



Centrum voor Brandveiligheid
Lange Kleiweg 5, Rijswijk
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T 015 284 20 00

F 015 284 39 90

TNO-rapport

2002-CVB-R04987 (Rev.1)

Bepaling van de brandwerendheid, volgens NEN 6069:1997, van een vloer-/plafondconstructie voorzien van een verlaagd plafond met API QL15/38 mm ophangstelsel, Rockfon Royal Shadowline plafondplaten en Promat Sidestop kantlatten liggers, grindbetonnen vloerelementen en een verlaagd plafondsysteem

Datum	februari 2002
Auteur(s)	P.W.M. Kortekaas Dr. Ir. G. van den Berg
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	10
Aantal bijlagen	4 (bijl A : 1 pag; bijl B : 4 pag; bijl. C : 8 pag; bijl D : 3 pag)
Opdrachtgever	API B.V. Postbus 1000 3840 BA HARDERWIJK
Projectnaam	Brandwerendheid
Projectnummer	006.10143.01.09.09

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 TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, 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 TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2002 TNO

1 ONDERWERP

Een vloer-/plafondconstructie opgebouwd uit grindbetonnen vloerelementen met stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond met het API QL 15/38 ophangstelsel, Rockfon Royal Shadowline plafondplaten en Sidestop kantlatten.

2 ONDERZOEK

Brandwerendheid volgens NEN 6069:1997.

3 OPDRACHTGEVER

API B.V.
Postbus 1000
3840 BA HARDERWIJK.

4 PLAATS EN DATA BETREFFENDE HET ONDERZOEK

4.1 Plaats

Het onderzoek vond plaats in het laboratorium van het Centrum voor Brandveiligheid van TNO Bouw te Rijswijk.

4.2 Data

Metselen en montage vloerconstructie : week 3 van 2001.
Montage plafondconstructie : 17 januari 2002.
Brandproef : 28 januari 2002.

5 DATUM EN NUMMER RAPPORT

Februari 2002, rapport nr. 2002-CVB-R04987.

6 ONDERZOCHE CONSTRUCTIE

6.1 Algemeen

Experimenteel werd onderzocht een vloer-/plafondconstructie opgebouwd uit gewapende grindbetonnen vloerelementen, stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond, afmetingen ca. 3,2 x 4,0 m.

Het verlaagde plafond bestond uit Rockfon Royal Shadowline plafondplaten (fabrikant Rockfon B.V.) in een zichtbaar stalen draagsysteem van T-profielen, type API QL

15/38 mm (fabrikant: Maars API B.V.), langs de randen werden Sidestop kantlatten toegepast (fabrikaat Promat B.V.).

6.2 Materialen¹⁾

6.2.1 Draagsysteem API QL 15/38 mm (figuur 1 en 2)

De plafondprofielen waren vervaardigd uit koudgewalst thermisch verzinkt bandstaal en aan de zichtzijde afgewerkt met een polyester coating.

Het draagsysteem bestond uit de volgende profielen:

- (01): API QL 15/38 universele hoofdprofielen, hoofdafmetingen 38 x 15 mm met topperforatie;
- (02): API QL 15/38 tussenprofiel 1200hp, hoofdafmetingen 38 x 15 mm;
- (03): API QL 15/38 tussenprofiel 600, hoofdafmetingen 38 x 15 mm;
- (04): stalen hoeklijn 19 x 24 mm;
- (08): snelophangers staal, bestaande uit twee delen staaldraad \varnothing 4 mm en een koppelstuk.

De hoofdprofielen waren opgehangen aan snelophangers (08), de posities zijn aangegeven in figuur 1.

Elk hoofdprofiel was voorzien van een Fire-break en een verbinding. Zie eveneens figuur 1.

6.2.2 Plafondplaten

Rockfon Royal Shadowline plafondplaat (05), een zelfdragende plaat met afmetingen 595 x 592 x 20 mm (l x b x d) (MW)²⁾. Zie ook paragraaf 8.3.

6.2.3 Kantlatten (zie figuur 1 en 2)

Sidestop kantlatten, fabrikant Promat B.V., doorsnede afmetingen 18,2 x 38,2 mm

6.2.4 Vloer- en ondersteuningsconstructie

De vloerconstructie werd gevormd door:

- vier stuks stalen liggers IPE 140 (5), lang 4600 mm, overspanning $L_1 = 4150$ mm;
- zes gewapend grindbetonnen vloerelementen (6), afmetingen:
 - * 150 x 750 mm, lang 3050 mm (4 stuks);
 - * 150 x 400 mm, lang 3050 mm (2 stuks).

De vloer was ingebouwd in een stalen beproevingsframe met een kader van cellenbeton, wanddikte 150 mm, met inwendige afmetingen 4000 x 3200 mm.

6.2.5 Bevestigingsmiddelen

- verzonken spaanplaatschroef (12), afmetingen \varnothing 4 x 70 mm, h.o.h. ca. 400 mm, voor de bevestiging van de Sidestop kantlatten aan het cellenbetonnen kader;
- flenshangers (09) 8-13 mm voor de bevestiging van de snelophangers aan de stalen liggers (07);
- nieten (11) 5 x 15 mm, h.o.h. 150 mm, voor bevestiging van de hoekprofielen op de Sidestop kantlatten.

¹⁾ De cijfers tussen haakjes verwijzen naar de bijbehorende onderdelen in de stuklijst.

²⁾ (MW) = gemeten waarde

6.2.6 Afdichtingmiddelen

- stroken steenwol (type Rockwool 750, volumieke massa 115 kg/m³):
 - * voor het afdichten van de naden tussen de vloerelementen, teneinde de vervormingen van de vloerconstructie tijdens de brandproef niet te belemmeren;
 - * voor het afdichten van de sparingen in de cellenbetonnen wand t.p.v. de opleggingen van de stalen liggers.

6.3 Methode van montage en assemblage

De constructie-opbouw is weergegeven in de figuren 1 en 2.

De op- en inbouw van de vloer-/plafondconstructie vond als hierna beschreven plaats.

6.3.1 Vloer

- inbouw van het cellenbetonnen kader in het stalen beproevingsframe;
- aanbrengen van vier stalen liggers, h.o.h. ca. 900 mm, in de lengterichting van het cellenbetonnen kader;
- aanbrengen van de vloerelementen op de stalen liggers;
- afdichten met steenwol van de naden tussen de vloerelementen onderling, tussen de vloerelementen en de wanden en de sparingen in de cellenbetonnen wand t.p.v. de opleggingen van de IPE 140 profielen.

6.3.2 Plafond

- bevestigen van de Sidestop kantlatten (10) aan de binnenzijde van het cellenbetonnen kader m.b.v. spaanplaatschroeven $\varnothing 4 \times 70$ mm, h.o.h. ca. 400 mm;
- bevestigen van de stalen hoekprofielen (04) op de Sidestop kantlatten (10) met nieten (11) 5 x 15 mm, h.o.h. afstand 150 mm;
- aanbrengen flenshangers (09) en snelophangers (08), ophangpunten h.o.h. 1200 mm in de richting van de overspanning van de stalen liggers als aangegeven in figuur 1;
- afkorten van de hoofdprofielen (01) tot lengten van ca. 1,50 m. en 1,65 m;
- koppelen hoofdprofielen en afhangen aan de snelophangers; voor de plaats van de koppelingen in de hoofdprofielen en fire-breaks zie figuur 1;
- snelophangers op de juiste lengte brengen;
- tussenprofielen (02) monteren, h.o.h. 1200 mm;
- tussenprofielen (03) monteren h.o.h. 600 mm;
- aanbrengen van de plafondplaten.

7 VERVAARDIGING VAN DE CONSTRUCTIE

Centrum voor Brandveiligheid

TNO Bouw te Rijswijk

: opbouw cellenbetonnen kader met vloer van stalen liggers en grindbetonnen vloerelementen.

Promat B.V.

: productie en inbouw Sidestop kantlatten

API B.V.

: productie en inbouw ophangstelsel

Rockfon B.V.

: productie en inbouw plafondplaten.

8 WIJZE VAN ONDERZOEK

8.1 Controle Proefstuk

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

8.2 Conditionering

Vanaf de inbouw tot en met de beproeving bevond de onderzochte constructie zich in de beproevingshal van het Centrum voor Brandveiligheid van TNO Bouw met als omgevingscondities: een temperatuur van $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ en een relatieve vochtigheid van $(50 \pm 10) \%$.

8.3 Bepaling gewicht, volumieke massa en evenwichtsvochtgehalte plafondplaten

Van de toegepaste plafondplaten werden op de datum van de brandproef van enkele representatieve monsters, het gewicht, de volumieke massa³⁾ en het evenwichtsvochtgehalte⁴⁾ bepaald.

Plafondplaat: Rockfon Royal Shadowline

Gewicht/plaat : 0,894 kg (afmetingen plaat: 592 x 595 x 20 mm);
 Volumieke massa : 115 kg/m³;
 Vochtgehalte (m/m) : 0,6 %.

Sidestop kantlatten

Volumieke massa : 930 kg/m³;
 Vochtgehalte (m/m) : 4,6 %.

8.4 Brandproef

8.4.1 *Conditie*

Het onderzoek werd uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in NEN 6069:1997. Het proefstuk werd éénzijdig aan de onderzijde verhit volgens de standaardbrandkromme. De nagestreefde overdruk in de oven, op 100 mm vanaf de onderzijde van het proefstuk, was 20 Pa.

8.4.2 *Belasting*

Op de grindbetonnen vloerelementen was geen additionele belasting aangebracht. De totale belasting op elk van de liggers tijdens de verhitting bedroeg 2,30 kN/m¹. De belasting is gebaseerd op een kritieke staaltemperatuur van 750 °C in de liggers (voor het geval 3-zijdige verhitting).

8.4.3 *Metingen*

Gedurende de verhitting werden gemeten en geregistreerd:

- de temperatuur in de oven met acht thermokoppels (TOV 1 t/m TOV 8) en de overdruk in de oven;

³⁾ Bepaald voor droging

⁴⁾ Bepaald na droging gedurende 24 uur bij 105 °C

- de oppervlakte-temperaturen van de onderflenzen van de stalen vloerliggers met zes thermokoppels (TK 1 t/m TK 6);
- de oppervlakte-temperaturen van de lijven van de stalen vloerliggers met zes thermokoppels (TK 7 t/m TK 12);
- de oppervlakte-temperaturen aan de bovenkant van de plafondplaten met twee thermokoppels (TKPL1 en TKPL2);
- de luchttemperaturen in het plenum met vijf thermokoppels (TK 13 t/m TK 17);
- de oppervlakte-temperaturen aan de bovenzijde van de vloer met vijf thermokoppels (TK 18 t/m TK 22);
- oppervlakte-temperaturen van twee plafondplaten gemeten aan de niet-direct verhitte zijde van de plafondplaten met twee thermokoppels (TK23 en TK24);
- de omgevingstemperatuur in de beproevingshal;
- de lichtsnelheid in de beproevingshal;
- de doorbuiging in het geometrische midden van de vloer met één verplaatsingsopnemer.

