



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

R17:1978

**Brandtekniska egenskaper
hos aluminiumtak**

**Rapport från brandförsök
utförda vid Statens provnings-
anstalt, Laboratoriet för
brandteknik, våren 1977**

**Barbro Ahlén
Kai Ödeen**

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLEN I LUND
SEKTIONEN FÖR VEG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R17:1978

BRANDTEKNISKA EGENSKAPER HOS ALUMINIUMTAK

RAPPORT FRÅN BRANDFÖRSÖK UTFÖRDA VID
STATENS PROVNINGSANSTALT, LABORATORIET FÖR BRANDTEKNIK,
VÅREN 1977

BARBRO AHLÉN

KAI ÖDEEN

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760811-3 från
Statens råd för byggnadsforskning till Kai Ödeen, Svenska
Brandförsvärföreningen, Stockholm.

Nyckelord:
tak
yttertak
industritak
aluminium
lätmetall
brandegenskaper
provningsresultat

UDK 614.84
69.024
691.77

R17:1978

ISBN 91-540-2819-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 850842

Förord

Svenska Brandförsvarsföreningens tekniska avdelning har tidigare redovisat en serie undersökningar av de brandtekniska egenskaperna hos lätta takkonstruktioner (Ahlén-Ödeen. Brandtekniska egenskaper hos lätta takkonstruktioner, rapport R 47:1977). Dessa undersökningar utfördes genomgående med takkonstruktioner uppbyggda med stålplåt som bärande material.

Under senare tid har av olika skäl intresset för aluminium som konstruktionsmaterial i denna typ av byggnadsdelar ökat. På initiativ av Gränges Aluminium AB har därför i denna rapport redovisad undersökning genomförts med målsättning att särskilt studera specifika egenskaper hos aluminiumtak.

Undersökningen har finansierats genom ekonomiskt stöd av Brandförsäkringsbolagens forskningsnämnd, Statens råd för byggnadsforskning och Gränges Aluminium AB.

För genomförandet av försöken har från Svenska Brandförsvarsföreningen liksom tidigare svarat teknolog Barbro Ahlén, som även utfört bearbetning och redovisning av försöken samt svarat för större delen av rapportskrivningen.

Stockholm i oktober 1977

Kai Ödeen

INNEHALLSFÖRTECKNING

0.	INLEDNING	9
1.	UNDERSÖKNINGENS MÅLSÄTTNING	9
2.	ALUMINIUMS EGENSKAPER	10
3.	TIDIGARE UTFÖRDA PROVNINGAR	12
3.1	Finspång 20. 6. 56	12
3.2	Finspång 5. 11. 57	13
3.3	Älvängen -64	14
3.4	Älvängen -64	15
3.5	Trondheim -64	16
3.6	Statens provningsanstalt -68	18
3.7	Statens provningsanstalt -68	19
3.8	Statens provningsanstalt -69	20
3.9	Statspröveanstalten -76	21
3.10	Cardington -75	24
4.	FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	27
4.1	Allmänt	27
4.11	Begreppsförklaring	28
4.2	Eldkällan	29
4.3	Beskrivning av försöksbyggnaden	30
4.4	Beskrivning av provtaken	35
4.41	Asfaltmängd	36
4.5	Placering av termoelement	55
5.	MÄTNINGAR OCH IAKTTAGELSER UNDER FÖRSÖKEN	57
5.1	Försök nr 1 oisolerad Al-plåt	57
5.2	Försök nr 2 oisolerad Al-plåt	63
5.3	Försök nr 3 oisolerad Al-plåt, snölast	69
5.4	Försök nr 4 oisolerad Al-plåt	75
5.5	Försök nr 5 oisolerad Al-plåt	81
5.6	Försök nr 6 Dubbel Al-plåt, Rockwool 331	87
5.7	Försök nr 7 Dubbel Al-plåt, Gullfiber 3024	91
5.8	Försök nr 8 oisolerad Stålpåt	118

5.9	Försök nr 9 Stålplåt, Rockwool 341, paptäckt, brandventilator	124
5.10	Försök nr 10 Frigoscandia sandwichelement	143
5.11	Försök nr 11 oisolerad Al-plåt	157
5.12	Försök nr 12 "Bonded panel"	163
5.13	Försök nr 13 Dubbel Al-plåt, Rockwool 331	172
5.14	Försök nr 14 "Vessem-panel"	191
5.15	Hållfasthetsprov efter brandprov	199
6.	DISKUSSION	203
7.	SAMMANFATTNING	205

I anslutning till kapitlen återfinns respektive bilagor.

- Tabell 2 Aluminiumlegeringar
- Bilaga 3 a Olika typer av försöksbyggnader
- Bilaga 4.3 a Försöksbyggnaden
 - 4.3 b,c Försöksbyggnadens detaljmått
 - 4.3 d Placering och dimension av ventilationsöppningar samt flamskärm
- Tabell 4.4 a Materialdata och -egenskaper
- Tabell 4.4 b Tabell över provtakens uppbyggnad
- Bilaga 4.5 Placering av termoelement
- Bilaga 5.1 a Brandrummet temp/tid
 - 5.1 b Ovankant tak temp/tid
 - 5.1 c Brandrummet temp/längd
 - 5.1 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.2 a Brandrummet temp/tid
 - 5.2 b Ovankant tak temp/tid
 - 5.2 c Brandrummet temp/längd
 - 5.2 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.3 a Brandrummet temp/tid
 - 5.3 b Ovankant tak temp/tid
 - 5.3 c Brandrummet temp/längd
 - 5.3 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.4 a Brandrummet temp/tid
 - 5.4 b Ovankant tak temp/tid
 - 5.4 c Brandrummet temp/längd
 - 5.4 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.5 a Brandrummet temp/tid
 - 5.5 b Ovankant tak temp/tid
 - 5.5 c Brandrummet temp/längd
 - 5.5 d Ovankant tak temp/längd
- Kapitel 6 saknar kurvunderlag
- Bilaga 5.7 a
 - 1-10 Brandrum/Isolering temp/tid
 - 5.7 b Brandrummet temp/tid
 - 5.7 c Isolering temp/tid
 - 5.7 d
 - 1-3 Ovankant tak temp/tid
 - 5.7 e Ovankant tak temp/tid
 - 5.7 f
 - 1-3 Brandrum/Isolering/Regel temp/tid

- Bilaga 5.7 g Reglar temp/tid
- 5.7 h Brandrum temp/längd
- 5.7 i Isolering temp/läng
- 5.7 k Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.8 a Brandrummet temp/tid
- 5.8 b Ovankant tak temp/tid
- 5.8 c Brandrummet temp/längd
- 5.8 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.9 a
- 1-3 Brandrummet temp/tid
- 5.9 b Brandrummet temp/tid
- 5.9 c
- 1-3 Isolering temp/tid
- 5.9 d Isolering temp/tid
- 5.9 e
- 1-3 Ovankant tak temp/tid
- 5.9 f Ovankant tak temp/tid
- 5.9 g Brandrummet temp/längd
- 5.9 h Isolering temp/längd
- 5.9 i Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.10 a
- 1-3 Brandrum/Isolering temp/tid
- 5.10 b Brandrummet temp/tid
- 5.10 c Isolering temp/tid
- 5.10 d
- 1-2 Ovankant tak temp/tid
- 5.10 e Ovankant tak temp/tid
- 5.10 f Brandrummet temp/längd
- 5.10 g Isoleringen temp/längd
- 5.10 h Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.11 a Brandrummet temp/tid
- 5.11 b Ovankant tak temp/tid
- 5.11 c Brandrummet temp/längd
- 5.11 d Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.12 a Brandrummet temp/tid
- 5.12 b Isolering temp/tid
- 5.12 c Ovankant tak temp/tid
- 5.12 d Brandrummet temp/längd
- 5.12 e Isolering temp/längd
- 5.12 f Ovankant tak temp/längd

- Bilaga 5.13 a
 - 1-3 Brandrummet temp/tid
 - 5.13 b Brandrummet temp/tid
 - 5.13 c
 - 1-3 Isolering temp/tid
 - 5.13 d Isolering temp/tid
 - 5.13 e
 - 1-3 Ovankant tak temp/tid
 - 5.13 f Ovankant tak temp/tid
 - 5.13 g Brandrummet temp/längd
 - 5.13 h Isolering temp/längd
 - 5.13 i Ovankant tak temp/längd
- Bilaga 5.14 a Brandrummet temp/tid
 - 5.14 b Isolering temp/tid
 - 5.14 c Ovankant tak temp/tid
 - 5.14 d Brandrum temp/längd
 - 5.14 e Isolering temp/längd
 - 5.14 f Ovankant tak temp/längd
- Tabell 5.15 Hållfasthetsprov efter brandprov

0. Inledning

Svenska Brandförsvarsföreningen (SBF) har under de senaste åren i ett flertal projekt studerat de brandtekniska egenskaperna hos sk lätta takkonstruktioner, i första hand de traditionella plåtprofiltaken med utvändig isolering samt papptäckning, men även en del "icke - traditionella" konstruktioner.

Föreliggande undersökning har utförts av Gränges Aluminium AB och ingår innehållsmässigt som en väsentlig del av det större projektområdet "brandtekniska egenskaper hos lätta byggnader". Resultaten förväntas komma till användning för en korrekt bedömning i olika avseenden - bl a försäkringsmässigt - av olika takkonstruktioner med aluminium som bärande material. Ekonomiskt stöd till SBF:s undersökning inom detta område har lämnats av - förutom Gränges Aluminium AB - Statens råd för byggnadsforskning och Brandförsäkringsbolagens forskningsnämnd.

1. Undersökningens målsättning

Aluminium har av olika skäl blivit alltmer intressant som takmaterial i Sverige. Materialets brandtekniska egenskaper är i princip kända, men åsikterna går starkt isär beträffande tolkning av dessa egenskaper mot bakgrund av aluminiumkonstruktionernas brandtekniska funktionssätt. Den relativt låga smältpunkten (645° - 655°) hos aluminium är givetvis avgörande för dessa konstruktioners uppträdande vid brand vilket i vissa avseenden starkt avviker från motsvarande beteende hos exempelvis stålplåtkonstruktioner. Utomlands utförda brandprovingar har visat att aluminiumtak redan vid måttlig brandpåverkan snabbt smälter undan och därigenom åstadkommer öppningar i taket varigenom rök- och brandgaser ventileras bort. Temperaturen i övriga delar av byggnaden sjunker därvid drastiskt och exempel finns på att även helt oskyddade, klena stålkonstruktioner förblivit tämligen oskadade under brandförloppet.

Målsättningen med föreliggande undersökning har varit att kartlägga egenskaperna hos aluminiumtak från brandteknisk synpunkt. Huvudintresset har härvid knutits till den nämnda

"brandventilationseffekten". I en inledande försöksserie fastställdes den påverkansnivå vid vilken genombrott uppkom i ett enkelt oisolerat aluminiumtak. Därefter studerades ett antal realistiskt utförda aluminiumtakkonstruktioner. Slutligen utfördes - som jämförelse - ett försök med ett konventionellt utfört stålplåtstak försett med automatiskt verkande brandventilationsanordning.

2. Aluminiums egenskaper

Aluminium är som bekant ett grundämne som förekommer rikligt i den yttre jordskorpan. Vanligen framställs det ur materialet bauxit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) med hjälp av kryolit (Na_3AlF_6) i elektroprocesser.

Fysikaliskt och användningstekniskt karakteriseras aluminium av låg densitet, hög ledningsförmåga, god bearbetarbarhet, låg smältpunkt och måttlig hållfasthet. Liksom för järn kan särskilt de mekaniska egenskaperna påverkas avsevärt genom legering och man kan på detta sätt åstadkomma utomordentligt lätta och hållfasta material t ex för användning inom flygindustrin men även för byggnadsändamål.

Materialets beständighet mot korrosion och atmosfäriska angrepp är i och för sig ganska låg men det bildade aluminiumoxidskiktet skyddar mot vidare angrepp. I speciellt aggressiv miljö kan ett skyddande ytskikt av lackering göras (detta används normalt endast av estetiska skäl). I följande tabell är några av de viktigaste fysikaliska egenskaperna för ett antal i byggnadssammanhang aktuella aluminiumlegeringar sammanställda.

Aluminiumlegeringar

Tabell 2

SIS* legering	Typ (enl ISO)	Nom sammansätt** %	Form					Dimension mm	Hållfasthet***			
			Plåt	Stång	Profil	Rör	Tråd		Smide	$\sigma_{0,2}$ kp/mm ²	σ_B kp/mm ²	δ_5 %
Aluminium												
4010-2			×	.	.			(0,5)-	3	7	30	25
4			×	.	.			-(0,5)/7-	6	9	15	30
**** 5	Al 99,0	Al min 99,0	×	.	.			-(0,5)/6-	9	11	7	35
6			×	.	.			-(0,5)/15-	11	13	5	40
7			×	.	.			-(0,5)/2,5-	13	15	3	45
Ej härdbara legeringar												
4054-2			×					(0,5)-	4	9	25	30
4			×					-(0,5)/7-	9	12	12	40
5	AlMn	Al(98,8) Mn 1,2	×					-(0,5)/6-	11	14	7	45
6			×					-(0,5)/5-	13	16	5	55
7			×					-(0,5)/2,5-	15	18	3	60
4106-2			×					(0,5)-	4	9	25	30
4			×					-(0,5)/7-	9	12	12	40
5	AlMg 1	Al(99,1) Mg 0,9	×					-(0,5)/6-	11	14	7	45
6			×					-(0,5)/5-	13	16	5	55
7			×					-(0,5)/2,5-	15	18	3	60
4120-2			×					(0,5)-	7	18	18	55
5	AlMg 2	Al(97,7) Mg 2,3	×			.		-(0,5)/8-	20	24	5	75
7			×			.		-(0,5)/4-	24	27	3	85
Härdbara legeringar												
4104-0				×	×				5	12	20	40
5	AlMgSi	Al(98,8) Mg 0,7 Si 0,5		×	×				11	15	15	50
4212-0			×	×	×	×			9	15	12	45
2		Al(97,5) Mg 0,8	×	×	×	×	.			11	18	35
4	AlSiMg	Mn 0,7	×	×	×	×	.		11	21	16	70
6		Si 1	×	×	×	×	.		25	30	10	100
8							.					
4338-0			×	×	×					16	15	45
2		Al(93,5)		×	×					18	15	55
2		Cu 4,4	×	×	×				22	39	12	100
4	AlCuSiMg	Mg 0,5		×	×		.	-100	41	47	8	130
6		Mn 0,8		×	×		.	(100)-	38	44	6	130
6		Si 0,8		×	×		.	-6	38	44	6	130
6					×		.	(6)-	41	47	8	130

* SIS-legeringarnas tillverkarbeteckningar resp utländska standardbeteckningar, se tabell K3:4b.

** Al-halt inom parentes inkluderar förorening.

*** Hållfasthetsvärden från SIS 144010—144338, utgåva 1. Observera att normerna är under omarbeting; aktuell utgåva tillämpas. Hållfasthetsvärdena gäller inom de angivna dimensionsintervallerna för de med kryss (×) markerade formerna. Värden för form markerad med punkt (·), se SIS-normerna.

**** Även aluminium med högre renhetsgrad får användas.

Aluminium är ett obrännbart material enligt NORDTEST:s provningsmetod NT Fire 001. Vid hög grad av finfördelning - d v s stor reaktiv yta - eller i syreanrikad atmosfär kan materialet brinna, men detta torde i allmänhet sakna betydelse vid byggnadstekniska tillämpningar. En del iakttagelser vid bränder har stundom tolkats så att aluminium brunnit. Detta måste dock från kemiska och fysikaliska utgångspunkter anses tveksamt. Möjligen har förbränning av ytbehandlingar eller föroreningar (fett) i kombination med smältande aluminium tolkas på detta sätt.

3. Tidigare utförda provningar

3.1 Finspång 20.6.56

Rapport 24.8.56 utförd av SM, P. Johannesson

Målsättning

Att utröna hur aluminiumplåt i väggar och tak förhåller sig i oisolerad lagerbyggnad.

Provningsanordning

Byggnad enligt bilaga 3 a med planmått l = 3.0 m,
b = 2.9 m och h = 2.5 m.

Provmaterial

Korrugerad aluminiumplåt Korrugal KP 158/0.55 på trästomme.

Brandbelastning

Brädstapel motsvarande 50 kg trä/m² golvyta.

Klimatiska förhållanden

Lufttemperatur: +20 °C

Vind: svag

Observationer

0 min	Antändning
9-10 min	Brand i takets träkonstruktion
12.5 min	Hål i takplåten
14.5 min	Hela taket bortbränt
17 min	En vägg bortbränd
22 min	Små hål i motstående vägg
29 min	Trästemmen rasar

Temperatur: Under taket max ca 800 °C efter ca 8 min

3.2 Finspång 5.11.57

Rapport 10.12.57 utförd av Statens provningsanstalt.

Målsättning

Att utröna om aluminiumtak med brännbar isolering och täckning vid brand underifrån medverkar till brandens spridning.

Provningsanordning

Byggnad enligt bilaga 3.a med planmått l = 12 m, b = 2.5 m och h = ca 2.5-3 m av lättbetongblock.

Provmaterial

Taket var uppbyggt av aluminiumplåt TRP vars ovansida över större delen var isolerad med 4 cm svårantändlig cellplast. I övrigt var taket isolerat med 1" porös board samt 2-lags papptäckning.

Brandbelastning

Brädstapel motsvarande 14 kg trä/m² golvyta.

Klimatiska förhållanden

Lufttemperatur +9 °C

Vind 2-3 m/sek

Observationer

- | | |
|-----------|--|
| 1 min | Antändning |
| 5.5 min | Aluminiumplåten börjar smälta (temperaturen ca 800 °C under tak) |
| 9 min | Hela provhuset övertänt |
| 12.75 min | Elden ut genom taket våldsamt brand utefter hela taket. |
| 16.5 min | Hela taket förbränt |

Temperatur Under tak max 1000-1100 °C efter ca 15 min.

3.3 Älvängen -64

Rapport 18.9.64

Målsättning

Brandteknisk värdering av takkonstruktionen.

Provningsanordning

"Provhuset" enligt bilaga 3 a.

Provmaterial

Värmeisolerat aluminiumtak

Aluminiumplåt: TRP 57/0.9

Isolering: 5 cm mineralull volymvikt 150 kg/m³

Taktäckning: Underlagspapp AL 325/275

Skyddsbelagd ytpapp SAL 1800/600

Klistring med asfalt: Ca 0.5 kg/m² mellan plåt och isolering ca 2 x 1.5 kg/m² vid klistring av pappen.Brandbelastning

Ca 65 kg ved + 2 l rödsprit + (senare) ytterligare vedbränsle i ej angivna kvantiteter.

Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter i rapporten.

Observationer

- 0 min Antändning
- 4 min Elden har god fart
- 7 min Aluminium droppar på golvet vid dörr.
- 9.5 min 10-20 cm nedböjning av taket över härden
- 13.5 min Aluminiumplåten borta i eldrummet
- 14 min Asfalt rinner över gaveln
- 15.5 min Eldslågor i asfalten mellan plåt och isolering utomhus vid brandmur
Ytterligare vedbränsle påföres
- 17.5 min Nedböjning ca 30 cm
- 25 min Elden har åter fått fart
- 28 min Genombrott kraftig brand
- 30 min Släckning

Anm. Det framgår inte direkt av rapporten om nämnda skador uppstått på takkonstruktionen över "kalla" rummet. Allt tyder dock på att denna del av taket förblivit intakt.

3.4 Älvängen - 64

Rapport 2.10.64

Målsättning

Brandteknisk värdering av takkonstruktioner

Provningsanordning

"Provhuset" enligt bilaga 3 a.

Provmaterial

Värmeisolerat aluminiumtak

Aluminiumplåt: TRP 57/0.9

Isolering 5 cm kork typ F volymvikt 160 kg/m^3 över "kalla"
rummet 5 cm mineralull volymvikt 150 kg/m^3

Taktäckning: Underlagspapp AL 325/275

Skyddsbelagd ytpapp SAL 1800/600

Klistring Ca 0.5 kg/m^2 mellan plåt och isolering
med asfalt: ca $2 \times 1.5 \text{ kg/m}^2$ vid klistring av pappen.BrandbelastningCa 65 kg ved + 211 rödsprit + (senare) ytterligare ved-
bränsle i ej angivna kvantiteter.Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter i rapporten.

Observationer

- 0 min Antändning
- 2.5 min Asfalt rinner vid brandrummets gavel
- 6 min Aluminium droppar på golvet
- 8.5 min 5-10 cm nedböjning av taket över härden
- 11.5 min Nedböjning ca 15-20 cm
- 19 min Ytterligare vedbränsle tillföres
- 22 min Nedböjning ca 25 cm
- 29 min Mera ved tillföres
- 35.5 min Glöd i kork ovan brandmur.
- 38 min Glöd under täckning vid brandrummets gavel.
- 39.5 min Täckningen kokar
- 40 min Genombrott brand ovan tak
- 41 min Släckning

3.5 Trondheim -64

Trondheimsprovningar enligt Statens provningsanstalts rapport 15.1.65.

Målsättning

Brandteknisk värdering av takkonstruktioner bl a ev. tendens till brandspridning till "Kalla" rummet.

Provningsanordning

Horisontalugn enligt bilaga 3 a med planmått $l = 5$ m, $b = 2.5$ m. Provisoriskt uppdelad i ett "brandcentrum" 1.65×2.5 m och ett "kallt" rum = resten av ugnen. Rummen väl avskilda från varandra (så tätt som möjligt) Taket lutade 5^0 i ugnens längdriktning. Brandrummet i lägsta delen.

Provmaterial

1. Aluminiumplåt TRP 38/0.9+F-kork 4 cm 145 kg/m^3 +2-lag asfaltpapp (YAL 1200/325 + SAL 1800/600).
2. Aluminiumplåt TRP 38/0.9+Rockwool 4 cm 200 kg/m^3 + 2-lag asfaltpapp (YAL 1200/325 +SAL 1800/600).

Brandbelastning

Temperaturförlopp enligt standardbrandkurvan.

Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter

	F-kork	Rockwool
Rök vid takkanterna	4 min	5 min
Bestående flammor vid nedre takkanten	10 min	28 min
Nedböjning av taket över brandrum efter 10 min	10 cm	5 cm
Aluminiumplåten över brandrummet börjar smälta	12 min	11.5 min
Aluminiumplåten i huvudsak bortsmält	20 min	18 min
Isoleringsplattor över brandrum börjar falla ned	35 min	31 min
Brännarna stängs av	37 min	33 min
Släckning	56 min	44 min

Anm. Taket i båda alternativen i stort sett intakt över "kalla" rummet.

Tid Provtak 2

- 12.5 min Genombränning av aluminiumplåten
 15.5 min Kraftig rökutveckling från provtaket inne i ugnen
 17.20 min Takpappen börjar "koka" lokalt på översidan
 17.75 min Genombränning av takpappen
 20.5 min Takpappen börjar brinna lokalt på översidan
 21 min Uppvärmningen avbryts.

Efter provningen: Aluminiumplåten bortsmält på en yta = ugnsoppningens ($1 \times 1.5 \text{ m}^3$). Hålet i isolering och takpapp runt om ca 10 cm mindre. Korken förkolnad runt hålet på en max bredd av ca 20 cm, därutanför intakt. Cellplasten förintad inom ett område av 50 cm utanför hålet i plåten, i övrigt intakt.

Tid Provtak 3

- 21.5 min Plastisoleringen börjar smälta, papp och kork sjunker ned.
 49 min Takpappen börjar "koka" lokalt på översidan
 50 min Akustikplattorna har fallit ned. Kraftig rökutveckling från provtaket inne i ugnen.
 50.5 min Genombränning av takpappen.
 51 min Uppvärmningen avbryts.

Efter provningen: Plasten bortsmält på takets hela yta. Korken förkolnad inom ett område $145 \times 100 \text{ cm}^2$ med ett hål av $90 \times 80 \text{ cm}^2$. Hål i aluminiumkonstruktionen $110 \times 80 \text{ cm}^2$.

Samtliga provtak:

Efter det att genombränning skedde kunde ingen tendens till snabb brandspridning längs provtakets ytor observeras.

3.6 Statens Provningsanstalt -68

Rapport 19.9.68

Målsättning

Uppfyller provtaken krav enligt SBN -67 kap 37:233.

Provningsanordning

Statens Provningsanstalts metod Br 5. Horisontalugn med öppning $1 \times 1,5 \text{ m}^2$. Taken ej belastade. Ett försök med varje slag av provobjekt.

Provmaterial

(underifrån räknat)

1. Aluminiumplåt TRP 65/0.7 + 4 cm styrencellplast WMB C_p B 20 + 2 cm WMB kork P + bandtäckning av aluminiumplåt 0.7 mm, förankrad med "stripe" av 0.3 mm rostfri plåt.
2. Aluminiumplåt TRP 65/0.7 + asfaltklistring + 4 cm styrenplast WMB C_p B 20 + 2 cm WMB kork P + papp YAL 1200 1200/325 + SAL 1800/600
3. Akustikplattor av 15 mm mineralfiberskiva (med upphängningsjärn och fenolplastremsa för skarvning) + aluminium-lådbalk 300 x 140 x 1,1 mm + asfaltklistring + 4 cm styrenplast WMB C_p B 20 + 2 cm WMB kork P + papp som i fall 2.

Brandbelastning

Temperaturförlopp enligt standardbrandkurvan.

Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter.

Observationer

<u>Tid</u>	<u>Provtak 1</u>
8 min	Undersidan börjar deformeras
11.5 min	Aluminiumplåt TRP smält på en yta ca $10 \times 70 \text{ cm}^2$
14 min	Kraftig rökutveckling från provtaket inne i ugnen.
15.75 min	Genombränning av aluminiumband på ovsidan.
20.75 min	Uppvärmningen avbryts.

Efter provningen: Korken oskadad 50 cm från hålet i aluminiumplåt TRP. Styrencellplasten praktiskt taget helt borta.

3.7 Statens Provningsanstalt -68

Rapport 6.11.68

Målsättning

Underlag för bedömning av brandspridningsrisker i byggnad vid lokal brand underifrån.

Provningsanordning

(enligt 3.6) se bilaga 3 a.

Provmaterial

Aluminiumplåt TRP 65/0,7 + asfaltklistring + 4 cm styrencellplast WMB C_p B 20 + 2 cm WMB kork P + papp YAL 1200/325 + papp SAL 1800/600.

Brandbelastning

Temperaturförlopp enligt standardbrandkurvan.

Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter (Provningsanordningen uppställd utomhus)

Observationer:Tid

- | | |
|--------|--|
| 5 min | Förbränningsgaser från a genom c till b |
| 7 min | Eldslågor, 2 ä 3 m långa, ut i b genom c.
I fortsättningen så kraftig brand i b att observationer ej kunde göras här. |
| 17 min | Uppvärmningen i a avbryts, trots detta fortsatt kraftig brand i hela taket, elden i taket i b släcks med vatten. |
| 24 min | Genombränning av taket i a. Därefter släckning med vatten av all eld. |

Efter provningen:

- | | |
|-------|--|
| Rum a | Praktiskt taget hela taket bortbränt |
| Rum b | Aluminiumplåten bortsmält vid och omkring c.
Cellplasten borta utefter hela taket. Korken delvis förbränd på undersidan. Taktäckningen till synes helt oskadad. |

3.8 Statens Provningsanstalt -69
 Rapport 14.2.69

Målsättning

Ej specificerad (utöver vad som framgår av Br 5)

Provningsanordning

Ugn - metod Br 5.

Provmaterial

(underifrån räknat)

- Tak 1 Aluminiumplåt TRP (65) + 4 cm cellplast +
 1 cm kork + 2 lag takpapp.
 Tak 2 Aluminiumplåt TRP + 5 cm cellplast (i detta
 fall svårantändlig) + aluminiumplåt, låg-
 profilerad TRP (20)

Brandbelastning

Temperaturförlopp enligt standardbrandkurvan.

Klimatiska förhållanden

Inga uppgifter

Observationer:

Tid

<u>Tak 1</u>	<u>Tak 2</u>	
16 min	11 min	Taktäckningen börjar "koka" (resp. bilda "bubblor")
17 min	34 min	Hål i taktäckningen
30 min	-	Eld på pappens ovansida
21.25 min	42.75 min	Provningsen avbryts

3.9 Stadspröveanstalten -76

Rapport 21.4.76

Målsättning

Utröna aluminiums brandtekniska egenskaper.

Provningsanordning

Horisontalugn.

Provmaterial

Korrugerad aluminiumtak Thysells TP 45/0.7

Brandbelastning

Temperaturförlopp enligt standardbrandkurvan.

Klimatiska förhållanden

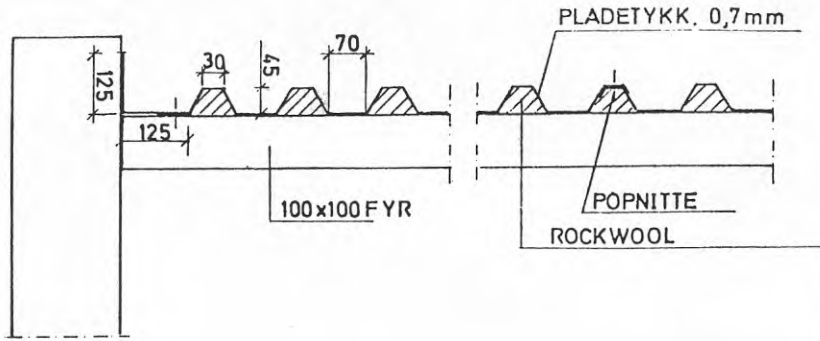
Inga uppgifter

Observationer

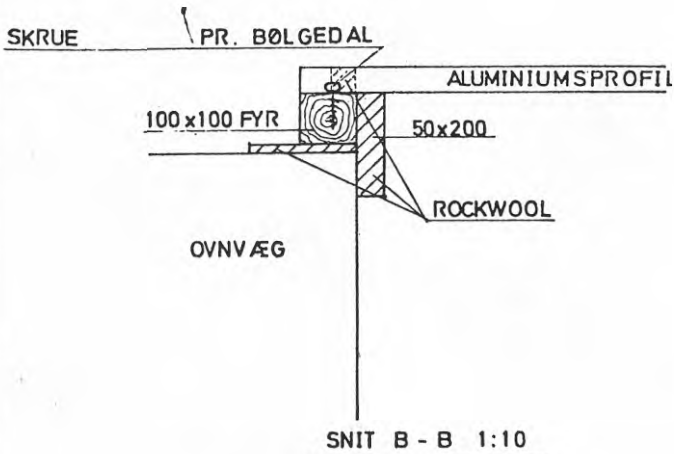
- 2-3 min Plåten reser sig till pilhöjd på ca 100 mm
p g a expansionen.
- 15 min Ca 700⁰ i ugnen men max plåttemperatur ca 400⁰.
- 23 min En överlappsskarv öppnar sig då pöpnitarna släp-
per och lågor slår ut i slitsarna.
- 25 min Plåten börjar smälta i sidorna vid öppningarna.
Plåttemperaturen på utsidan ca 400⁰.
- 27 min Fyra avlånga hål ca 1500 mm långa, 200 mm breda
vid de fyra sidöverlapparna. Plåttemperaturen på
utsidan mellan öppningarna fortfarande ca 400⁰.
- 45 min Provet avbröts. Bilden ungefär densamma som efter
27 min.

Sammanfattning:

Provet visar att när elden icke direkt angriper plåten
hålles plåtens temperatur nere genom att värmen reflek-
teras bort från materialet, samtidigt som kylningen på
plåtens utsida till omgivningen är så effektiv att yt-
temperaturen hålles under aluminiumets smälttemperatur.

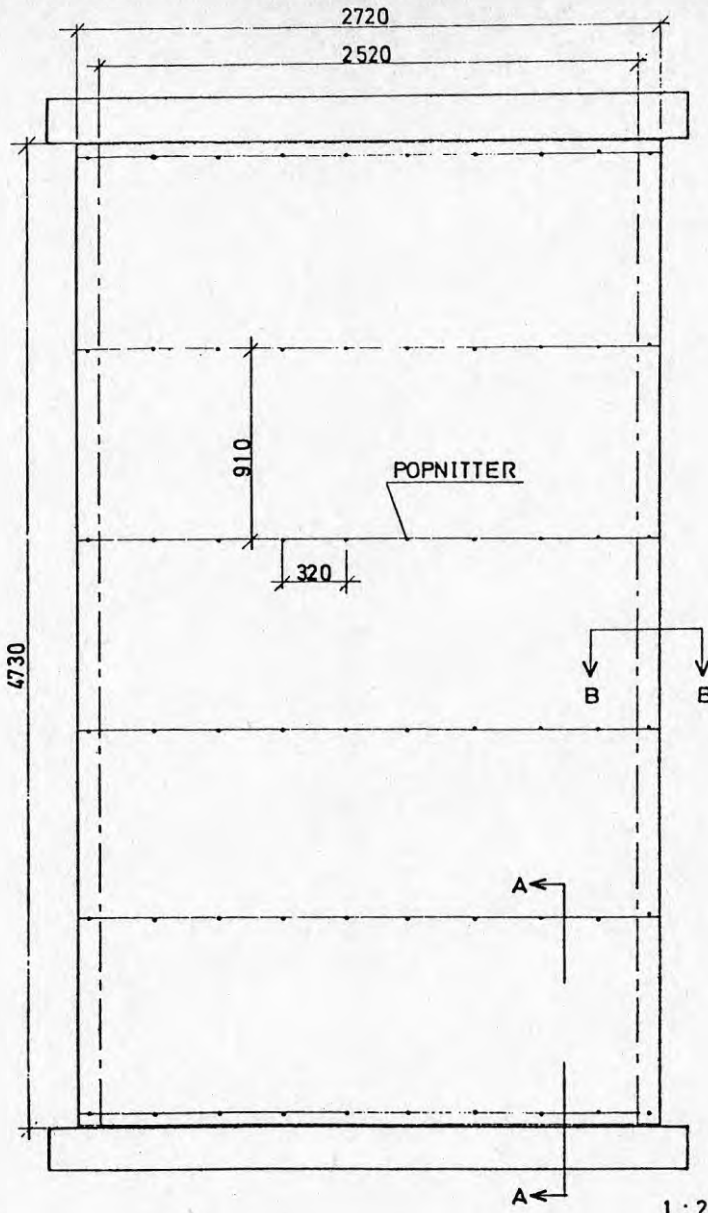



SNIT A - A 1:10



SNIT B - B 1:10

	STATSPRØVEANSTALTEN NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING OF MATERIALS		Amager Boulevard 108 DK-2300 København S Danmark
	emne subject Snit A - A, B - B.	bilag til sag nr. appendix to file no. B 11199	
prøvningsdato date of testing 76 04 21 tegnet af drawn by jkl	rekvireret af ordered by ALUMINIUMRÅDET	tegning nr. drawing no. 2.	



	STATSPRØVEANSTALTEN NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING OF MATERIALS		Amager Boulevard 108 DK-2300 København S Danmark
	emne subject Prøvningsarrangement.	1	bilag til sag nr. appendix to file no. B 11199
prøvningsdato date of testing 76 04 21	rekvireret af ordered by ALUMINIUMRÅDET	tegning nr. drawing no. L.	
tegnet af drawn by jkl			

3.10 Cardington -75

Engelsk rapport FROSI No 10163.

Målsättning

Underlag för ändring av aluminiums inklassning i Rules of the Fire Offices' Committee for the Construction of Buildings.

Provingsanordning

Isolerat stålplåtshus på stålstomme. Planmått 27 x 6 x 3 m hög.

Provmaterial

(ovanifrån räknat)

profilerad aluminiumplåt med tjocklek 0.9 mm
glasullsmatta 50 mm (3 kg/m^2)

laminerad aluminiumfolie med tjocklek 0.2 mm
klistrad mot glasullsmatta med akryllim.

Plåten nitades mot stålstommen.

Brandbelastning

12 brädstaplar med en sammanlagd vikt av 820 kg.

Klimatiska förhållanden

Lufttemperatur: + 15 °C

Inomhus

Observationer

Tid

- 0 min Antändning
- 1 min Flammor genom taket
- 1-3 min Rökutveckling
- 4-10 min Kraftiga flammor genom taket
- 15 min Staplarna föll
- 20 min Provet avbröts

Temperatur: Under taket max 1000° efter ca 10 min ovan brandhärden. 4 m längre bort ca 500° i mitten huset ca 100° .

Parallellt med ovanstående prov gjordes ett liknande med "rena" träullsplattor och kantprofiler av stål samt 3-lags papptäckning.

Brandförloppet blev så kraftigt att det trådarmerade fönstret sprängdes, branddörren deformerades kraftigt samt att takbalkarna deformerades (ca 1 meters hägn).

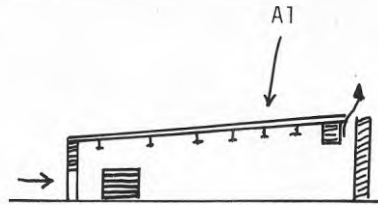
Efter ca 1 timme släcktes elden av brandkåren med vatten.

Olika typer av försöksbyggnader

Bilaga 3 a

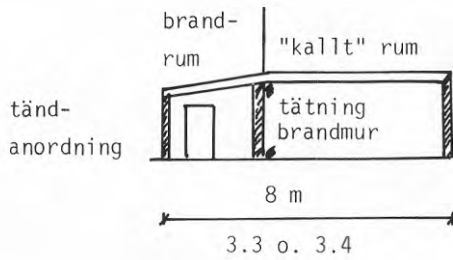


3.1

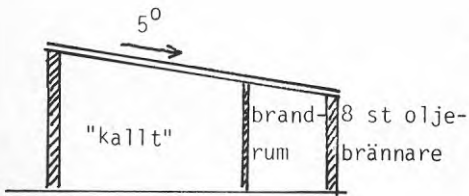


500 kg trä

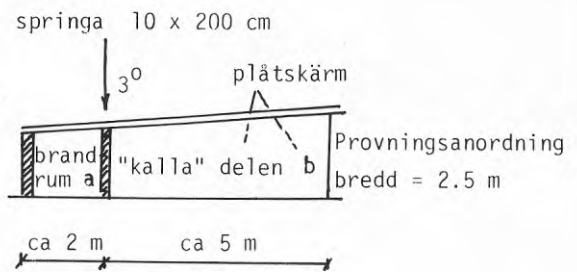
3.2



3.3 o. 3.4



3.5



3.7

4. Försöksuppläggnig

4.1 Allmänt

Aluminiumtak bör - på grund av den låga smältpunkten - ha radikalt avvikande brandtekniskt funktionssätt där främst "brandventilationseffekten" av snabbt åstadkomna öppningar i taket är intressant. Detta resonemang har lett fram till bl a följande frågeställningar:

- * Inverkan på en enkel oisolerad aluminiumplåt av brandens storlek.
- * Inverkan på en ytbehandlad enkel oisolerad aluminiumplåt (emissionstal) av brandens storlek.
- * Hur inverkar sättet för isoleringens anbringande vid aluminiumplåten på "brandventilationseffekten".

För att om möjligt få svar på dessa frågor gjordes sammanlagt 14 st fullskaleförsök.

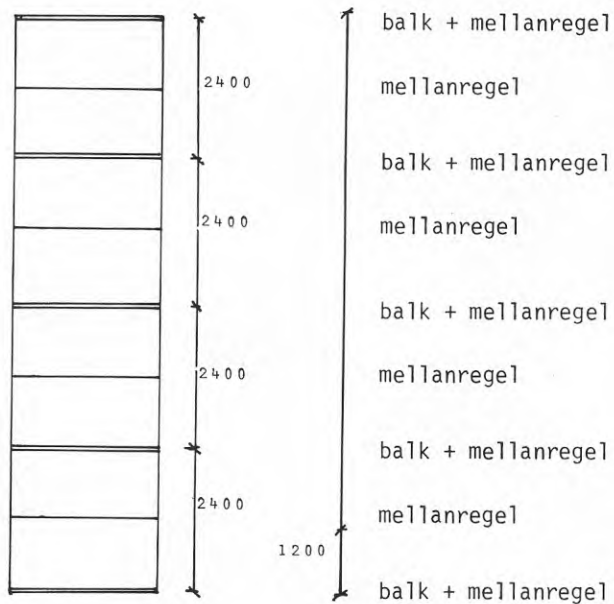
4.11 Begreppsförklaring

För att underlätta skrivarbetet under de visuella observationerna infördes en del förkortningar. Dessa förkortningar har också använts för beskrivning i denna rapport.

V = vänster sida V resp H har räknats ifrån "stora" ventilationsöppning, se bilaga 4.3 a
 H = höger sida

läge element nr: som framgår av bilaga 4.3 a så numrerades husets båda sidor från 1-16 resp 17-32 för att underlätta och nå ett exaktare beskrivningssätt av de visuella observationerna.

Placering av bärande balkar och mellanreglar



4.2 Eldkällan

I den lägre delen av provhuset placerades 3 st vedstaplar. Staplarna utgjordes av furuvirke med dimensionerna 50 x 50 x 500 mm. Virket torkades ett dygn före försöket i 60 °C och togs ut ca 1 timme före försöksstart.

Vedstaplarna byggdes upp med två bitar i undre skiftet och därefter 6 bitar i de för

Alt. 1 13 följande skiften och för

Alt. 2 17 följande skiften.

Under respektive vedstapel placerades en plåt med uppvikta kanter. På varje plåt hölls 2.0 l T-sprit.

Branden fick utvecklas fritt och de tre vedstaplarna föll i samtliga försök efter ca 15-25 minuter. Elden fick sedan självslockna.

Den sammanlagda torrvikten var för Alt. 1 ca 160 kg och för Alt. 2 ca 210 kg. Dessa eldkällor motsvarade ungefär 25 respektive 30 Mcal per m² total omslutningsyta räknat på en basyta av 2.1 x 2.1 m².

4.3 Beskrivning av försöksbyggnaden

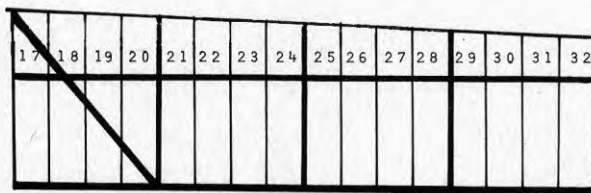
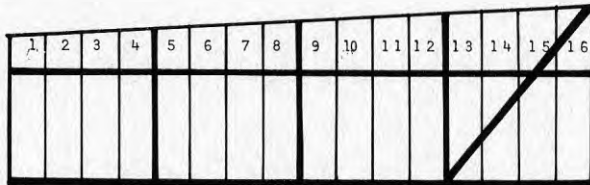
Provhuset uppfördes av lättbetongplank med densiteten ca 675 kg/m^3 . För att få ett stabilt provhus så monterades lättbetongplanken mot en stålkonstruktion, se bilaga 4.3 a. Till de båda långsidorna användes stående väggelement och för gaveln liggande väggelement. Väggelementen hade tjockleken 150 mm och var 600 mm breda. Höjden varierade mellan 2.5 m och 2.98 m. Genom höjdskillnaden fick taket en lutning på 5 % eller $\sim 3^\circ$.

Husets planmått var bredd 2.4 m, längd 9.6 m. För detaljmått se bilaga 4.3 b, c.

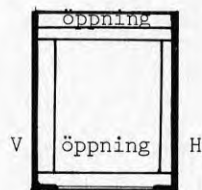
De båda kortsidorna hade ventilationsöppningar av varierande storlek, se bilaga 4.3 d. I de 8 sista försöken monterades i höggavelns öppning en flamskärm, se bilaga 4.3 a, c, d.

Huset vilade direkt på ett extra brandhärdigt golv.

Försöksbyggnaden



lilla venti-
lationsöppningen

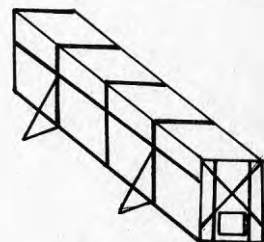


stora ventilations-
öppningen

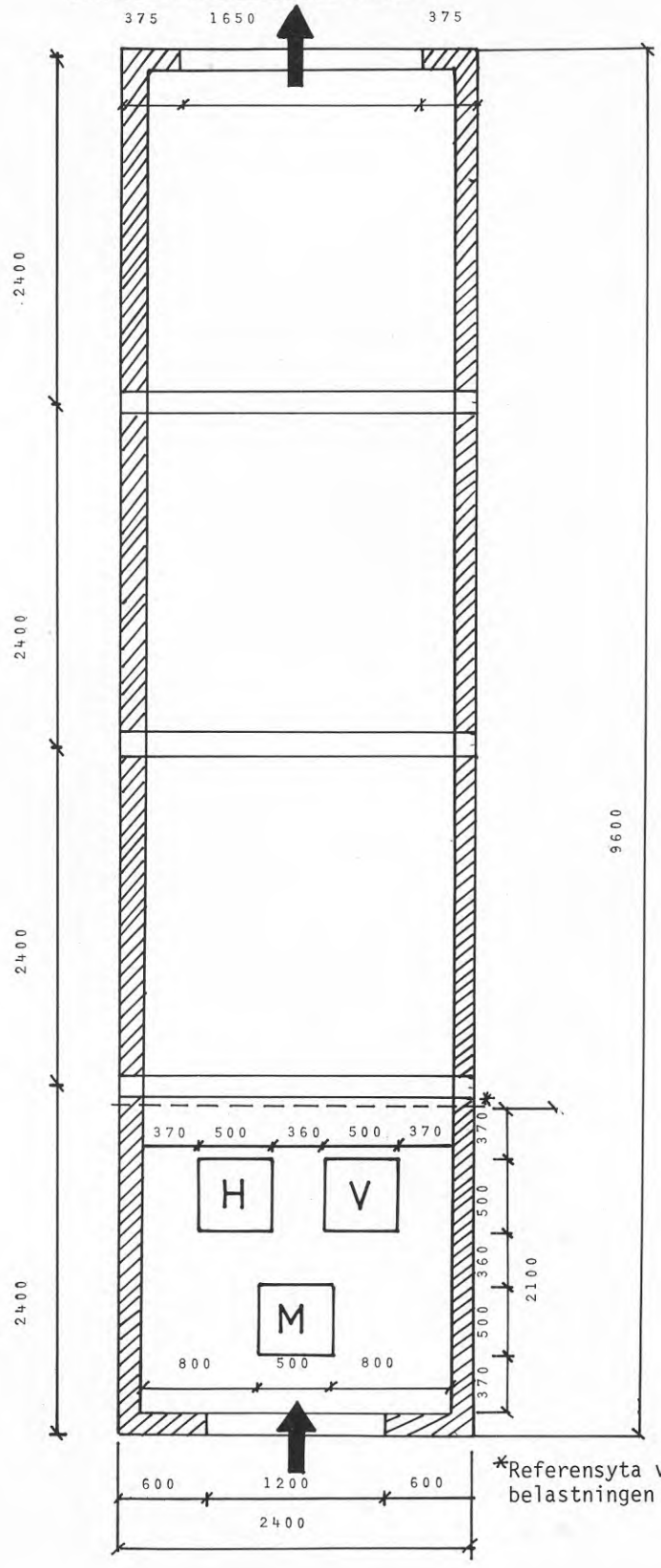
V = vänster sida
H = höger sida



stora venti-
lationsöppningen
med flamskärm

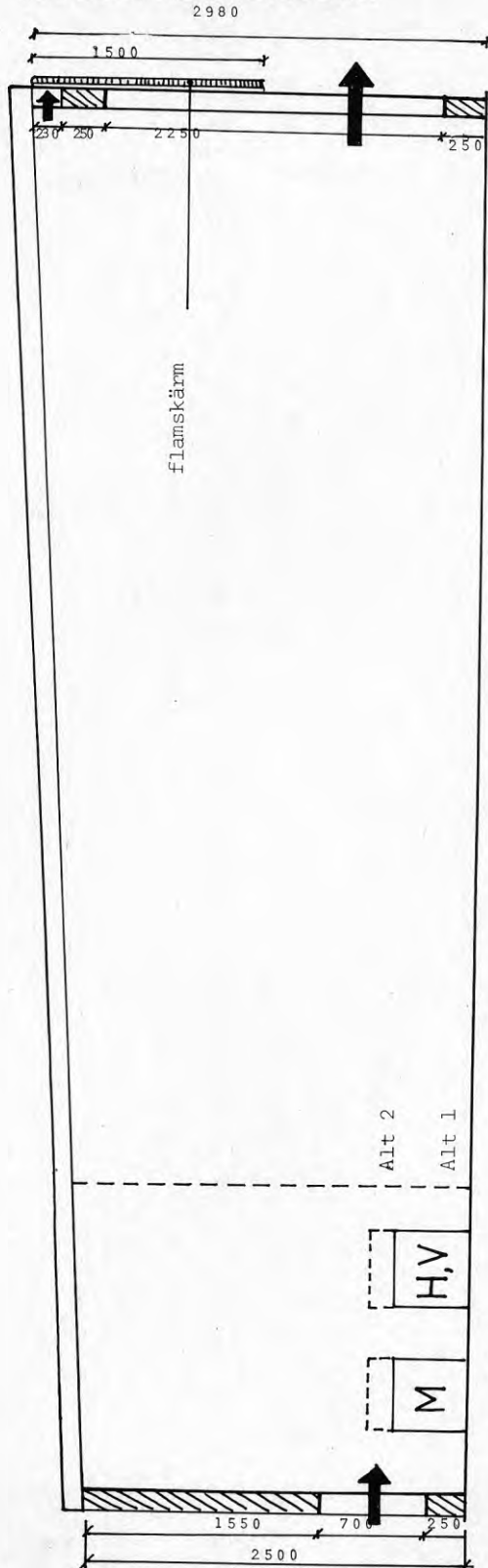


Försöksbyggnadens detaljmått



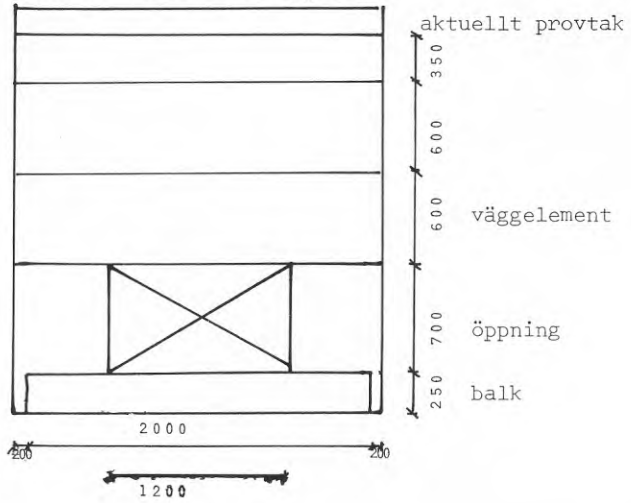
*Referensytan varpå brandbelastningen beräknades

Försöksbyggnadens detaljmått

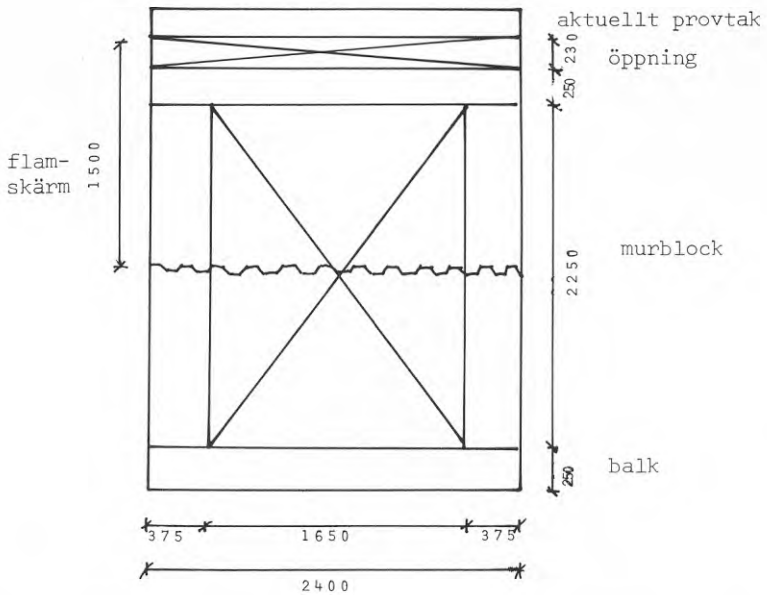


Placering och dimension av ventilationsöppningar
samt flamskärm

"Lilla" ventilationsöppningen



"Stora" ventilationsöppningen



4.4 Beskrivning av provtaken

Bakgrunden till valet av konstruktiv utformning för provtaken 1-11 samt 13 har varit att dels kartlägga hur aluminiumplåt uppträder vid olika brandbelastning, dels illustrera skillnaden i funktion då isoleringen sitter kvar respektive ramlar ner. Jämförelsen stålplåt/aluminiumplåt representerades av både oisolerat och isolerat tak.

