



## Laboratorium voor Aanwending der Brandstoffen en Warmte-overdracht

St.-Pietersnieuwstraat 41, Gent

Directie:  
Prof. Dr. H. A. MENNE

Tel. 23 30 21    Uitbreiding 2034  
P.C. 000-048948/12

VERSLAG VAN PROEVEN Nr. 4890-A

Opdrachtgever: p.v.b.a. BTO-BENELUX, Koerslaan, 51, 8401 BREDENE.

Monster: Kabeldoorvoeringen.

Aardproeven: Oriëntatieproef betreffende de weerstand tegen brand van deze kabeldoorvoeringen.

Door de firma BTO BRANDSCHUTZ GmbH u. Co. KG, Kirksweg, 5, D 4500 OSNABRUCK (West-Duitsland), werden in de periode van 12 tot 22 december 1983 in de lokalen van het laboratorium en onder diens controle een aantal kabel- en buisdoorvoeringen gemonteerd in een horizontale betonplaat met als afmetingen  $\pm 1800$  mm x  $1350$  mm x  $100$  mm. Het samengesteld element in zijn geheel wordt beschreven in het algemeen proefverslag 4890. Onderhavig verslag handelt enkel over de elementen 1, 2, 3, 4 en 8, namelijk de kabeldoorvoeringen doorheen een "NOVASIT"-afdichtingslaag. Het proefelement werd voorbereid in overeenstemming met de voorschriften van de hierna vermelde norm.

### 1. BESCHRIJVING VAN HET BOUWELEMENT.

#### 1.1. Naam en adres van de firma die de oriëntatieproef betreffende de weerstand tegen brand uitvoert:

p.v.b.a. BTO-BENELUX  
Koerslaan, 51  
8401 BREDENE

#### 1.2. Naam en adres van de fabrikant die het bouwelement vervaardigd heeft:

BTO BRANDSCHUTZ GmbH u. Co. KG  
Kirksweg, 5  
D 4500 OSNABRUCK (West-Duitsland)



Laboratorium voor  
Aanwending der Brandstoffen  
en Warmte-overdracht

VERSLAG VAN PROEVEN Nr 4890-A

Blad \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_

### 1.3. Beschrijving van het bouwelement (bijlagen 1 tot en met 5):

Het proefelement maakte deel uit van een samengesteld element dat beschreven wordt in het algemeen proefverslag 4890. Onderhavig proefverslag handelt enkel over de kabeldoorvoeringen 1, 2, 3, 4 en 8 doorheen een afdichting bestaande uit NOVASIT-wortel.

Het bouwelement bestond uit een gewapende betonplaat met als afmetingen:  
lengte :  $\pm 1800$  mm  
breedte :  $\pm 1350$  mm  
dikte :  $\pm 180$  mm

In deze plaat, die horizontaal geplaatst werd, was een opening van  $\pm 1000$  mm x  $900$  mm voorzien.

Een gedeelte van deze opening, meer bepaald aan oppervlakte van  $\pm 250$  mm x  $1200$  mm, werd voorbehouden voor vijf doorvoeringen van elektrische en signalisatiekabels.

De beschrijving hiervan wordt gegeven in de paragrafen 1.3.1. tot en met 1.3.5.

#### 1.3.1. Kabeldoorvoering nr. 1:

Deze doorvoering bestond uit een verzogenkabel die bevestigd was aan een gemeenschappelijke kabelbaan voor de doorvoeringen 1, 2 en 3.

Het geheel werd ingegoten in een NOVASIT-afdichtingslaag; de kabelbaan was langs de niet-blootgestelde zijde bevestigd aan een metalen staunconstructie. De kabel had de volgende kenmerken:

- oorsprong: Siemens; handelsnaam "Protodur-Kabel, 3 adrig", type WYSEY  $3 \times 185/25$  mm<sup>2</sup>
- buitendiameter van de kabel :  $\pm 71$  mm
- samenstelling:
  - drie kernen, elk bestaande uit 37 koperdraden met sectie  $\pm 5$  mm<sup>2</sup>
  - elke koperkern is omhuld met:
    - een binnenste <sup>halfgeleiderlaag</sup> van  $\pm 0,5$  mm dik
    - een isolerende laag (Protodur) op basis van PVC (dikte 4 à 5 mm)
    - een buitenste <sup>halfgeleider</sup> (dikte  $\pm 0,5$  mm)
    - een gewikkelde koperband
- de drie omhulde koperkernen zijn samen omhuld met een rubberachtig materiaal en tenslotte met een "Protodur" buitensmantel op basis van PVC (dikte  $\pm 4$  mm)
- lengte van de kabel :  $\pm 1240$  mm; de kabel stek zowel langs de blootgestelde als langs de niet-blootgestelde zijde  $\pm 500$  mm uit de afdichtingslaag.



Het kabeluiteinde werd langs de niet-blootgestelde zijde afgesloten met een kunststofkap (handelsnaam Collpack).

De kabelbaan had een lengte van  $\pm 1200$  mm. Zij was niet onderbroken ter plaatse van de afdichting en stak  $\pm 480$  mm uit langs beide zijden.

Deze kabelbaan had een U-vormige sectie (afmetingen  $\pm 53 \times 600 \times 53$  mm) en was vervaardigd uit samengelaste verzinkte stalen staafjes met diameter  $\pm 4,5$  mm (zie bijlage 2).