De posities van de thermokoppels en de verplaatsingsopnemer zijn gegeven in figuur C1.

9 WAARNEMINGEN TIJDENS DE VERHITTING

Na een verhittingsduur van 68 minuten werd de verhitting op verzoek van de opdrachtgever beëindigd. Het plafond was toen nog intact. Geen van de beoordelingscriteria, als gegeven in NEN 6069: 1997, werd binnen 68 minuten bereikt.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de waarnemingen wordt verwezen naar bijlage A.

10 MEETRESULTATEN BRANDPROEF

De meetresultaten zijn gegeven in de figuren B1 t/m B3 en C2 t/m C7.

Gedurende de verhitting voldeden de temperatuur en lichtsnelheid buiten de oven aan het gestelde in NEN 6069:1997.

11 SAMENVATTING

In tabel 1 zijn de belangrijkste resultaten van het onderzoek gegeven.

Tabel I Samenvatting beproevingsresultaten

criterium	Tijdsduur gerekend vanaf het begin van de verhitting gedurende welke nog juist aan het criterium werd voldaan
Bezwijken	> 68 min.
Vlamdichtheid betrokken op de afdichting	> 68 min.
Thermische isolatie betrokken op de temperatuur	> 68 min.

12 CONCLUSIE

Brandwerendheid van de onderzochte vloer-/plafondconstructie met betrekking tot de scheidende functie en met betrekking tot bezwijken, bepaald volgens NEN 6069:1997 : **ten minste 68 minuten.**

13 VOORWAARDEN EN TOEPASSINGSGEBIED

De conclusie geldt uitsluitend voor vloer-/plafondconstructies als onderzocht met in achtname van onder 13.1 t/m 13.3 gegeven voorwaarden en toegestane wijzigingen.

13.1 M.b.t. de vloerconstructie

Vloerconstructies bestaande uit stalen liggers en cellenbetonnen vloerplaten en die tevens voldoen aan navolgende voorwaarden:

- Type profiel: andere profieltypen zijn toegestaan, mits met profielfactoren van ten hoogste 291 m^{-1} (zie toelichting 1).
- De h.o.h.- afstand van de liggers is ten hoogste 900 mm; grotere h.o.h. - afstanden zijn toegestaan indien voldaan is aan het gestelde in 13.2 en 13.3b (zie ook toelichting 1).
- De theoretische overspanning van de liggers is ten hoogste 4,15 m; grotere overspanningen zijn alleen toegestaan indien voldaan is aan het gestelde in 13.3b.

De vloerplaten op de liggers zijn van gewapend grindbeton (zie toelichting 2):

Dunnere plaatdikten zijn toegestaan mits wordt aangetoond dat bij een verhitting volgens de standaardbrandkromme:

- voldaan wordt aan het criterium thermische isolatie betrokken op de temperatuur;
- de vloerelementen niet bezwijken ten gevolge van de in de praktijk aanwezige momentane veranderlijke belasting voor het geval "brand".

- d) De voegen tussen de vloerplaten onderling alsmede tussen de platen en omringende constructie zijn zodanig uitgevoerd dat via deze voegen/aansluitingen geen voortijdig branddoorslag optreedt.

Ten aanzien van de breedte van de vloer gelden geen voorwaarden.

13.2 M.b.t. de plafondconstructie

Een plafondconstructie als onderzocht en beschreven en die tevens voldoet aan navolgende voorwaarden:

- De afhanghoogte en de hoogte van het plenum, d.w.z. de afstand tussen de onderzijde van de vloerplaten en de bovenzijde van de plafondtegels is ten minste ca. 400 mm.
- De h.o.h.-afstanden van de ophangpunten van het draagsysteem mogen in beide richtingen niet zijn vergroot.
- In het plafond zijn geen lichtarmaturen e.d. aangebracht.
- Plafondplaten zijn van het type: Rockfon Royal Shadowline met afmetingen als onderzocht; een andere kleur en/of structuurafwerking aan de zichtzijde van de plafondplaten is echter toegestaan.

13.3 M.b.t. de belasting

- De totale belasting op de stalen liggers voor het geval brand (permanente belasting plus momentane veranderlijke belasting), bepaald volgens NEN 6702, is ten hoogste $2,30 \text{ kN/m}^1$.
- Hogere belastingen dan $2,30 \text{ kN/m}^1$ zijn echter toegestaan mits is aangetoond dat de kritieke staaltemperatuur van de liggers niet minder is dan $750 \text{ }^\circ\text{C}$ (zie toelichting 1).

13.4 M.b.t. de ondersteunende/aansluitende wanden

Wanden van een steenachtig materiaal met een brandwerendheid m.b.t. de scheidende functie en voorzover vloerdragend tevens op bezwijken, van ten minste 68 minuten (zie toelichting 3).

Toelichting 1

Bezwijken van stalen vloerliggers treedt op indien de temperatuur van de liggers (θ_a) de volgens NEN 6072:1997 te bepalen kritieke staaltemperatuur ($\theta_{a,krit}$) overschrijdt.

De optredende staaltemperatuur is afhankelijk van de profielfactor en de stijging van de omgevingstemperatuur in het plenum welke mede wordt bepaald door de plafondconstructie.

De kritieke staaltemperatuur ($\theta_{a,krit}$) is afhankelijk van de belastingsgraad (en het statisch systeem). Zie NEN 6072.

Ad 13.1a) Indien stalen liggerprofielen worden toegepast met een profielfactor $< 291 \text{ m}^1$ dan zullen de daarin optredende staaltemperaturen lager zijn dan gemeten tijdens de brandproef.

Veelal gaat een kleinere profielfactor gepaard met een groter weerstandsmoment hetgeen - bij voor het overige ongewijzigde omstandigheden - leidt tot een hogere kritieke staaltemperatuur.

De brandwerendheid zal bij toepassing van profielfactoren $< 291 \text{ m}^1$ dus niet verminderen.

Ad 13.1b/c) en 13.3b) Het vergroten van de overspanning en/of een hogere belasting op de liggers betekent, bij voor het overige ongewijzigde omstandigheden, een hogere belastingsgraad en daarmee een verlaging van de kritieke staaltemperatuur.

Toelichting 2

Ingeval van vloerplaten met een hogere isolatiewaarde dan die van de toegepaste grindbetonnen vloerplaten kunnen hogere spouw- en staaltemperaturen optreden dan gemeten. Om deze reden mag niet worden aangenomen dat de in 12 gegeven conclusie geldt indien vloerplaten van grindbeton zijn toegepast met een grotere dikte. Dit geldt eveneens voor houten of cellenbetonnen vloerconstructies - op houten dan wel stalen liggers - in combinatie met onderhavig plafond, mede in verband met het inbranden van hout of producten vervaardigd op basis van hout.

Toelichting 3

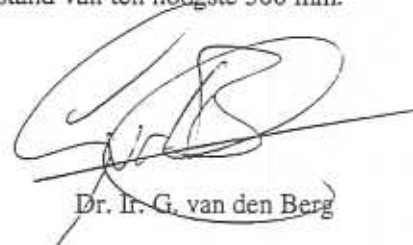
Bij een te lage brandwerendheid m.b.t. de scheidende functie en/of bij wanden bestaande uit een bekleed stijl- en regelwerk bestaat de kans op voortijdig branddoorslag naar het plenum via de aansluitende wanden dan wel via de aansluiting van het plafond met deze wanden.

14 UITBREIDING TOEPASSINGSGBIED

Naar de mening van TNO Bouw het Centrum voor Brandveiligheid is de conclusie tevens geldig indien de Sidestop kantlatten niet worden toegepast onder voorwaarde dat de stalen hoeklijn (04) aan het kader worden bevestigd met bevestigingsmiddelen met een lengte van ten minste 50 mm en een hart- op hartafstand van ten hoogste 300 mm.



P.W.M. Kortekaas



Dr. Ir. G. van den Berg

Stuklijst (zie figuur 1)

Nr.	Onderdeel
01	Hoofdprofiel QL 15/38 mm met topperforatie, lengte profiel 3000 mm;
02	Tussenprofiel QL 15/38 mm 1200 hp, lengte haak – haak 1200,8 mm;
03	Tussenprofiel QL 15/38 mm 600, lengte haak – haak 600,8 mm;
04	Hoeklijn 19 x 24 mm , lengte 3000 mm;
05	Rockfon doorzaktegel Royal Shadowline, afmetingen 595 x 595 x 20 mm;
06	Grindbetonnen vloerelementen, dikte 150 mm;
07	Stalen liggers IPE 140;
08	Snelhanger staal , 300 – 600 mm;
09	Flenshanger 8 –13 mm (4h58);
10	Kantlat Sidestop, 18 x 32 mm (b x h);
11	Nieten 5 x 15 mm;
12	Verzonken spaanplaatschroef $\varnothing 4$ x 70 mm

