

05-CVB-R0321

ORIENTEREND ONDERZOEK NAAR HET GEDRAG BIJ  
BRAND VAN EEN HOUTEN VLOER-PLAFONDCONSTRUC-  
TIE MET EEN PLAFOND VAN LEEM OP RIET

22 december 2005

WTJB/GTTB

Opdrachtgever:  
Leembouw Nederland  
Van Walbeekstraat 53 <sup>1</sup>  
1058 CK Amsterdam

Projectnaam: Gedrag bij brand  
Projectnr. : 03.22.6.4093/018  
Auteur(s) : ir. J.C.A. v.d. Weijgert  
          ing. P.W. van de Haar

Pagina's : 6  
Tabellen : 1  
Figuren : 11  
Bijlagen : -

Thema :  
WP-onderwerp : 202,222  
Trefwoord(en): vloer-plafondconstructie, leem, riet

05-CVB-R0321

december 2005

2

- Onderwerp : Houten vloer-plafondconstructie met een plafond opgebouwd uit leem op riet.
- Onderzocht op : Gedrag bij enkelzijdige verhitting volgens de standaardbrandkromme als gespecificeerd in NEN 6069.
- Opdrachtgever : Leembouw Nederland  
Van Walbeekstraat 53<sup>1</sup>  
1058 CK Amsterdam.
- Datum onderzoek : 4 maart 1993.
- Het onderzochte proefstuk : Beproefd werd een deel van een vloer-plafond constructie met afmetingen:  
lengte: 1290 mm  
breedte: 1290 mm en  
hoogte: 400 mm.  
Zie Fig. 1 en Fig. 2.

Het proefstuk bestond uit:

- een rachelwerk;
- een plafond samengesteld uit leem en riet;
- houten balken;
- houten vloerdelen;
- een doosconstructie bestaande uit Multiplex platen, dikte 18 mm, waarin het deel van de vloer-plafond constructie was ingebouwd, zie Fig. 3.

Elk van de onderdelen wordt in het navolgende afzonderlijk beschreven.

#### **a. Rachelwerk**

In de doosconstructie was een kader van vurehouten regels, afmetingen 45 x 70 mm, aanwezig. Tegen het kader waren rachelen, met afmetingen 45 x 18 mm, gespijkerd. T.p.v. het midden was op het vurehouten kader een strook multiplex, afmetingen 98 x 19 mm, gespijkerd. Zie Fig. 2 en 3. De rachelen waren met draadnagels h.o.h. ca. 195 mm bevestigd:

- in het midden tegen bovengenoemde Multiplex strook;
- t.p.v. de uiteinden tegen de kaderrand met afmetingen 45 x 18 mm.

Zie Fig. 1 en 2.

#### **b. Plafond uit leem op riet**

Op de rachels was riet aangebracht middels staaldraad,  $\varnothing$  0,6 mm, en nieten, afmetingen 38 x 10 mm. De nieten waren h.o.h. ca. 40 mm aangebracht. Zie Fig. 4.

Het basismateriaal voor de leemlaag bestond uit een mengsel van leem, zand en stro. Het basismateriaal was droog en korrelig, en werd met water aangemaakt tot een verwerkbaar leemmortel, voordat het tegen de onderzijde van het proefstuk werd aangebracht. Het aanbrengen geschiedde met een spaan en -overeenkomstig de praktijksituatie- werd de leem vanaf de onderzijde tegen het riet gepleisterd.

De volumieke massa van de leem bedroeg:

- 1405 kg/m<sup>3</sup> (droog, los basismateriaal);
- 1907 kg/m<sup>3</sup> (met water aangemaakt).

Het lemen plafond werd in twee lagen, elk met een dikte van ca. 15 mm, aangebracht. Na het aanbrengen van de eerste laag werd het proefstuk geconditioneerd bij 30 °C en 30 % R.V. gedurende een periode van 12 dagen.

Vervolgens werd de tweede laag aangebracht. Na een conditioneringsperiode van 15 dagen (30 °C en 30 % R.V.) werd vastgesteld dat in de leemlaag het evenwichtsvochtgehalte bereikt was. Hiertoe was een speciaal dummy-proefstuk vervaardigd.

Op de beproevingsdatum bedroeg het vochtgehalte van de leemlaag 0,8 % [m/m] (bepaald na droging van het dummy-proefstuk bij 105 °C).

