



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R48:1979

Experimentell undersökning av ståldetaljers inverkan på brandmotståndet hos limträ

Barbro Ahlén

Lennart Månsson

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R48:1979

Byggnadstekniskt Brandskydd

EXPERIMENTELL UNDERSÖKNING AV STÅLDETALJERS
INVERKAN PÅ BRANDMOTSTÅNDET HOS LIMTRÄ

Barbro Ahlén
Lennart Månsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780064-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska
Brandförsvarsföreningen, Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R48:1979

ISBN 91-540-3020-X
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 953141

INNEHÅLL

FÖRORD	5
0. INLEDNING	7
1. BAKGRUND	8
2. REDOVISNING AV FÖRSÖK	9
2.1 Allmänt	9
2.11 Beskrivning av de olika skarvalternativen	9
2.2 Försöksuppställning	9
2.21 Placering av termoelement	10
2.22 Beräkning av laster	10
2.3 Försök A Limträbalk med skarv enl. alternativ 1	22
2.4 Försök B Limträbalk med skarv enl. alternativ 2	27
2.5 Försök C Limträbalk med skarv enl. alternativ 1	32
2.6 Försök D Limträbalk med skarv enl. alternativ 2	37
3. DISKUSSION AV FÖRSÖKSRESULTATEN	41
3.1 Påkänningar i skruvförband, skarvalternativ 1	44
3.2 Påkänningar i Gerberbeslag, skarvalternativ 2	46
3.3 Samband mellan påkänning och inbränningshastighet	48
SAMMANFATTNING	51

FÖRORD

I denna rapport redovisas en serie experimentella undersökningar av ståldetaljers inverkan på brandmotståndet hos limträ. Undersökningarna har utförts i samverkan mellan Svenska Brandförsvarsförningens (SBF) tekniska avdelning och laboratoriet för brandteknik vid statens provningsanstalt (SP).

Undersökningarna har finansierats genom ekonomiskt stöd från statens råd för byggnadsforskning (BFR) och Träförädlingsbyrån.

Ett flertal personer har på olika sätt varit engagerade i undersökningen. Sålunda har tekn. dr Bernt Johansson, Bloms Konsulterande Ingenjörbyrå, 1:e avdelningsingenjör Ake Nordström, statens provningsanstalt samt professor Kai Ödeen, Svenska Brandförsvarsförningen förtjänat att nämna. Ödeen, Svenska Brandförsvarsförningen förtjänar också att nämna för att ha förtjänat att nämna synpunkter till ledning för arbetet och rapportens slutliga utformning.

Projektledare och författare av rapporten har varit Barbro Ahlén. Ansvarig för provningarna och medförfattare har varit Lennart Månsson.

Stockholm i september 1978

Kai Ödeen
Professor
Svenska Brandförsvars-
förningens
Tekniska avdelningen

Göte Larsson
Laboratoriechef för
brandteknik vid statens
provningsanstalt i Borås

0. INLEDNING

Limträ är ett byggnadsmaterial med dokumenterat goda brandtekniska egenskaper. Detta förhållande återspeglar sig numera såväl i gällande normer som i försäkringsbolagens premiesättning. En svag punkt i detta sammanhang utgörs dock av anslutningen mellan olika konstruktionselement då ståldetaljer kommer till användning, vilka kan bedömas ha väsentligt sämre brandtekniska egenskaper än anslutande limträdelar. Än så länge saknas emellertid kunskapsmässigt underlag för nyanserade regler för hur sådana ståldetaljer inverkar på konstruktionens brandmotstånd.

Enligt ett flertal undersökningar är det väl dokumenterat att inträngningshastigheten vid brandangrepp mot en limträkonstruktion av konventionellt utförande är nära nog konstant inom stora tidsintervall med ett värde av omkring 0.6 mm/min vid temperaturpåverkan svarande mot standardiserat provningsförfarande enligt ISO 834. Denna låga inträngningshastighet utgör huvudorsaken till limträets goda brandtekniska egenskaper och medför att en kärna av oförbränt och i huvudsak intakt virke bibehålls även vid relativt långvariga bränder.

I föreliggande rapport redovisas fyra försök utförda vid laboratoriet för brandteknik på statens provningsanstalt. Försöken har utförts med två olika typer av skarvbeslag samt två olika lastnivåer.

1. BAKGRUND

Anslutningsdetaljer av stål kan tänkas påverka limträkonstruktionens brandmotstånd på två sätt. Dels kan givetvis stålet deformeras som följd av den vid högre temperatur reducerade hållfastheten varvid funktionen kan förändras eller förloras, dels kan förbränningens inträngning i anslutning till stålet påverkas. Medan stålets beteende vid högre temperaturer är förhållandevis väl kartlagt är den sistnämnda mekanismen i väsentliga avseenden inte studerad. Det är å ena sidan rimligt att antaga att stålets goda värmeledningsegenskaper kan medföra en snabbare inträngning av förbränningen och en del redovisade provningar med olika typer av bultförband tyder på att så är fallet. Å andra sidan kan kontakten mellan trä och stål tänkas medföra reduktion av syretillförseln till förbränningszonen med minskning av inträngningshastigheten som konsekvens. Storleken av dessa effekter kan idag inte bedömas.

För att belysa verknings sättet under brand hos en med ståldetaljer sammanfogad limträkonstruktion skisserades en orienterande provningsserie. Vid försöken registrerades förbandets deformationer och funktionssätt i övrigt, eventuella förskjutningar mellan de med förbandet hopfogade limträdelarna, inträngningsdjup i träet med och utan beslag.

Efter försöken demonterades förbandet och deformationer, inträngningsdjup samt andra fenomen dokumenterades.

Målsättningen med föreliggande undersökning har varit att med utgångspunkt från iakttagelser och mätningar från de experimentella undersökningarna beräkningsmässigt kunna analysera olika typiska konstruktioner och härigenom i väsentlig utsträckning kunna generalisera resultaten.

2. REDOVISNING AV FÖRSÖK

2.1 Allmänt

De grundläggande förutsättningarna för undersökningen var att limträskarven med ståldetaljer skulle utsättas för endast tvärkraft (d v s inget moment) samt att brandpåverkan, enligt SIS 02 48 20 utgåva 2 standardiserade tid-temperaturförloppet, skulle ske mot konstruktionens samtliga ytterytor.

Balkarna utsattes för en belastning som i ena belastningsalternativet motsvarade maximalt tillåten last i skarven, 55 kN. I det andra alternativet belastades balkarna med 35 kN i skarven.

Före provningarna konditionerades balkarna i en atmosfär av 20 °C och 60 % relativ fuktighet under 4 veckor. Delprov, ca 0.5 m från balkens kortända uttogs och vägdes före och efter uttorkning i 105 °C under 1 dygn. Fuktkvoten bestämdes där-
efter till ca 9.8 vikt-%.

2.11 Beskrivning av de olika skarvalternativen

Balkarna levererades i längder om 4.2 m och skarvades på plats. Fig 2.11 a, b.

2.2 Försöksuppställning

För att de ovan nämnda kraven skulle kunna uppfyllas på ett praktiskt acceptabelt sätt på provningsanstaltens horisontalugn gjordes vissa modifikationer av ugnens belastningsanordningar, se fig. 2.2. I stället för att placera en domkraft i skarven, som låg helt inne i brandrummet, valdes att påföra lasterna utanför ugnen och kontrollera dessa så att momentet i skarven blev noll och att reaktionskraften (55 resp 35 kN) i det fasta mothållet vid skarven blev den förutsatta.

Observationer av händelseförloppet vid brandprovningarna avsåg huvudsakligen deformationer och temperaturer. Deformationerna vid den yttre lasten kontrollerades med mätsticka och vid skarven i ugnen med observationer genom inspektionsglas och TV-kameror.

Temperaturerna i ugnen mättes med termoelement av typen Pt-Pt-Rh ca 300 mm från balken och i balkarna med termoelement av typen Cr-Al på punkter som varierade något från försök till försök. Då brott i skarven erhöles, avbröts brandprovningen, belastningsanordningen monterades ned, ugnslöcket lyftes bort, balken fri-lades och vattenbegöts.

2.21 Placering av termoelement

Termoelement av typ Cr-Al placerades på punkter som förväntades ge information om temperaturutvecklingen i skarven och i lim-träbalken. Mätpunkterna i balken placerades i borrhål med $\varnothing 3$ mm som därefter tätades med stenuil. Temperaturerna mellan stål-plåten och balken i skarven mättes med termoelement som klämdes fast av förbandet. Se fig. 2.21 a-b.

2.22 Beräkning av laster

Med utgångspunkt från de två förutbestämda lastfallen samt kriteriet att momentet skulle vara noll i skarven, beräknades de övriga krafterna på balken. Nedan redovisas de beräkningar som gjorts i de olika belastningsfallen.

Belastningsalternativ 1

(försök A, B)

P_1 = påförd yttre last

P_2 = den förutbestämda lasten

R_1, R_2 = upplagskrafter

l_{1-4} = längd

T = tvärkraft

se fig. 2.22 a

$$P_2 = 35.0 \text{ kN}$$

$$P_1 + P_2 = R_1 + R_4 \quad P_2 = R_1 + R_2 - P_1 \quad (1)$$

$$\overset{\curvearrowleft}{A} P_1 \times (l_1 + l_2) - R_1 \times l_2 = 0 \Rightarrow P_1 = R_1 \times \frac{l_2}{(l_1 + l_2)} \quad (2)$$

$$\overset{\curvearrowleft}{A} P_2 \times l_3 - R_2 (l_3 + l_4) = 0 \Rightarrow R_2 = P_2 \times \frac{l_3}{(l_3 + l_4)} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} T_A \times (l_3 + l_4) - P_2 \times l_4 = 0 \Rightarrow T_A = P_2 \frac{l_4}{(l_3 + l_4)} \\ T_A \times (l_1 + l_2) - R_1 \times l_1 = 0 \Rightarrow T_A = R_1 \frac{l_1}{(l_1 + l_2)} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$R_1 \frac{l_1}{(l_1 + l_2)} = P_2 \frac{l_4}{(l_3 + l_4)} \quad (4)$$

$$(4) \quad R_1 = P_2 \times \frac{l_4}{(l_3 + l_4)} \times \frac{(l_1 + l_2)}{l_1}$$

$$(3) \quad R_2 = P_2 \times \frac{l_3}{(l_3 + l_4)}$$

$$(2) \text{ o. } (4) \Rightarrow P_1 = P_2 \times \frac{l_4}{(l_3 + l_4)} \times \frac{(l_1 + l_2)}{l_1} =$$

$$= \frac{l_2}{(l_1 + l_2)} = P_2 \times \frac{l_4 \times l_2}{(l_3 + l_4) \times l_1}$$

med $l_1 = 2.05 \text{ m}$

$l_2 = 1.77 \text{ m}$

$l_3 = 0.30 \text{ m}$

$l_4 = 3.70 \text{ m}$

$$P_1 = 27.4 \text{ kN}$$

$$P_2 = 35.0 \text{ kN}$$

$$R_1 = 60.3 \text{ kN}$$

$$R_2 = 2.6 \text{ kN}$$

Belastningsalternativ 2

(försök C, D)

Förutsättning enligt belastningsalternativ 1, se fig

2.22 b, men med $P_2 = 55.0 \text{ kN}$ ger

$$P_1 = 43.9 \text{ kN}$$

$$P_2 = 55.0 \text{ kN}$$

$$R_1 = 94.8 \text{ kN}$$

$$R_2 = 4.1 \text{ kN}$$

I ovanstående beräkningar har egenvikten (0.04 kN/m) försumrats.

