

TNO rapport
95-CVB-R1098

BEPALING VAN DE BRANDWERENDHEID VAN EEN VLOER-PLAFOND
CONSTRUCTIE OPGEBOUWD UIT BETONNEN VLOERELEMENTEN,
STALEN BALKEN EN EEN VERLAAGD PLAFONDSYSTEEM BESTAAN-
DE UIT ROCKFON PLAFONDPLATEN EN EEN ZICHTBAAR OPHANG-
SYSTEEM, FABRIKAAT CHICAGO METALLIC

TNO Bouw
Centrum voor Brandveiligheid

Lange Kleiweg 5, Rijswijk
Postbus 49
2600 AA Delft

Datum: Augustus 1995

Telefoon 015 (2)842 000
Fax 015 (2)84 39 90
Telex 38270

Auteur(s): F.A.J. van Gils
Ing. P.W. van de Haar



Opdrachtgever:
Rockfon B.V.
T.a.v. S. Vroomen
Postbus 1160
6040 KD ROERMOND

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.

Projectnaam: Brandwerendheid
Projectnr. : 05.20.6.7095/033

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

Pagina's : 8
Tabellen : -
Figuren : 11
Bijlagen : 1
Foto's : 2

© 1995 TNO

Thema : 202, 222
WP-onderwerp : M
Trefwoord(en): Brandwerendheid, vloer/plafond systeem

Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

TNO Bouw verricht onderzoek en geeft advies over
bouwvraagstukken, voornamelijk in opdracht van onder meer
de overheid, grote en kleine ondernemingen in de bouw,
toeleveringsbedrijven en branche-instellingen.



Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO,
zoals gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank en de
Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

1 ONDERWERP

Een vloer/plafond constructie opgebouwd uit grindbetonnen vloerelementen met stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond, bestaande uit Rockfon plafondplaten en een zichtbaar ophangstelsel van T-profielen, fabrikaat Chicago Metallic Continental.

2 ONDERZOEK

Brandwerendheid volgens NEN 6069:1991

3 OPDRACHTGEVER

Rockfon B.V.
Postbus 1160
6040 KD ROERMOND

4 PLAATS EN DATA BETREFFENDE HET ONDERZOEK

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

De vloer/plafond constructie werd gemonteerd op 27 maart 1995.

De brandproef werd uitgevoerd op 30 maart 1995.

5 DATUM EN NUMMER RAPPORT

Augustus 1995 nr. 95-CVB-R1098.

6 ONDERZOCHE CONSTRUCTIE

6.1 Algemeen

Onderzocht werd een vloer/plafond constructie, opgebouwd uit grindbetonnen vloerelementen, stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond, afmetingen ca 3,1 x 4,0 m.

Het verlaagde plafond bestond uit akoestische plafondplaten, type Paral Krios, fabrikaat Rockfon en een zichtbaar ophangstelsel van T-profielen, stelsel 850, fabrikaat Chicago Metallic Continental.

Hierna worden alle toegepaste onderdelen beschreven. De cijferaanwijzing tussen haakjes in de marge komt overeen met de nummering in de figuren 1 en 2.

6.2 Materialen

6.2.1 Ophangstelsysteem CMC 850, fig. 1 en 2

De plafondprofielen waren vervaardigd uit koudgewalst thermisch verzinkt bandstaal.

- (1) Hoofdprofiel, type CMC 850, hoofdafmetingen $h \times b = 38 \times 24$ mm, materiaaldikte 0,4 mm. Per hoofdprofiel één koppeling en één 'Fire-break'.
- (2) Dwarsprofiel, type CMC 854, hoofdafmetingen $h \times b = 38 \times 24$ mm, materiaaldikte 0,4 mm.
- (5) Muurprofiel, type CMC 1420, hoofdafmetingen $h \times b = 24 \times 24$ mm, materiaaldikte 0,5 mm.
- (3) Clip, type CMC 16, staal, materiaaldikte 1,2 mm.
- (4) Snelophanger, type CMC 11000, staal, staafdiameter 3,8 mm.

6.2.2 Plafondplaten

- (6) Rockfon plafondplaat, type Paral Krios, akoestische zelfdragende plaat bestaande uit steenwol met aan de zichtzijde een wit geverfd glasvlies, plaatafmetingen $l \times b \times d = 1200 \times 600 \times 25$ mm. De platen waren van het type 'inleg modulair'.

6.2.3 Ondersteuningsconstructie

Stalen beproevingsframe met een kader van cellenbeton - wanddikte 150 mm - met inwendige afmetingen van 4100 x 3100 mm.

Vier stuks stalen balken IPE 140 h.o.h 900 mm. De lengte van de stalen balken bedroeg 4600 mm, de overspanning $L_1 = 4280$ mm.

Zes gewapend grindbetonnen vloerelementen. De afmetingen van de 150 mm dikke vloerelementen bedroegen:

- 3050 x 750 mm (4 stuks);
- 3050 x 600 mm (1 stuks);
- 3050 x 450 mm (1 stuks).

6.2.4 Bevestigingsmiddelen

Gasbetonnagels UPAT-EXN, type N° 0482, 5 x 26 mm voor de bevestiging van de muurprofielen aan de wand van cellen betonblokken.

6.3 Methode van montage en assemblage

De op- en inbouw van de vloer/plafond constructie vond als hierna beschreven plaats. De nummers tussen haakjes corresponderen met de nummers in paragraaf 6.2. De constructie-opbouw wordt gegeven in de figuren 1 en 2.

- inbouw van het cellenbetonnen kader in het stalen beproevingsframe;
- aanbrengen van de stalen liggers, h.o.h. ca 900 mm, in de lengterichting van het cellenbetonnen kader;
- monteren van de muurprofielen aan de binnenzijde van het cellenbetonnen kader met een afstand van 383 mm [MW]¹ van onderzijde stalen ligger tot onderzijde muurprofiel (zie foto 1) m.b.v. gasbetonnagels h.o.h. 220 à 270 mm;
- aanbrengen ophangbeugels en snelophangers (3) en (4) volgens Fig. 2, ophangpunten h.o.h. 1200 mm in de richting van de overspanning van de stalen balken en h.o.h 900 mm in de richting haaks op de overspanning van de stalen balken als aangegeven in Fig. 1;
- ophangen van de hoofdprofielen aan de snelophangers, h.o.h. 1200 mm met de plaats van de koppelingen en fire breaks zoals aangegeven in Fig. 1;
- snelophangers op de juiste lengte brengen;
- dwarsprofielen monteren h.o.h. 600 mm;
- aanbrengen van de plafondplaten;
- aanbrengen van de gewapend betonnen vloerelementen op de stalen liggers (zie foto 2);
- aanbrengen van steenwol afdichtingsstroken tussen de vloerelementen.

7 VERVAARDIGING VAN DE CONSTRUCTIE

Centrum voor Brandveiligheid
TNO Bouw te Rijswijk, Nederland

- opbouw cellenbetonnen kader met vloer van stalen balken en grindbetonnen vloerelementen

Chicago Metallic Continental N.V.

te Wijnegem, België

- productie zichtbaar ophangstelsel van T-profielen

Rockfon B.V.
te Roermond

- productie plafondplaten, inbouw van het ophangstelsel, de profielen en de plafondplaten

¹ = door meting vastgesteld

8 WIJZE VAN ONDERZOEK

8.1 Controle proefstuk

Gedurende de inbouw werden de gebruikte materialen en onderdelen alsmede de positie daarvan gecontroleerd aan de hand van de verstrekte tekeningen en 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 ± 5) °C en een relatieve vochtigheid van $(50 \pm 10)\%$.

8.3 Bepaling volumieke massa en het evenwichtsvochtgehalte

Van de toegepaste Rockfon plafondplaten en van de betonnen vloerelementen werden op de datum van de brandproef van enkele representatieve monsters de volumieke massa en het vochtgehalte² bepaald.

Rockfon plafondplaat, type Paral Krios:

volumieke massa: 92,6 kg/m³

vochtgehalte : 0,6 %

Grindbetonnen vloerelementen:

volumieke massa: 2365 kg/m³

vochtgehalte : 3,6 %

8.4 Brandproef

8.4.1 Conditie

Het onderzoek werd uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in de norm NEN 6069:1991. Het proefstuk werd éénzijdig aan de onderzijde verhit volgens de standaardbrandkromme.

