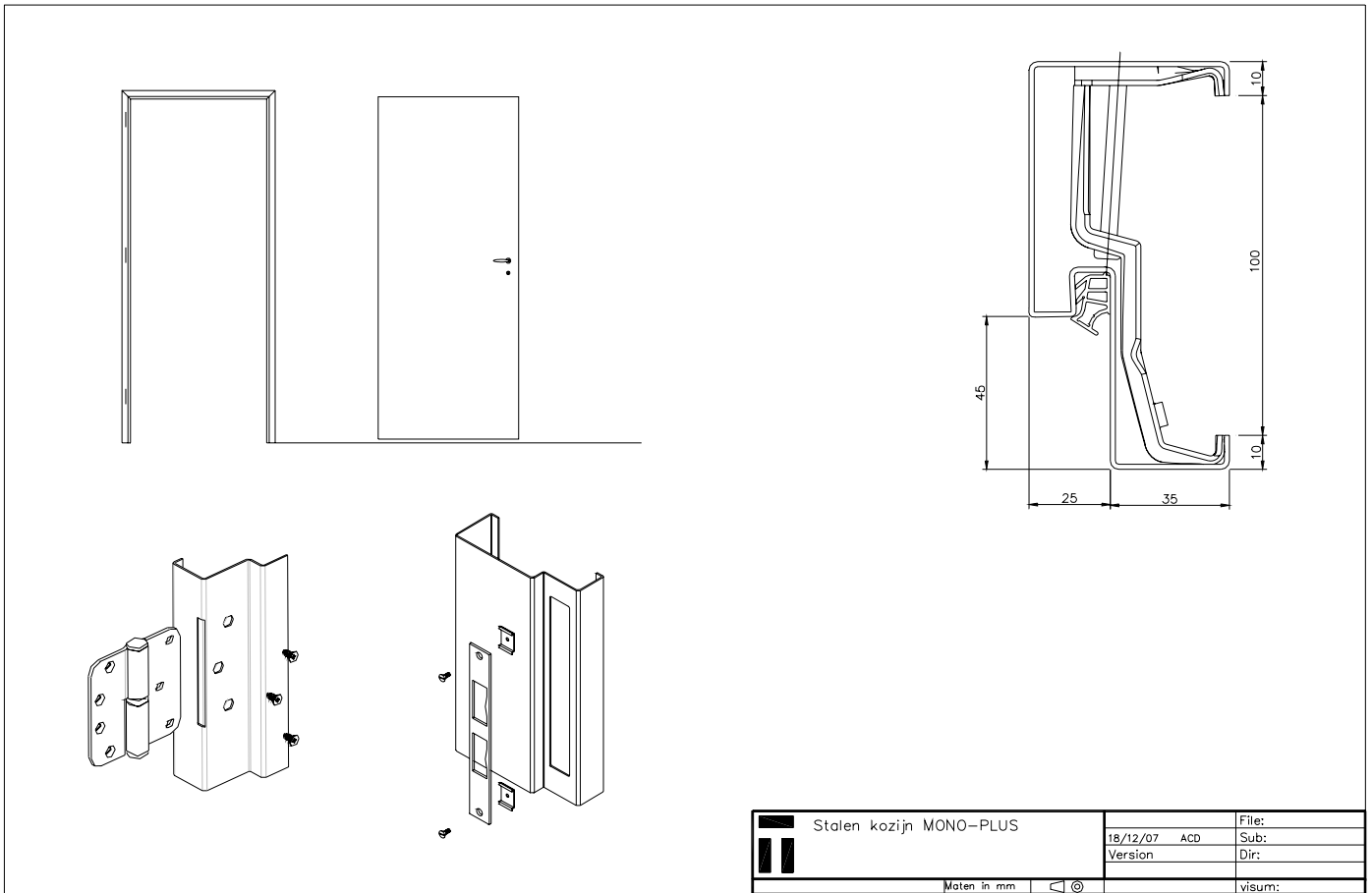
Figuur 4: Deur 1



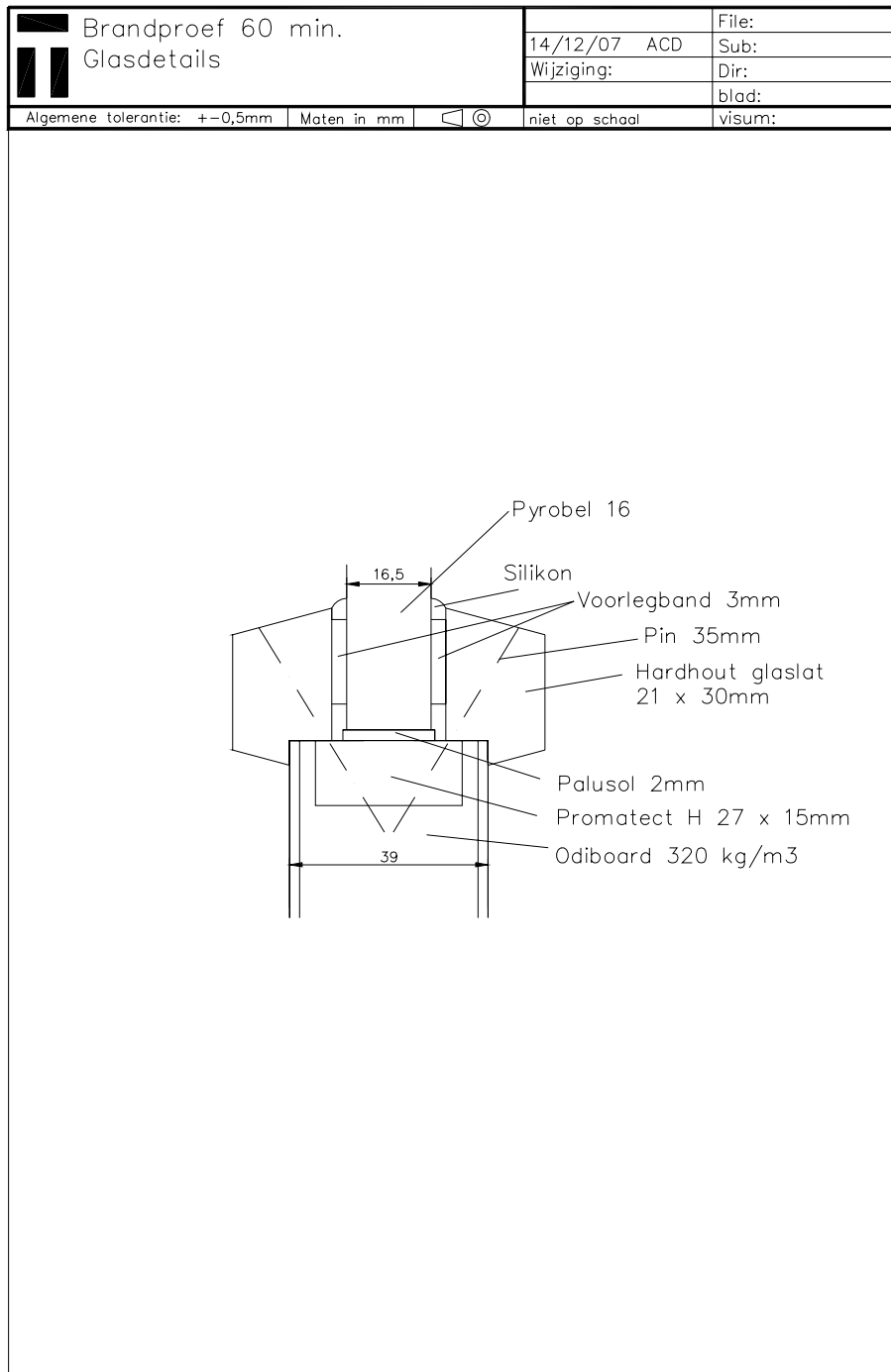
Figuur 5: Deur 2



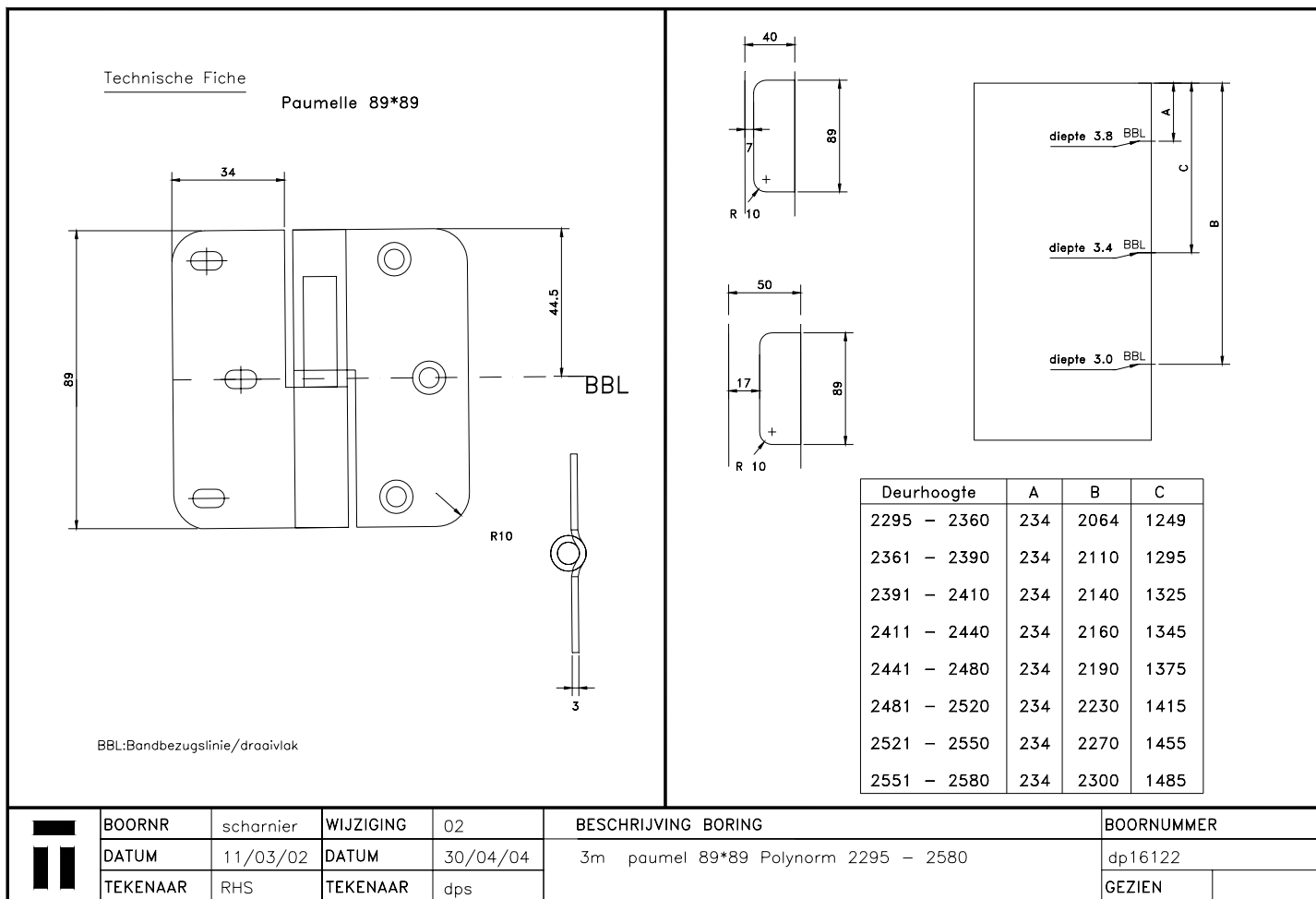
Figuur 6: kozijn Mono



Figuur 7: Kozijn Mono-plus



Figuur 8: Glasdetail



Figuur 9: Paumelle

## B Waarnemingen

N = niet direct verhitte zijde

V = direct verhitte zijde

Projectnr.: 2007518		Blad : 1 van 1
Tijd [min.]	Waarneming	
0	Start van de brandproef	
1'30"	1 <sup>e</sup> laag barst van beide beglazingen	
2'14"	Rook zichtbaar bij linkerbovenhoek van deur 1	
5'12"	Rook zichtbaar langs alle bovenhoeken van beide deuren	
7'00"	1 <sup>e</sup> laag van de beglazing kleurt bruin	
13'30"	Er vallen stukjes glas uit deur 1	