MomentberäkningBelastningsalternativ_1

$$M_A = 0$$

$$\overset{\curvearrowleft}{M}_B = P_1 \times l_1 \Rightarrow \text{med } P_1 = 27.9 \text{ kN}$$

$$l_1 = 2.05 \text{ m}$$

$$M_B = 57.1 \text{ kNm}$$

$$\overset{\curvearrowleft}{M}_C = +R_2 \times l_4 \Rightarrow \text{med } R_2 = 2.6 \text{ kN}$$

$$l_4 = 4.0 \text{ m}$$

$$M_C = -10.4 \text{ kNm}$$

$M_A = 0 \text{ kNm}$ $M_B = -57.1 \text{ kNm}$ $M_C = +10.4 \text{ kNm}$

Belastningsalternativ_2

$$M_A = 0$$

$$\overset{\curvearrowleft}{M}_B = -P_1 \times l_1 \Rightarrow \text{med } P_1 = 43.9 \text{ kN}$$

$$l_1 = 2.05 \text{ m}$$

$$M_B = -90.0 \text{ kNm}$$

$$\overset{\curvearrowleft}{M}_C = R_2 \times l_4 \Rightarrow \text{med } R_2 = 4.1 \text{ kN}$$

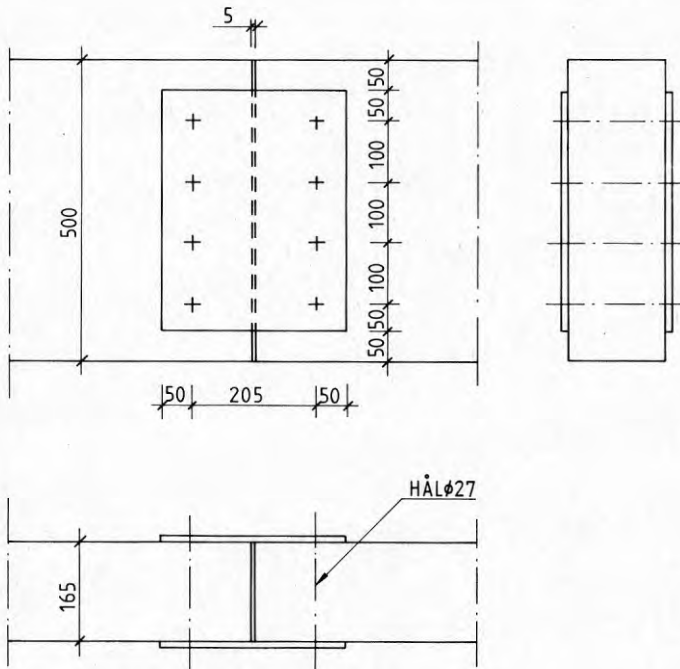
$$l_4 = 4.0 \text{ m}$$

$$M_C = 16.4 \text{ kNm}$$

$M_A = 0 \text{ kNm}$ $M_B = -90.0 \text{ kNm}$ $M_C = +16.4 \text{ kNm}$

fig. 2,11 a

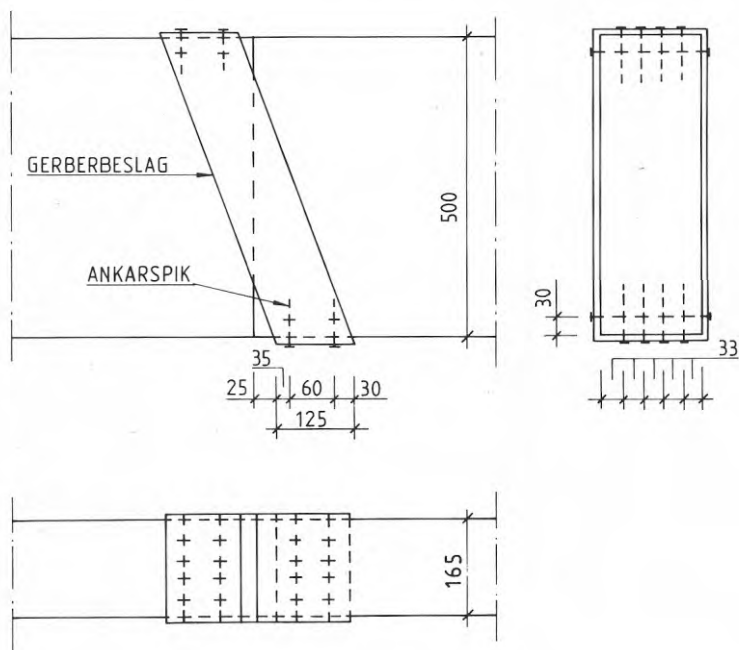
Skarvalternativ 1. Skruvförband



- Skarvalternativet består av följande
- 2 st plåtar 10 x 400 x 305, 1412
 - 8 st hål \emptyset 27
 - 8 st skruv U 6S 1" x 8 1/2" med mutter

fig. 2.11 b

Skarvalternativ 2. Gerberbeslag



Skarvalternativet består av följande

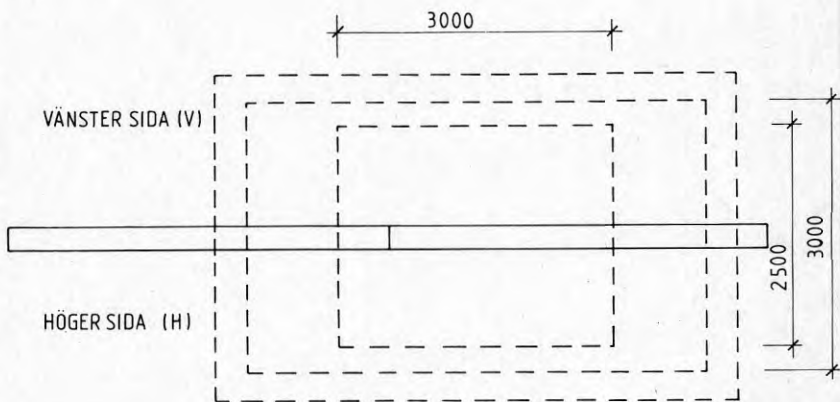
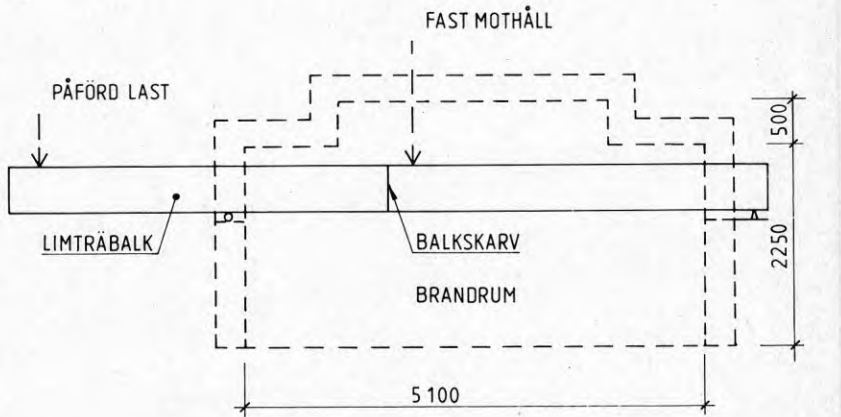
Gerberbeslag av 10 mm plåt, 1412.

Övriga dimensioner framgår av figuren.

24 st Gunnebo ankarspik 80-60 placerade enligt figur.

fig. 2.2

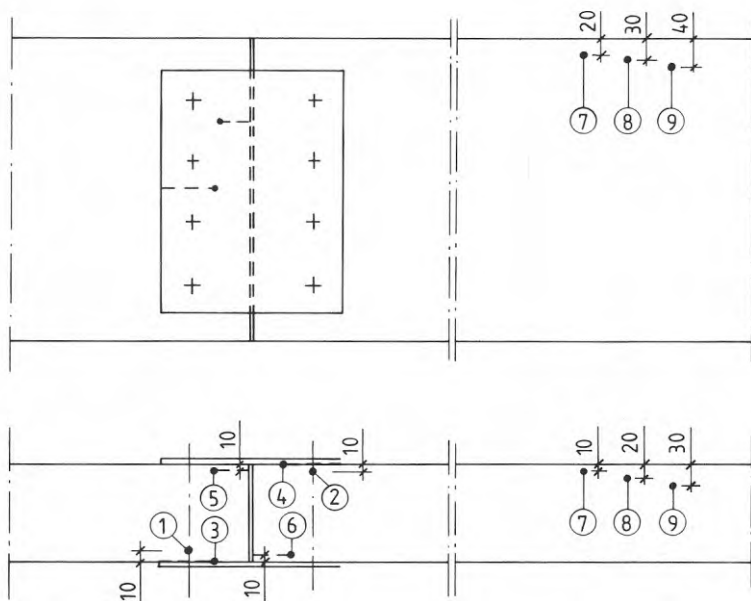
FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING



PLAN

fig. 2.21 a

Placering och numrering av termoelement i försök A skarvalt. 1.



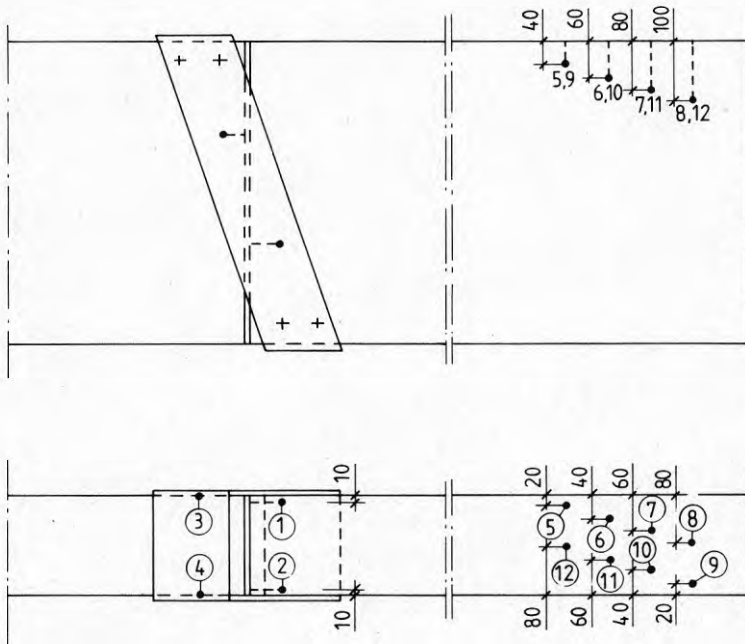
TERMOELEMENT, TYP Cr-Al, MARKERAS • ①-⑨

MÄTPUNKT 1 OCH 2 ÄR PLACERADE I SKRUVHÅL.

MÄTPUNKT 3 OCH 4 ÄR PLACERADE MELLAN PLÅT OCH TRÄ

fig. 2.21 b

Placering och numrering av termoelement i försök B skarvalt. 2.

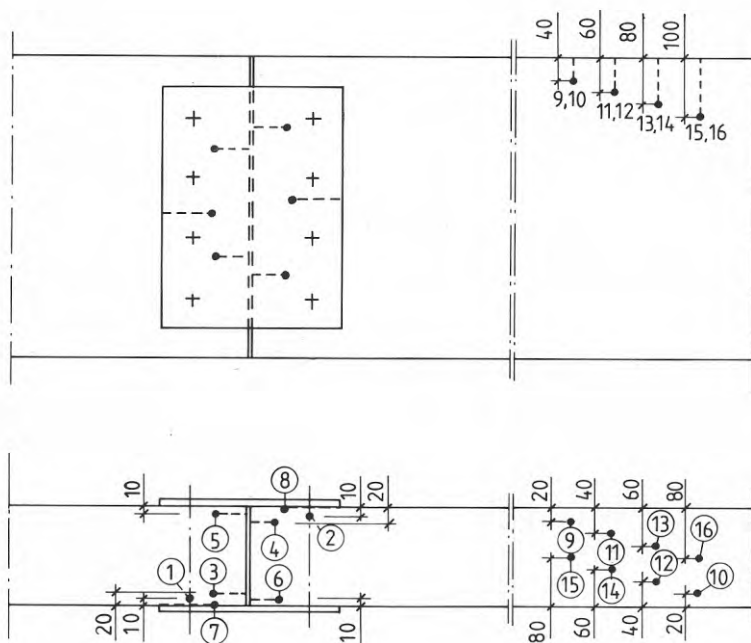


TERMOELEMENT, TYP Cr-Al, MARKERAS • ① - ⑫

MÄTPUNKT 3 OCH 4 ÄR PLACERADE MELLAN PLÅT OCH TRÄ

fig. 2.21 c

Placering och numrering av termoelement i försök C skarvalt. 1.



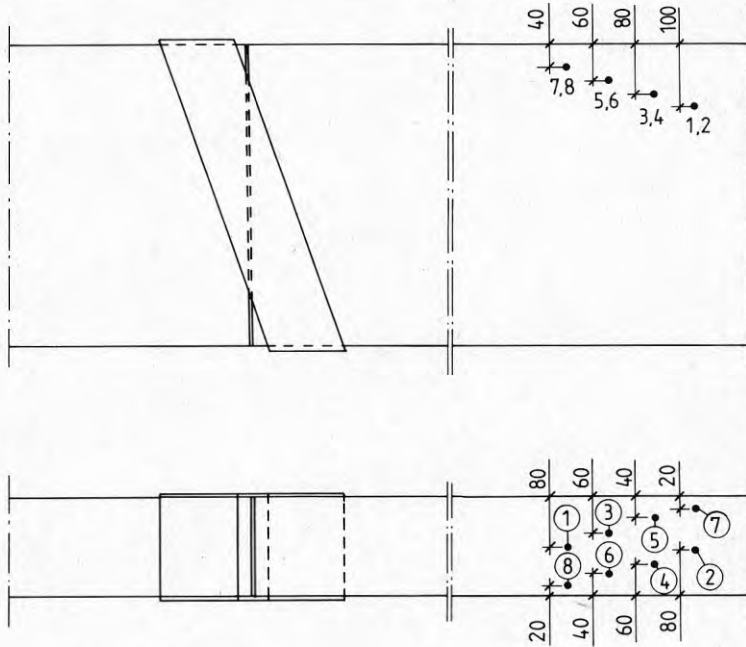
TERMOELEMENT, TYP Cr-Al, MARKERAS • ① - ⑯

MÄTPUNKTERNA 1 OCH 2 ÄR PLACERADE I SKRUVHÅL

MÄTPUNKTERNA 7 OCH 8 ÄR PLACERADE MELLAN PLÅT OCH TRÄ

fig. 2.21 d

Placering och numrering av termoelement i försök D skarvalt. 2.