Provtak 12 och 14 representerade en principiellt annorlunda typ av isolerat plåttak. Dessa tak var uppbyggda med invändigt 20 mm isocyanuratisolering respektive polystyrenisolering och utvändigt aluminiumplåt. Isoleringen hade mot brandrummet en tunn folie som täckning.

I tabell 4.4 redovisas materialdata och -egenskaper för försöken.

4.41 Asfaltmängd

För att få en så "verklighetstrogen klistring" som möjligt har taktäckningen d v s klistring av isolering och papp, gjorts av fackman.

För att bestämma asfaltmängden i försöket skars en 1 m lång och 10 cm bred remsa ut ur det klistrade taket och vägdes. Som underlag för en uppskattning av den rena klistermängden vägdes motsvarande papplager utan klister.

En rekommenderad siffra enligt AMA är 1.0 kg/m^2 . Detta värde avser mängd klister per m^2 och papplag. För plåt/isolering anges inget värde.

Vid tidigare försök med liknande tak redovisade i Ahlén-Ödeen: "Brandtekniska egenskaper hos lätta takkonstruktioner, Stockholm 1976" varierade asfaltmängden mellan $6.5\text{--}9.0 \text{ kg/m}^2$.

Försök nr 9

70 mm Rockwool 341
3-lags papptäckning

Pappen:

vikt före klistring	826 g	
vikt efter klistring	<u>1362 g</u>	
1 x 0.1 m^2	536 g	5.36 kg/m^2

Isolering/plåt

Skivans vikt före klistring	8246 g	
Skivans vikt efter klistring	<u>9056 g</u>	
1 x 0.6 m^2	816 g	1.36 kg/m^2

Strykning på profilen uppskattat värde	<u>0.5 kg/m^2</u>	
	Σ 7.22 kg/m^2	
	~ 7 kg/m^2	

OBS! att asfalten i själva pappen ej är medräknad i ovanstående värde.

Tabell 4.4 a

MATERIALDATA OCH -EGENSKAPER

Provmaterial beteckn. Gullfiber 3024 12 cm Försök nr 7

Fuktkvot: riktminskning efter torkning vid 105 °C

Brännbar substans: glödningsförlust vid 600 °C prov torkat vid 105 °C

Prov nr	Format mm	Vikt före g	Tjocklek mm	Densitet kg/m ³	Vikt efter 105 °C g	Vikeminskning g	Fuktkvot %	Vikt efter 600 °C g	Viktminskning g	Glödningsförlust %
1	50x135	7,10	48.8	21.55	7.06	0.04	0.57	6.68	0.38	5.38
2	50x120	6.32	49.7	21.19	6.28	0.04	0.64	5.94	0.34	5.41
3	54x126	6.68	52.1	18.84	6.64	0.04	0.60	6.27	0.31	5.57

MATERIALDATA OCH -EGENSKAPER

Provmaterial beteckn. Rockwool 331 12 cm Försök nr 13

Fuktkvot: riktminskning efter torkning vid 105 °C

Brännbar substans: glödgningsförlust vid 600 °C prov torkat vid 105 °C

Prov nr	Format mm	Vikt före g	Tjocklek mm	Densitet kg/m ³	Vikt efter 105 °C g	Viktminskning g	Fuktkvot %	Vikt efter 600 °C g	Viktminskning g	Glödgningsförlust %
1	52x120	19.49	47.47	65.80	19.41	0.08	0.41	19.17	0.24	1.24
2	52x118	16.65	48.4	56.06	16.58	0.07	0.42	16.34	0.24	1.45
3	49x119	22.63	49.9	77.78	22.59	0.04	0.18	22.21	0.38	1.68
4	52x117	13.07	49.2	43.66	13.05	0.02	0.15	12.79	0.26	1.99

Tabell 4.4 a

Tabell 4.4 a

MATERIALDATA OCH -EGENSKAPER

Provmaterial beteckn. Rockwool 331 9,5 cm Försök nr 13

Fuktkvot: riktminskning efter torkning vid 105 °C

Brännbar substans: glödgningsförlust vid 600 °C prov torkat vid 105 °C

Prov nr	Format mm	Vikt före g	Tjocklek mm	Densitet kg/m ³	Vikt efter 105 °C g	Viktminskning g	Fuktkvot %	Vikt efter 600 °C g	Viktminskning g	Glödgningsförlust %
1	51x91	8.05	53.5	32.42	8.04	0.01	0.12	7.87	0.17	2.11
2	50x90	8.60	53.7	35.59	8.57	0.03	0.35	8.41	0.16	1.87
3	52x95	9.97	54.3	37.17	9.95	0.02	0.20	9.73	0.22	2.21

Tabell över provtakens uppbyggnad

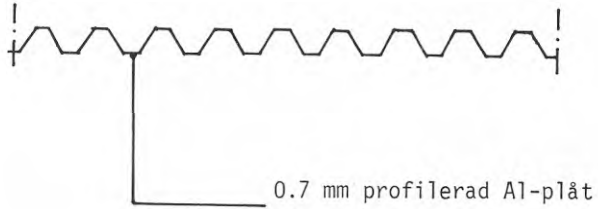
PROVTAKENS UPPBYGGNAD UTIFRÅN RÄKNAT						
Försök nr 1	Försök nr 2	Försök nr 3	Försök nr 4	Försök nr 5	Försök nr 6	Försök nr 7
0.7 mm profilerad blank Al-plåt	0.7 mm profilerad blank Al-plåt	0.7 mm profilerad blank Al-plåt	0.7 mm profilerad blank Al-plåt	0.7 mm profilerad mörk Al-plåt	0.7 mm profilerad Al-plåt	0.7 mm profilerad Al-plåt
					21.5 cm (12+9.5) mineralulls- isolering Rockwool 331	22 cm (12+10) mineralulls- isolering Gullfiber 3024
					polyetenfolie	polyetenfolie
					0.7 mm profilerad Al-plåt	0.7 mm profilerad Al-plåt

Ann.: På sid. - visas/beskrivs provtakens detaljerat.

Tabell över provtakens uppbyggnad

PROVTAKENS UPPBYGGNAD UTIFRÅN RÄKNAT						
Försök nr 8	Försök nr 9	Försök nr 10	Försök nr 11	Försök nr 12	Försök nr 13	Försök nr 14
0.7 mm profilerad lackerad stålplåt	Skyddsbelagd ytpapp	0.8 mm profilerad Al-plåt	0.7 mm profilerad blank Al-plåt	0.5 mm profilerad Al-plåt	0.7 mm profilerad Al-plåt	0.5 mm profilerad Al-plåt
	Underlags- papp					
	Underlags- papp					
	70 mm mineralulls- isolering Rockwool 341 (brandventila- tor)	80 mm platsskummad polyisocyan- uratskum		20 mm isocyanurate isolering Rockwool 331	21.5 cm (12 + 9.5) mineralulls- isolering Rockwool 331	20 mm polystyren- isolering
	Asfalt- klistring	0.7 mm profilerad Al-plåt		laminerad folie av Aluminium Papper	polyetenfolie	laminerad folie av Aluminium Glasfibernet plast (PVC)
	0.8 mm trapetskorru- gerad stålplåt					

Ann.: På sid. - visas/beskrivs provtakens detaljer.

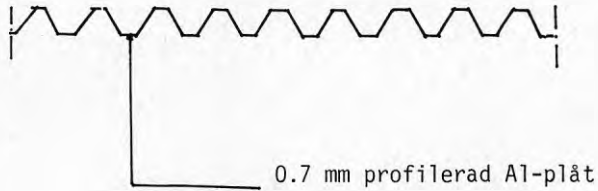
Försök nr 1

Takelementets uppbyggnad

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan över lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 160 kg ved (alt. 1).

Försök nr 2

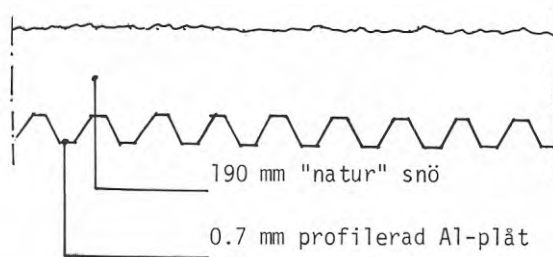
Takelementets uppbyggnad.

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. En fog (vänster) över eldkällorna tätades med LSI tätningsfett. Profilerna tätades på kortsidan över lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

Försök nr 3



Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

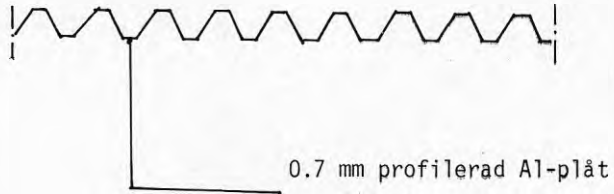
Profilerad blank aluminiumplåt med tjocklek 0.7 mm
och trp 40 W.

Snö (naturlig) 190 mm.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Snön lastades på 1 timme före försöksstart. För att hålla snön på plats hade plåtar spikats på båda långsidorna samt kortsidan ovanför stora ventilationsöppningen.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

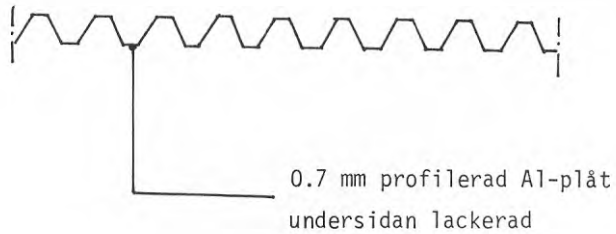
Försök nr 4

Takelementets uppbyggnad.

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

Försök nr 5

Takelementets uppbyggnad.

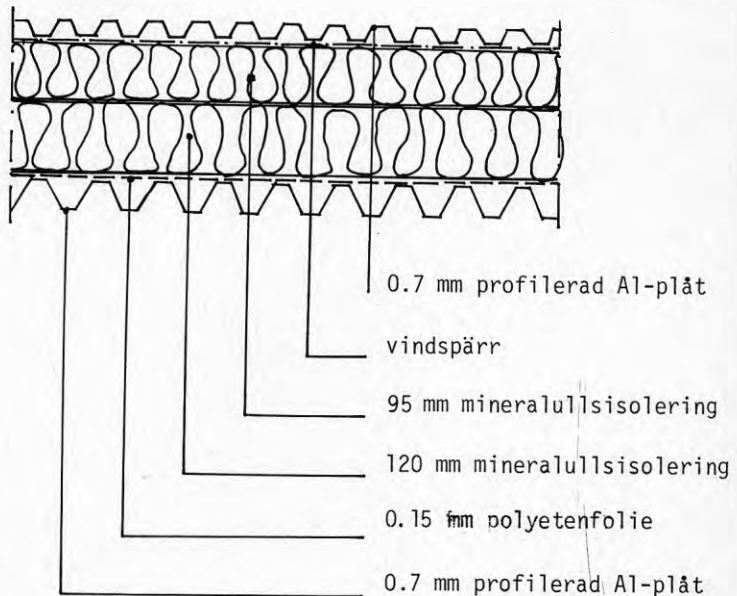
Profilerad mörklackerad aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Färgen var metallack (alkydmelamin med aluminiumpigment) och hade en tjocklek av 15 μm .

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

Försök nr 6



Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W

Polyetenfolie 0.15 mm, Gränges Veda

Mineralullsisolering 120 mm, Rockwool 331

Mineralullsisolering 95 mm, Rockwool 331

Aluminiumreglar c/c 1200 Z-profil 215 x 45 x 2.0 mm (h x b x t)

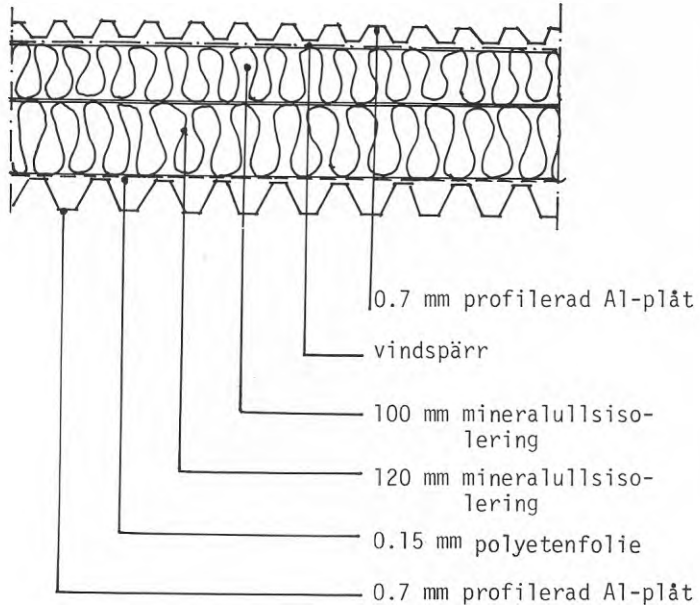
Vindspärr, Strömsnäs bruk papp FTX (flamskyddspapper)

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 20 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Polyetenfolien lades ut och en ram av aluminiumprofilen monterades runt husets ovkant för att hålla isoleringen på plats. I ramen monterades mellanreglar typ Z-profiler också av aluminium, se bilaga. De båda isoleringsskikten lades i mellan reglarna med förskjutna skarvar, innan ytterplåten fästes. Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

Försök nr 7



Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.
Polyetenfolie 0.15 mm, Gränges Veda

Mineralullsisolering 120 mm, Gullfiber 3024.

Mineralullsisolering 100 mm, Gullfiber 3024

Aluminiumreglar c/c 1200 Z-profil 215 x 45 x 2.0 mm (h x b x t)

Vindspärr, Strömsnäs bruk papp FTX (flamskyddspapper)

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 20 W

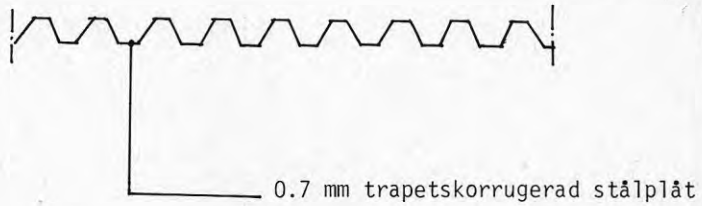
Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Polyetenfolien lades ut och en ram av aluminiumprofilen monterades runt husets ovankant för att hålla isoleringen på plats. I ramen monterades mellanreglar typ Z-profiler också av aluminium, se bilaga

De båda isoleringsskikten lades i mellan reglarna med förskjutna skarvar, innan ytterplåten fästes. Termoelementen monterades.

Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

I höggavelns öppning monterades en flamskärm, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 8

Takelementets uppbyggnad.

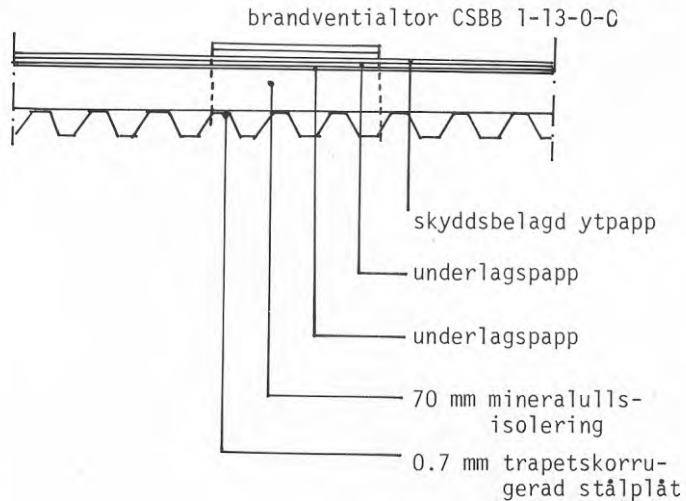
Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0.7 mm och D0-tp 45.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Termoelementen monterades. Profilerna tätades över lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

I höggavelns öppning monterades en flamskärm, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 9



Samtliga pappskikt klustrades med varmasfalt.

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorruerad stålplåt med tjockleken 0.7 mm och D0-tp 45.

Mineralullsisolering 70 mm, Rockwool 341.

Klustrad mot plåten med varmasfalt.

2-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

1-lag ICOPAL-skiffer SAL 1800/600 skyddsbelagd ytpapp.

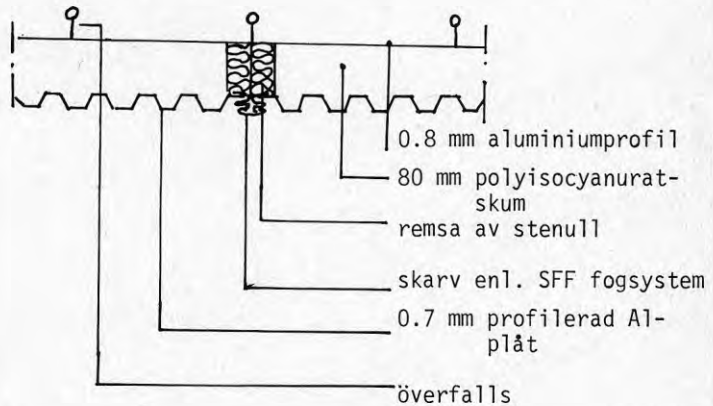
Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isoleringsski-vorna liksom plåtprofilerna ströks med varmasfalt (för att öka vidhäftningen) innan sammanfogningen. Pappen klustrades i hela våder i takets längdriktning. Profilerna tätades på kortsidan över lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

I takets högre del monterades en brandventilator av typen CSBB 1-13-0-0 (1 = stålkonstruktion, 13 = smältlås 140⁰, 0 = ingen me-kanisk stängning, 0 = ingen fläkttillsats).

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2)

I höggavelns öppning monterades en flamskärm, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 10



Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 20 W.
Polyisocyanurateskum 80 mm (MDI, Polyoler samt R11 och R12)
Specialprofilerad aluminiumplåt, profilhöjd 50 mm, tjocklek 0.7 mm.

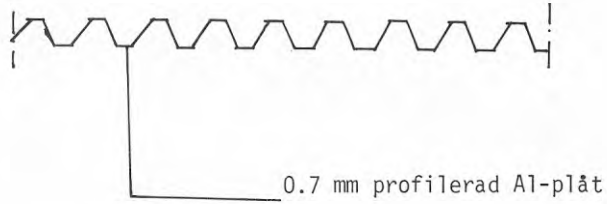
Panelerna var tillverkade som sandwichelement och bestod av två ytskikt och mellanliggande isolering. Runt om panelen på de synliga delarna av isoleringen var fäst en remsa av stenull. Panelerna var lagda i husets längdriktning med en längsgående skarv i mitten av huset.

På kortsidorna av panelerna var det fäst en 50 x 50 x 0.9 mm plåtvinkel. Plåtvinkeln fästes med popnit.

Panelerna sammanfogades dels genom att den övre aluminiumplåten tillslöts av en elektrisk Zip-maskin, dels genom att den undre kantförstärkningsprofilen fästes ihop med "skenor" som knackas in från paneländan.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2).

I höggavelns öppning monterades en flamskärm, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 11

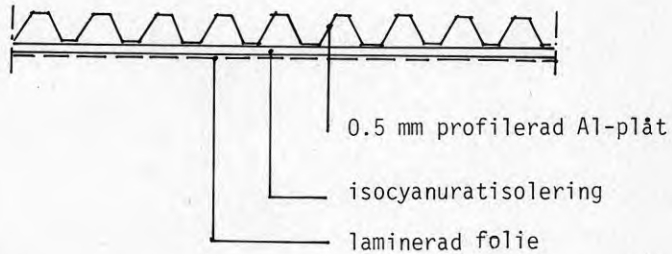
Takelementets uppbyggnad.

Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.7 mm och trp 40 W.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset.

Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt. 2)

Försök nr 12

Takelementets uppbyggnad.

Laminerad Al-folie fabriksklustrad mot polyisocyanuratskum, 20 mm.
 Profilerad blank aluminiumplåt med tjockleken 0.5 mm och trp 40.

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset.
 Plåten levererades färdig med isolering och laminerad folie av aluminium och papper

Termoelementen monterades. Profilerna tätades på kortsidan ovanför lilla ventilationsöppningen med lös mineralull ca 4-6 cm in.

Eldkällan utgjordes av ca 210 kg ved (alt.2).

I höggavelns öppning monterades en flamskärm, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 13

Samma förutsättningar som i försök 6, kompletterat med en flamskärm i höggavelns öppning, se bilaga 4.3 d.

Försök nr 14

Samma förutsättningar som i försök 12 men med 20 mm polystyrenisolering i stället för isocyanurat och laminerad folie av aluminium, glasfibernet och plast (PVC).

4.5 Placering av termoelement

Temperaturmätning skedde på 3 olika nivåer, i luftutrymmet närmast takets undersida, i isoleringen och på takets ovsida. Dessutom skedde temperaturmätning på 1, 2, 3, 5 och 7 Z-profilen i försök nr 6, 7 och 13. Dessa mätningar gjordes på samma nivå som i isoleringen. (Se 4.11 Begreppsförklaring).

Termoelementen av typen Chromel-Alumel, typ K (ChAl) inne i byggnaden monterades på en tråd som spändes tvärs genom huset och belastades på utsidan med en tyngd tillräckligt stor för att hålla tråden sträckt. Avståndet från tråden upp till underkant profil var 100 mm.

I de oisolerade försöken placerades termoelementen (ChAl) direkt mot den enkla plåten och fästes med en bricka.

I de isolerade försöken borrades ett hål genom taktäckning och ner i isoleringen till ungefär halva dess tjocklek. Hålet hade en diameter av 3 mm vari termoelementet (ChAl) placerades.

Termoelementen hade oskyddade lödpunkter.

Toleranser för termoelement och termoelementtråd

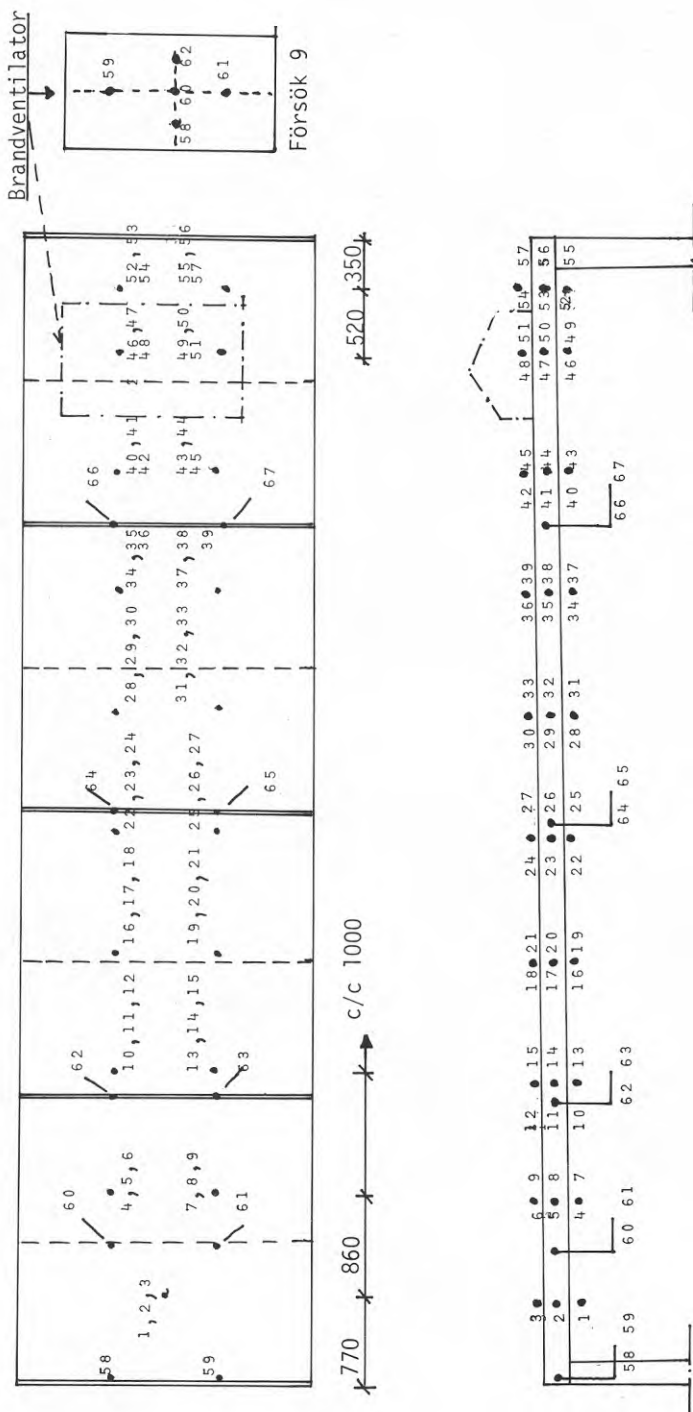
	Temperaturgränser i °C	Toleranser*	
		Standard	Premium
Chromel-Alumel	+18 till +275	+2.2 °C	+1.1 °C
typ K	+275 till +565	+3/4%	+3/8%
	+565 till +1200**	+3/4%	+3/8%

* procenttalet hänför sig till uppmätt temperatur

** Max 1100 °C för 14 ga tråd och 980 °C för 20 ga tråd

Placeringen framgår av bilaga 4.5

Placering av termoelement



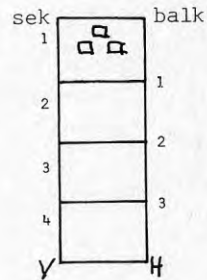
5. Mätningar och iakttagelser under försöken

5.1 Försök nr 1

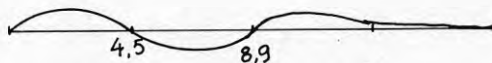
Enkel oisolerad blank aluminiumplåt

Brandprovning den 15/3 kl. 8.20

Observationer



- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 2 min 40 s Lågorna nådde taket från de två främsta staplarna.
- 3 min 00 s Lågorna från samtliga staplar nådde taket.
- 3 min 50 s Tejpen på de två första termoelementraderna brann.
- 4 min 25 s Efter 1:a balken gav plåten vika och böjde ned mot mitten i sektionen mellan 1:a och 2:a balken (sektion 2).
- 4 min 45 s Plåten hängde ned allt mer och mer.
- 6 min 00 s Överlappsskarvarna i längsled ovanför bälten öppnades något inifrån. Al-dropp.
Inga synliga lågor på utsidan.
- 8 min 00 s Plåten tydligt bucklig från ovansidan sett.



- 9 min 40 s Samtliga plåtar kraftigt nedsotade invändigt.
- 11 min 05 s Strax ovanför element 6 släppte plåten.
- 13 min 15 s Ovanför element 26, 27 släppte plåten.
- 15 min 30 s Fläktarna slogs av.
- 16 min 45 s I höjd med element 5 i överlappsskarven syntes ett hål ca 15 x 3 cm.
- 19 min 55 s Mittstapeln föll.
- 20 min 00 s Höger stapel föll.
- 20 min 30 s Vänster stapel föll.

Skadebeskrivning

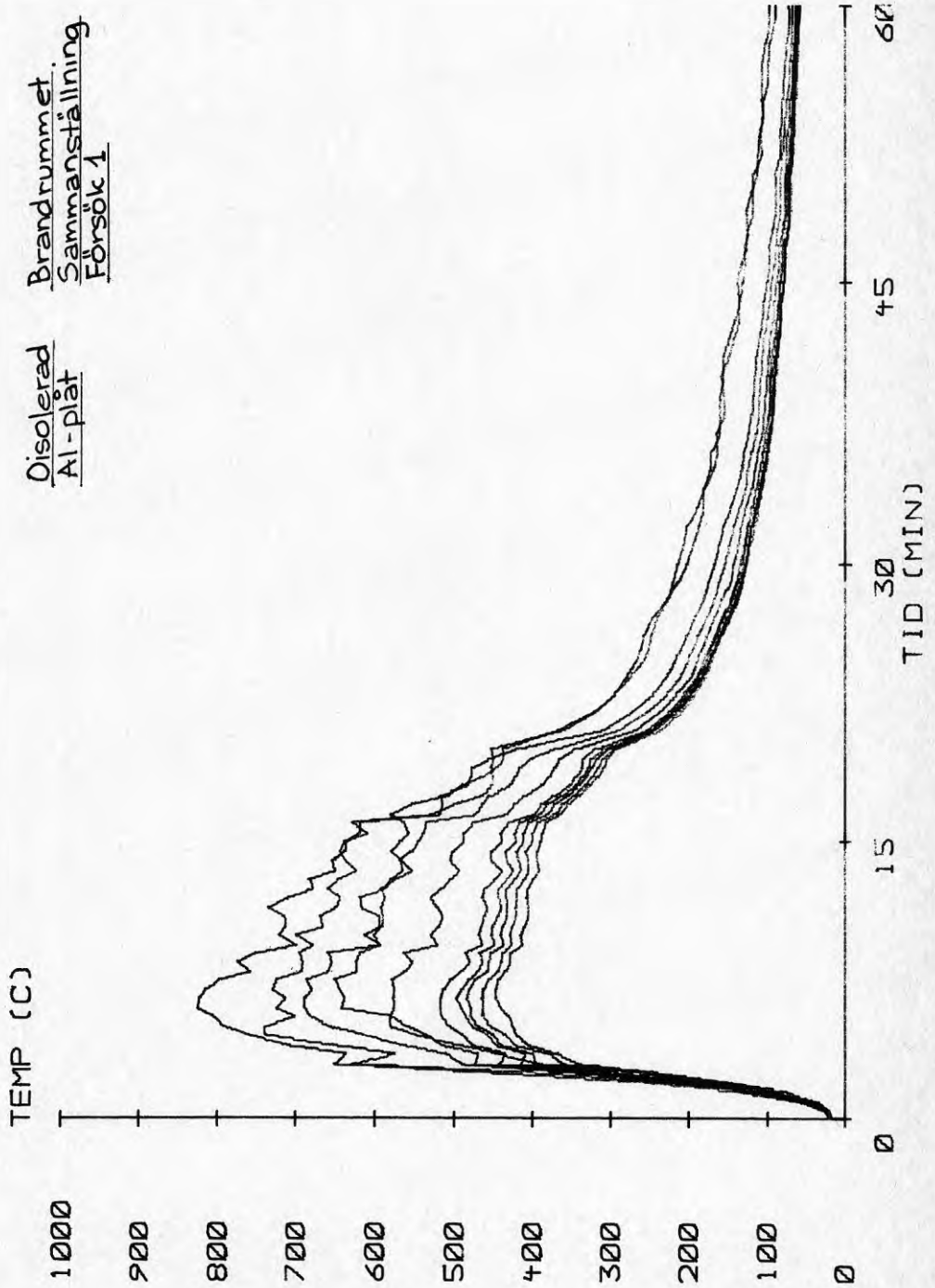
Vid första balken kunde man efter avslutat prov konstatera en tvärgående rad med små smälthål.

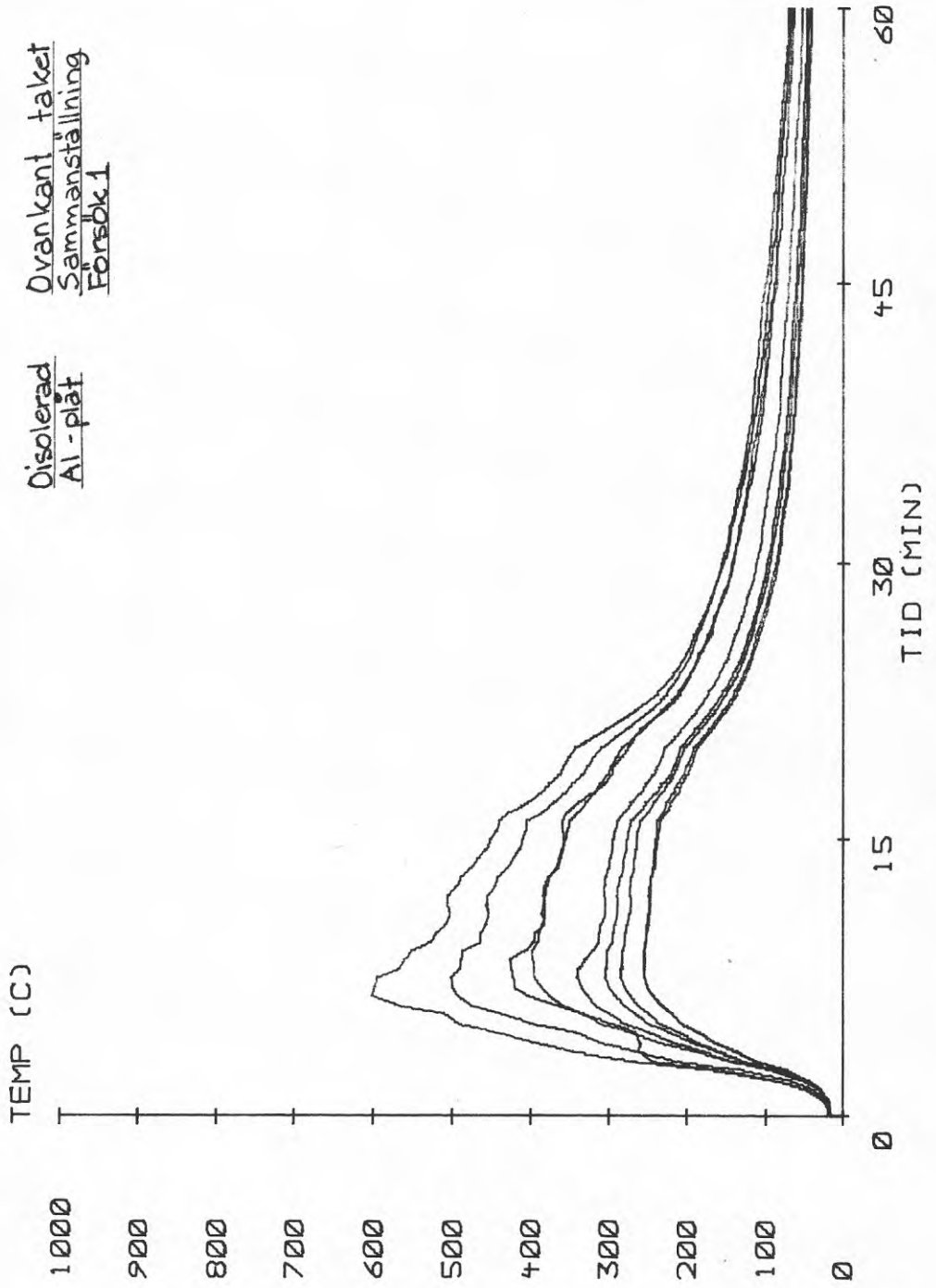
I de längsgående överlappsskarvarna i husets främre halva ovanför eldkällan kunde man från insidan se att underplåten delvis smält bort och en tendens till öppning.

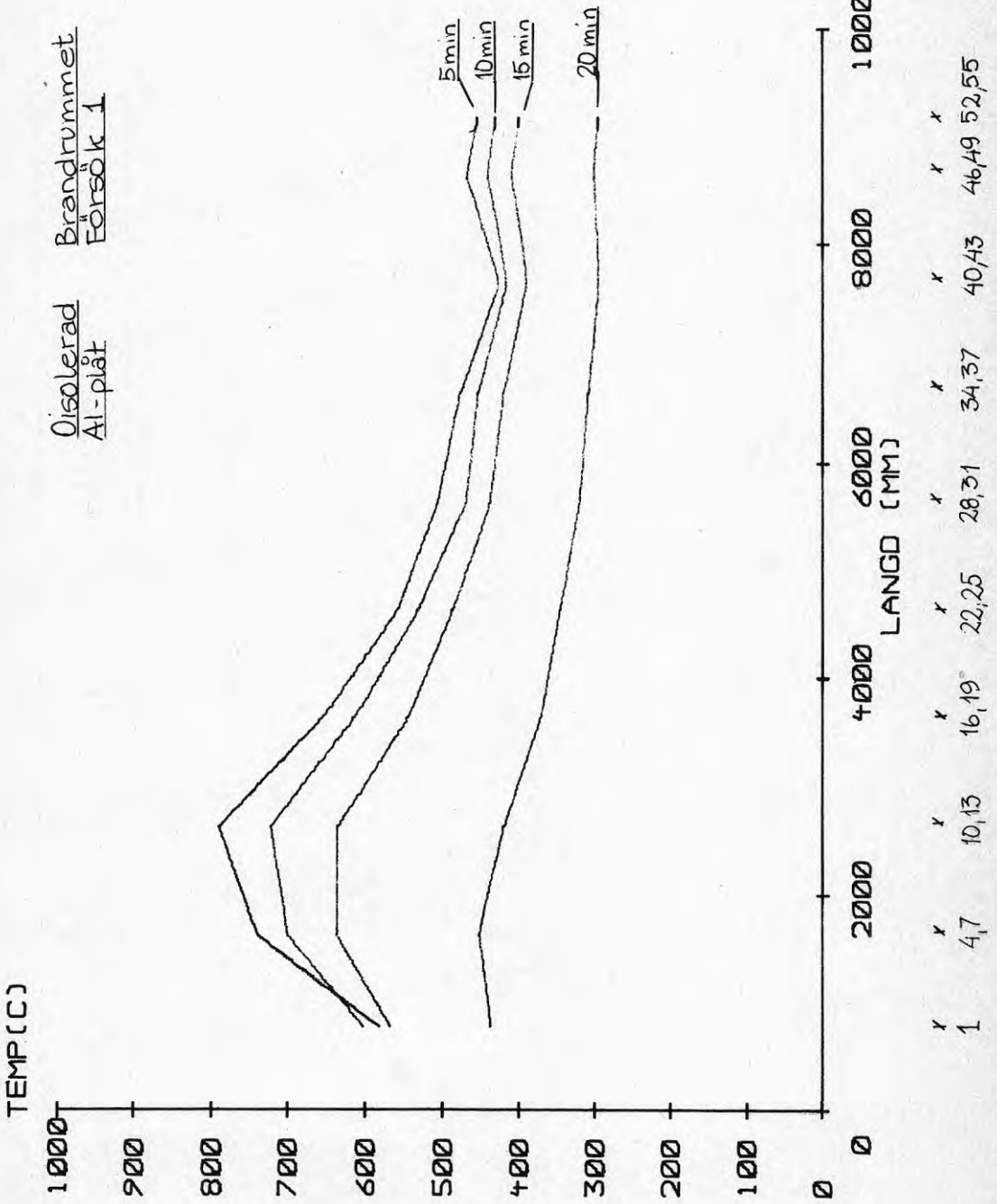
På takets ovansida syntes endast ovan nämnda hålrad.

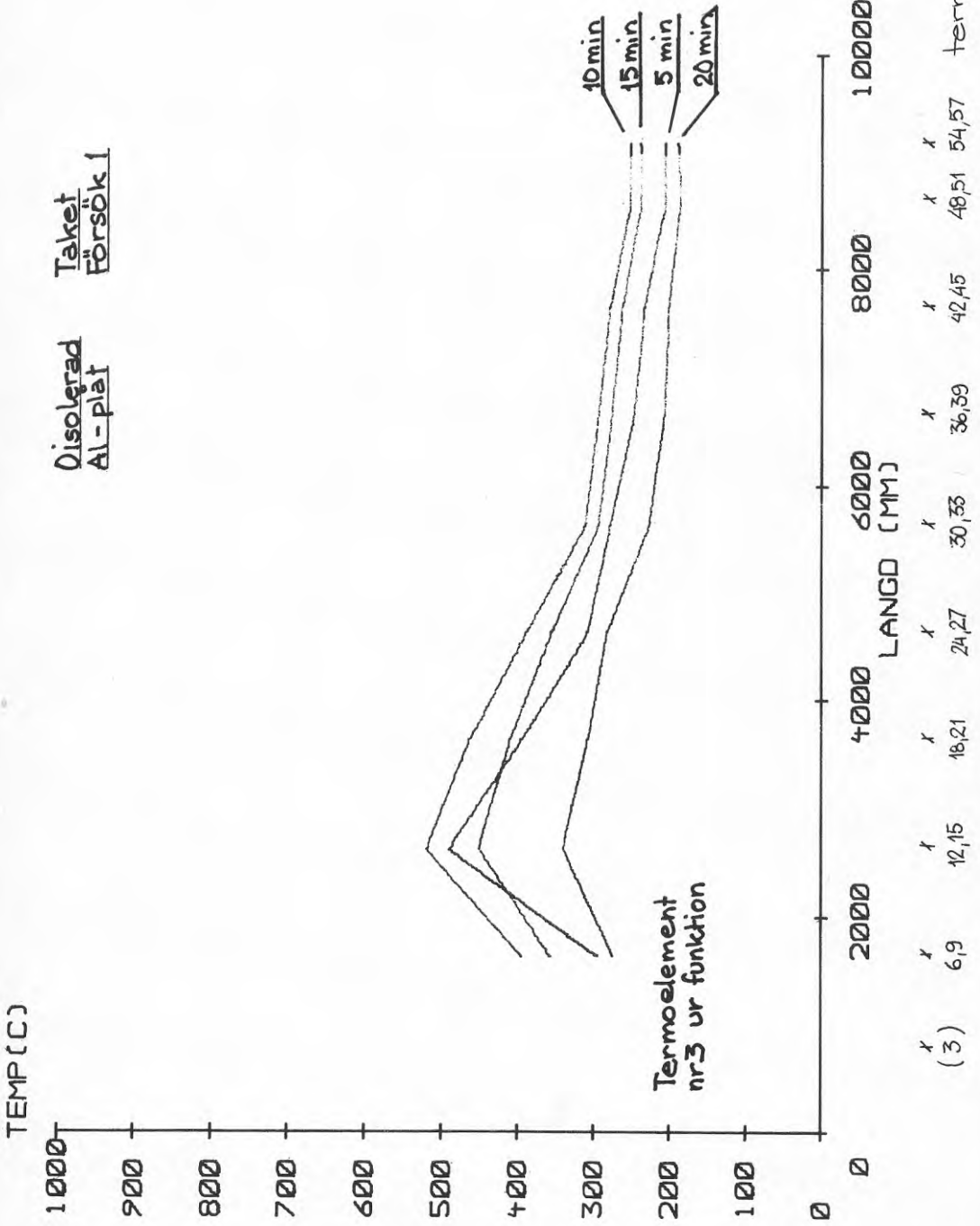
Den sida av plåten som varit vänd mot brandrummet var sotig i hela husets längd.

I övrigt kunde al-dropp i ringa omfattning konstateras.









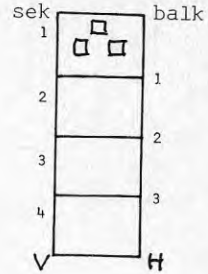
(3) 6,9 12,15 18,21 24,27 30,33 36,39 42,45 48,51 54,57 termoelement nr

5.2 Försök nr 2

Enkel oisolerad blank aluminiumplåt

Brandprovning den 16/3 kl. 8.10

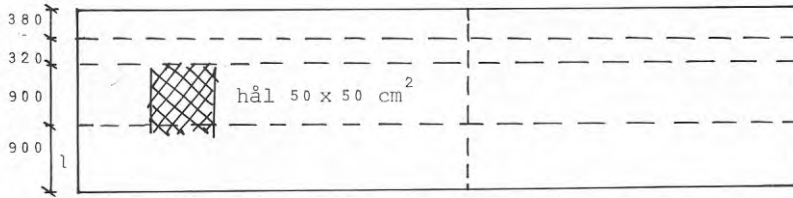
Observationer



- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 40 s Lågorna nådde taket.
- 2 min 25 s Kraftig rökutveckling i längsgående skarven som tätats med LSI tätningsfett. Tätningsfettet tog eld och elden spreds snabbt längs fogen.
- 3 min 10 s Smält aluminium droppade
- 3 min 30 s Skarvbranden höll i sig.
- 4 min 25 s Nedhängande flagor från aluminiumet.
- 4 min 45 s Genombränning (i höjd med element 2).
- 4 min 55 s Plåten kraftigt "bubblig" ovanför bälarna.
- 5 min 20 s Stora flagor hängde ovanför bälarna.
- 6 min 10 s Elden slog upp genom taket.
- 7 min 20 s Ett tydligt hål rakt över eldkällan samt längs vänster längsgående skarv. Likartad bucklings-tendens som i försök 1.
- 10 min 30 s Al-dropp inom 1:a balkområdet. Branden begränsad inom de två första balkområdena.
- 13 min 35 s Ovanför element 4, 5 släppte plåten från provhuset men inga lågor slog ut.
- 14 min 50 s Mittstapeln föll.
- 15 min 40 s Vänster och höger stapel föll.

SkadebeskrivningOvanifrån

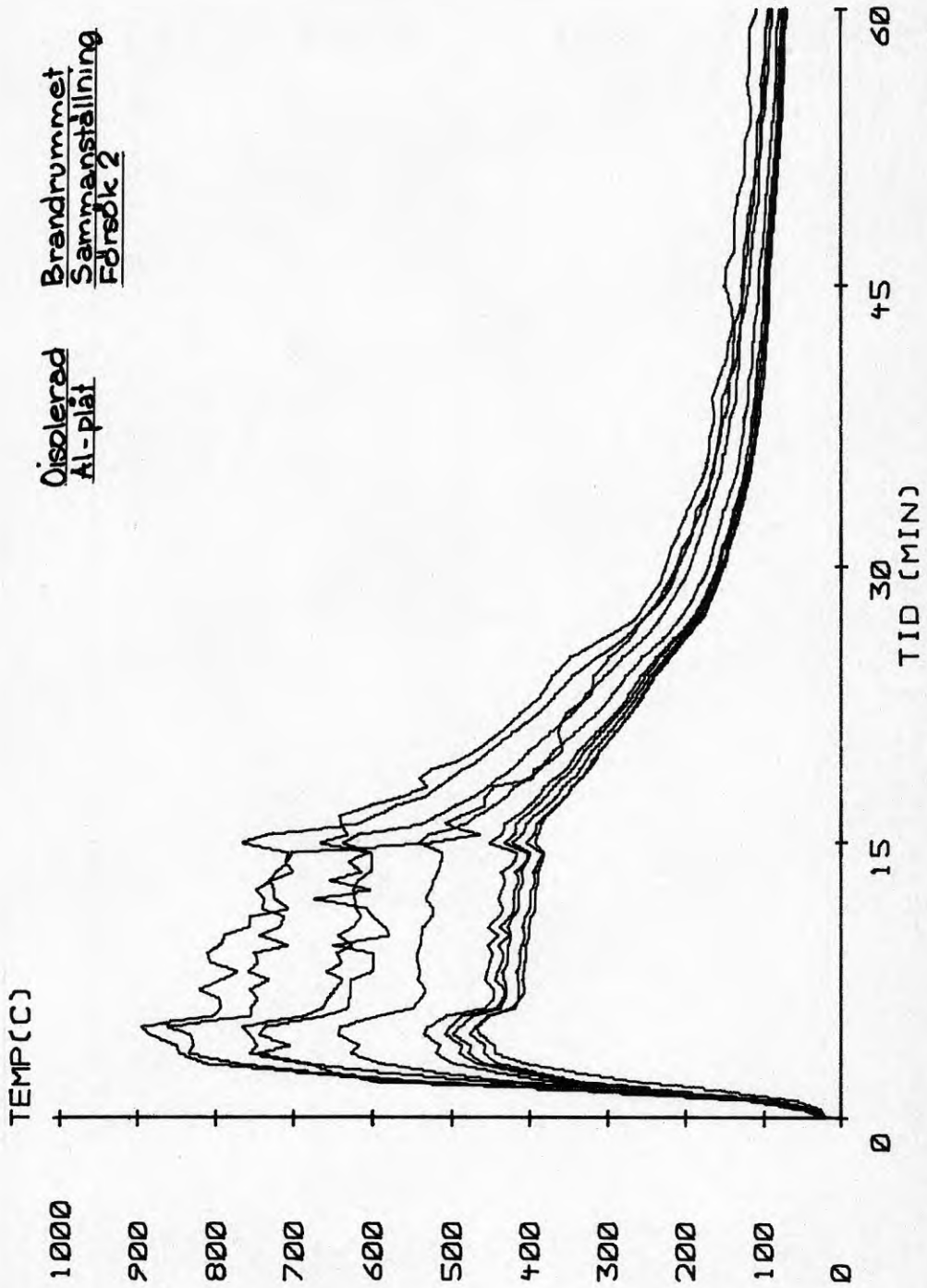
Inom första balksektionen ett hål som ungefär ett båls storlek d v s $50 \times 50 \text{ cm}^2$. Hålet var direkt ovanför mittstapel. Överlappsskarvarna i två av de 3 längsgående skarvarna släppte och bidrog till öppningar längs skarvarna i första balksektionen.