8.4.2 Belasting

Tijdens de verhitting bedroeg de totale belasting op elk van de balken van de vloer/plafond-constructie 2,25 kN/m² (belasting t.g.v. het eigen gewicht van de IPE-liggers en vloerplaten). De belasting is gebaseerd op een kritieke staaltemperatuur van 700 °C in de liggers.

² Bepaald na droging bij 105 °C

8.4.3 Metingen

Gedurende de verhitting werden gemeten en geregistreerd:

- de gasttemperatuur in de oven met zeven thermokoppels (TOV 1 t/m TOV 7);
- de temperaturen van de onderflenzen van de stalen vloerliggers met zes thermokoppels (Tk 1 t/m Tk 6);
- de temperaturen van de lijven van de stalen vloerliggers met zes thermokoppels (Tk 7 t/m Tk 12);
- de temperaturen in het plenum met vijf thermokoppels (Tk 13 t/m Tk 17);
- de oppervlaktetemperaturen van de bovenzijde van de vloer met vijf thermokoppels (Tk 18 t/m Tk 22);
- de doorbuiging in het midden van de vloer met één verplaatsingsopnemer (VERPL OPN 1);

De posities van de thermokoppels en de verplaatsingsopnemer zijn gegeven in Fig. 3.

N.B. De metingen en de registratie daarvan werden nog 8 minuten na het beëindigen van de verhitting voortgezet.

9 WAARNEMINGEN TIJDENS DE VERHITTING

De verhitting werd na 66 minuten beëindigd omdat één van de plafondplaten eruit dreigde te vallen. Bij het beëindigen van de verhitting was nog geen van de criteria m.b.t. de brandwerendheid bereikt.

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

10 MEETRESULTATEN BRANDPROEF

De meetresultaten zijn gegeven in de volgende figuren:

Fig. 4: Gemeten gastemperaturen in de oven.

Fig. 5: Relatieve afwijking tussen de gerealiseerde gemiddelde temperaturen in de oven en de standaardbrandkromme alsmede de toegestane afwijking.

Fig. 6: Gemeten temperaturen van de onderflens van de stalen liggers.

Fig. 7: Gemeten temperaturen van het lijf van de stalen liggers.

Fig. 8: Gemeten temperaturen in het plenum.

Fig. 9: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de bovenzijde van de vloer.

Fig. 10: Gemeten doorbuiging van het midden van de vloer.

11 SAMENVATTING

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

Tabel 1 Samenvatting beproevingsresultaten

criterium	Tijdsduur gerekend vanaf het begin van de verhitting gedurende welke nog juist aan het criterium werd voldaan
Bezwijken	> 66 minuten
Vlamdichtheid betrokken op de af-dichting	> 66 minuten
Thermische isolatie betrokken op de temperatuur	> 66 minuten

12 CONCLUSIE

Brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie en met betrekking tot bezwijken volgens NEN 6069:1991 van de vloer/plafond constructie: ten minste 66 minuten.

13 TOEPASSINGSGEBIED EN VOORWAARDEN

De conclusie geldt uitsluitend voor vloer/plafond-constructies welke in detail gelijk zijn aan de onderzochte constructie en met:

- a. andere stalen vloerliggers, mits de profielfactor $P = O_s/A$ daarvan gelijk is aan of kleiner is dan die van de bij de onderzochte vloer toegepaste IPE-profielen ($O_s/A \leq 291 \text{ m}^{-1}$)³⁾. Grotere overspanningen zijn toegestaan mits voldaan wordt aan het gestelde onder c.
- b. met dunnere platen van grindbeton mits wordt aangetoond dat bij een directe verhitting volgens de temperatuur-tijd relatie als gegeven in Fig. 11 (zie toelichting 1):
 - voldaan wordt aan het criterium thermische isolatie betrokken op de temperatuur;
 - de platen niet bezwijken ten gevolge van de in de praktijk aanwezige momentane veranderlijke belasting voor het geval brand.

³⁾ Zie NEN 6072.

Toelichting:

Van deze controle kan op grond van Bijlage A van NEN 6071 worden afgezien indien de plaatdikte ten minste 84 mm bedraagt en de wapeningsafstand "a" ten minste 22 mm.

- c. met een totale belasting (t.g.v. eigen gewicht en momentane veranderlijke belasting) op de liggers voor het belastinggeval brand van ten hoogste 2,25 kN/m².
Grotere belastingen en/of grotere overspanningen zijn echter toegestaan (zie toelichting 2).

Toelichting 1:

Bij een vloerafdekking met een hogere isolatiewaarde dan die van de toegepaste grindbetonplaten kunnen hogere spouw- en staaltemperaturen optreden dan gemeten. Om deze reden geldt de conclusie niet als de stalen draagconstructie wordt afgedekt met grindbetonplaten dikker dan 150 mm, cellenbetonplaten of met een houten vloer.

Toelichting 2:

Bezwijken van de stalen vloerliggers moet worden verwacht indien de temperatuur van de stalen liggers (θ_s) de kritieke staaltemperatuur (θ_{krit}) bepaald volgens NEN 6072 overschrijdt.
Voor profielen met een profielfactor < 291 m² zullen de optredende staaltemperaturen kleiner zijn dan de gemeten staaltemperaturen. De kritieke staaltemperatuur hangt af van de belastinggraad en het statisch systeem *), maar is in alle gevallen groter dan de maximale staaltemperatuur gemeten bij 66 minuten.

14 UITBREIDING TOEPASSINGSGEBIED

Naar de mening van TNO Bouw geldt de conclusie tevens indien:

- Indentieke plafondplaten worden toegepast als het onderzochte type Paral Krios 544 met als enige variant een andere kleur en/of structuurafwerking op het mineraal vlies aan de zichtzijde.
- Indentieke plafondplaten als het onderzochte type Paral Krios 544 in de maat 600 x 600 x 25 mm worden toegepast met bijbehorende extra tussenprofielen type 854.



F.A.J. van Gils



Ing. P.W. van de Haar

*) Zie NEN 6072.