De totale dikte van de leemlaag bedroeg 32 à 35 mm (gemeten na de beproeving t.p.v. de zijranden -welke niet aan directe verhitting waren blootgesteld-).

De hoogte van het plenum bedroeg 295 mm.

#### **c. Houten balken**

Twee houten balken, afmetingen 120 x 180 mm ( b x h), waren in het multiplex kader geschroefd; de balken waren h.o.h. 475 mm aangebracht. Zie Fig. 1. Het rachelwerk was tegen de balken geplaatst, doch hieraan niet bevestigd.

De volumieke massa van de balken kon niet worden bepaald.

#### **d. Houten vloerdelen**

Op de houten balken waren vurehouten vloerdelen

bevestigd, zie Fig. 2. De vloerdelen met een breedte variërend van 150 mm à 200 mm waren 35 mm dik. De vloerdelen waren voorzien van mes en groef en op de balken vastgezet met draadnagels. Tevens waren de vloerdelen t.p.v. de uiteinden met draadnagels vastgezet op een vurehouten lat met afmetingen 45 x 18 mm, welke in het Multiplex kader langs twee zijden -evenwijdig aan de balken- was aangebracht. Zie Fig. 2.

Op de datum van beproeving bedroeg het gewicht van het proefstuk: 211,5 kg.

Een foto van het proefstuk voor aanvang van de verhitting is gegeven in Fig. 5a (direct verhitte zijde) en Fig. 5b (niet direct verhitte zijde).

Wijze van onderzoek : Het onderzoek werd, afgezien van de beperkte afmetingen en de belasting, uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in de norm NEN 6069, uitgave oktober 1991. Dit houdt in dat het proefstuk eenzijdig werd verhit - aan de onderzijde - volgens de standaardbrandkromme, waarbij t.p.v. de onderzijde van het proefstuk een overdruk van  $20 \pm 5$  Pa werd nagestreefd. Het proefstuk is onbelast onderzocht.

Tijdens de beproeving was het lemen plafond vierzijdig opgelegd op de ovenranden. In het Multiplex kader was een kijkopening gemaakt, zodanig dat het niet direct verhitte oppervlak van het lemen plafond -met delen van het riet nog in zicht- tijdens de beproeving kon worden waargenomen. Zie Fig. 6a. De kijkopening was met mica luchtdicht afgesloten, teneinde de plenumtemperatuur niet te beïnvloeden.

- Verrichte metingen : De gastemperaturen in de oven zijn gemeten met 3 thermokoppels.  
Op de niet direct verhitte zijde van de het proefstuk waren 5 thermokoppels aangebracht (Tk 1 t/m 5), zoals aangegeven in Fig. 1. De luchttemperatuur in het plenum werd gemeten met 3 thermokoppels (Tk 6 t/m 8). Zie Fig. 2.  
Tenslotte zijn aan de niet direct verhitte zijde van de wand nog temperaturen gemeten met behulp van een mobiel thermokoppel.
- Waarnemingen : **a. Tijdens de verhitting**
- 0 min. : Aanvang verhitting.
  - 4½ min. : Kleine scheurtjes ontstaan in het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond.
  - 9½ min. : Het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond kleurt zwart.
  - 12 min. : Rook ontwijkt t.p.v. de aansluiting tussen de multiplex kaderconstructie en de ovenrand.
  - 21 min. : Op enkele scheurtjes na is het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond volledig glad en nog onbeschadigd.
  - 52 min. : Vochtplekken zijn waarneembaar op de buitenzijde van de multiplex kaderconstructie (langs de aansluiting tussen de platen t.p.v. de hoeken).
  - 67 min. : Rook begint langs de vloerdelen te ontwijken. Het lemen plafond begint door te hangen.
  - 76 min. : De rookontwikkeling langs de vloerdelen neemt toe.
  - 81 min. : Een ca. 100 mm lange barst is ontstaan in het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond. Het rachelwerk is gebroken, de leemplaat hangt los van de rachel.
  - 108 min.: In het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond zijn meerdere scheuren ontstaan.
  - 118 min.: Het aantal scheuren in het direct verhitte oppervlak van het lemen plafond neemt verder toe.
  - 124 min.: Het stro en riet op het lemen plafond in het plenum ontvlamt.
  - 130 min.: De leemplaat begint te breken. De scheurwijdte neemt verder toe. Langs