29'00"	Rook zichtbaar door alle hoeken van het kozijn	
30'30"	Rook zichtbaar rechts onder deur 1	
34'00"	Barsten in beglazing deur 1 kleurt bruin-zwart	
37'19"	Thermokoppel TC15 over $\Delta T$ 180 °C heen.	
38'00"	Meer rook zichtbaar door beide linker bovenhoeken van de deuren en het hout kleurt hier zwart	
41'00"	Deur 2 kleurt zwart aan de rechter bovenhoek langs de stijl.	
41'00"	Beide schilden kleuren zwart en er komt rook uit de cilinders	
48'00"	Thermokoppel TC33 over $\Delta T$ 180 °C heen.	
48'00"	Kitlaag komt overal langs de beglazing naar buiten ( witte kit )	
50'00"	Veel rook langs buitenkant van de beglazing tussen de kitlaag door	
	Veel rook zichtbaar langs alle bovenhoeken van de deuren	
56'00"	Wattenproef gedaan bij linker bovenhoek van deur 2, geen ontvlaming van de watten	
58'30"	Wederom wattenproef gedaan op zelfde locatie, weer geen ontvlaming van de watten	
59'30"	Korte vlammen zichtbaar aan rechterzijde van deur 2, langs het kozijn. Vlammen kruipen van onder naar boven langs het kozijn	
63'00"	Wattenproef gedaan links van thermokoppel TC23, geen ontvlaming van de watten	
69'00"	Het glas van de linkerdeur valt eruit. Einde verhitting.	



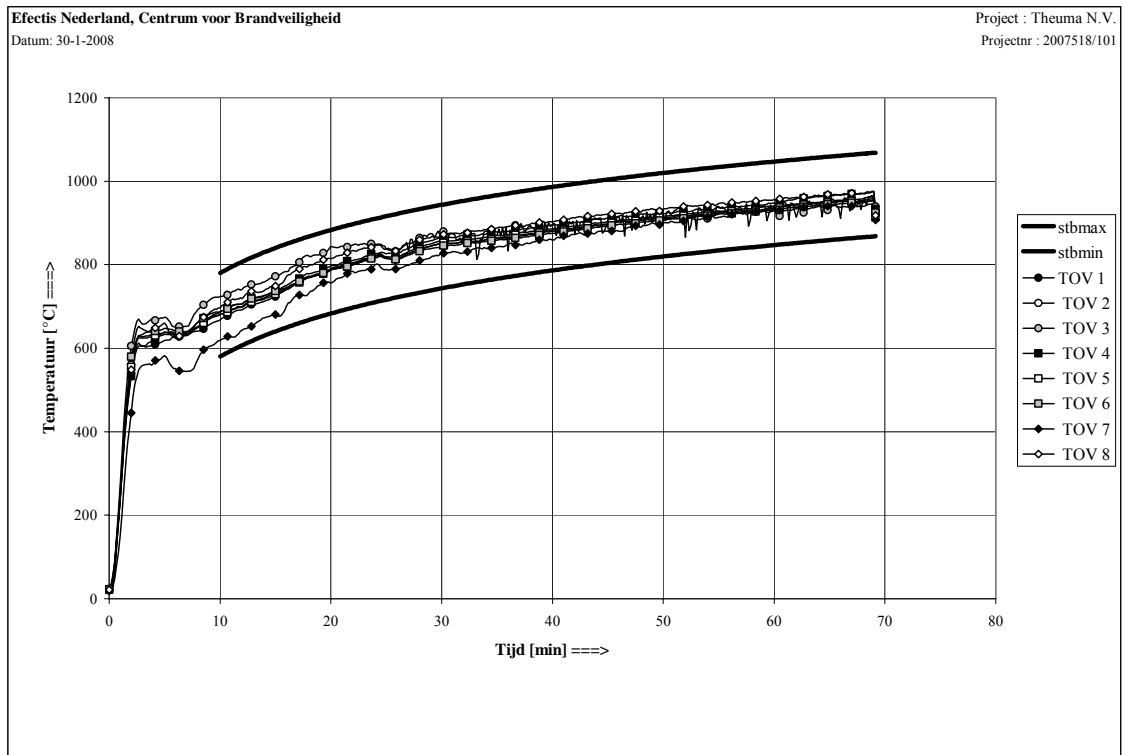
## **C Ovencondities**

Figuur C1: Gemeten gastemperaturen in de oven

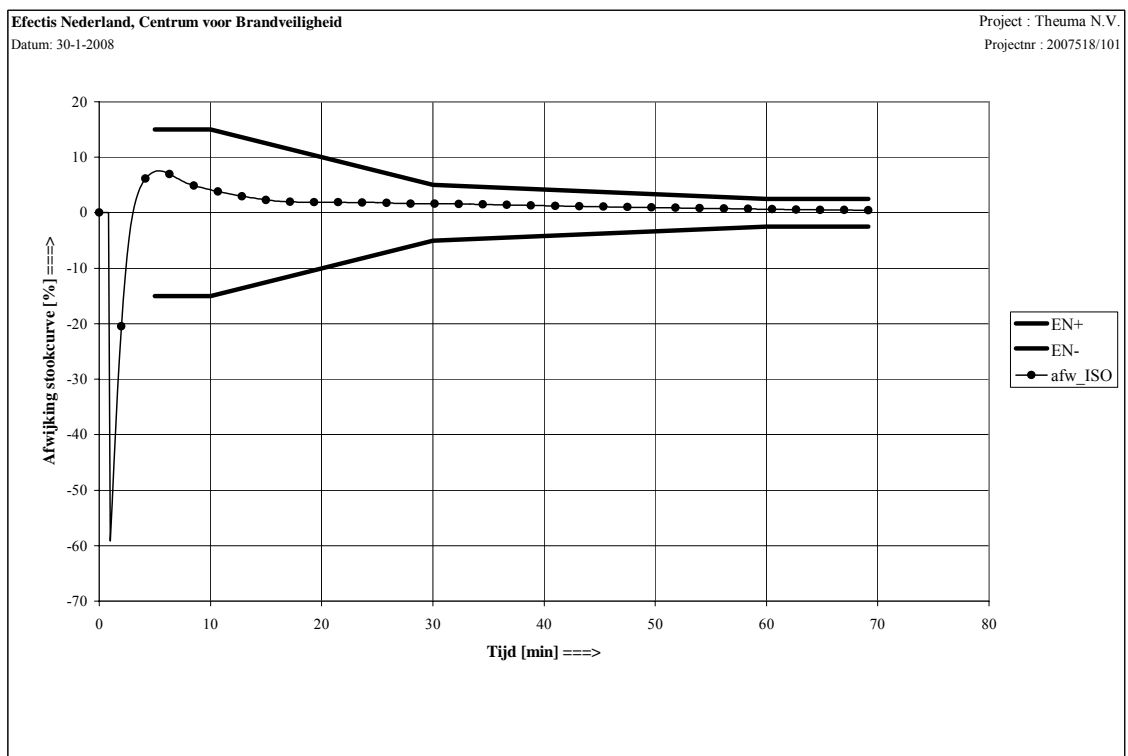
Figuur C2: Relatieve afwijking van de standaard brandkromme