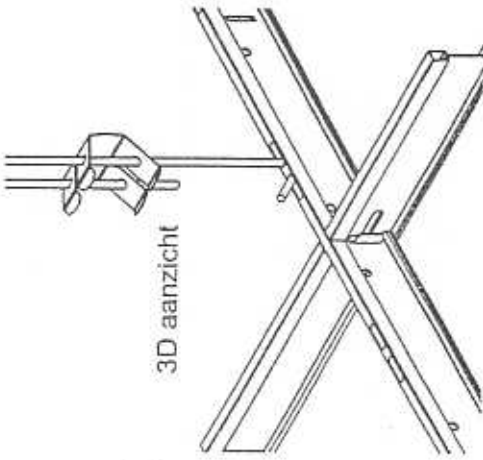
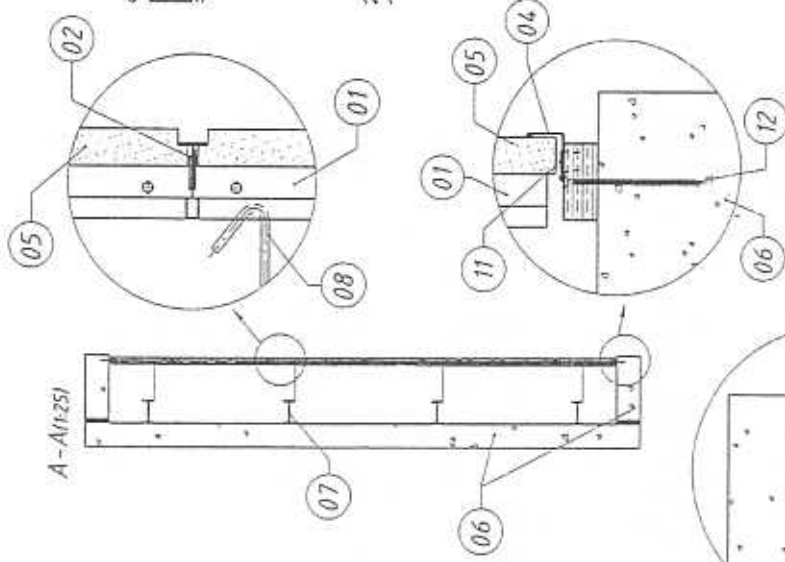
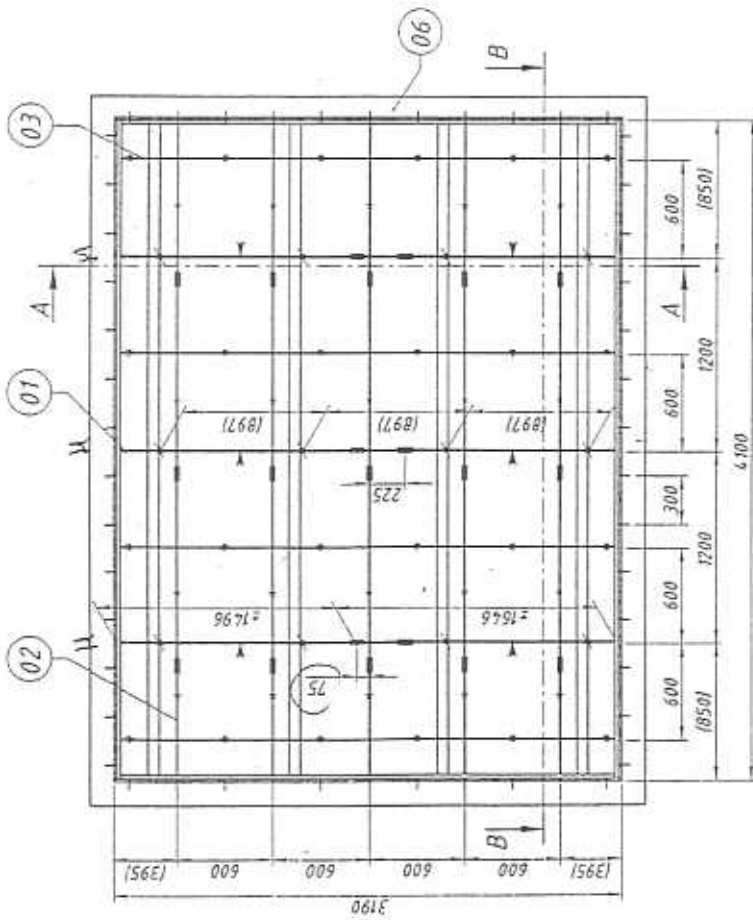
Figurenlijst

Figuur 1 : Overzicht van de constructie

Figuur 2 : Detail plafondsysteem

Fig. 1: Plattegrond en doorsnede van het proefstuk.

(1:25)



Legenda:

- Hoofdprofiel QL24/38mm
- ✳ Tussenstuk QL24/38mm 1200hp
- ✳ Tussenstuk QL15/38mm 600
- ⊕ Fire-safe
- ⊕ Ophangpunt
- ⊕ Koppeling hoofdprofiel

nr	Bestelomschrijving	Eenheid	Merk	Tekeningnummer
02	Verzonnen spaalstechniek	/ L x 10mm	-	-
05	Merten	-	-	-
06	Randflap SideStop	L x 32 x 18mm	-	-
07	Fleeshanger	/ B - 1200 (4x56)	-	-
08	Snelophanger	staal / 300-600	-	-
09	Stalen balken	IPF 140	-	-
10	Grondbeton	dikte = 150mm	-	-
11	Rockfon doorzakfelg	555 x 555 x 20mm	-	-
12	Rookflap 19 x 24cm	/ lengte = 3000mm	-	-
13	FS QL 15/38mm 600	/ lengte haak-haak=600mm	-	-
14	FS QL 15/38mm 1200hp	/ lengte haak-haak=1200mm	-	-
15	HP QL 15/38mm met foppert	/ lengte = 3000mm	-	-

Pos	Aantal	Benoaming	Material/Afmetingen	Kleur	Tekeningnummer
01	1	Verzonnen spaalstechniek	-	-	-
02	1	Merten	-	-	-
03	1	Randflap SideStop	L x 32 x 18mm	-	-
04	1	Fleeshanger	/ B - 1200 (4x56)	-	-
05	1	Snelophanger	staal / 300-600	-	-
06	1	Stalen balken	IPF 140	-	-
07	1	Grondbeton	dikte = 150mm	-	-
08	1	Rockfon doorzakfelg	555 x 555 x 20mm	-	-
09	1	FS QL 15/38mm 600	/ lengte = 3000mm	-	-
10	1	FS QL 15/38mm 1200hp	/ lengte haak-haak=600mm	-	-
11	1	HP QL 15/38mm met foppert	/ lengte haak-haak=1200mm	-	-
12	1	HP QL 15/38mm met foppert	/ lengte = 3000mm	-	-



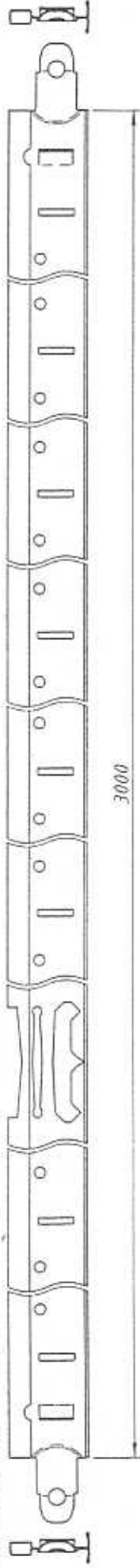
APRI
APRI OL 15/38mm & Rockfon doorzakfelgels & SideStop
Tekening 101-006-3

Fig. 2

• Hoeklijn 19 x 24mm



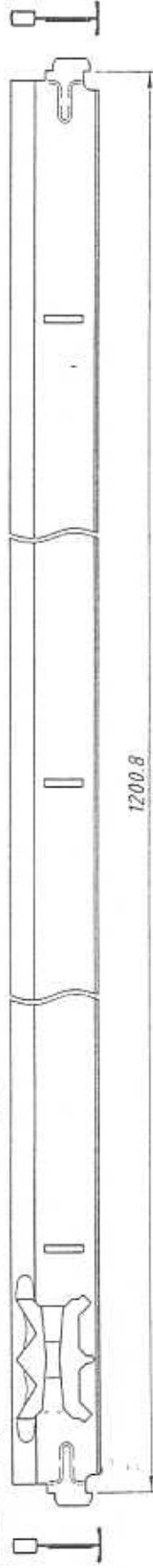
• Hoofdprofiel, type: API QL15/38 met topperforatie; L=3000mm.



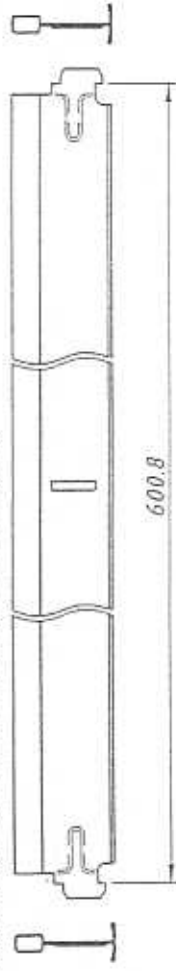
Aanzicht 'p'



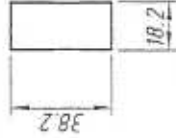
• Tussenstuk, type: API QL15/38; L=1200mm (hp).



• Tussenstuk, type: API QL15/38; L=600mm (hp).



• Promat kantlat SideStop



API TECHNIEK - TENDI ANDERS AANGEVEN ACUSTIC PRODUCTIONS (P/B) POSTBUS 1000 3840 BA HARDERWIJK TELEFOON 031-465311 FAX 031-465355 E-mail: sales@acustic.nl	REVISIE - MAATEENHEID mm PROJECTIE:	SCHAALE 1:2 DATUM 10-12-2007 GET J.Dilber GEK -	MATERIAAL - FORMAAT A3 ART NR -
	POLYCHAAMIES -	TENDI ANDERS AANGEVEN	TNO - Delft ART NR -

Referentie tekening no. BT-1-006-3.