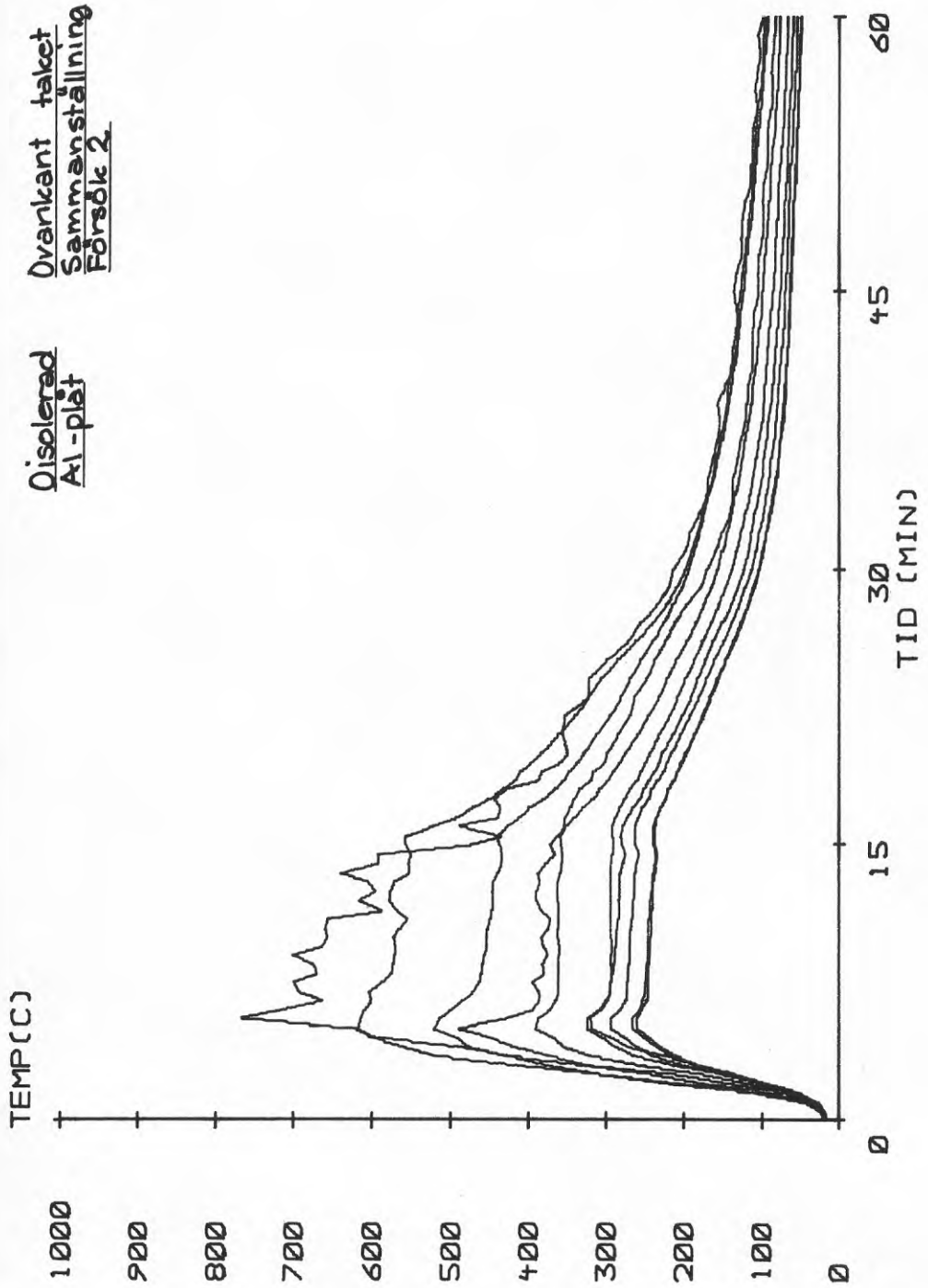
Inifrån

Längsgående skarvarna uppläkta i första balksektionen. Den vänstra överlappsskarven i det närmaste helt bortsmält.

Övrigt

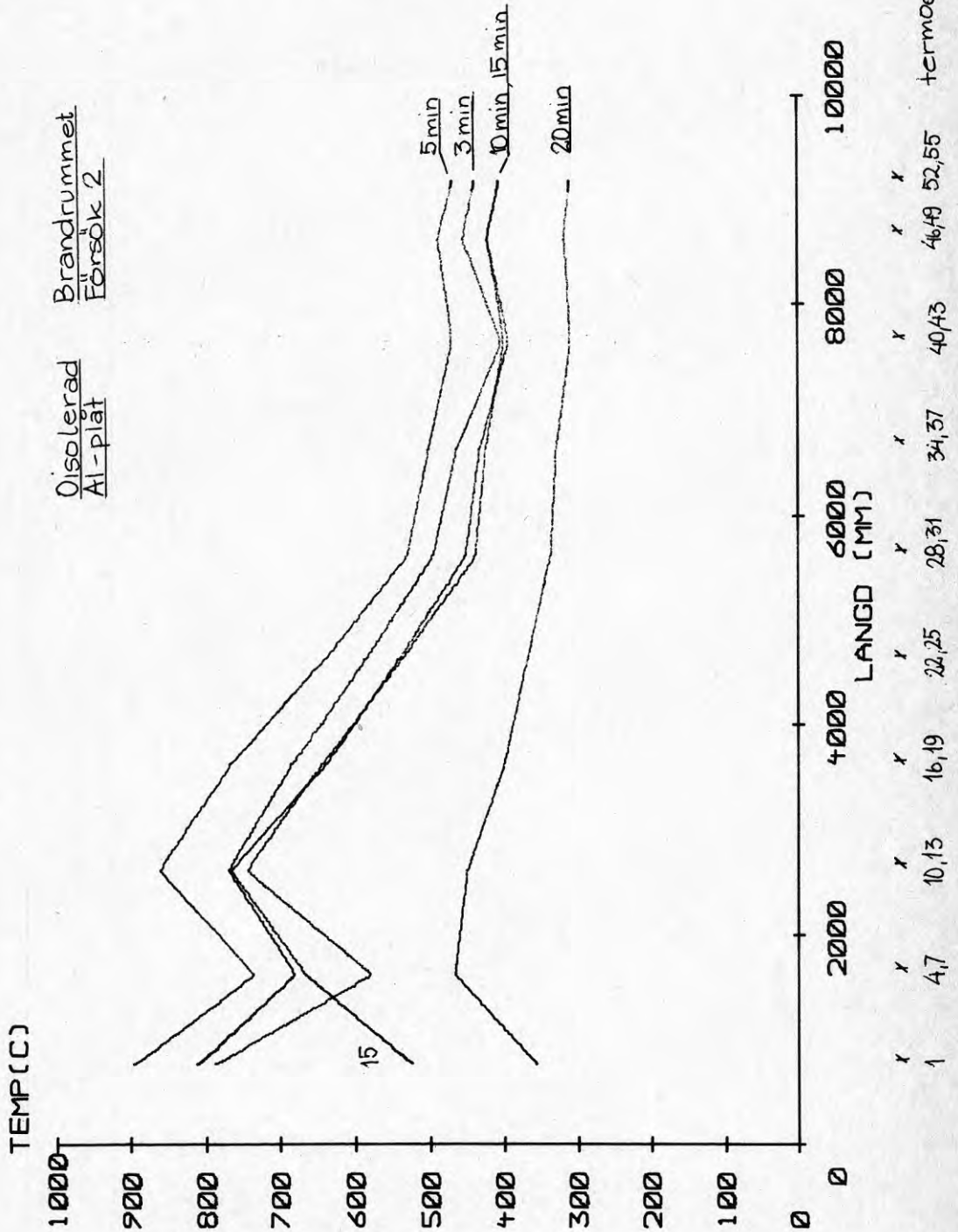
Då taket demonterats kunde konstateras att l-balken skevade något ca 1 cm i sidled och 1-2 cm i höjddled.





Isolerad
Al-plåt

Brandrummet
Försök 2



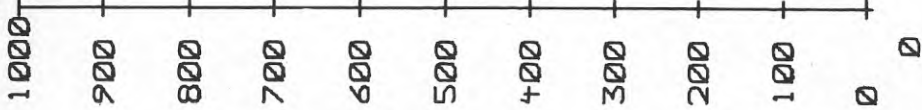
termoelement nr

x 1
x 4,7
x 10,13
x 16,19
x 22,25
x 28,31
x 34,37
x 40,43
x 46,49
x 52,55

Disolerad
Al-plåt

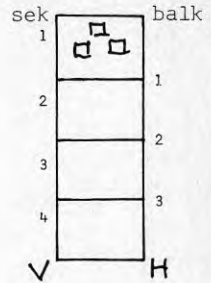
Ovankant taket
Försök 2

TEMP (C)



LANGD (MM)	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
2000	x	x	x	x	x
4000	x	x	x	x	x
6000	x	x	x	x	x
8000	x	x	x	x	x
10000	x	x	x	x	x
	3	6,9	12,15	18,21	24,27
			30,33	36,39	42,45
				48,51	54,57

termoelement nr

5.3 Försök nr 3Enkel oisolerad blank aluminiumplåt, snölastBrandprovning den 17/3 kl. 8.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 05 s Lågorna nådde taket.
- 2 min 00 s Lågorna nådde fram till 2:a balken.
- 2 min 30 s Överlappsskarvarna i längsled öppnade till hälften (innerplåten smälte undan).
Smältvatten läckte in.
- 4 min 45 s Snön hade smält av på ca 10-15 cm från lilla ventilationsöppningen räknat samt sjunkit ungefär 5 cm.
- 8 min 00 s Smältvatten strilade ned genom de längsgående skarvarna rakt över bälarna  mest utsatt.
- 10 min 10 s Lågorna nådde fortfarande fram till 1:a balken.
- 15 min 35 s Fortfarande ett skikt snö över hela taket ca 10 cm i de två första sektionerna och i resterande ca 15 cm.
- 16 min 40 s Höger stapel föll.
- 17 min 45 s Mittstapeln föll.
- 20 min 40 s Vänster stapel föll.
- 28 min 35 s Taket fortfarande snötäckt ~ 5 cm undantaget 1:a balksektionen där snön var helt bortsmält.

SkadebeskrivningOvanifrån

Taket något "bubblig", blev troligtvis vid pålastningen av snön. Denna "bubbling" gjorde att vatten blev stående på taket strax ovanför bälgen.

Plåten var för övrigt i det närmaste intakt.

Inifrån

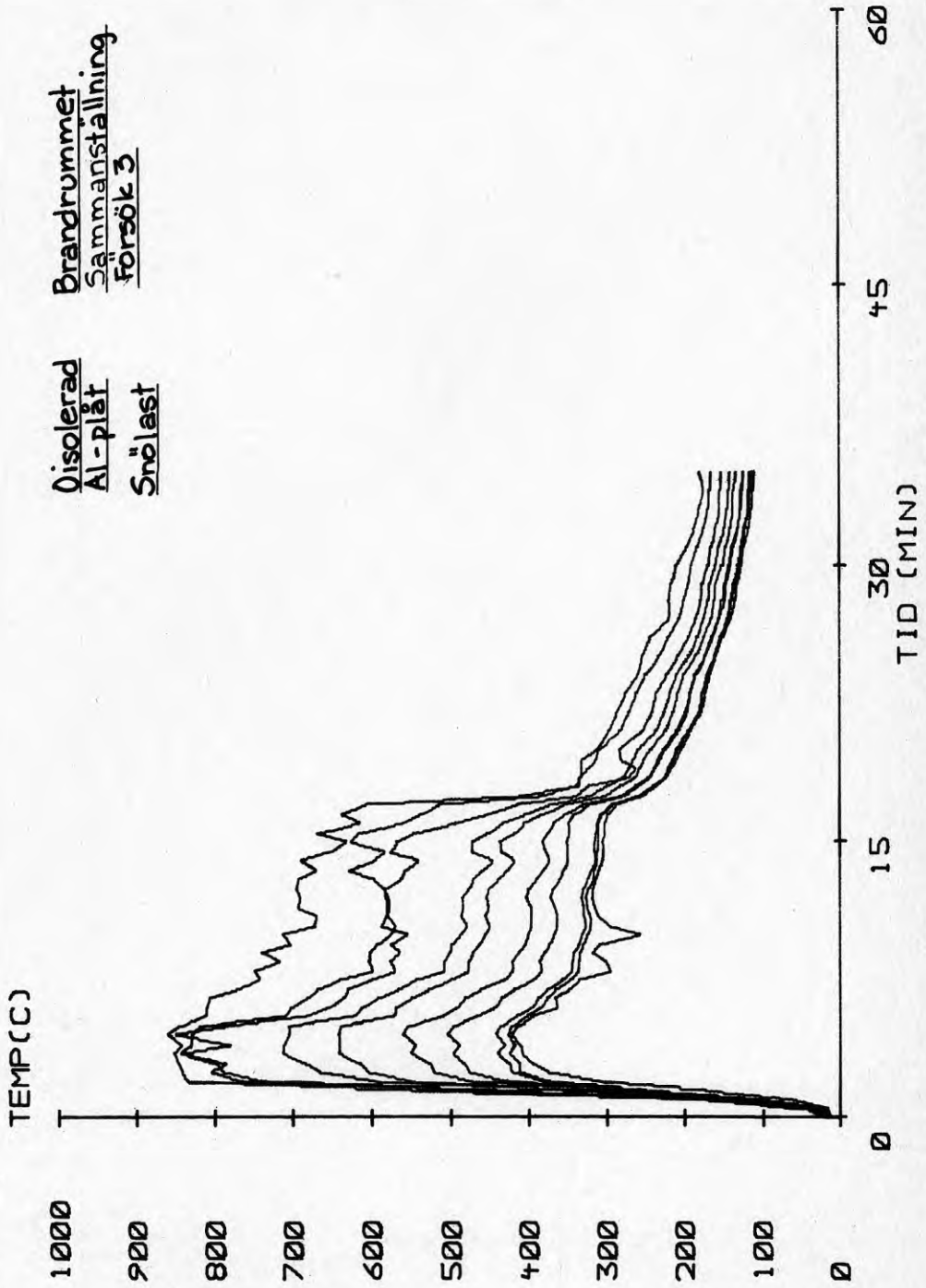
Fram till första balken hade överlappsskarvarna smält undan på underplåten i de långsgående skarvarna.

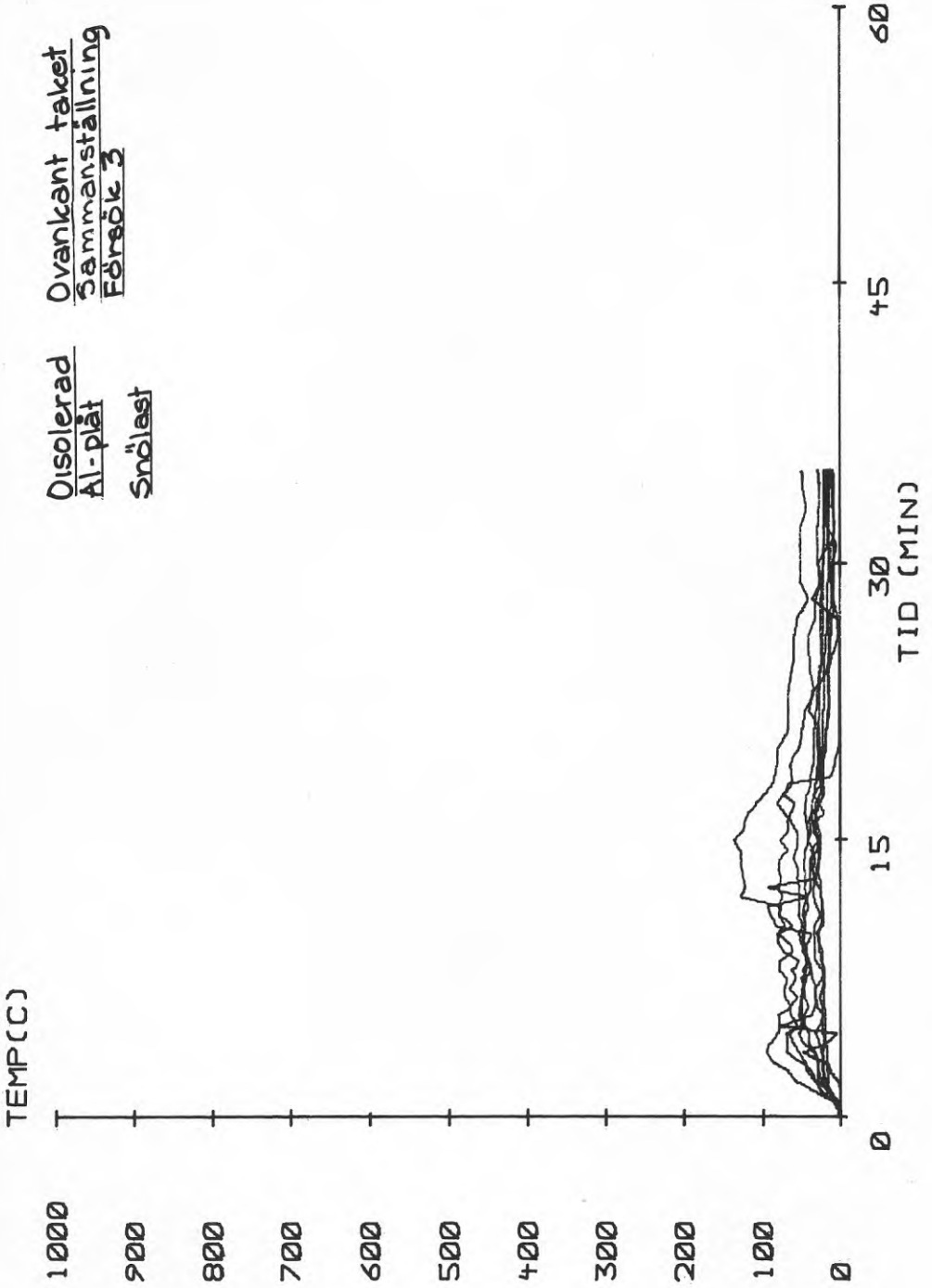
1:a balken var tydligt nedböjd efter pålastning av snön.

Övrigt

Snön gled ej av taket dels beroende på lågt takfall och dels beroende på att snön var smutsig vilket ökade friktionen.

Temperaturen var på ytterplåten efter 30 minuters snölast +2 °C.

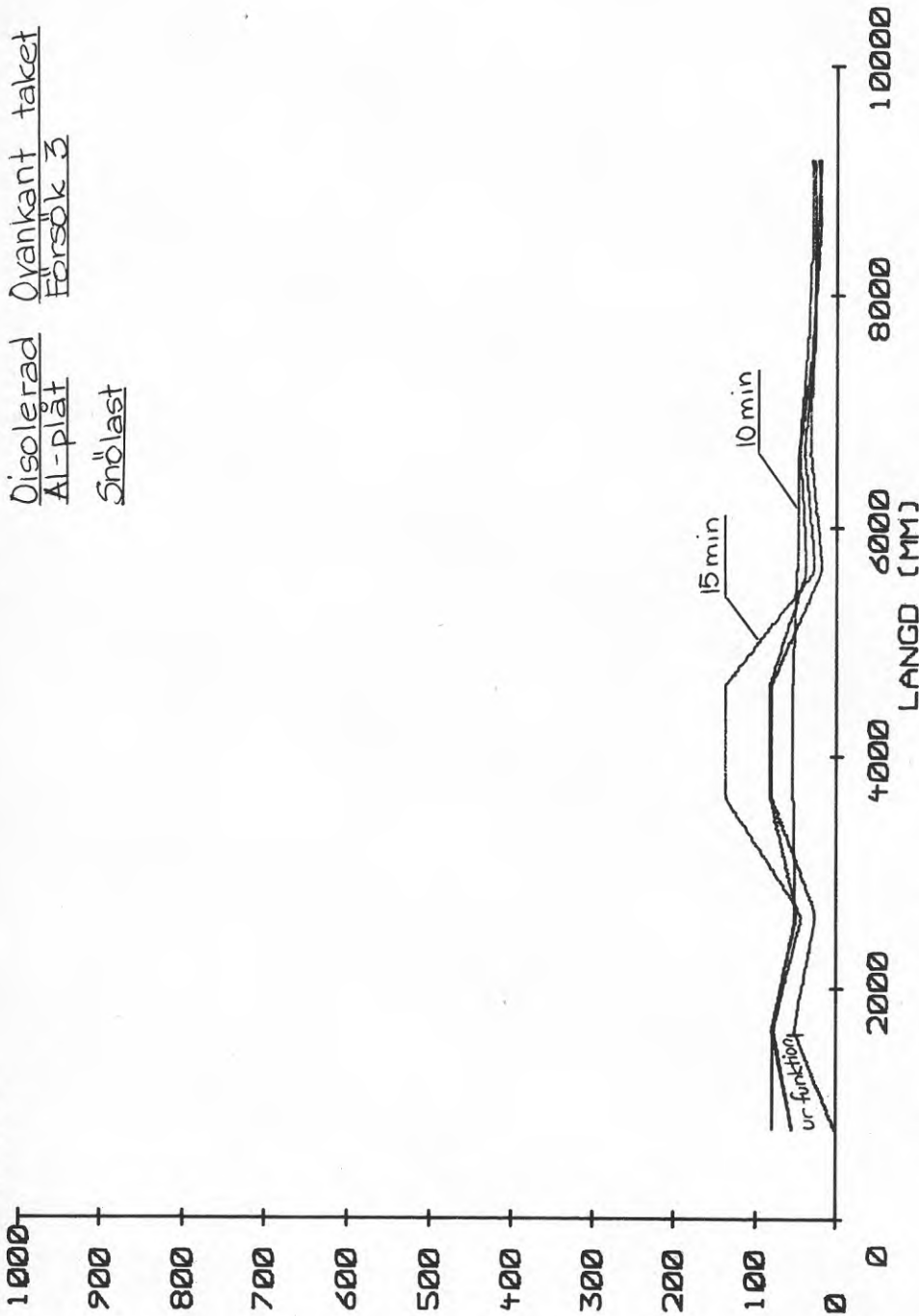




Disolerad
Al-plåt
Snölast

Ovankant taket
Försök 3

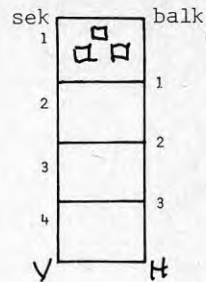
TEMP (C)



LANGD (MM)	3	6,9	12,15	18,21	24,27	30,33	36,39	42,45	48,51	54,57
0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

termoelement nr

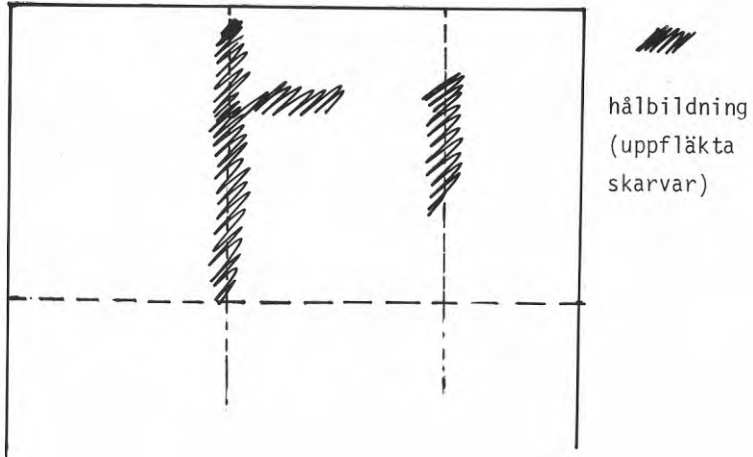
5.4 Försök nr 4

Enkel oisolerad blank aluminiumplåtBrandprovning den 18/3 kl. 8.00Observationer

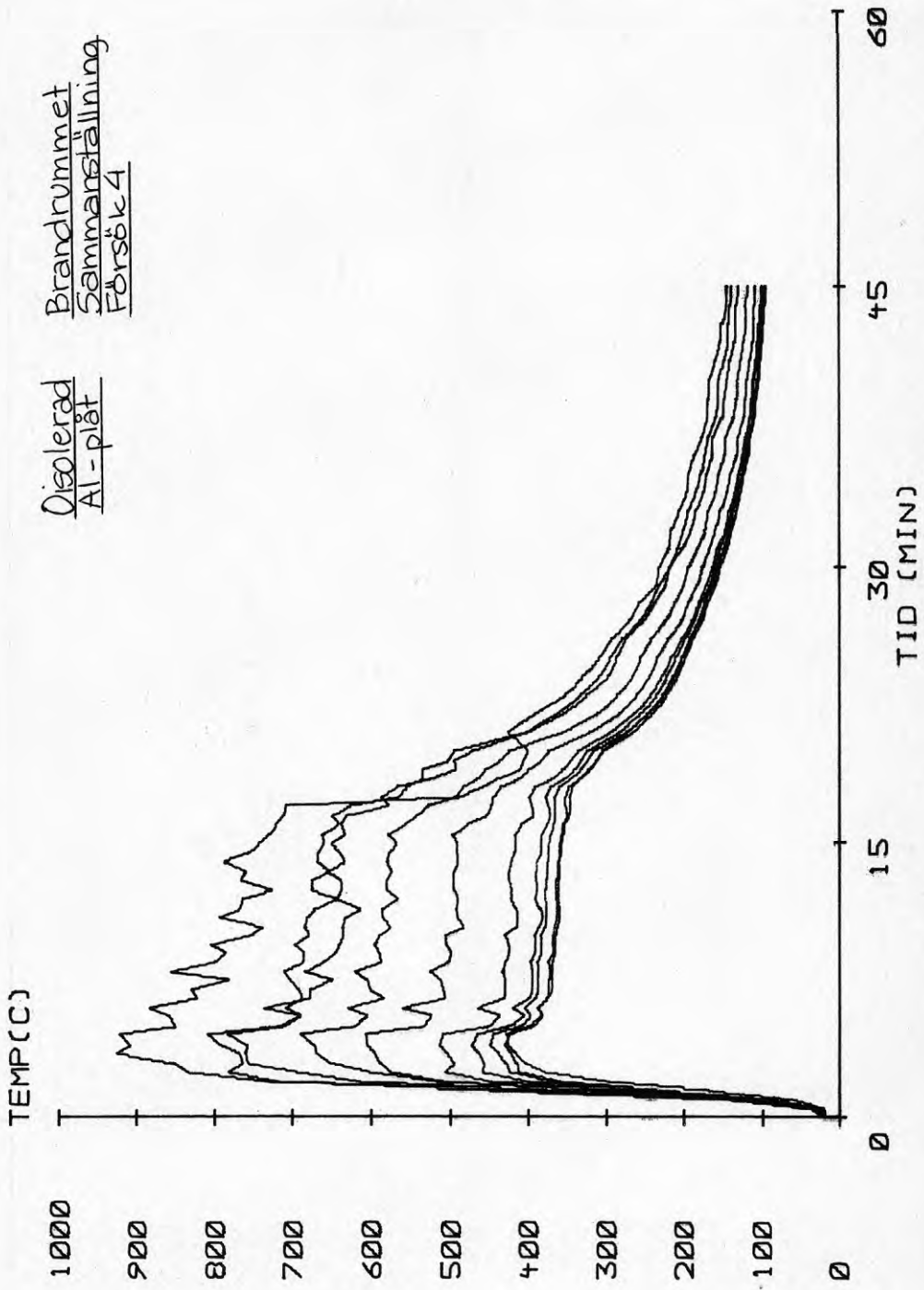
- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 15 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 35 s Lågorna nådde fram till 1:a balken.
- 1 min 45 s I läge element 4-5 sprick skott i tvärriktning.
- 2 min 00 s Rökutveckling längs taket.
- 2 min 15 s Skarvarna i längsled ovanför bälten tendens till att öppna.
- 2 min 20 s Rökutvecklingen tilltog.
- 2 min 35 s Sticklåga i läge element 2-3. Spricka i vänster-skarv uppstod.
Karakteristiska bågformen uppstod och ökade snabbt i omfattning.
- 2 min 50 s I läge element 2-3 genombränning i en slits på ca 90 x 5 cm.
- 3 min 00 s Hålet ökade i storlek.
- 3 min 40 s Al-dropp.
- 3 min 45 s Högerskarven öppnade sig ca 20 x 5 cm i sektion 1.
- 3 min 50 s Vänster överlappsskarv "synligt" öppen (inifrån sett).
- 4 min 30 s Höger överlappsskarv "synligt" öppen (inifrån sett).
- 4 min 45 s Längsgående skarv i sektion 2, tendens till att öppna på höger sida.
- 5 min 05 s Plåten "hängde" nu tydligt ned över första balken.
- 6 min 30 s Lågor slog tydligt genom taket.
- 8 min 55 s Lågorna koncentrerade inom 1:a balksektionen.
- 10 min 10 s Öppningarnas storlek i det närmaste konstanta.
- 14 min 50 s Lågorna fortfarande koncentrerade inom 1:a balksektionen.
- 15 min 30 s Fläktarna slogs av.
- 16 min 10 s Höger stapel föll
- 17 min 00 s Mittstapeln föll.
- 20 min 10 s Vänster stapel föll.

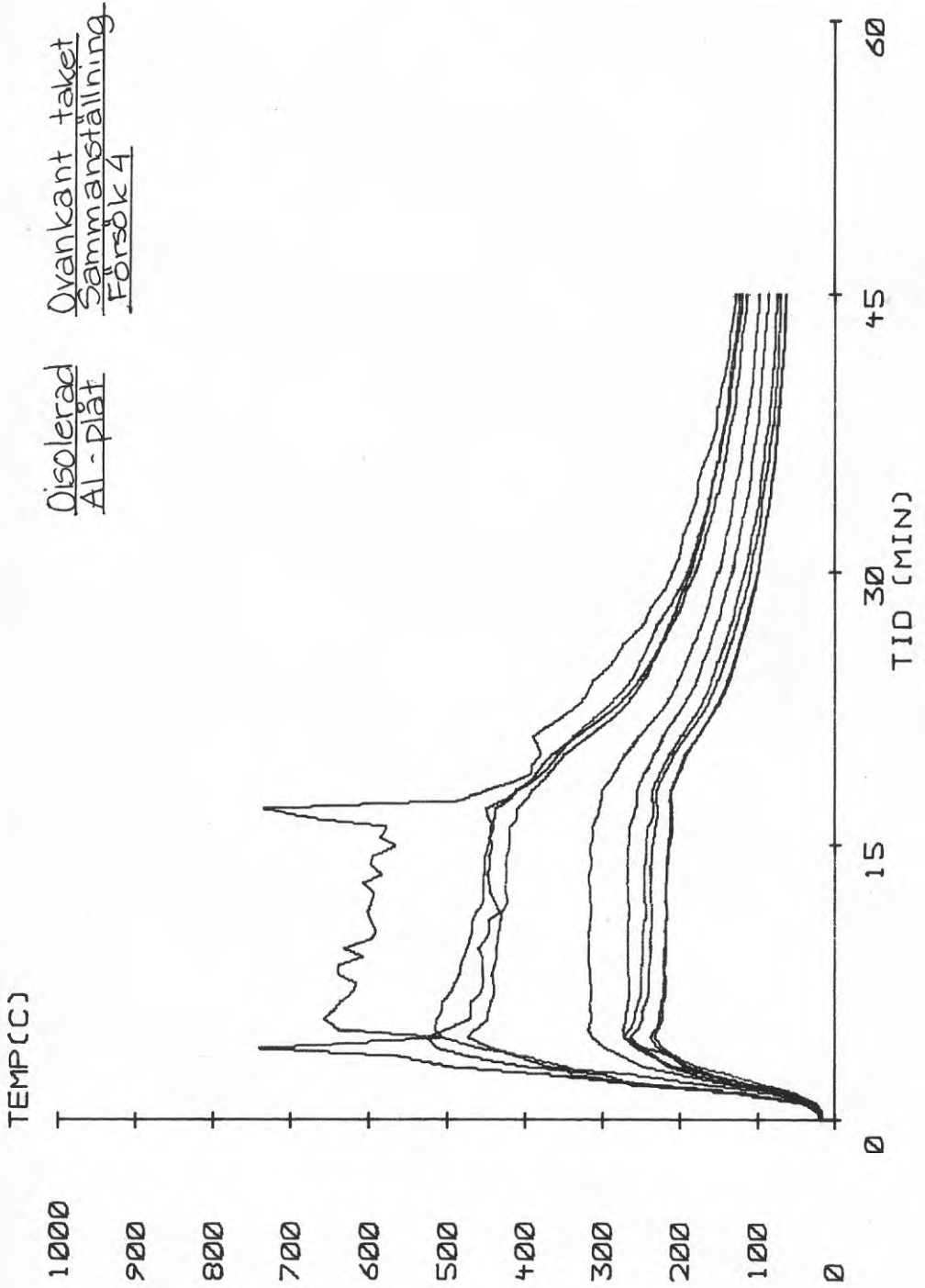
Skadebeskrivning

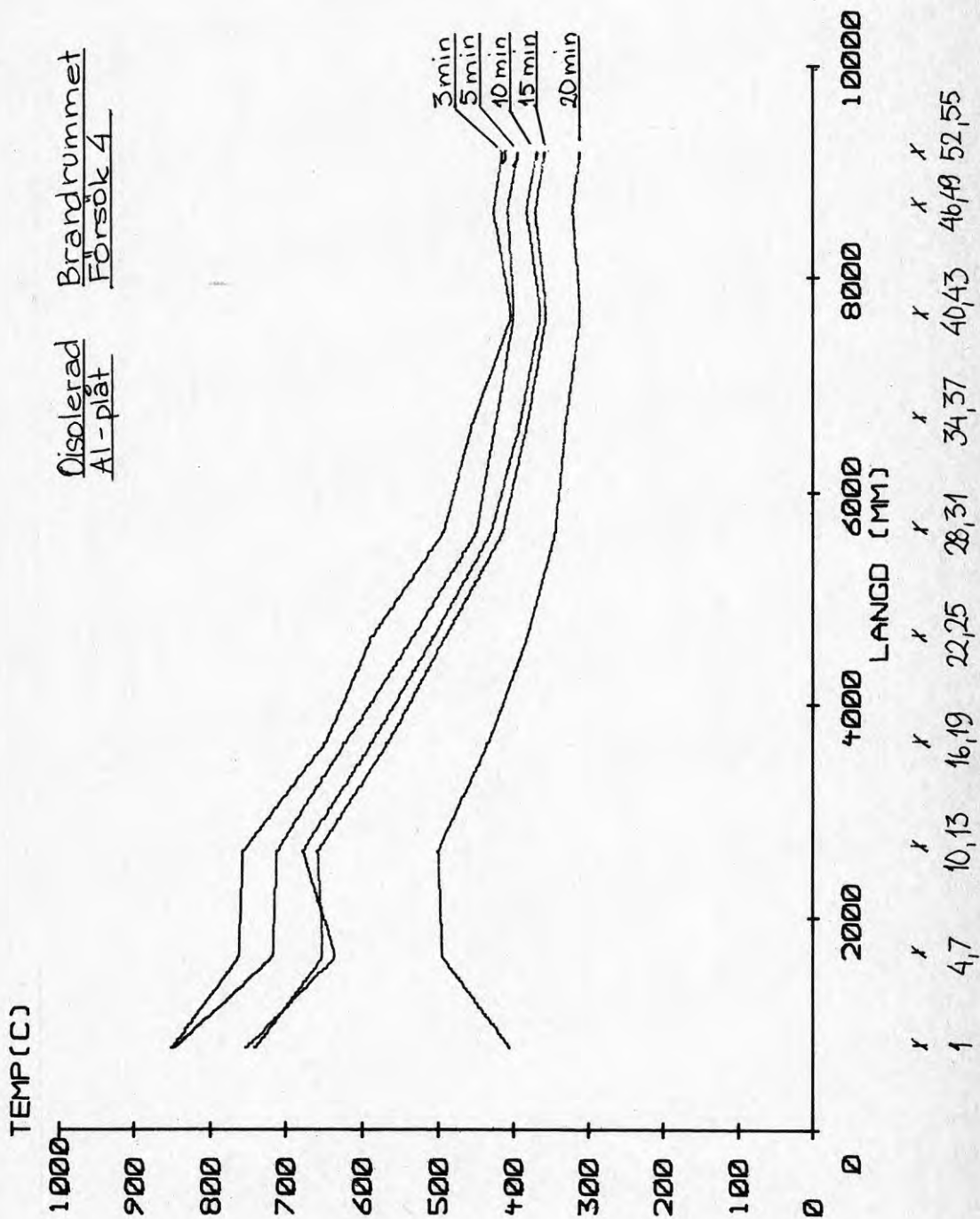
Inom första sektionen kunde man efter avslutat prov konstatera hålbildning längs hela vänsterskarven samt längs delar av högerskarven.



Sidoöverlappen var i detta försök onitad.

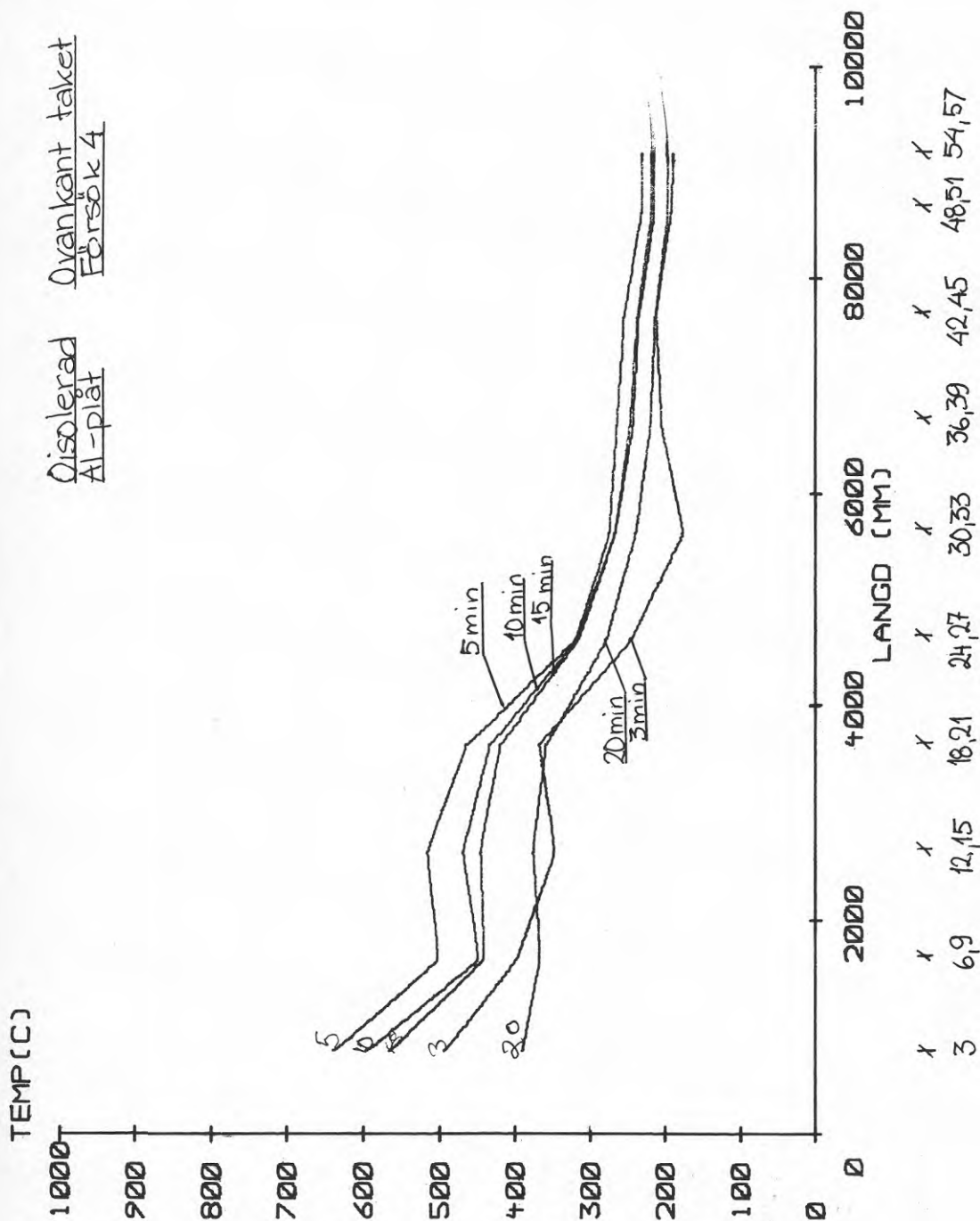






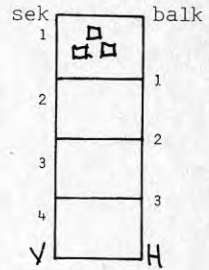
Disolerad
Al-plåt

Ovrankant taket
Försök 4



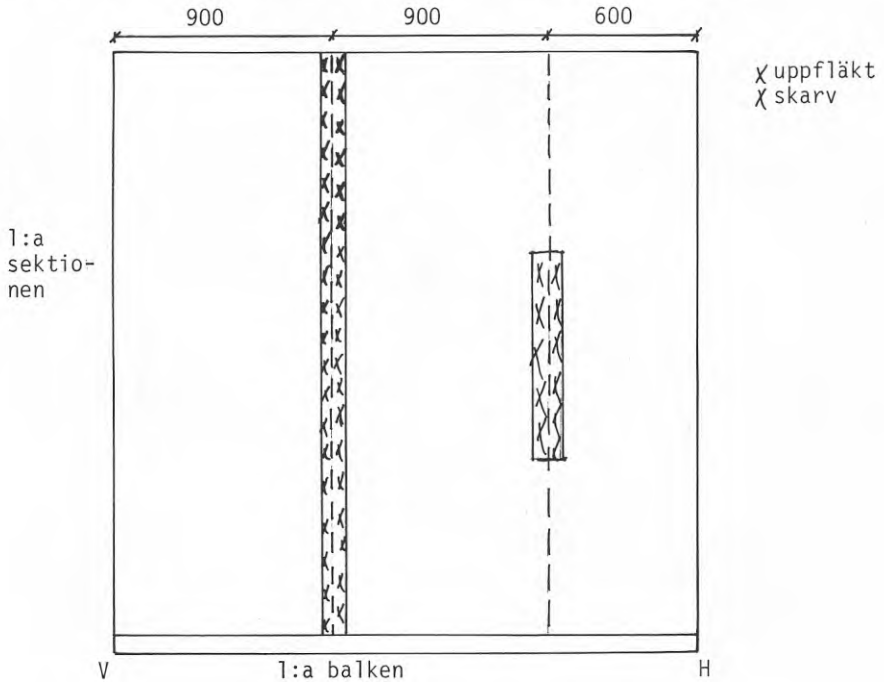
5.5 Försök nr 5Enkel oisolerad svartlackerad (insidan) aluminiumplåtBrandprovning den 21/3 kl.13.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 20 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 55 s En dov knall hördes och vänster längsgående skarv öppnade sig.
- 2 min 10 s I läge element 2-3 en sticklåga i vänster skarv.
- 2 min 15 s Färgen brann av i 1:a sektionen.
- 2 min 20 s Genombränning i 1:a sektionens längsgående vänster skarv.
- 3 min 00 s Genombränning i 1:a sektionens längsgående höger skarv.
- 3 min 05 s Plåten buktade tydligt.
- 4 min 05 s Elden nådde fram till 2:a balken. Färgen var nu helt borta t o m 2:a balken.
- 4 min 50 s Längsgående skarvarna i 2:a sektionen öppnade.
- 5 min 55 s Höger längsgående skarv i sek 3 öppnade.
- 7 min 10 s Lågorna koncentrerade till 1:a sektionen.
- 7 min 45 s Al-dropp
- 8 min 00 s Plåtfästningen längs huset hade släppt här och där.
- 9 min 20 s "Hålen" runt skarvarna syntes tydligt.
- 13 min 15 s Hålet i 1:a sektionen ca 10 cm brett.
- 14 min 20 s Mittstapeln föll.
- 15 min 00 s Fläktarna slogs av.
- 16 min 30 s Höger stapel föll.
- 18 min 30 s Elden begränsad inom första sektionen.
- 20 min 30 s Vänster stapel föll.



SkadebeskrivningOvanifrån

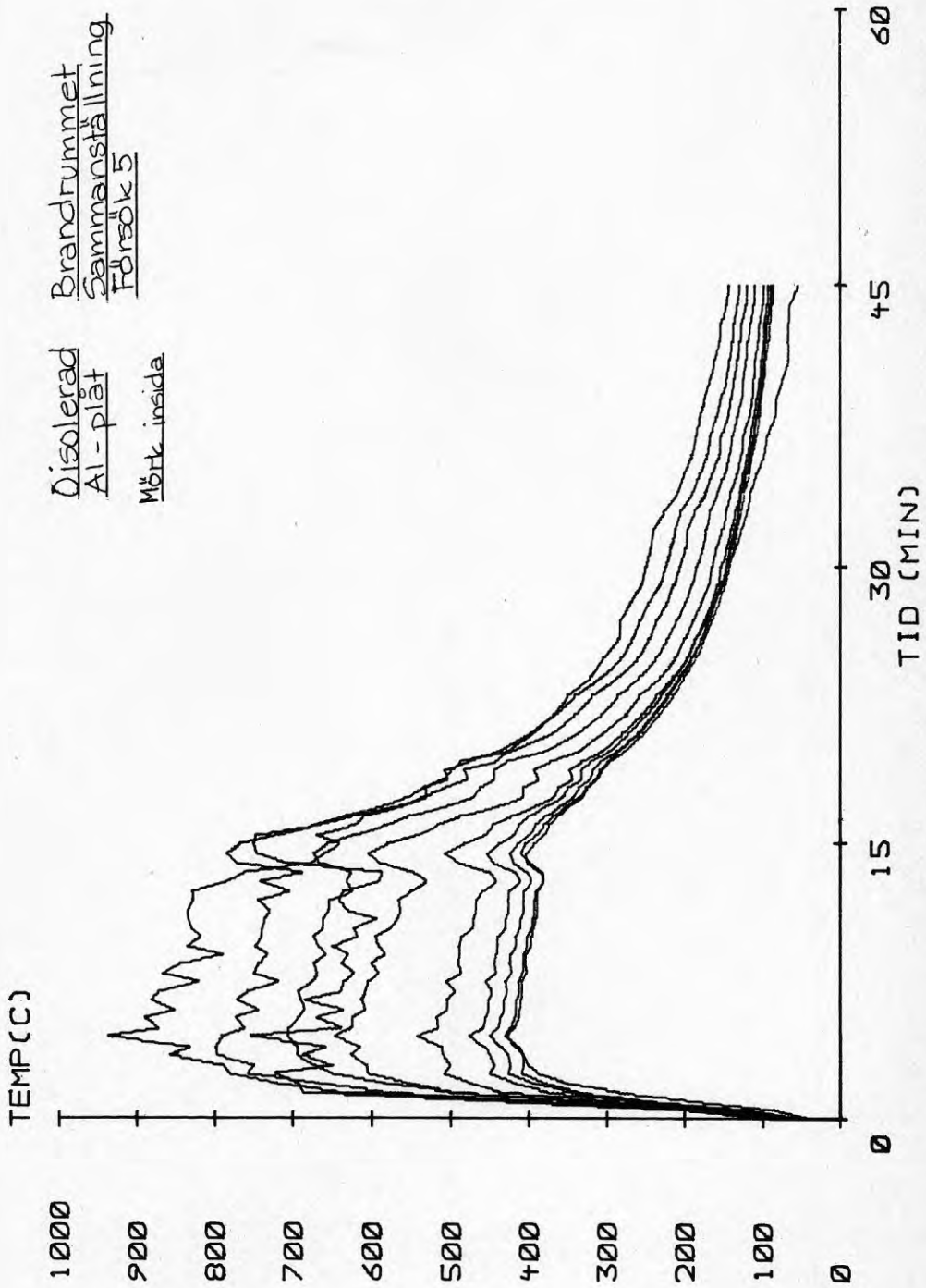
Inom första balksektionen var båda längsgående skarvarna uppfläktade. I andra balksektionen öppnade sig högerskarven i höjddled på grund av värmerörelser, uppskattningsvis ca 8-15 cm.