TERMOELEMENT, TYP Cr-Al, MARKERAS • ①-⑧

I detta försök placerades inga termoelement i skarven av försökstekniska orsaker.

fig. 2.22 a

Påkänningar vid lastfall 1.

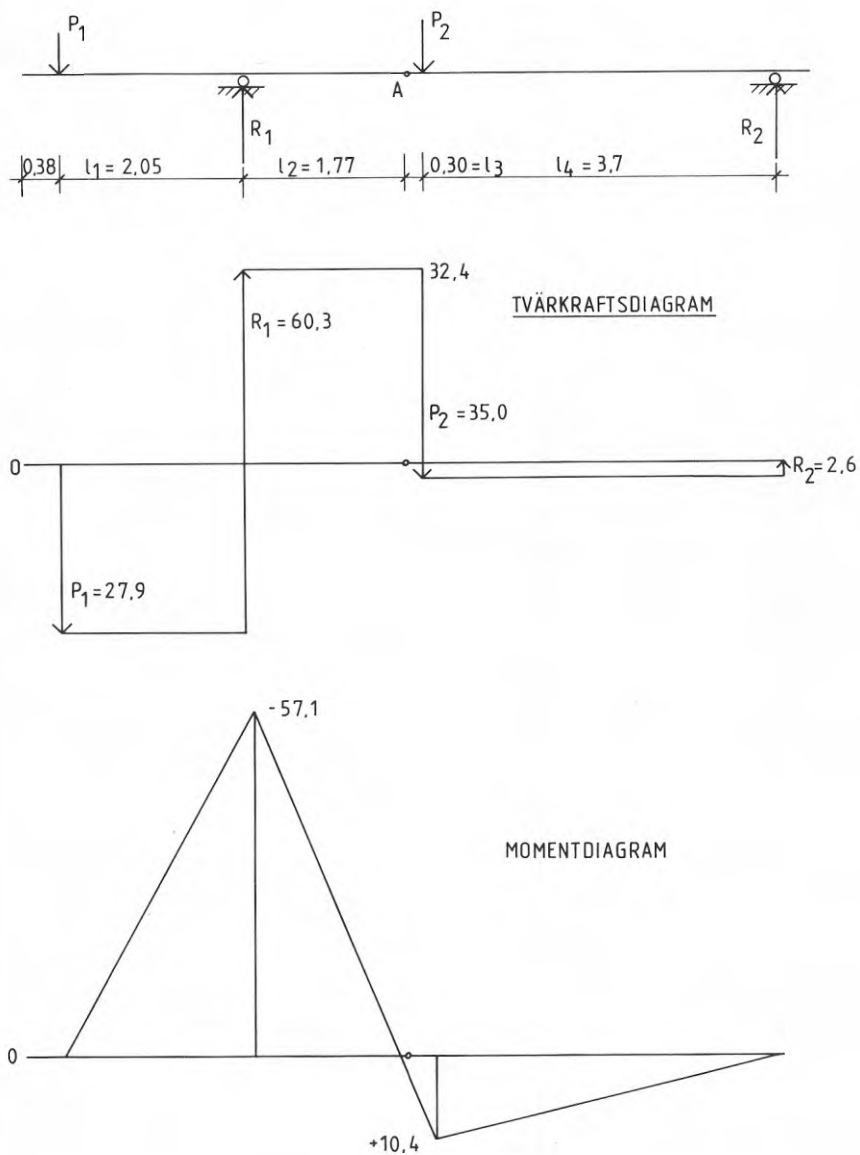
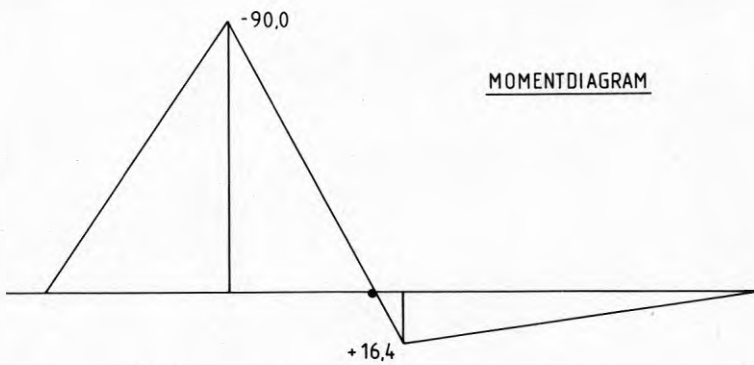
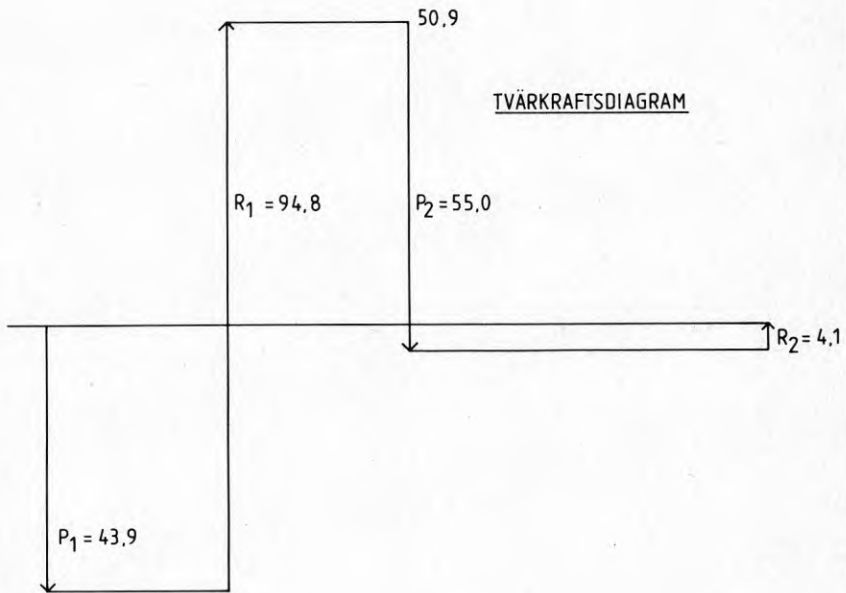
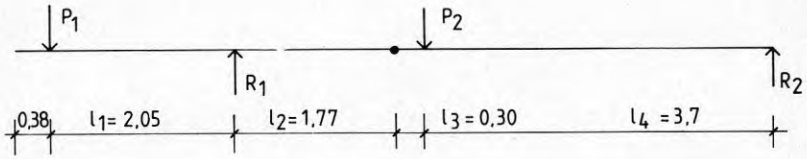


fig. 2.22 b

Påkänningar vid lastfall 2



2.3 Försök A Limträbalk med skarv enligt alternativ 1

Brandprovning den 23 maj kl 10.15

<u>Tid</u>	<u>Observationer</u>
0 min 00 s	Försöksstart
0 50	Fast eld vid skarven
2 00	Fast eld i hela balken
3 30	Balken börjar förkolas
8 00	Balken böjer sig något. Springan i skarven börjar öka på ovansidan av balken
10 00	Förskjutning i höjddled på ca 10 mm
15 00	på ca 10-15 mm
20 00	på ca 20 mm
22 30	på ca 30 mm
25 00	på ca 40 mm
30 00	på ca 60 mm
31 00	*Övre vänstra hålet för förbandet synligt på balken
32 00	*Nedre högra hålet för förbandet synligt på balken
33 00	Förskjutning i höjddled på ca 100 mm
35 00	Förskjutning i höjddled på ca 120 mm
36 00	*Andra högra hålet nerifrån för förbandet synligt på balken
37 00	*Andra vänstra hålet uppifrån för förbandet synligt på balken
40 00	Förskjutning i höjddled på ca 150 mm
42 00	Kraftigt knakljud hörs brott**

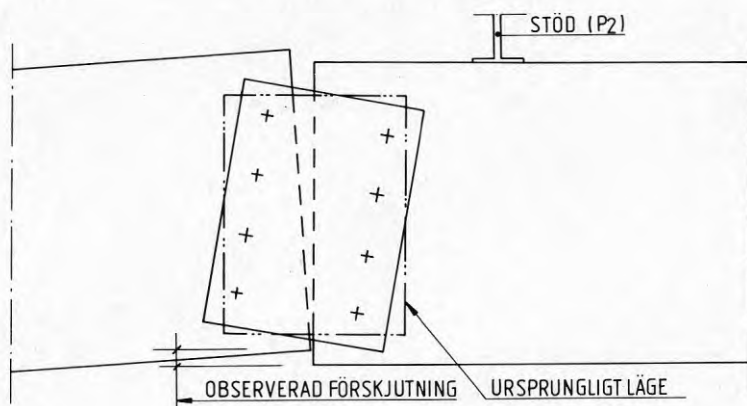
se fig 2.3

*Observationer gjorda från ugnens högra sida

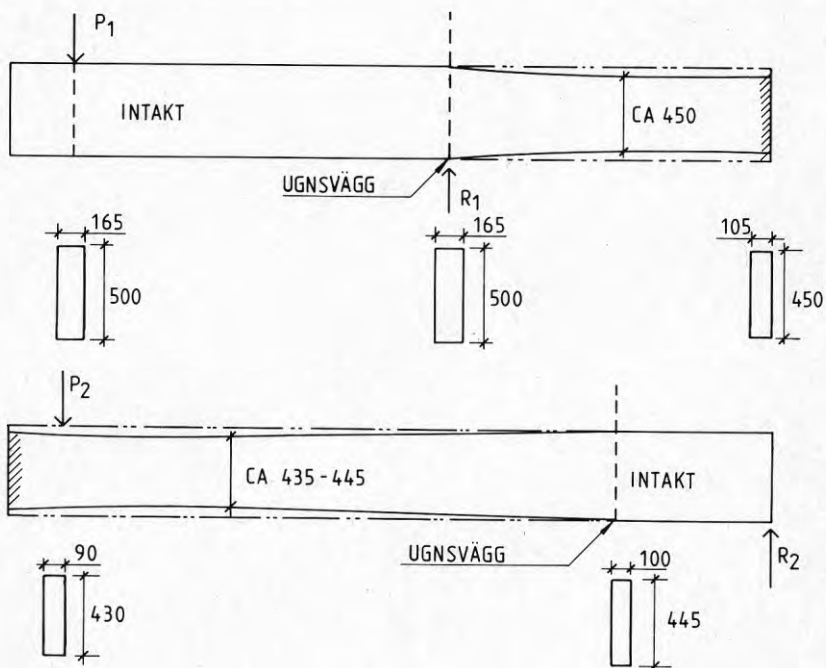
**Deformationen så kraftig att försöket måste avbrytas

fig. 2.3

Deformationsbild vid skarvalternativ 1.