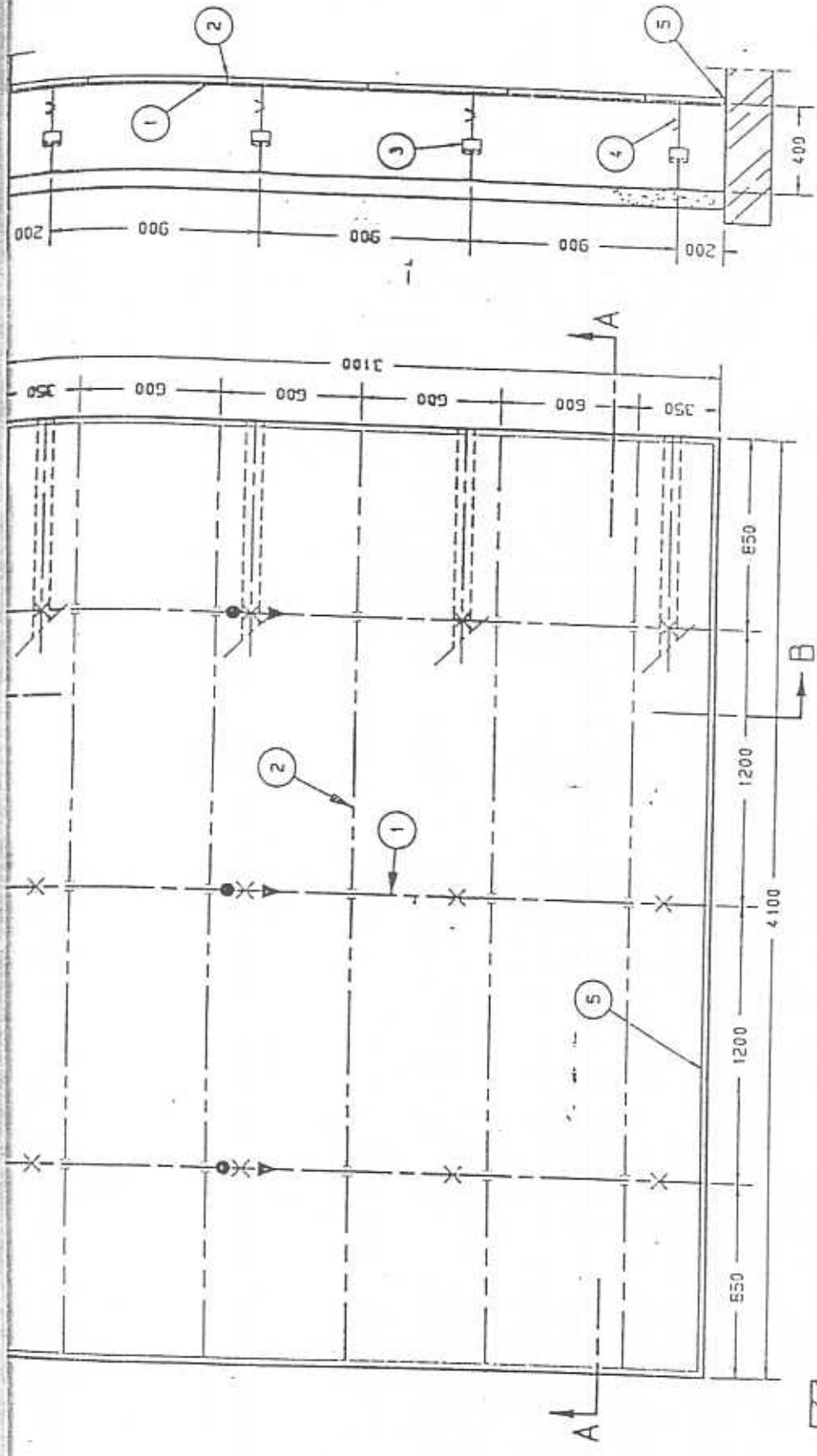


Fig. 1: Plattegrond en doorsneden van het proefstuk.

VUURTEST : ROCKFON + CMC850		Grtek./Sign.1 C.V.H.
Chicago Metallic		Med.1 1200x600
Chicago Metallic Components, N.V., De Bovenstraat 3, 2008 Blijssdam, Schiedam T: 010-430-3300 F: 010-430-3301		Benoemder/Inhoudt --
Systeem 850		Wijzigingent Afschaffent
Schacht/Scaal 1:20		R.M.Nr. 001
Omschrijving 55-03-157		

- Koppeling
- × Ophangpunt
- ▼ Fire-break
- 1: Hoofdprofiel type E50
- 2: Dwarsprofiel type 654
- 3: Regelbare ophangbeugel type 16
- 4: Snelophenger type 11000
- 5: Muurprofiel type 1420

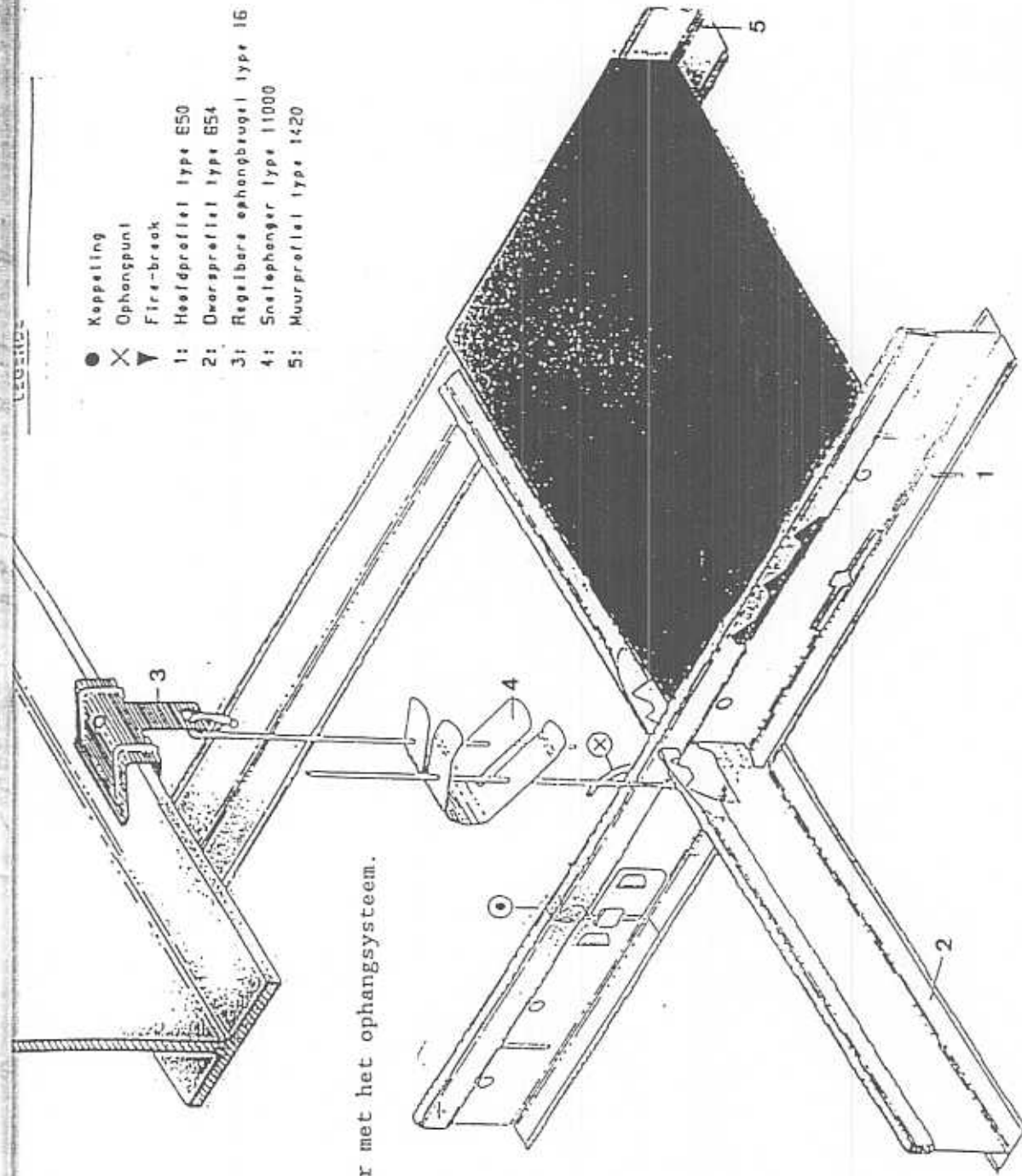
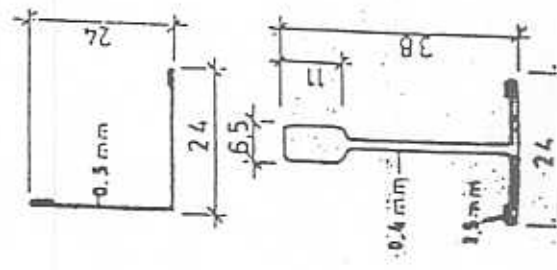


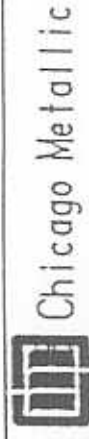
Fig. 2: Opbouw plafondconstructie; IPE-ligger met het ophangstelsel.