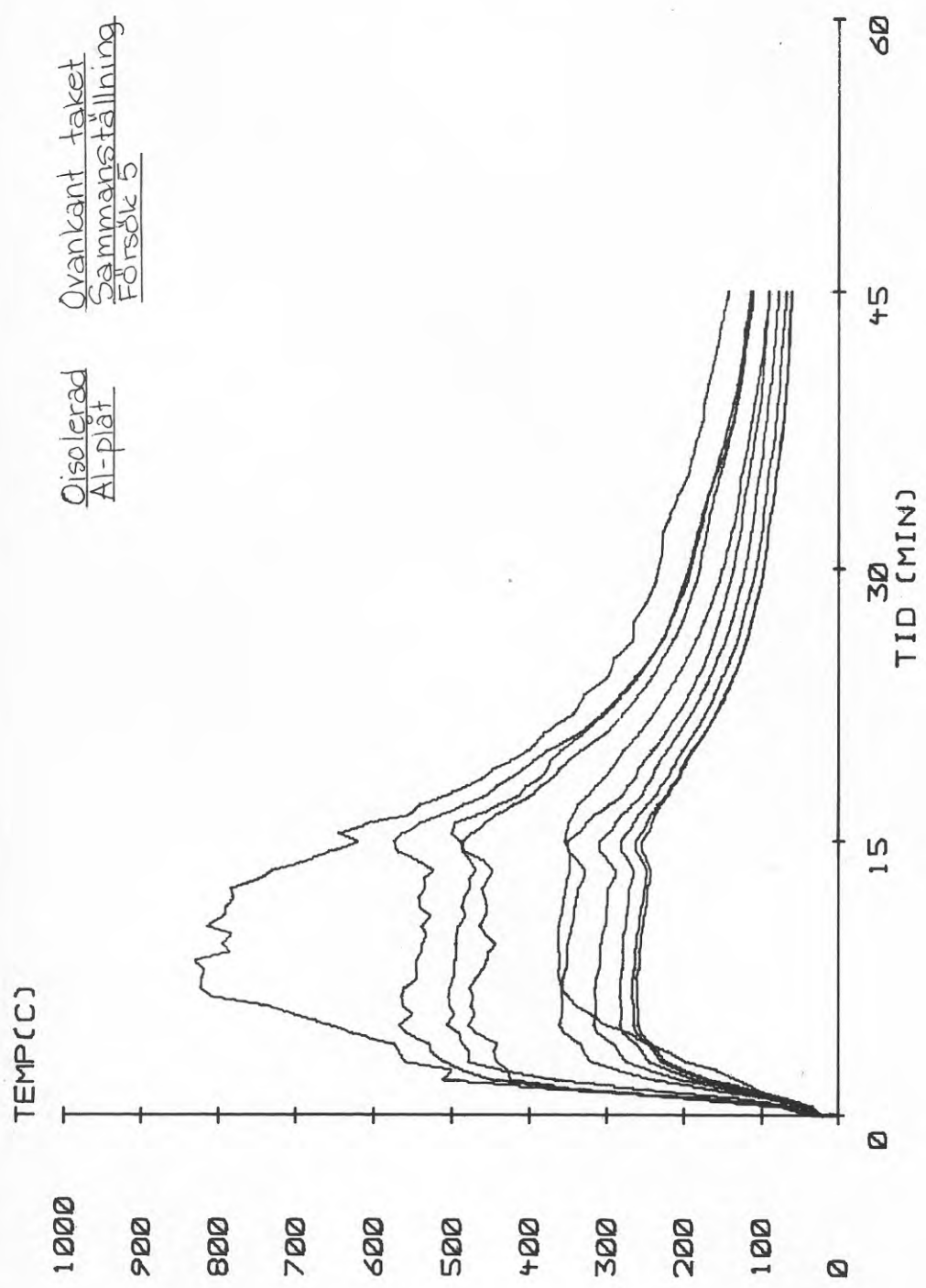


Något hål direkt ovanför eldkällan kunde inte konstateras.

Inifrån

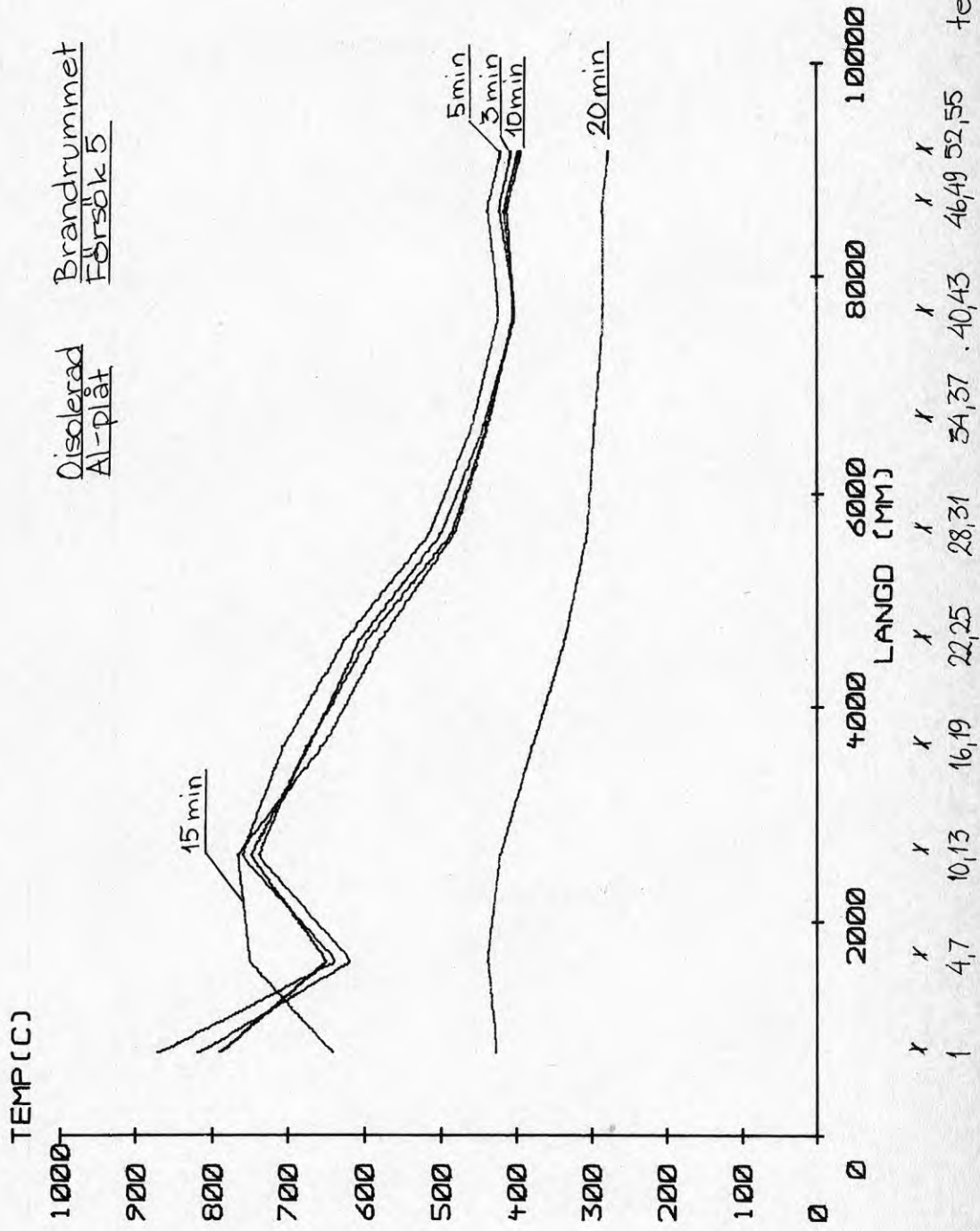
Längsgående skarvarna uppfläktade i första balksektionen. Den vänstra överlappsskarven var helt bortsmält. Höger överlappsskarv i det närmaste helt bortsmält. I andra balksektionen har plåten fläkt upp endast i höjddled, överlappsskarvarna var helt intakta.





Disolerad
Al-plåt

Brandrummet
Försök 5



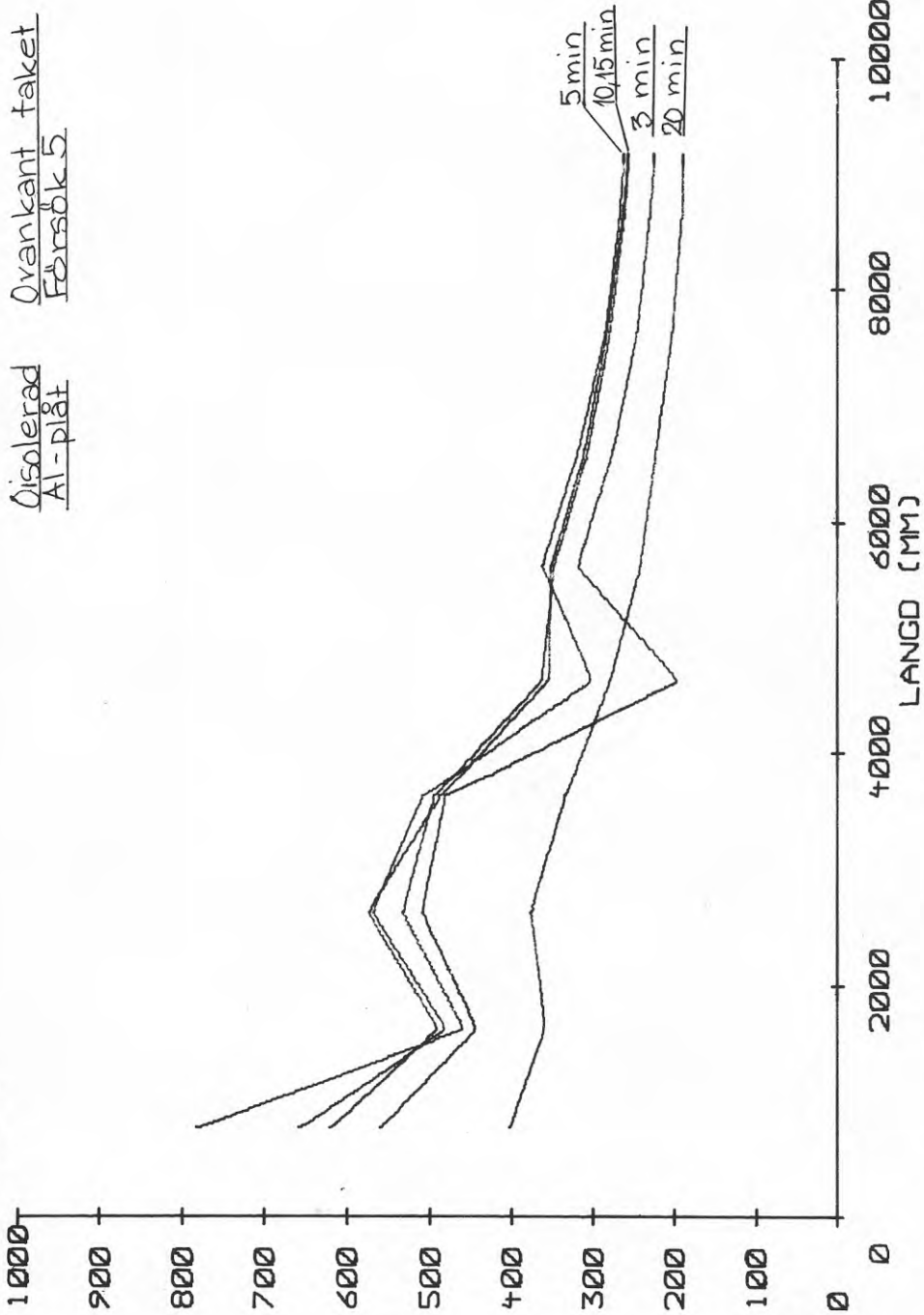
LANGD (MM)	5 min	3 min	10 min	15 min	20 min
0	4,7	10,13	16,19	22,25	28,31
2000	x	x	x	x	x
4000	x	x	x	x	x
6000	x	x	x	x	x
8000	x	x	x	x	x
10000	x	x	x	x	x

termoelement nr

Ovankant fakel
Försök 5

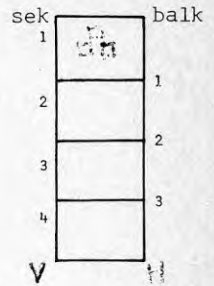
Isolerad
Al-plåt

TEMP (C)



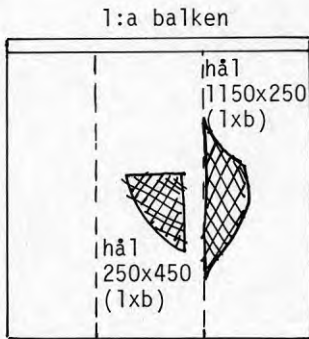
3 x 6,9 12,15 x 18,21 x 24,27 x 30,33 x 36,39 x 42,45 x 48,51 x 54,57 x

termoelement nr

5.6 Försök nr 6Dubbelt aluminiumtak, isolering (12 + 9.5) cm Rockwool 331Brandprovning den 23/3 kl. 13.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 10 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 30 s Lågorna gick förbi 1:a balken.
- 2 min 10 s Plåten i första sektionen började bukta på insidan.
- 2 min 30 s Al-dropp.
- 2 min 50 s Undre Al-plåten hade smält undan och första isoleringsskiktet började ramla ned.
- 3 min 05 s Elden gick in i andra sektionen, fast eld i höger skarv.
- 3 min 15 s Första isoleringsskiktet ramlade ned (mitt ovanför bälarna).
- 3 min 20 s Al-plåten helt bortsmält i första sektionen.
- 3 min 45 s Lågorna koncentrerade till andra sektionen.
- 4 min 45 s Elden gick in i tredje sektionen fast eld i höger skarv.
- 5 min 25 s Rökutveckling längs takets utsida.
- 6 min 00 s Andra sektionens innerplåt var helt bortsmält. Första isoleringsskiktet i denna sektion började ramla ned.
- 6 min 45 s Andra isoleringsskiktet i första sektionen släppte och började ramla ned.
- 7 min 20 s Sticklågor syntes på höger utsida ovanför läge element 25-26.
- 8 min 40 s Isoleringen över bälarna släppte helt. Yttre aluminiumplåten helt frilagd.
- 8 min 45 s Genombränning.
- 9 min 00 s Plåten "bucklade" runt genombränningshållet som nu syntes tydligt inifrån.
- 10 min 30 s Branden begränsad inom första sektionen.
- 12 min 30 s Hålet ovanför bälarna ökade något i storlek.
- 15 min 00 s Höger stapel föll.

- 17 min 20 s Elden helt koncentrerad inom första sektionen.
- 20 min 00 s Fläktarna slogs av.
- 21 min 40 s Mittstapeln föll.
- 24 min 05 s Svag rökutveckling längs hela taket.
- 25 min 25 s Vänster stapel föll.

SkadebeskrivningYtterplåten (mot det fria)

Sek. 1

Plåten var i övrigt tydligt "bubblig" inom första och andra sektionen. Tredje och fjärde sektionen var helt intakta.

Ytterplåten (mot pappskiktet)

I första och andra sektionen var plåten sotig över hela ytan utom på en rektangulär yta runt genombränningshålet.

Vindspärren

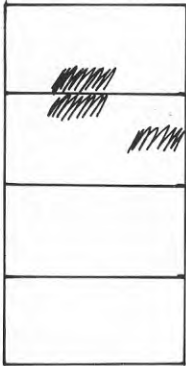
En pappvåd hade i förväg urlakats (24 timmar i vattenbad) och torkats. Denna våd lades i läge element 2-3 (tvärled). Pappen hade kolat vid brandcentrum (runt genombränningshålet) och låg i smala strimlor ca 10-15 cm breda runt ytterkanterna. Från och med mitten på andra sektionen och till provhusets slut var pappen helt intakt (ca 7 m).

Pappen var inte skör vid beröring och flagade inte.

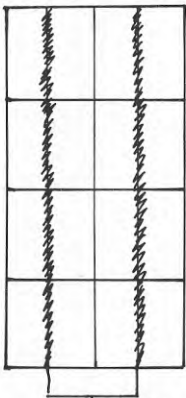
Det kunde inte heller konstateras någon skillnad mellan den i förväg urlakade våden och den torra på de rester som fanns kvar vid kanterna.

Vindspärr/isolering

lilla ventilationsöppningen

Endast några få ställen
av missfärgning2:a isoleringsskiktet (120 mm)/1:a isoleringsskiktet (95 mm)

lilla ventilationsöppningen



tydlig missfärgning

Det var inte något speciellt system på missfärgningen undantaget de längsgående skarvarna som uppvisade tydlig missfärgning

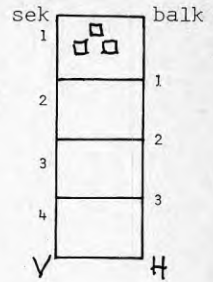
1:a isoleringsskiktet (95 mm)/plåten

Det var inte något speciellt system på missfärgningen undantaget de längsgående skarvarna som uppvisade tydlig missfärgning. I övrigt ett litet antal oregelbundna missfärgningar.

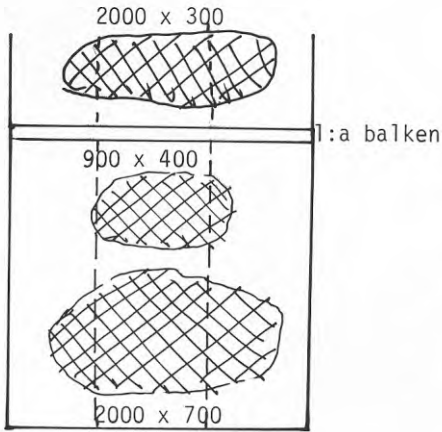
Plåten mot isoleringen

Samtliga profilbottnar var täckta av plastrester från uvetenfolien. I sektion 3 och 4 var det svårt att få loss isoleringen då plastfolien endast delvis smält.

I detta försök var datoren ur funktion varför några temperaturer inte kunde registreras.

5.7 Försök nr 7Dubbelt aluminiumtak, isolering (10+12)cm Gullfiber 3024Brandprovning den 28/3 kl.13.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 00 s Kraftig rökutveckling inifrån huset som delvis stoppades av flamskärmen.
- 1 min 10 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 40 s Elden gick in i andra sektionen.
- 1 min 55 s En "smäll" hördes.
- 2 min 10 s Al-dropp, innerplåten smälte undan.
- 2 min 30 s Kraftig eld i andra sektionen.
- 2 min 45 s Rökutveckling längs hela taket.
- 3 min 05 s Isoleringen började ramla ned.
- 3 min 25 s Innerplåten i andra sektionen smälte undan.
- 3 min 50 s Isolering ramlade ned i ett skikt (omöjligt att avgöra vilket skikt det var).
- 4 min 10 s Kraftig rökutveckling längs hela taket.
- 4 min 35 s Båda skikten, isolering borta i första sektionen.
- 5 min 00 s Kraftigt hål i ytterplåten syntes inifrån.
- 5 min 50 s Fast eld i isoleringen runt hålet.
- 6 min 15 s Tredje sektionen började få synlig påverkan.
- 6 min 55 s Elden begränsad till första sektionen.
- 7 min 25 s Ihållande brand runt öppningshålet
- 9 min 45 s " " " "
- 10 min 35 s Rökutveckling längs takets båda sidor.
- 11 min 10 s Isoleringen i sektion 3 förbränd i den synliga öppningen.
- 14 min 20 s Elden hade slocknat runt hålet
- 15 min 20 s Höger stapel föll
- 15 min 30 s Fläktarna slogs av
- 16 min 50 s Ihållande rök längs V och H sida.
- 20 min 00 s Mitt stapeln föll.
- 25 min 30 s Vänster stapel föll.

SkadebeskrivningYtterplåten (mot det fria)

sek 1 (1xb)

Lilla ventilationsöppningen

Plåten var i övrigt tydligt "bubblig" inom första och andra sektionen. Tredje och fjärde sektionen var helt intakta.

Ytterplåten (mot pappskiktet)

I första, andra och tredje sektionen var plåten sotig över hela ytan utom på en rektangulär yta runt genombränningshållet.

Vindspärren

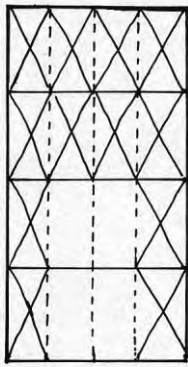
En pappvåd hade i förväg urlakats och torkats. Denna våd lades i längsled på höger sida räknat från "stora ventilationsöppningen". På de oskadade sektionerna kunde den urlakade sidan urskiljas endast genom ett något skrynkligare utseende. Pappen var inte skör vid beröring och flagade inte.

Vindspärr/isolering

Det kunde inte konstateras någon missfärgning så när som runt själva genombränningshålen.

2:a isoleringsskiktet (120 mm)/1:a isoleringsskiktet (100 mm)

lilla ventilationsöppningen



isoleringen helt genomkolnad

isoleringen kolnad till ca 50 mm djup

endast ytskiktet kolnat

endast ytskiktet kolnat

1:a isoleringsskiktet (100 mm)

lilla ventilationsöppningen



isoleringen helt genomkolnad

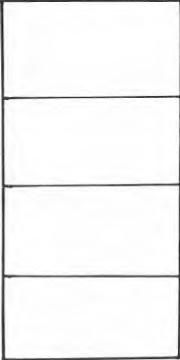
isoleringen helt genomkolnad

endast ytskiktet kolnat

endast ytskiktet kolnat

1:a isoleringsskiktet (100 mm)/plåten

lilla ventilationsöppningen

	isoleringen helt genomkolnad
	isoleringen helt genomkolnad
	kolnad till ca 30-50 mm:s djup
	kolnad till ca 30-50 mm:s djup

Plåten mot isoleringen

Samtliga profilbottnar var täckta av plastrester från uvetenfolien. Runt genombränningshålerna var plasten helt bortsmält.

Övrigt

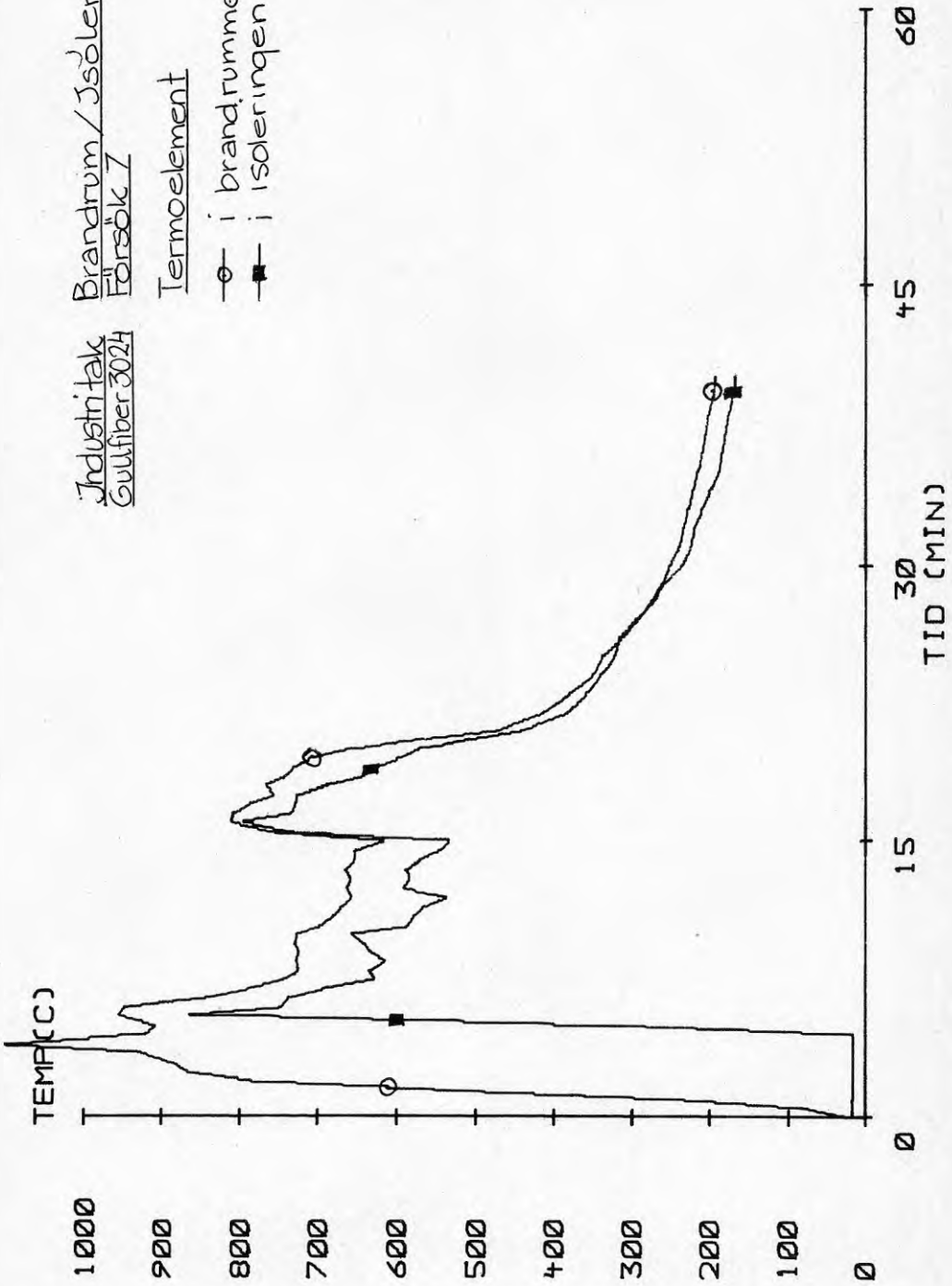
I sektion 1 och 2 var isoleringen borta utom runt kanterna. Sektion 3 hade liksom sektion 4 i det närmaste intakt isolering.

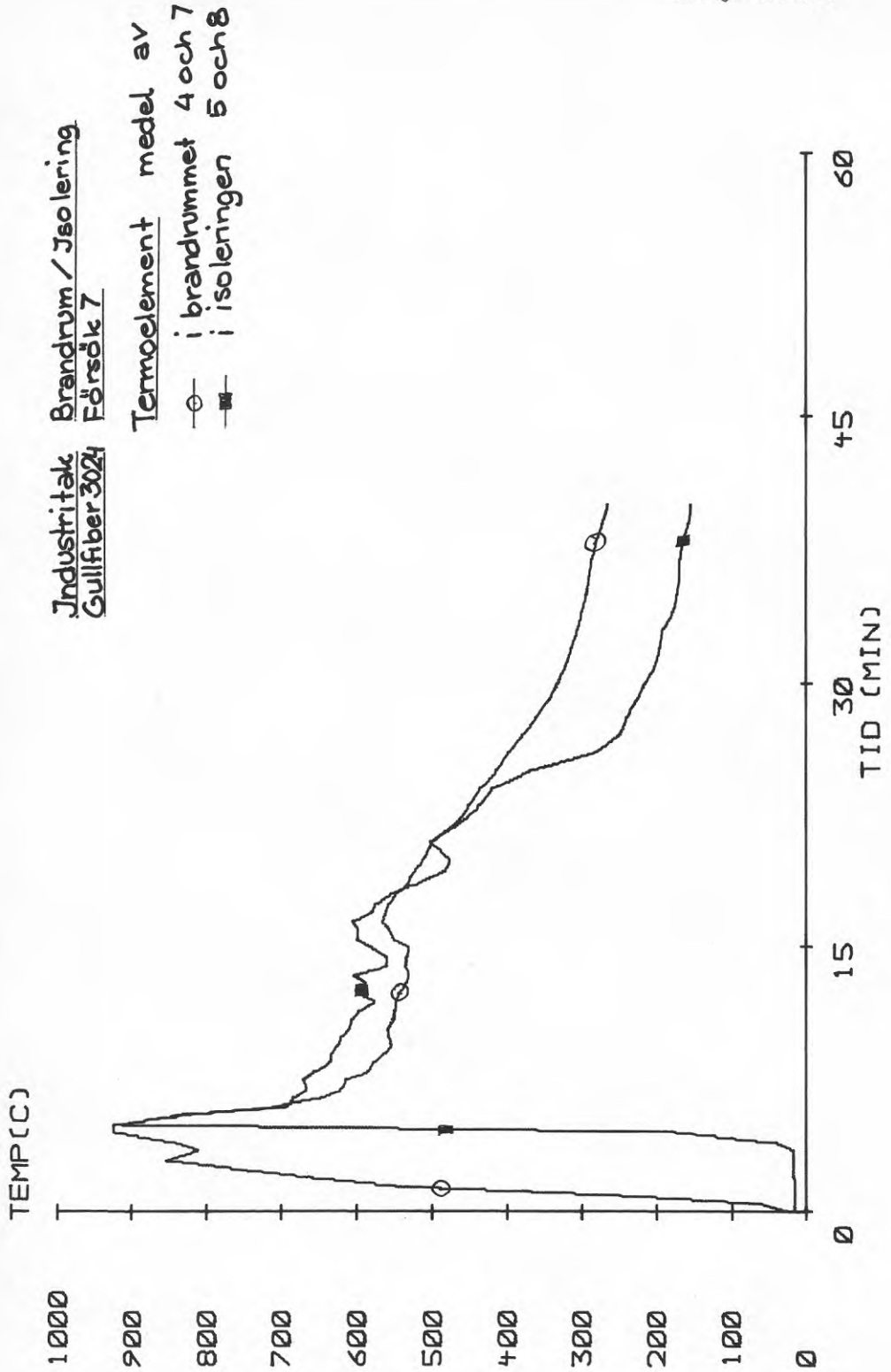
Brandrum / Isolering
Försök 7

Industritak
Gullfiber 3024

Termoelement

○ i brandrummet pkt 1
■ i isoleringen pkt 2



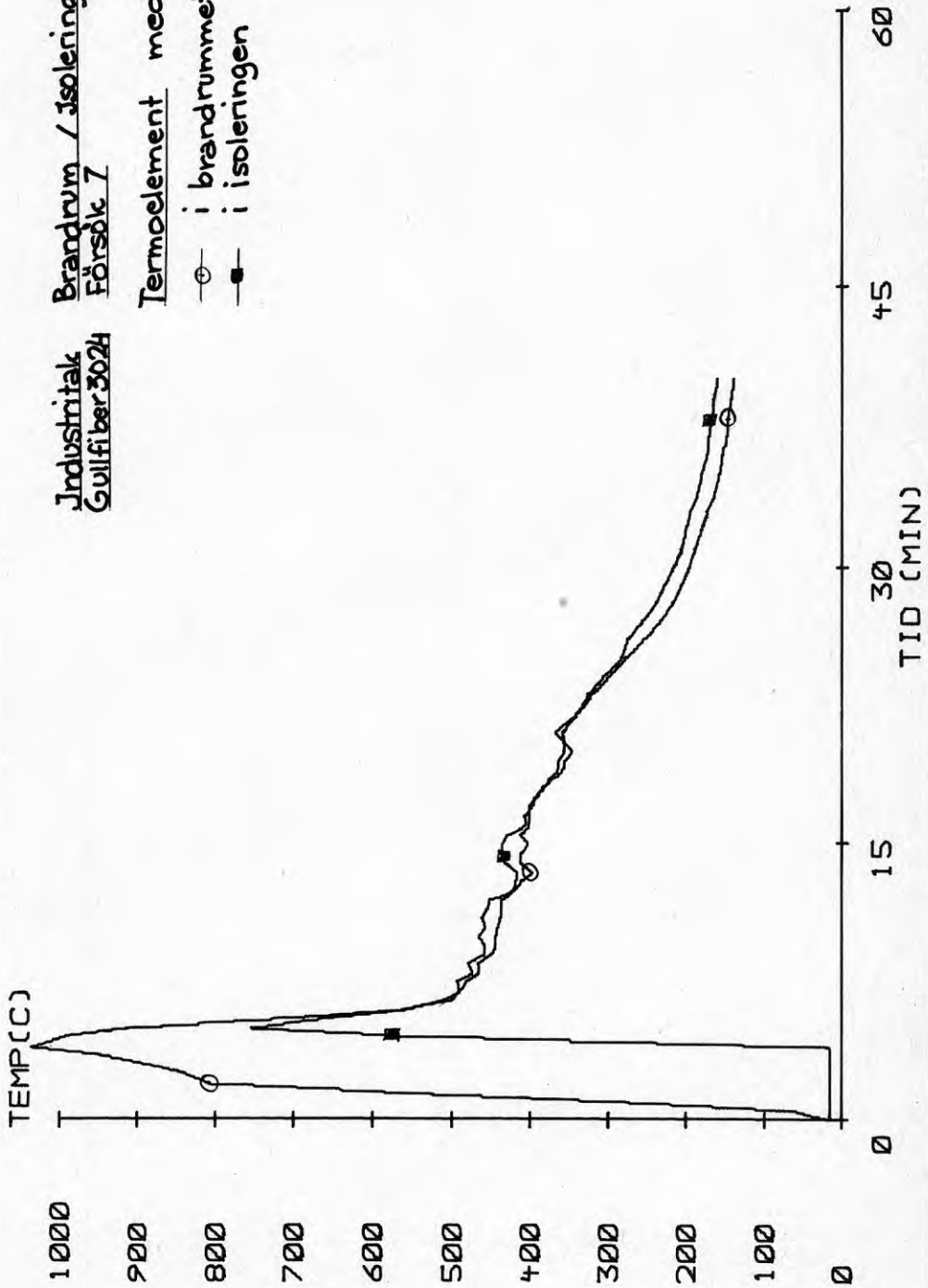


Brandrum / Isolering
Försök 7

Industritak
Gulffiber 3024

Termoelement medel av

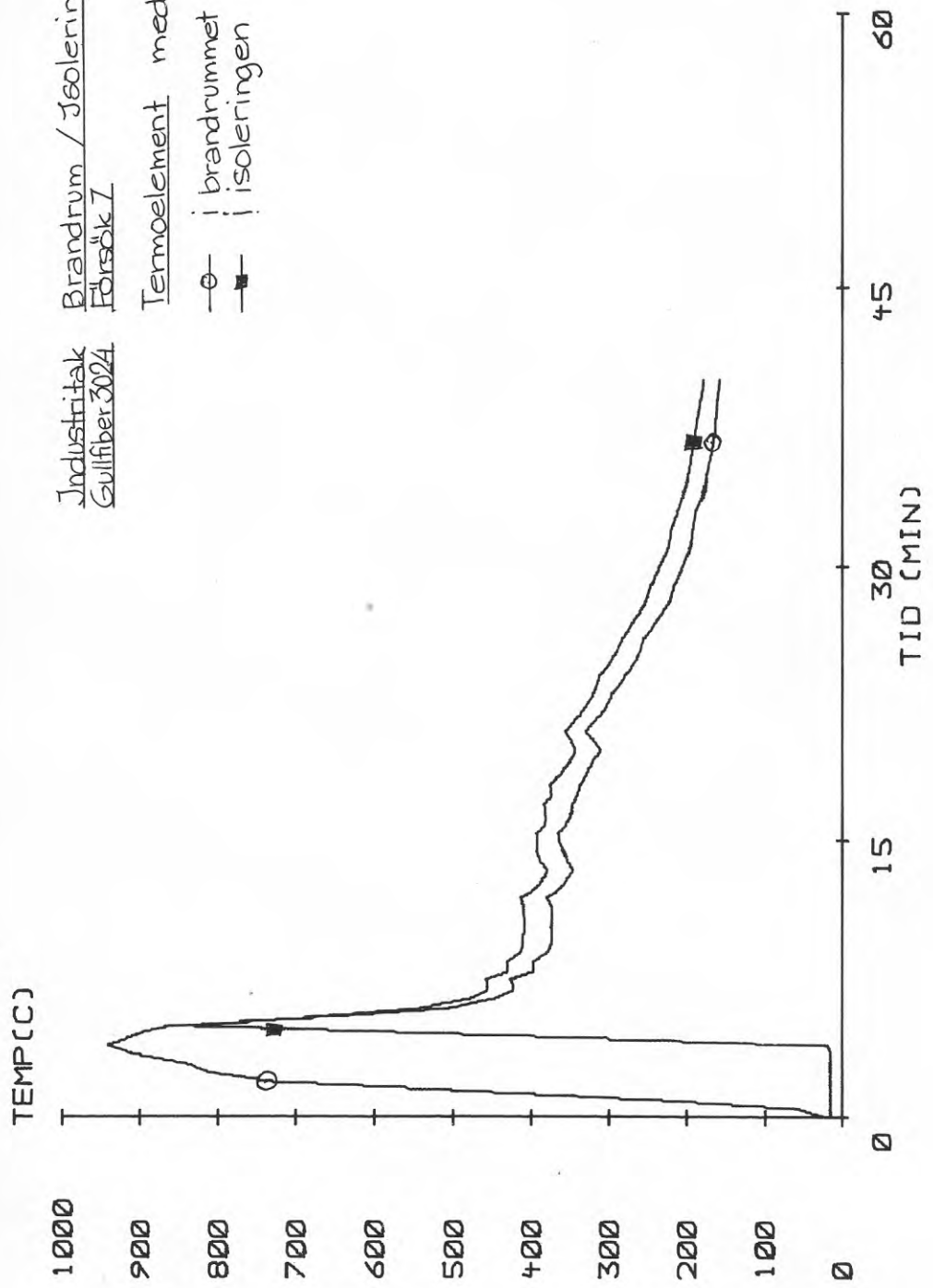
- i brandrummet 10 och 13
- i isoleringen 11 och 14



