

TNO-rapport

INGEKOMEN 1 JUNI 1997

97-CVB-R0918

**BEPALING VAN DE BRANDWERENDHEID VAN EEN VLOER-/
PLAFOND CONSTRUCTIE OPGEBOUWD UIT GRINDBETONNEN
VLOERELEMENTEN, STALEN LIGGERS EN EEN VERLAAGD
PLAFONDSYSTEEM TYPE CMC 850 MET ROCKFON LANGFELD
PLAFONDPLATEN TYPE ROCKFON FIBRAL**

TNO Bouw

Centrum voor Brandveiligheid

Lange Kleiweg 5, Rijswijk
Postbus 49
2600 AA Delft

Datum Juni 1997

Telefoon 015 284 20 00
Fax 015 284 39 90
Telex 38270

Auteur(s) Ir J.C.A. van de Weijgert
Ing. P.W. van de Haar



Oprichtgever:
Rockfon B.V.
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.

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.

Projectnaam : Brandwerendheid
Projectnr. : 07.20.6.7097/001

Pagina's : 9
Tabellen : -
Figuren : 11
Bijlagen : 1
Foto's : 1

© 1997 TNO

Thema :

WP-onderwerp : 222/M

Trefwoord(en) : Brandwerendheid, vloer-/plafondsysteem

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.



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

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

97-CVB-R0918

Juni 1997

2

1 ONDERWERP

Een vloer-/plafondconstructie opgebouwd uit grindbetonnen vloerelementen met stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond, type CMC 850 en Rockfon Fibril Langfeld plafondplaten.

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-/plafondconstructie werd gemonteerd op 10 januari 1997.

De brandproef werd uitgevoerd op 15 januari 1997.

5 DATUM EN NUMMER RAPPORT

Juni 1997, rapport nr. 97-CVB-R0918.

6 ONDERZOCHE CONSTRUCTIE**6.1 Algemeen**

Onderzocht werd een vloer-/plafondconstructie, opgebouwd uit gewapende grindbetonnen vloerelementen, stalen liggers IPE 140 en een verlaagd plafond, afmetingen ca 3,1 x 4,1 m. Het verlaagde plafond bestond uit plafondplaten, type Rockfon Langfeld Fibril en een CMC 850 draagsysteem van profielen, type 850-30 en 852-30 van Chicago Metallic in België.

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

6.2 Materialen

6.2.1 *Draagsysteem CMC 850, fig. 1 en 2*

De plafondprofielen (hoofd-, dwars- en hoekprofielen) waren vervaardigd uit koudgewalst thermisch verzinkt bandstaal en waren aan de zichtzijde afgewerkt met een epoxy poedercoating.

- (1) Hoofdprofiel, type 850-30, hoofdafmetingen 900 en 2200 x 38 x 24 mm, materiaaldikte profiel 0.4 mm, materiaaldikte 'capping' om onderflenzen 0.25 mm.
- (2) Dwarsprofiel, type 852-30, hoofdafmetingen 600 x 38 x 24 mm, materiaaldikte profiel 0.4 mm, materiaaldikte 'capping' om onderflenzen 0.25 mm.
- (3) Bevestigingsklem, type 10458, van gevouwen plaatstaal welke om de onderflenzen van de IPE-liggers werd aangebracht (caddy-bevestiging)
- (4) Snelophanger, type 11000, bestaande uit twee gebogen stukken draad en een gevouwen stuk plaatstaal
- (5) Hoekprofiel, type 1420, hoofdafmetingen 3600 x 24 x 24 mm, materiaaldikte 0.5 mm.
- (-) Koppeling bestaande uit het lipvormige uiteinde van twee hoofdprofielen. Het uiteinde van het profiel wordt in een rechthoekige uitsparing van het andere profiel geschoven.

6.2.2 *Plafondplaten*

- (6) Rockfon plafondplaat, type Rockfon Fibral Langfeld, zelfdragende plaat met nominale afmetingen $l \times b \times d = 2400 \times 600 \times 25$ mm, gemeten afmetingen 2390 x 594 x 25 mm, en een gewicht van circa 3320 g per plaat.

6.2.3 *Vloerconstructie en ondersteuningsconstructie*

De vloerconstructie werd gevormd door:

- vier stuks stalen liggers IPE 140. Balklengte 4600 mm, overspanning $L_1 = 4280$ mm;
- gewapend grindbetonnen vloerelementen met een volumieke massa op de beproevingsdatum van circa 2050 kg/m³. De afmetingen van de 150 mm dikke vloerelementen waren:
3100 x 750 mm (4 stuks);
3100 x 400 mm (2 stuks).

De vloer was ingebouwd in een stalen beproevingsframe met een kader van cellenbeton - wanddikte 150 mm - met inwendige afmetingen van 4100 x 3100 mm.

6.2.4 *Bevestigingsmiddelen*

Groefnagel, afmetingen $\varnothing 3 \times 80$ mm, fabrikaat Vynex, voor de bevestiging van de hoekprofielen aan de wand van cellenbeton-blokken.

6.2.5 *Afdichtingsmiddelen*

Stroken steenwol (type Rockwool 750, volumieke massa 115 kg/m³):

- voor het afdichten van de voegen tussen de vloerelementen, teneinde de vervormingen van de vloerconstructie tijdens de brandproef niet te belemmeren;
- voor het afdichten van de sparingen in de cellenbeton wand t.p.v. de opleggingen van de stalen liggers.

6.3 Methode van montage en assemblage

De op- en inbouw van de vloer-/plafondconstructie vond als hierna beschreven plaats. De nummers tussen haakjes corresponderen met de nummers in paragraaf 6.2. De constructie-opbouw is weer-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;
- aanbrengen van de grindbetonnen vloerelementen op de stalen liggers;
- bevestigen van de hoekprofielen (5) aan de binnenzijde van het cellenbetonnen kader, met een afstand van circa 400 mm van onderzijde betonvloer tot onderzijde hoekprofiel, m.b.v. groefnagels h.o.h. circa 300 mm;
- aanbrengen snelophangers (4) aan stalen liggers h.o.h. 600 mm en 900 mm in de richting haaks op de overspanning van de stalen liggers. Zie Fig. 1;
- afkorten van de hoofdprofielen (1) tot lengten van circa 0,9 m en 2,2 m en afhangen aan de snelophangers met de plaats van de koppelingen en fire breaks zoals aangegeven in Fig. 1. H.o.h.-afstand hoofdprofielen 600 mm;
- snelophangers op de juiste lengte brengen;
- dwarsprofielen (2) monteren ca. 710 mm vanaf de zijrand;
- aanbrengen van de plafondplaten (6);
- afdichten met steenwol van de voegen tussen de vloerelementen en de cellenbetonnen wand.

7 VERVAARDIGING VAN DE CONSTRUCTIE

Centrum voor Brandveiligheid
TNO Bouw te Rijswijk

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

Rockfon B.V.
te Roermond

- productie en inbouw van verlaagd plafond met zichtbaar ophangstelsel en 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 volumieke massa en evenwichtsvochtgehalte

Van de toegepaste plafondplaten werden op de datum van de brandproef van enkele representatieve monsters de volumieke massa en het evenwichtsvochtgehalte¹ bepaald.

Plafondplaat, type Rockfon Fibril Langfeld:

volumieke massa voor drogen : 102 kg/m³;
vochtgehalte t.o.v. het gewicht vóór drogen: 0,5 %(m/m)

8.4 Brandproef

8.4.1 *Conditie*

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

8.4.2 *Belasting*

De totale belasting op elk van de liggers tijdens de verhitting ten gevolge van het eigen gewicht van de IPE-liggers en vloerelementen bedroeg 2,76 kN/m¹. De belasting is gebaseerd op een kritieke staaltemperatuur van 700°C in de liggers (voor het geval 3-zijdige verhitting).