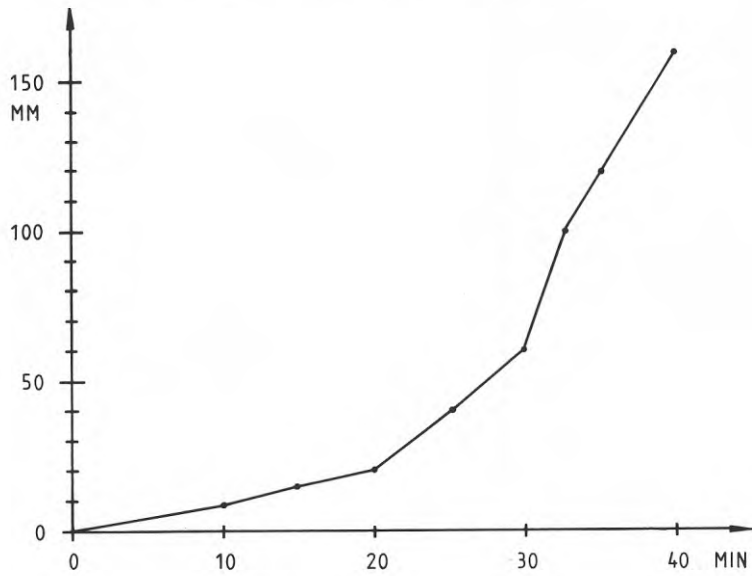
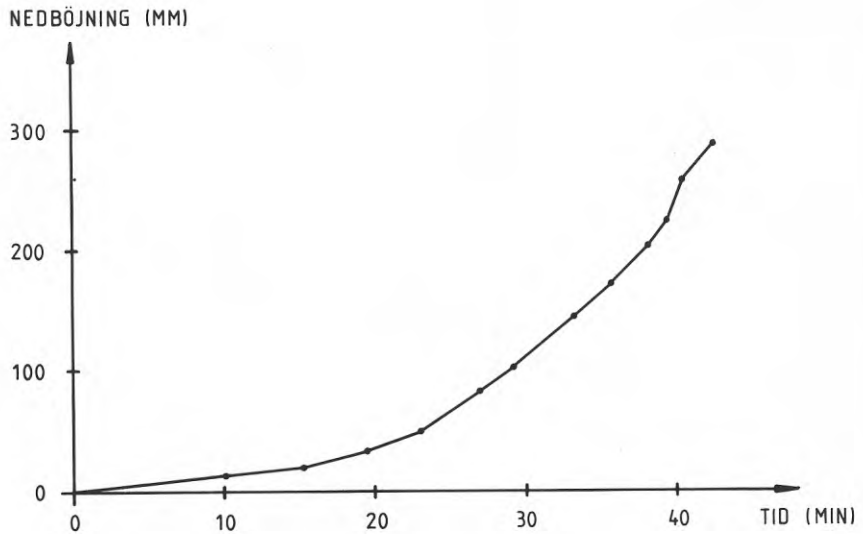
Skadebild



/// AVSER PARTI DÄR BESLAGET
BIDRAGIT TILL SKADANS OMFATTNING

[ALLA MÅTT I MM]

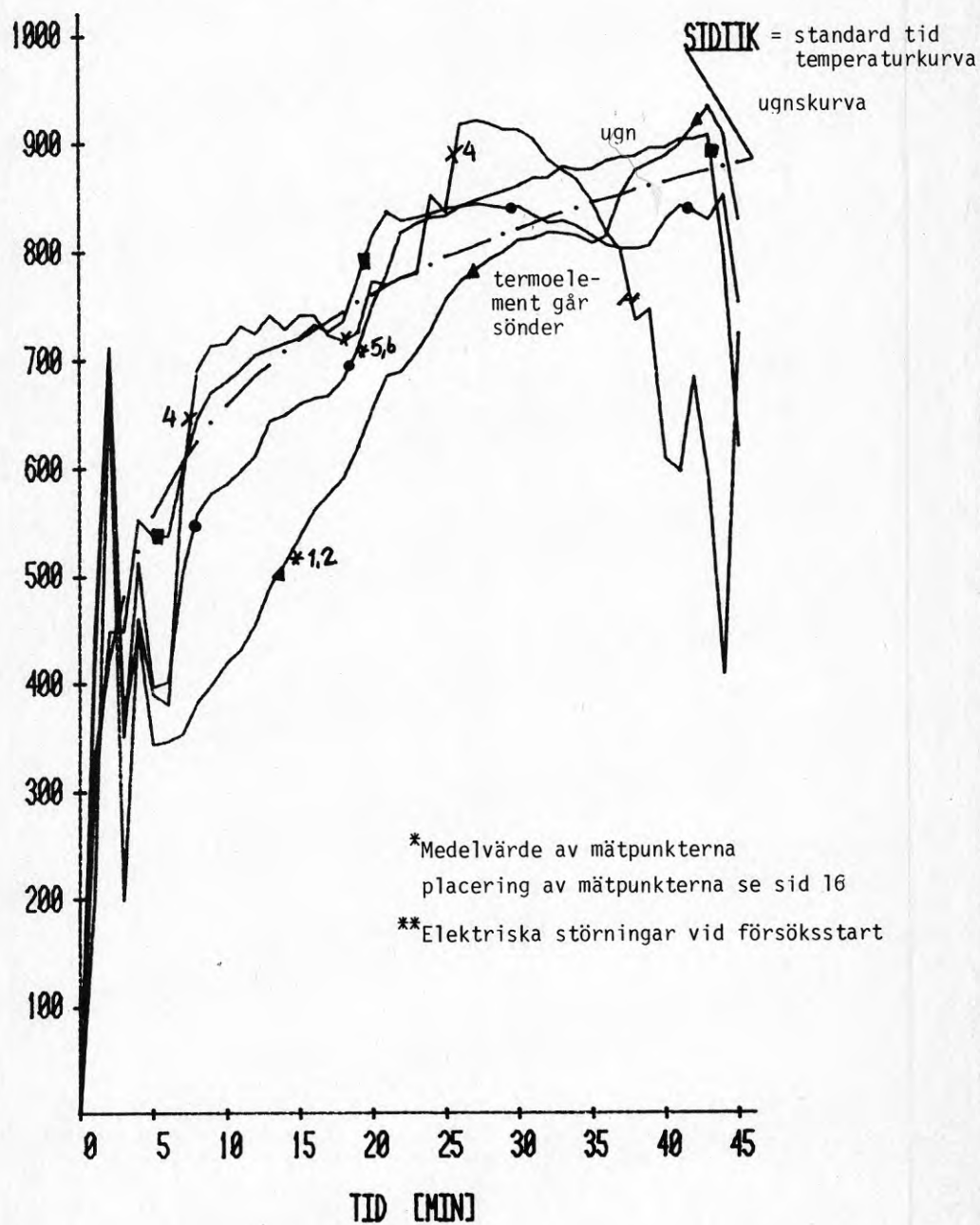
Försök A

Förskjutning i skarven (se fig. 2.3)Nedböjning uppmätt vid yttre pålastningsstället

Försök A
 Skarvalternativ 1
 Temperatur vid skarven

TEMPERATURSTEGRING

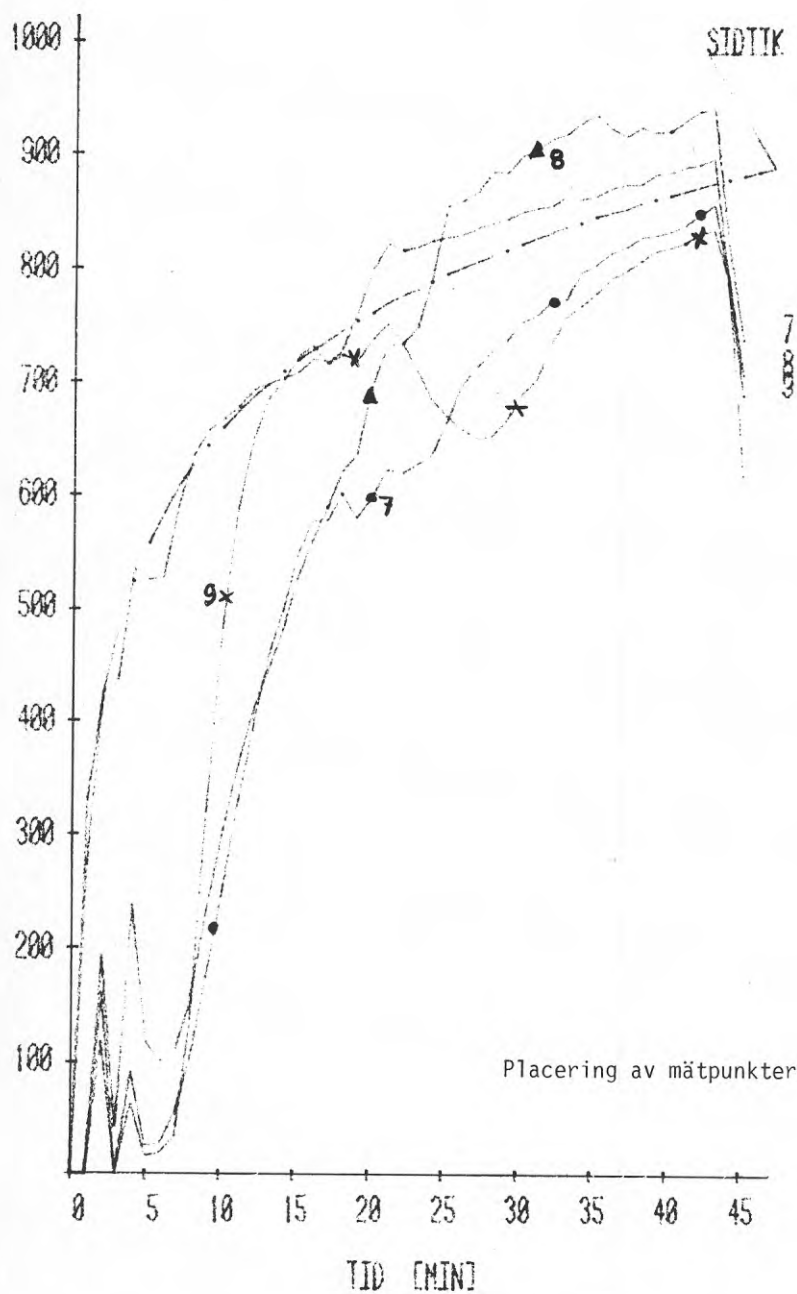
[K]



Försök A
Skarvalternativ 1
Temperaturer i balken

TEMPERATURSTEGRING

[K]



2.4 Försök B Limträbalk med skarv enligt alternativ 2

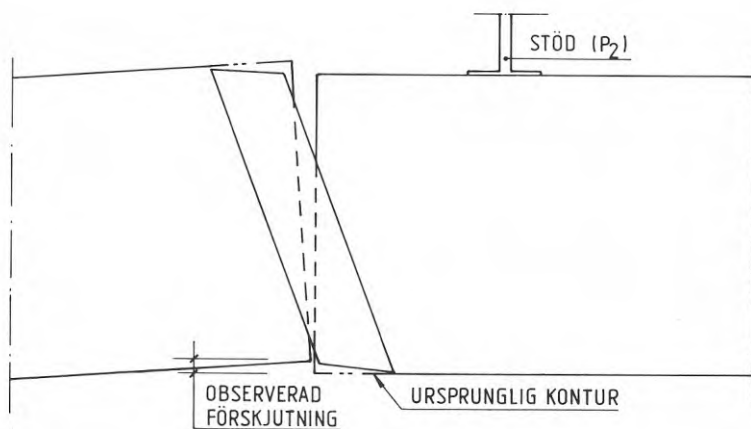
Brandprovning den 25 maj kl 10.00

<u>Tid</u>	<u>Observationer</u>
0 min 00 s	Försöksstart
1 40	Eld i underkanten på balken
2 00	Hela balken övertänd
2 30	Sprickmönster på ovansida balk
6 00	Skarven helt intakt
10 00	Balkarna börja glida isär vid förbandet
12 30	Balkarna glider isär ca 5 mm
13 00	Balkarna glider isär glipan nu ca 10 mm
14 15	Förbandet trycks uppåt och spikarna syns i underkant ca 10 mm
15 00	Förskjutning i höjdled ca 10 mm
17 30	ca 20 mm
19 00	ca 30 mm
	se fig. 2.4
20 15	Förbandet dras sakta ut mot vertikalt läge
21 00	Förbandet sjunker in i balken ca 25 mm på ovansidan
22 50	Förskjutning i höjdled ca 50 mm
23 30	Förbandet i det närmaste vertikalt
24 00	Förbandet ger vika helt. Brott*

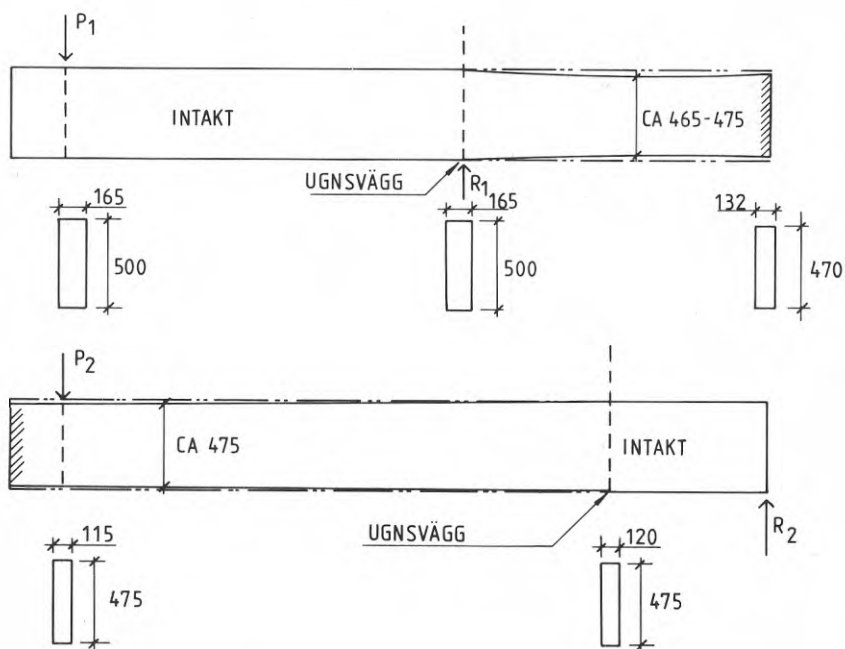
*Deformationen så kraftig att försöket måste avbrytas.