Industriitak
Gullfiber 3024

Brandrum / Isolering
Försök 7

Termoelement medel av
-○- brandrummet 16 och 19
-■- isoleringen 17 och 20

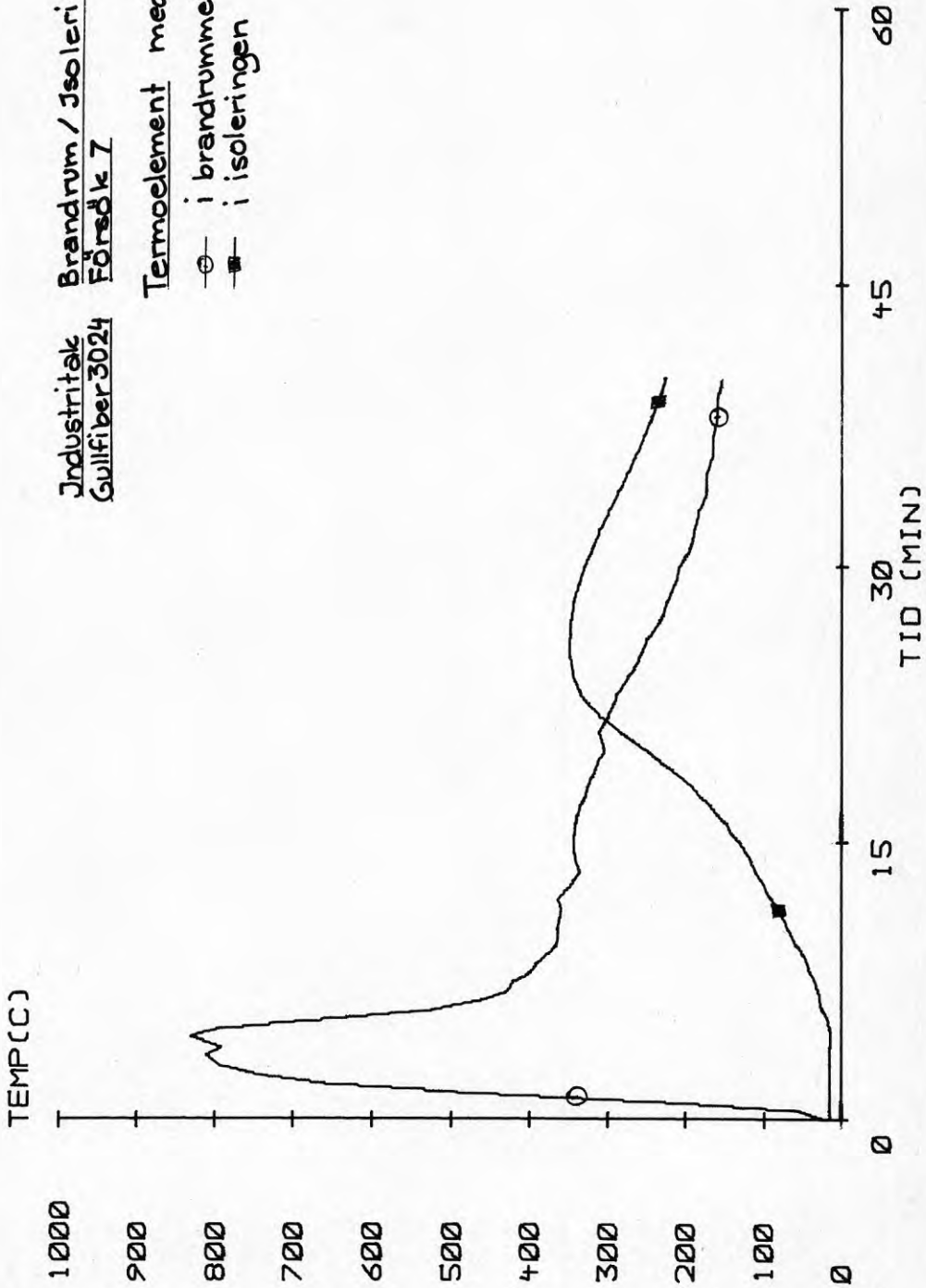


Industritak
Gullfiber 3024

Brändrum / Isolering
Försök 7

Termoelement medel av

- i brändrummet 22 och 25
- i isoleringen 23 och 26

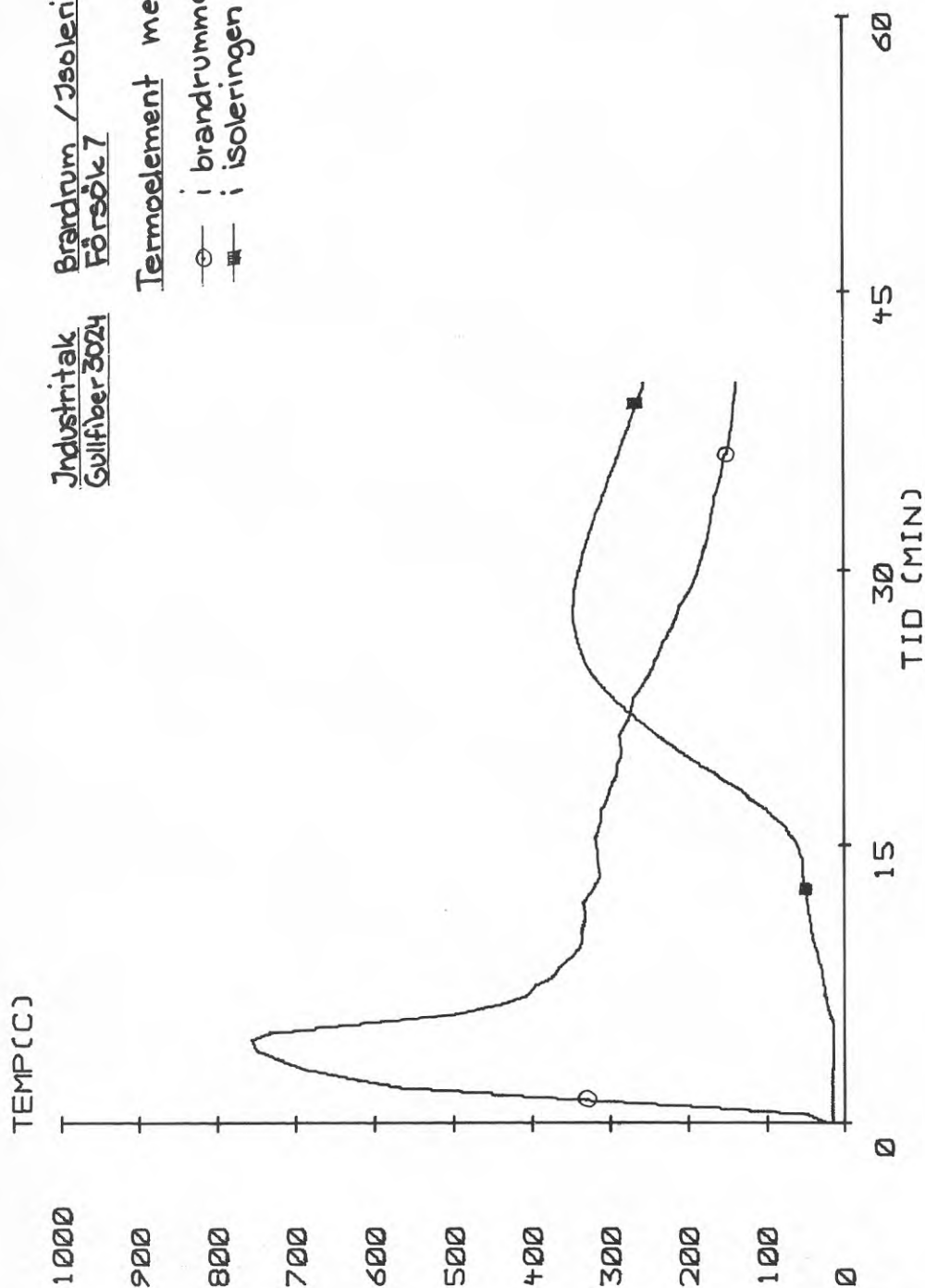


Brändrum / Isolering
Försök 7

Industritak
Gullfiber 3024

Termoelement medel av

- i brandrummet 28 och 31
- i isoleringen 29 och 32

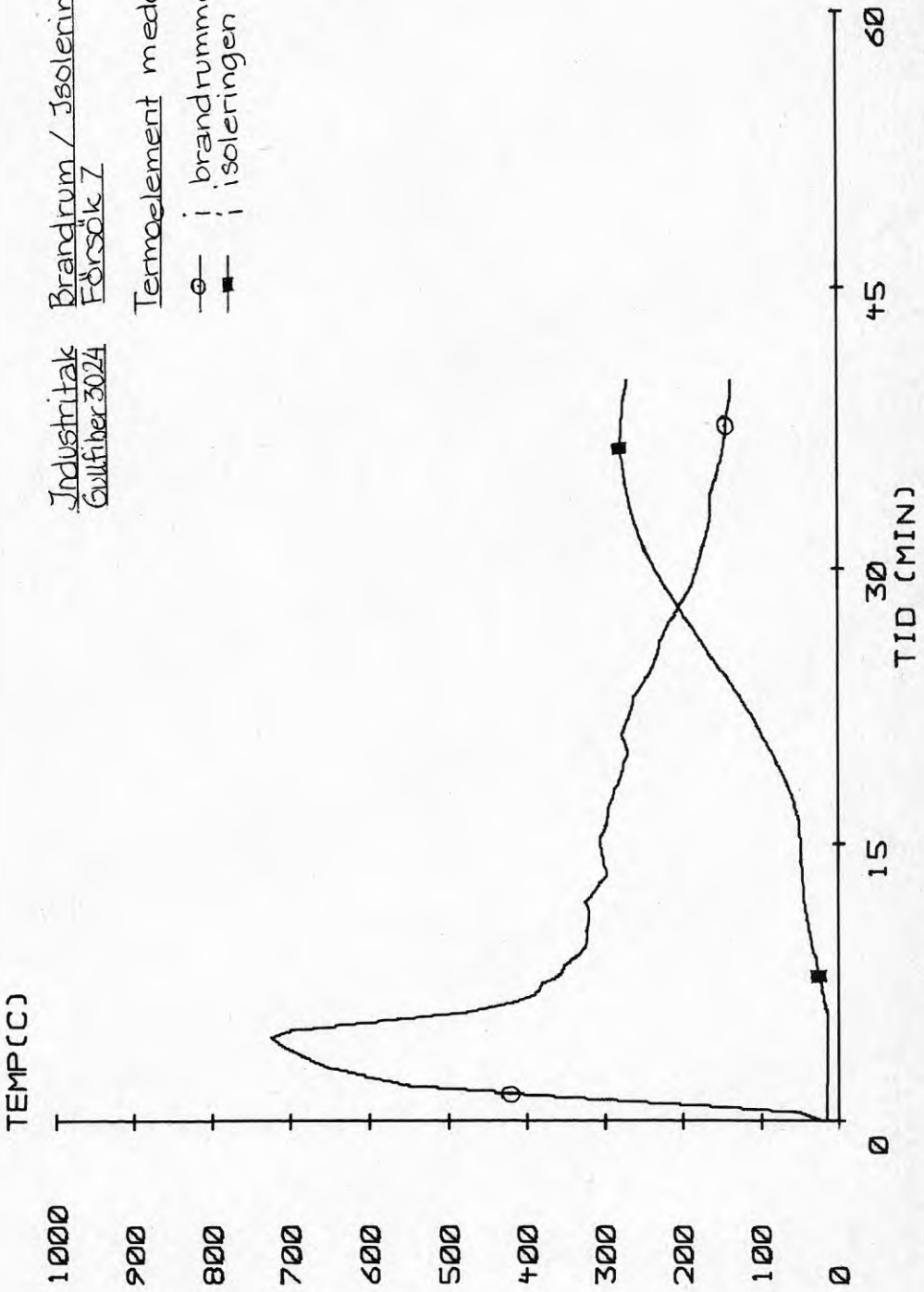


Brandrum / Isolering
Försök 7

Industritak
Gullfiber 3024

Termoelement medel av

- i brandrummet 34 och 37
- i isoleringen 35 och 38

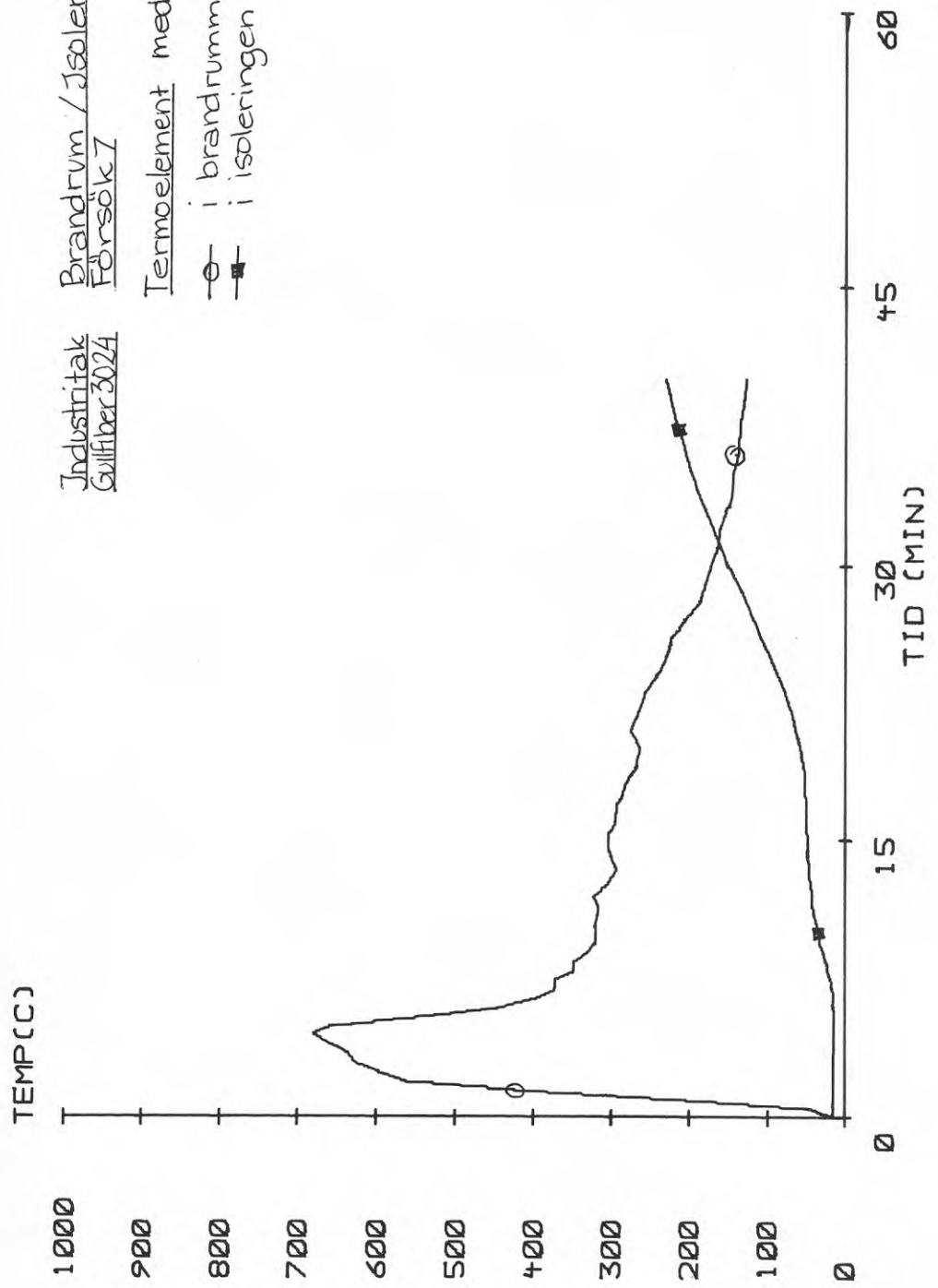


Brandrum / Isolering
Försök 7

Industritak
Gullfiber 3024

Termoelement medel av

- i brandrummet 40 och 43
- i isoleringen 41 och 44

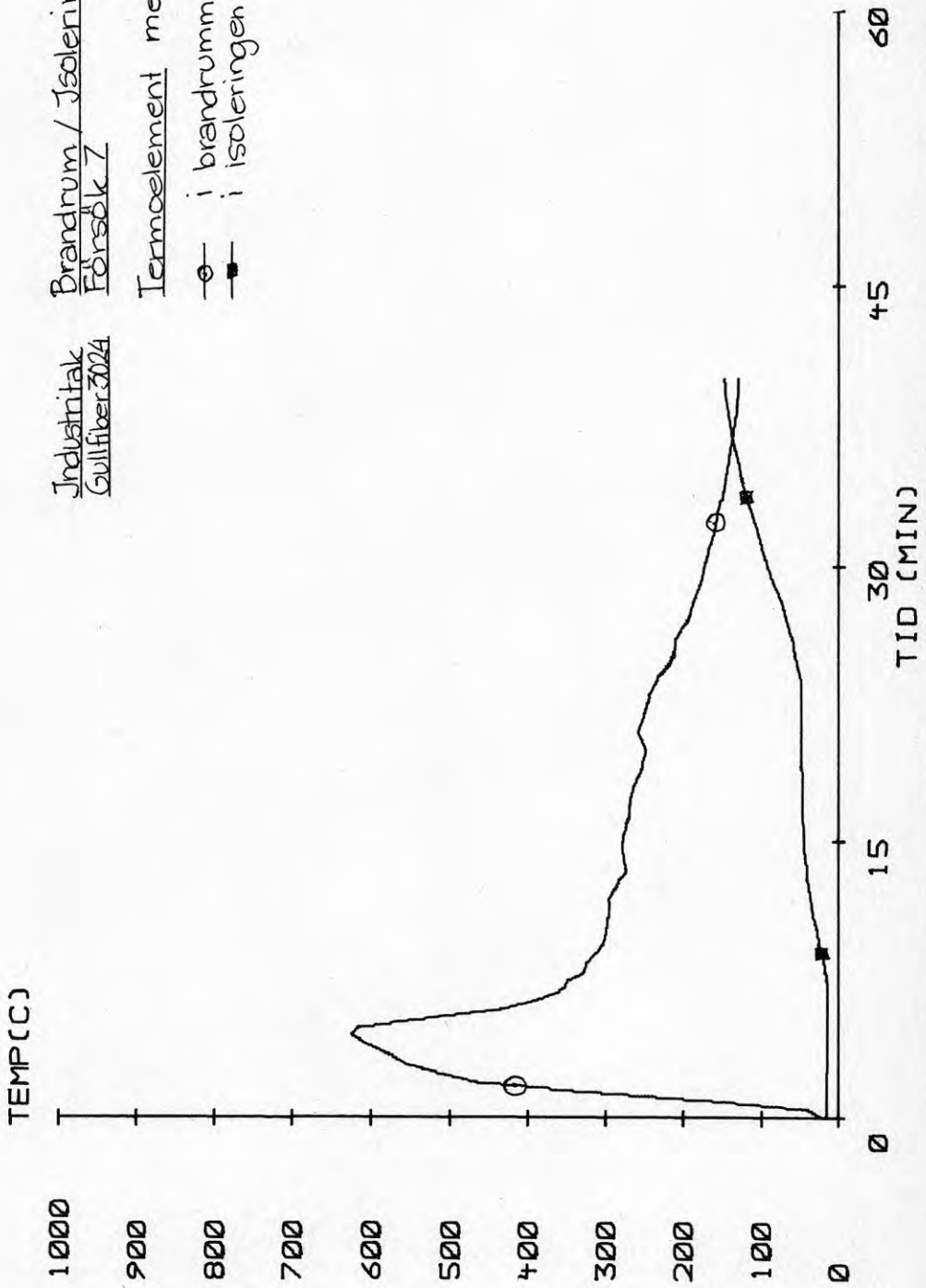


Brandrum / Isolering
Försök 7

Industrialk
Gullfiber 2024

Termoelement medel av

- i brandrummet 46 och 49
- i isoleringen 47 och 50

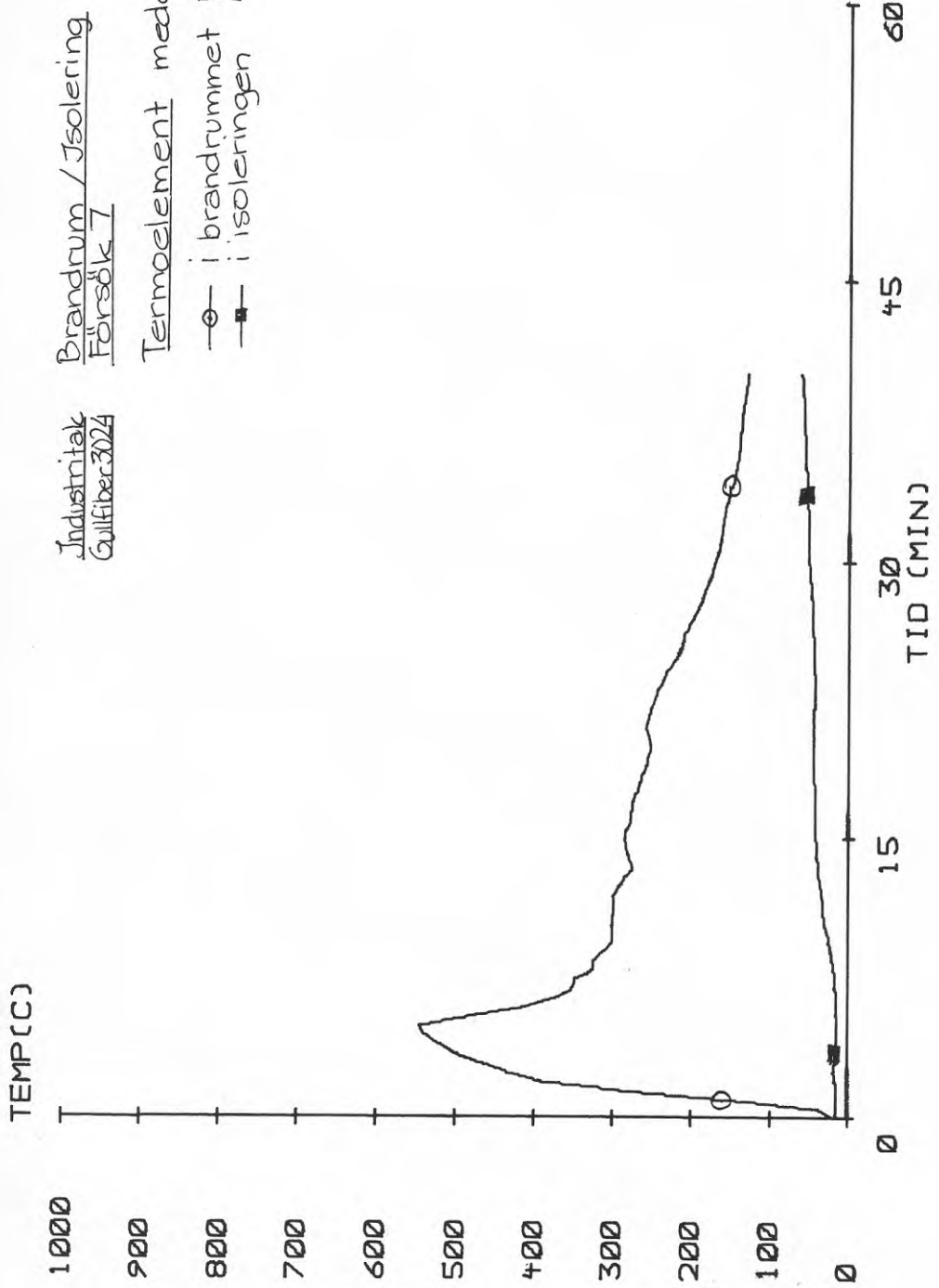


Brandrum / Isolering
Försök 7

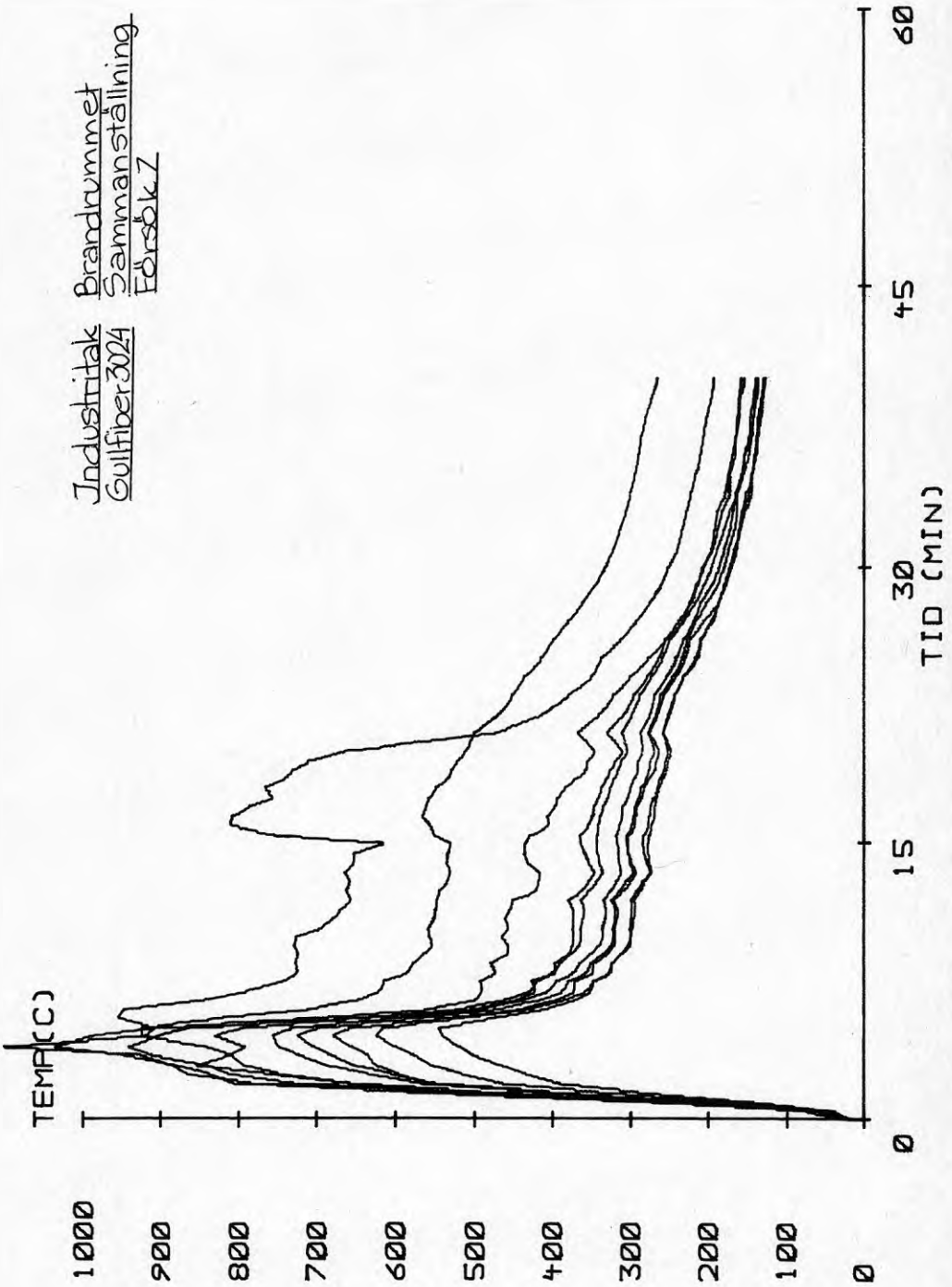
IndustriTek
Gullfiber 2024

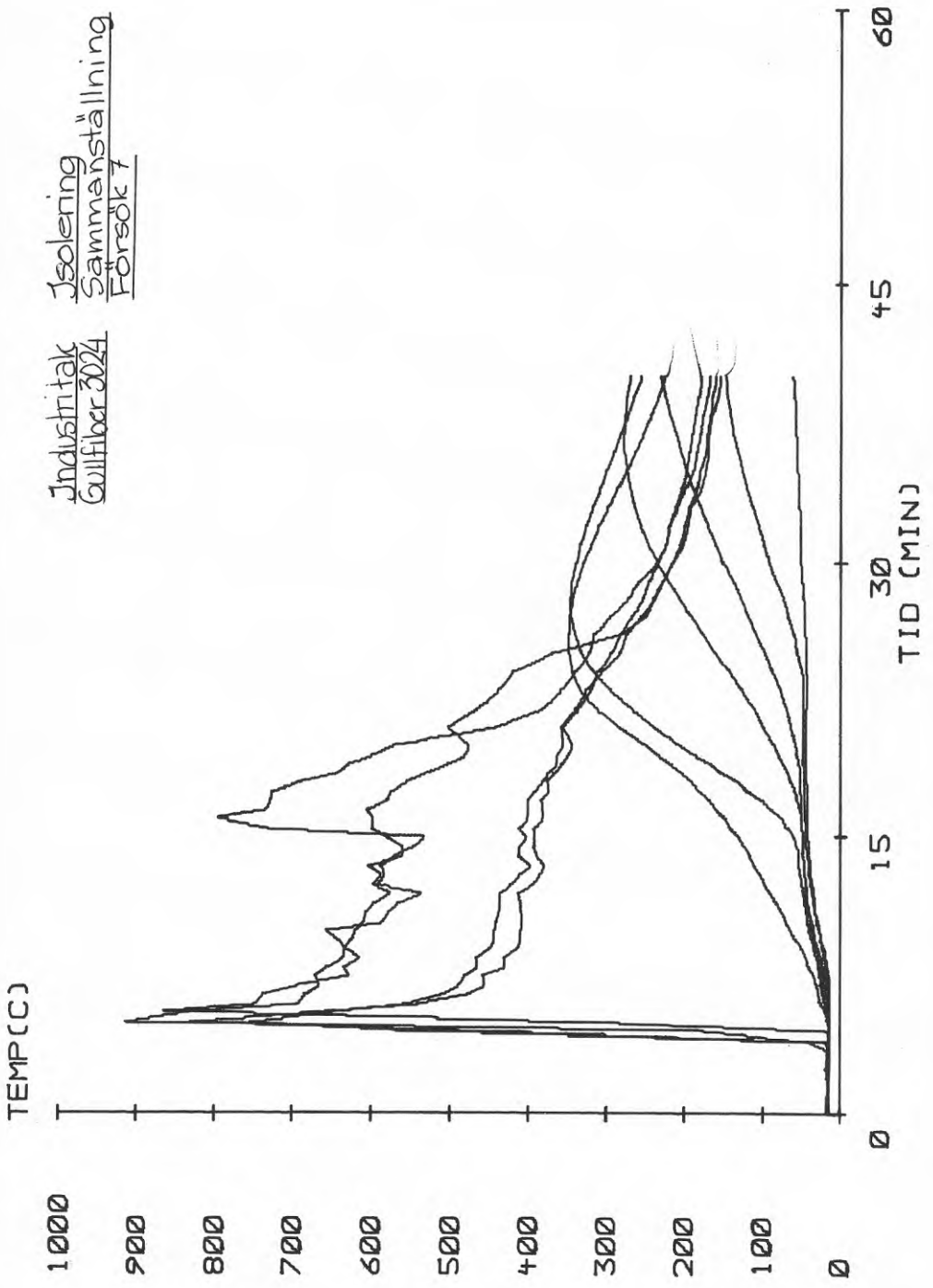
Termoelement medel av

- i brandrummet 52 och 55
- i isoleringen 53 och 56



IndustriTak
Gulfiber 3024
Brandrummet
Sammanställning
Försök 2





Industriak
Gullfiber 3024

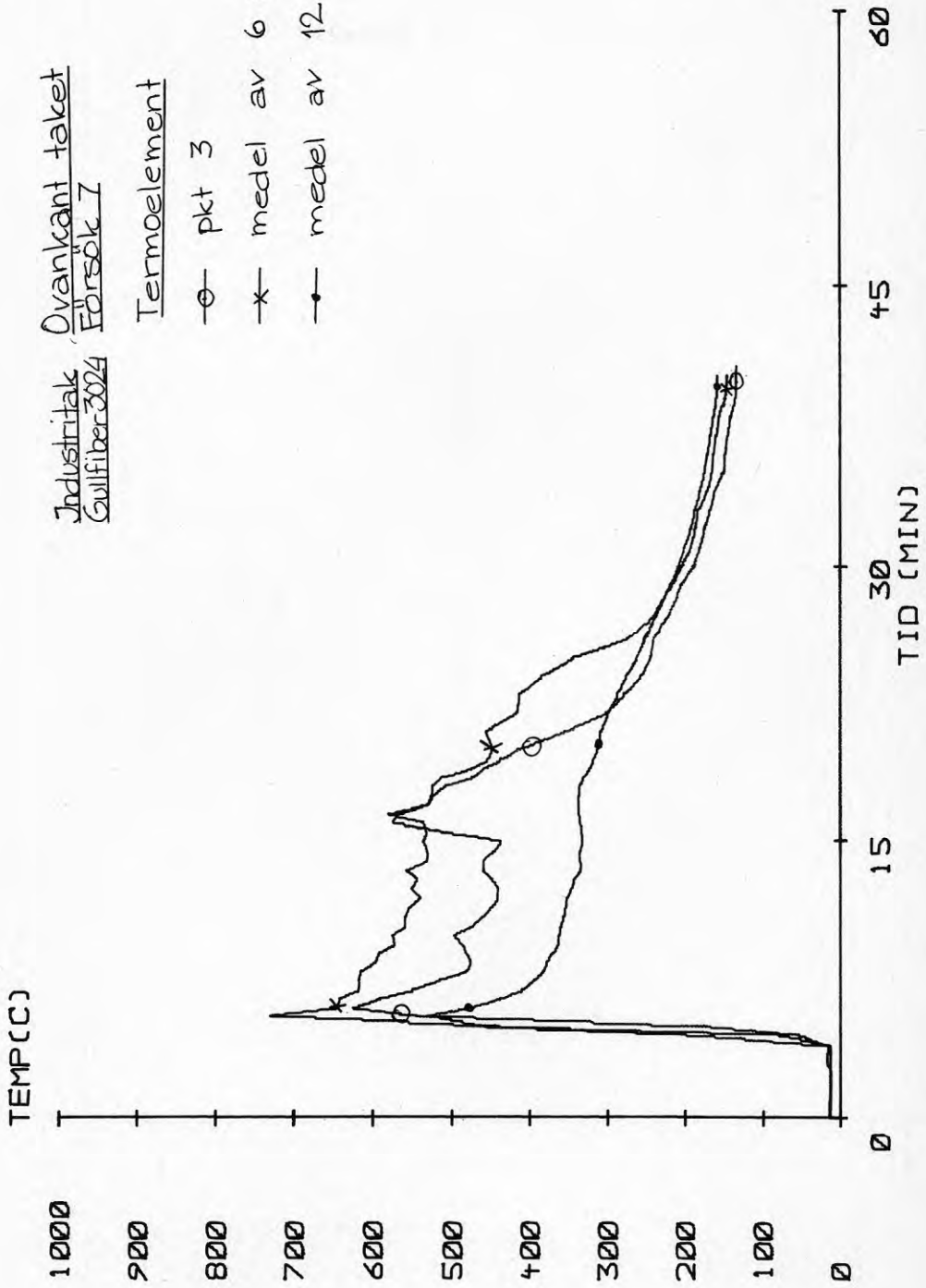
Ovankant taket
Försök 7

Termoelement

○ pkt 3

× medel av 6 och 9

● medel av 12 och 15

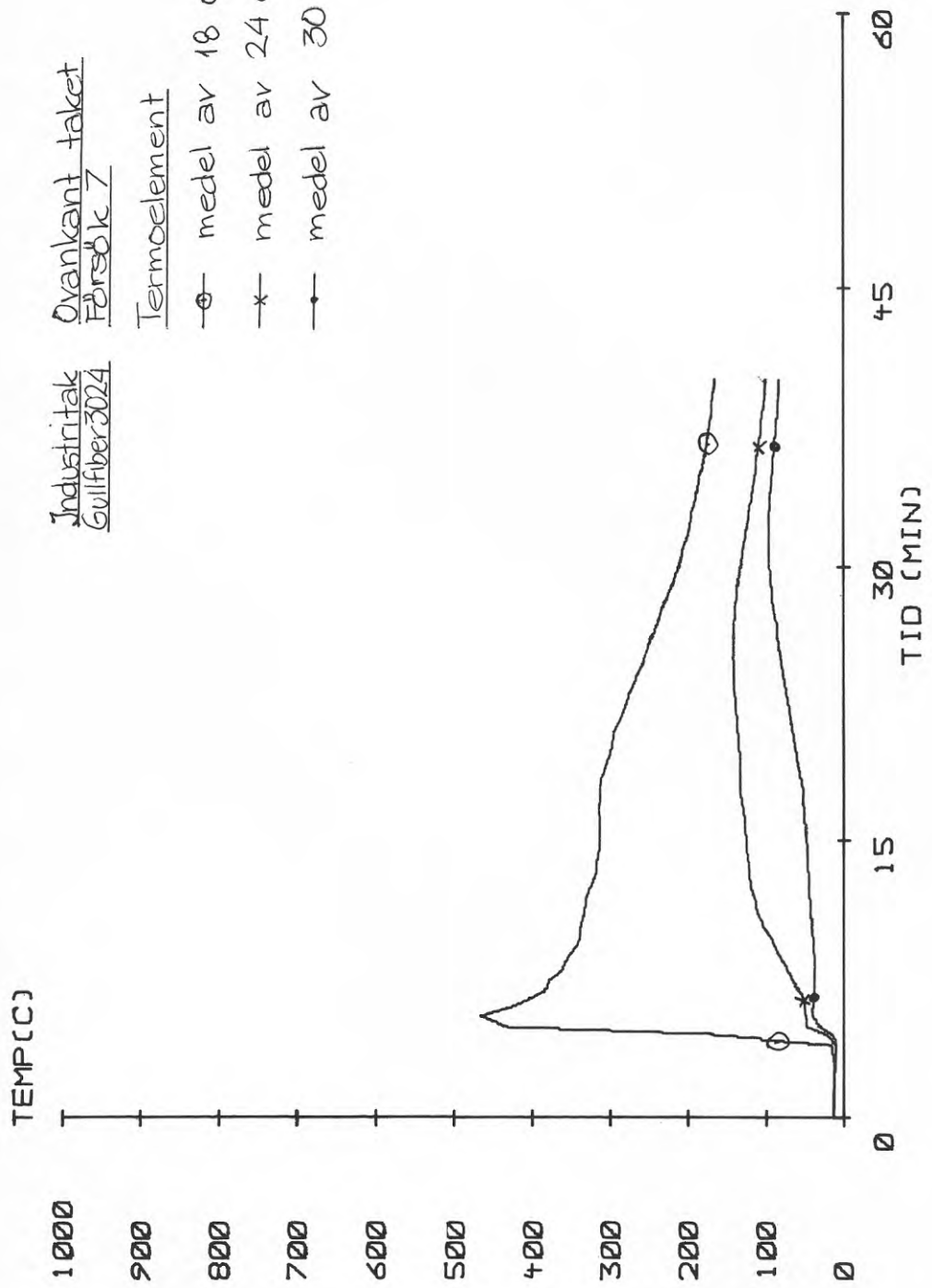


Industriitak
Gullfiber 3024

Ovankant taket
Försök 7

Termoelement

- medel av 18 och 21
- × medel av 24 och 27
- medel av 30 och 33



Industriitak
Gullfiber 3024

Övankant taket
Försök 7

Termoelement

- medel av 36 och 39
- × medel av 42 och 45
- medel av 48 och 51
- △ medel av 54 och 57

TEMP (C)

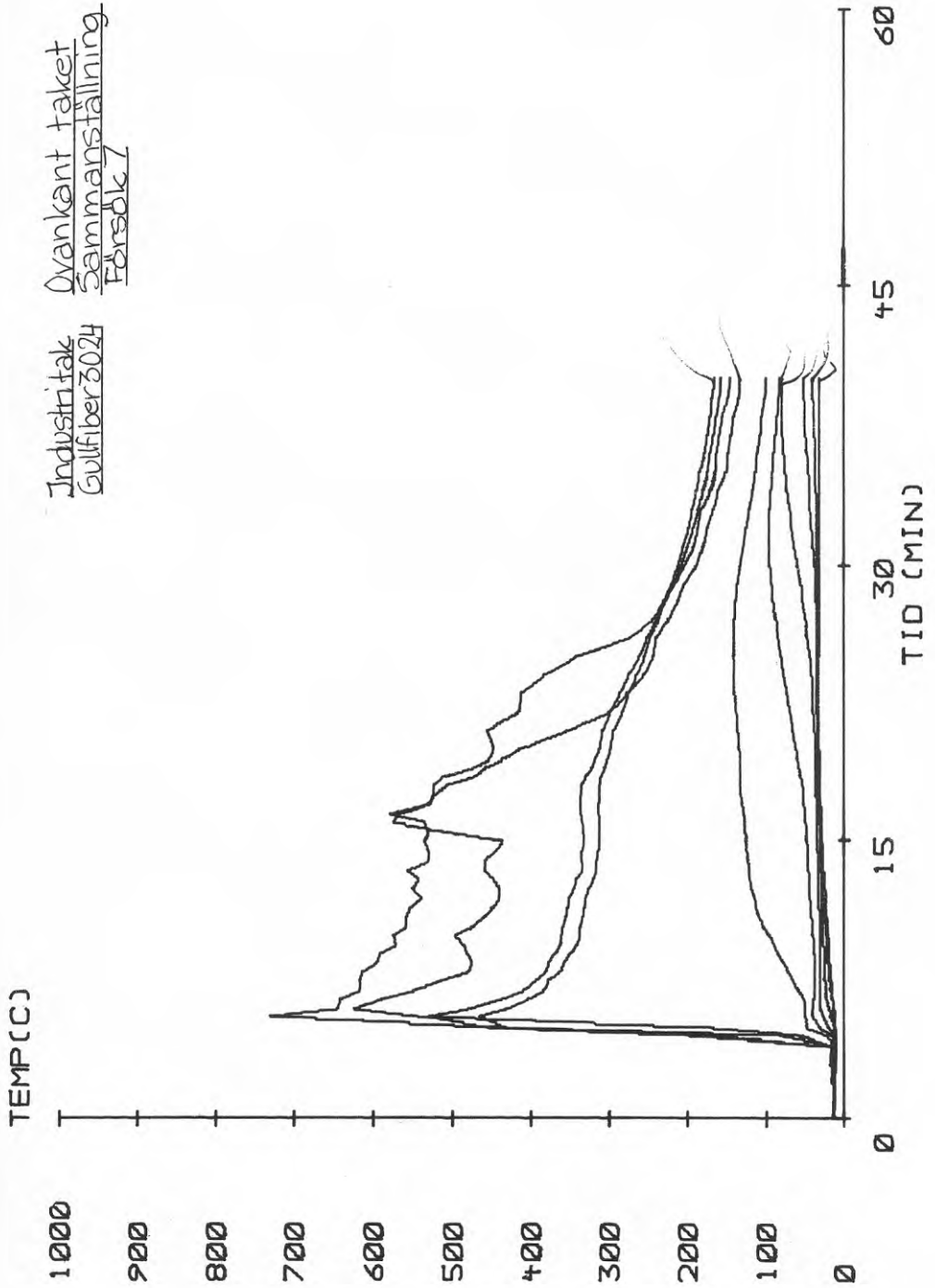
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0

0 15 30 45 60
TID (MIN)



Ovankant taket
Sammanställning
Försök 7

Industri Tak
Gulfiber 2024

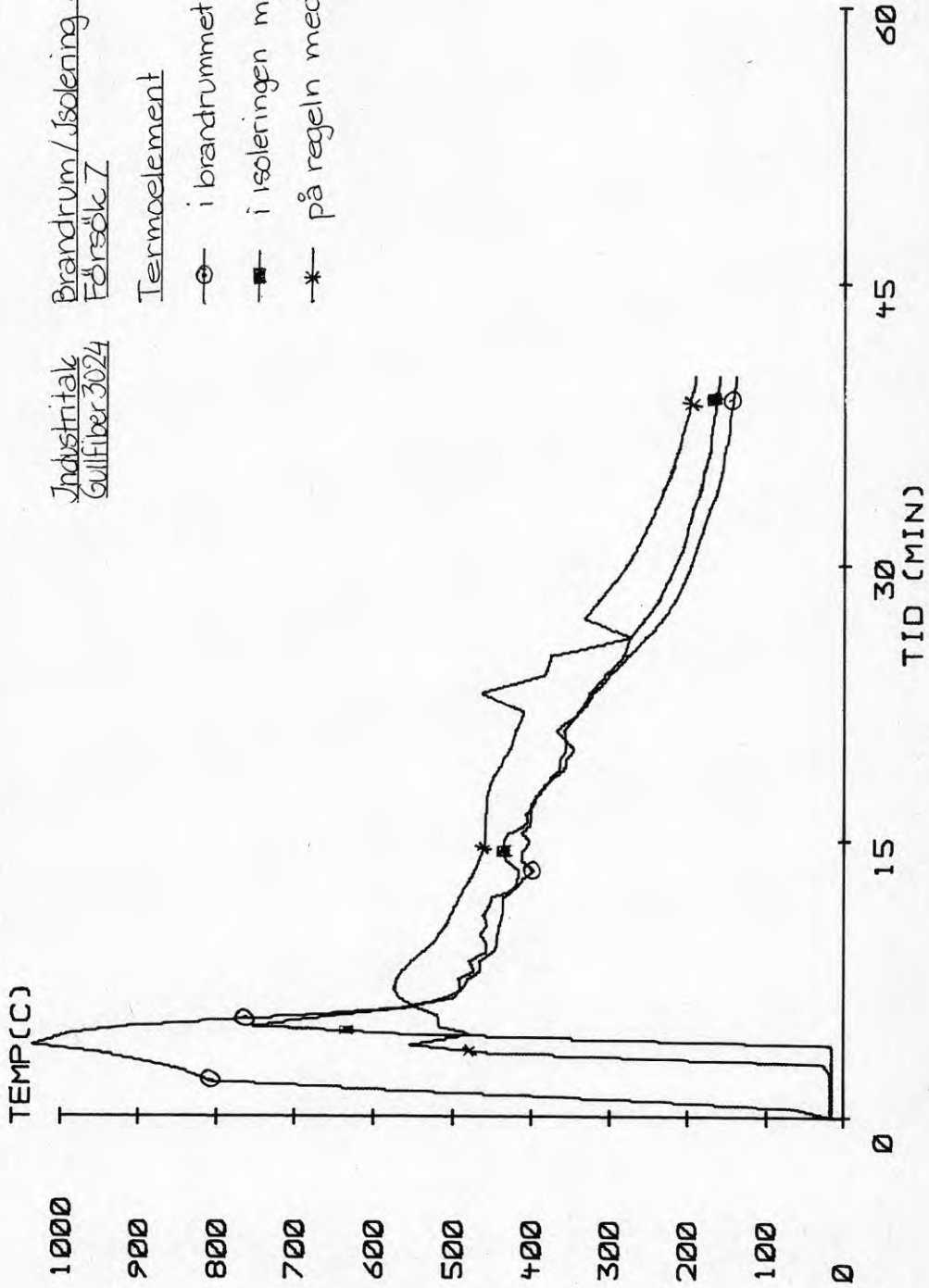


Industrialk
Gulfiber 3024

Brandrum / Isolering / Regel
Försök Z

Termoelement

- i brandrummet medel av 10.13
- i isoleringen medel av 11.0.14
- * på regeln medel av 62.0.63

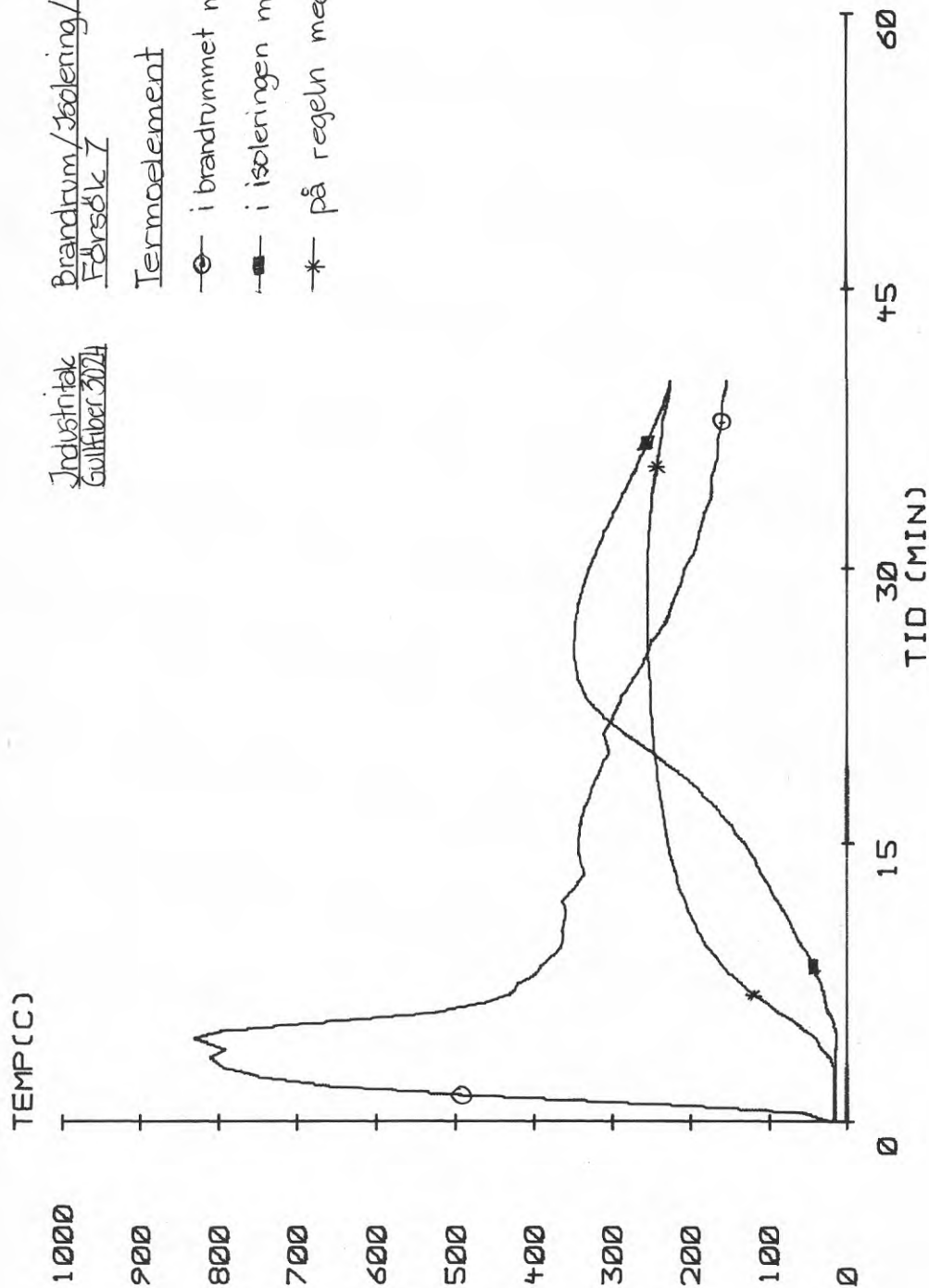


Industri
Gulffiber 2024

Brandrum/Isolering/Regel
Försök 7

Termoelement

- i brandrummet medel av 22 o 25
- i isoleringen medel av 23 o 26
- * på regeln medel av 64 o 65

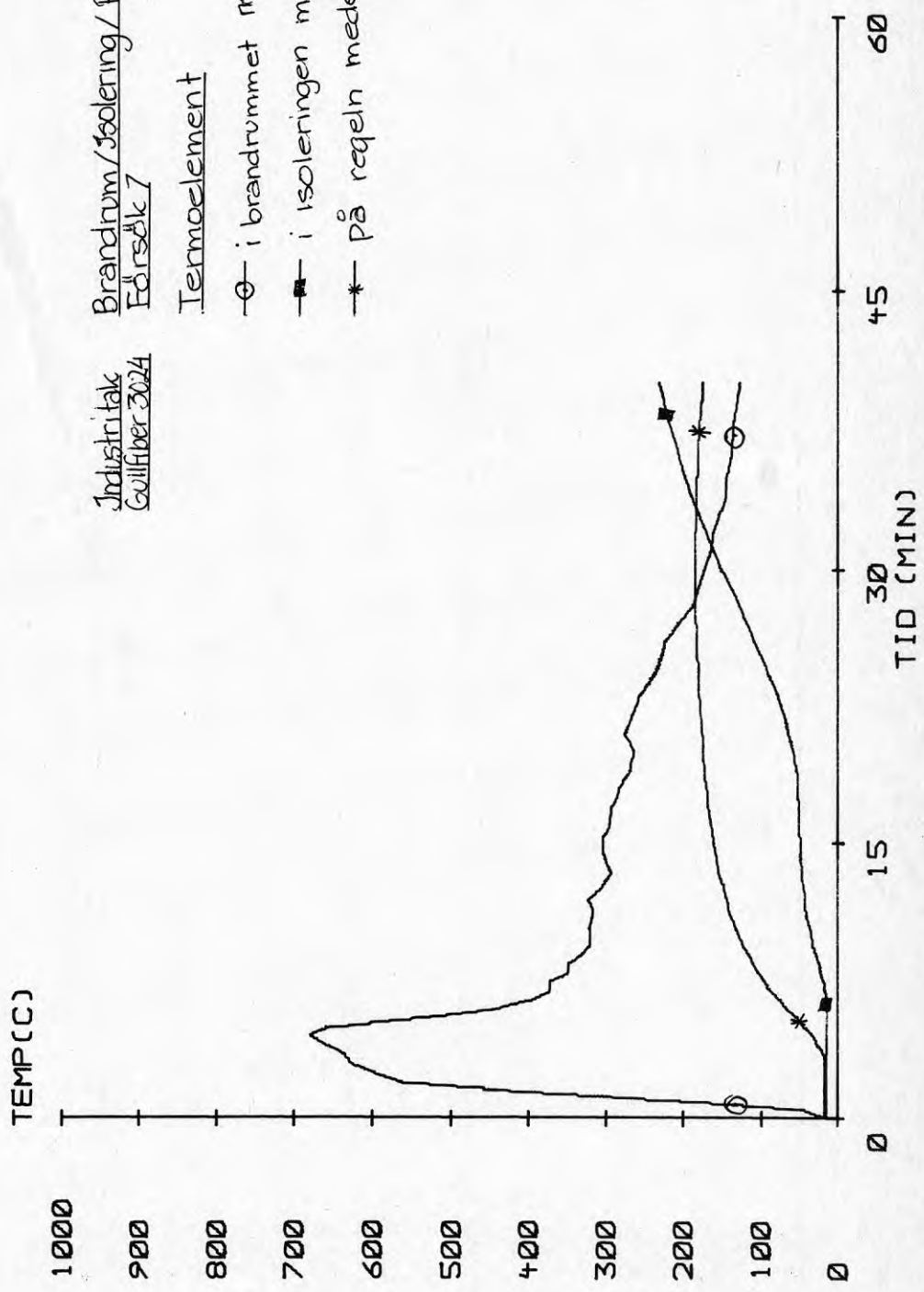


Industrialk
Gullfiber 3024

Brändrum/Isolering/Regel
Försök 7

Termoelement

- i brandrummet medel av 40043
- i isoleringen medel av 41044
- * på regeln medel av 66067

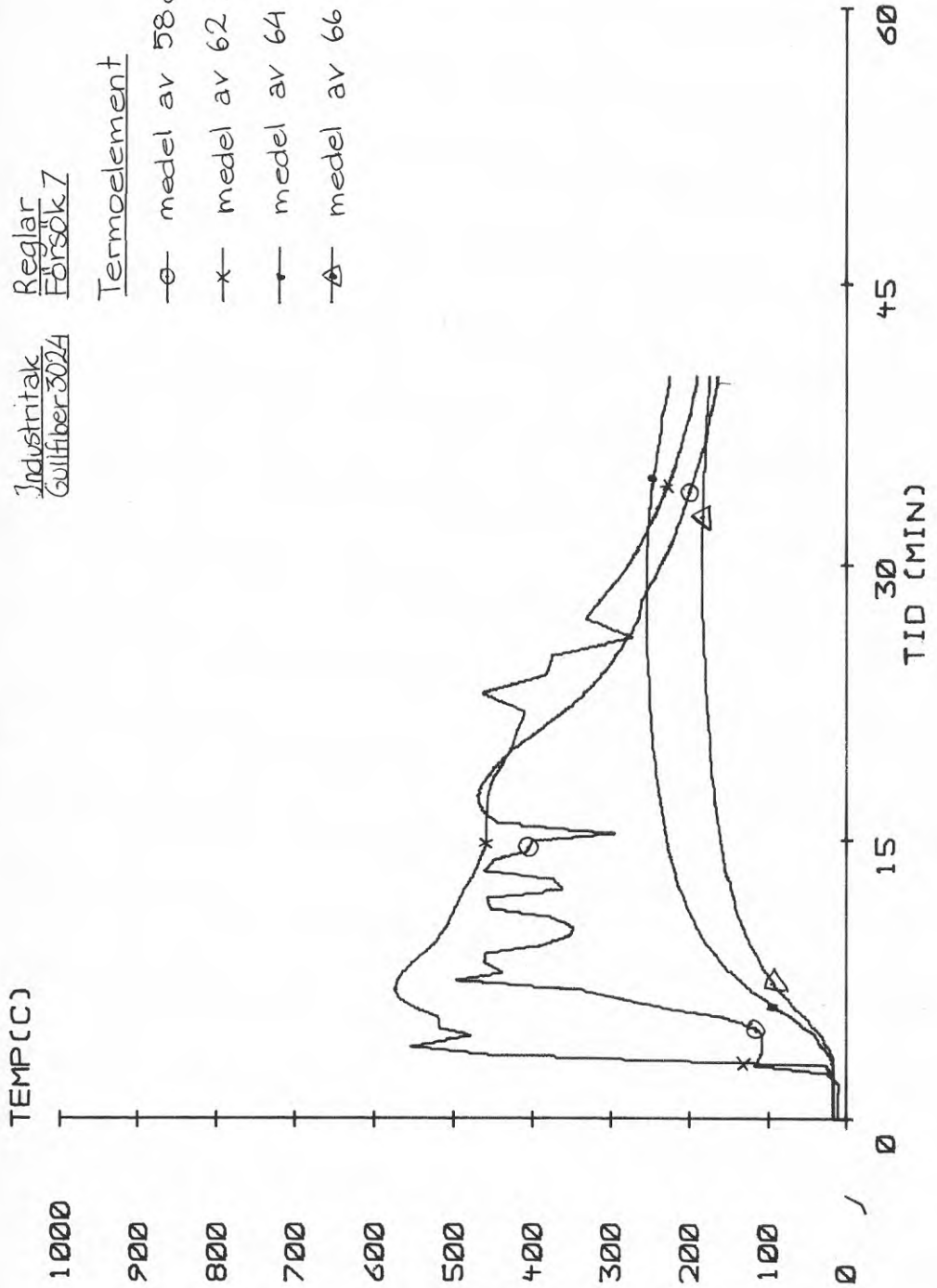


Industritak
Gullfiber 3024

Reglar
Försök 7

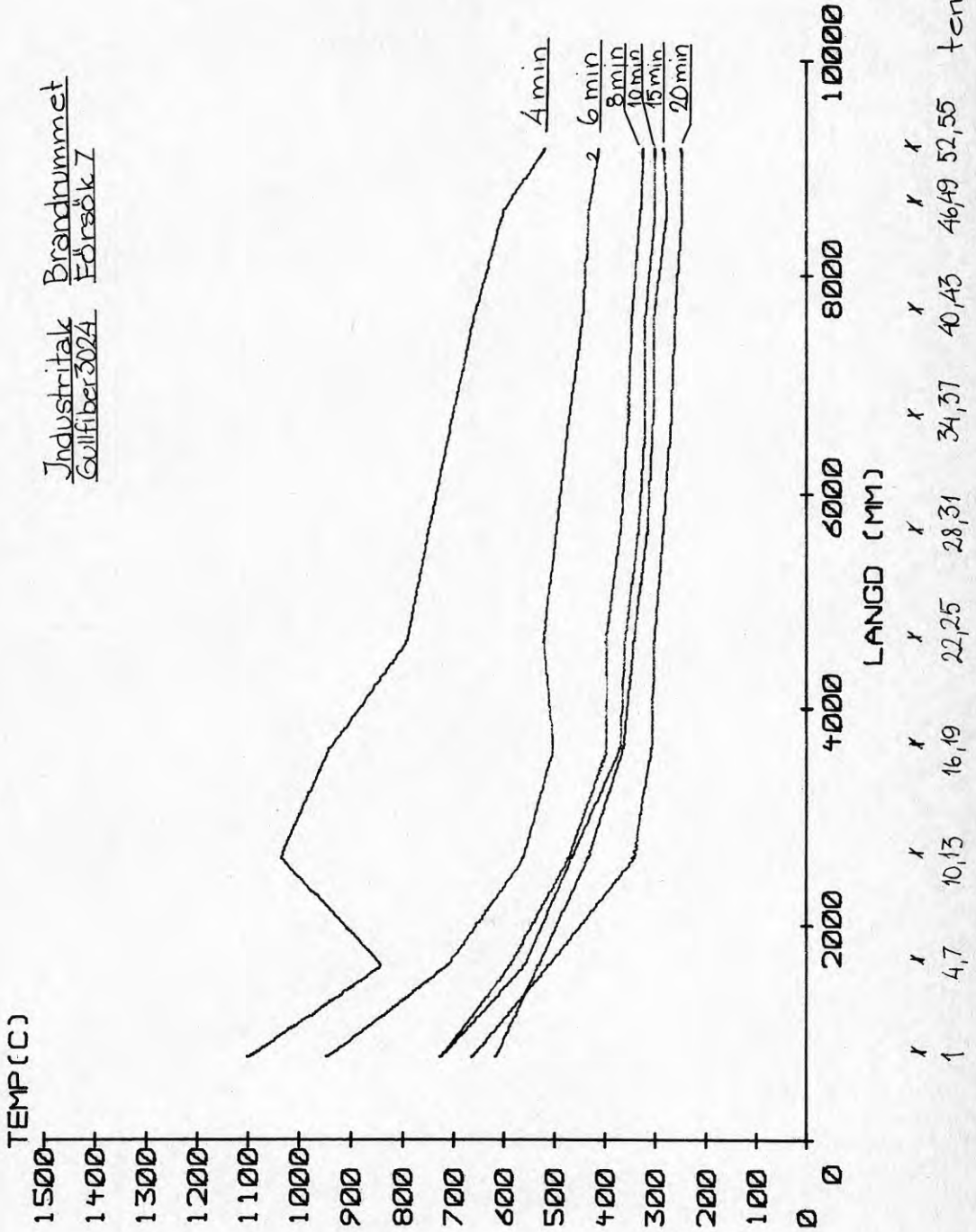
Termoelement

- medel av 58 och 59
- x— medel av 62 och 63
- medel av 64 och 65
- △— medel av 66 och 67



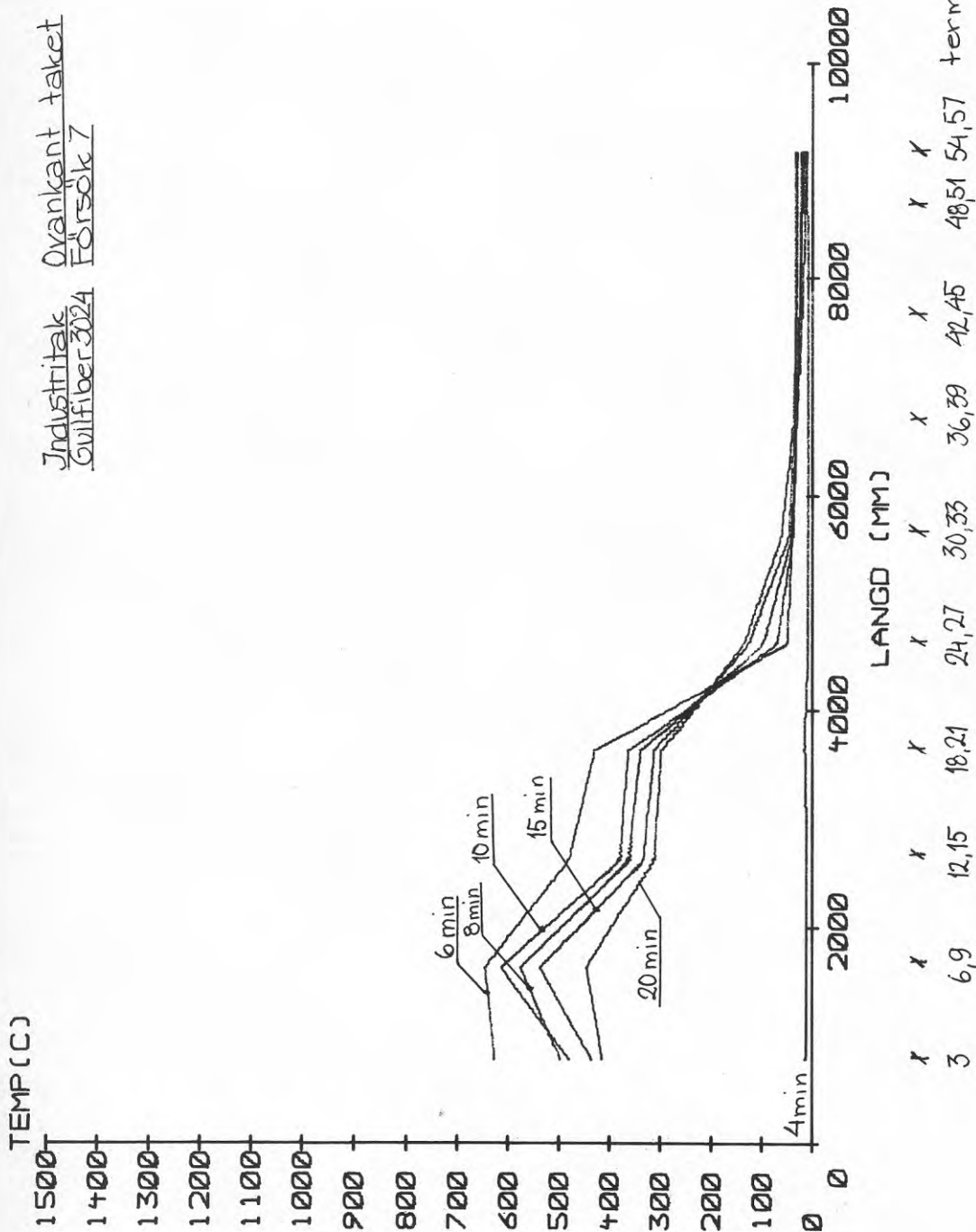
Industritak
Gulfiber 3024

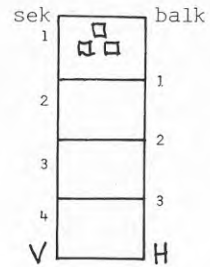
Brandrummet
Edrösk 7



termoelement nr

Industriatak
Gulfiber 3024
Ovrankant taket
Försök 7

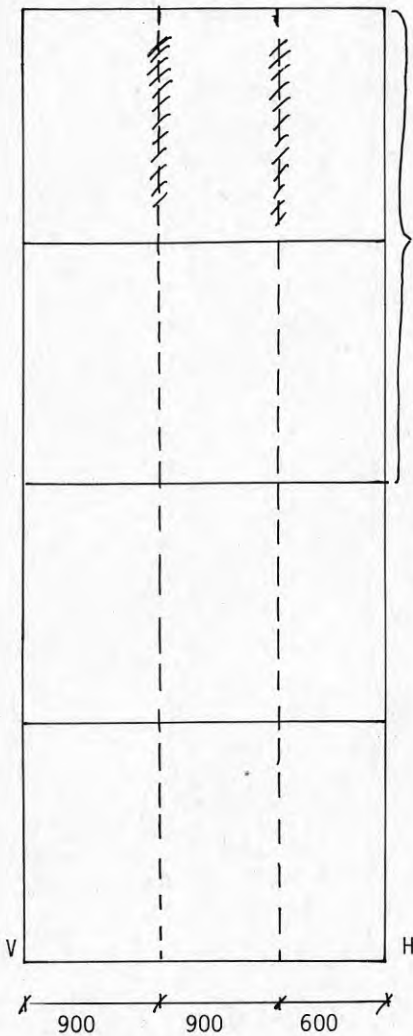


5.8 Försök nr 8Enkel oisolerad lackerad stålplåt med flamskärmBrandprovning den 30/3 kl. 12.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 20 s Lågorna nådde taket
- 2 min 30 s Kraftig rökutveckling inifrån huset.
- 2 min 45 s Sidoöverlapp i första sektionen öppnar sig.
- 4 min 00 s Ännu en omgång med kraftig rök.
- 5 min 00 s Stark värmestrålning på takets utsida.
- 5 min 45 s Plåten började öppna sig i mittskarven.
- 7 min 15 s Höger överlappsskarv öppnade sig första sektionen.
Fortfarande kraftig rökutveckling.
- 13 min 00 s Öppningarnas storlek konstanta.
- 14 min 20 s Mittstapeln föll.
- 15 min 40 s Fläktarna slogs av.
- 16 min 40 s Höger stapel föll.
- 18 min 30 s Vänster stapel föll.