8.4.3 *Metingen*

Gedurende de verhitting werden gemeten:

- de gastemperatuur in de oven met zeven thermokoppels (TOV 1 t/m TOV 7) en de overdruk in de oven;
- 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 luchttemperaturen 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 omgevingstemperatuur in de beproevingshal;
- de luchtsnelheid in de beproevingshal;
- de doorbuiging in het midden van de vloer met één verplaatsingsopnemer (VERPL).

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

¹ Bepaald na droging bij 105 °C

9 WAARNEMINGEN TIJDENS DE VERHITTING

De verhitting werd na 48 minuten beëindigd omdat er een ca. 100 mm brede opening tussen een plafondplaat en het ophangstelsel was ontstaan. Bij de beëindiging van de verhitting waren de criteria met betrekking tot de brandwerendheid nog niet bereikt.

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

10 MEETRESULTATEN BRANDPROEF

De meetresultaten zijn gegeven in de figuren 4 t/m 11.

Gedurende de verhitting voldeed de overdruk in de oven aan het gestelde in NEN 6069:1991.

Tijdens de brandproef heerste in de beproevingshal een omgevingstemperatuur van circa 25°C en was de luchtsnelheid < 0,5 m/s.

Thermokoppel 13 (TK 13) was al bij aanvang van de verhitting uitgevallen. Om deze reden zijn voor Tk 13 geen meetresultaten weergegeven in Fig. 8.

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	> 48 minuten
Vlamdichtheid betrokken op de afdichting	> 48 minuten
Thermische isolatie betrokken op de temperatuur	> 48 minuten

12 CONCLUSIE

Brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie en met betrekking tot bezwijken, bepaald volgens NEN 6069:1991: **ten minste 48 minuten.**

13 TOEPASSINGSGEBIED EN VOORWAARDEN

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

- a. andere stalen vloerliggers, mits de profielfactor $P = O_p/A$ daarvan gelijk is aan of kleiner is dan die van de bij de onderzochte vloer toegepaste IPE-profielen ($O_p/A \leq 291 \text{ m}^{-1}$)²). Grotere overspanningen zijn toegestaan mits voldaan wordt aan het gestelde onder c.
- b. dunnere vloerelementen van grindbeton mits wordt aangetoond dat bij een directe verhitting volgens de temperatuur-tijd relatie als gegeven in Fig. 9 (zie toelichting 1):
 - 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.

Opmerking:

Van deze controle kan op grond van Bijlage A van NEN 6071 worden afgezien indien de plaatdikte ten minste 72 mm bedraagt en de wapeningsafstand "a" ten minste 16 mm.

- c. een totale belasting (t.g.v. eigen gewicht en momentane veranderlijke belasting) op de liggers voor het belastinggeval brand van ten hoogste 2,76 kN/m¹.
Grotere belastingen en/of grotere overspanningen zijn echter toegestaan (zie toelichting 2).
- d. de voegen tussen de vloerelementen onderling en tussen de vloerelementen en de omringende constructie zodanig zijn uitgevoerd dat via de voegen geen voortijdige branddoorslag optreedt.

Toelichting 1:

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

²) Zie NEN 6072:1991.

Toelichting 2:

Bezwijken van de stalen vloerliggers moet worden verwacht indien de temperatuur van de stalen liggers (Θ_s) de kritieke staaltemperatuur ($\Theta_{s,krit}$) bepaald volgens NEN 6072:1991 overschrijdt. Voor profielen met een profielfactor $< 291 \text{ m}^{-1}$ zullen de optredende staaltemperaturen kleiner zijn dan de gemeten staaltemperaturen. De kritieke staaltemperatuur hangt af van de belastingsgraad en het statisch systeem en zal in alle gevallen groter zijn dan de gemiddelde staaltemperatuur van 241°C gemeten bij 48 minuten aan de onderflens.