A Waarnemingen

N = waarneming aan de niet-direct verhitte zijde

V = waarneming aan de direct verhitte zijde

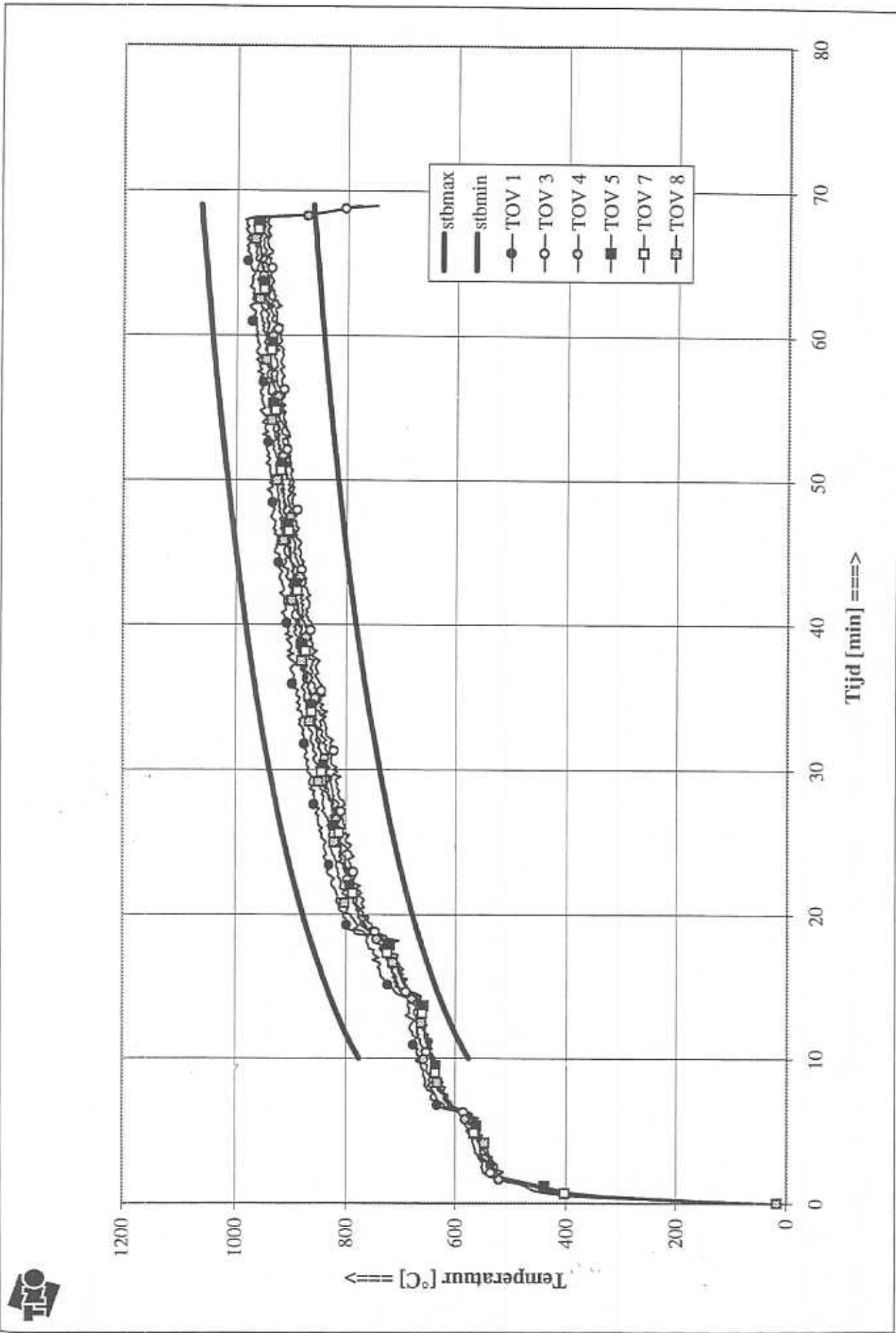
Tijd [min.]	Waarneming
0	Aanvang verhitting.
5	Veel rook uit bovenzijde proefstuk.
13	Rook neemt weer af.
25	Ophangstelsel duidelijk vervormd.
28	Sommige platen lijken wat los te liggen van het ophangstelsel.
62	Naden tussen platen en ophangstelsel gaan wat wijken.
68	Scheurtjes zichtbaar in oppervlak platen.
68	Einde verhitting in overleg met opdrachtgever.

B Gastemperaturen en overdruk in de oven

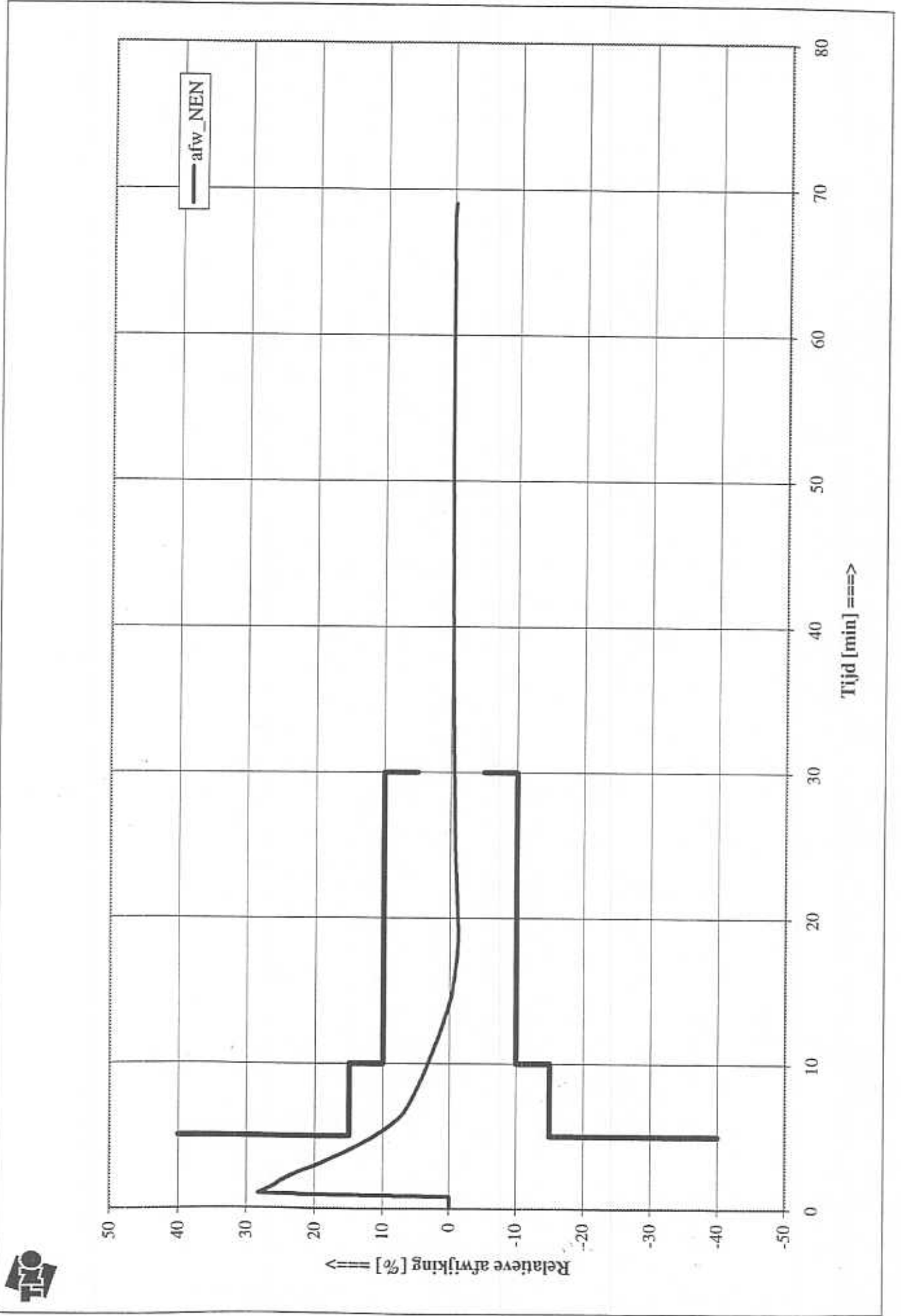
Figuur B1 : gemeten gastemperaturen in de oven.

Figuur B2 : relatieve afwijking van de oventemperaturen.

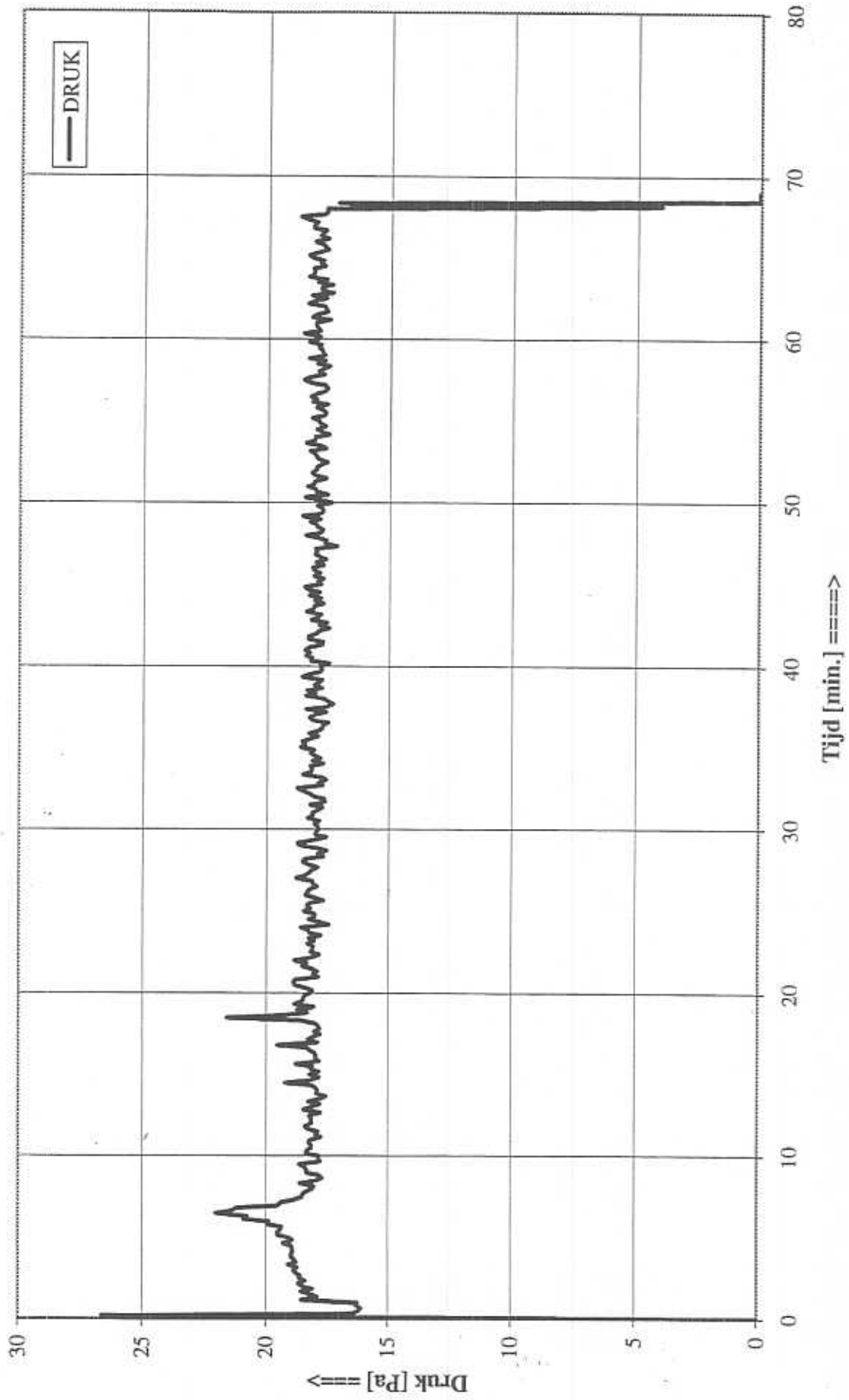
Figuur B3 : gemeten overdruk in de oven.