Figuur C3: Gemeten druk in de oven

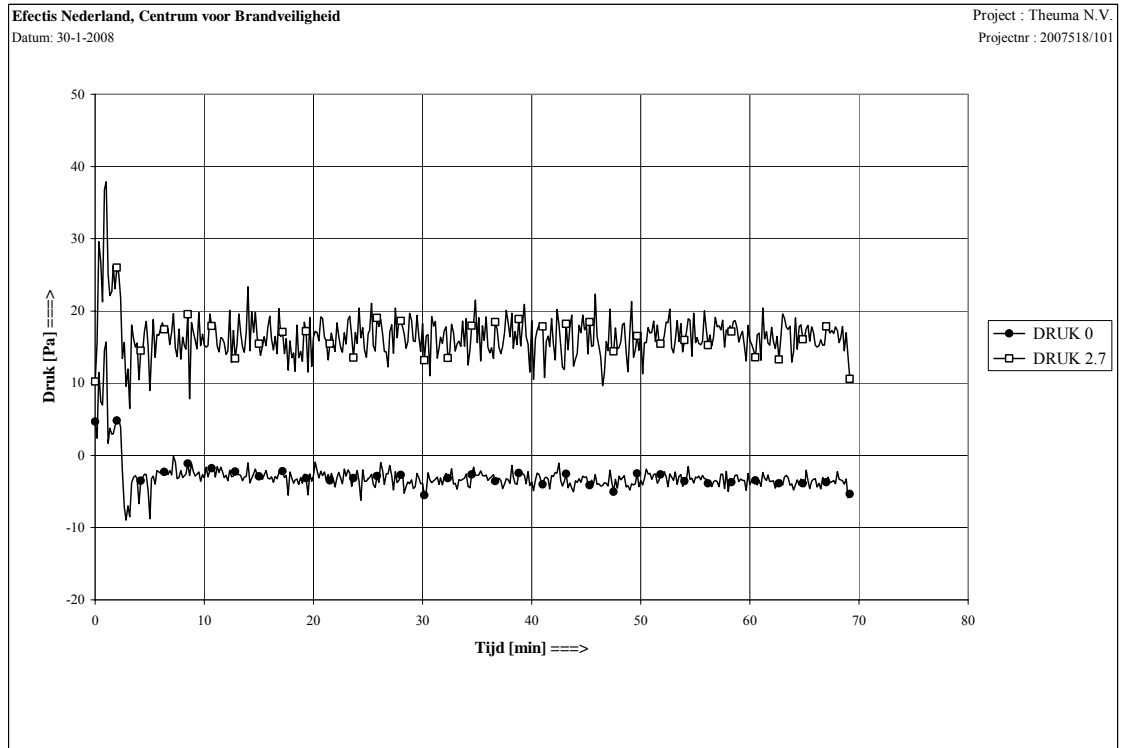
Figuur C4: Gemeten omgevingstemperatuur



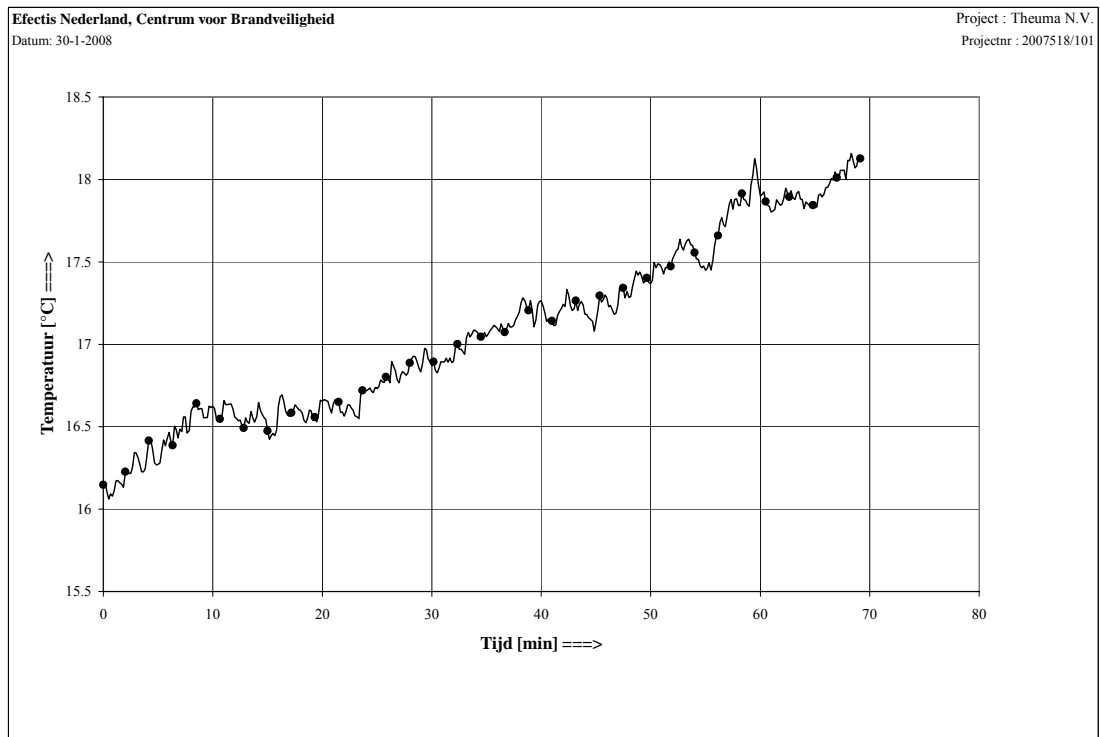
Figuur C1: Gemeten gastemperaturen in de oven