Op hoogten van  $\pm 255$  mm, respectievelijk  $\pm 495$  mm boven het betonoppervlak werd de kabelbaan aan de metalen steunconstructie (zie verder) vastgemaakt. Dit gebeurde met behulp van  $\pm 570$  mm lange C-profielen ( $\pm 5 \times 18 \times 35 \times 18 \times 5 \times 2,5$  mm, vervaardigd uit galvaniseerd staal) die, op de  $\pm 200$  mm, met bouten, moeren en rondels M6 bevestigd waren.

De steunconstructie was opgebouwd uit stalen U-profielen ( $\pm 38 \times 50 \times 38 \times 5$  mm) en een stalen strook ( $\pm 30 \times 5$  mm).

De afmetingen worden gegeven in bijlagen 1 en 2; de bevestiging aan de betonplaat gebeurde met behulp van bouten en pluggen RILTI M 10.

De kabel werd vastgemaakt met kunststof kabelriempjes en met binddraad; aan de bovenzijde werden, ter plaatse van de C-profielen, stalen kabelbeugels voorzien (de commerciële benaming hiervan werd niet medegedeeld, de maatsnaaduiding was 58-64).

Aan de onderzijde van de opening in de betonplaat werd een gladde bekistingsplaat voorzien, terwijl aan de bovenzijde een houten rand met een hoogte van  $\pm 60$  mm aangebracht werd.

De ruimte binnen deze bekisting werd opgevuld met een  $\pm 240$  mm dikke mortellaag (commerciële benaming: NOVASIT, fabrikant Bito-Brandschutz).

Door de fabrikant worden betreffende de mortelspecie "NOVASIT" geen technische gegevens verstrekt aan het laboratorium.

De volumemassa van dit produkt werd in het laboratorium bepaald door weging en meting van een monster (afmetingen  $\pm 100 \times 100 \times 100$  mm, langs twee zijden blootgesteld aan de lucht) dat gedurende  $\pm 150$  dagen bewaard werd bij een temperatuur van  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  en een relatieve vochtigheid van  $50\% \pm 10\%$ .

De al dus bepaalde volumemassa van de NOVASIT-mortel bedroeg  $\pm 1065$  kg/m<sup>3</sup>.

De evolutie van de volumemassa tijdens de bewaring van het monster wordt gegeven in bijlage 8.



### 1.3.2. Kabeldoorvoering nr. 2 :

De beschrijving van deze kabeldoorvoering komt praktisch volledig overeen met wat beschreven is in § 1.3.1.. In plaats van één kabel werden hier echter twintig dünnere kabels gebundeld; deze kabels hebben als kenmerken :

- oorsprong Siemens, handelsnaam "Signaalkabel type J-Y(St)Y II x 2 x 0,8 Lg
- buitendiameter van de kabels :  $\pm 12$  mm
- samenstelling :
  - 8 paar koperen geleiders
  - elke geleider is omhuld met een PVC-mantel (dikte  $\pm 0,3$  mm)
  - de omhulde geleiders zijn per 2 samen gedraaid
  - rondom deze bundel geleiders is schtereanvolgens een kunststoffolie, een aluminiumfolie en een PVC-mantel (dikte  $\pm 1,5$  mm) aangebracht
  - tussen de aluminiumfolie en de kunststoffolie is een naakte bijdraad uit verzinkt koper ( $\phi \pm 0,4$  mm) aangebracht.

De kabels werden op dezelfde kabelbaan bevestigd en ook de afdichting was identiek aan hetgeen vermeld is in § 1.3.1.

### 1.3.3. Kabeldoorvoering nr. 3 :

De beschrijving van deze kabeldoorvoering komt praktisch volledig overeen met wat beschreven is in § 1.3.1.. Het kabeltype dat hier aangebracht werd, heeft de volgende kenmerken :

- oorsprong Siemens, handelsnaam "Protothen-X-kabel, 1 adrig", type N2XSY 1 x 150/25 mm<sup>2</sup>
- buitendiameter van de kabel :  $\pm 35$  mm
- samenstelling :
  - een kern bestaande uit 37 koperdraden met sectie  $4 \text{ mm}^2$
  - de koperkern is omhuld met
    - een binnenste halfgeleiderlaag van  $\pm 0,5$  mm dik
    - een isolerende laag (Protothen-X) op basis van polyethyleen (dikte  $\pm 6$  mm)
    - een buitenste halfgeleiderlaag (dikte  $\pm 0,5$  mm)
    - een afscherfing uit koperdraden
    - een dwars op de koperdraden gewikkelde koperband
    - een kunststoffolie
    - een buitenvoer (Protodur) op basis van PVC (dikte  $\pm 2,5$  mm)

Voor gegevens betreffende de kabelgoot en de afdichtingslaag wordt verwezen naar § 1.3.1.



1.3.4. Kabeldoorvoering nr. 4 :

Deze doorvoering bestaat uit drie bundels vermogenkabels (met respectievelijk 6, 7 en 7 kabels) die aan een  $\pm 300$  mm brede kabelbaan bevestigd werden. Het geheel werd ingegoten in een NOVASIT-afdichtingslaag (zie § 1.3.1.); de kabelbaan werd langs de niet-blootgestelde zijde vastgemaakt aan een metalen steunkonstruktie (zie hiervoor eveneens § 1.3.1.).