Ir. J.C.A. an de Weijert



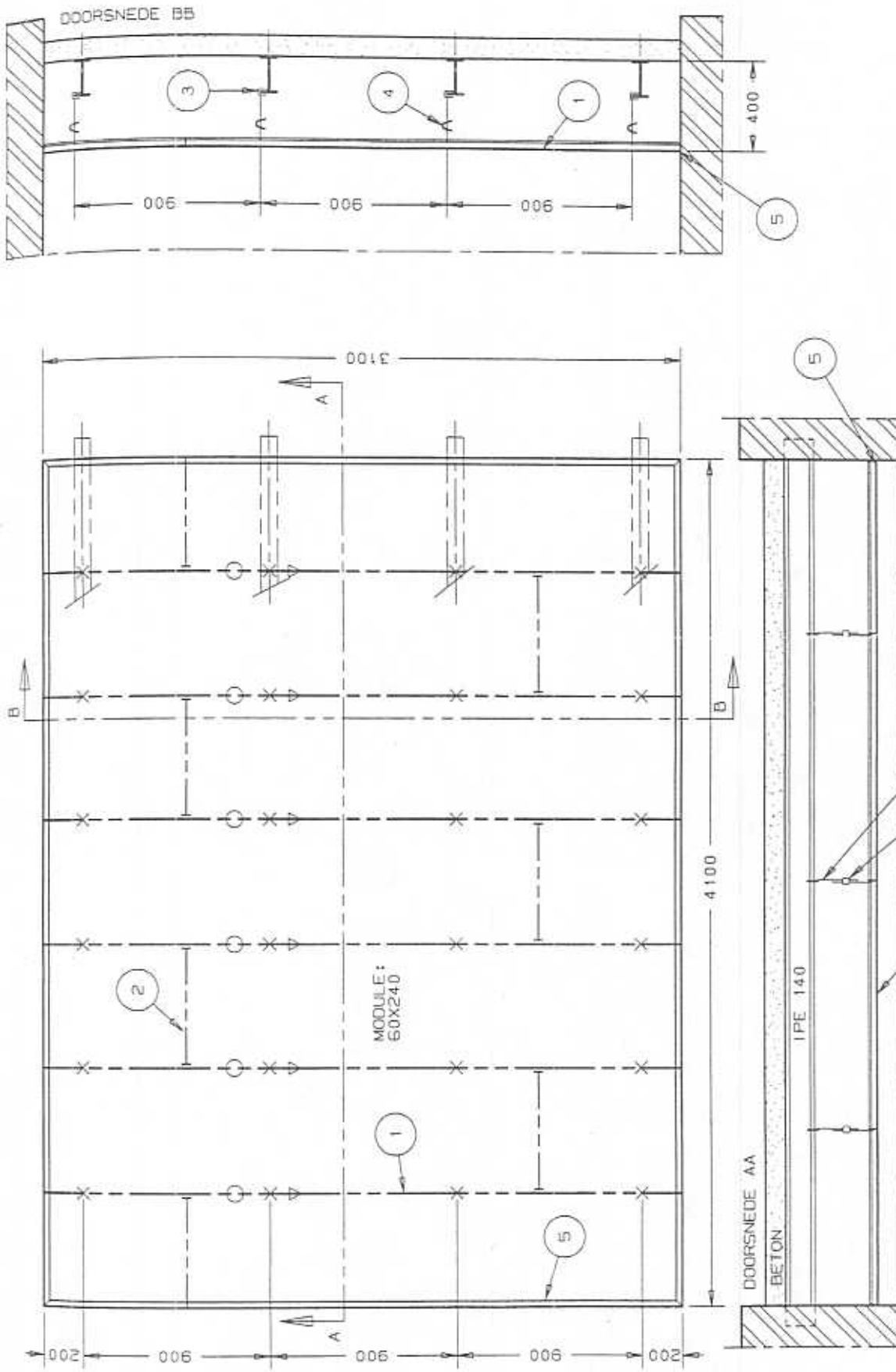
Ing. P.W. van de Haar

Overzicht figuren

- Fig. 1: Bovenaanzicht en doorsneden van het proefstuk.
- Fig. 2: Opbouw draagprofielen van de plafondconstructie.
- Fig. 3: Het proefstuk met de posities van de thermokoppels en de verplaatsingsopnemer.
- Fig. 4: Gemeten gastemperaturen in de oven.
- Fig. 5: Relatieve afwijking tussen de gerealiseerde gemiddelde temperatuur in de oven en de standaardbrandkromme alsmede de toegestane relatieve 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: Gemiddelde temperatuur in het plenum.
- Fig. 10: Gemeten oppervlaktetemperaturen van de bovenzijde van de grindbetonnen vloer.
- Fig. 11: Doorbuiging van het vloermidden gemeten op de bovenkant van de grindbetonnen vloer.

Overzicht foto's

- Foto 1: Aanzicht onderzijde plafond voor aanvang verhitting

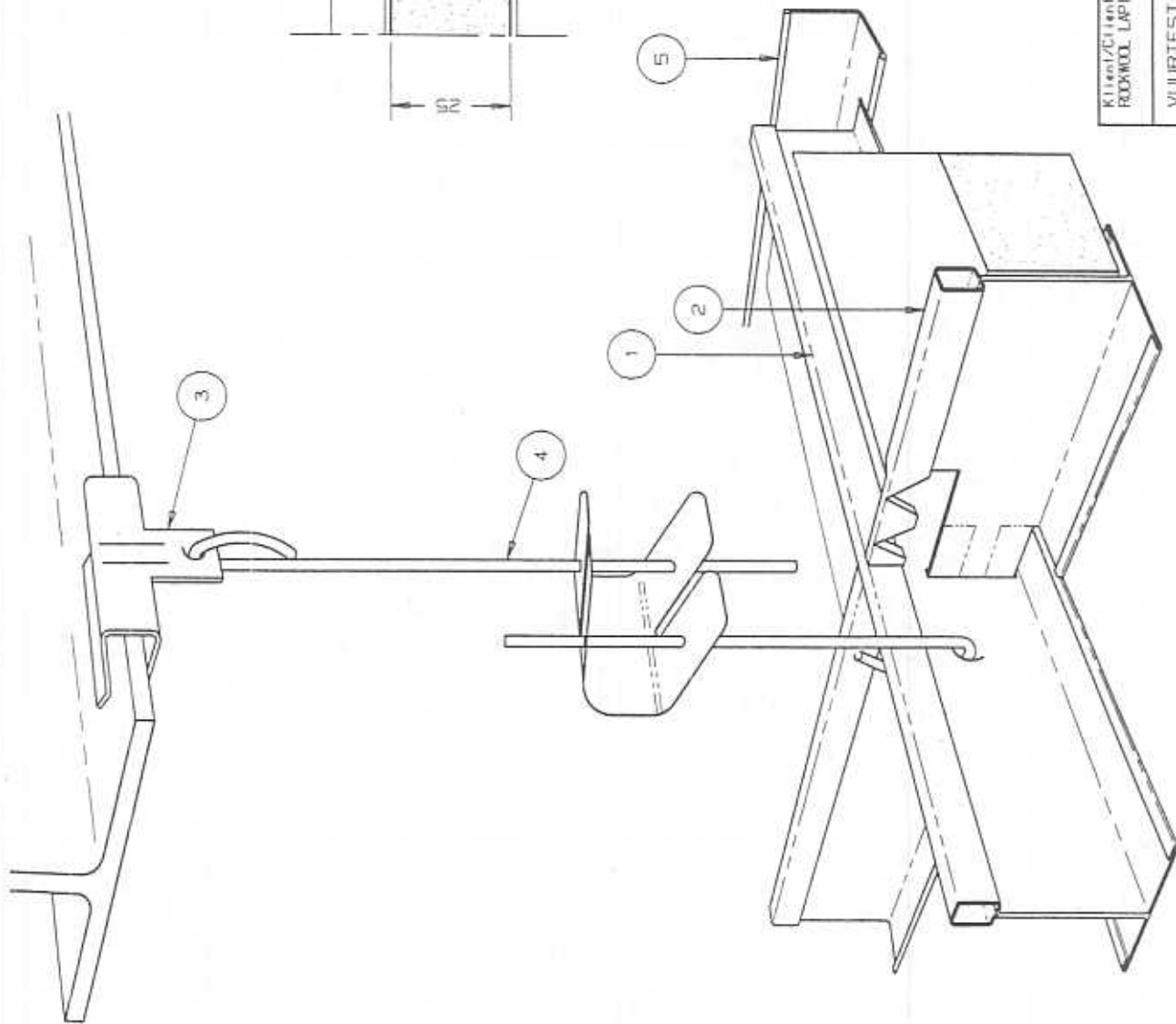
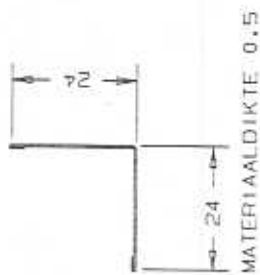
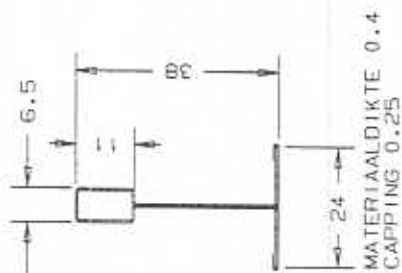
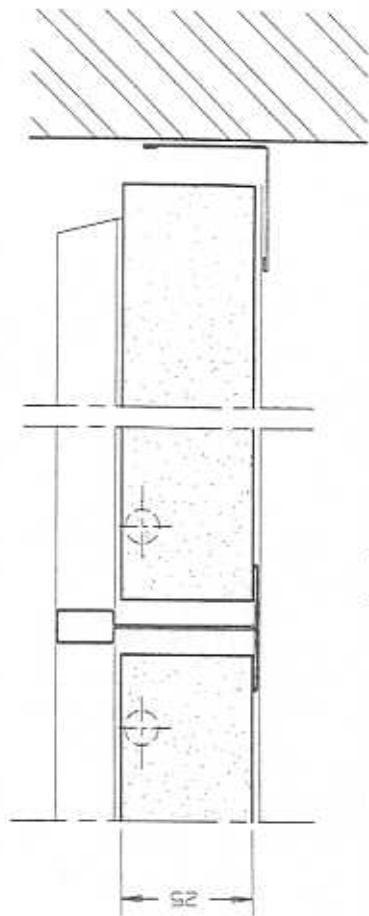


Klient/Client: ROCKWOOL LAPIJUS	Datum/date: 19/03/97	Getek./Sign.: W. STIESEEL
VUURTEST I.N.O. NEDERLAND ROCKFON TEGELS 60X240, 850 SYSTEEM	Syst.: 850	Mod.: 600X2400
FIGUUR 1 PLATTEGROND + DOORSNEDEN	Mat.dikte/thickness:	Bandbreedte/Wadflk:
	School/Scale: 1/20	Wijzigingen/ Alterations:
	Dossier/file:	PLAN Nr.:

