

Seals Solutions B.V.
T.a.v. dhr. W. Fokker
Hoge Maat 1
3961 NC WIJK BIJ DUURSTEDE

Onze referentie 2021-Efectis-R000196[Rev.1]/KSP/TNL Bleiswijk, 10 februari 2021
Uw referentie Opdracht van 15 januari 2021
Projectnummer ENL-20-1274

Beoordeling brandwerendheid deurconstructies met roosters

Geachte heer Fokker,

U heeft Efectis Nederland BV verzocht een beoordeling uit te voeren van de verwachte brandwerendheid op basis van de criteria E (vlamdichtheid) en W (warmtestraling) van een tweetal deuren voorzien van roosters met bij brand opschuimend materiaal van Mann McGowan Fabrications Ltd.

Deze vraag kan niet worden beantwoord via Diap/Exap. Dit rapport betreft derhalve een expert judgement of deskundigenverklaring.

Een beoordeling van Efectis Nederland BV is een uitspraak van een te verwachten brandwerendheid en is bedoeld als gelijkwaardigheidsbepaling, als bedoeld in Artikel 1.3 van het Bouwbesluit, ten aanzien van de volgens NEN 6068 te bepalen weerstand tegen branddoorslag. Een beoordeling is geen classificatie en is ook niet bedoeld voor classificatie conform EN13501-2 en/of onderbouwing voor een prestatieverklaring (DoP) voor producten waar CE markering voor verplicht is.

1. BEOORDELINGSVRAAG

Gevraagd is welke prestatie voor brandwerendheid wordt verwacht met de voorgestelde deuren (inclusief roosters) wat betreft de criteria voor vlamdichtheid (E) en warmtestraling (W) bij blootstelling aan de (standaard) brandcurve beschreven in EN 1363-1.

De beoordeling van de brandwerendheid wordt gebaseerd op Bijlage A van NEN 6069+A1+C1:2019 (NEN 6069:2019) waarbij de volgende criteria zijn gehanteerd:

Vlamdichtheid (E)

Het criterium vlamdichtheid houdt in, zoals het woord aangeeft, dat er in de scheidingsconstructie geen openingen mogen ontstaan waardoor zich hete/onverbrande gassen/vlammen verplaatsen naar de niet-direct verhitte zijde van de constructie.

Thermische Isolatie (W)

De brandwerendheid met betrekking tot de thermische isolatie wordt bepaald door het moment waarop de warmtestraling aan de niet-verhitte zijde op een afstand van 1 meter van het profstuk 15 kW/m² overschrijdt.

2. BEOORDELINGSBASIS

Het betreft de beoordeling van twee deuren waarvan bij brandproef geen meting van warmtestraling is uitgevoerd en geen thermokoppels zijn aangebracht ter plaatse van de deur, waardoor de testgegevens niet volledig zijn. Derhalve zal de conclusie worden gegeven als een verwachting van de brandwerendheid in de zin van Bijlage A van NEN 6069:2019. De verwachting is gebaseerd op de thans bij Efectis aanwezige kennis en ervaring met betrekking tot de bepaling van de brandwerendheid van dergelijke constructies.

3. DOCUMENTATIE

Voor het opstellen van deze beoordeling is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Testrapport no. 391351 (EXOVA Warrington Fire, d.d. 8-3-2018).

Hieronder is een beschrijving gegeven van de in rapport no. 391351 geteste constructies. Voor details verwijzen wij naar het testrapport.

4. BESCHRIJVING GETESTE CONSTRUCTIES

Op een deurstel A en B is op 8 maart 2018 een test uitgevoerd op basis van de EN 1634-1:2014 door Warrington Fire. De bevindingen zijn vastgelegd in het rapport 391351. Warringtonfire was ten tijde van de test een Notified Body (no. 0833) en in het VK geaccrediteerd voor testen volgens BS EN 1634-1:2014 (UKAS nr. 0249). De testen werden uitgevoerd volgens de norm BS-EN 1634-1:2014 met de deuren openend naar het vuur toe.