De kabels hadden hierna vermelde kenmerken :

- oorsprong Siemens; handelsnaam Protodur - energiekabel, type NYY-J4x1,5
  - buitendiameter van de kabel :  $\pm 12$  mm
  - samenstelling :
    - 4 ronde koperen geleiders elk met sectie  $\pm 1,5$  mm<sup>2</sup>
    - elke geleider is geïsoleerd met een "Protodur"-isolatie (op basis van PVC)
    - de vier geïsoleerde geleiders zijn samen omhuld met een "aderomhulling" en een "Protodurmantel", beide op basis van PVC
  - lengte van de kabels :  $\pm 1240$  mm; de kabels steken zowel langs de blootgestelde als langs de niet-blootgestelde zijde  $\pm 500$  mm uit de afdichtingslaag.
- De kabeluiteinden langs de niet-blootgestelde zijde werden ingestreken met "SP6"-pasta (oorsprong Bio-Brandschutz; de samenstelling werd niet medegedeeld aan het laboratorium).

De kabelbaan had een lengte van  $\pm 1200$  mm. Zij was niet onderbroken ter plaatse van de afdichting en stak  $\pm 400$  mm uit langs beide zijden van de muur. Deze kabelbaan had een U-vormige sectie (afmetingen  $\pm 53 \times 300 \times 53$  mm) en was vervaardigd uit samengeleeste, verzinkt stalen staafjes met diameter  $\pm 4,5$  mm (detail: zie bijlage 3).

De bevestiging van de kabelbaan en de kabels gebeurde op dezelfde wijze als vermeld in § 1.3.1.



1.3.5. Kabeldoorvoering nr. 8 :

In de NOVASIT-afdichtingslaag (zie § 1.3.1.) waarmee de opening in de betonplaat werd dichtgemaakt na montage van de kabel- en buisdoorvoeringen, was een na-installatie opening (afmeting  $\pm 120$  mm x 100 mm) voorzien. Doorheen deze opening werden in totaal 21 kabels aangebracht; het betreft drie verschillende types waarvan hierna de kenmerken worden gegeven.

Een groep van drie kabels had als kenmerken :

- oorsprong Siemens, handelsnaam "Signaalkabel type J-Y(St)Y 8 x 2 x 0,8 Lg"
- buitendiameter van de kabels :  $\pm 12$  mm
- samenstelling :

- 8 paar koperen geleiders
- elke geleider is omhuld met een PVC-mantel (dikte  $\pm 0,3$  mm)
- de omhulde geleiders zijn per 2 saamgedraaid
- rondom deze bundel geleiders is achtereenvolgens een kunststoffolie, een aluminiumfolie en een PVC-mantel (dikte  $\pm 1,5$  mm) aangebracht.
- tussen de aluminiumfolie en de kunststoffolie is een naakte bijdraad uit verzinkt koper ( $\emptyset \pm 0,4$  mm) aangebracht.

Een groep van zes kabels had als kenmerken :

- oorsprong Siemens, handelsnaam "Signaalkabel type J-Y(St)Y 6x2x0,8 Lg"
- buitendiameter van de kabels :  $\pm 10,5$  mm
- samenstelling :

- 6 paar koperen geleiders
- kern uit kunststof  $\emptyset \pm 2,5$  mm
- elke geleider is omhuld met een PVC-mantel (dikte  $\pm 0,3$  mm)
- de omhulde geleiders zijn per 2 saamgedraaid
- rondom deze bundel geleiders is achtereenvolgens een kunststoffolie, een aluminiumfolie en een PVC-mantel (dikte  $\pm 1,5$  mm) aangebracht.
- tussen de aluminiumfolie en de kunststoffolie is een naakte bijdraad uit verzinkt koper ( $\emptyset \pm 0,4$  mm) aangebracht.

Een groep van twaalf kabels heeft als kenmerken :

- oorsprong : Siemens, handelsnaam "trekvaste leiding" type L2YY(Z)Y 1 x 4 x 0,5 kf 30 gr
- 4 koperen geleiders met sectie  $0,5$  mm<sup>2</sup>, elk bestaande uit 7 koperdraden met diameter 0,3 mm
- elke geleider is omhuld met een polyethyleenmantel (dikte  $\pm 0,3$  mm)



- de omhulde geleiders zijn per vier samengedraaid
- rondom deze bundel geleiders is achtereenvolgens een kunststoffolie (PVC, dikte  $\pm 0,05$  mm), een vlechwerk uit verzinkte staaddraden en een PVC-mantel aangebracht.

Alle voormelde kabels werden in één bundel bevestigd aan de kabelbaan van doorvoering nr. 4; dit gebeurde door middel van enkele kunststof kabelriempjes. De overblijvende ruimte binnen de aa-installatie opening werd opgevuld met een aa-installatie mestiek RS-900 (oorsprong B10 BRANDSCHUTZ; betreffende dit produkt worden geen technische kenmerken medegedeeld aan het laboratorium).

1. 1.4. Tekeningen : bijlage 1 : bovenaanzicht van het proefelement  
bijlagen 2, 3 en 4 : gedetailleerde doorsneden van de  
respektievelijke kabeldoorvoeringen 1, 2 en 3,  
4 en B  
bijlage 5 : evolutie van de volumemassa van de NOVASIT-  
mortel in functie van de tijd.

1.5. De commerciële betoning van het bouwlement : werd niet medegedeeld aan het laboratorium

1.6. Aantal proefelementen door het laboratorium ontvangen :  
1 (44n) van elk type beschreven in § 1.3.



## 2. UITVOERING VAN DE PROEF.

### 2.1. Opstellingsvoorwaarden van het proefelement :

De kabeldoorvoeringen werden gemonteerd in een horizontale betonplaat met als afmetingen  $\pm 1800$  mm x  $1350$  mm x  $180$  mm. Deze plaat werd op de oven geplaatst, zodat zij er de bovenwand van uitmaakte.