Figuur B1



Figuur B2



Figuur B3

C Proefstuktemperaturen en verplaatsingen

Figuur C1 : posities van de thermokoppels.

Figuur C2 : gemeten staaltemperaturen van de onderflenzen van de stalen liggers.

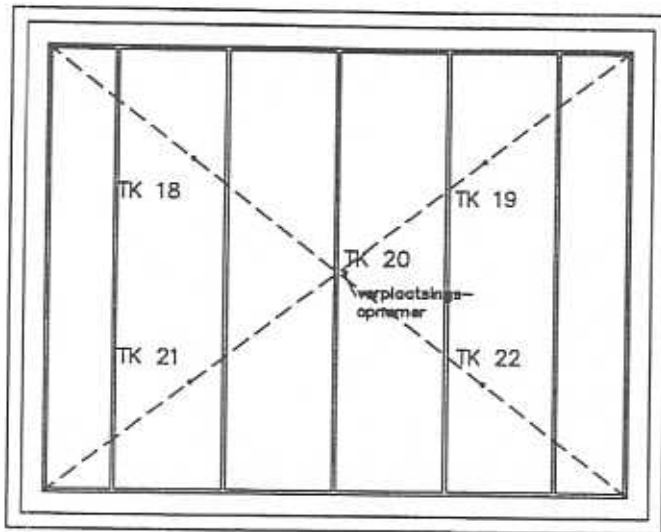
Figuur C3 : gemeten staaltemperaturen van de lijven van de stalen liggers.

Figuur C4 : gemeten luchttemperaturen in het plenum.

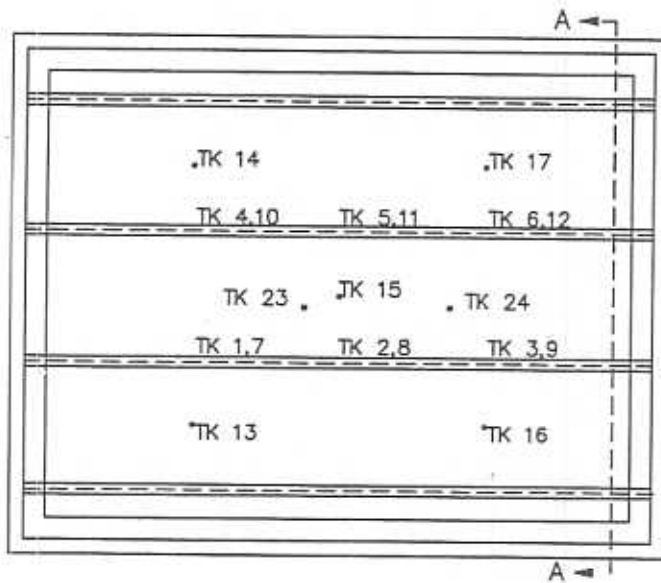
Figuur C5 : gemeten oppervlakte-temperaturen op de grindbetonnen vloerelementen.

Figuur C6 : gemeten oppervlakte-temperaturen van twee plafondplaten.

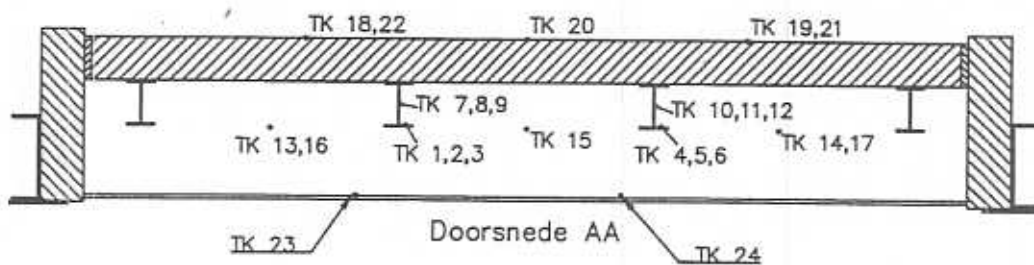
Figuur C7 : gemeten doorbuiging van het midden van de vloerconstructie.