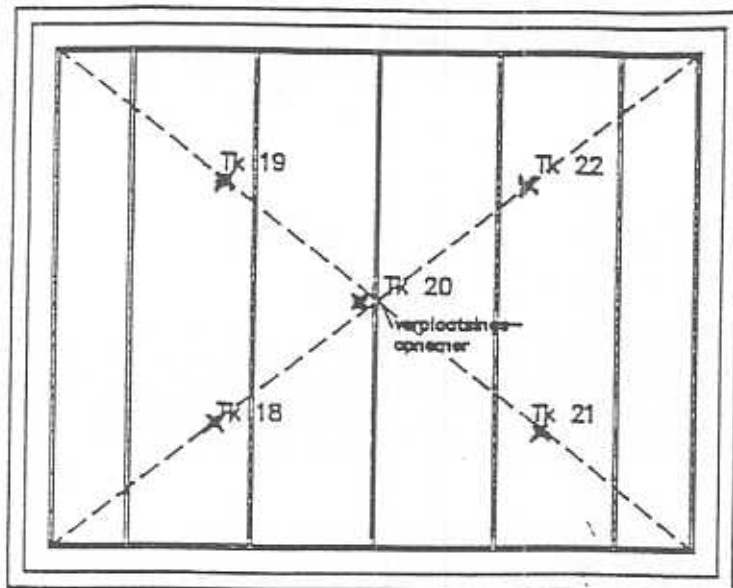
Zakelijk/Client:	Estimatie:	Getak./Signat:
	20.03.24	C.V.H.
	5011	Mod.
	500	1200 x 500
	Ver. maat/thicknes:	Baanmaat/width:

	Seccat./Scale:	Rijtingen/Alignments:
	...	PLAN N°:
	Opbouw/fig:	001/L
	95-03-157	

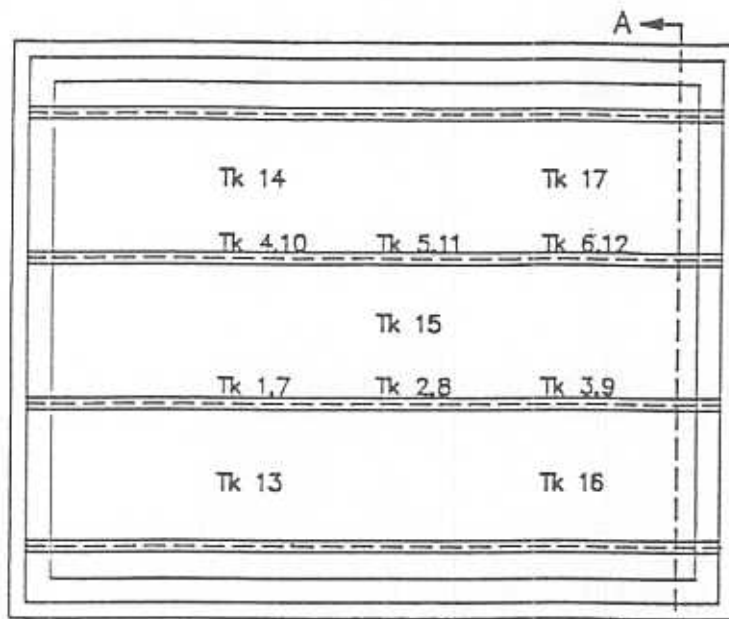
VUURTEST ;
ROCKFON + CMC850



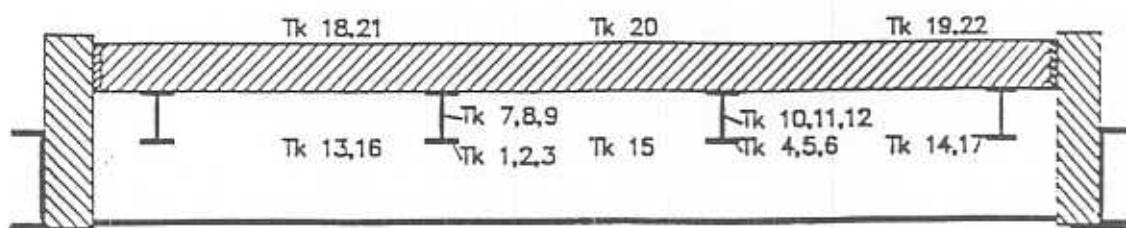
Chicago Metallic



Bovenaanzicht vloer



Bovenaanzicht stalen balken A



Doorsnede AA

Fig. 3: Het proefstuk met de posities van de thermokoppels en de verplaatsingsopnemer.

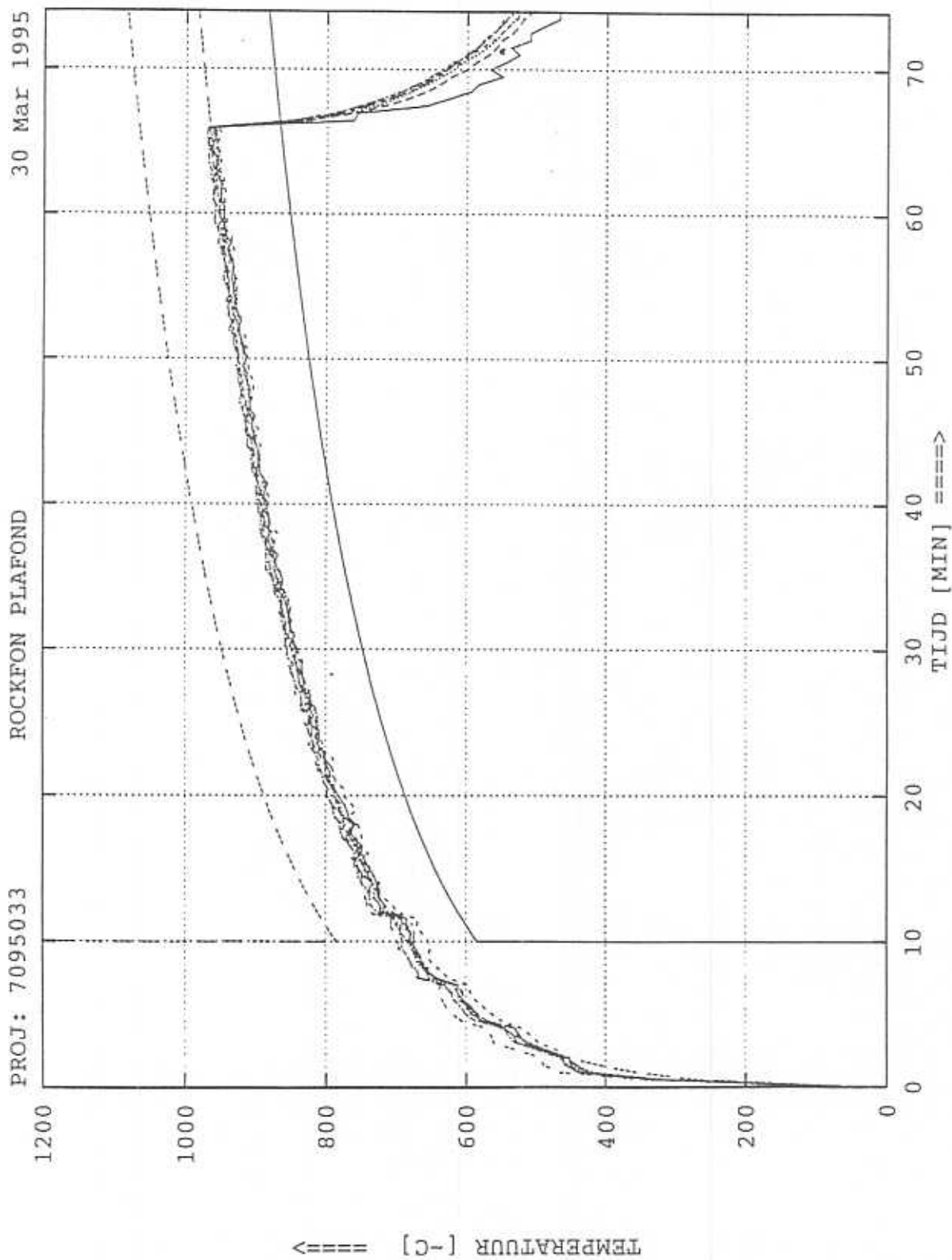


Fig. 4: Gemeten gasttemperaturen in de oven.