2.2. De proef werd uitgevoerd op datum van : 19 januari 1964

### 2.3. Methodologie van de proef :

De oriëntatieproef betreffende de weerstand tegen brand van het bouwlement werd uitgevoerd overeenkomstig de voorwaarden van de norm NBR 719.020 - editie 1960.

Na 120 minuten werden de thermokoppels verwijderd; na 125 minuten werd de oven stilgelegd en werd het element van de oven afgenomen. Op verzoek van de opdrachtgever werd vervolgens een spuitproef uitgevoerd volgens de methode beschreven in de Amerikaanse norm ASTM E 814-81 "Standard method of Fire Tests of Through-Penetration Fire Stops" (zie bijlage 6).

2.4. Overdruk in de overruimte :  $20 \text{ N/m}^2 \pm 5 \text{ N/m}^2$





3. WAARNEMINGEN TIJDENS DE PROEF (bijlage 1)

Tijd in minuten	Waarnemingen
0	Start van de brandweerstandsproef.
2	Er is een lichte rook- en waterdampontwikkeling tussen de kabels van doorvoering nr. 8.
10	Praktisch geen rook- en waterdampontwikkeling meer waar te nemen.
51	Zeer lichte rook- en waterdampontwikkeling bij de kabels van doorvoering 8 en nabij de aansluiting NOVASIT-beton in de zone [1].
106	Er is nog steeds een zeer lichte rook- en waterdampontwikkeling in de zone [1] en bij de kabels van doorvoering 8.
120	De thermokoppels worden verwijderd.
123	De oven wordt afgeleegd en het proefelement wordt van de oven verwijderd.
	Einde van de brandweerstandsproef.
126	Start van de spuitproef volgens de norm ASTM E 814-81. De totale spulduur bedraagt 23 seconden. Tijdens de spuitproef ontstaan in het element geen openingen waardoorheen het water kan gespoten worden tot voorbij de niet-blootgestelde zijde van het proefelement.

Omerking : De spulduur van 23 seconden werd bekomen door het samengestelde proefelement, bestaande uit kabeldoorvoeringen en doorvoeringen van kunststof- en metalen buizen, te beschouwen (zie ook bijlage 5).

Bijlagen 7, 8 en 9 : Geven de temperatuurstijging van de thermokoppels aan de niet-blootgestelde zijde van de kabeldoorvoeringen 1, 2 en 3, 4 en 8, in functie van de tijd. De thermokoppels zijn aangebracht op de kabels en de kabelgoot, zo dicht mogelijk bij de NOVASIT-mortellaag.

Bijlage 10 : Geeft de temperatuurstijging van de thermokoppels aan de niet-blootgestelde zijde van de NOVASIT-mortellaag, in functie van de tijd.

4. FOTO'S VAN HET PROEFELEMENT VOOR, TIJDENS EN NA DE PROEF :  
bijlagen 11, 12, 13 en 14

5. RESULTATEN

Kriteria	Tijdsduur in minuten
Stabiliteit	> 123 (1)
Vlaadichtheid	> 123 (1)
Thermische isolatie	> 123 (1)


(1) Het criterium was nog steeds voldaan op het ogenblik dat de proef werd stopgezet op verzoek van de firma BID BENELUX p.v.b.a.

6. BESLUIT

- De tijd gedurende dewelke voor elk van de kabeldoorvoeringen beschreven onder § 1, tegelijkertijd aan de drie criteria van NBN 713.020 voldaan is gebleven tijdens deze oriëntatieproef, bedraagt 123 minuten.
- Gedurende de volledige duur van de proef werd slechts een zeer lichte rook- en waterdampontwikkeling waargenomen.
- Het resultaat geldt enkel voor elke kabeldoorvoering op zichzelf of een combinatie van de kabeldoorvoeringen zoals beschreven in paragraaf 1 van onderhavig verslag.
- Aangezien enkel de spuitproef, en niet de voorgaande brandweerstandsproef, uitgevoerd werd volgens de voorschriften van de norm ASTM E 814-81, kunnen de resultaten van de spuitproef uitsluitend beschouwd worden als aanvullende informatie en kunnen zij geen aanleiding geven tot een klassering van het bouwlement op basis van deze Amerikaanse norm.

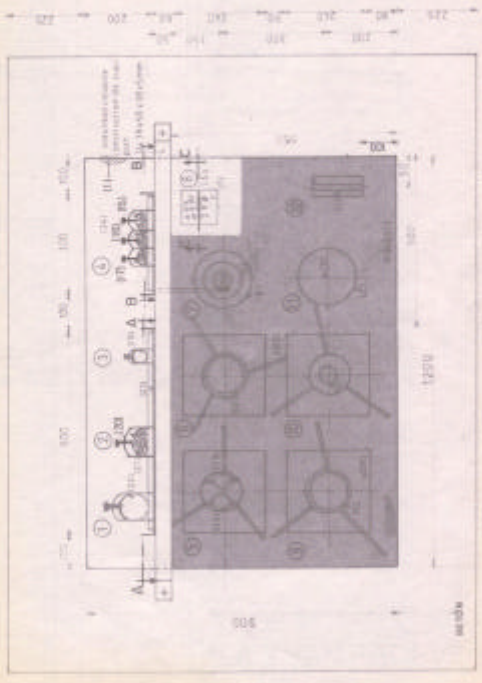
  
Dr. Ir. P. VANDEVELOE  
Werkleider

  
Ir. M. ODOU  
Assistent

Gent, 12 september 1984.  
  