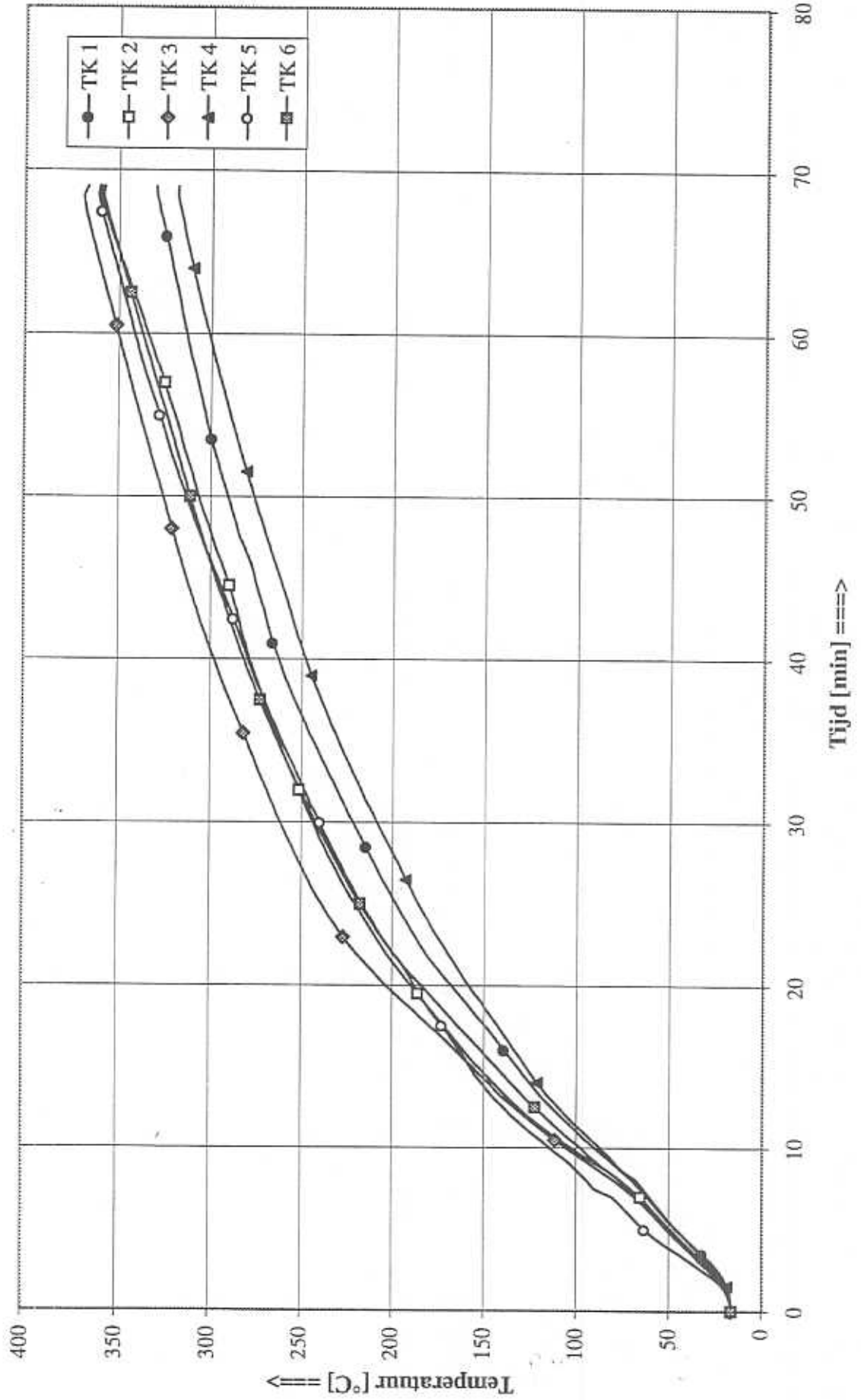
Bovenaanzicht vloer



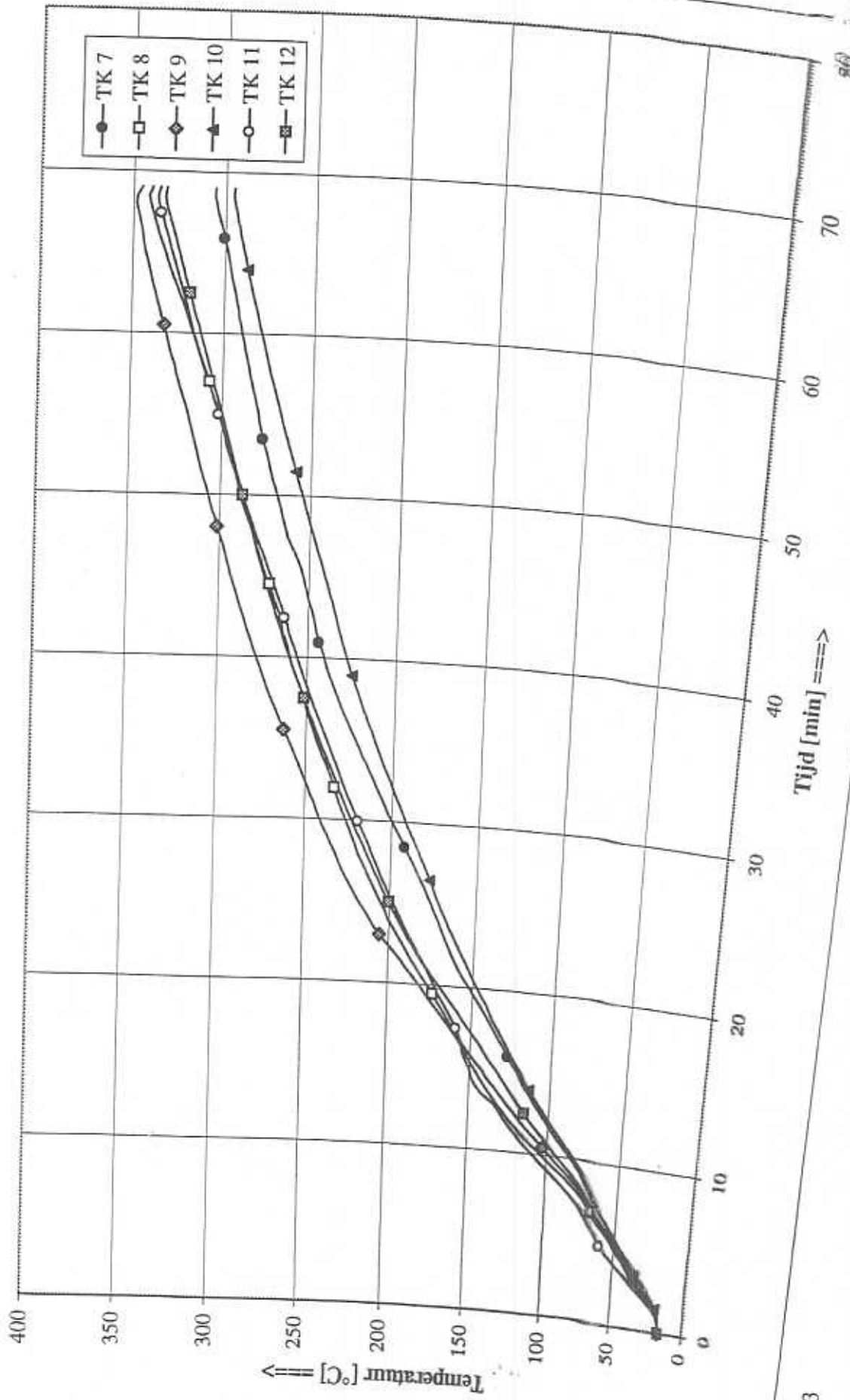
Bovenaanzicht stalen balken



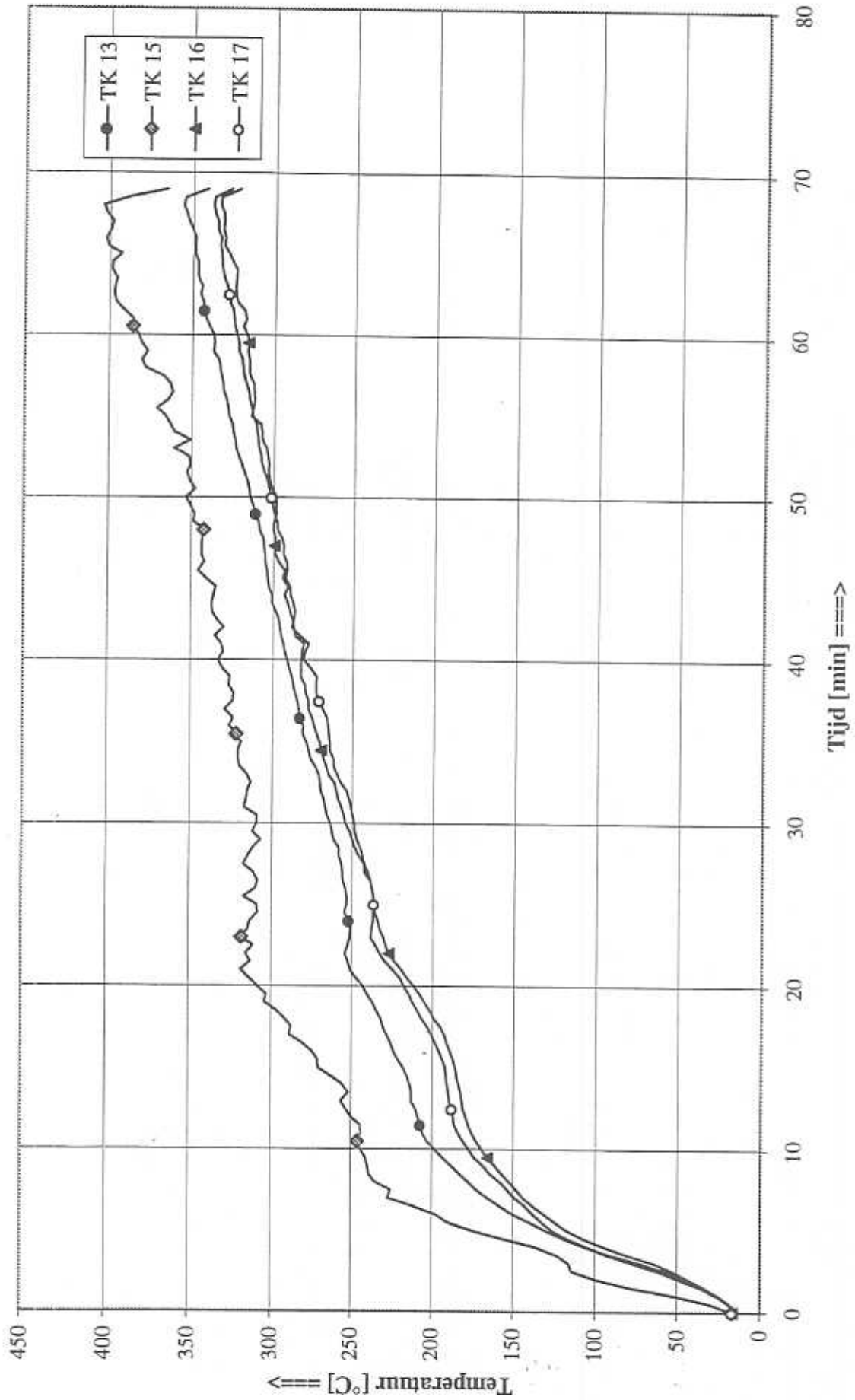
Figuur C1



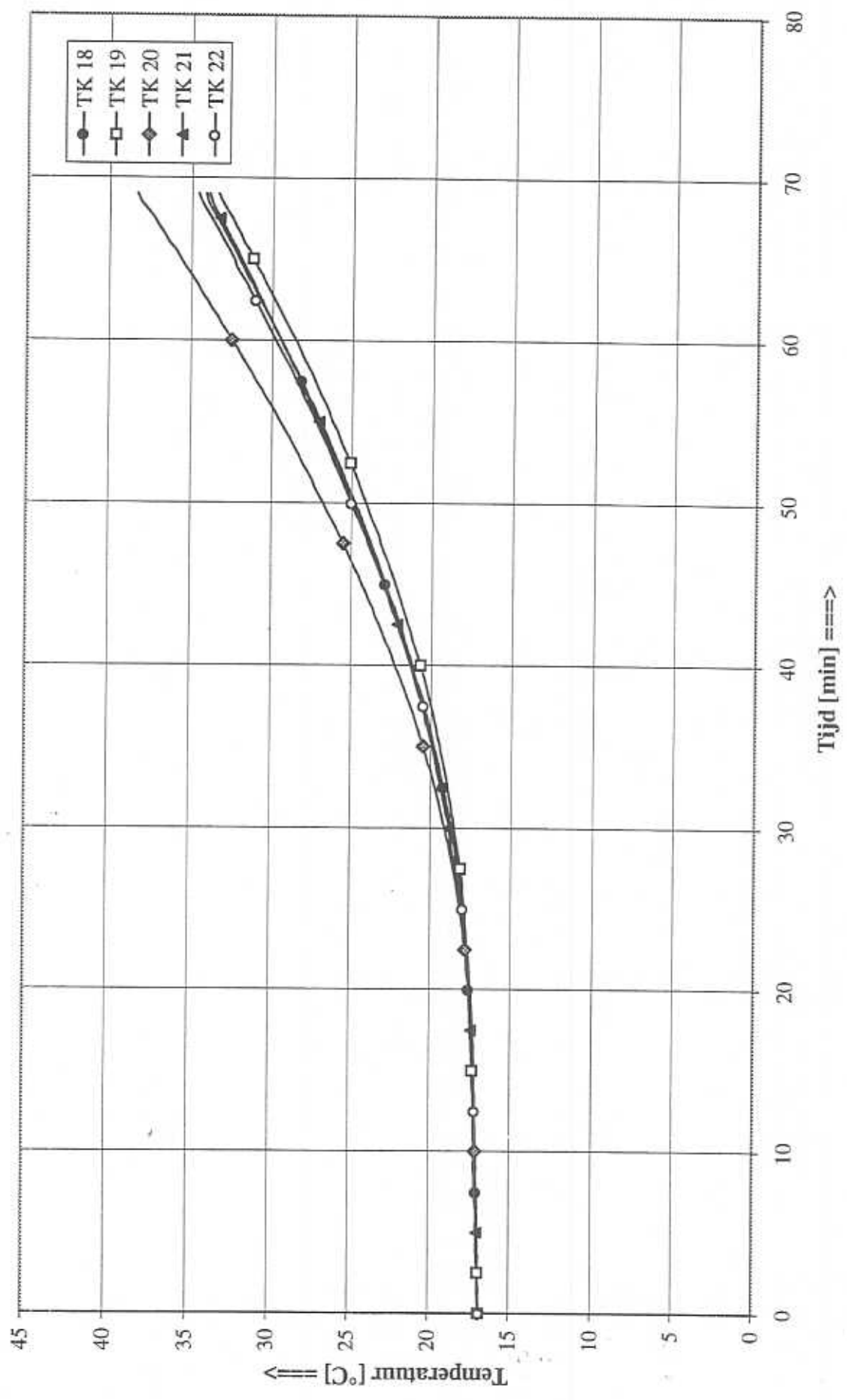
Figuur C2



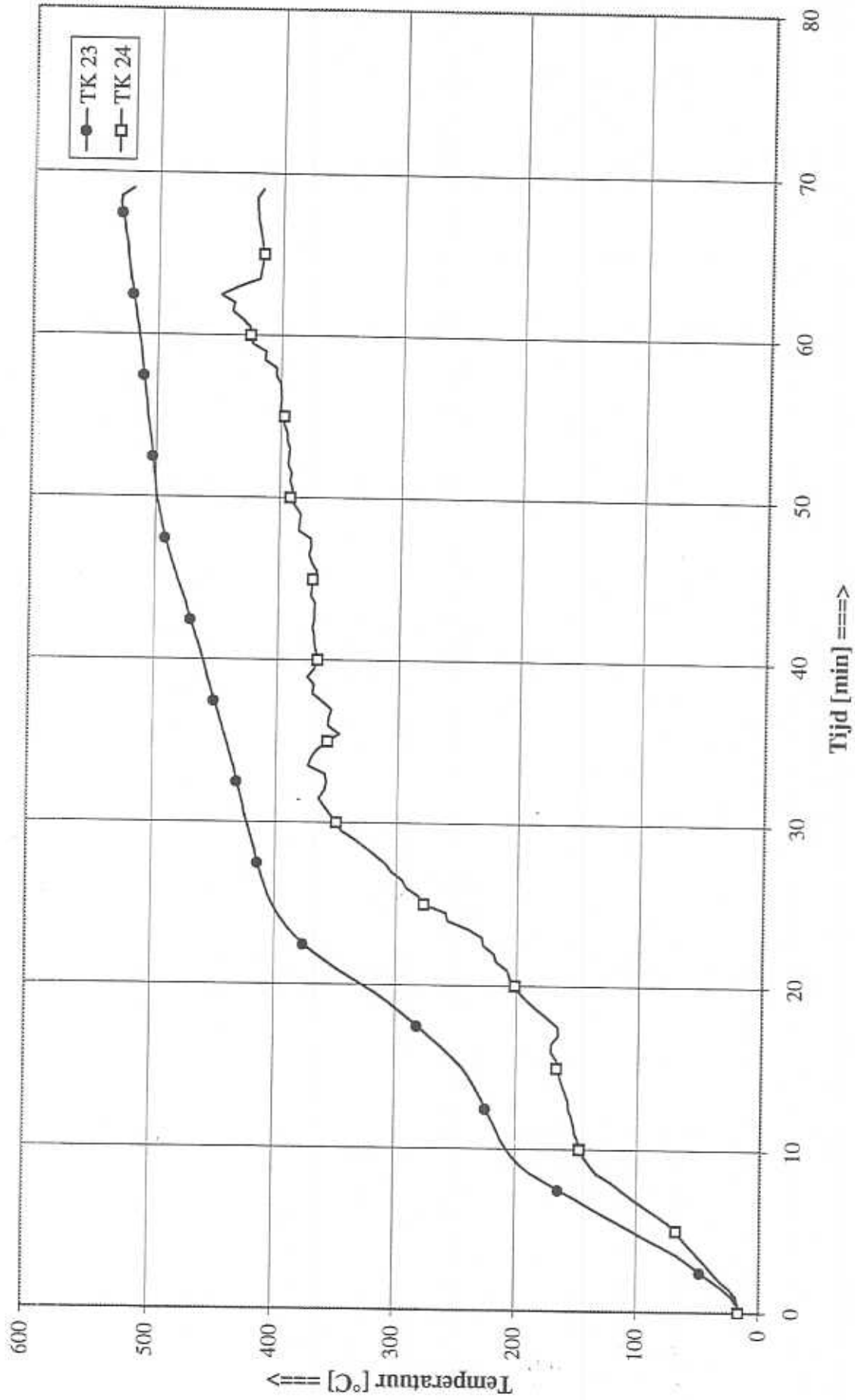
Figuur C3