4.1 DEURSTEL A

4.1.1 Opbouw

Deurstel A bestaat conform rapport 391351 uit:

- Ondersteuningsconstructie:
 - o Steenachtige wand
- Kozijn:
 - o Zachthout $\geq 450 \text{ kg/m}^3$
 - o Buitenafmeting 996x2078mm
 - o Kozijndoorsnede 95x44, sponning 45x12mm
 - o Bevestiging met stalen schroeven $\varnothing 5.8\text{mm}$, lengte 150mm + kunststof pluggen
- Deurblad Halspan Optima 44mm
 - o Afmeting (44x926x2040mm)
 - o Kern: spaanplaat
 - o Randhout: 6mm hardhout (Sapele)
- Hang- en sluitwerk:
 - o Scharnieren type Royde & Tucker Hi Load 105 Lift off, voorzien van 1mm. dik interdens en bevestigd met 3 schroeven lengte 30mm, $\varnothing 4\text{mm}$. De drie scharnieren waren aangebracht op 280mm, 1062 en 1845mm vanaf onderzijde.
 - o Sluiting Smith & Locke Ltd 3006K (geschroefd), voorzien van 1mm dik interdens, gesloten tijdens test
 - o Handgreep Locke & Co Ltd 2000 (geschroefd)
- Deurdranger: Rutland Trading Co. Ltd type TS3204
- Rooster
 - o Type Mann McGowan Pyrogril 100
 - o Afmeting 598x596x38

- Aan zijkant in deur geschroefd met stalen schroeven lengte 75mm, \varnothing 4.3mm en h.o.h. afstand 100mm
- Randon afgedicht met Pyromas A bij brand opschuimende kit

4.1.2 Resultaten deur A

- Vlamdichtheid : 40 minuten
- Thermische isolatie deurblad zonder rooster : 40 minuten

In de eerste 8 minuten en 50 seconden van de test is de vlamdichtheid van het rooster niet gemeten omdat dit nog moest opschuimen.

4.2 DEURSTEL B

4.2.1 Opbouw

Deurstel B heeft ten opzichte van deurstel A een zwaarder kozijn, een dikker deurblad en meer bescherming van hang- en sluitwerk. Deurstel B bestaat conform rapport 391351 uit:

- Ondersteuningsconstructie:
 - Steenachtige wand
- Kozijn:
 - Hardhout $\geq 640 \text{ kg/m}^3$
 - Buitenafmeting 996x2078mm
 - Kozijndoorsnede 95x44, sponning 55x12mm
 - Bevestiging met stalen schroeven $\varnothing 5.8\text{mm}$, lengte 150mm + kunststof pluggen
- Deurblad Halspan Optima 54mm
 - Afmeting (54x926x2040mm)
 - Kern: spaanplaat
 - Randhout: 6mm hardhout (Sapele)
- Hang- en sluitwerk:
 - Scharnieren type Royde & Tucker Hi Load 105 Lift off, voorzien van 3mm. dik interdens en bevestigd met 3 schroeven lengte 30mm, \varnothing 4mm.
De drie scharnieren waren aangebracht op 280mm, 1062 en 1845mm vanaf onderzijde.
 - Sluiting Smith & Locke Ltd 3006K (geschroefd), voorzien van 2mm dik interdens, gesloten tijdens test
 - Handgreep Locke & Co Ltd 2000 (geschroefd)
- Deurdranger: Rutland Trading Co. Ltd type TS3204
- Rooster
 - Type Mann McGowan Pyrogril 100
 - Afmeting 598x596x38
 - Aan zijkant in deur geschroefd met stalen schroeven lengte 75mm, \varnothing 4.3mm en h.o.h. afstand 100mm
 - Randon afgedicht met Pyromas A bij brand opschuimende kit

4.2.2 Resultaten deur B

- Vlamdichtheid : 69 minuten
- Thermische isolatie deurblad zonder rooster : 69 minuten

In de eerste 8 minuten en 50 seconden van de test is de vlamdichtheid van het rooster niet gemeten omdat dit nog moest opschuimen.

5. BEOORDELING

Efectis Nederland BV heeft de beoordeling van de brandwerendheid gebaseerd op de in dit hoofdstuk genoemde overwegingen.

5.1.1 Vlamdichtheid

Op basis van het testrapport 391351 is de vlamdichtheid bij deurstel A geëindigd na 40 minuten, op welk moment voor langere tijd vlammen zichtbaar waren aan niet-brandzijde ter plaatse van het middelste scharnier. Daarbij is opgemerkt dat tot 8 minuten en 50 seconden metingen niet mee zijn geteld omdat het rooster nog niet volledig af was gesloten door de bij brand opschuimende materialen.