- de vloerdelen op de niet direct verhitte zijde van het proefstuk ontstaat een zwartkleuring. Met een mobiel thermokoppel wordt de temperatuur van de vloerdelen gemeten, deze bedraagt ca. 96 °C.
- 139 min.: Het lemen plafond barst open. Vlammen worden in het plenum waargenomen.
- 141 min.: Een deel van het lemen plafond valt de oven in. De vloerdelen worden aan de onderzijde direct verhit.
- 150 min.: Op het niet direct verhitte oppervlak van de vloerdelen wordt met een mobiel thermokoppel een temperatuur gemeten van 215 °C.
- 152 min.: Watten gehouden op 25 mm afstand vanaf het niet direct verhitte oppervlak van de vloerdelen ontvlammen. De verhitting wordt beëindigd.

#### **b. Na afkoeling**

Een foto van het proefstuk na beëindiging van de verhitting is gegeven in Fig. 6b. Fig. 7 geeft een foto van het proefstuk nadat de oven is geopend. Vervolgens werd het proefstuk van de oven verwijderd. Een foto van een deel van het lemen plafond na verhitting en afkoeling is gegeven in Fig. 8.

- Meetresultaten : Fig. 9 geeft de gemeten gastemperaturen in de oven. De gemeten temperaturen op de niet direct verhitte zijde van het proefstuk zijn gegeven in Fig. 10. Tot slot zijn de gemeten luchttemperaturen in het plenum gegeven in Fig. 11.

Samenvatting  
beproevingresultaten : De verhittingsduur in minuten waarbij nog juist aan de in NEN 6069 vermelde relevante beoordelingscriteria wordt voldaan, is vermeld in onderstaande Tabel 1.

Tabel 1

criterium	Tijdsduur in minuten gedurende welke aan het criterium werd voldaan
Vlamdichtheid betrokken op de afdichting	152
Thermische isolatie betrokken op de temperatuur	150

Opmerking 1 : De werkelijke waarde van de brandwerendheid van vloer-plafond constructies moet worden bepaald aan proefstukken "op ware grootte" en onder belasting conform NEN 6069. Omdat de afmetingen van het proefstuk slechts klein waren en geen belasting aanwezig was kan dus geen conclusie worden getrokken m.b.t. de brandwerendheid.

Opmerking 2 : Verwacht moet worden dat de resultaten van een beproeving "op ware grootte" aanzienlijk ongunstiger zullen zijn dan de in Tabel 1 vermelde waarden, omdat:

- de op de vloerconstructie aanwezige belasting de doorbuiging zal vergroten, waardoor scheurvorming in het lemen plafond zal toenemen;
- het lemen plafond eerder van de rachsels zal losraken, indien de leemplaat langs de zijranden niet wordt ondersteund.

- Fig. 1a: Bovenaanzicht op het proefstuk met de positie van de thermokoppels op de vloerdelen
- Fig. 1b: Verticale doorsnede A-A
- Fig. 2a: Bovenaanzicht op het proefstuk met de rachsels (onderbroken lijnen) en de positie van de thermokoppels in het plenum
- Fig. 2b: Verticale doorsnede A-A
- Fig. 3: Bovenaanzicht van het proefstuk voor aanbrengen van de houten balken, de vloerdelen en de leemlaag
- Fig. 4: Het riet geniet op het rachelwerk (vóór aanbrengen van de leemlaag)
- Fig. 5: Het proefstuk voor aanvang van de verhitting
- a. De direct verhitte zijde
  - b. De niet direct verhitte zijde
- Fig. 6: Het proefstuk geplaatst op de oven vóór aanvang en na beëindiging van de verhitting
- a. Vóór verhitting
  - b. Na verhitting
- Fig. 7: Het proefstuk na beëindiging van de verhitting nadat de oven is geopend
- Fig. 8: Een deel van het lemen plafond na verhitting en afkoeling, gezien vanaf de rietzijde (= bovenzijde)
- Fig. 9: De gemeten gastemperaturen in de oven als functie van de verhitingsduur.



Fig. 10: De gemeten oppervlakte-temperaturen op de niet direct verhitte zijde van het proefstuk (Tk 1 t/m Tk 5)

Fig. 11: De gemeten luchttemperaturen in het plenum