fig. 2.4

Deformationsbild vid skarvalternativ 2



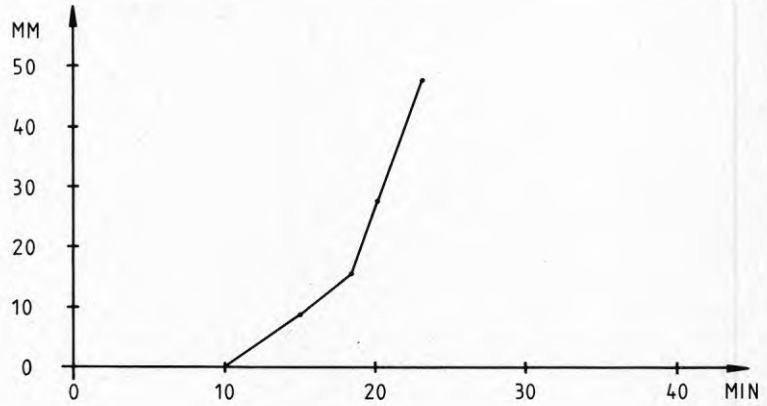
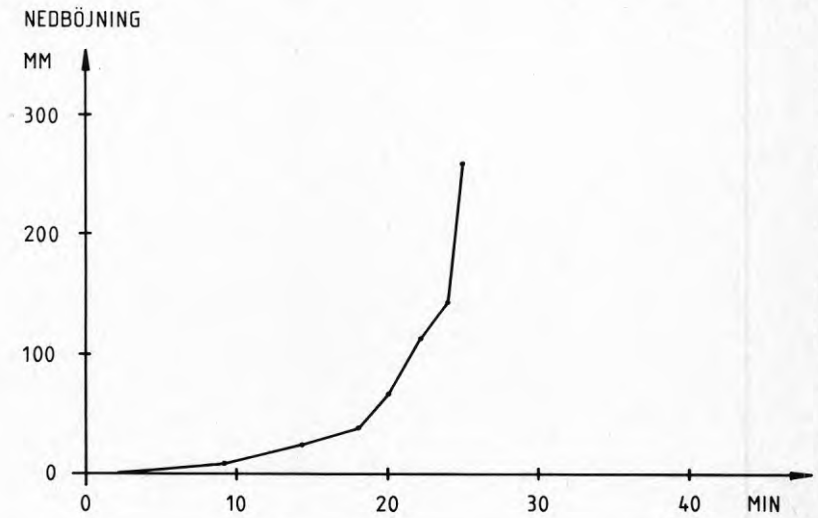
Skadebild



 AVSER PARTI DÄR BESLAGET
 BIDRAGIT TILL SKADANS OMFATTNING

[ALLA MÅTT I MM]

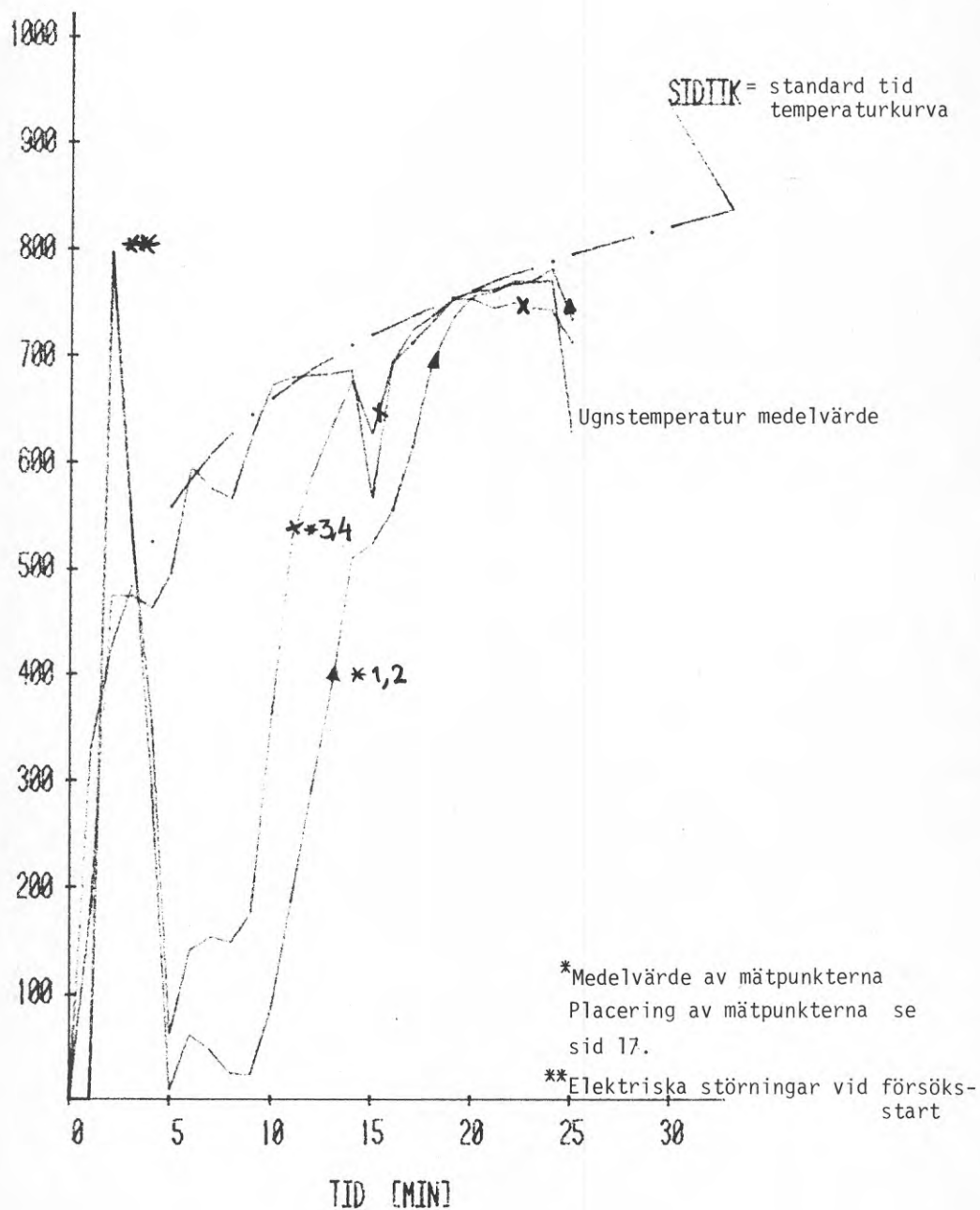
Försök B

Förskjutning i skarven (se fig. 2.4)Nedböjning uppmätt vid yttre pålastningsstället

Försök B
 Skarvalternativ 2
 Temperaturer vid skarven

TEMPERATURSTEGRING

[K]



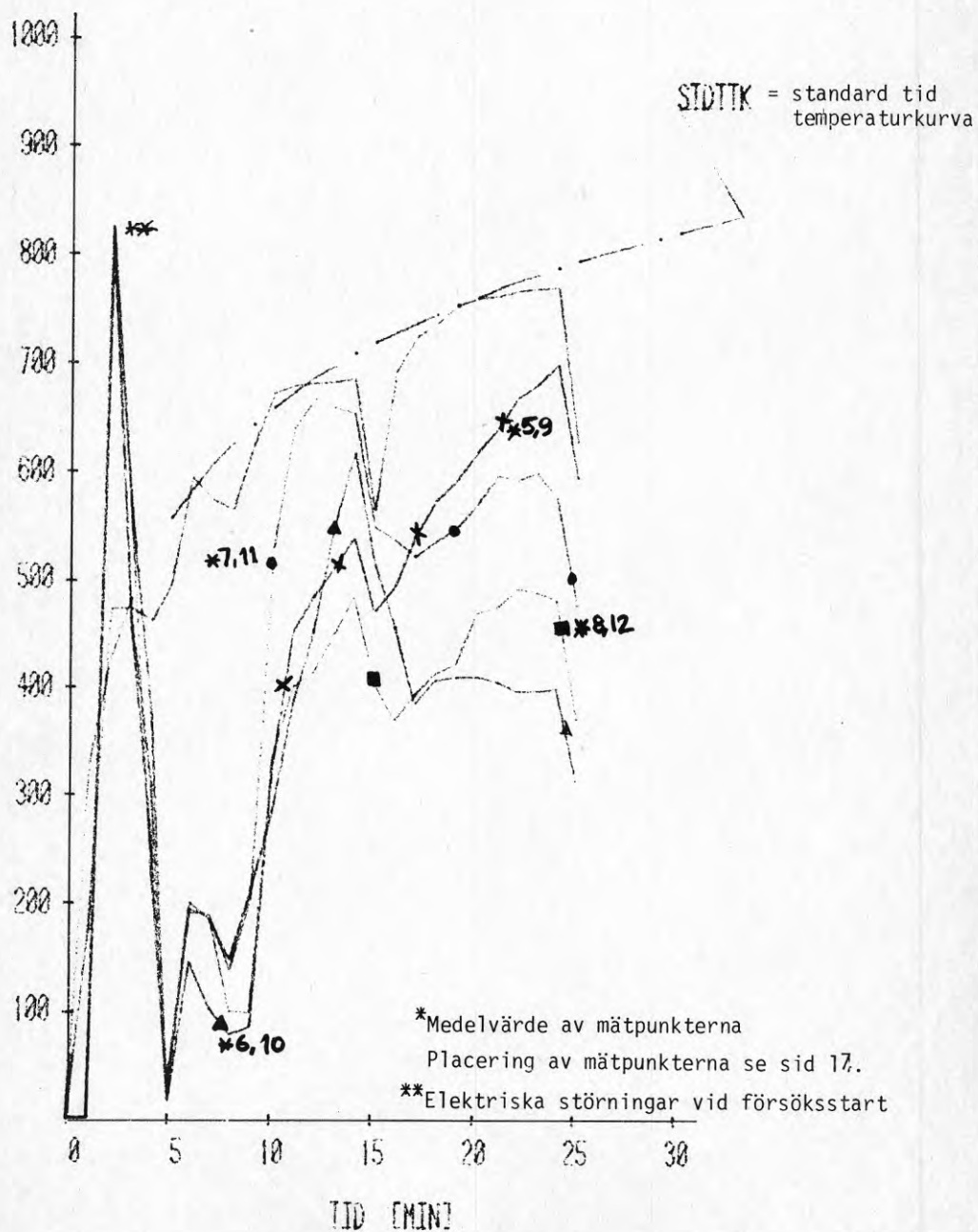
Försök B

Skarvalternativ 2

Temperaturer i balken

TEMPERATURSTEGRING

[K]