Het resultaat voor vlamdichtheid wordt bruikbaar geacht omdat:

- In de observaties geen melding gedaan van zichtbare vlammen door het rooster en deze ook niet voorkomen op foto's. Doorstromen van rook wordt genoemd, maar lijkt op basis van de foto's beperkt van aard en niet zodanig dat gevaar bestaat op vroegtijdige branduitbreiding ten gevolge van deze rook.
- Tevens gekeken wordt naar het stralingscriterium, waarbij het wattenkussen voor classificering volgens EN 13501-2 niet wordt gebruikt omdat dit (vooral bij transparante constructies) zou kunnen ontbranden ten gevolge van straling in plaats van door hete gassen. Het aantonen van hete gassen is het doel van de wattenproef.

5.1.2 Warmtestraling

In de test volgens testrapport 391351 zijn geen metingen uitgevoerd m.b.t. warmtestraling of oppervlaktetemperatuur op het rooster.

Op de deur zelf is wel gemeten. De maximale temperatuur gemeten op t=40 minuten op het deuropervlak is 73°C.

De temperatuur van het rooster is niet bekend. Na het opschuimen van het rooster betreft dit echter een (vrijwel) luchtdichte scheiding.

Een (zeer) veilige aanname voor oppervlaktetemperatuur kan gemaakt worden door een stationaire berekening te maken van de temperatuurverdeling waarbij

- Voor brandzijde de brandkromme op t=40 minuten aan wordt gehouden (885°C).
- Het rooster gezien wordt als een plaat zonder thermische isolatie of thermische massa. Het gehele rooster heeft dan één temperatuur, bepaald door de overgangswaarden.
- Als overgangswaarden aangehouden wordt:
 - o $R_1=0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$ aan brandzijde
 - o $R_2=0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$ aan niet-brandzijde

De (oppervlakte)temperatuur van het rooster is dan gelijk aan:

$$T_{\text{oven}} - (R_1 / (R_1 + R_2)) \times (T_{\text{oven}} - T_{\text{omgeving}}) = 885 - (0,02 / (0,02 + 0,125)) \times (885 - 20) = 765^\circ\text{C}.$$

De warmtestraling welke van het rooster afkomt wordt bepaald door de formule:

$$Q/t = \sigma \times e \times (T_a^4 - T_b^4) \quad [\text{W/m}^2]$$

Wordt vervolgens aangehouden:

$e = 1$ (emissiecoëfficiënt, worst-case)

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ (constante Stefan Boltzmann) $[\text{J/s} \times \text{m}^2 \times \text{K}^4]$

Dan volgt daaruit een worst-case bronstraling voor het rooster van:

$$5,67 \times 10^{-8} \times (765+273)^4 - (20+273)^4 / 1000 = 65,40 \text{ kW/m}^2.$$

en voor de deur (oppervlaktetemperatuur 73°C van:

$$5,67 \times 10^{-8} \times (73+273)^4 - (20+273)^4 / 1000 = 0,39 \text{ kW/m}^2.$$

De bijdrage aan de warmtestraling op 1 meter afstand kan bepaald worden door deze te vermenigvuldigen met de zichtfactor volgens de formule uit 8.5.3 van de NEN 6060:

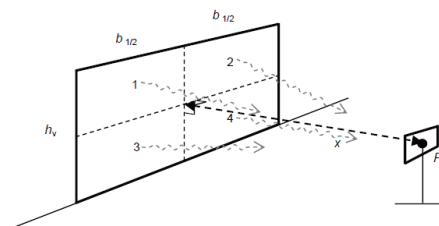
$$F_v = \frac{4}{2\pi} \times \left(h_r \times F_A \times \arctan(F_A) + \left(\frac{F_B}{h_r} \right) \arctan(F_B) \right)$$

met

$$h_r = \frac{1}{2} \times \frac{h_v}{b_{1/2}}$$

$$F_A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}}$$

$$F_B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}}$$

$$x_r = \frac{x}{b_{1/2}}$$


en in dit geval $h_v =$ hoogte van het rooster (0,6m). Dit resulteert in

$$h_r = \frac{1}{2} \times (0,6/0,3) = 1$$

$$x_r = 1/0,3 = 3,33$$

$$F_a = 1 / (1^2 + (1/0,3)^2)^{0,5} = 0,287$$

$$F_b = 1 / (1 + (3,333^2))^{0,5} = 0,287$$

$$F_v = (4/2\pi) \times (0,287 \times \arctan(0,287) + (0,287) \times \arctan(0,287)) = 0,102$$

De bijdrage van het rooster aan de warmtestraling op 1 meter afstand is daarmee minder dan $65,40 \times 0,102 = 6,67 \text{ kW/m}^2$.