- KOPPELING
- × OPHANGPUNT
- ▽ FIRE-BREAK
- 1 HOOFDPROF IEL B50-30
- 2 DWARSPROF IEL B52-30
- 3 BEVESTIGINGSKLEM TYPE 1045B
- 4 SNELOPHANGER TYPE 11000
- 5 HOEKLIJN TYPE 1420

Fig. 1

- 1 HOOFDPROFIEL B50-30
- 2 DWARSPROFIEL B54-30
- 3 BEVESTIGINGSKLEM TYPE 1045B
- 4 SNELOPHANGER TYPE 11000
- 5 HOEKLIJN TYPE 1420



Klien/Client:
ROCKWOOL LAPINUS

VUURTEST T.N.O. NEDERLAND
ROCKFON TEGELS 60X240, B50 SYSTEEM

FIGUUR 2 PERSPECTIEF

Date/date:
19/03/97

Syst.:
B50


Mod.:
600X2400

Material/thickness:
Bondspreider/Width:

Schaal/Scale:
1/20

Wijzigingen/
Alterations:

Dossier/File:
PLAN Nr.:

 Chicago Metallic

CHICAGO METALLIC CONTINENTALE N.V., Oud Streeklaan 5, 2110 Rijswijk, The Netherlands

Fig. 2

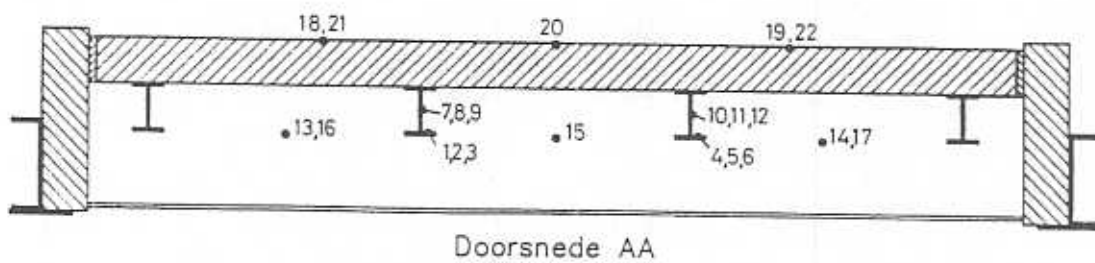
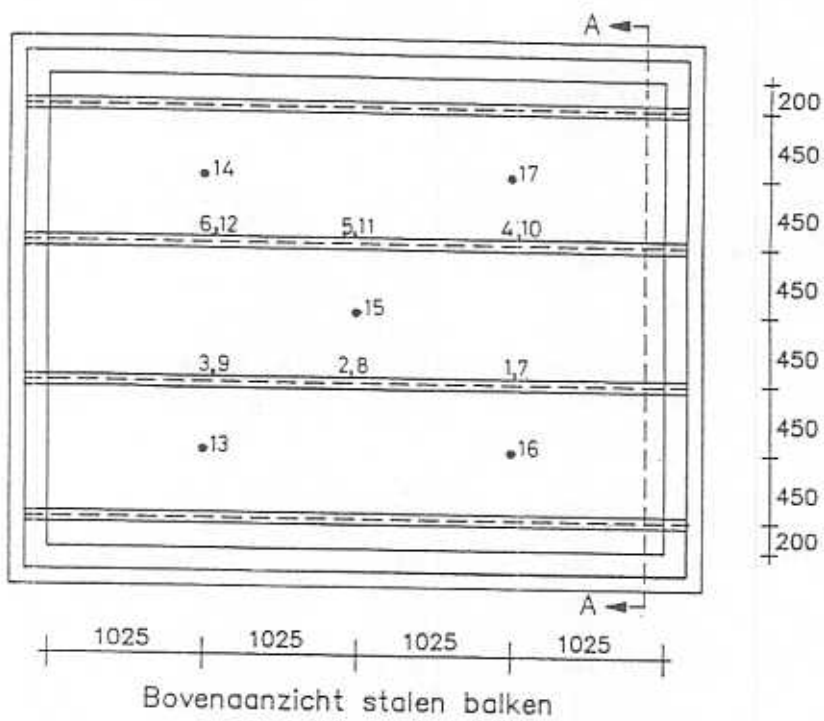
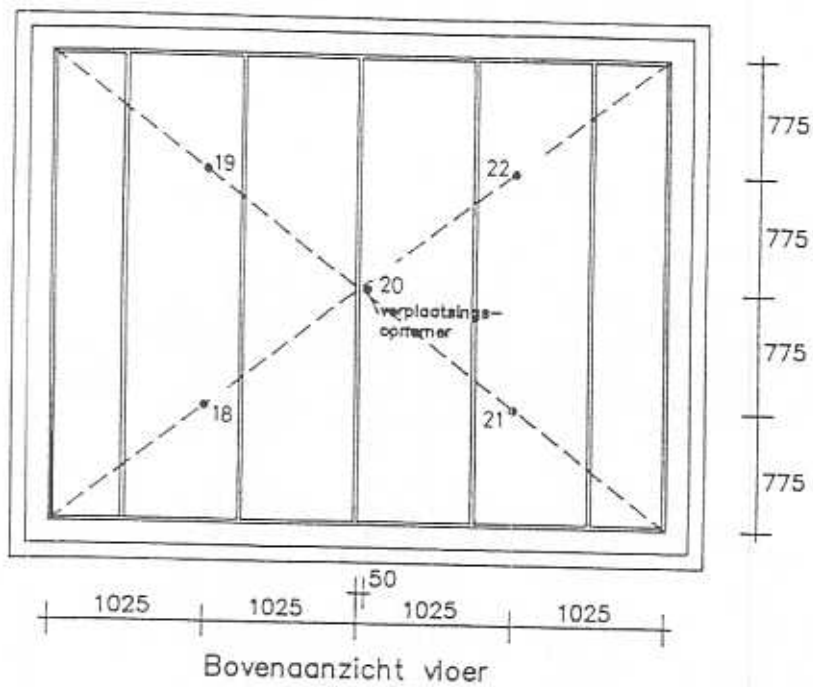