Figuur C2: Relatieve afwijking van de standaard brandkromme



Figuur C3: Gemeten druk in de oven



Figuur C4: Gemeten omgevingstemperatuur

## **D Meetresultaten**

Figuur D1: Posities van de thermokoppels

Figuur D2: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het linker deurblad

Figuur D3: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de beglazing van het linker deurblad

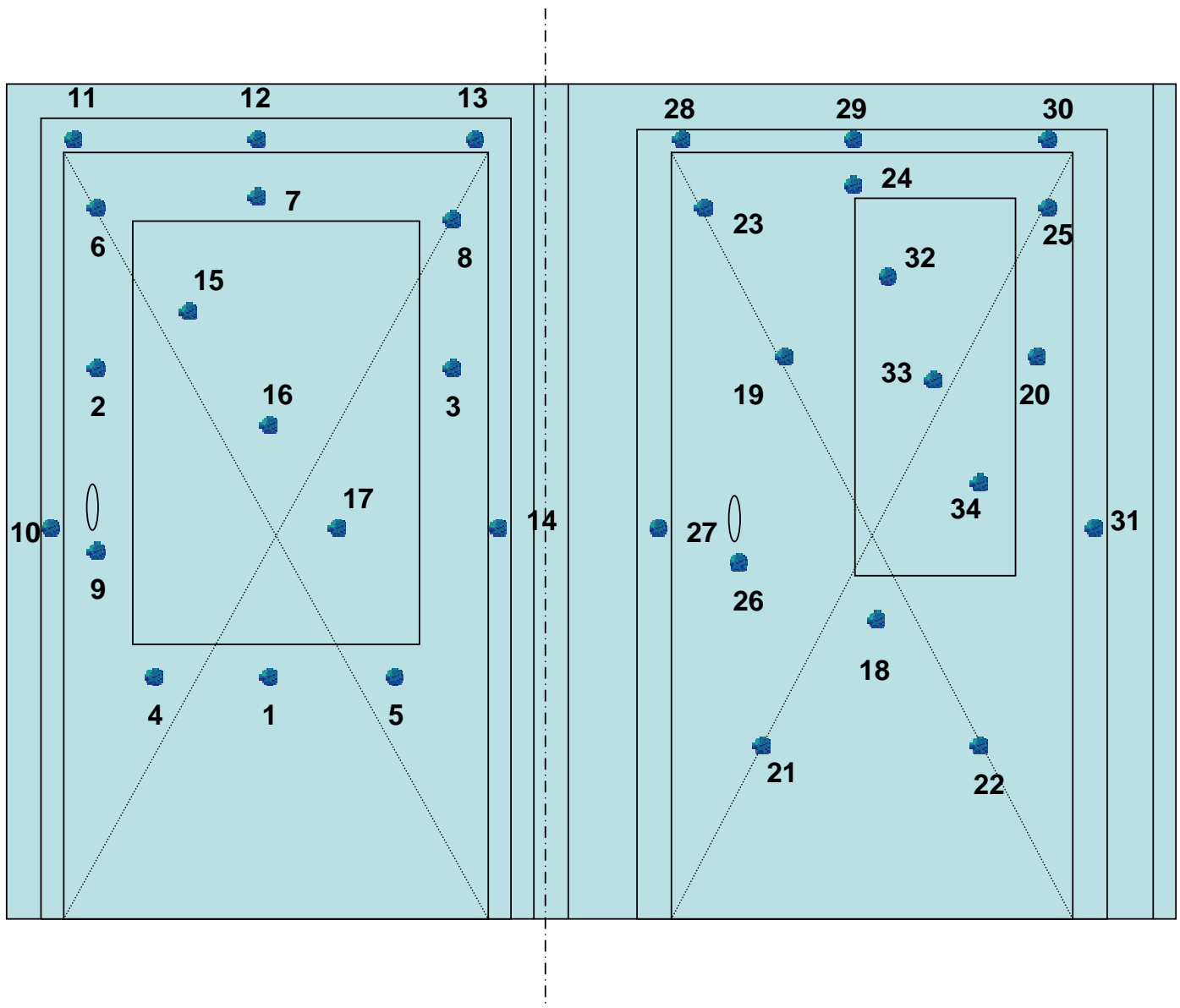
Figuur D4: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het kozijn van de linker deurconstructie.

Figuur D5: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het rechter deurblad

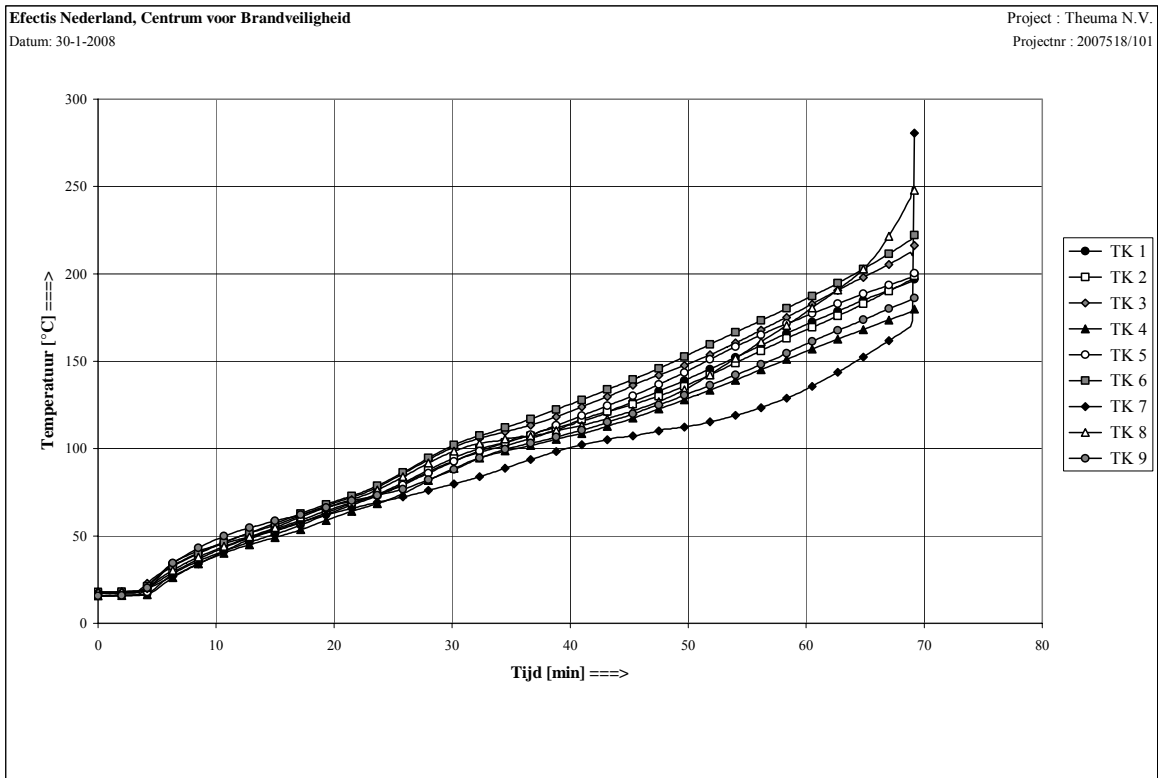
Figuur D6: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de beglazing van het rechter deurblad