2.5 Försök C Limträbalk med skarv enligt alternativ 1

Brandprovning den 29 maj kl 10.40

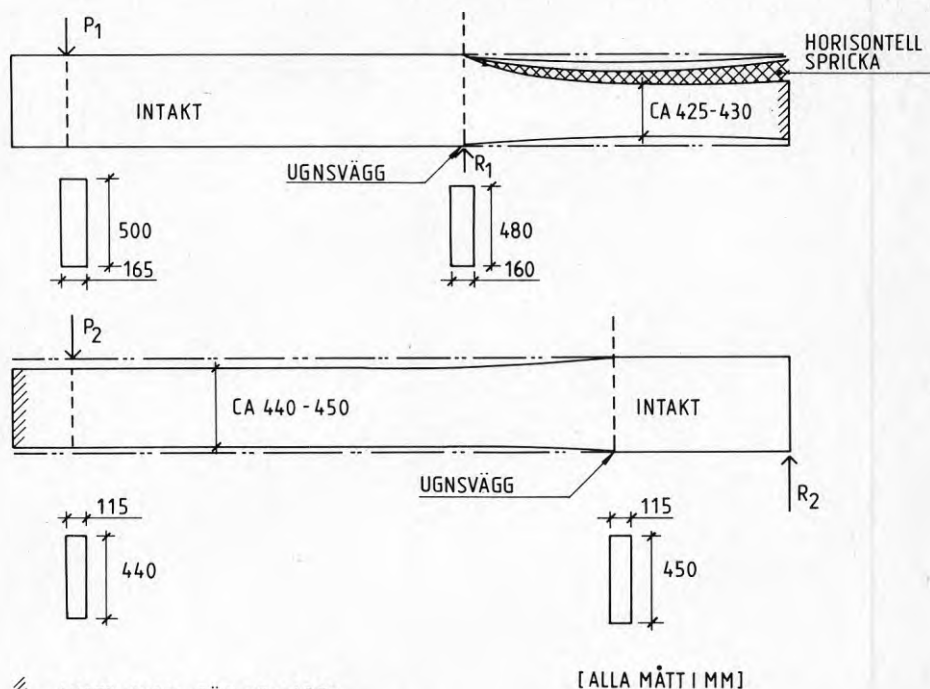
<u>Tid</u>	<u>Observationer</u>
0 min 00 s	Försöksstart. Efter pålastning kunde man observera en glipa på ca 5 mm mellan balkarna
2 05	Hela balken övertänd
2 40	Balken börjar förkolnas
4 45	Förskjutning i höjddled på ca 5 mm
8 00	Glipan mellan balkarna har ökat till ca 10 mm
12 00	Förskjutning i höjddled på ca 15 mm
15 30	på ca 20 mm
17 30	på ca 30 mm
19 30	på ca 35 mm
20 00	Laskplåtarna börjar snedställa sig
23 30	Glipan mellan balkarna har ökat till ca 20 mm
23 30	Förskjutning i höjddled på ca 40 mm
25 00	*Övre vänstra hålet för förbandet synligt på balken
26 00	*Nedre högra hålet för förbandet synligt på balken
27 00	Förskjutning i höjddled på ca 40 mm
27 50	*Kraftigt knakljud och vänster balk spricker ca 150 mm uppifrån på en längd av ca 1000 mm (släpper bult på vänster sida) Förskjutning i höjddled på ca 60 mm
28 00	*Andra högra hålet nerifrån för förbandet synligt på balken
28 30	*Andra vänstra hålet uppifrån för förbandet synligt på balken
29 00	Förskjutning i höjddled på ca 100 mm
30 00	Brott**

se fig. 2.3

*Observationer gjorda från ugnens högra sida

** Deformationen så kraftig att försöket måste avbrytas.

Skadebild

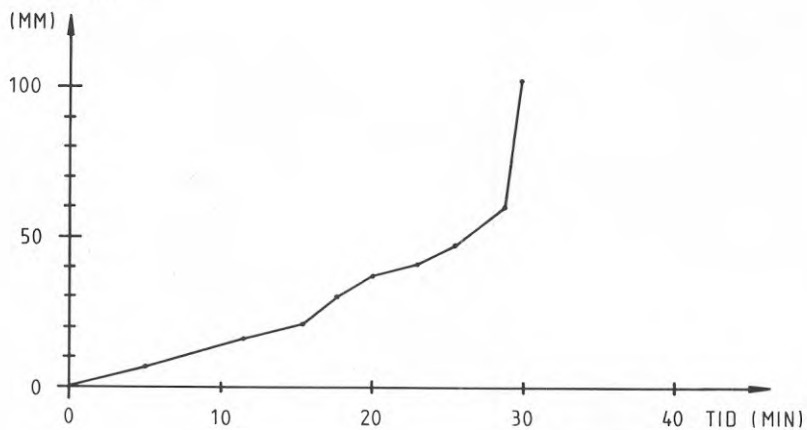


I detta försök uppstod en horisontell spricka på den ena balken. Detta gjorde att det var svårt att göra mätningar efter försöket.

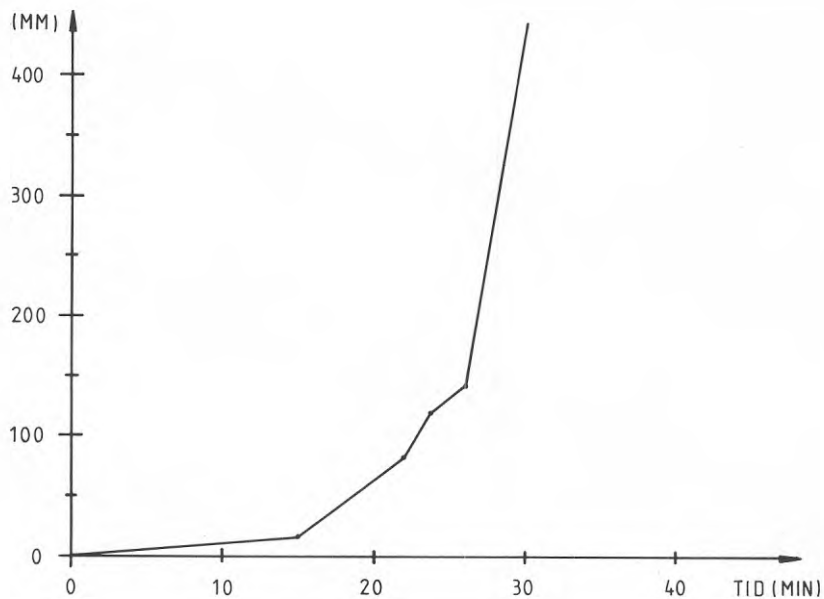
Försök C

Förskjutning i skarven (se fig. 2.3)

FÖRSKJUTNING

Nedböjning uppmätt vid yttre pålastningsstället

NEDBÖJNING

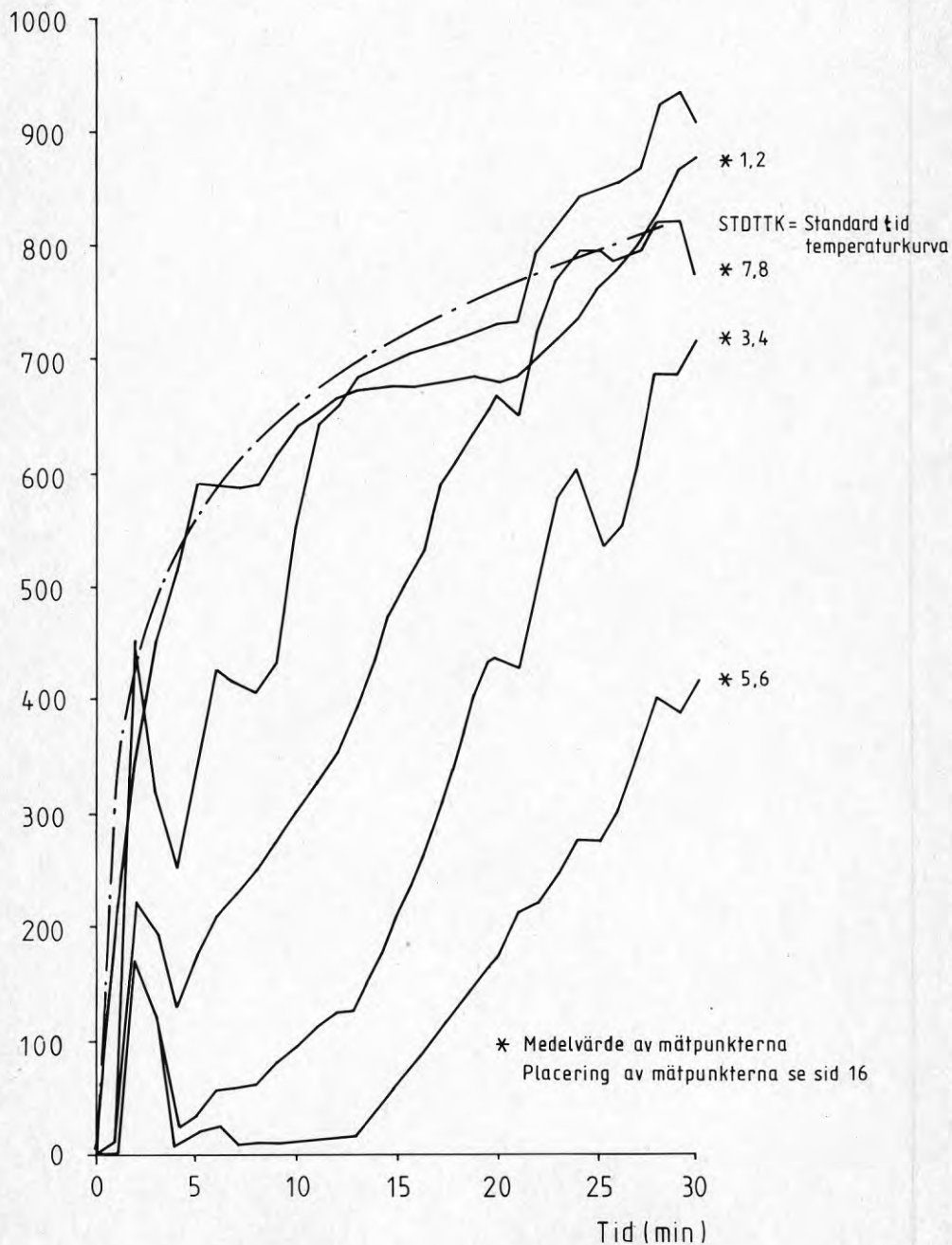


Försök C

Skarvalternativ 1

Temperaturer vid skarven

Temperaturstegring (K)

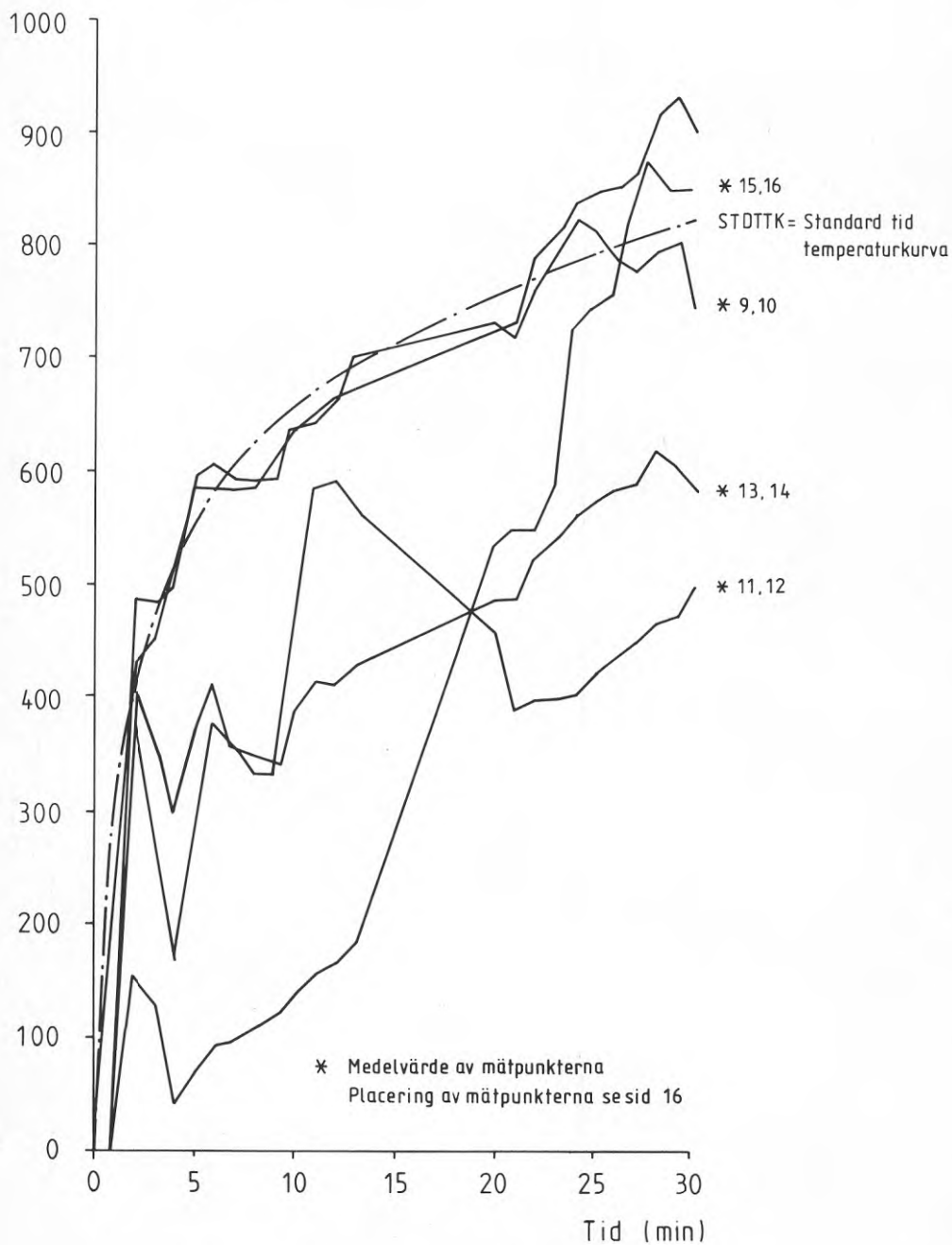


Försök C

Skarvalternativ 1

Temperaturer i balken

Temperaturstegring (K)