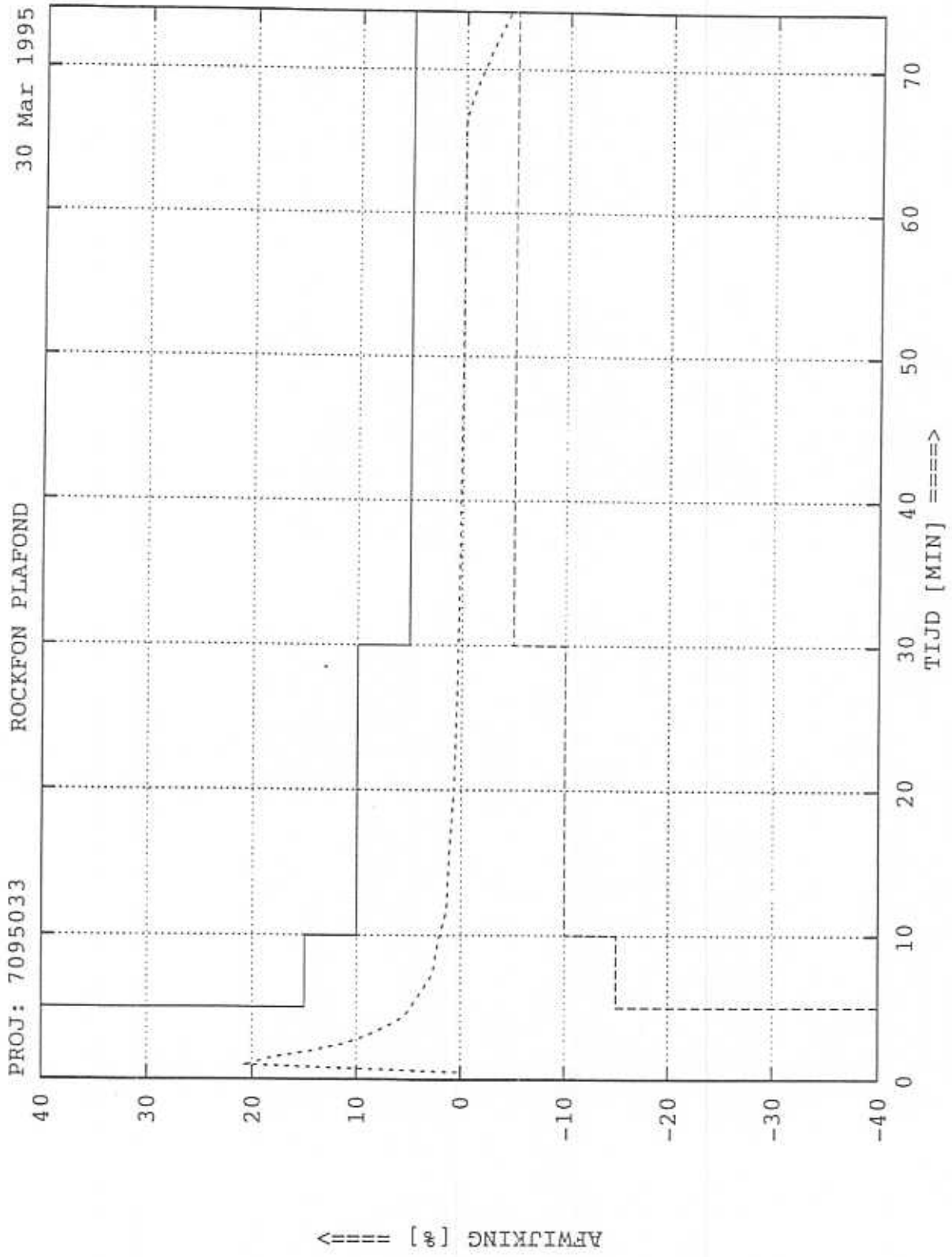


Fig. 5: Relatieve afwijking tussen de gerealiseerde gemiddelde temperaturen in de oven en de standaardbrandkromme alsmede de toegestane afwijking.

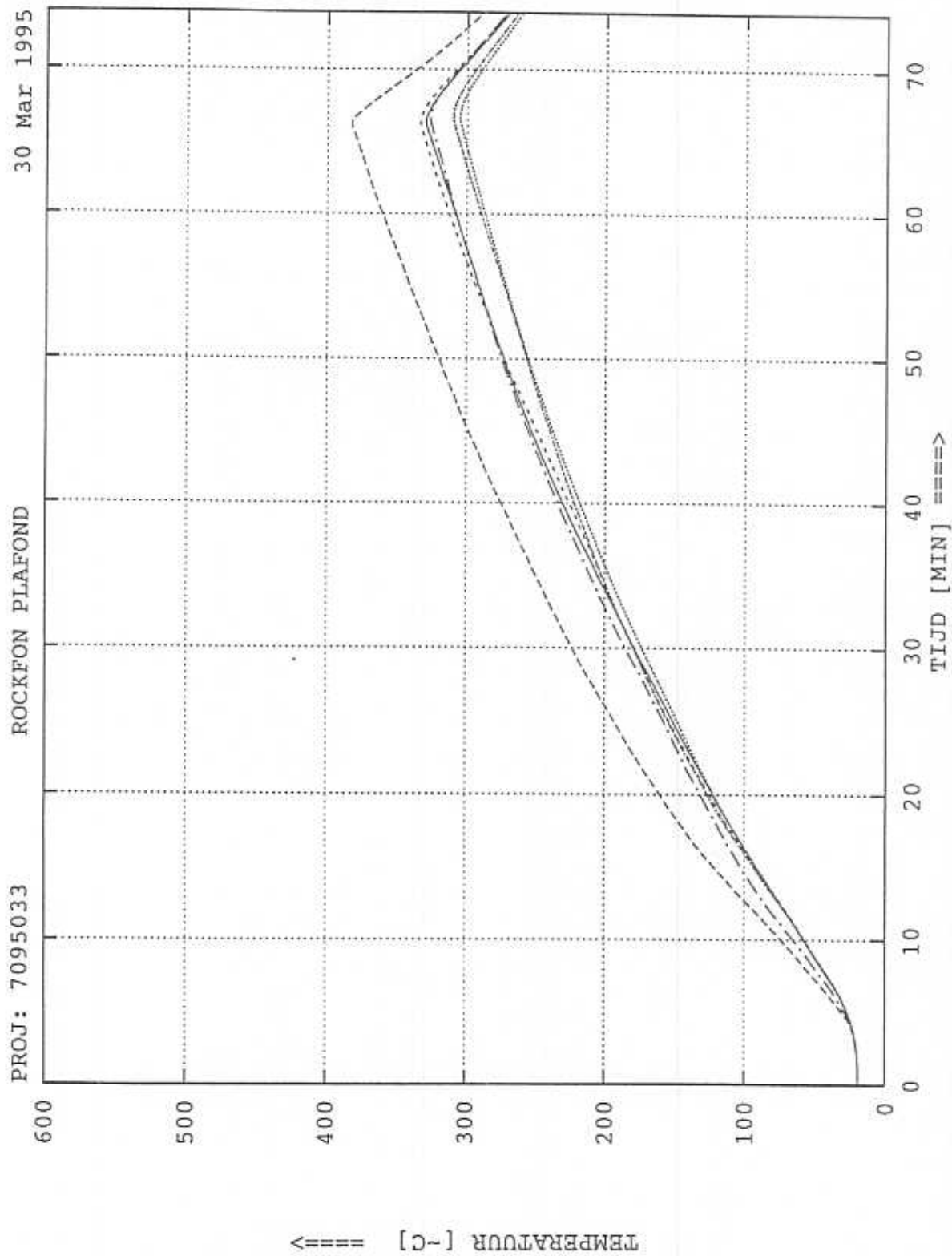


Fig. 6: Gemeten temperaturen van de onderflens van de stalen liggers.