Figuur D7: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het kozijn van de rechter deurconstructie

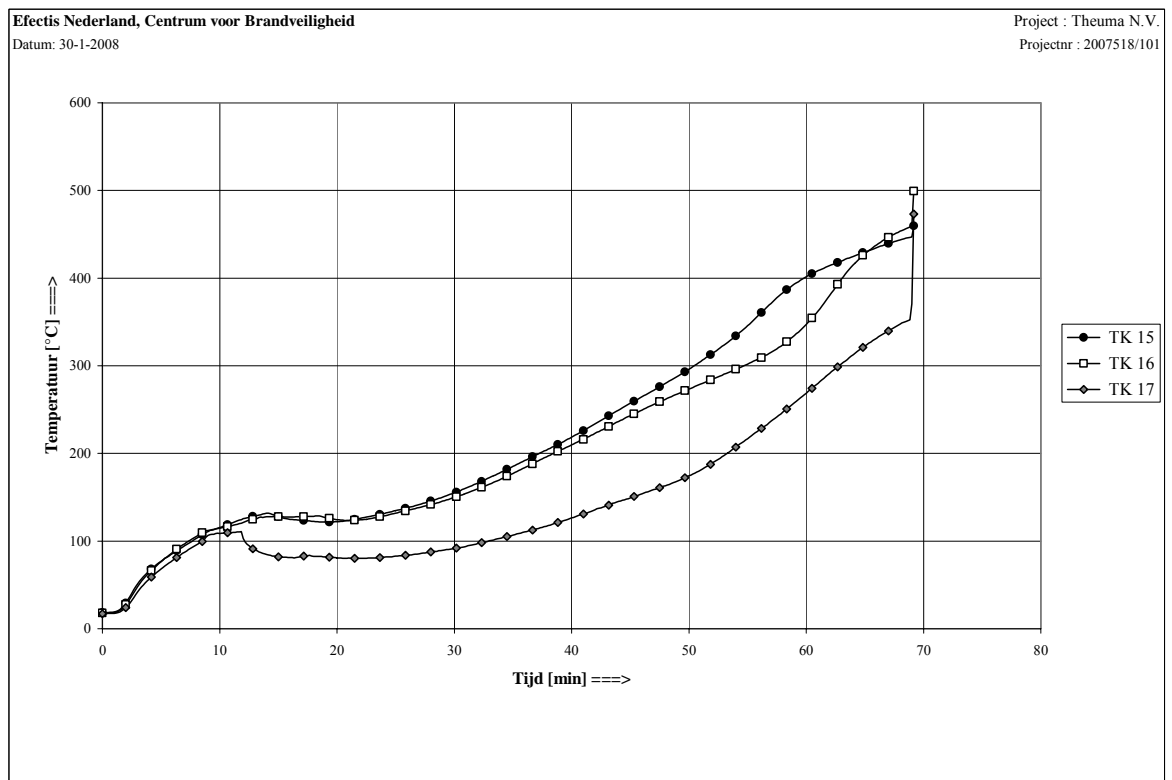
Figuur D 8: Gemeten warmtestraling op 1 meter afstand van de deurconstructies



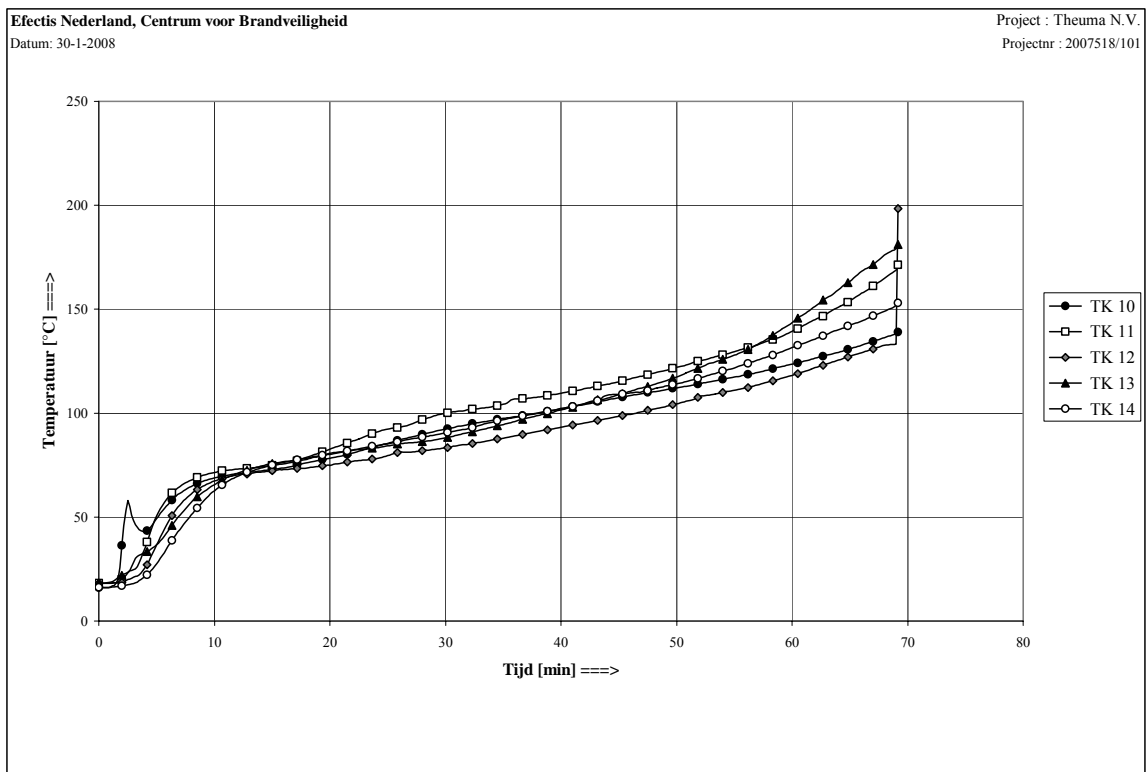
Figuur D1: Posities van de thermokoppels gezien vanaf de niet-verhitte zijde