Fig. 3

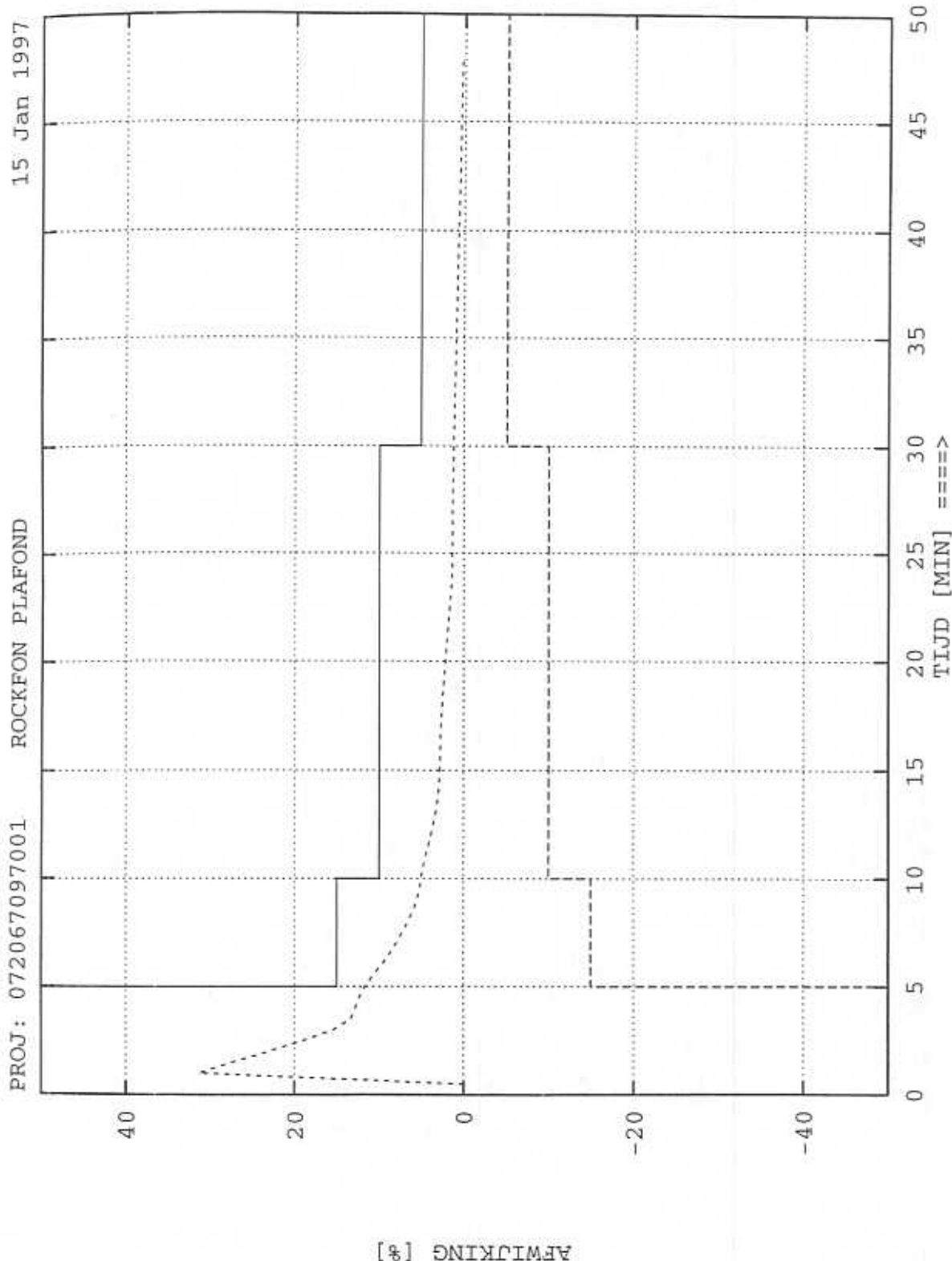


Fig. 5 Relatieve afwijking en toelaatbare relatieve afwijking

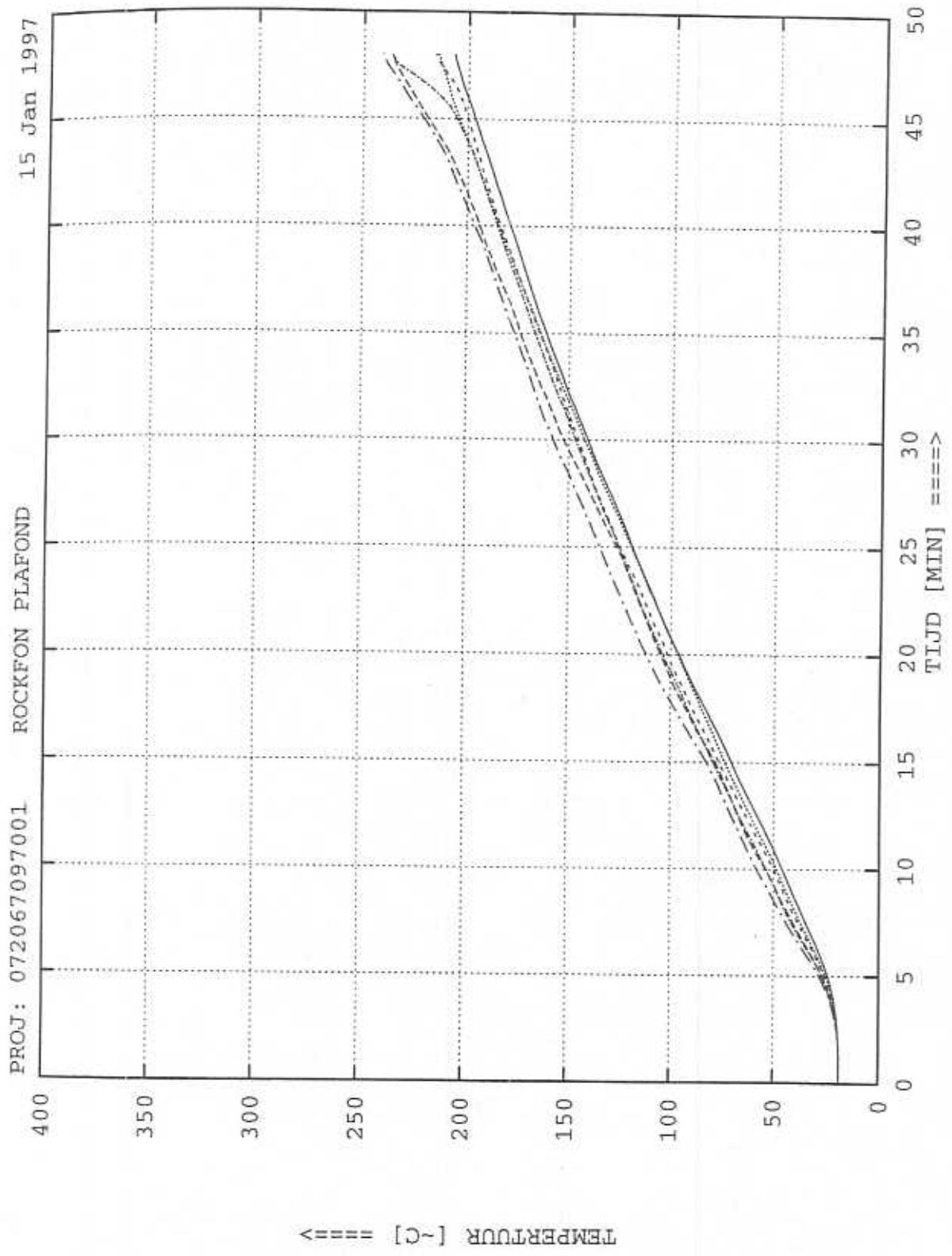


Fig. 7 Gemeten temperaturen van de lijven van de stalen liggers