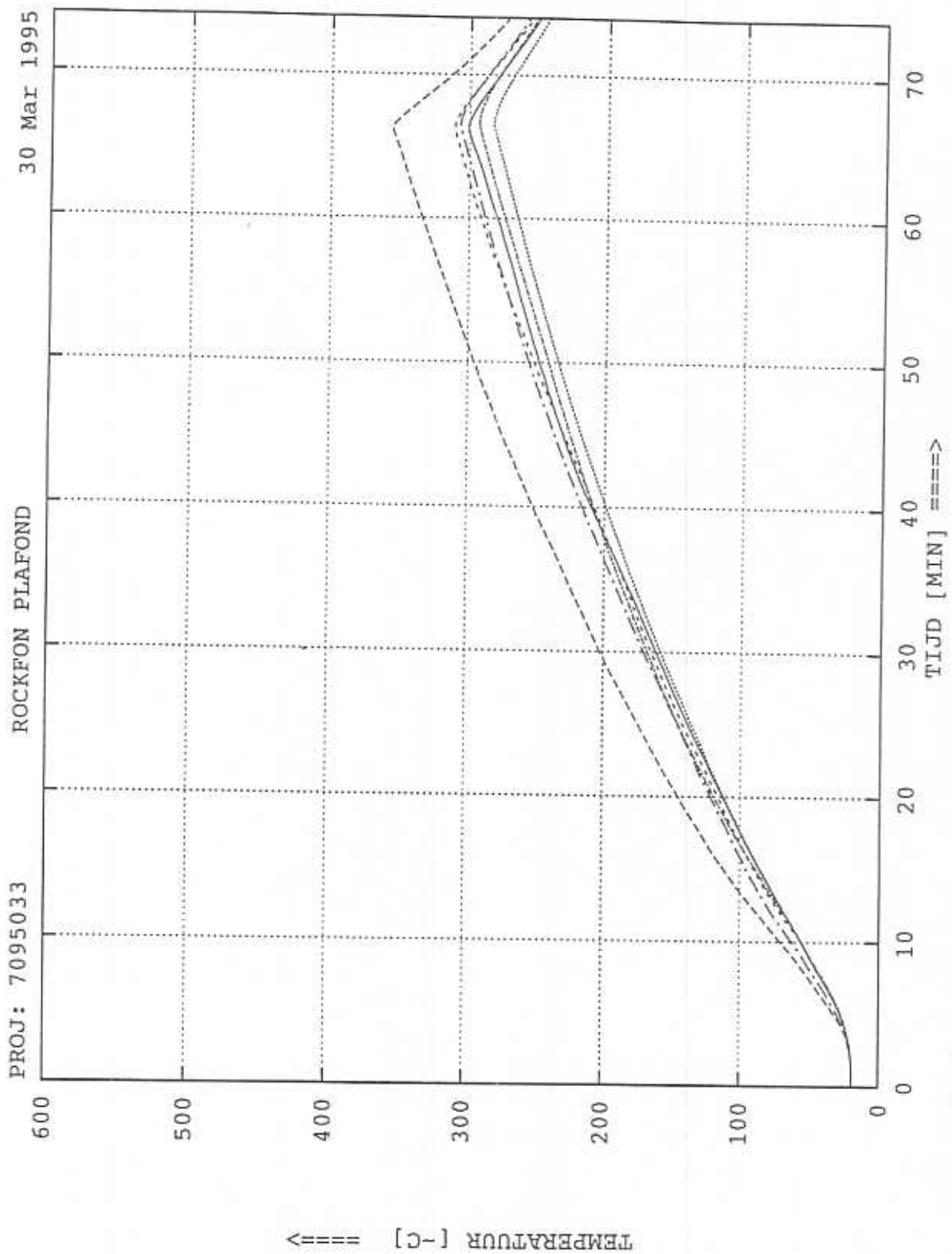


Fig. 7: Gemeten temperaturen van het lijf van de stalen liggers.

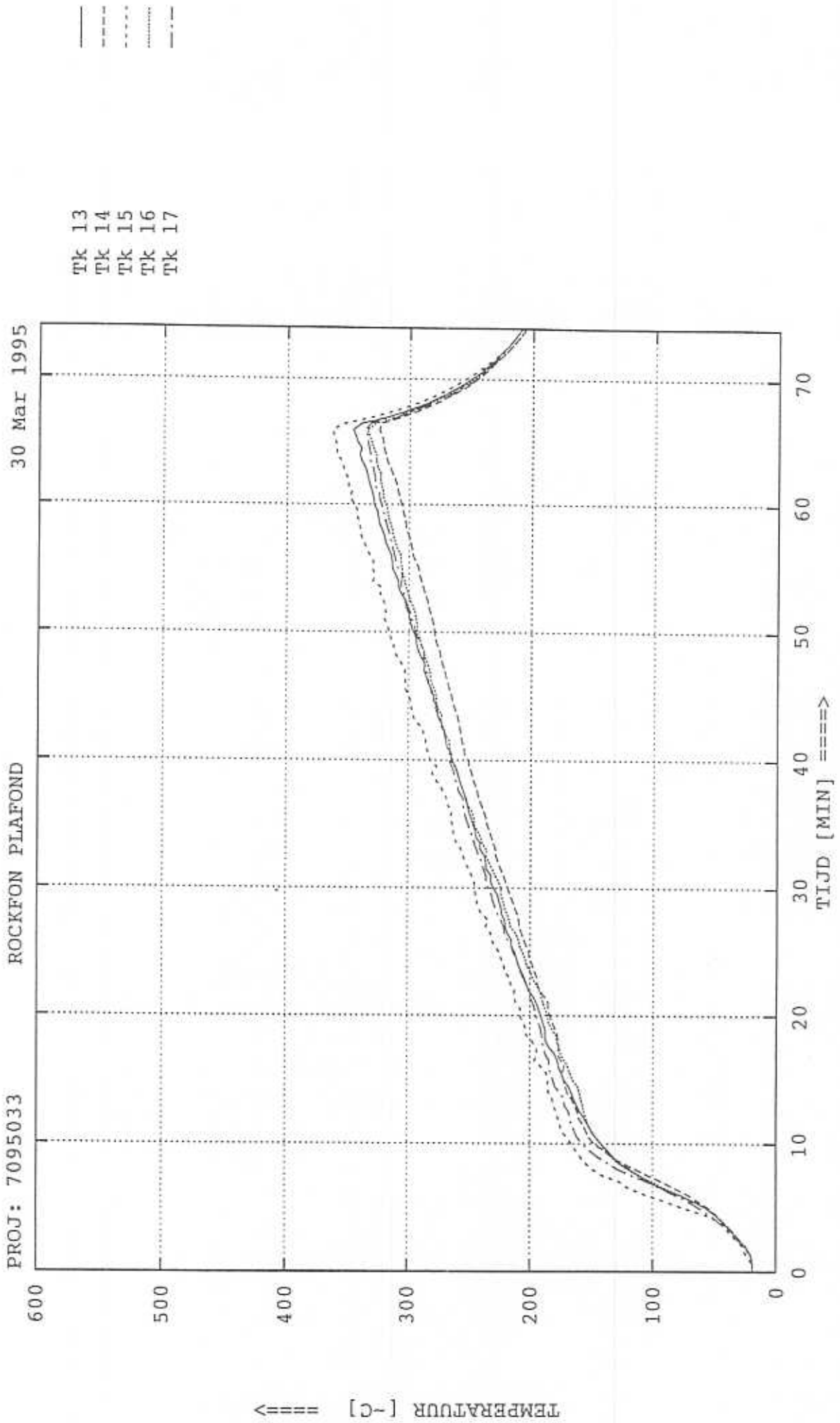


Fig. 8: Gemeten temperaturen in het plenum.