Prof. Dr.-Ir. R. MIRRE  
Directeur

Onderhavig verslag bevat 10 bladzijden  
10 bijlagen met figuren  
6 bijlagen met foto's

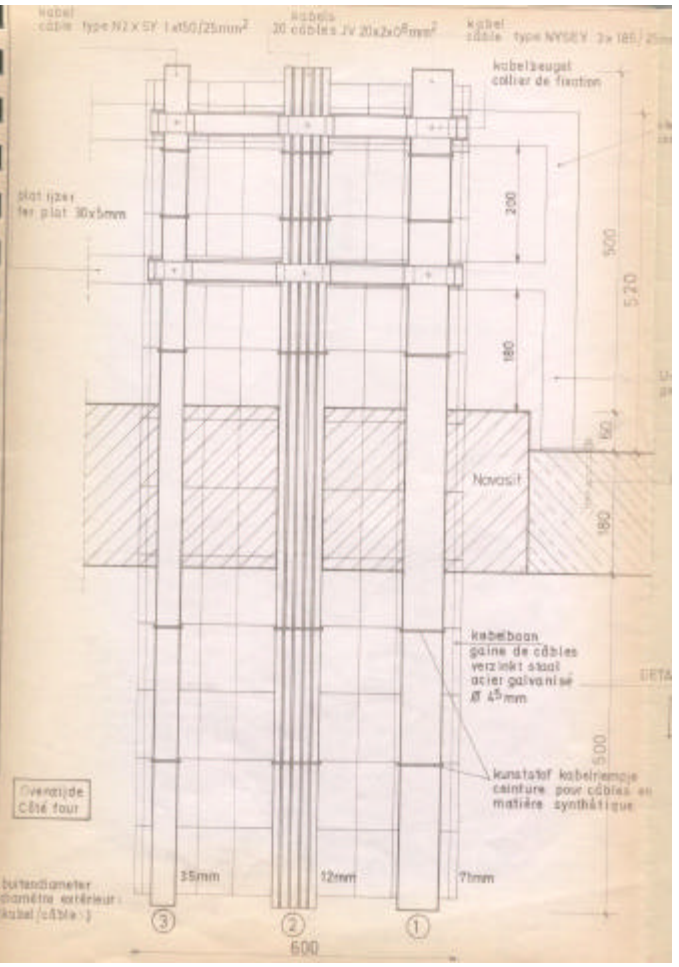
(vdp)

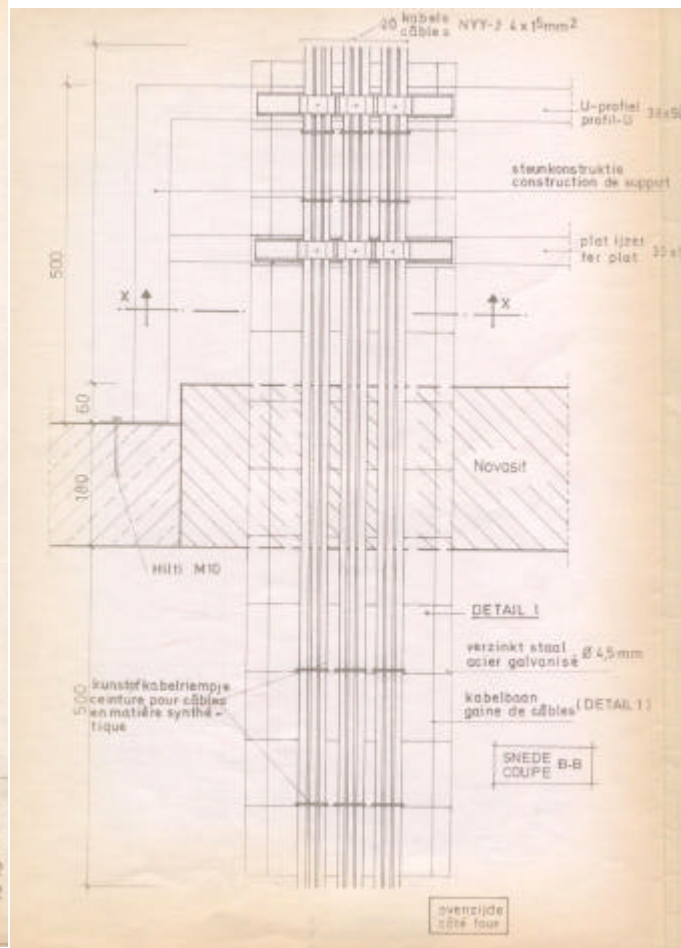
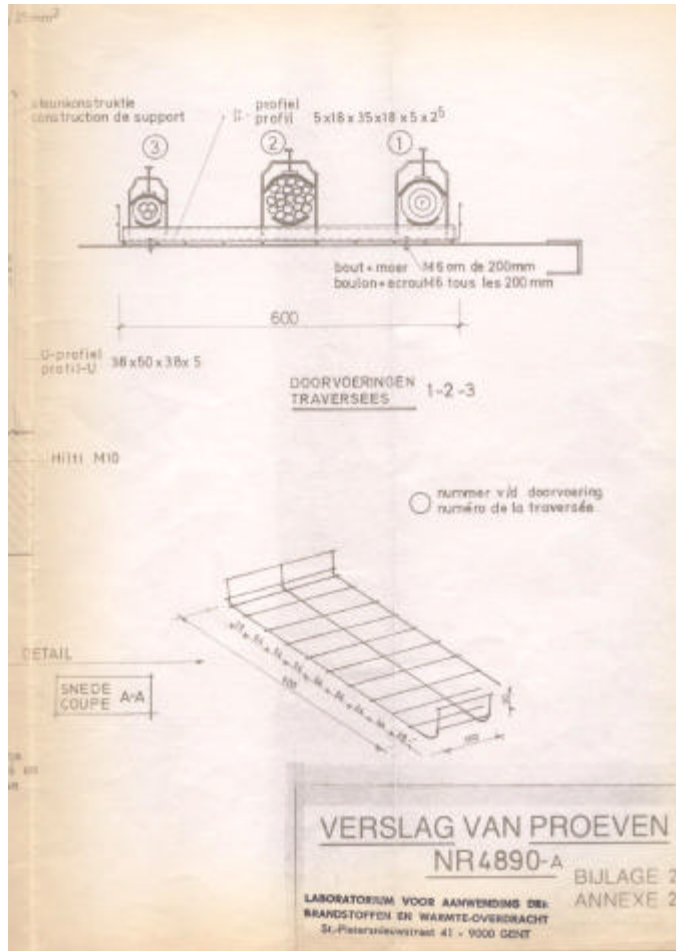