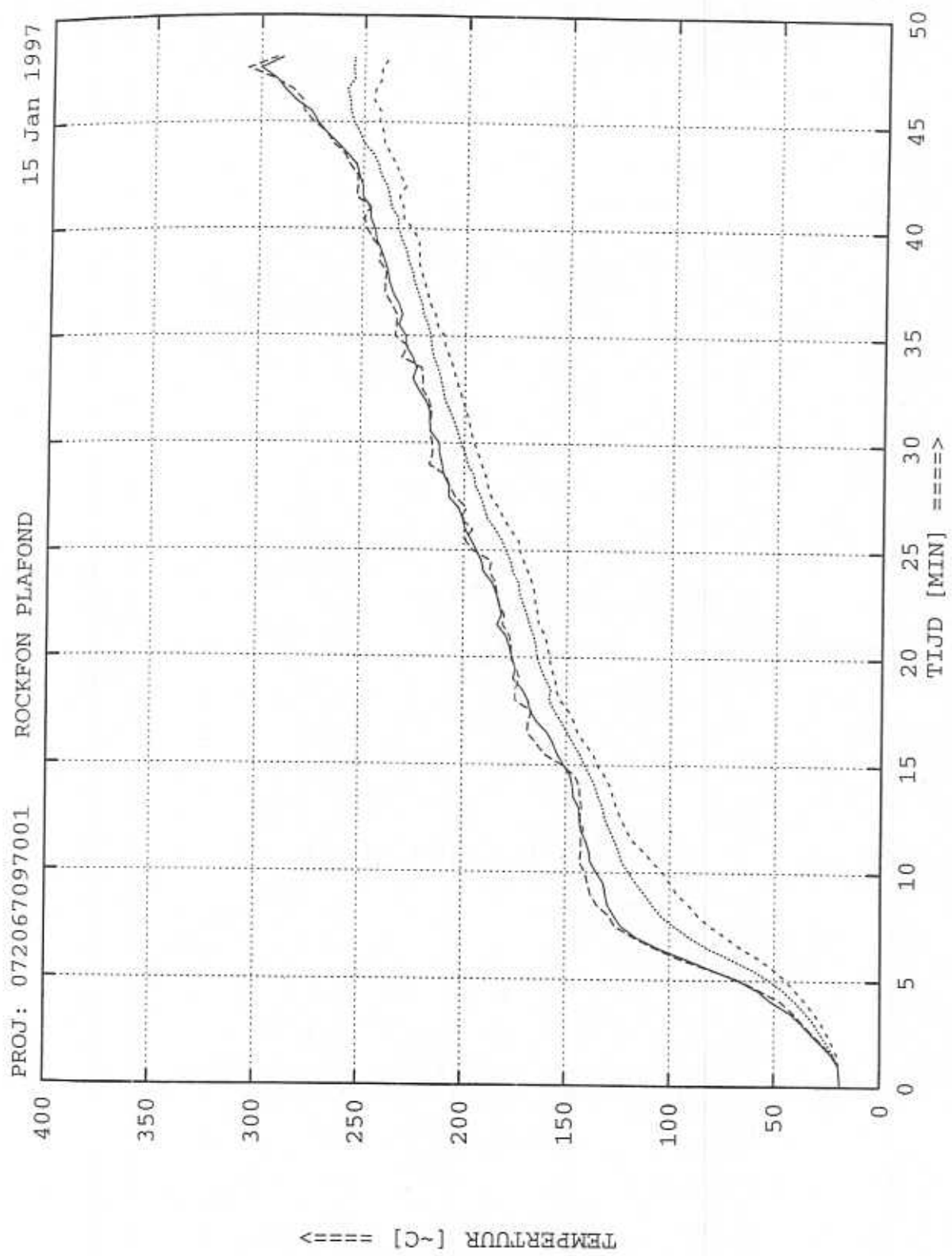


Fig. 8 Gemeten gastemperaturen in het plenum

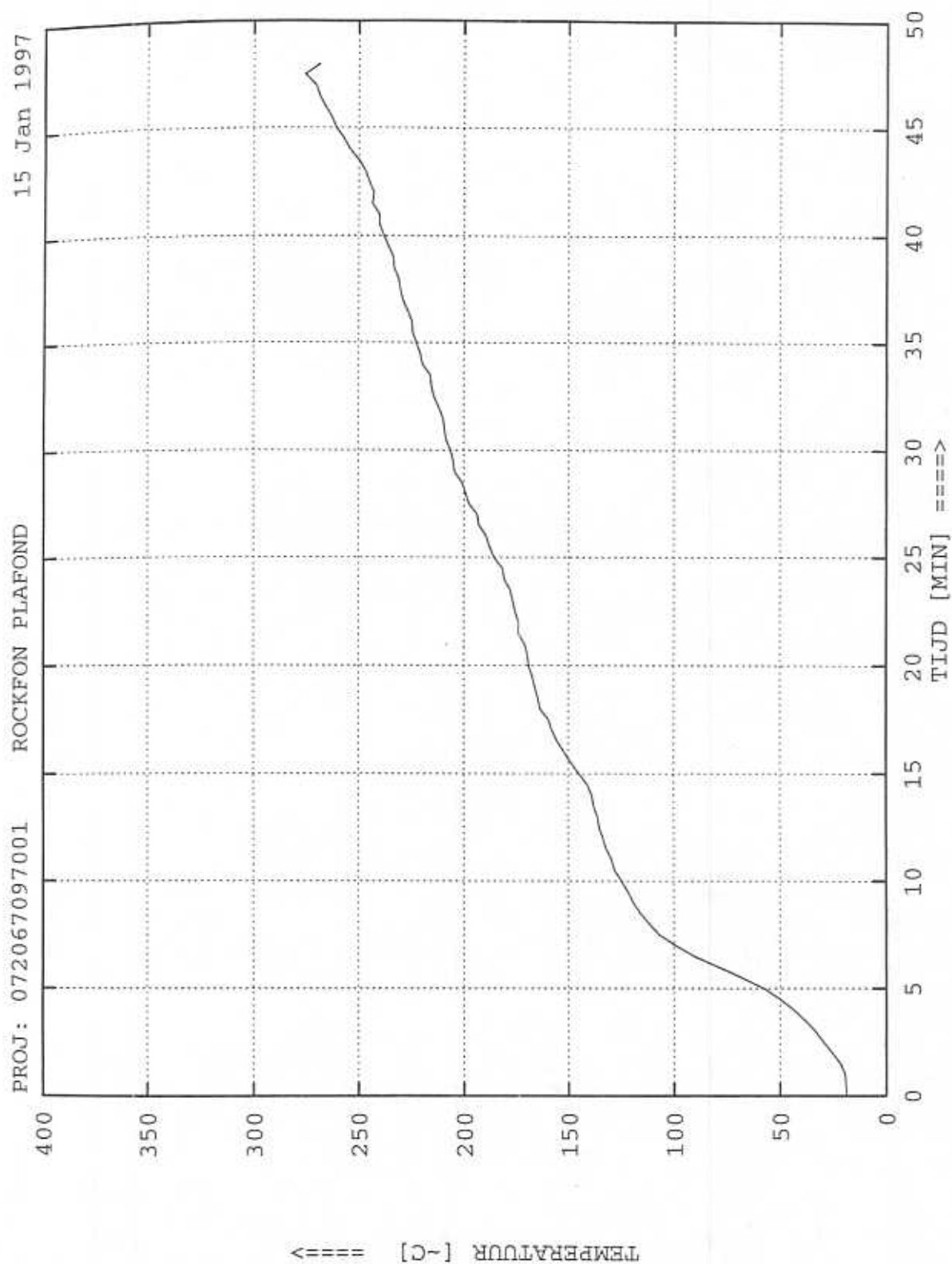


Fig. 9. Gemiddelde gastemperatuur in het plenum