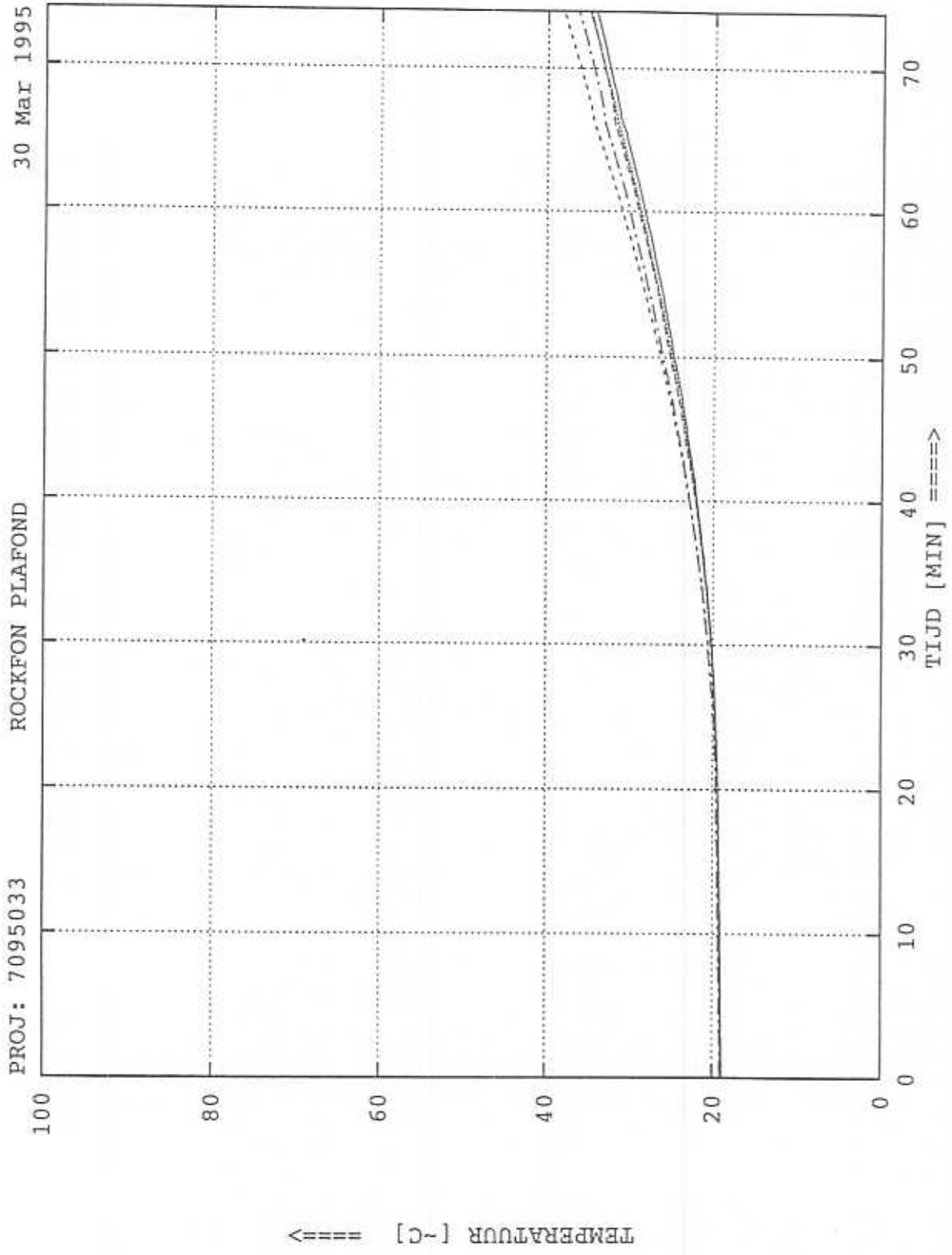


Fig. 9: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de bovenzijde van de vloer.

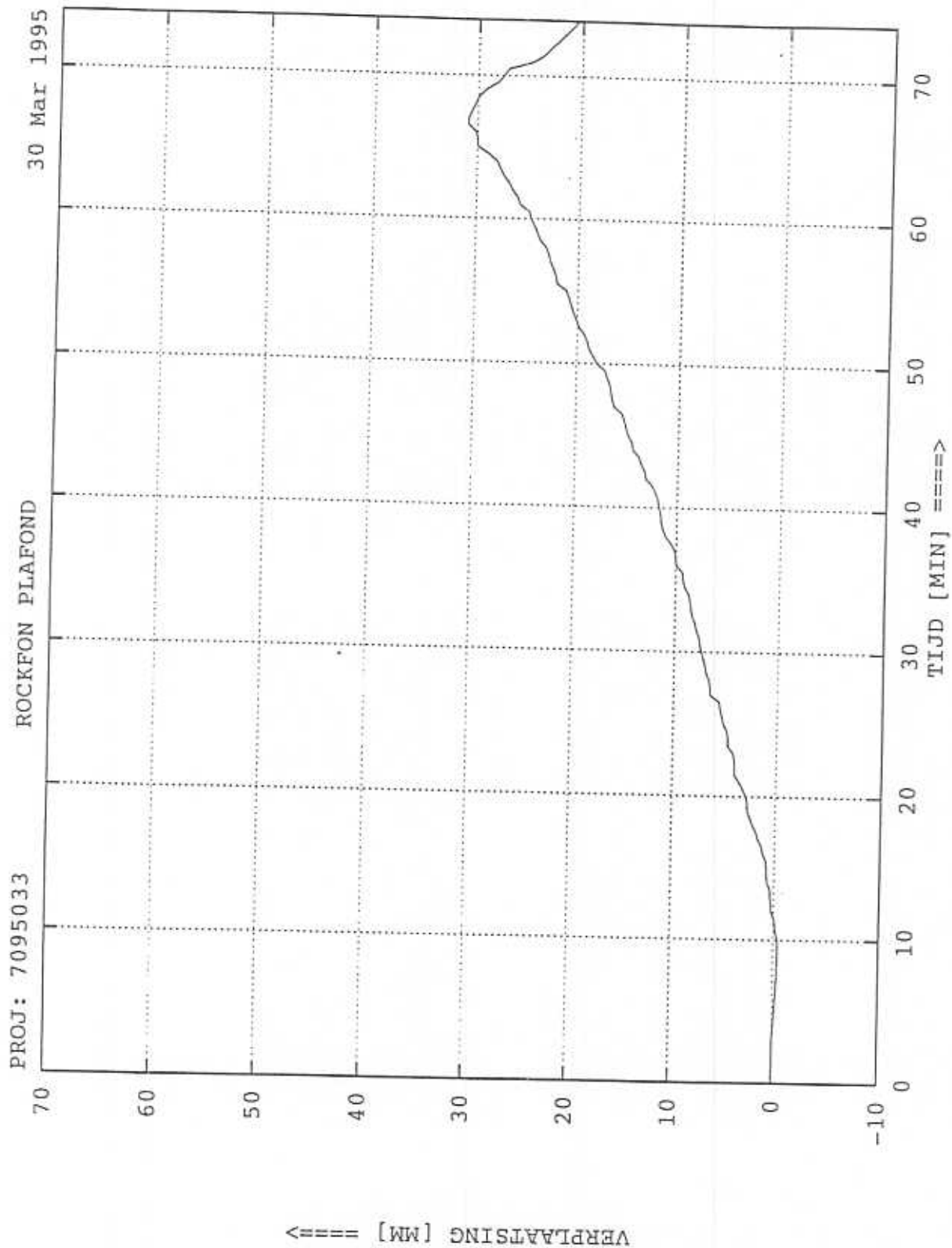


Fig. 10: Gemeten doorbuiging van het midden van de vloer.

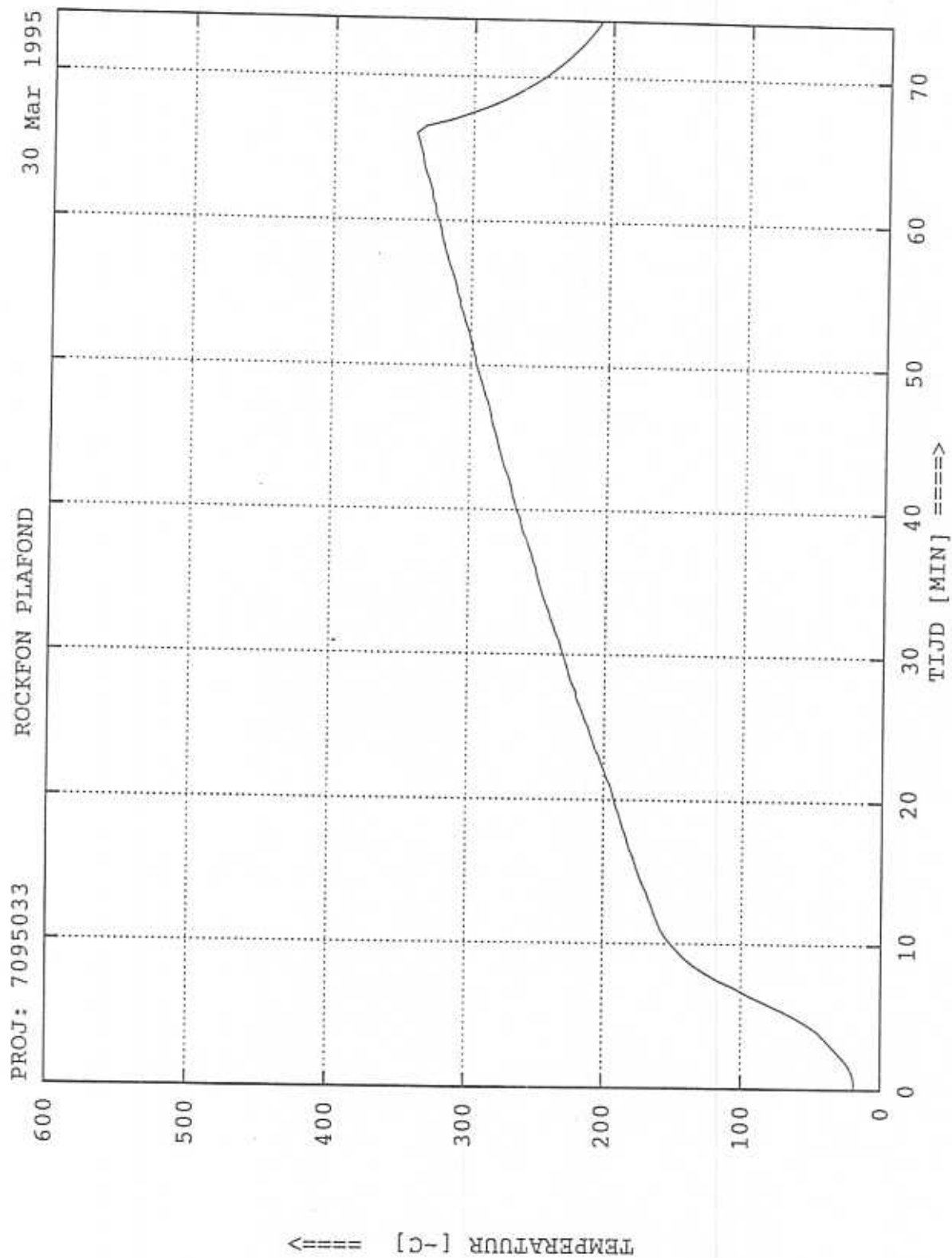


Fig. 11: Gemiddelde temperatuur in het plenum.