2.6 Försök D Limträbalk med skarv enligt alternativ 2

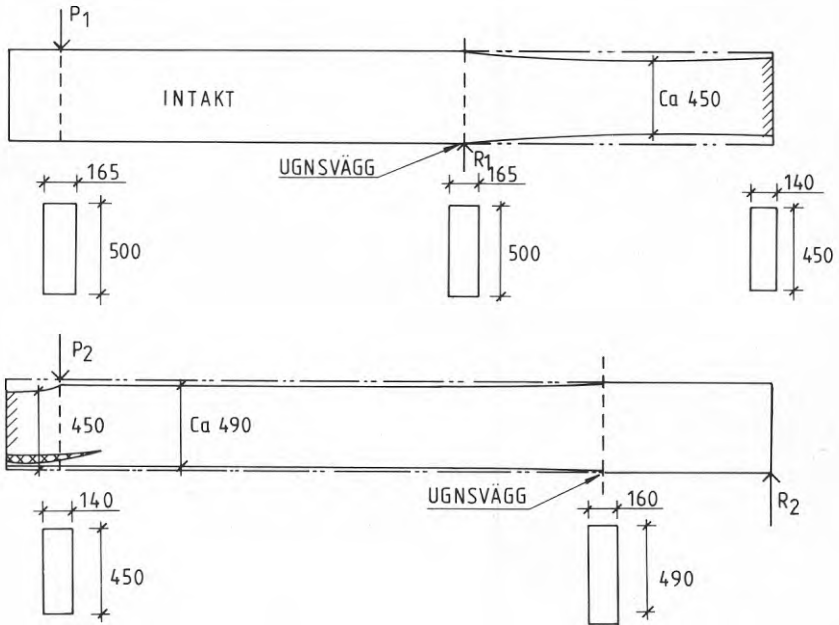
Brandprovning den 31 maj 10.00


<u>Tid</u>	<u>Observationer</u>
0 min 00 s	Försöksstart
1 50	Fast eld i hela balken
3 10	Balken börjar förkolas
4 00	Förbandet verkar intakt
4 30	Spikarna börjar krypa ut i underkant av förbandet
5 30	Spikarna har krupit ut ca 5 mm
6 00*	Tendens till glipa i överkant av förbandet
8 00	Horisontell spricka ca 50 mm från balkens underkant och ca 100 mm lång
9 20	Förskjutning i höjdlid på ca 20 mm
10 00	på ca 25 mm
	se fig. 2.4
10 50	*Den horisontella sprickan ökar i höjdlid och är nu ca 100 mm (se skadebilden)
12 00	Spikarna på balkens undersida syns ca 10 mm
12 30	Horisontell spricka observeras även från vänster sida
13 00	*Horisontella sprickan så stor att man kan se tvärs igenom den
15 00	Kraftigt knakljud hörs
16 00	*Horisontella sprickan ökar i höjdlid, är nu ca 150 mm. Förskjutning i höjdlid ca 40 mm
16 20	*Horisontella sprickan ökar kraftigt i längsriktning
16 30	Brott**

*Observationer gjorda från ugnens högra sida

**Deformationen så kraftig att försöket måste avbrytas

Skadebild



 AVSER PARTI DÄR BESLAGET
 BIDRAGIT TILL SKADANS OMFATTNING

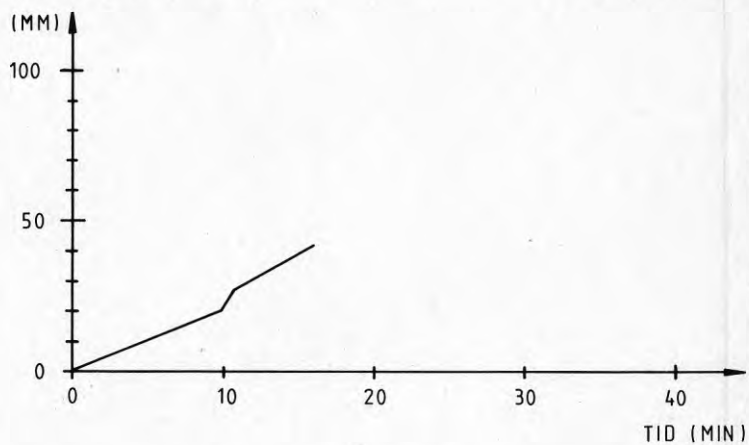
[ALLA MÅTT I MM]

 HORIZONTELL SPRICKA

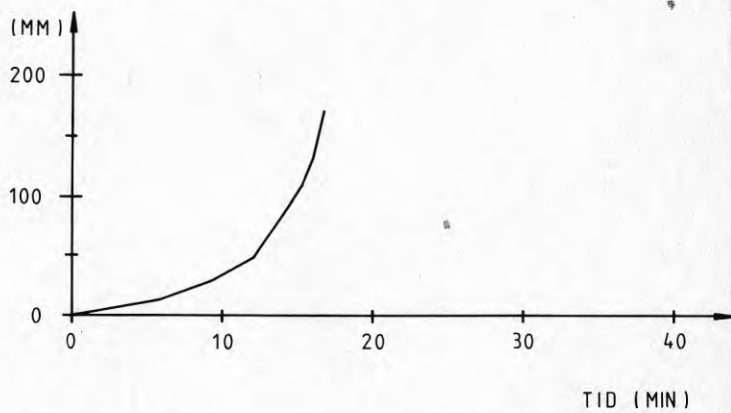
Försök D

Förskjutning i skarven (se fig. 2.4)

FÖRSKJUTNING

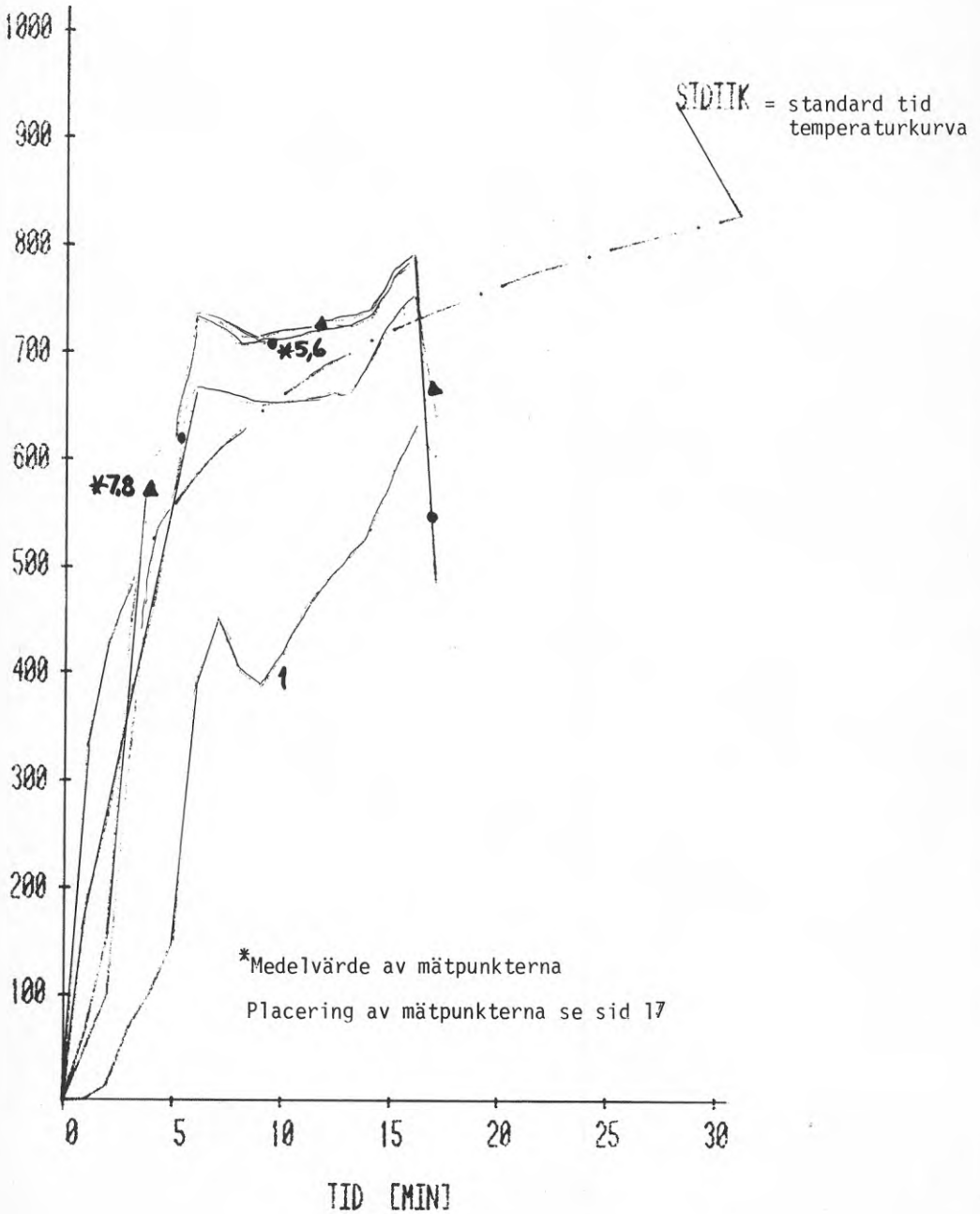
Nedböjning uppmätt vid yttre pålastningsstället

NEDBÖJNING



TEMPERATURSTEGRING

[K]



3. DISKUSSION AV FÖRSÖKSRESULTATEN

Försöken har givit resultat som vid inbördes jämförelse kan ge en värdefull information för att avgöra effekten av oisolerat stål i skarvförband mellan limträbalkar under belastning och brand.

Bärförmågan hos limträbalkar bestäms av inträngningshastigheten, vilken genom ett flertal tidigare undersökningar visat sig kunna approximeras till ett konstant värde av ca 0.6 mm/min beroende på fukttinnehållet.

Vid de i denna rapport redovisade försöken erhöles inträngningshastigheten ca 0.7 mm/min i områden där träet var direkt brandexponerat. Under oisolerat stål som inte överförde last till träet, t ex laskplåtarna, erhöles samma inträngningshastighet. Mothållet (P_2) var isolerat. Efter försöken kunde man konstatera att ingen nämnsvärd inträngning i limträbalken hade skett under mothållet.

Inträngningshastigheten i områden där belastning överförs av oisolerat stål till limträ kan uppskattas av de observationer som gjordes på skruvförbandets rörelse.

I försök A där lasten P_2 var 35 kN observerades att övre vänstra skruven hade förskjutits så att skruvhålet syntes efter 31 min, vilket motsvarar en sträcka av ca 50 mm och en inträngningshastighet av 1.6 mm/min. Motsvarande resultat från försök C, med lasten $P_2 = 55$ kN var 2.0 mm/min. Betydelsen av påkänningens storlek bör därför lämpligen studeras genom en noggrannare bestämning av krafterna i skruvarna.

I det andra skarvutförandet - gerberbeslaget - observerades att stålet gled av sitt fäste efter 24 min i försök B och efter 16 min i försök D och att inträngningsdjupet - uppmätt efter försöken - i limträbalken var ca 60 mm resp 30 mm.

Skarvens förskjutning beror i viss mån på stålets deformation vid höga temperaturer. I synnerhet gällde detta vid skarvutförande med gerberbeslag där deformationen av limträbalken och stålet i anliggningsytan medförde att beslaget gled av sitt fäste. I detta läge har sålunda ankarspiken helt mist sitt grepp i limträet, vilket är en naturlig följd av förkolningen.

Vid ett studium av temperatur-tid diagrammen som redovisas under respektive försök kan man notera att temperaturerna mellan limträet och stålet snabbt når samma värde som ugnsatmosfären.

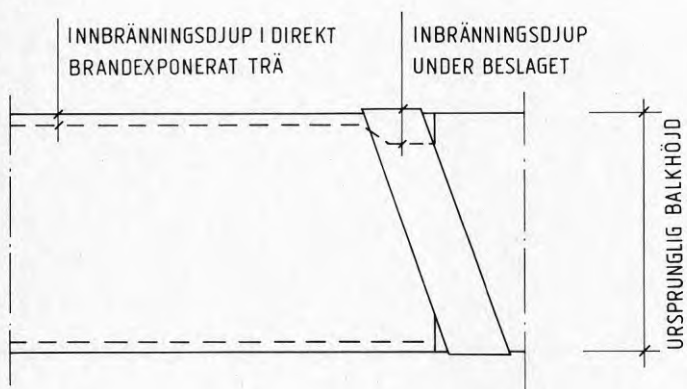
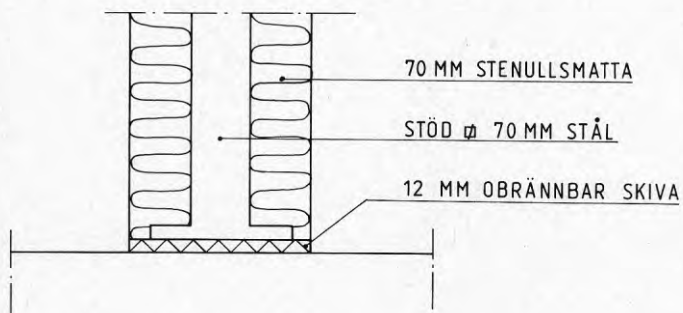
Beträffande temperaturerna i skarven bör den anmärkningen göras att de kraftiga rörelserna kan ha medfört att mät-punkternas läge rubbats.