SkadebeskrivningOvansida plåt

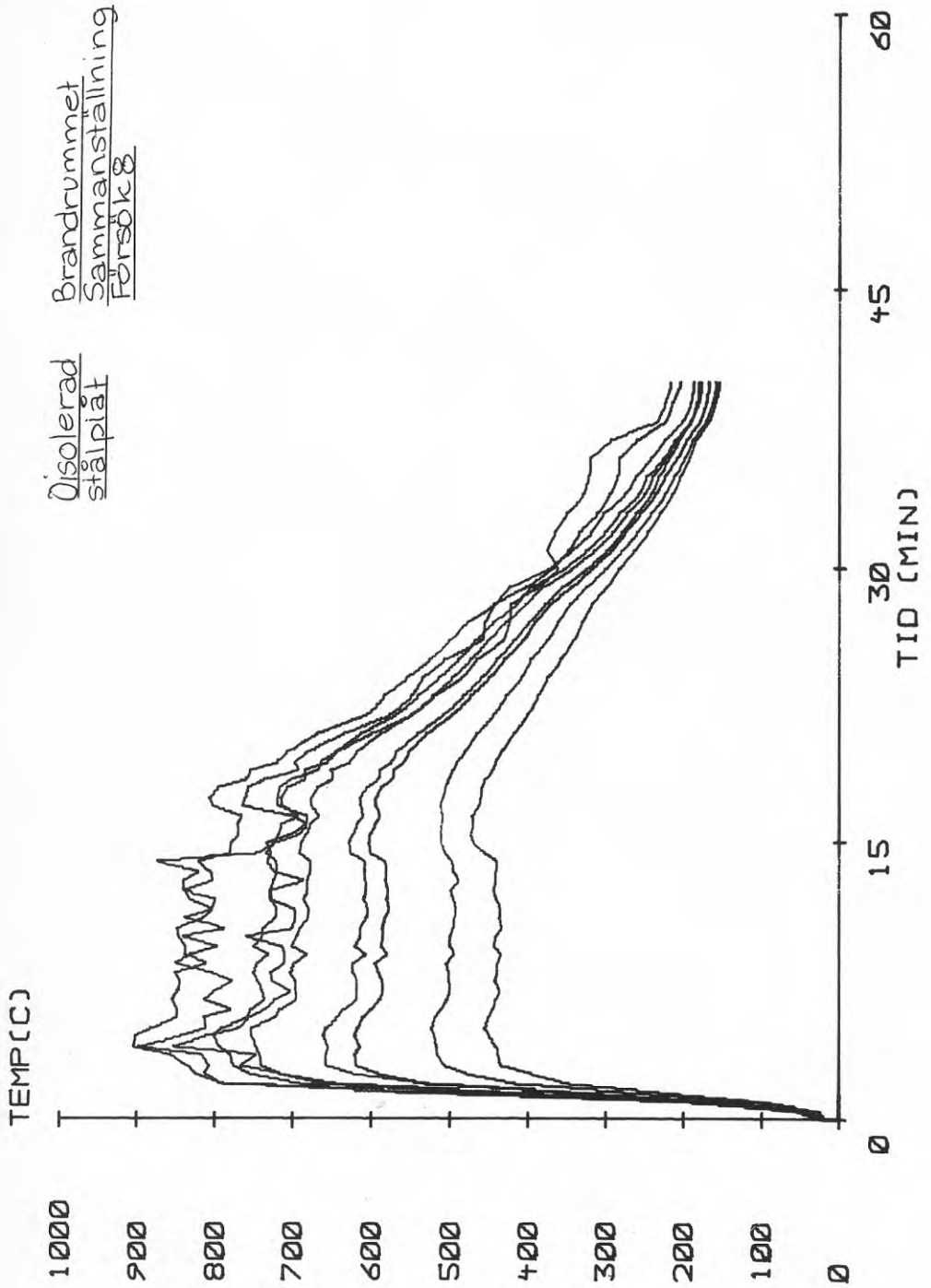
lilla ventilationsöppningen

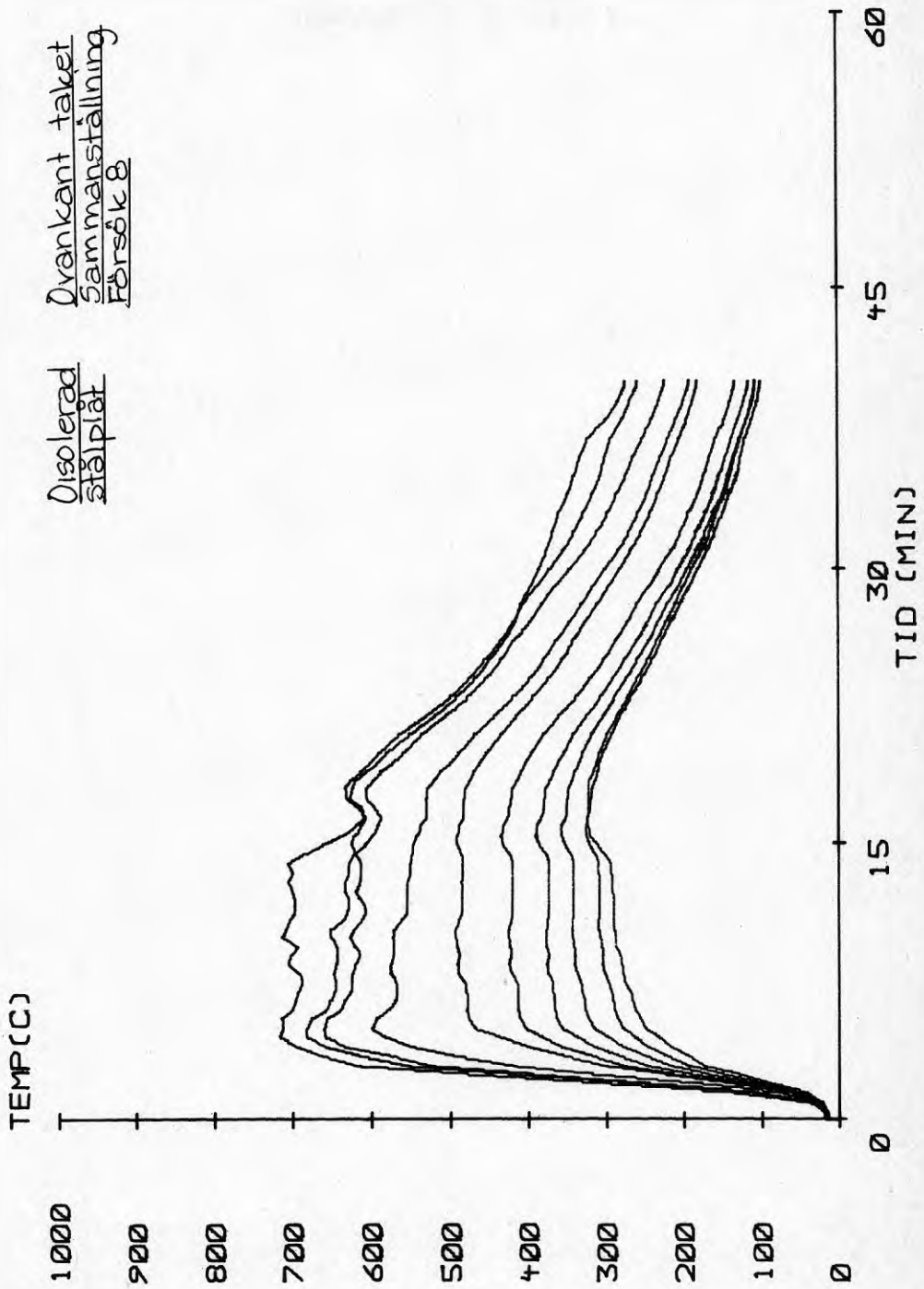


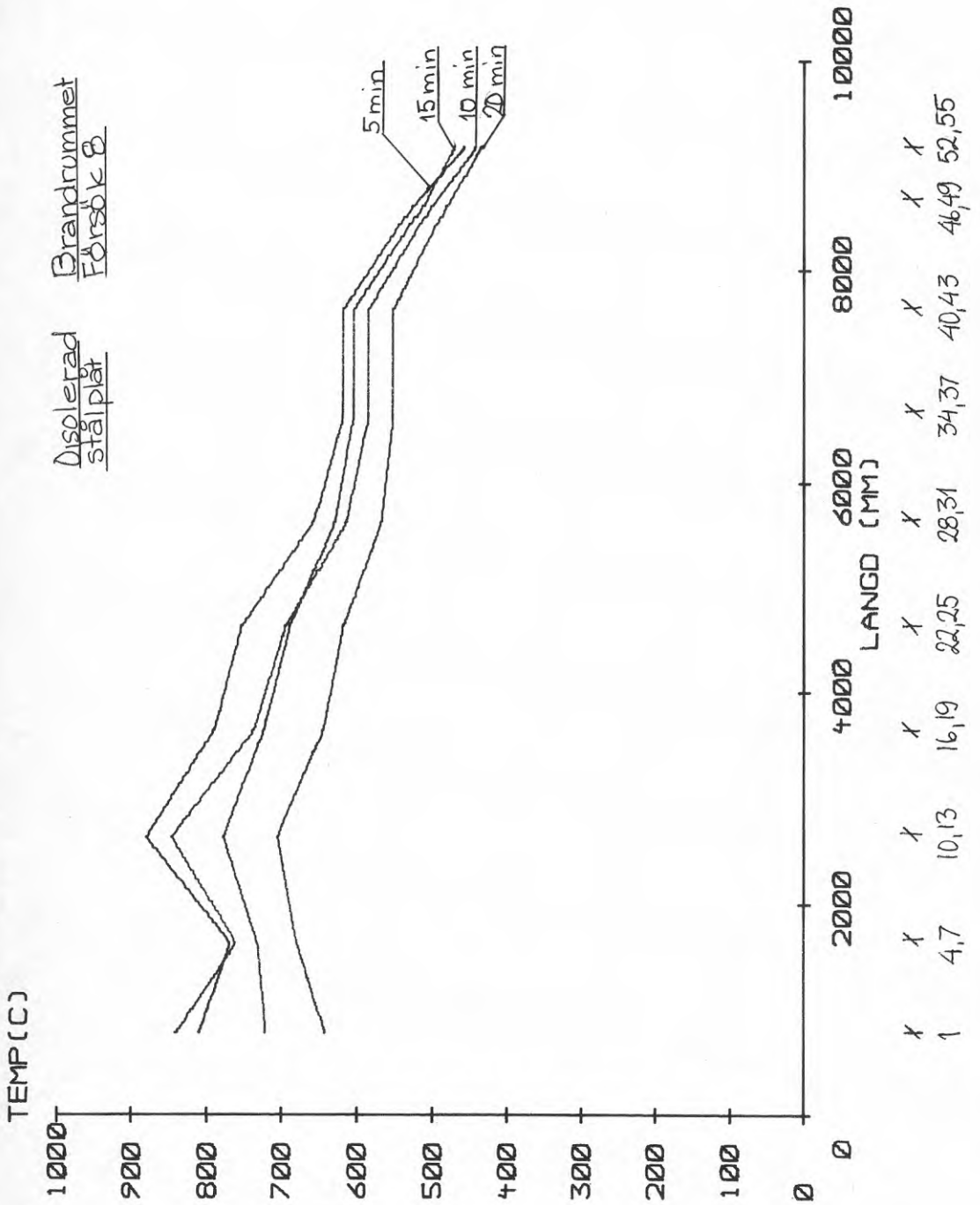
/// öppna skarvar

sprucken färg på
ovansida tak

I övrigt inga deformationer.
Mycket kraftig rökutveckling
från färgen på både ut- och
insida.



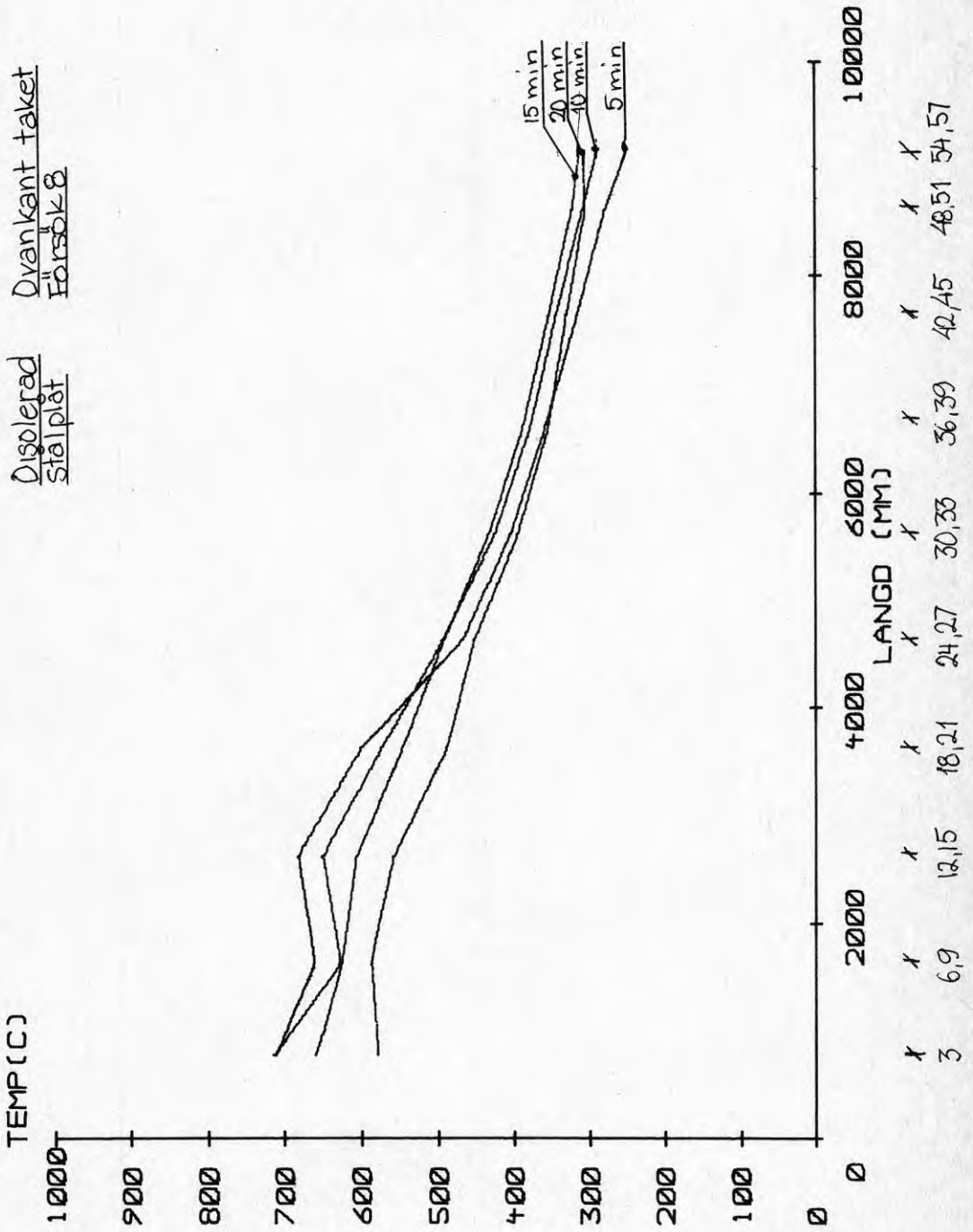




Langd (mm)	2000	4000	6000	8000	10000
1	X	X	X	X	X
4,7	X	X	X	X	X
10,13	X	X	X	X	X
16,19	X	X	X	X	X
22,25	X	X	X	X	X
28,31	X	X	X	X	X
34,37	X	X	X	X	X
40,43	X	X	X	X	X
46,49	X	X	X	X	X
52,55	X	X	X	X	X

Disolered
stolplöt

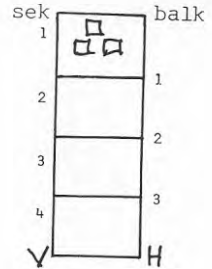
Dvankant taket
Försök 8



5.9 Försök nr 9

Stålplåttak, isolering 7 cm Rockwool 341,
papptäckt med brandventilator samt flamskärm

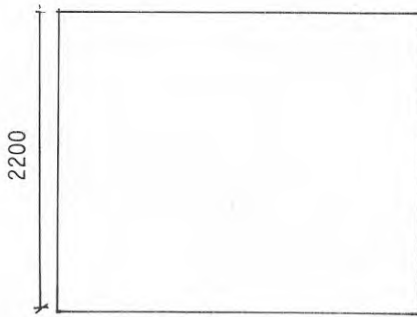
Brandprovning den 4/4 kl. 8.00

Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 00 s Ett tydligt rökskikt syntes i hela husets längd ca 1 m ovan golv.
- 1 min 25 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 35 s Kraftig rökutveckling från lilla ventilationsöppningen.
- 2 min 00 s Lågorna hade nått 2:a sektionen samt flamskärm.
- 2 min 20 s Brandventilatorn öppnade (endast en lucka öppnades den närmast lilla ventilationsöppningen).
- 2 min 25 s Kraftig rökutveckling längs takets båda långsidor.
- 3 min 00 s Asfalt rann ut i profilerna vid lilla ventilationsöppningen och tog eld.
- 3 min 35 s Elden gick via asfaltklistringen på skivørna upp i pappen vid lilla ventilationsöppningen. Kraftigt asfaltdropp.
- 4 min 15 s Fast eld i takpappen ovanför lilla ventilationsöppningen.
- 5 min 00 s Skarvarna ovanför eldkällan tog eld.
- 5 min 30 s Takpappsbranden hade nått fram till läge element 30 på H-sida.
- 5 min 35 s Takpappsbranden hade nått fram till läge element 7 på V-sida.
- 7 min 00 s Kraftig rökutveckling längs hela taket.
- 7 min 10 s Innerplåten i första sektionen började bukta.
- 8 min 25 s Ovanför lilla ventilationsöppningen ihållande fast eld i isoleringens asfalt och i takpappen.
- 10 min 00 s Inifrån kunde konstateras att gummilisten mot brandventilatorn ramlat ned och att det var fast eld runt ventilatorn.
- 10 min 10 s Takpappsbranden hade nått fram till läge element 10 V-sida.

- 10 min 55 s Fortfarande ganska kraftig rökutveckling.
- 11 min 45 s Takpappsbranden fortsatte i riktning mot brandventilatorn.
- 12 min 30 s Innerplåten i första sektionen buktade tydligt.
- 12 min 50 s Takpappsbranden hade nu nått fram till brandventilatorn (element 14)
- 14 min 10 s Inifrån sett var elden nu begränsad till de två första sektionerna.
- 15 min 00 s Fortfarande kraftig rökutveckling längs hela taket.
- 15 min 30 s V-sida ihållande brand längs hela kanten i husets längdriktning samt runt brandventilatorn.
- 17 min 20 s Höger och Mittstapeln föll.
- 19 min 00 s I tvärriktning på brandventilatorn mot lilla ventilationsöppningen brand i asfa-boarden runt ventilatorn.
- 20 min 00 s Vänster stapel föll.
- 21 min 00 s Branden uppe på taket begränsad till asfa-boarden runt ventilatorn.
- 21 min 50 s Innerplåten i första sektionen kraftigt "häng".
- 22 min 40 s Ihållande brand runt ventilatorn.
- 26 min 25 s Branden tilltar runt ventilatorn.
- 37 min 00 s Den ej öppnade luckan på ventilatorn öppnades (gick lätt att slå upp den) fjädern var avbränd.
- 39 min 00 s Inne i provhuset kunde kraftigt asfaltdropp under ventilatoröppningen konstateras.
- 40 min 00 s Fortfarande brand runt ventilatorn.

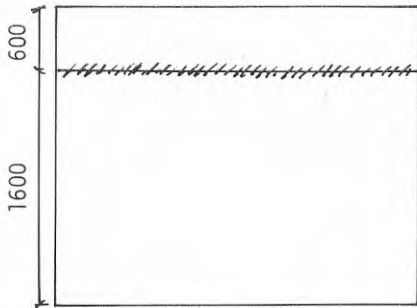
Skadebeskrivning

papp/isolering

Sek. 1

papp: ytpappen i det närmaste totalförstörd, längs kanterna var samtliga pappskikt totalskadade i övrigt känslig för beröring, flagade.

isolering: isoleringen var helt kolnad och höll inte ihop vid beröring.

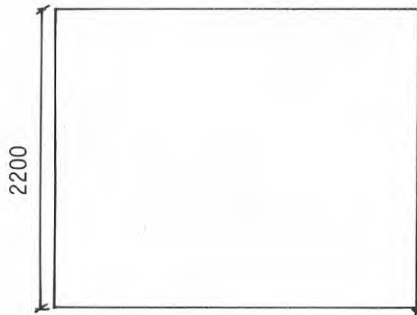


Sek. 2

papp: på en remsa av ca 10-15 cm längs ytterkanterna var pappen totalskadad i övrigt intakt.

tydlig gräns för "kolningsdjupet" i isoleringen.

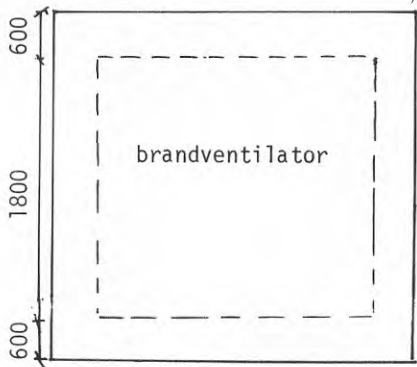
isolering: isoleringen var kolad till skivornas halva djup ca 30-35 mm fram till en tydlig gräns mark.//// efter denna var isoleringen kolad till hela sitt djup.



Sek. 3

papp: på en remsa av ca 10-15 cm längs ytterkanterna var pappen totalskadad i övrigt intakt.

isolering: isoleringen var kolad till skivornas halva djup ca 30-35 mm, ytan var vid beröring en aning mjuk.



Sek. 4

papp: samtliga 3 pappskikt var i det närmaste total-skadade.

isolering: totalskadad endast rester av typen "lös ull"

Ovansidan

En tänkbar orsak till antändningen av pappen var de upphettade brandgaserna som strömmade ut längs kortsidorna (tätningen var otillräcklig) och antändes. Tillsammans med den asfalt som fanns mellan plåt/isolering samt den mängd asfalt som droppat från takläggningen längs den fria isoleringskanten, har branden kunnat leta sig upp och fått fäste i pappen.

Plåt/isoleringSektion 1, 2, 3:

Profilbottnarna var helt täckta av asfalt ca 3-5 mm samt bindemedelsrester (gulaktig hinna).

Sektion 4:

Profilbottnarna var här täckta av ett tjockt lager asfalt ca 5-10 mm.

Övrigt:

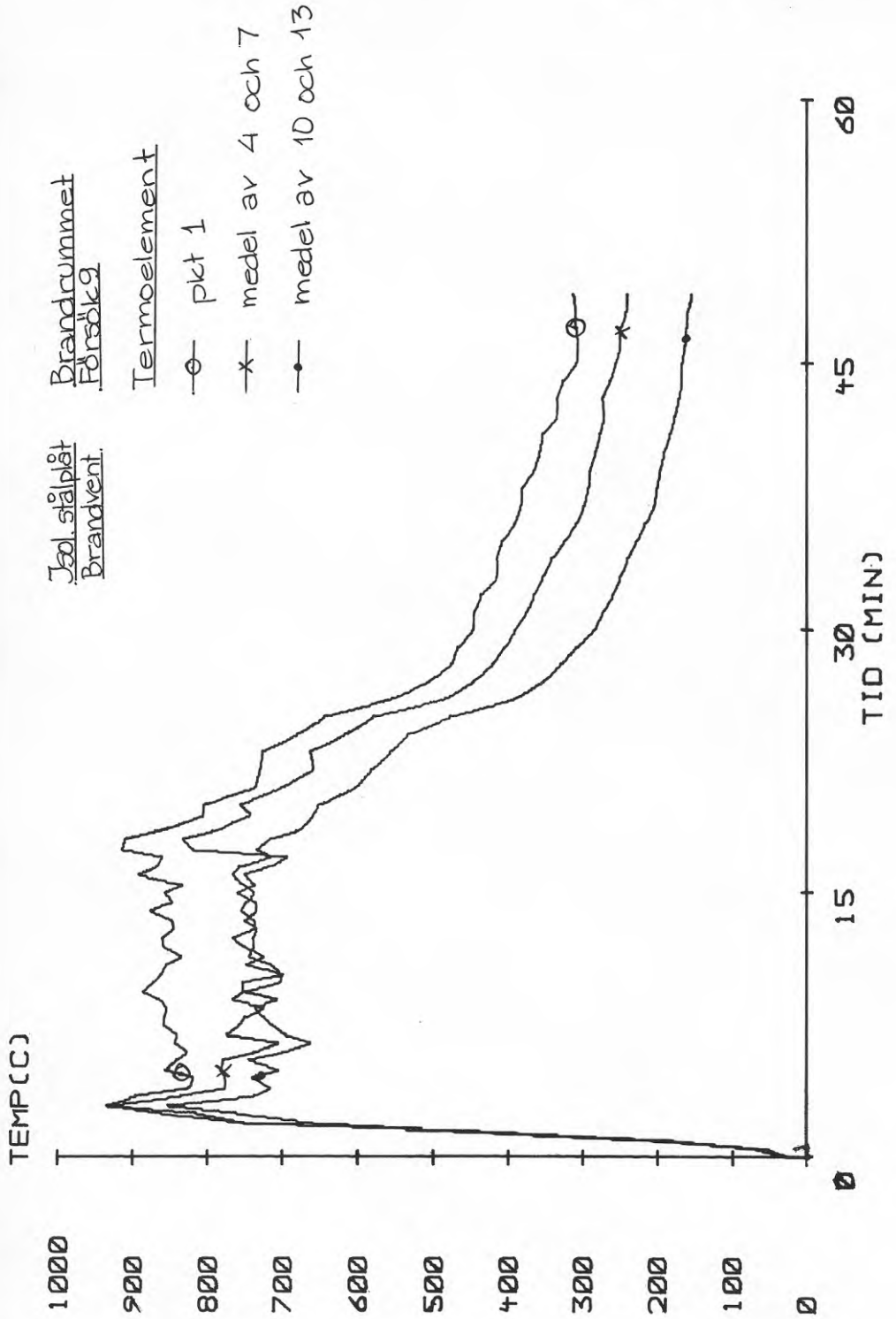
På de två första sektionerna där det varit öppen eld hade ingen nedsotning skett, men galvaniseringen var helt borta. Från och med sektion 3 var det en kraftig nedsotning, men vid försök att ta bort sotet visade det sig inte sitta hårt. Plåten under var oskadad.

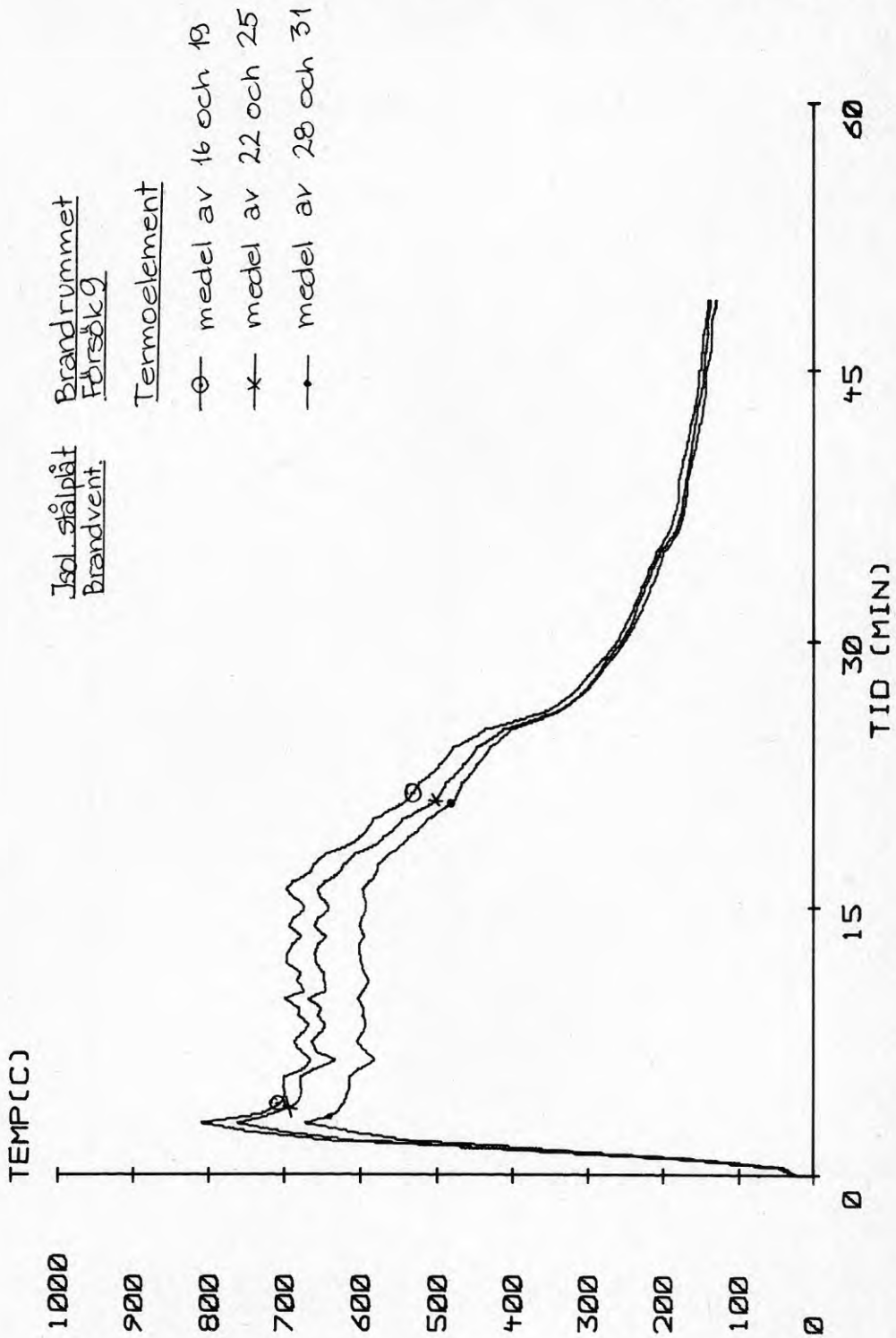
Mätning av luftström (m/s) genom brandventilatorn

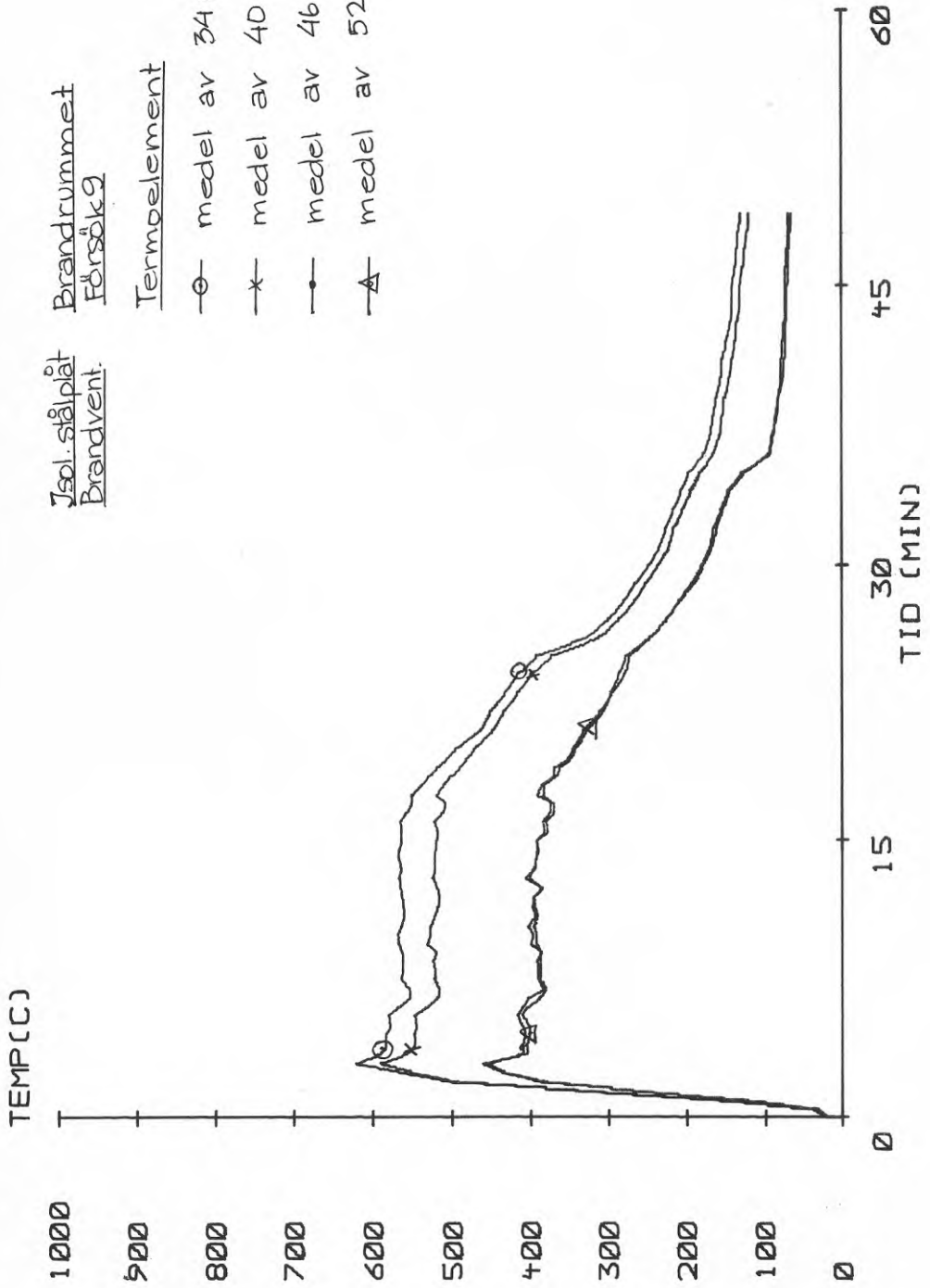
x	x	Höger lucka öppnade ej
5	6	
	V	
x	x	
3	4	
1	2	
x	x	

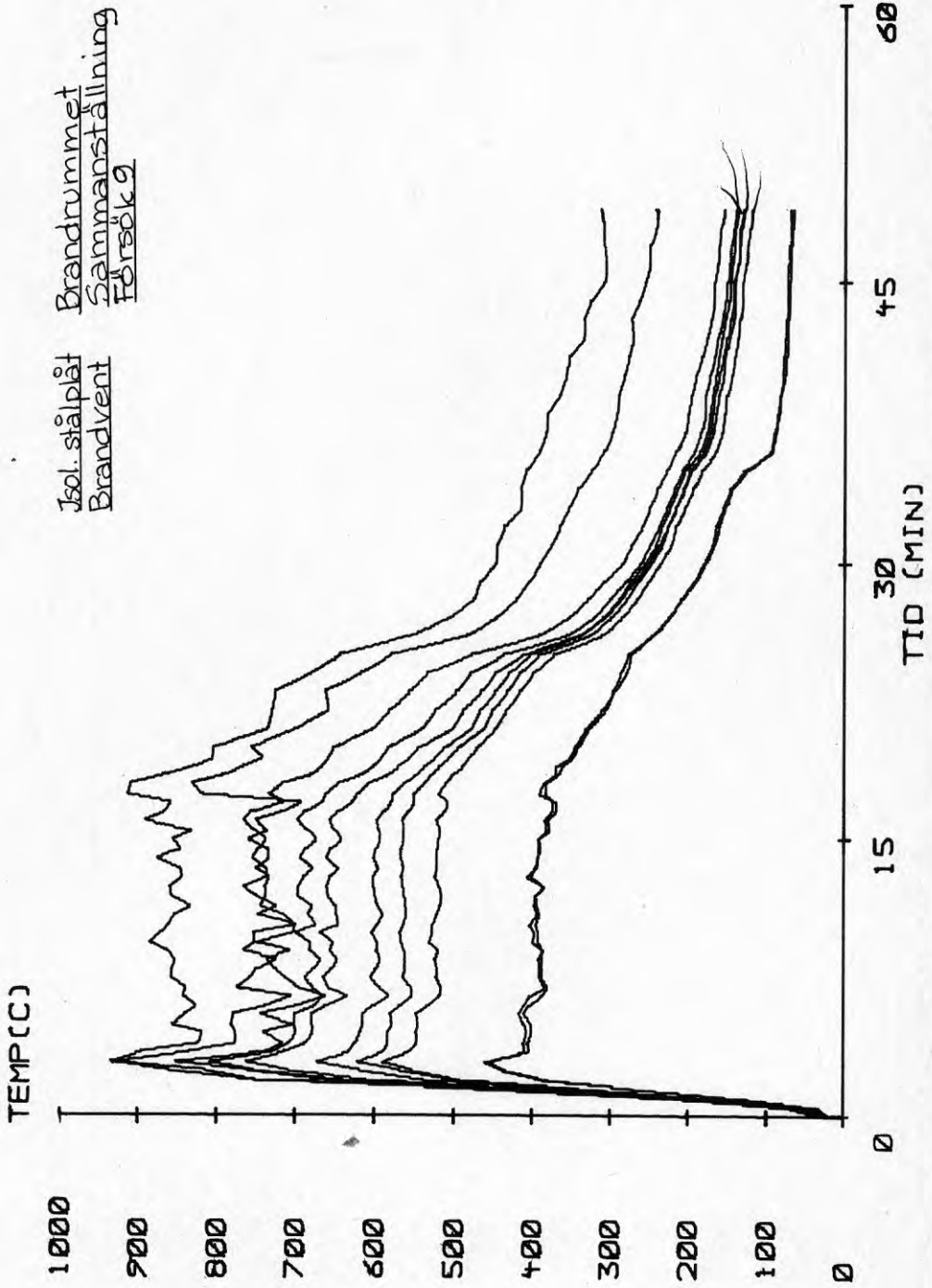
Vänster lucka

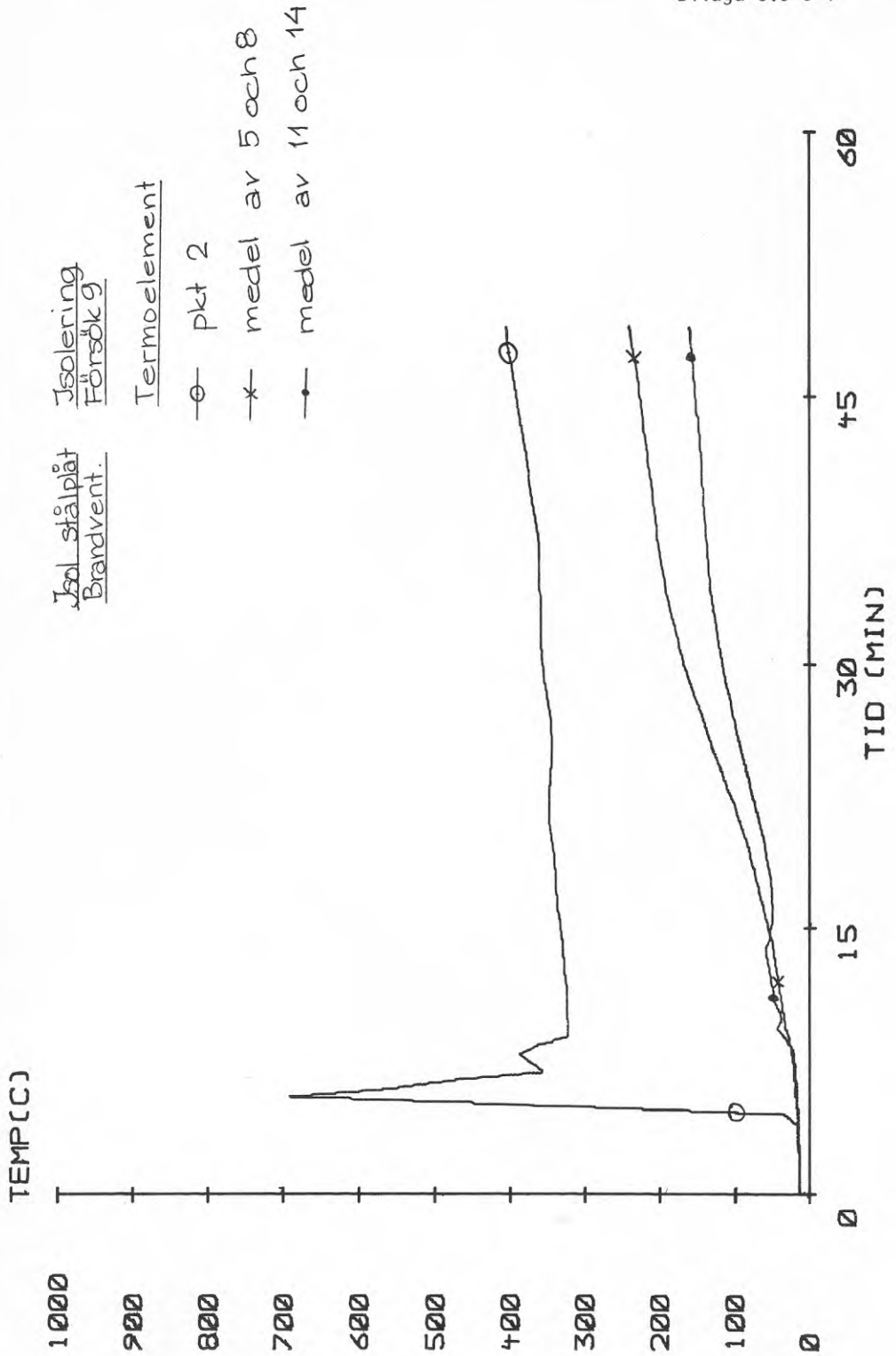
pkt	3 min	6 min
1	4	4
2	4	4
3	8	6
4	8	6
5	6	4
6	6	4