Bijlage A

Waarnemingen tijdens de verhitting

V - waarneming aan de direct verhitte zijde
N - waarneming aan de niet direct verhitte zijde

Tijd [min.]	Waarneming
0	Aanvang verhitting
3 V	Plafondplaten kleuren donker grijs, draagprofielen zijn nog wit.
6,5 V	Lichte vervorming treedt op in de hoofddraagprofielen.
10	Fire-breaks hebben gewerkt.
13 V	De plafondplaten zijn weer wit gekleurd.
26 V	De randprofielen beginnen te vervormen en de verf op de randprofielen is plaatselijk weggebrand.
35 V	De verf begint van de hoofd- en dwarsprofielen af te bladderen.
39 V	Een van de platen is aan de korte zijde van het dwarsprofiel afgeschoven, waardoor een spleet is ontstaan van ca. 100 mm.
45 V	Bovengenoemde spleet is nog steeds ca. 100 mm lang.
53 V	Onderkant van bovengenoemde plaat ligt ca. 12 mm onder onderkant dwarsprofiel.
61 V	De bovengenoemde zakking is van ca. 12 mm toegenomen tot ca. 30 mm.
65 V	Plaat begint nu ook bij de Fire-break los te komen.
66	De verhitting wordt beëindigd.

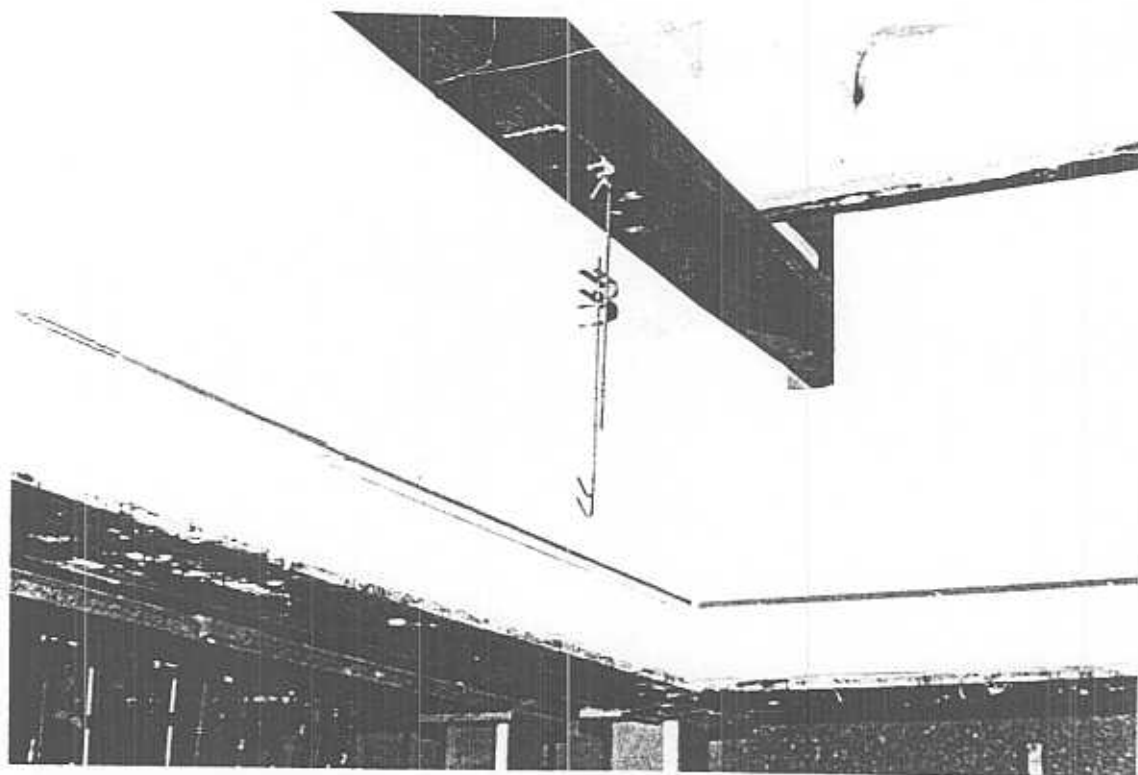


Foto 1 Muurprofiel en ophangstelsel.

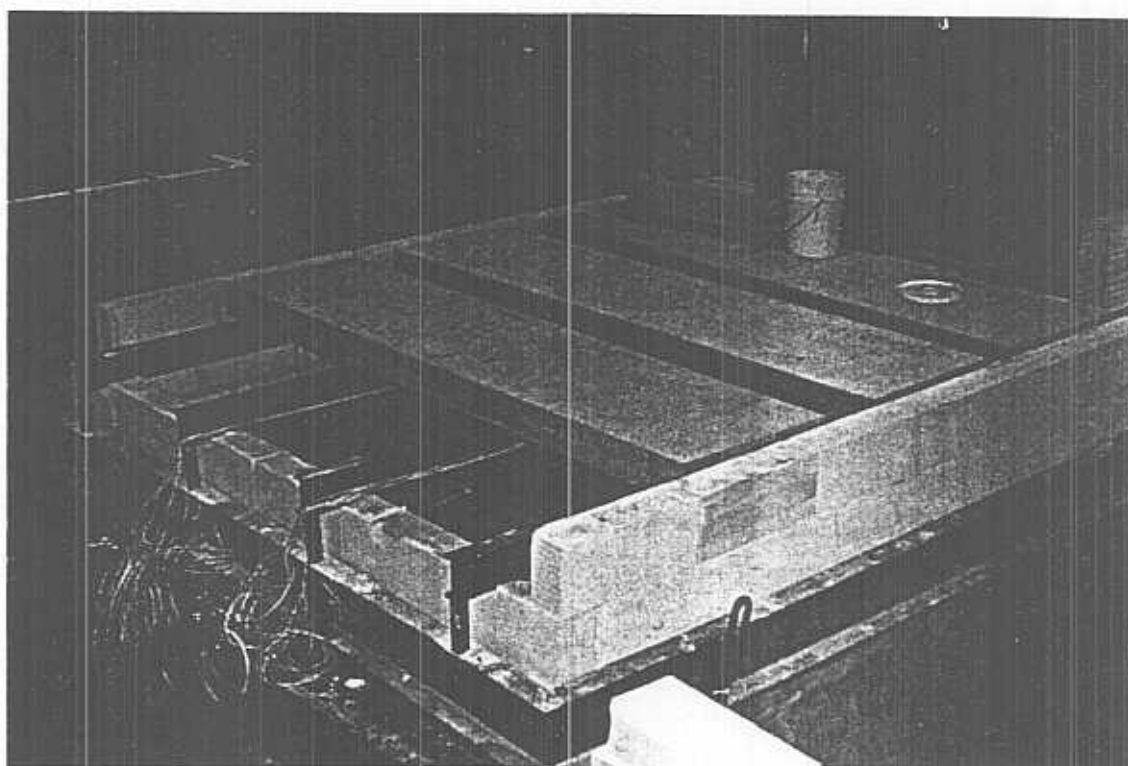


Foto 2 Bovenaanzicht vloer/plafond constructie tijdens de opbouw.