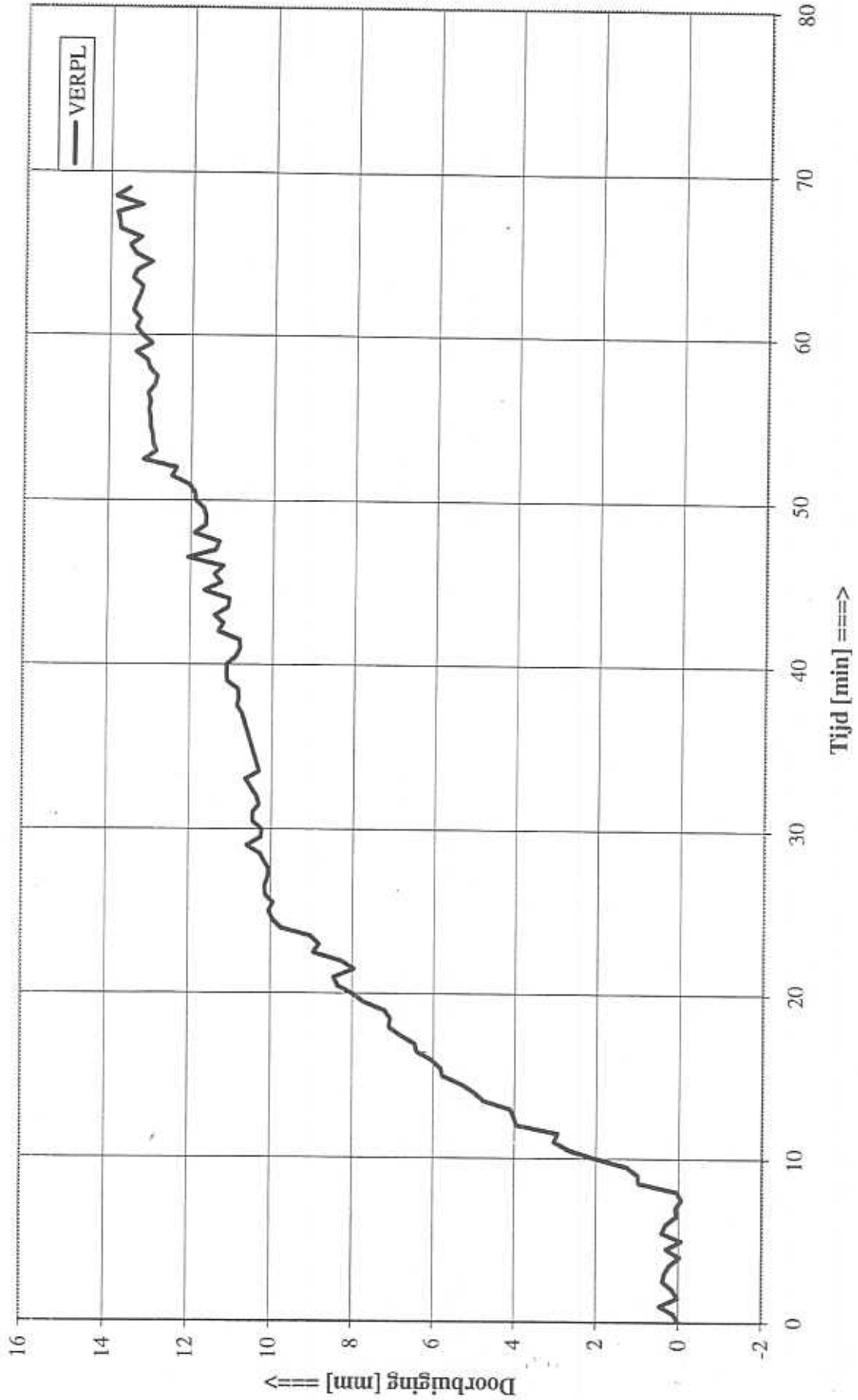
Figuur C4



Figuur C5



Figuur C6



Figuur C7

D Foto's

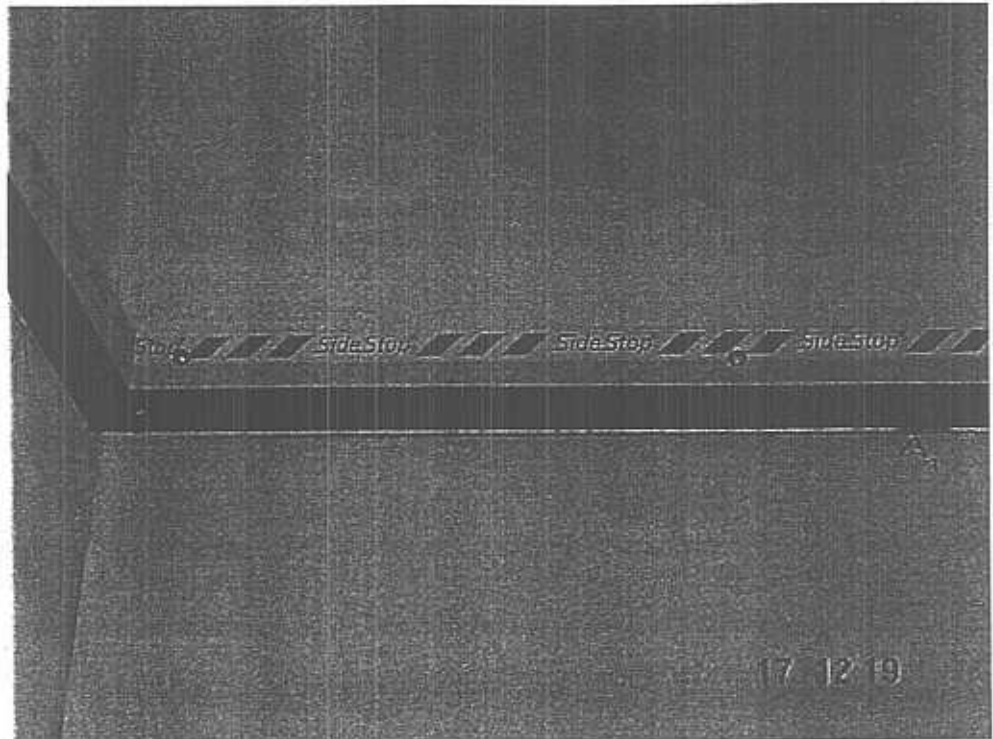


Foto 1 : detail Sidestop kantlatten

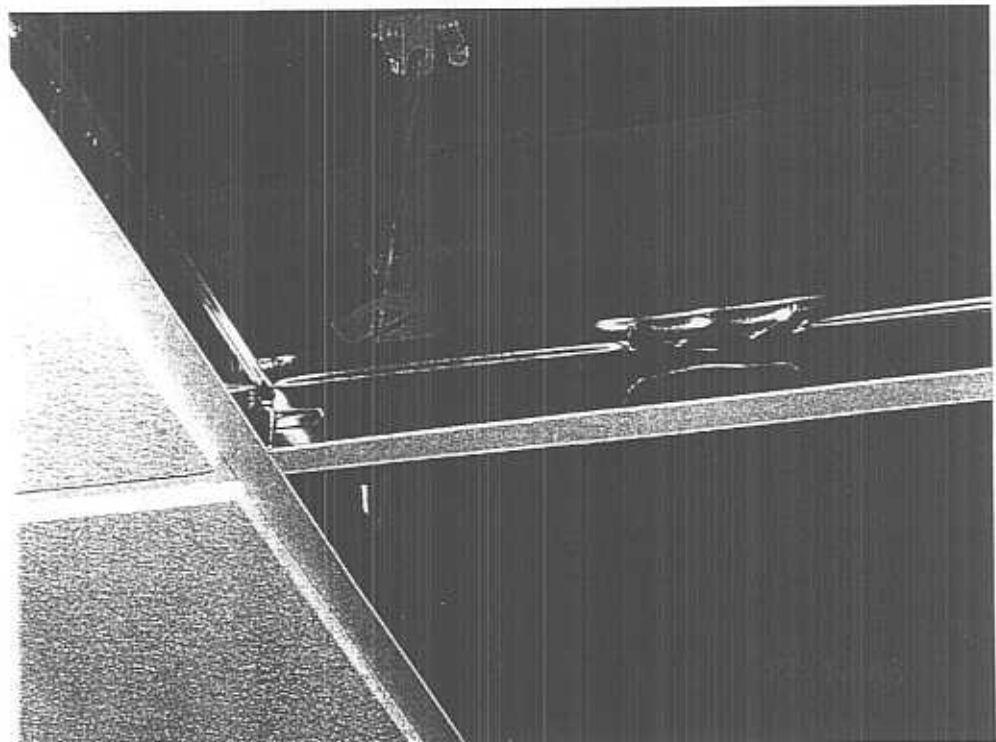


Foto 2 : ophangstelsysteem en fire break

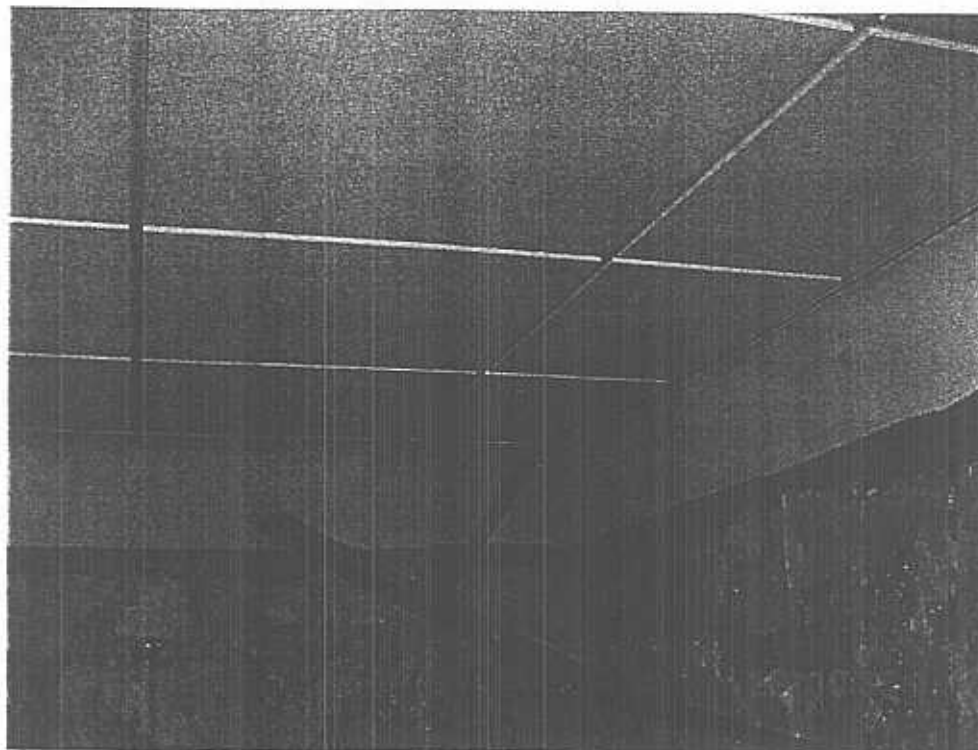