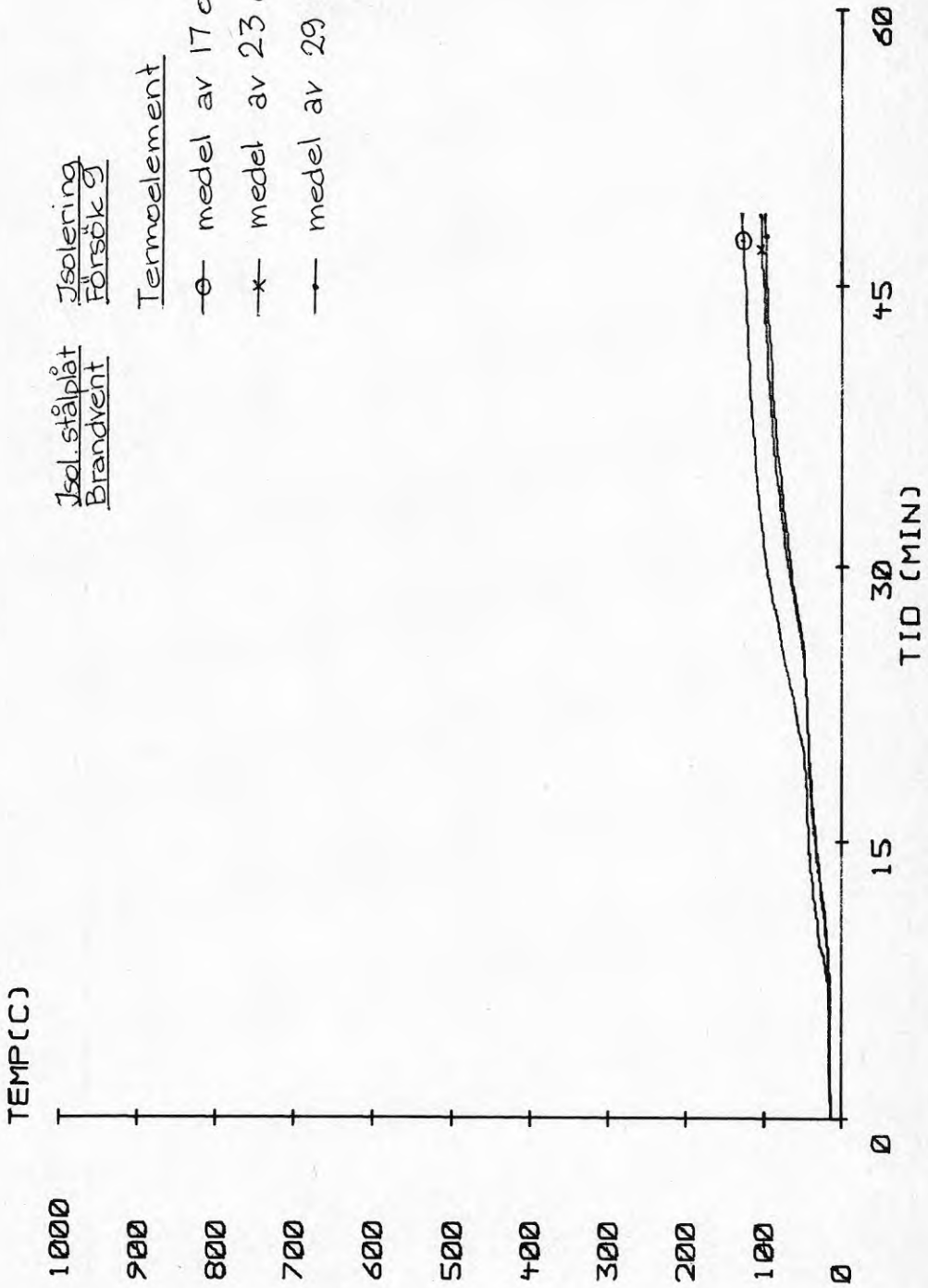


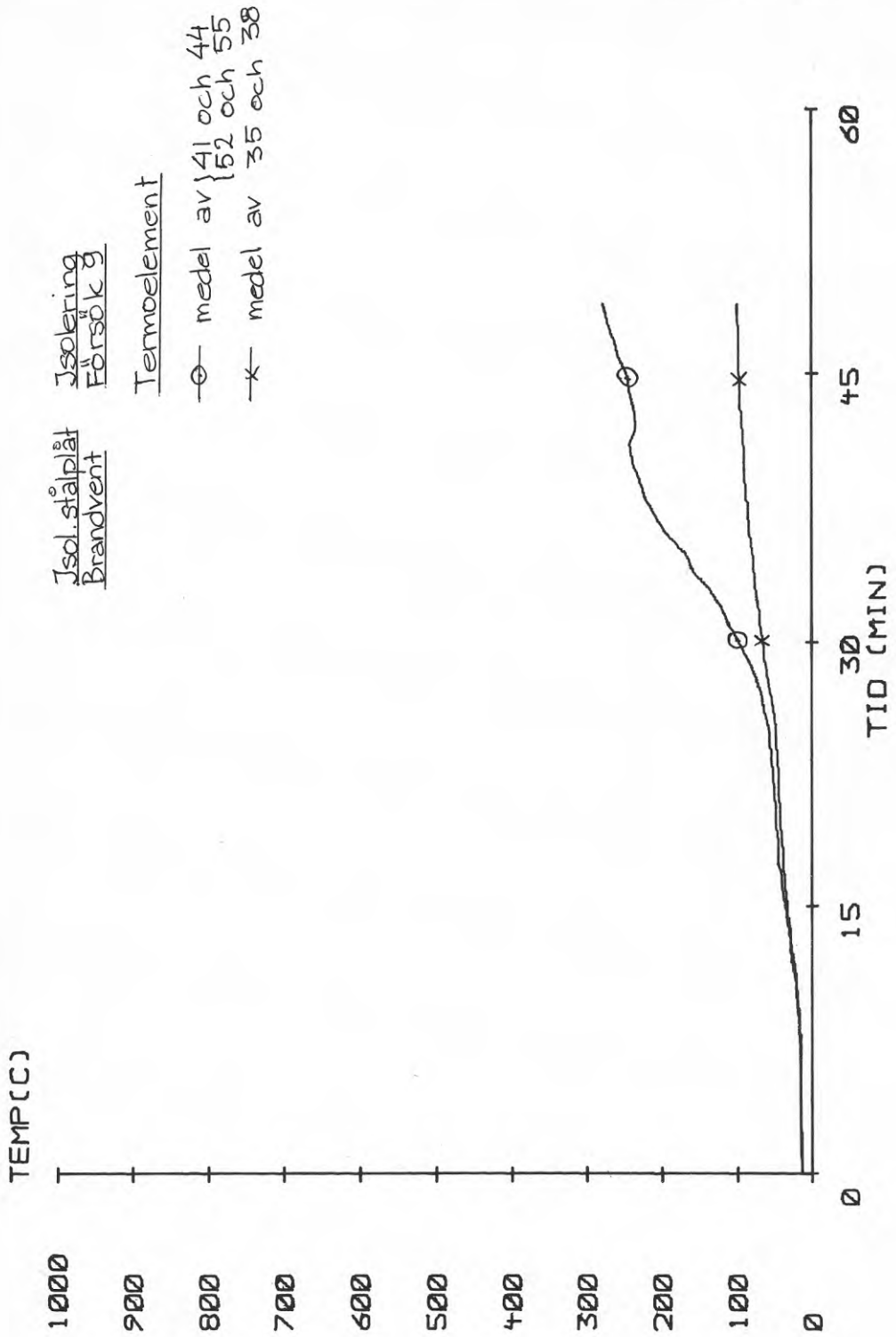
Isolering
Försök 9

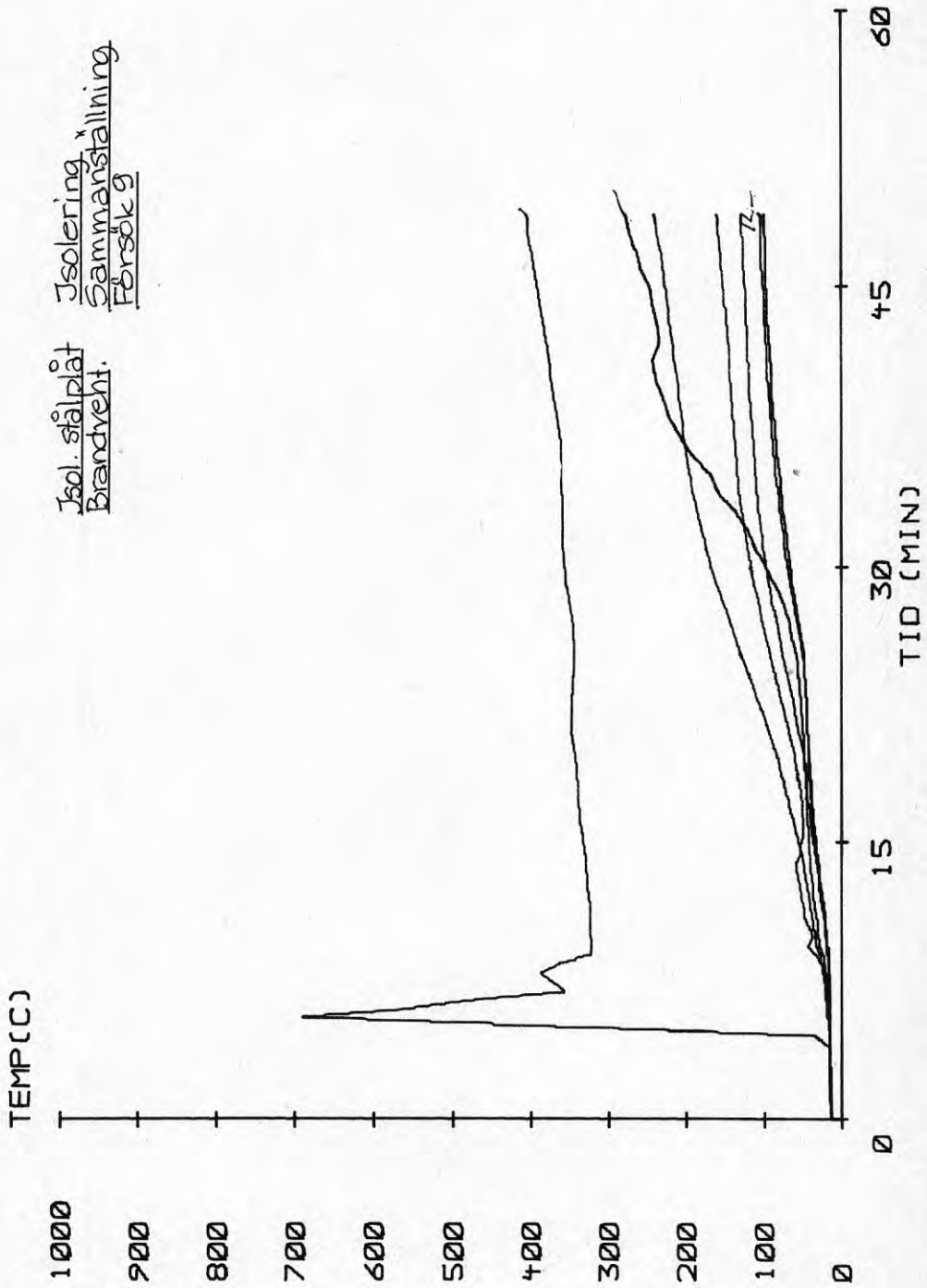
Isol. stålplåt
Brandvent

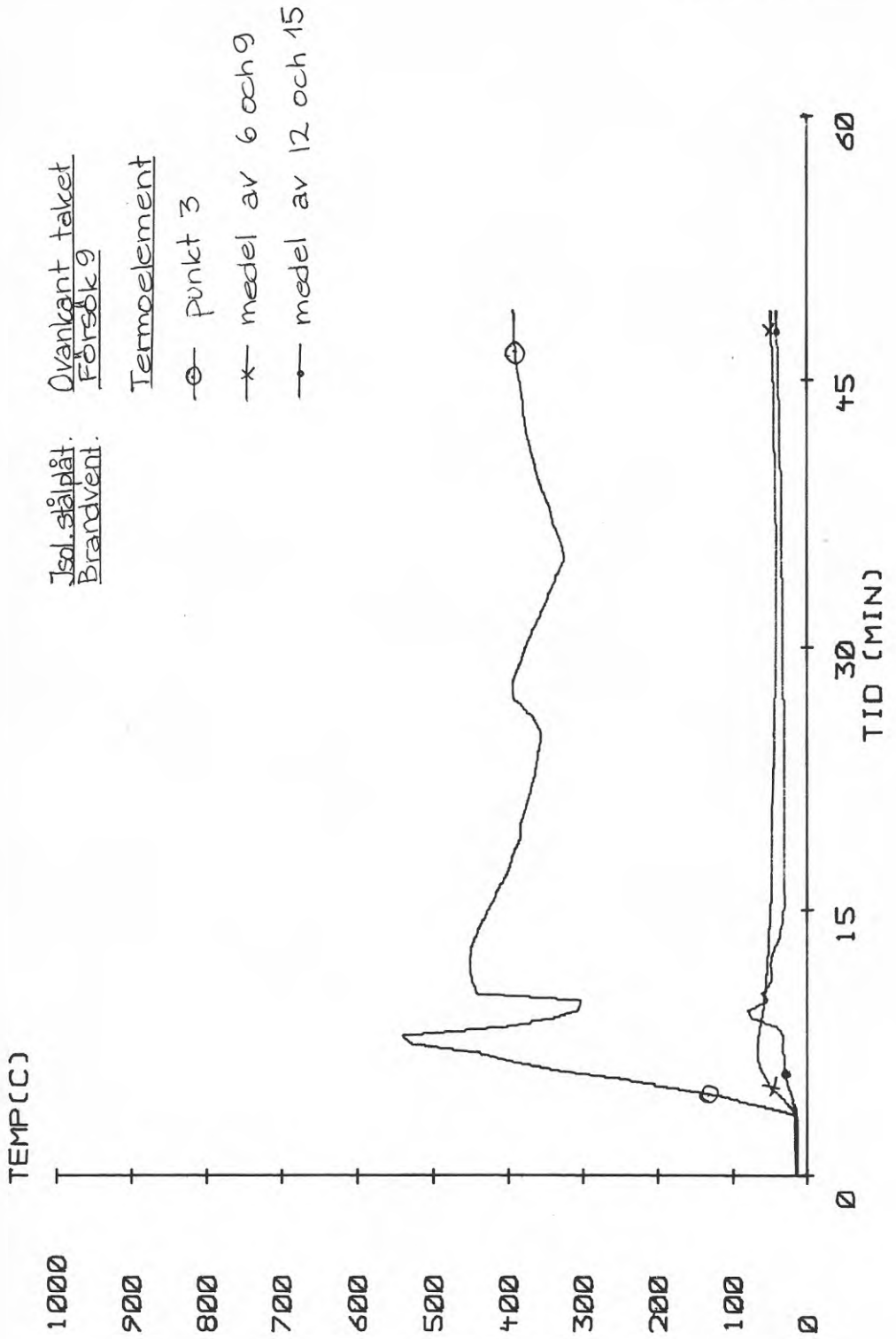
Termoelement

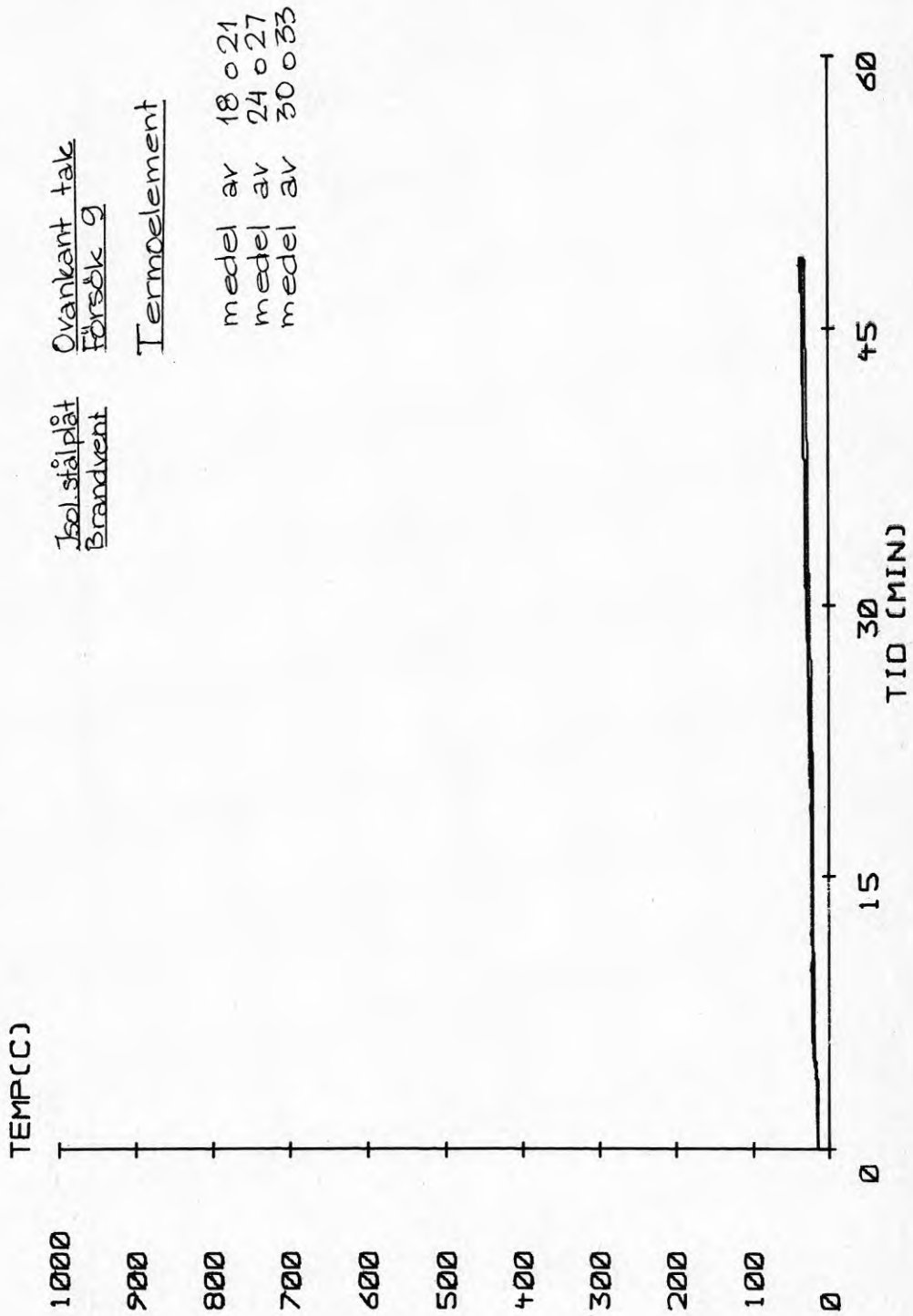
- medel av 17 och 20
- × medel av 23 och 26
- medel av 29 och 32

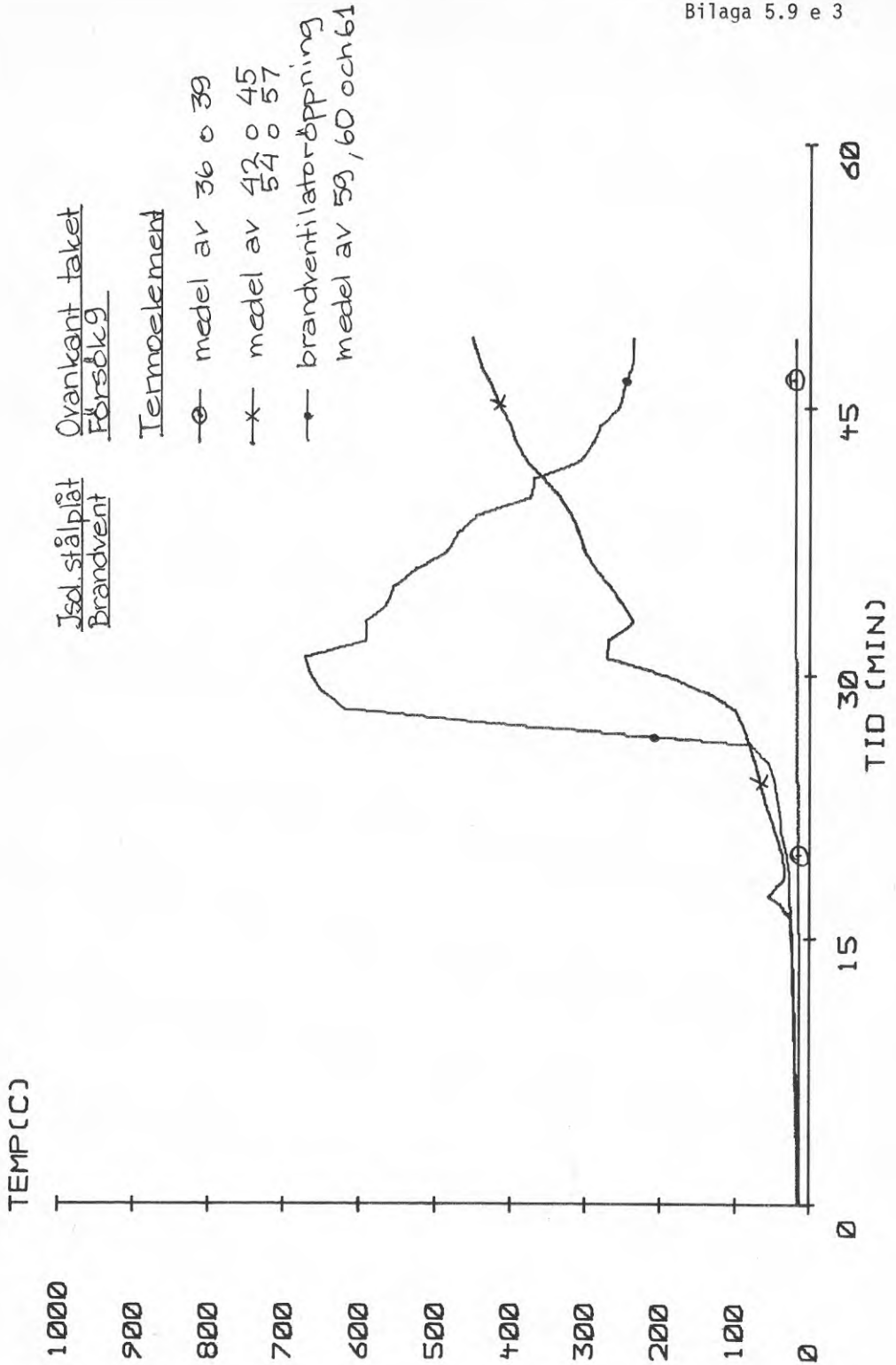


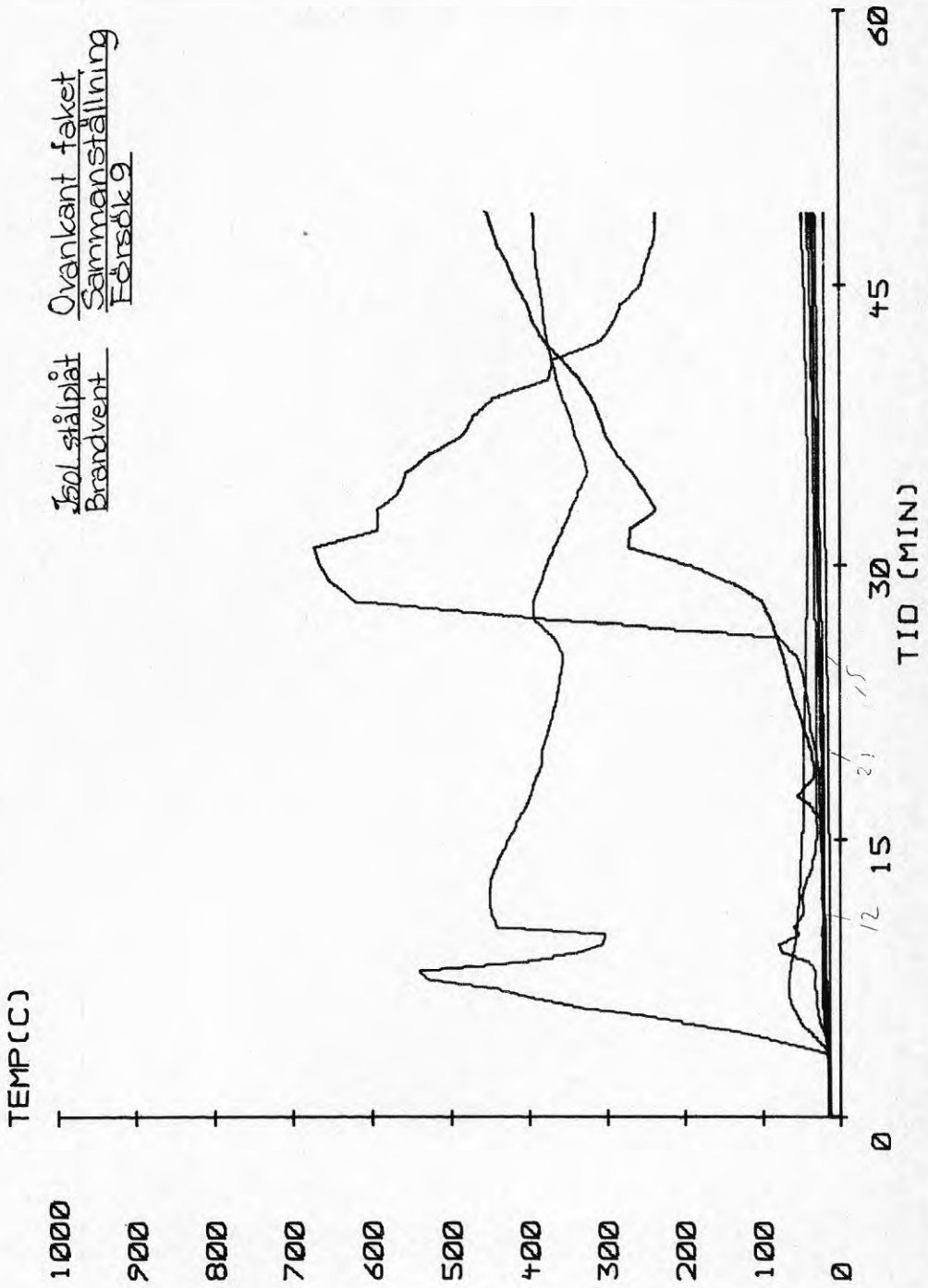






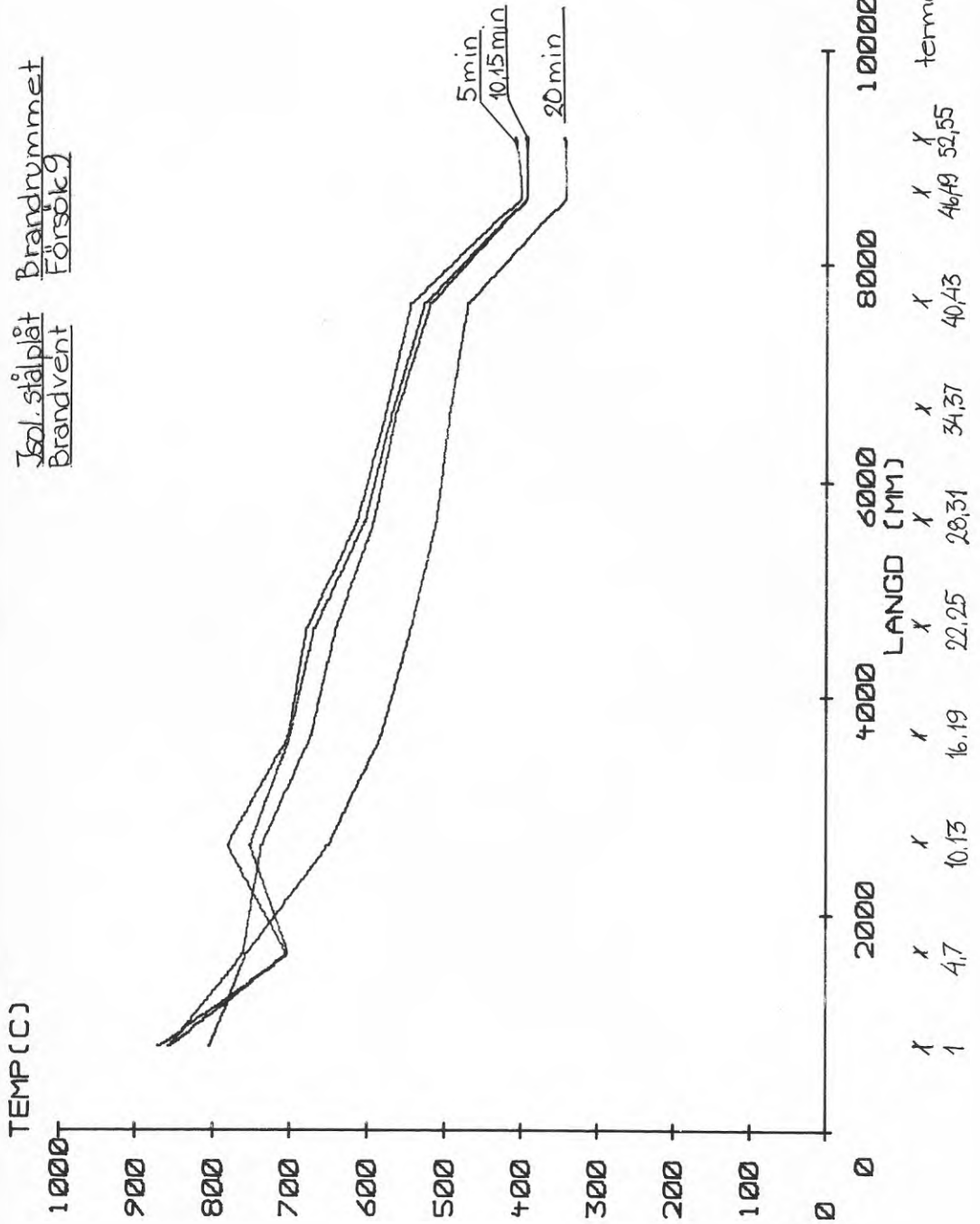






Isol. stålplåt
Brandvent

Brandrummet
Försök 9



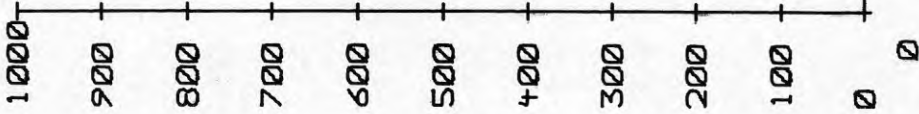
1 1 4,7 10,13 16,19 22,25 28,31 34,37 40,43 46,49 52,55

termoelement nr

Isolering
Försök 9

Isol. stålplåt
Brandvent

TEMP (C)



20 min
15 min
10 min
5 min

10000

8000

6000

4000

2000

LANGD (MM)

X X X
↑ 53,56 termoelement nr
brandvent.

X X X
41,44 35,38

X X X
29,32 23,26

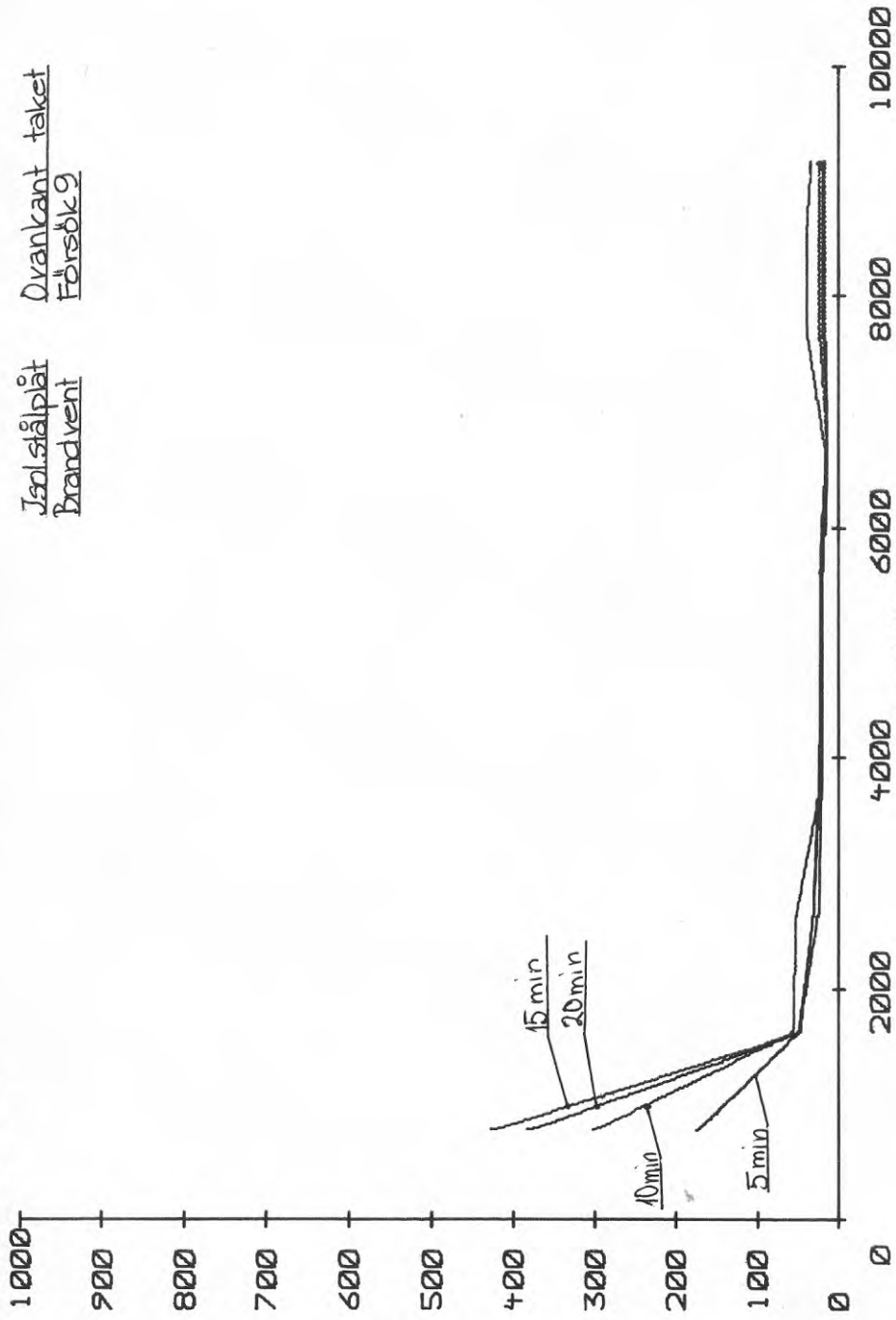
X X X
17,20 11,14

X X X
5,8 2

Övrankant taket
Försök 9

Isolstälplåt
Brandvent

TEMP (C)

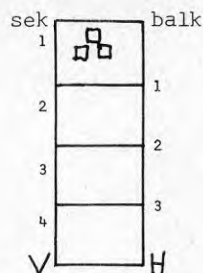


x 3
 x 6,9
 x 12,15
 x 18,21
 x 24,27
 x 30,36
 x 36,39
 x 42,45
 x 8000
 x 10000
 ↑ 54,57 termoelement nr
 brandvent

5.10 Försök nr 10

Frigoscandia sandwichelement, Al-plåt, 8 cm
isocyanurateskum, Al-plåt

Brandprovning den 6/4 kl. 10.00

Observationer

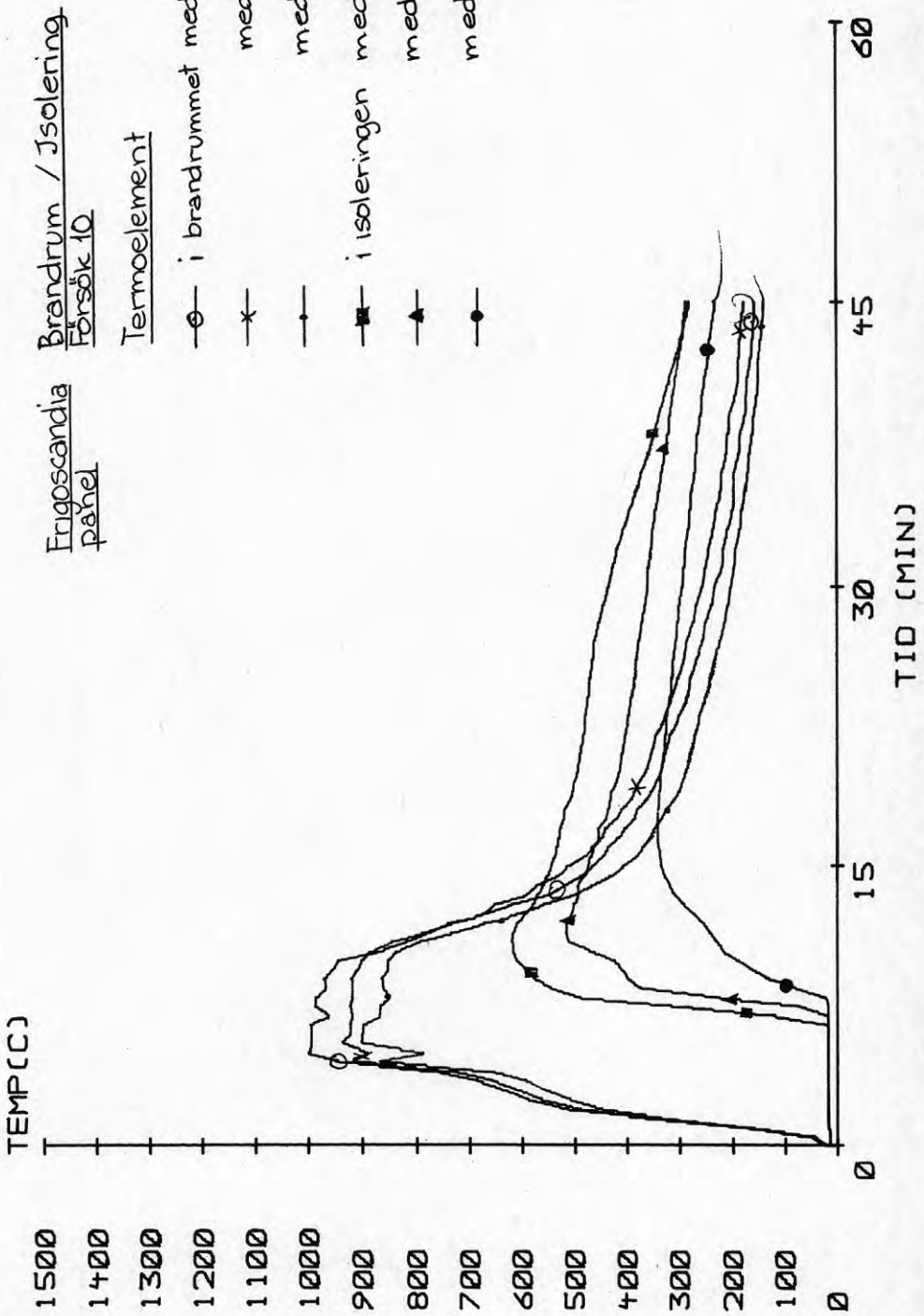
- o min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 20 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 35 s Tätningen mellan takelementet och den invändiga tätningsplåten (lilla ventilationsöppningen) "puffade" ut. Samtidigt hördes dova knallar och taket lyftes i både framkant (mot lilla ventilationsöppningen) och i bakkant (stora ventilationsöppningen). I framkanten \sim 20-40 cm och i bakkanten \sim 10 cm.
- 2 min 05 s Innerplåten i första sektionen buktade kraftigt. Elden slog ut vid sidorna.
- 2 min 30 s Böjningen i fram- och bakkant kvarstod.
- 3 min 15 s Innerplåten i andra sektionen började bukta.
- 3 min 35 s Fast eld i V-sidas takkant fram till element 7.
- 4 min 05 s Rökutvecklingen ökade kraftigt (svart rök).
- 4 min 45 s Huset rökfylldes hastigt av kraftig svart rök till ca 50 cm från golvet.
- 6 min 10 s Al-droppade intensivt.
- 6 min 35 s Elden slog ut runt flamskärmen i stora ventilationsöppningen.
- 7 min 10 s Röken lättade något till ca 1 m från golvet.
- 8 min 05 s Genombränning i första sektionen konstaterades från hissen. Fast eld i kanterna runtöppningen.
- 9 min 15 s Genombränningen kunde ses från insidan. Al droppade.
- 10 min 25 s Fast eld i takets H-sida fram till element 29.
- 10 min 50 s Kraftig eld slog ut genom taket.
- 11 min 30 s Elden slog fortfarande ut kraftigt genom första sektionen samtidigt syntes en gulaktig rök från lilla ventilationsöppnings ovankant.

- 12 min 30 s Isoleringen liknade en glödande "matta" och eld kröp längs hela takets undersida.
- 13 min 30 s Den "öppna" elden begränsad till första sektionen.
- 14 min 20 s Isoleringen var i 1:a sektionen borta till 90 % "smygelden" kvarstod.
- 15 min 45 s Kraftig rökutveckling längs slutet av taket.
- 16 min 20 s Skarvlisten i mitten, hängde kvar i hela takets längdriktning. Mellan åsarna var nedhänget ca 5-10 cm.
- 16 min 25 s Elden hade i det närmaste slocknat på takets undersida.
- 18 min 15 s Vänster stapel föll.
- 19 min 00 s Ihållande fast eld runt öppningen i första sektionen.
- 20 min 50 s Mittstapeln föll.
- 27 min 20 s Höger stapel föll.

Skadebeskrivning

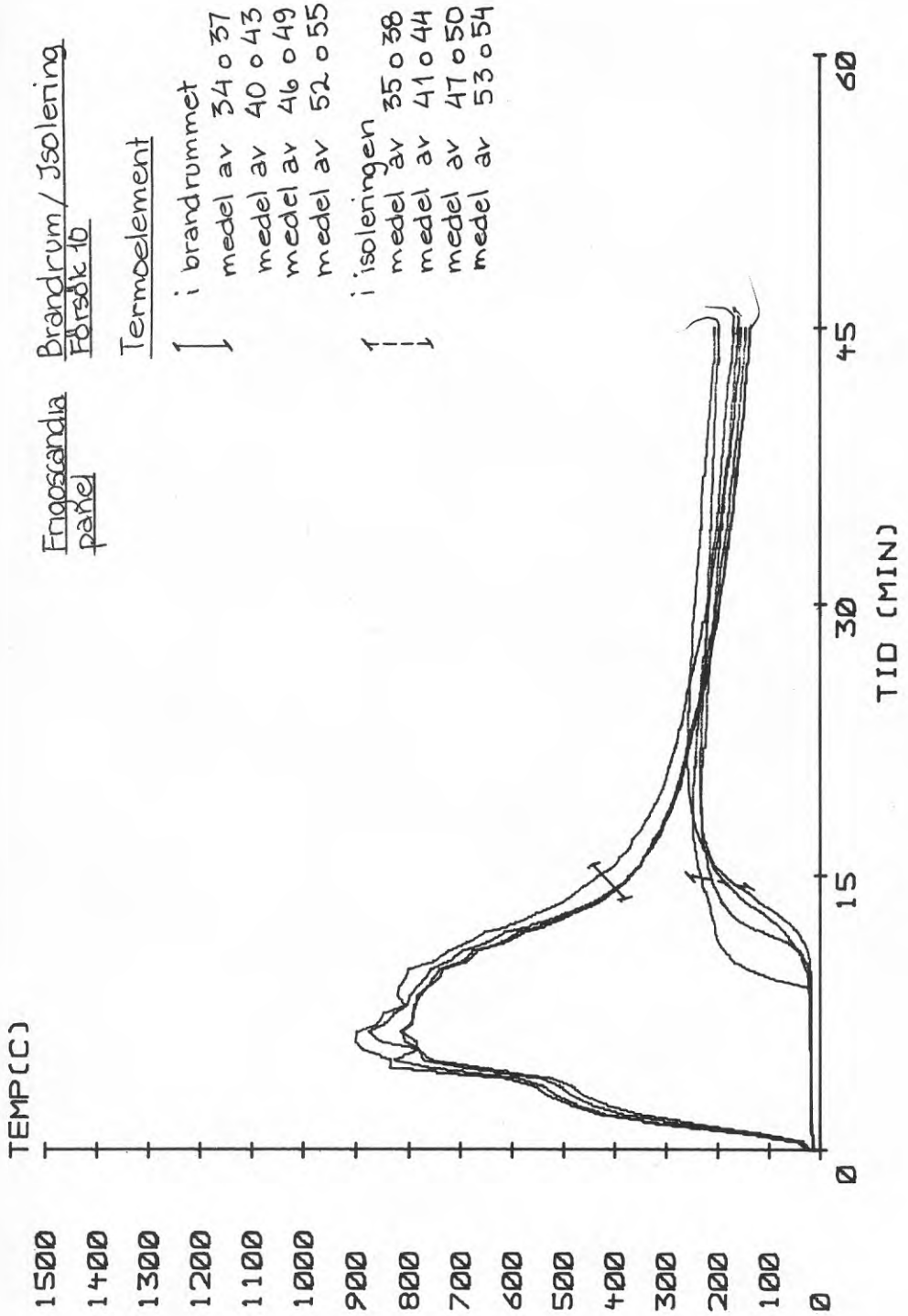
Den yttre aluminiumplåten var helt intakt så när som runt själva genombränningshålet. Här hängde flagor av smält aluminium.

Isoleringen (isocyanurateskummet) var kolnad mer eller mindre i hela provhusets längd. I de två första sektionerna hade isoleringen kolat i det närmaste ända ner till plåten. I slutet av provhuset i de två sista sektionerna varierade det kvarvarande oskadade isoleringsskiktet mellan 10-40 mm. Ytan var dock kolnad och på sina ställen syntes breda sprickor. Ännu 2-3 timmar efter avslutat prov hördes "knäppar" från isoleringen och efter ytterligare 2 timmar så vattenbegjöts taket för att kunna demonteras.



1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0

0 15 30 45 60



Frigostrandia
panel

Brandrum / Isolering
Försök 1b

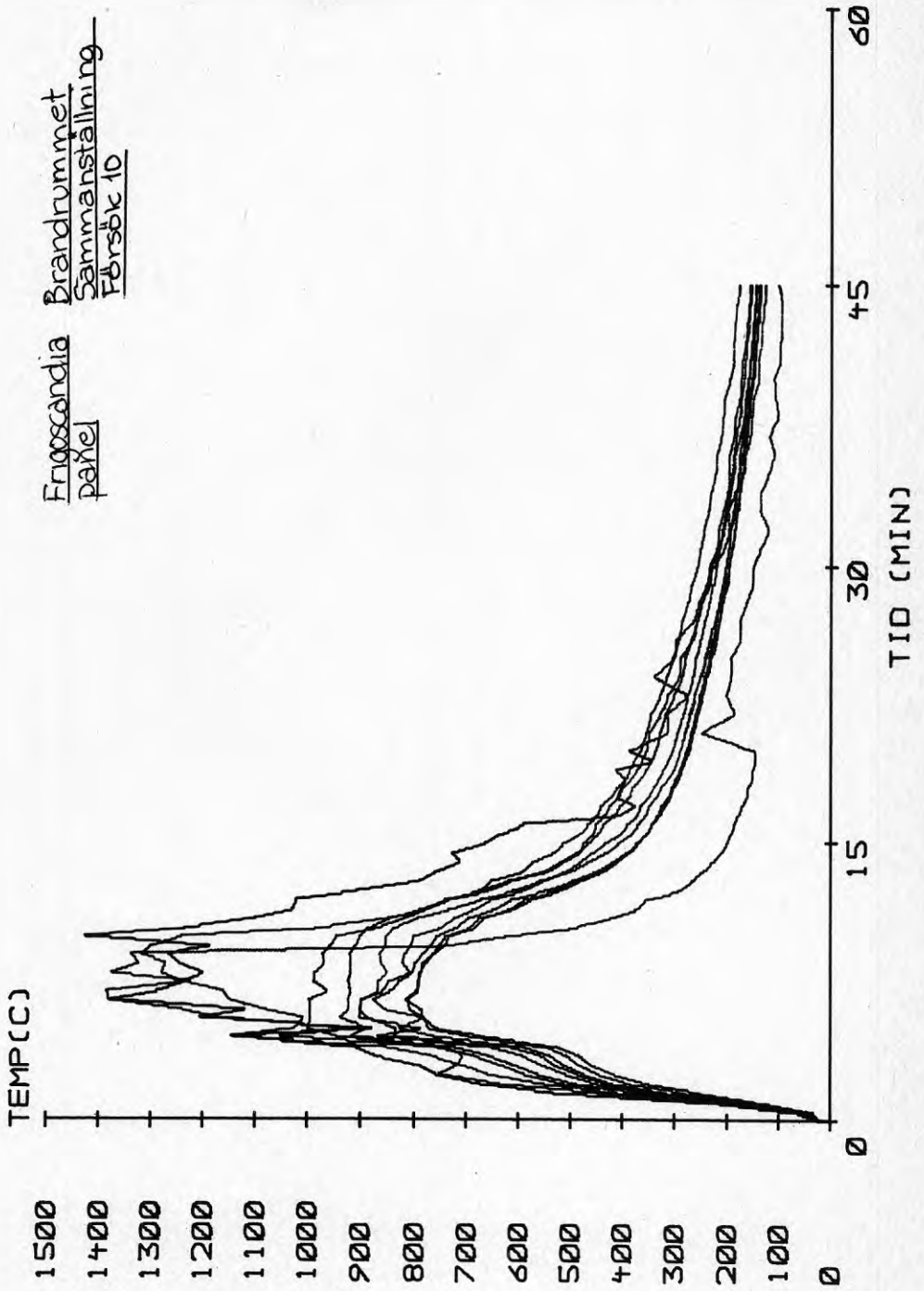
Termoelement

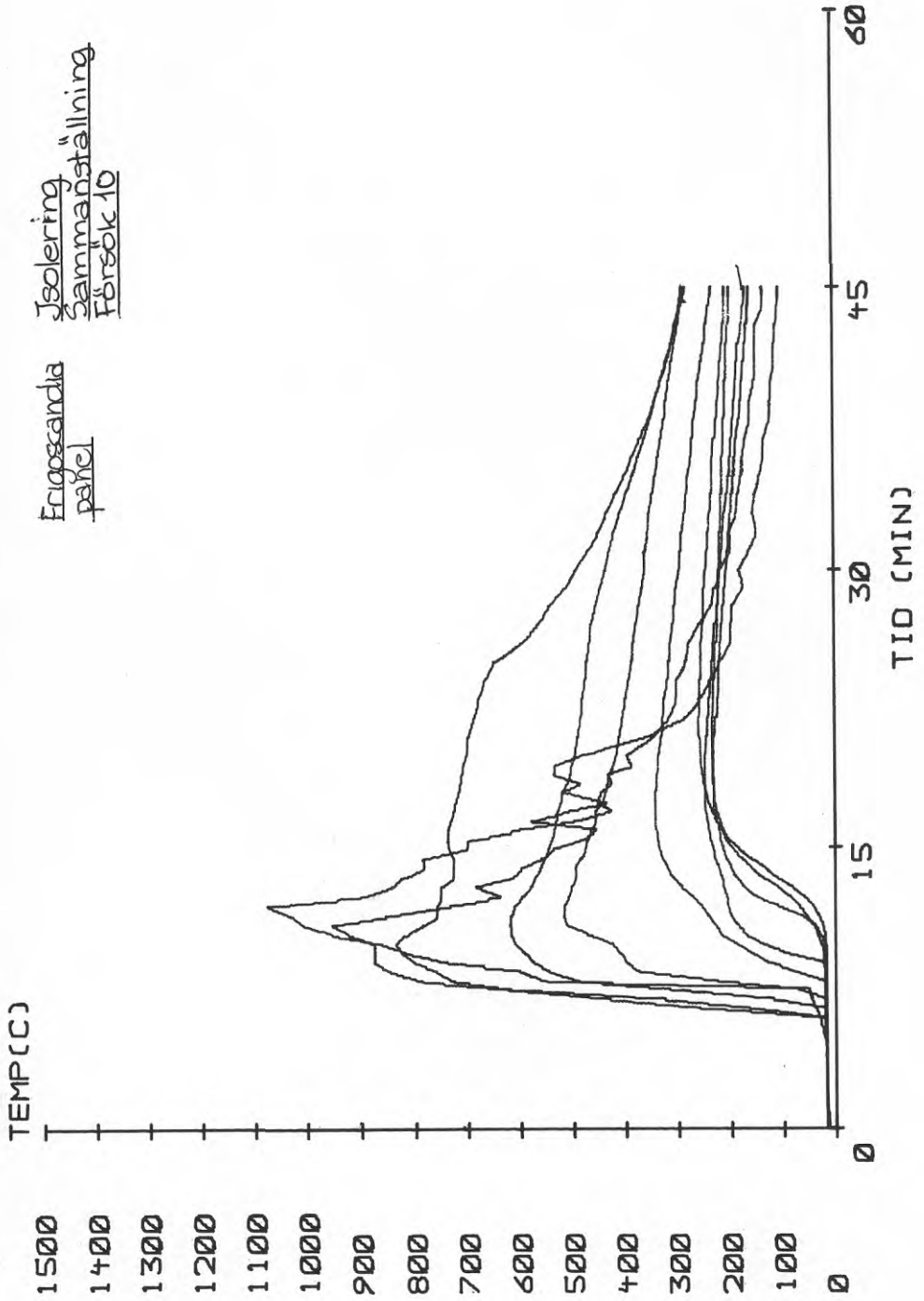
↓
i brandrummet
medel av 34 o 37
medel av 40 o 43
medel av 46 o 49
medel av 52 o 55