Gezien de te verwaarlozen bijdrage van warmtestraling gevormd door het deur en kozijn (bronstraling $\leq 0,39 \text{ kW/m}^2$) is het aannemelijk dat de deurstel A na 40 minuten nog ruim voldoet aan het criterium voor warmtestraling.

Daarbij wordt nog opgemerkt dat in de praktijk de stralingsbijdrage van het rooster aanzienlijk lager zal zijn vanwege het thermisch isolerend effect van de opschuimende lagen in het rooster, waarmee nu geen rekening is gehouden. Plaatselijk zijn bij op het rooster van deurstel B na 51 minuten temperaturen gemeten van 131°C , wat overeen zou komen met een bronstraling van $1,1 \text{ kW/m}^2$.

Op basis van het bovenstaande verwacht Efectis dat de brandwerendheid van de Deur A constructie met rooster tenminste 40 minuten zal bedragen betrokken op de criteria vlamdichtheid (E) en warmtestraling (W).

5.2 DEURSTEL B

5.2.1 Vlamdichtheid

Op basis van het testrapport 391351 is de vlamdichtheid bij deurstel B geëindigd na 69 minuten en 10 seconden, op welk moment voor langere tijd vlammen zichtbaar waren aan niet-brandzijde ter plaatse van rooster. Daarbij is opgemerkt dat tot 8 minuten en 50 seconden metingen niet mee zijn geteld omdat het rooster nog niet volledig af was gesloten door de bij brand opschuimende materialen.

Het resultaat voor vlamdichtheid wordt bruikbaar geacht omdat:

- In de observaties tot 69 minuten geen melding is gedaan van zichtbare vlammen door het rooster en deze ook niet voorkomen op foto's. Doorstromen van rook wordt genoemd, maar lijkt op basis van de foto's beperkt van aard en niet zodanig dat gevaar bestaat op vroegtijdige branduitbreiding ten gevolge van deze rook
- Tevens gekeken wordt naar het stralingscriterium, waarbij het wattenkussen voor classificering volgens EN 13501-2 niet wordt gebruikt omdat dit bij EW constructies zou kunnen ontbranden te gevolge van straling in plaats van hete gassen. Het aantonen van hete gassen is het doel van de wattenproef.

Op basis van bovenstaande wordt het aannemelijk geacht dat deurstel B voldoet aan de criteria voor vlamdichtheid voor tenminste 69 minuten.

5.2.2 Warmtestraling

In de test volgens testrapport 391351 zijn geen metingen uitgevoerd m.b.t. warmtestraling of oppervlaktetemperatuur op het rooster.

Op de deur zelf is wel gemeten. De maximale temperatuur gemeten op $t=69$ minuten op het deuropervlak is 87°C .

De temperatuur van het rooster is op één moment plaatselijk gemeten (131°C na 51 minuten), op het rooster zelf zaten geen thermokoppels. Na het opschuimen van het rooster betreft dit echter een (vrijwel) luchtdichte scheiding.

Een (zeer) veilige aanname voor oppervlaktemperatuur kan gemaakt worden door een stationaire berekening te maken van de temperatuurverdeling waarbij:

- Voor brandzijde de brandkromme op t=69 minuten aan wordt gehouden (968°C).
- Het rooster gezien wordt als een plaat zonder thermische isolatie of thermische massa. Het gehele rooster heft dan één temperatuur, bepaald door de overgangsweerstanden.
- Als overgangsweerstanden aangehouden wordt:
 - o $R_1=0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$ aan brandzijde
 - o $R_2=0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$ aan niet-brandzijde

De (oppervlakte)temperatuur van het rooster is dan gelijk aan:

$$T_{\text{oven}} - (R_1 / (R_1 + R_2)) \times (T_{\text{oven}} - T_{\text{omgeving}}) = 968 - (0,02 / (0,02 + 0,125)) \times (968 - 20) = 834^\circ\text{C}.$$