Vid en jämförelse mellan de två här aktuella skarvalternativen kan konstateras att skruvförbandet genomgående klarat brandpåverkan bättre än gerberbeslaget.

En fullständig analys av ståldetaljers inverkan på limträkonstruktioner under brandpåverkan kan inte göras med det ringa underlag som finns. Faktorer som kraftriktningen i förhållande till fiberriktningen, fuktkvotens betydelse samt verkan av isolering av ståldetaljerna bör då också beaktas.

En önskvärd utveckling av det utförda arbetet är att analytiskt kunna beskriva händelseförloppet. De ovan återgivna brandprovningarna ger inte svar på alla de frågor som kan ha betydelse för en sådan beskrivning. Krafternas in-

verkan på inbränningshastigheten är av primärt intresse varför en studie av dessa parametrar bör bilda grund för vidare diskussion.



3.1 Påkänningar i skruvförband, skarvalternativ 1

En betraktelse av krafterna i skarven ger följande

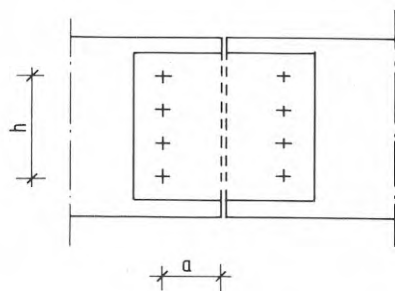
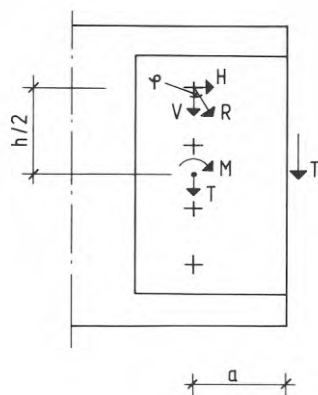


fig. 1



Vertikal kraft i resp skruv: $V = \frac{T}{4}$

Moment av tvärkraft och avstånd till skruvcentrum $M = T \cdot a$

Horisontalkraft i mest utsatt skruv: $H = \frac{M}{h} \cdot f = \frac{T \cdot a}{h} \cdot f$

där f är en konstant som korrigerar för antal skruvar.

Resultterande kraft av V och H i

$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{\frac{T^2}{16} + \frac{T^2}{h^2} \cdot a^2 f^2} = T \sqrt{\frac{1}{16} + \frac{a^2 f^2}{h^2}}$$

vilken har riktningen

$$\tan \varphi = \frac{H}{V} = \frac{T \cdot a \cdot f \cdot 4}{h \cdot T} = 4 \frac{a \cdot f}{h}$$

$$\varphi = \arctan \left(4 \cdot \frac{a \cdot f}{h} \right)$$

i det aktuella fallet är:

$$a = 0.1 \text{ m} \quad f = 0.9 \quad h = 0.3 \text{ m}$$

i belastningsfall 1 (prov A) är $T = T_1 = 32.4 \text{ kN}$

i belastningsfall 2 (prov C) är $T = T_2 = 50.9 \text{ kN}$

enligt tidigare beräkningar.

Detta ger:

$$R_1 = 0.39 \cdot T_1 = 12.6 \text{ kN} \quad \varphi = 50^\circ$$

$$R_2 = 0.39 \cdot T_2 = 19.9 \text{ kN} \quad \varphi = 50^\circ$$

Hållkantryck mot limträet av mest belastad skruv

$$\sigma = \frac{R}{d \cdot t}$$

$$t = \text{balk bredd} = 0.165 \text{ m}$$

$$d = \text{skruvdiameter} = 0.025 \text{ m}$$

R = kraft på skruv

$$\sigma_1 = \frac{12.6}{0.165 \cdot 0.025} = 3055 \text{ kPa} \quad (\text{försök A})$$

$$\sigma_2 = \frac{19.9}{0.165 \cdot 0.025} = 4824 \text{ kPa} \quad (\text{försök C})$$

3.2 Påkänningar i Gerberbeslag, skarvalternativ 2

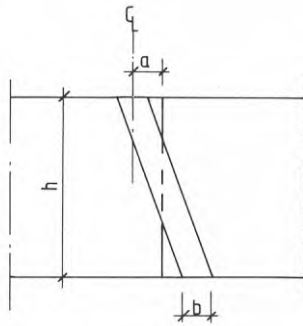
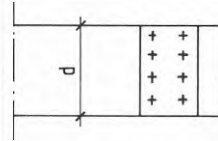
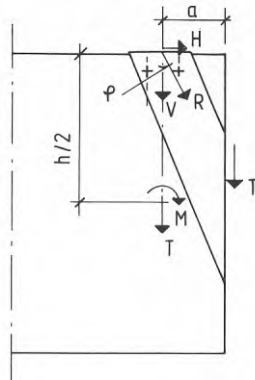


fig. 2



Vertikal kraft i beslaget är $V = T$

Moment $M = T \cdot a$

Horisontalkraft $H = \frac{M}{h/2} = T \cdot \frac{a}{h/2}$

Resultant $R = \sqrt{V^2 + H^2} = T \cdot \sqrt{1 + 4 \frac{a^2}{h^2}}$

Resultantens riktning $\varphi = \arctan \frac{H}{V} = \arctan \frac{a}{h/2}$

Med aktuella värden:

$a = 0.09 \text{ m}$ $h = 0.50 \text{ m}$

Fall 1: $T = 32.4$ $R_1 = 34.4 \text{ kN}$, $\varphi = 20^\circ$

Fall 2: $T = 50.9$ $R_2 = 54.1 \text{ kN}$, $\varphi = 20^\circ$

Lastupptagande yta är för vertikalkraften

$A = d \times b = 0.165 \times 0.125 = 2.06 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Jämnt utbredd last blir

$\sigma = \frac{T}{A}$ fall 1 (prov B): $\sigma_1 = \frac{32.4}{A} = 1573 \text{ kPa}$

fall 2 (prov D): $\sigma_2 = \frac{50.9}{A} = 2471 \text{ kPa}$

Horisontalkraften tas upp av spiken

antal spik = 12

Last per spik blir 0.97 kN resp 1.53 kN i fall 1 och 2.

3.3 Samband mellan påkänning och inbränningshastighet

Som tidigare påpekats har inbränningshastigheten befunnits vara konstant på samtliga ytor frånsett de där stålet överfört kraft till träet. Inbränningshastigheten påverkas - förutom av temperaturen bl a av påkänningarna mellan stål och trä.

Inbränningshastigheten (den mest belastade skruvens inträngningshastighet) i försök A och C har tidigare definierats. I försök B och D är denna angiven som inbränningsdjupet under beslaget, enligt fig. 3.1, dividerat med provningstiden.

I figur 3.3 är inbränningshastigheten inritad som funktion av tryckpåkänningen σ , vilken beräknats i avsnitt 3.1 och 3.2. Värdet för trä under oisolerat stål som inte överfört kraft till träet, är markerat på ordinatan.

Drages en linje mellan (G) och (C) i diagrammet kommer den att gå genom (A). På samma sätt konstateras att (B) ligger på en rät linje mellan (G) och (D). Inbränningshastigheten i respektive skarvalternativ ökar alltså linjärt med tryckpåkänningen.

Man finner när man studerar temperaturdiagrammen för försök A och C att temperaturerna i skruvhålen når ugnsatmosfärens efter 25-30 min medan efter endast 10 min samma förhållande uppnås under stålet i försök B. Detta kan förklaras av att skruvarna inte är direkt brandexponerade, utan värms upp genom ledning, och att hela gerberbeslaget utsätts för ugnsatmosfärens temperatur.

I samtliga fall är inbränningshastigheten beräknad efter inbränningsdjupet vid försökens slut, d v s resultatet är medelvärde över tiden.

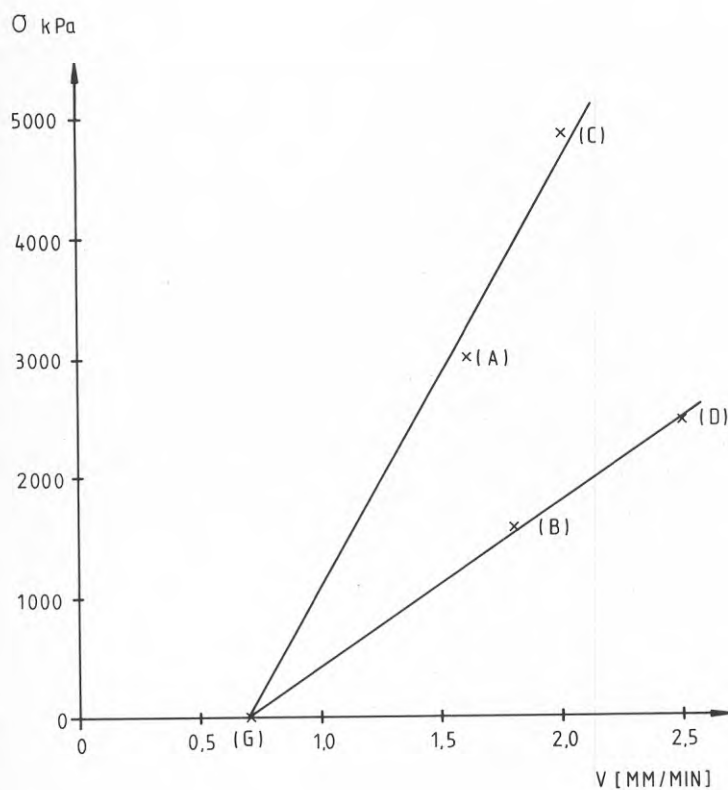
Vid försöken A och C uppstod brott genom att stålets inträngning i omgivande trä blev för stor. Vid försöken B och D var brottorsaken mer komplicerad och skillnaden i brandmotståndet mellan de två skarvalternativen kan därför bl a förklaras av det sätt på vilket krafterna överförs i förbandet.

I skruvförbandet överförs lasterna i huvudsak av en tryckkraft i skruvarnas anliggning mot träet. Påkänningarna i gerberbeslaget är dels en vertikal kraft i stålets anliggning mot träet och dels en horisontalkraft i spikarna. Alltefter tillväxten av kolskiktet medför horisontalkraften ett ökande moment i spikarna, vilket medför en minskad förmåga att förhindra vridning av beslaget. Vridningen påskyndas också av att spikarnas böjmotstånd avtar med ökande temperatur.

Sålunda kan konstateras att det sätt på vilket krafter överförs mellan stålet och träet i kombination med temperaturen är helt avgörande på skarvalternativets förmåga att bära last vid brand.

Fig. 3,3

Samband mellan inbränningshastigheten och tryckpåkänningen



SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport redovisas en orienterande försöks-
serie med målsättning att belysa ståldetaljers inverkan
på brandmotståndet hos limträkonstruktioner. Sammanlagt
4 st försök har utförts. Innan försöksstart konditionerar-
des balkarna 4 veckor på SP. Balkarna skarvades på plats
och placerades i den för ändamålet ombyggda horisontella
brandprovningugnen, där de utsattes för en fyrsidig brand-
påverkan. På grund av praktiska skäl skedde pålastningen
helt utanför ugnen. Försöken har utförts med två olika
typer av skarvar, skruvförband och gerberbeslag vid två
olika lastnivåer motsvarande 65 % respektive 100 % av
tillåten last vid vanligt lastfall.

Särskilt intresse har ägnats åt att studera skarven ur
deformations- och funktionssynpunkt. Mätning av deforma-
tioner liksom temperaturer gjordes fortlöpande under för-
sökens gång. Observationer gjordes genom inspektionsgla-
sen på ugnen samt i ugnen via TV-kameror. Efter försöken
demonstrerades förbandet och deformationer, inträngnings-
djup samt andra fenomen dokumenterades.

Härvid konstaterades att inbränningshastigheten ökar i
proportion till belastningen då denna överförs till träet
av oisolerat stål.

Vid en jämförelse mellan de två skarvalternativen kan
konstateras att skruvförbandet genomgående klarat brand-
påverkan bättre än gerberbeslaget.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780064-9 från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm.

R48:1979

ISBN 91-540-3020-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600948

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirkapris: 20 kr exkl moms