1) Het kabelsysteem (kabel en draad) wordt beschermd tegen vocht en mechanische schade door een kunststof kabelomslag met een dikte van 4mm.

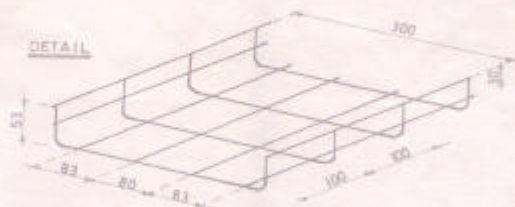
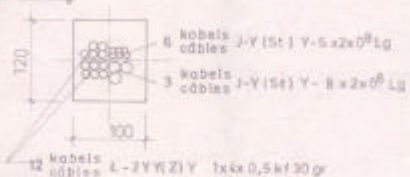
Overzijde  
Côté four

Buitendiameter  
diamètre extérieur  
kabel (câble)





SNEDE  
COUPE X-X

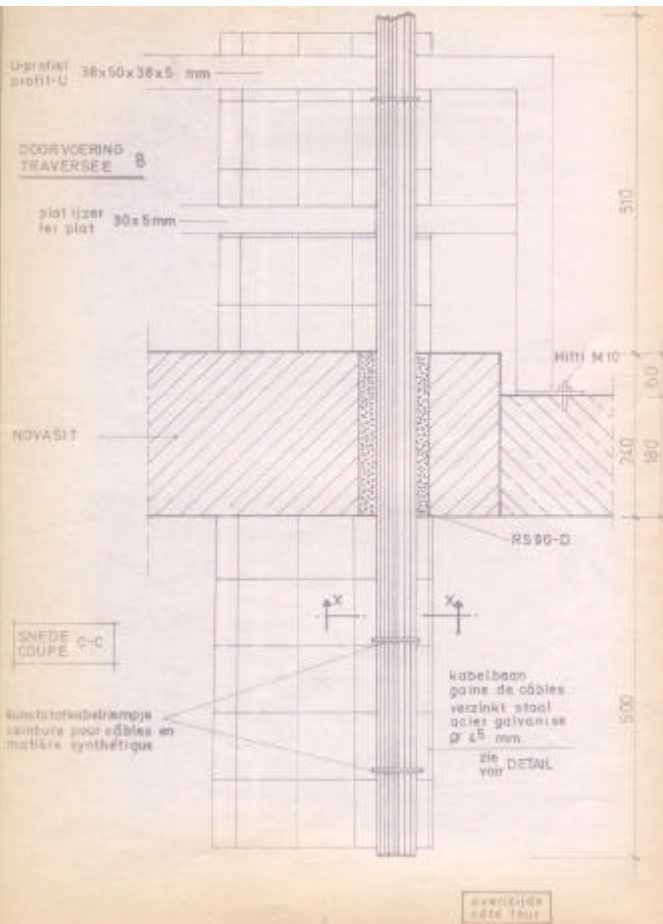


kabelbaan  
gaine de câbles

VERSLAG VAN PROEVEN  
NR 4890-A

LABORATORIUM VOOR AANWENDING OM  
BRANDSTOFFEN EN WARMTE-OVERDRACHT  
St-Pietersnieuwstraat 41 - 9000 GENT

BILAGE  
ANNEXE 4



evenzija  
côté faut

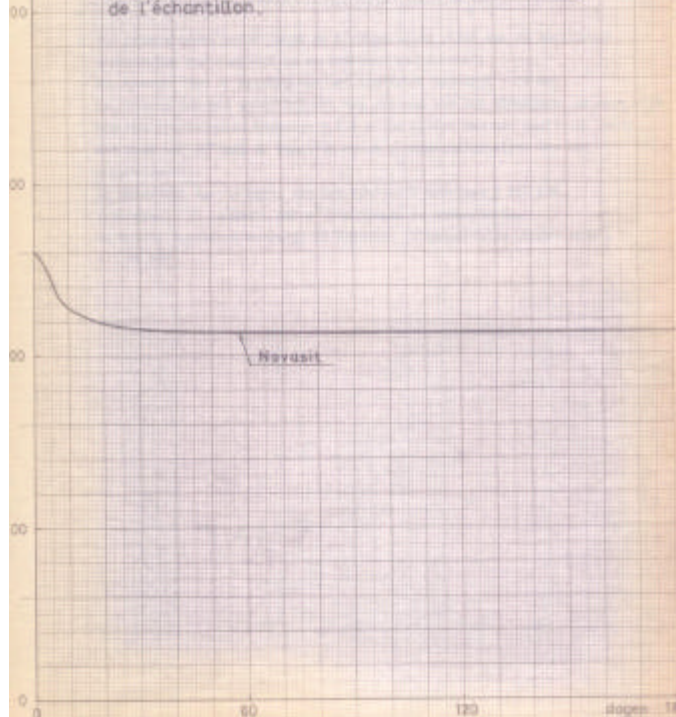


# VERSLAG VAN PROEVEN

NR 4890 A BIJLAGE 5  
ANNEXE 5

LABORATORIUM VOOR AANWENDING DER  
BRANDSTOFFEN EN WARMTE-OVERDRACHT  
St. Pietersnieuwstraat 41 - 9000 GENT

kg/m<sup>3</sup>  
Evolution van de volumemassa bij droging van het monster  
Evolution de la masse volumique lors du séchage  
de l'échantillon.