Foto 3 : aanzicht constructie voor de proef

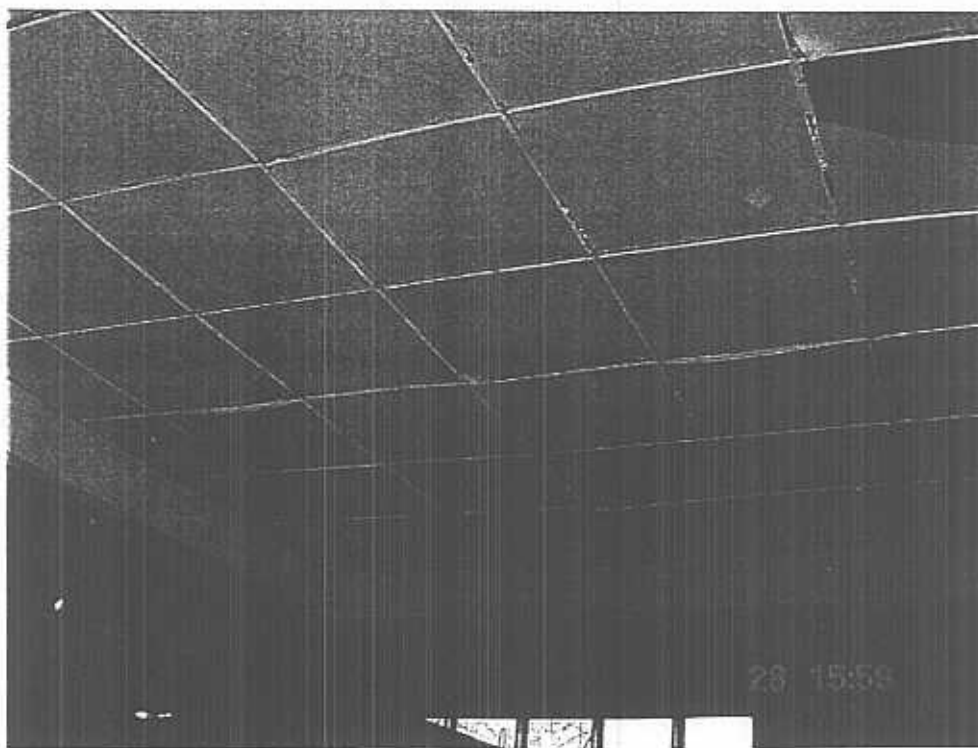


Foto 4 : aanzicht constructie na de proef

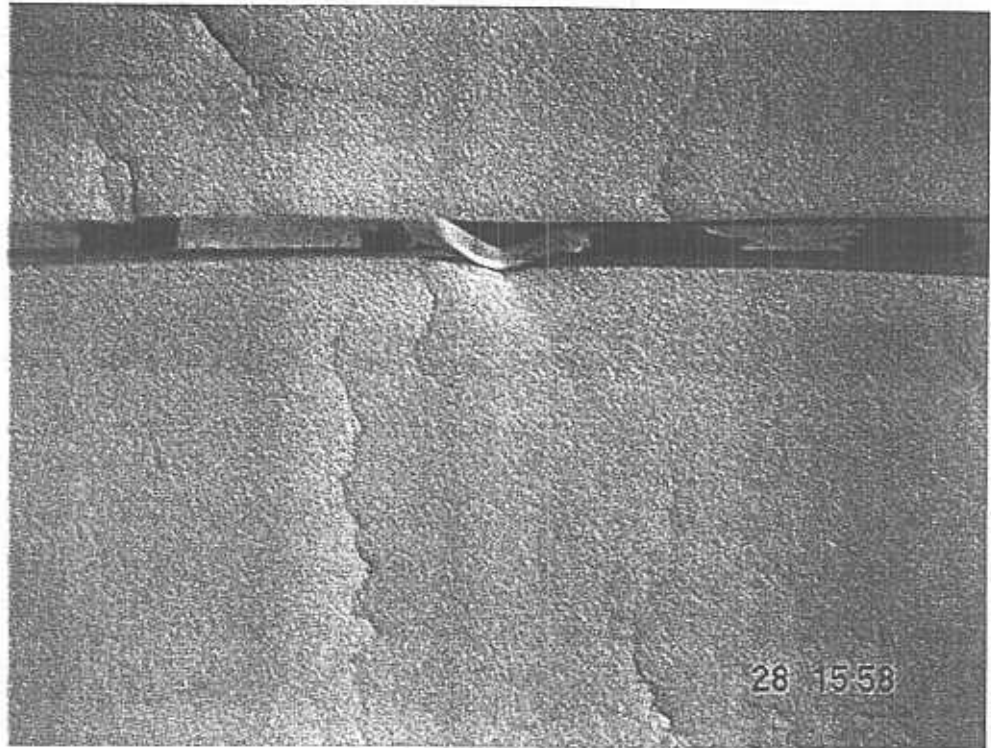


Foto 5 : aanzicht fire break na de proef

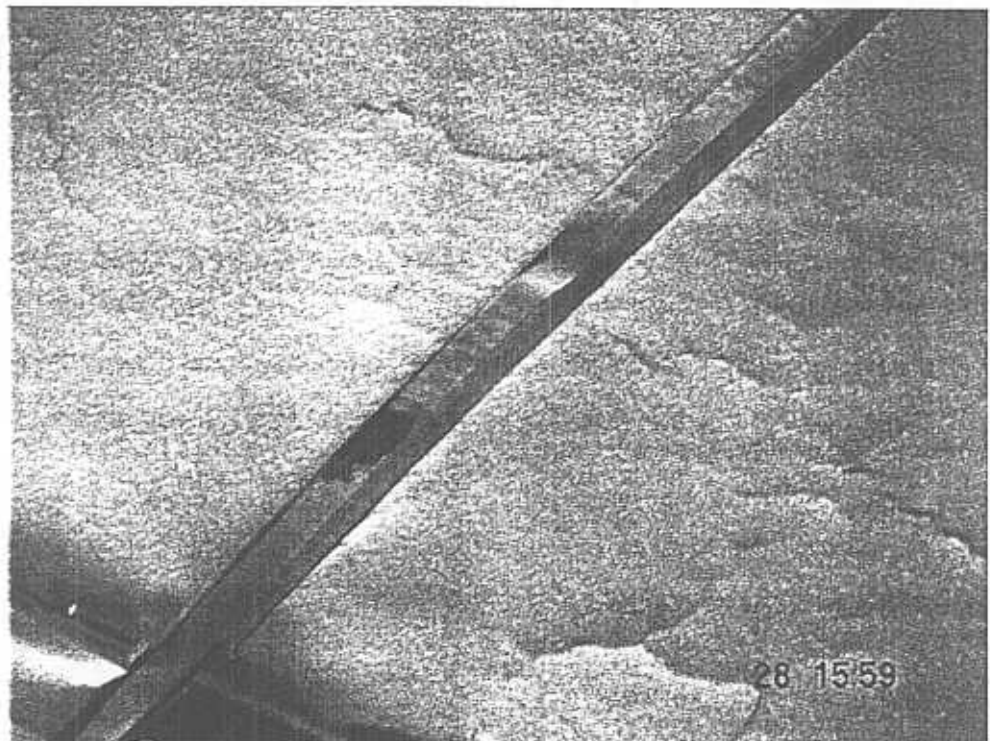


Foto 6 : aanzicht fire-break na de proef