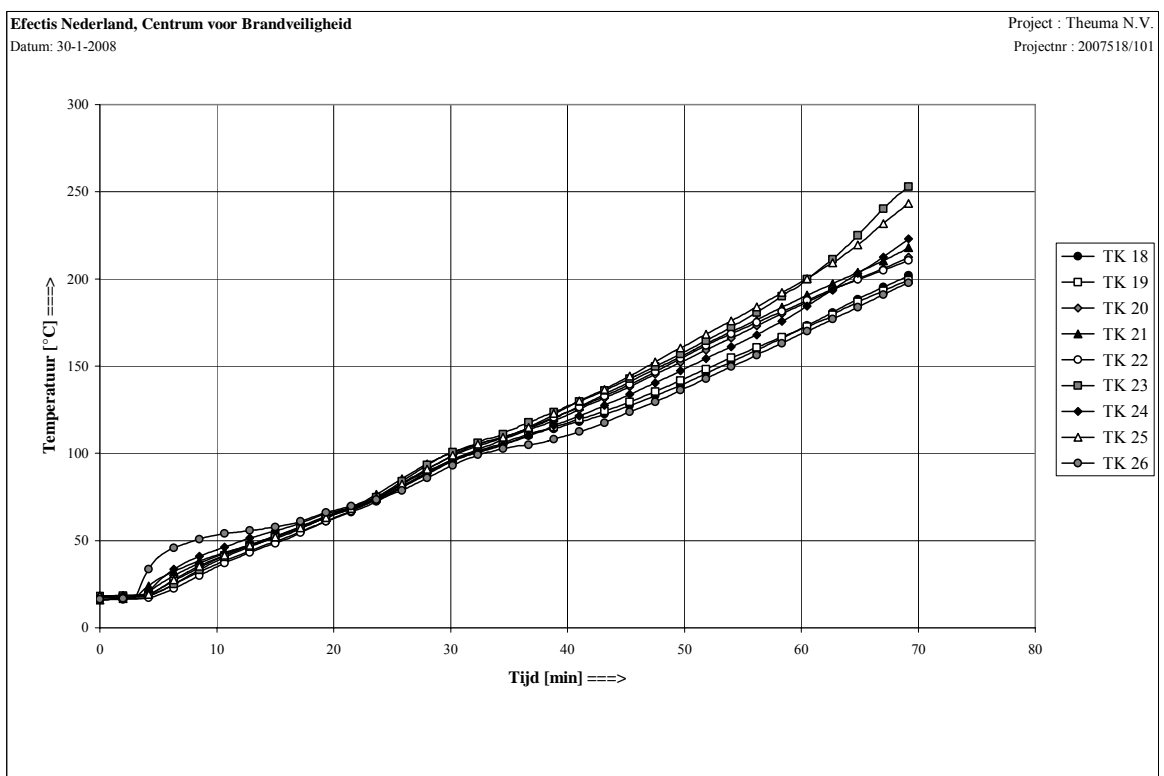
Figuur D2: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het linker deurblad



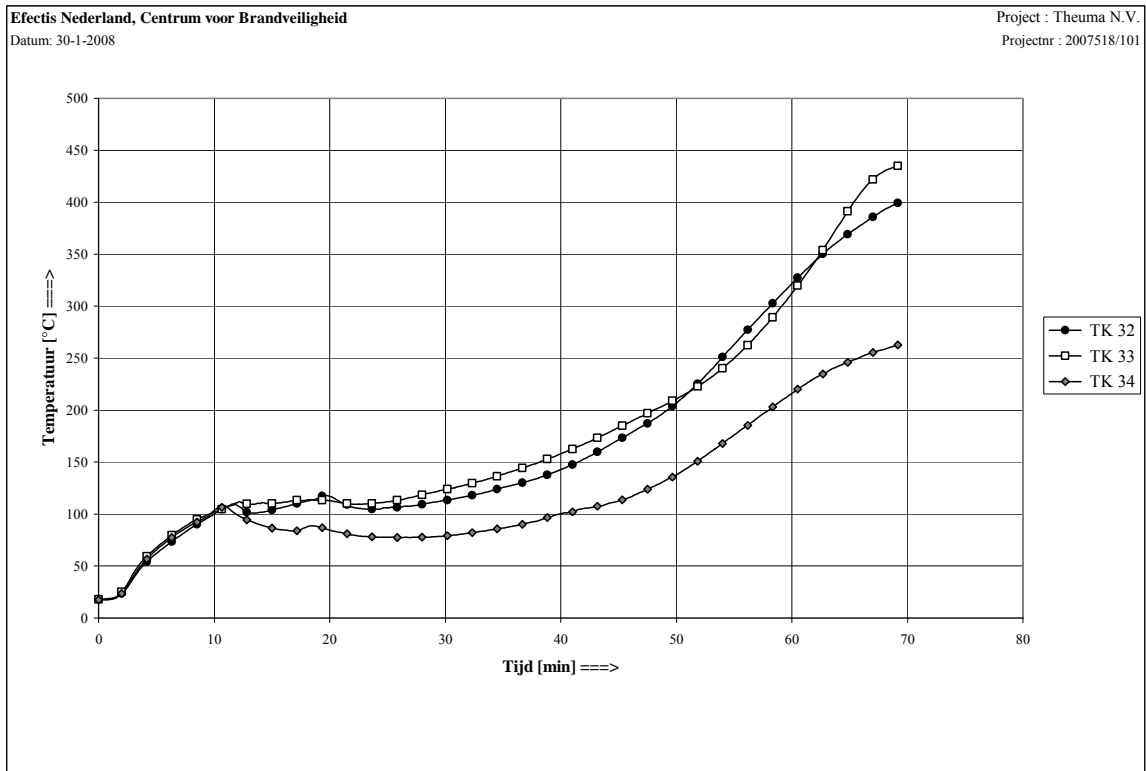
Figuur D3: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de beglazing van het linker deurblad