Laboratorium voor  
Aanwending der Brandstoffen  
en Warmte-overdracht

VERSLAG VAN PROEVEN Nr 4890-A  
Blad 1 Bijlage 5

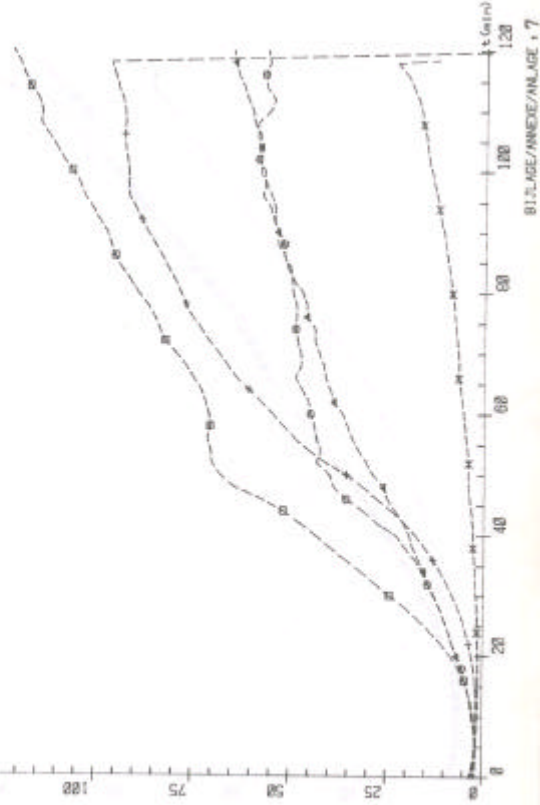
DETAILS MET BETREKKING TOT DE VOORSCHRIFTEN VAN DE AMERIKAANSE NORM  
ASTM E 814-81

- het proefelement wordt langs de blootgestelde zijde aan de spuitproef onderworpen onmiddellijk na de brandwerstandsproef;
- de diameter van de opening van het spuitstuk bedraagt  $\pm 29$  mm;
- de afstand van het spuitstuk tot het centrum van het blootgestelde oppervlak van het proefelement bedraagt  $\pm 5,1$  m (de aslijn van het spuitstuk vormt een hoek van  $30^\circ$  met de loodlijn op de blootgestelde zijde van het proefelement);
- de waterdruk aan de basis van het spuitstuk bedraagt  $\pm 210$  kPa;
- spuitduur : 16 seconden per m<sup>2</sup> blootgestelde oppervlakte.  
De totale spuitduur bedraagt 23 seconden (blootgestelde oppervlakte :  $\pm 1,43$  m<sup>2</sup>)

# VERSLAG VAN PROEVEN NR: 4890 A

STAB + CHANNEL  
 □ 19  
 ○ 20  
 ▲ 21  
 + 22  
 x 23

LABORATORIUM VOOR AANWENDING DER  
 BRANDSTOFFEN EN WARMTEGEGEVENDHEID  
 St-Pietersnieuwstraat 41 - 3000 GENT

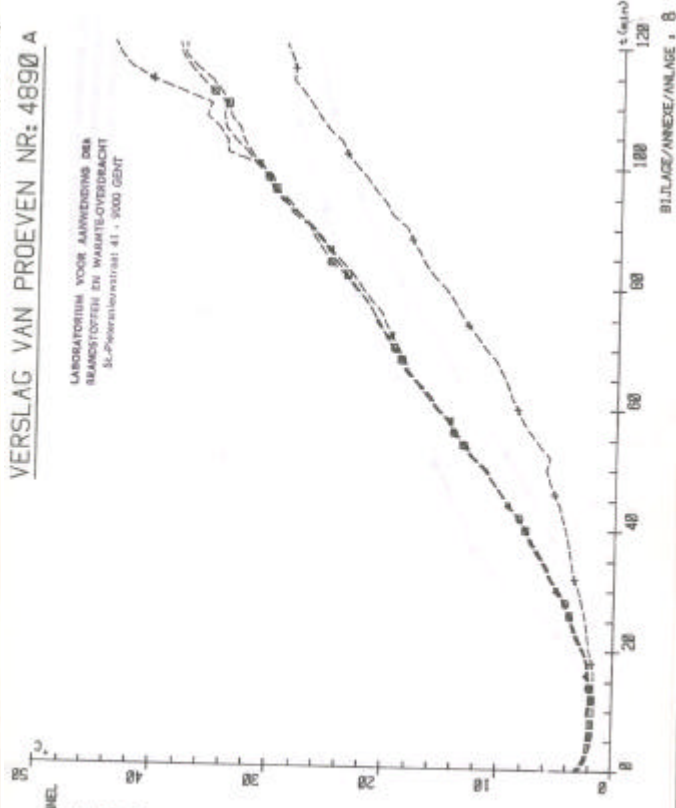


BIJLAGE/ANNEXE/ANLAGE : 7

# VERSLAG VAN PROEVEN NR: 4890 A

STAB + CHANNEL  
 □ 15  
 ○ 16  
 ▲ 17  
 + 18

LABORATORIUM VOOR AANWENDING DER  
 BRANDSTOFFEN EN WARMTEGEGEVENDHEID  
 St-Pietersnieuwstraat 41 - 3000 GENT