De warmtestraling welke van het rooster afkomt wordt bepaald door de formule:

$$Q/t = \sigma \times e \times (T_a^4 - T_b^4) \quad [\text{W/m}^2]$$

Wordt vervolgens aangehouden:

$e = 1$ (emissiecoëfficiënt, worst-case)

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ (constante Stefan Boltzmann) $[\text{J/s} \times \text{m}^2 \times \text{K}^4]$

Dan volgt daaruit een worst-case bronstraling voor het rooster van:

$$5,67 \times 10^{-8} \times (834 + 273)^4 - (20 + 273)^4 / 1000 = 84,73 \text{ kW/m}^2.$$

en voor de deur (oppervlakte temperatuur 87°C) van:

$$5,67 \times 10^{-8} \times (70 + 273)^4 - (20 + 273)^4 / 1000 = 0,534 \text{ kW/m}^2.$$

De bijdrage aan de warmtestraling op 1 meter afstand kan bepaald worden door deze te vermenigvuldigen met de zichtfactor volgens de formule uit 8.5.3 van de NEN 6060.

Deze is gelijk aan $F_v = 0,102$ (voor berekening zie deurstel A).

De bijdrage van het rooster aan de warmtestraling op 1 meter afstand is daarmee minder dan $84,73 \times 0,102 = 8,64 \text{ kW/m}^2$.

Gezien de te verwaarlozen bijdrage van warmtestraling gevormd door het deur en kozijn (bronstraling $\leq 0,53 \text{ kW/m}^2$) is het aannemelijk dat de deurstel B na 69 minuten nog ruim voldoet aan het criterium voor warmtestraling.

Daarbij wordt nog opgemerkt dat in de praktijk de stralingsbijdrage van het rooster aanzienlijk lager zal zijn vanwege het thermisch isolerend effect van de opschuimende lagen in het rooster, waarmee nu geen rekening is gehouden. Plaatselijk zijn bij op het rooster van deurstel B na 51 minuten temperaturen gemeten van 131°C, wat overeen zou komen met een bronstraling van 1,1 kW/m².

Op basis van het bovenstaande verwacht Efectis dat de brandwerendheid van de Deur B constructie met rooster tenminste 69 minuten zal bedragen betrokken op de criteria vlamdichtheid (E) en warmtestraling (W).

6. CONCLUSIE

Op basis van bovenstaande beoordeling verwacht Efectis Nederland BV dat met de constructies omschreven in rapport Warrington Fire no. 39351 een brandwerendheid in de zin van bijlage A van de NEN 6069:2019 wordt behaald van:

- Deurstel A: 40 minuten voor de criteria voor vlamdichtheid (E) en warmtestraling (W), in beide richtingen.
- Deurstel B: 69 minuten voor de criteria voor vlamdichtheid (E) en warmtestraling (W), in beide richtingen.

Voorwaarden voor het toepassen van de roosters in alternatieve deuren:

- De deurconstructies hebben een aantoonbare brandwerendheid van 30 en/of 60 minuten;
- Voor 30 minuten brandwerendheid bedraagt de dikte van het kernmateriaal van de deur tenminste 44 mm en de volumieke massa tenminste 400 kg/m³.
- Voor 60 minuten brandwerendheid bedraagt de dikte van het kernmateriaal van de deur tenminste 54 mm en de volumieke massa tenminste 400 kg/m³.
- De afmetingen van het rooster mogen niet groter zijn dan 600 x 600 mm.
- Het rooster is geplaatst op 200 mm vanaf de onderzijde van de deur en op minimaal 160 mm vanaf ieder van de verticale zijranden van de deur.

Deze conclusie is alleen geldig voor de in dit rapport benoemde constructies en toegepaste typen/soorten materialen en bevestigingen. Het uitwisselen van constructie-opbouw en materialen is niet toegestaan en zal te allen tijde apart beoordeeld moeten worden.

7. GELDIGHEID

Deze beoordeling is gegeven op basis van informatie die aan Efectis Nederland BV is verstrekt. Vanwege de ontwikkelingen binnen de Europese regelgeving, en de invloed hiervan op de wijze van het beoordelen van de brandwerendheid van constructies, is deze beoordeling geldig tot eind februari 2024.

Met vriendelijke groeten,



P.W.M. Kortekaas
Senior projectleider brandwerendheid

paul.kortekaas@effectis.com
+31 88 3473 743



ir. M. Nuijtermans
Projectleider Fire Engineering