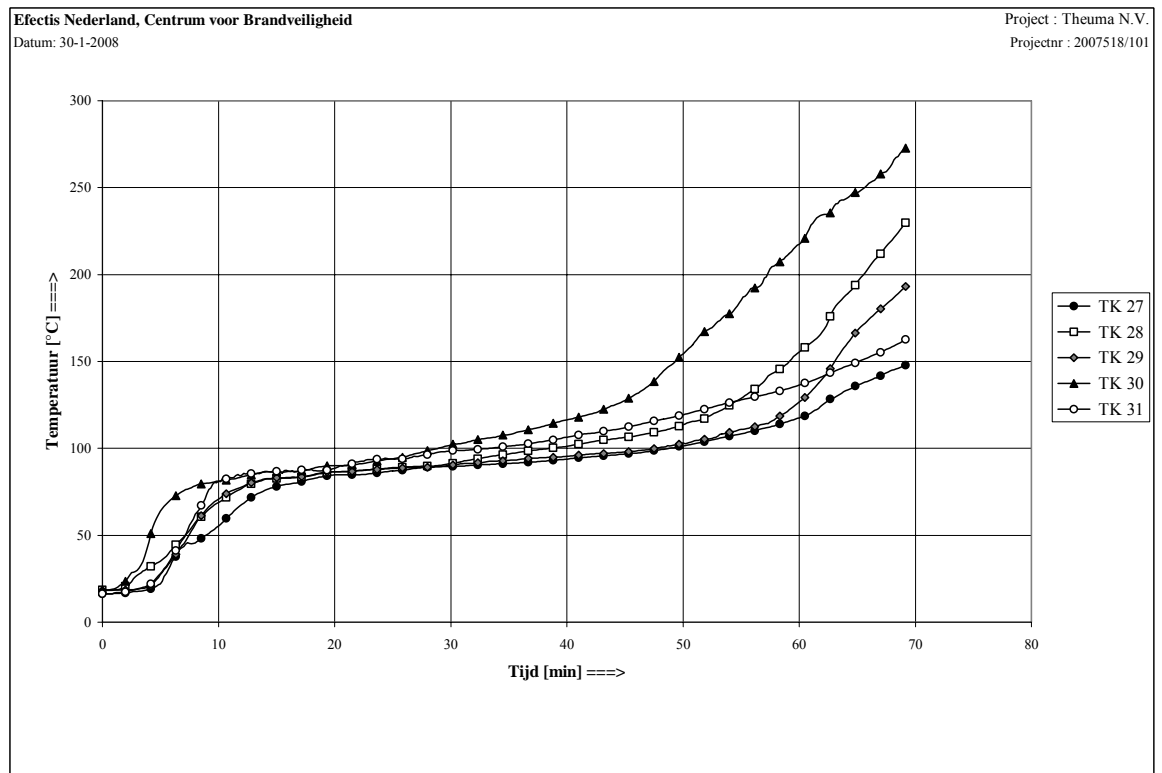
Figuur D4: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het kozijn van de linker deurconstructie



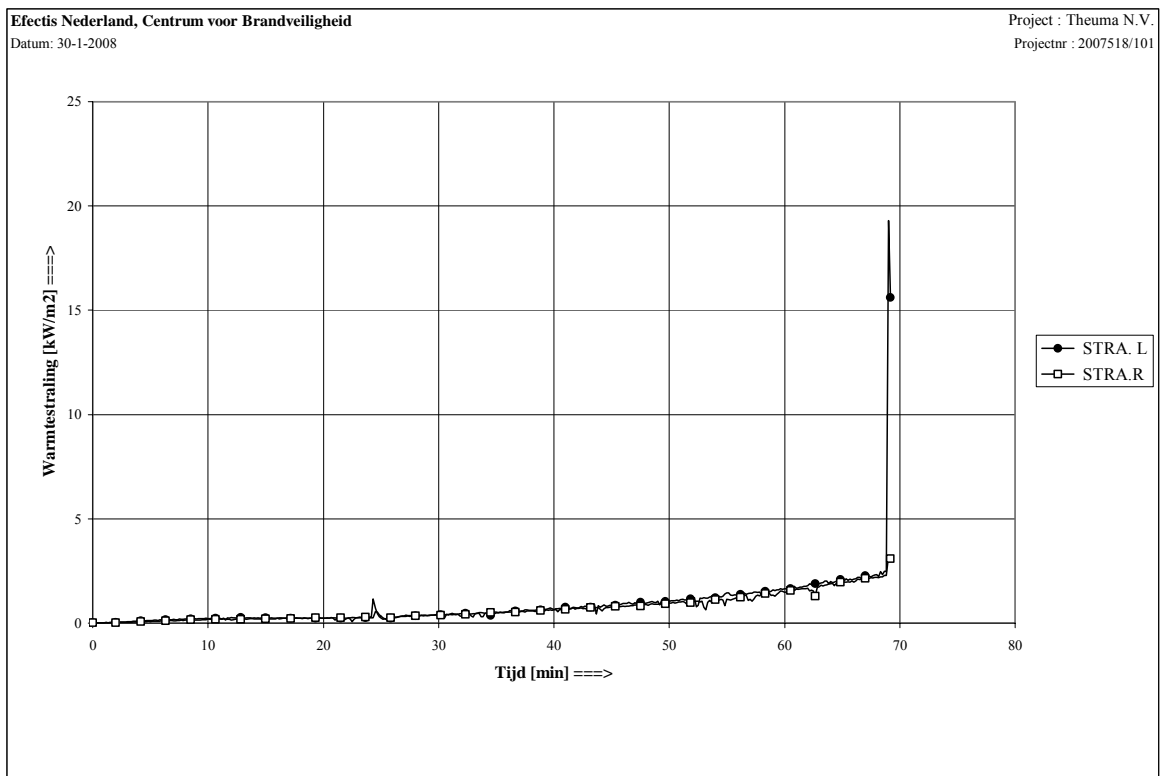
Figuur D5: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het rechter deurblad



Figuur D6: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de beglazing van het rechter deurblad



Figuur D7: Gemeten oppervlaktetemperaturen van het kozijn van de rechter deurconstructie



Figuur D8: Gemeten warmtestraling op 1 meter afstand van de deurconstructies

## E Foto's



Foto 1: Voor aanvang van de verhitting



Foto 2: Einde van de verhitting