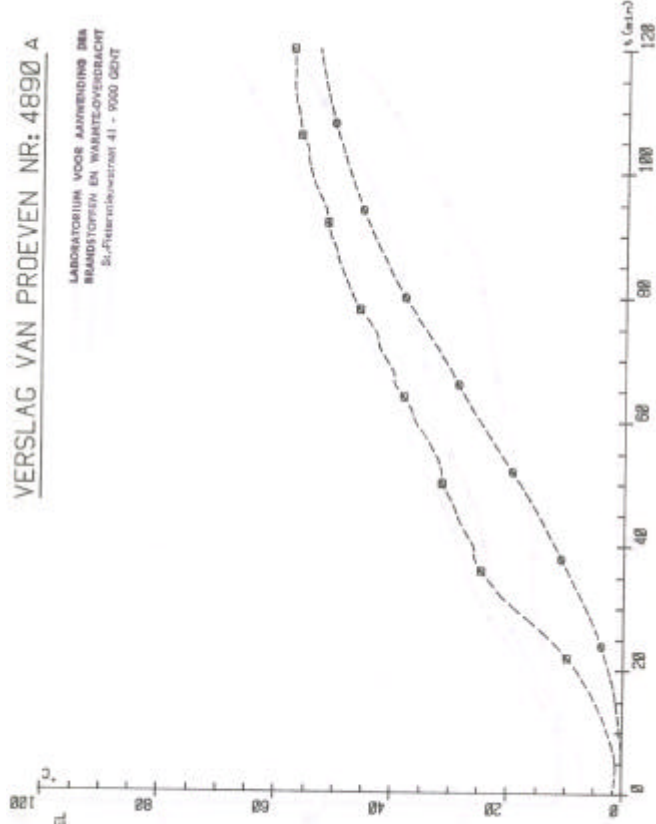
BIJLAGE/ANNEXE/ANLAGE : 8

# VERSLAG VAN PROEVEN NR: 4890 A

SYMB , CHANNEL

- 6
- 7

LABORATORIUM VOOR AANWENDING DER  
BANDSTOFFEN EN WARMTE-OVERDRACHT  
St.-Pietersnieuwstraat 41 - 9000 GENT



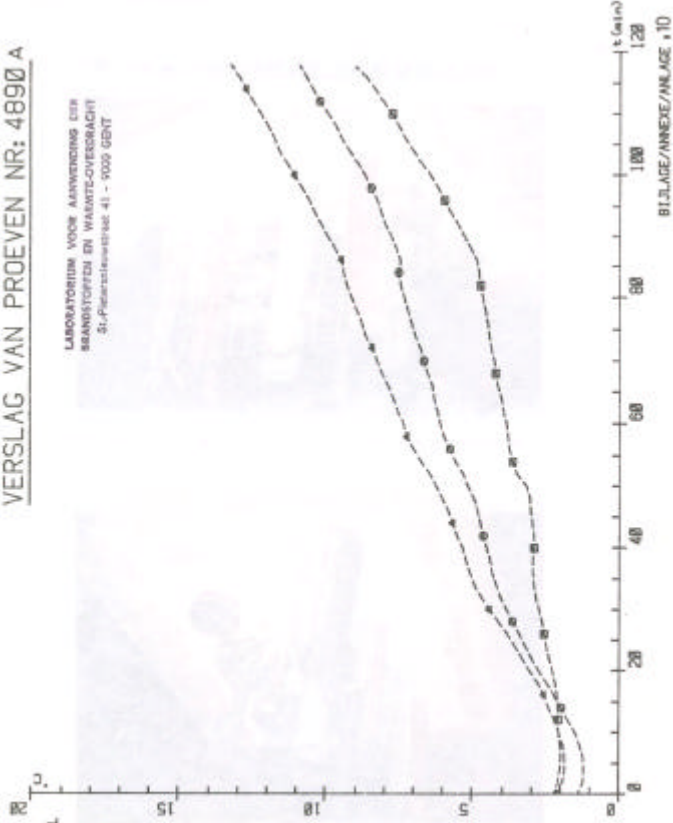
BIJLAGE/ANNEXE/NLAGE , 9

# VERSLAG VAN PROEVEN NR: 4890 A

SYMB , CHANNEL

- 24
- 25
- ▲ 26

LABORATORIUM VOOR AANWENDING DER  
BANDSTOFFEN EN WARMTE-OVERDRACHT  
St.-Pietersnieuwstraat 41 - 9000 GENT



BIJLAGE/ANNEXE/NLAGE , 10



FOTO'S VAN HET PROEFELEMENT VOOR, TIJDENS EN NA DE PROEF



Vóór de proef : de blootgestelde zijde van het proefelement



Vóór de proef : de blootgestelde zijde van het proefelement



Vóór de proef : de  
niet-blootgestelde  
zijde van het  
samengestelde proefelement

Na 60 minuten







Na 120 min.



Na 123 minuten : het proefelement wordt van de oven verwijderd.



Na de spuitproef : de blootgestelde zijde van het proefelement



Na de spuitproef : de blootgestelde zijde van het proefelement