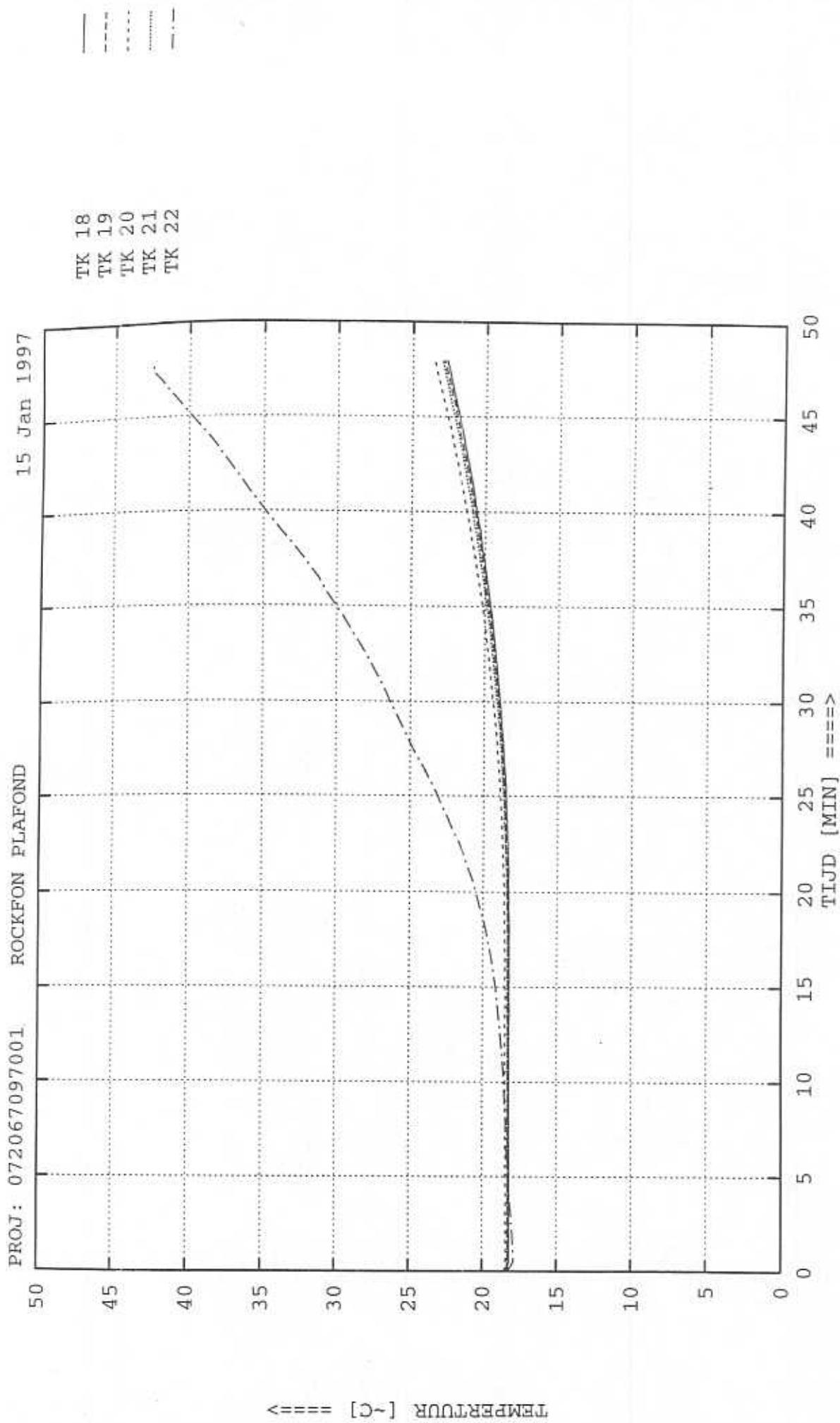


Fig. 10 Gemeten oppervlakte-temperaturen van de bovenkant van de vloer

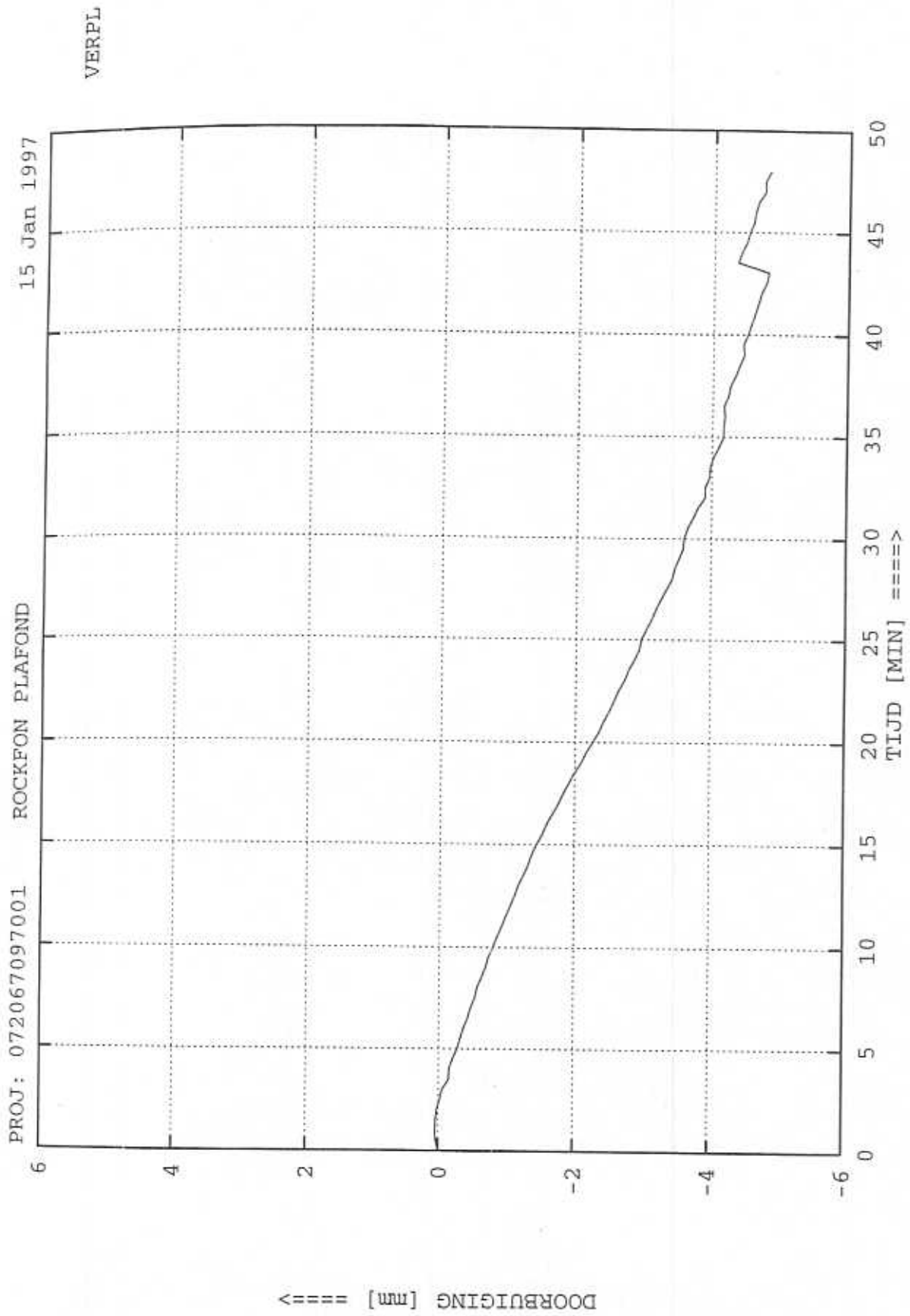


Fig. 11 Gemeten doorbuiging van het midden van de vloer (min is zakking)

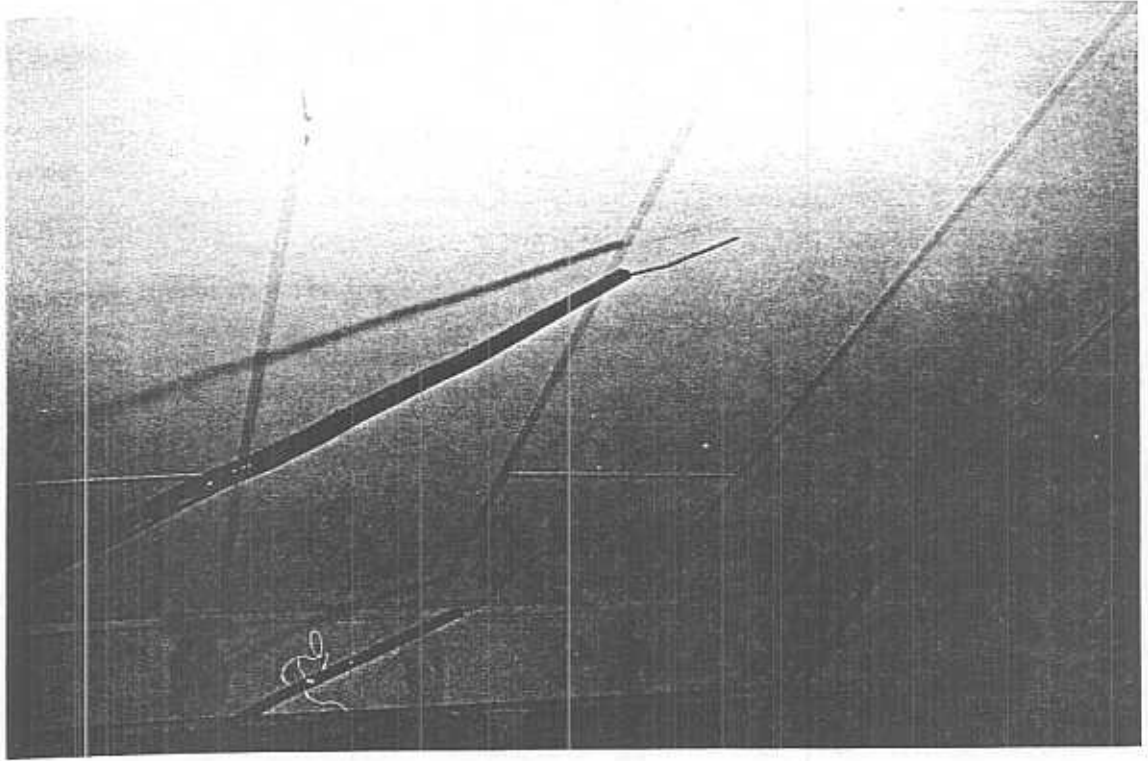


Foto 1

Bijlage A**Waarnemingen tijdens de verhitting**

V = waarneming aan de direct verhitte zijde

N = waarneming aan de niet direct verhitte zijde

Zie bijgevoegd figuur A.1 met het plafondplaten-plan.

Tijd [min.]	Waarneming
0	Aanvang verhitting.
2	V De plafondplaten kleuren donker
5	V De eerste fire-break werkt
7	V De randprofielen plooien plaatselijk
8	V De fire-breaks zijn in werking getreden
9	V De plafondplaten zijn weer wit gekleurd. Er zijn plooien in het plaatweefsel zichtbaar.
30	V De plafondplaten zijn nog vlak en rusten gelijkmatig op de draagconstructie.
40	V Ter plaatse van positie A langs de lange zijden van de plafondplaten no. 8 en 9 is de onderrand van plafondplaat no. 9 zichtbaar. Zie Fig. A.1.
43	V Ter plaatse van positie A langs de lange zijden van de plafondplaten no. 8 en 9 is de bovenrand van plafondplaat no. 9 zichtbaar.
45	V De wijde van de spleet tussen de plafondplaat no. 9 en het ophangstelsel bedraagt ca. 15 mm.
48	V De wijde van de spleet is toegenomen tot ca. 100 mm. De verhitting wordt beëindigd.

Figuur by Waarnemingen

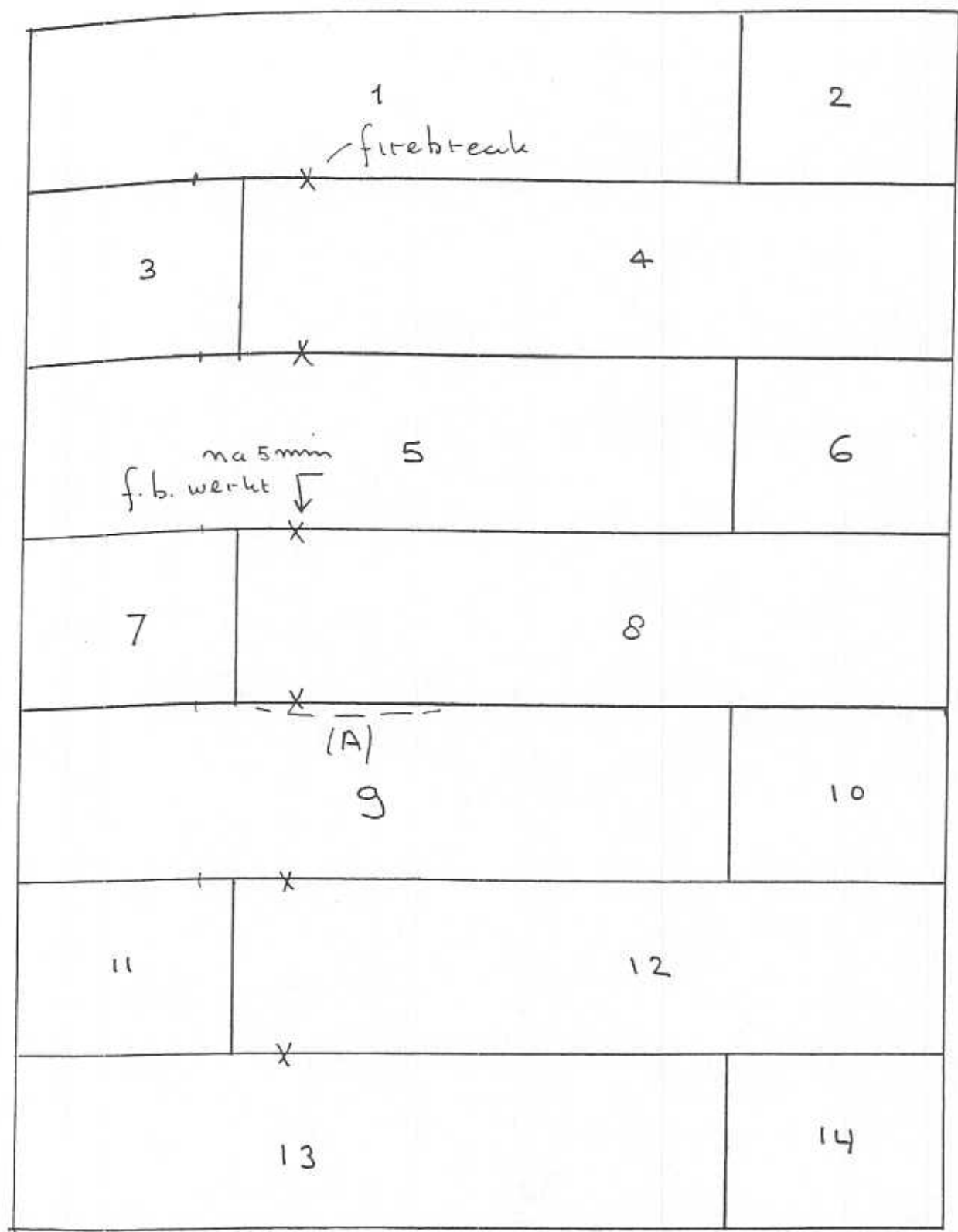


Fig. A.1

kant.