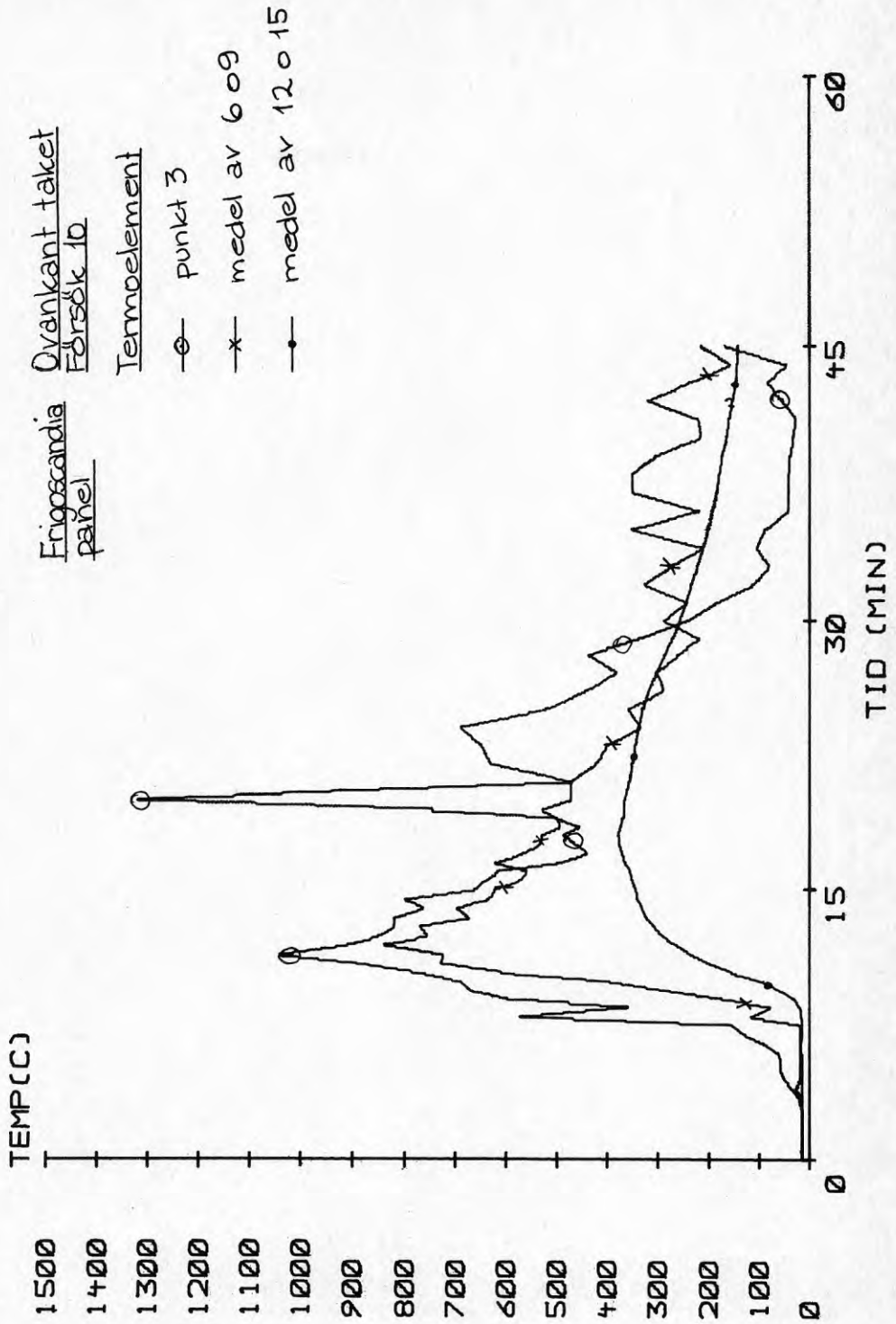
↓
i isoleringen
medel av 35 o 38
medel av 41 o 44
medel av 47 o 50
medel av 53 o 54

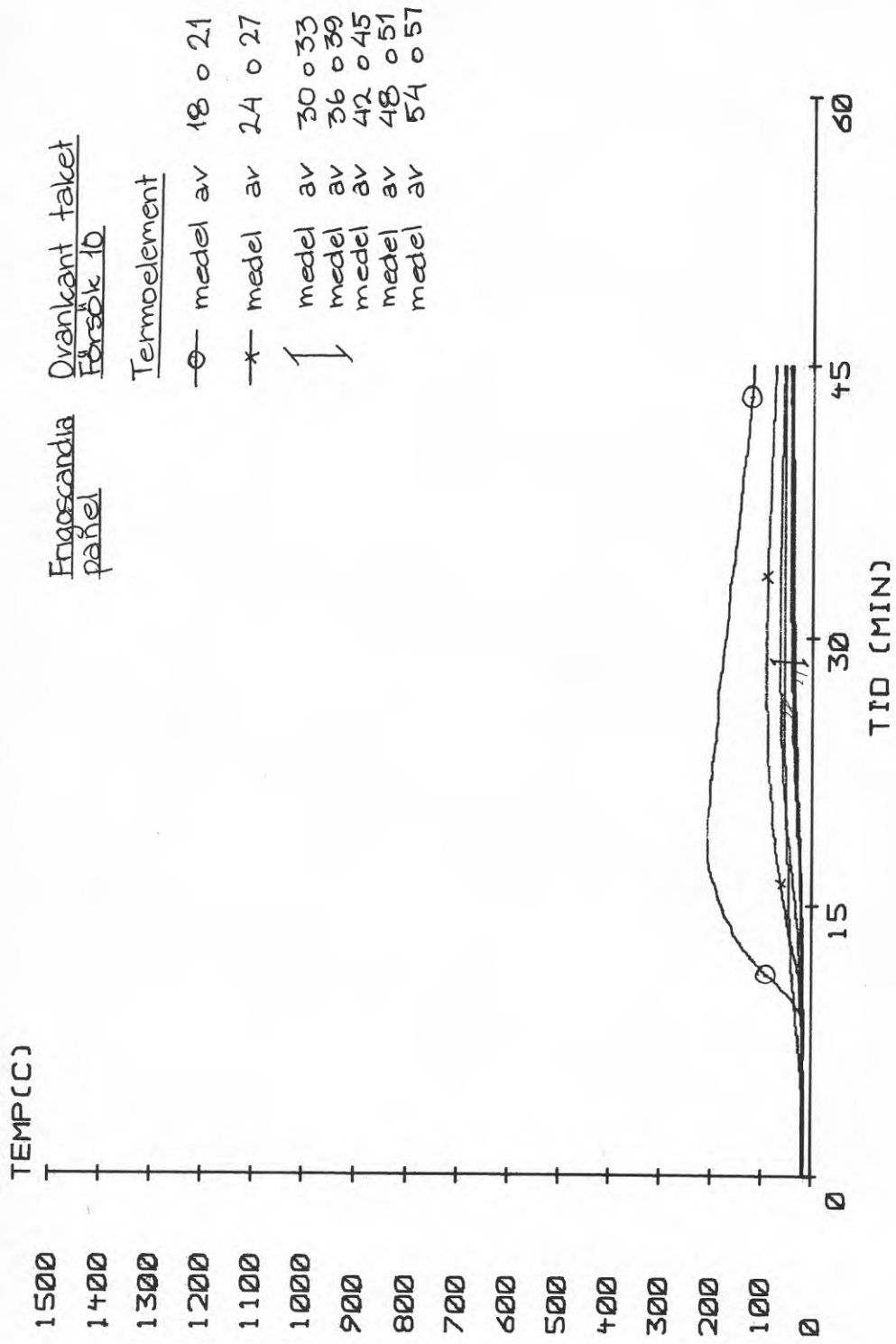
TEMP (C)

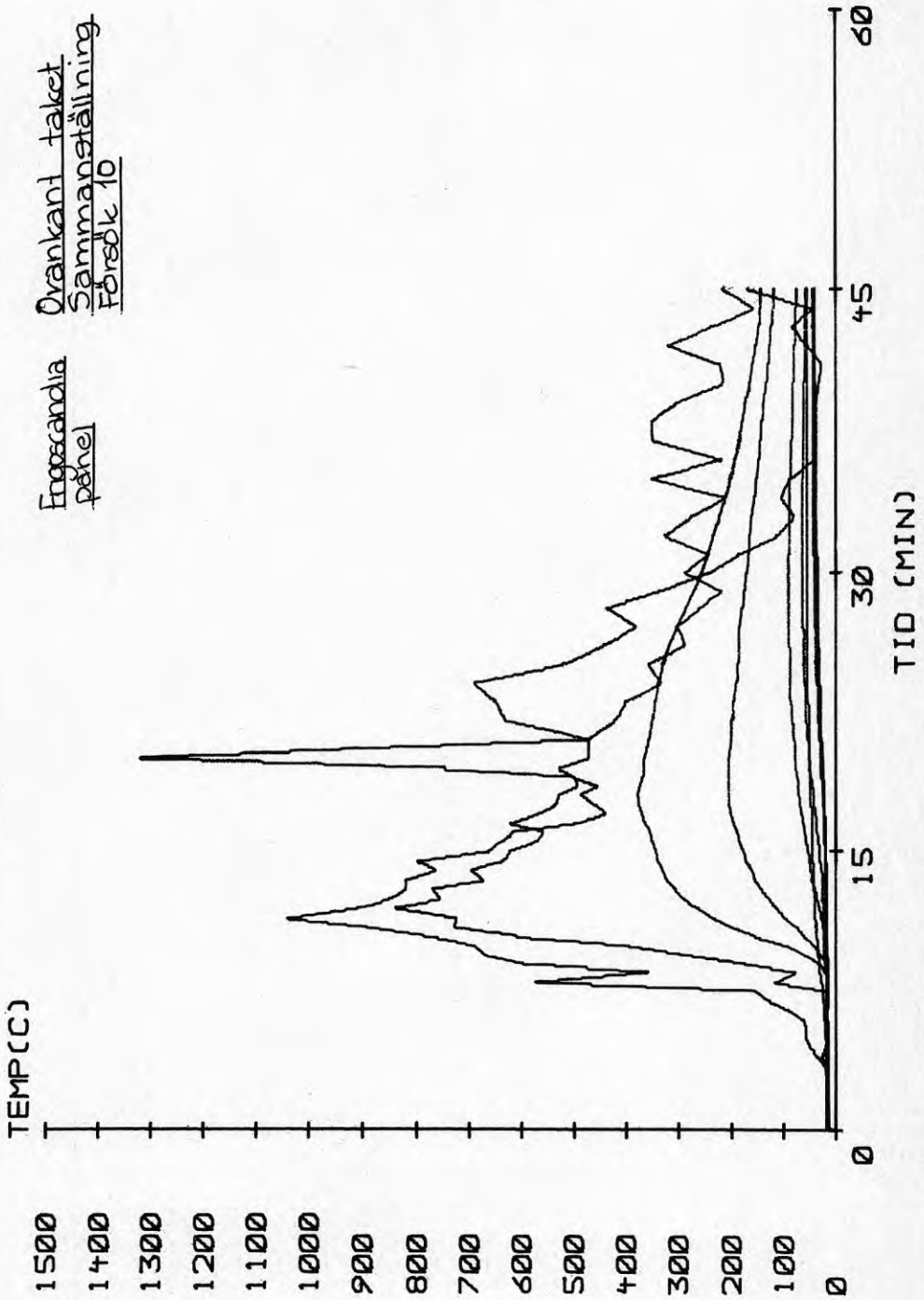
TID (MIN)



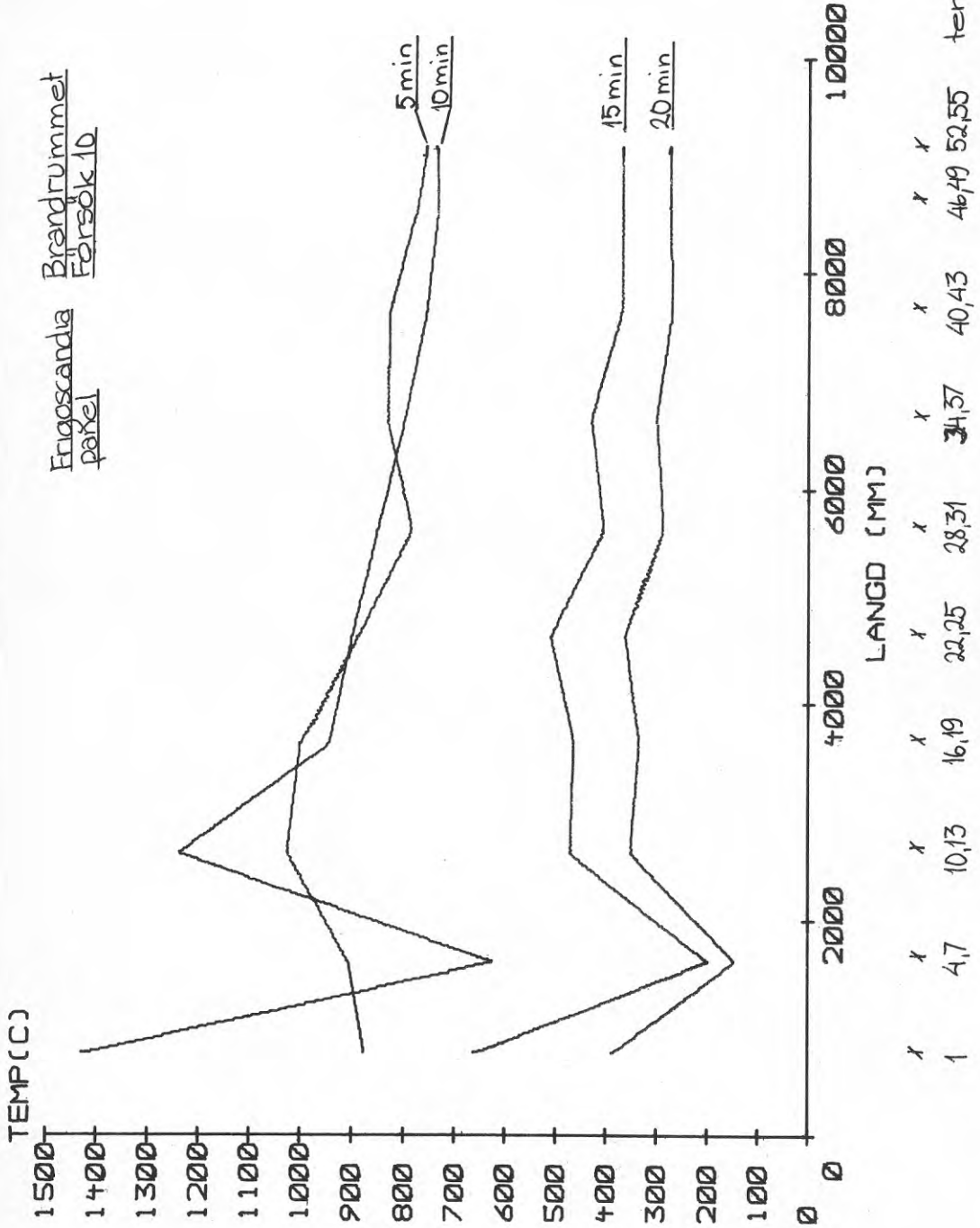








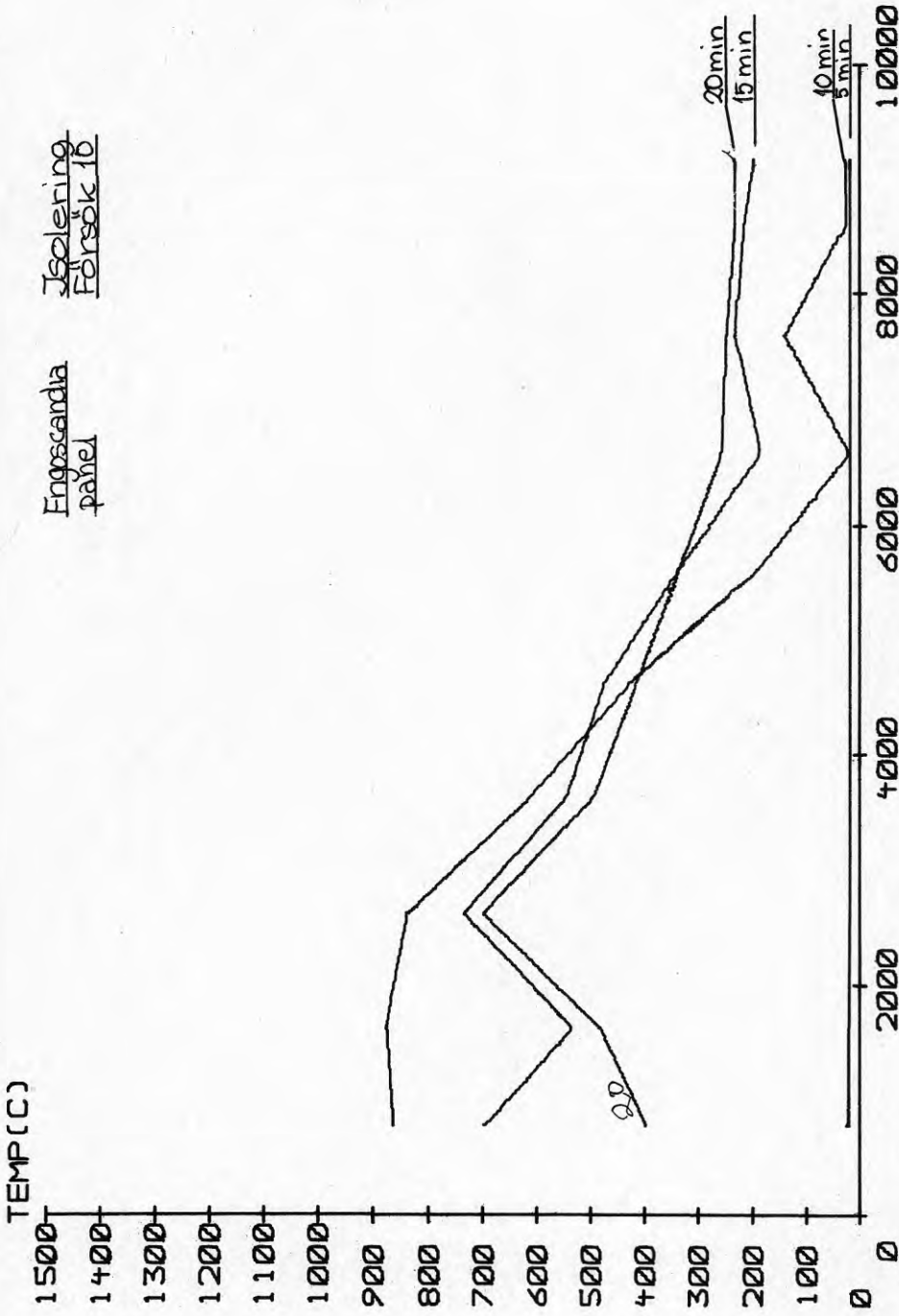
Engoscandia
panel
Brändrummet
Försök 10



termolement nr	LANGD (MM)	TEMP (C)
x	4,7	4,7
x	10,13	16,19
x	16,19	22,25
x	22,25	28,31
x	31,37	34,57
x	40,43	40,43
x	46,49	52,55
x	52,55	52,55

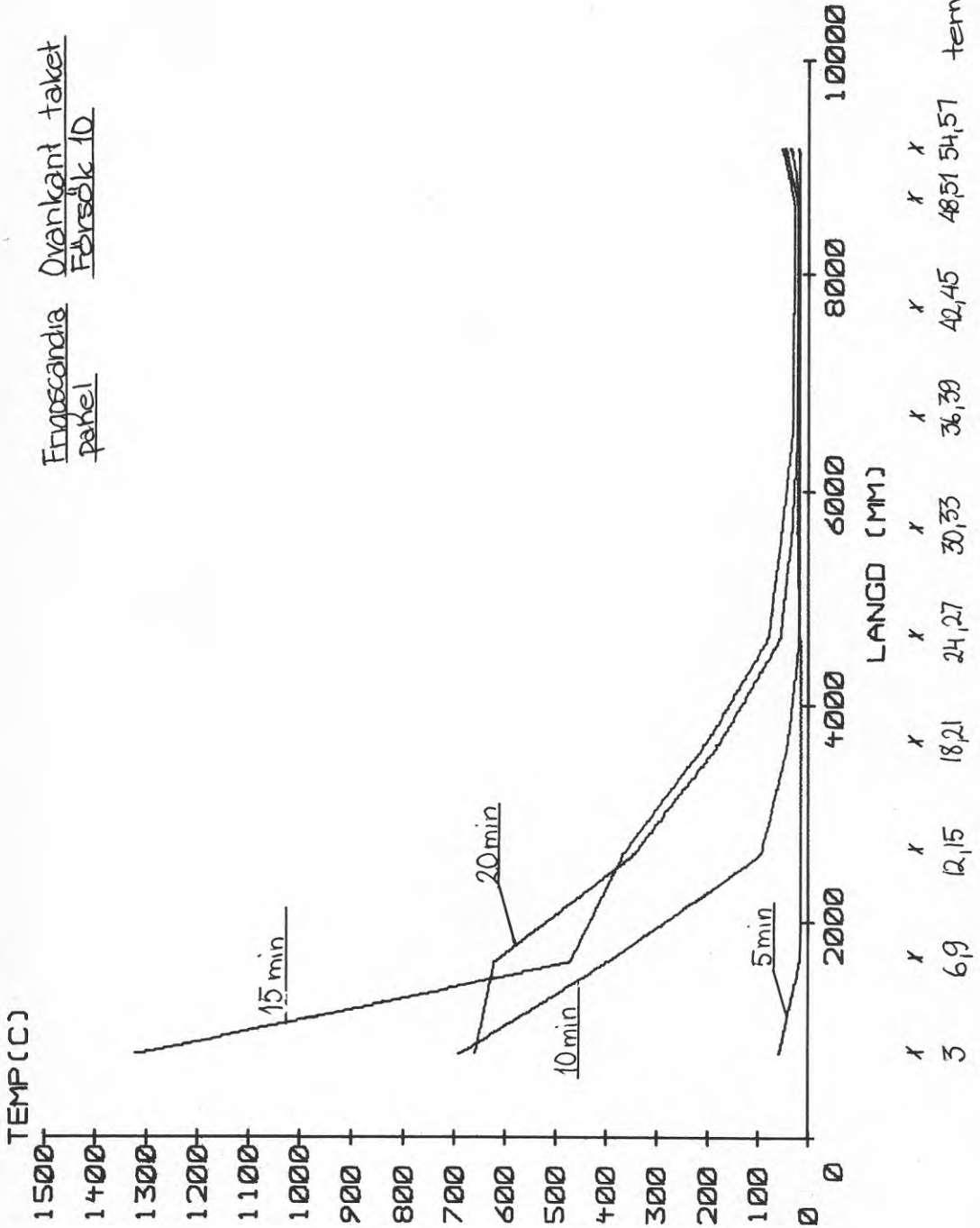
Isolering
Försök 10

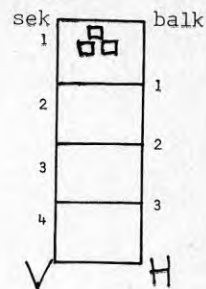
Engascardia
panel



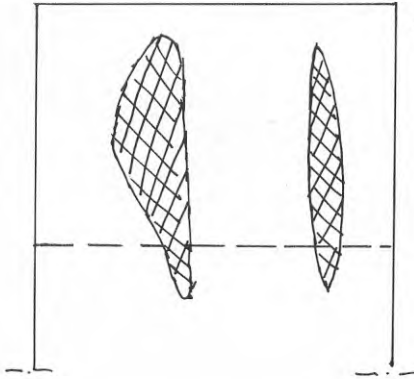
LANGD (MM)	20 min	15 min	40 min	termolement nr
500	x	x	x	2
11,14	x	x	x	
17,20	x	x	x	
23,26	x	x	x	
29,32	x	x	x	
35,38	x	x	x	
41,44	x	x	x	
47,50	x	x	x	
53,56	x	x	x	

Erugiscandia Ovankant taket
paikel Försök 10.



5.11 Försök nr 11Enkel oisolerad blank aluminiumplåt med flamskärmBrandprovning den 12/4 kl. 13.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 05 s Ett tydligt rökskikt syntes ca 50 cm från golvet.
- 1 min 25 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 45 s Rökskiktet lättade men fullt synligt på ca 1 m från golvet.
- 2 min 15 s Lågorna nådde in i andra sektionen.
- 2 min 40 s En kraftig knall hördes.
- 3 min 10 s Intensiv brand längs de 2 första sektionerna. Plåten buktade kraftigt.
- 3 min 40 s Överlappet på V-sida (element 1) tendens till öppning.
- 3 min 45 s Genombränning (element 2).
- 4 min 05 s Buktningen ökade kraftigt.
- 5 min 20 s En stor flaga ramlade samtidigt som en kraftig öppning bildades i första sektionen.
- 6 min 10 s Öppningen i skarven på H-sida syntes tydligt.
- 7 min 30 s Elden begränsad inom första sektionen.
- 9 min 40 s Buktningen hade avstannat.
- 11 min 30 s Öppningen i det närmaste konstant.
- 13 min 10 s Flagor lossnade från öppningshålet.
- 15 min 30 s Fläktarna slogs av.
- 16 min 25 s Mittstapeln föll.
- 19 min 10 s Höger och vänster stapel föll.

Skadebeskrivning

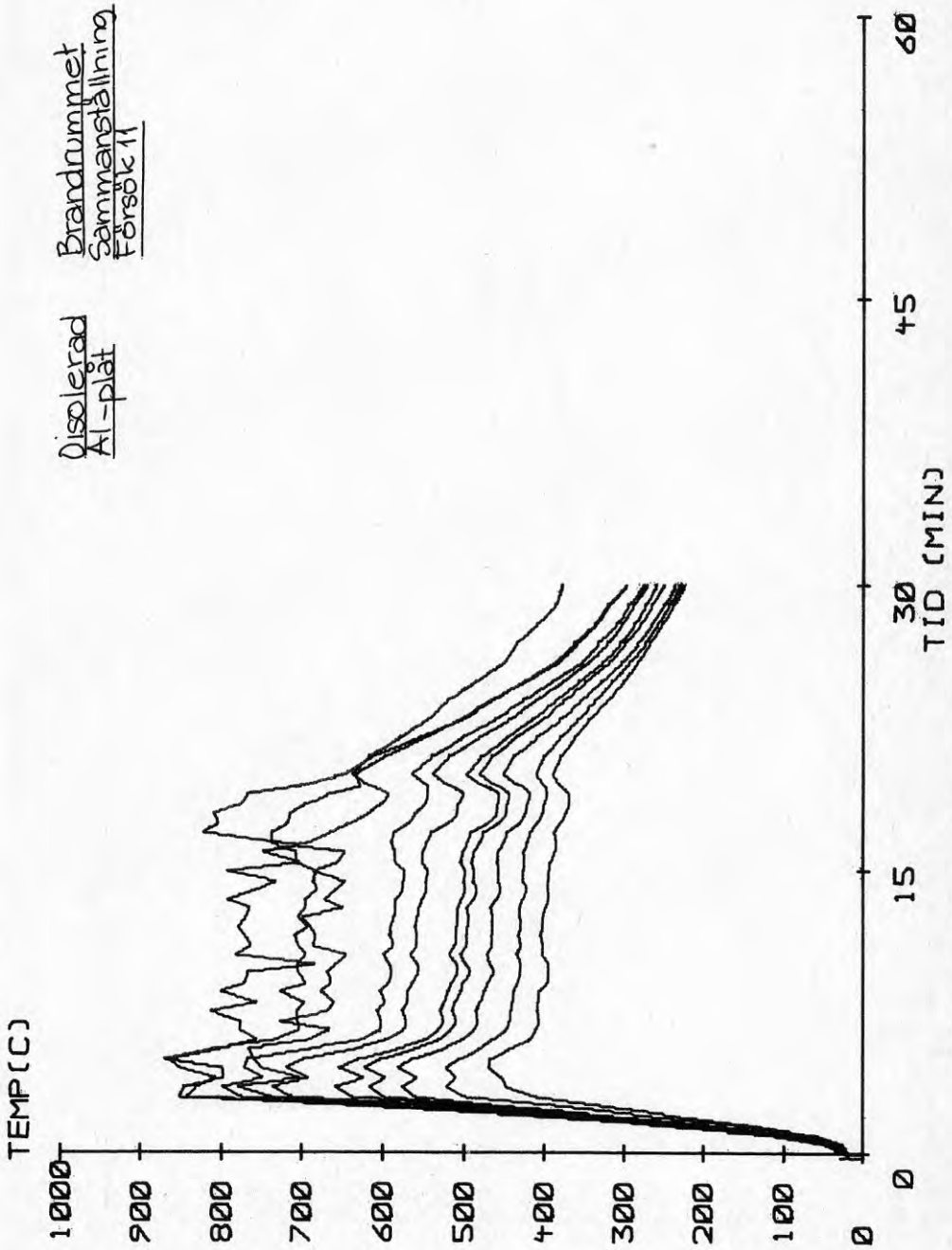
✱ hålbilden runt överlappsskarvarna i första sektionen

Överlappsskarvarna var nitade och en skarv var tätad med cellneoprenband 2 x 15 mm.

Övriga sektioner uppvisade inga direkta skador men plåten var "småbubblig" och längs kanterna tendens till deformation (kom sannolikt av värmerörelserna i plåten).

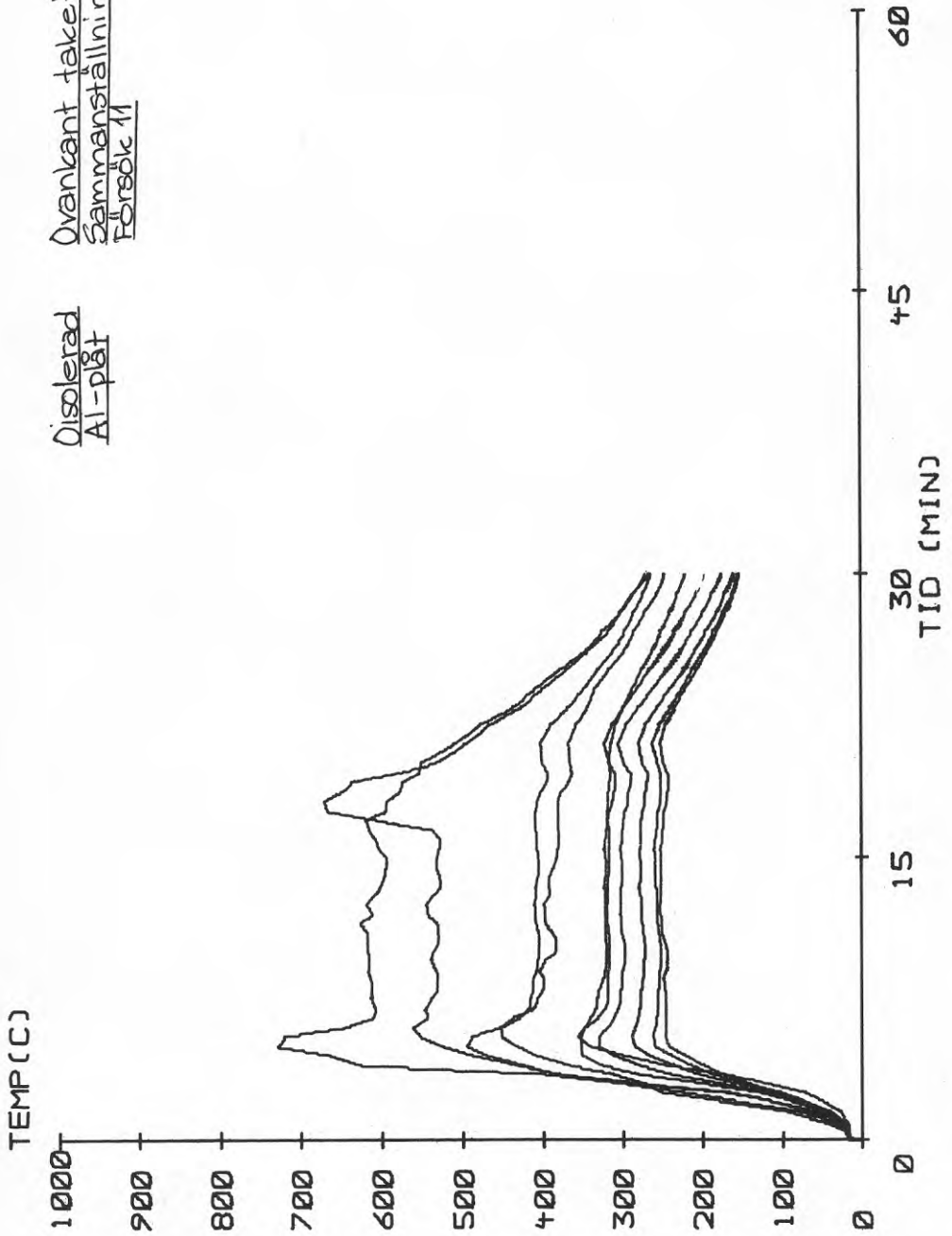
Efter försöket kunde konstateras att cellneoprenbandet var pulveriserat.

Cellneoprenbandet bidrog till något ökad rökutveckling men någon brandspridning kunde inte konstateras.



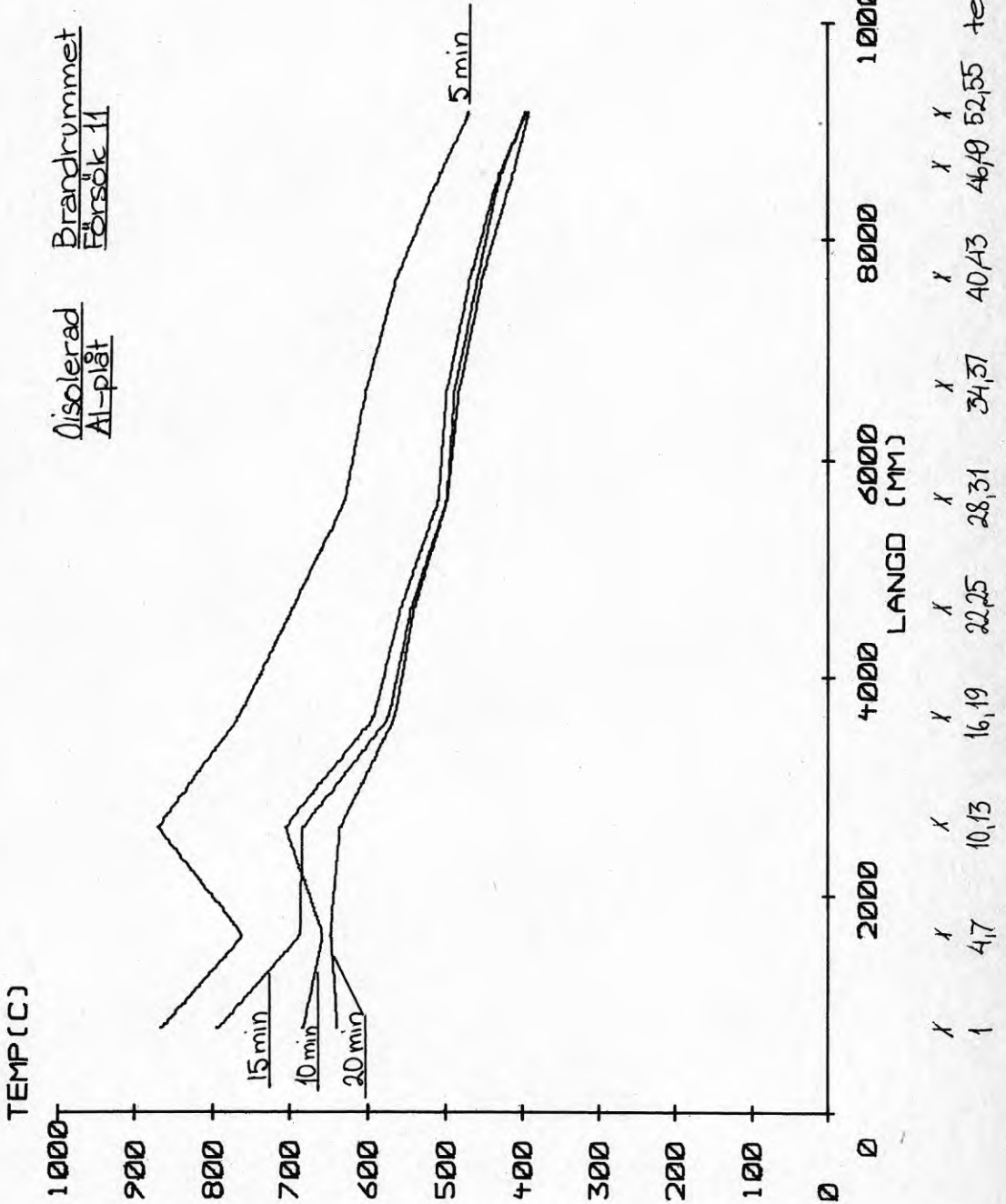
Ovankant taket
Sämmaställning
Försök 11

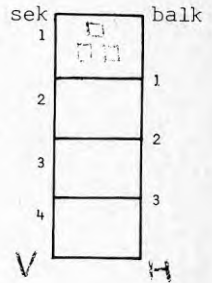
Isolerad
Al-plåt



Brandrummet
Försök 11

Isolerad
Al-plåt



5.12 Försök nr 12"Bonded panel", laminerad folie av aluminium och papper2 cm isocyanurate, Al-plåt med flamskärmBrandprovning den 15/4 kl. 8.30Observationer

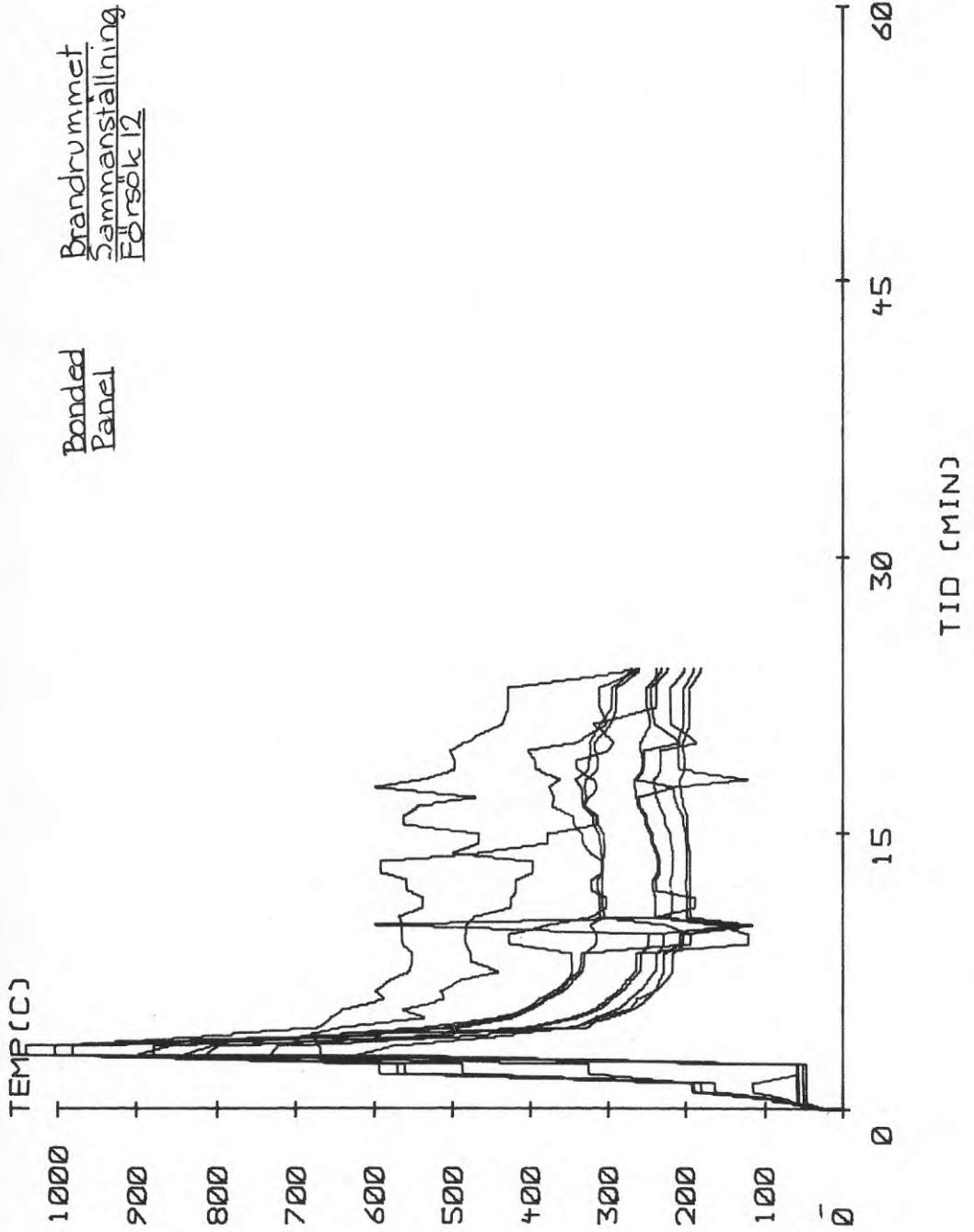
- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som dataloggen startades.
- 1 min 15 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 20 s Kraftig rökutveckling inifrån brandrummet.
- 1 min 30 s Rökutvecklingen tilltog hastigt och pappet på folien antändes så att Al-folien frilades. Branden spred sig snabbt över hela takets inre yta och sotflagor yrde omkring.
- 2 min 00 s Elden kom snabbt in i 3:e sektionen.
- 2 min 10 s Fast eld i de båda första sektionerna.
- 2 min 20 s Rökutveckling längs takets utsida.
- 2 min 30 s Det karakteristiska svarta molnet kom. Mycket kraftig svart rök välldes ut genom stora ventilationsöppningen.
- 3 min 10 s Isoleringen ramlade ned i brinnande bitar från de två första sektionerna.
- 3 min 15 s Genombränning kunde konstateras från hissen i höjd med element 2-4.
- 3 min 35 s Genombränning i höjd med element 1-5.
- 4 min 00 s Elden gick längs hela undersidan som "smygeld".
- 4 min 30 s Ett svagt röskikt syntes längs hela undersidan.
- 4 min 55 s Hela första sektionen hade nu öppnat helt och det brann runt kanterna i första sektionen.
- 5 min 35 s Det svaga röskiktet syntes nu endast runt sektion 3 och 4.
- 6 min 40 s Pappret (där det fanns kvar) hängde i stora flagor, mest runt kanterna i sektion 3 och 4. I dessa 2 sektioner var isoleringen i det närmaste helt bar. I sektion 2 knappt någon isolering kvar.
- 7 min 30 s Elden begränsad inom första sektionen.

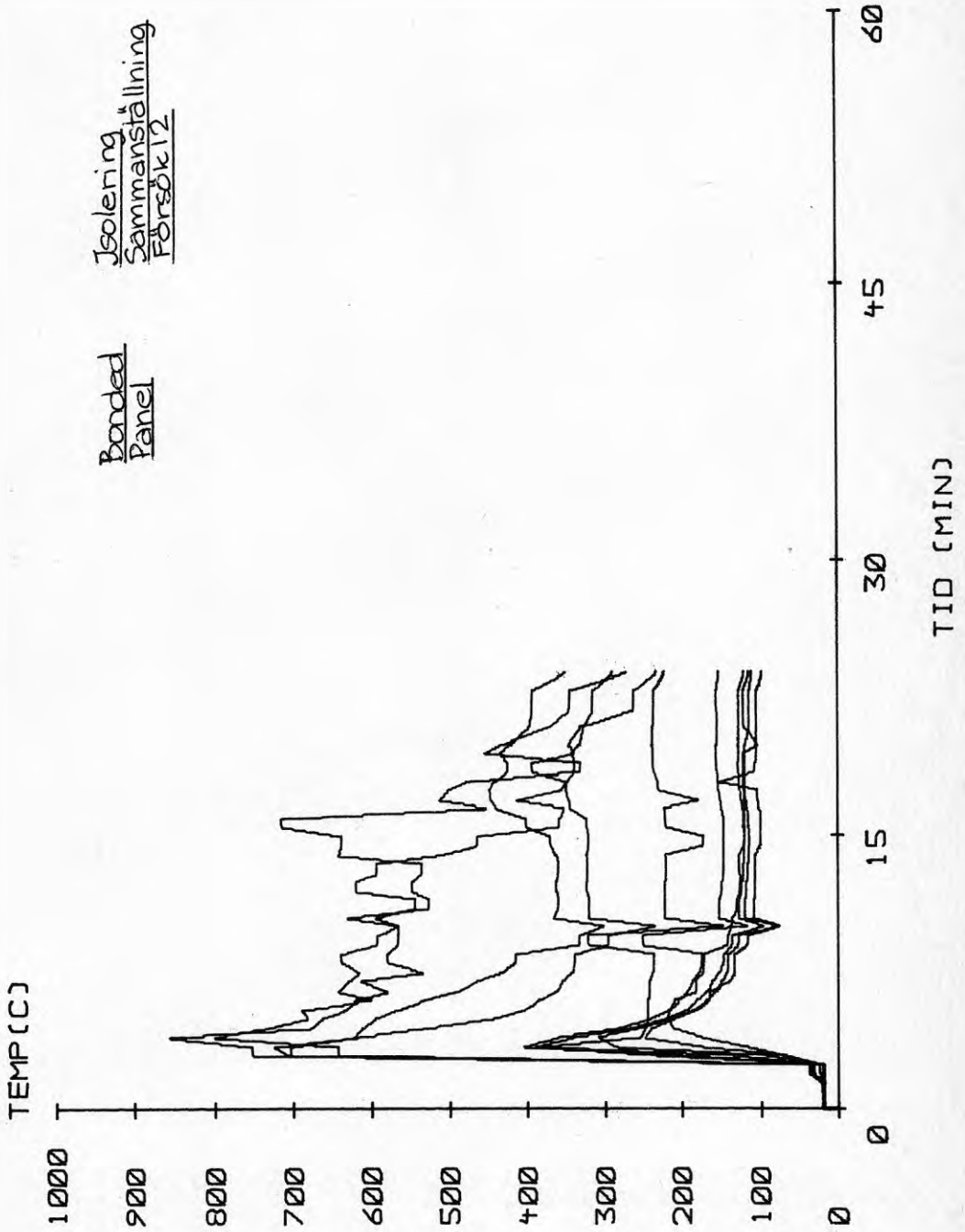
- 8 min 20 s Samtliga lister som använts för ihopskarvning av elementen hade nu ramlat ned.
- 8 min 50 s Al-plåten likartat "böjningsförlopp" som i försök 1-5.
- 10 min 10 s Isoleringen i sektion 3 och 4 kolade utan lågor.
- 10 min 50 s Sticklågor på V-sida i höjd med element 8-9.
- 12 min 50 s Mittstapeln föll till hälften.
- 13 min 45 s Smygande sticklågor i sektion 3:s vänsterkant.
- 15 min 00 s Vänster stapel föll.
Fläktarna slogs av.
- 18 min 40 s Höger stapel föll
- 19 min 20 s Samtliga staplar hade fallit.

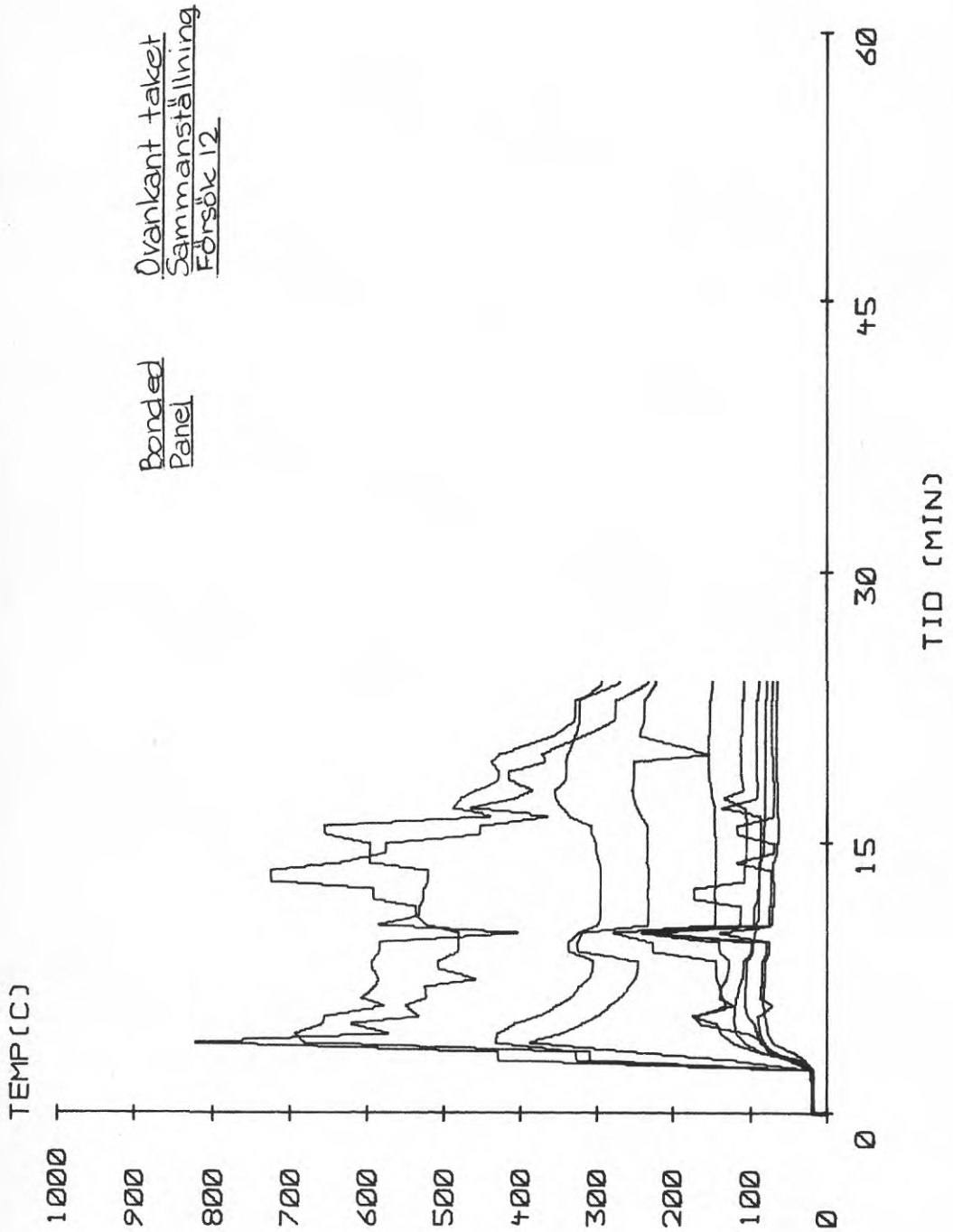
Skadebeskrivning

Första sektionen och nästan hela andra sektionen var total-skadad, endast rester längs kanterna. I de två sista sektionerna var isoleringen kolad över hela ytan i sektion 3 till nästan 100 % och sektion 4 ca 80 %. Isoleringen hade kraftiga sprickor och det hela liknade "öar". "Öarnas" tjocklek var ca 10 mm och i sprickorna mellan var plåten frilagd.

Plåten i de två sista sektionerna var oskadad.

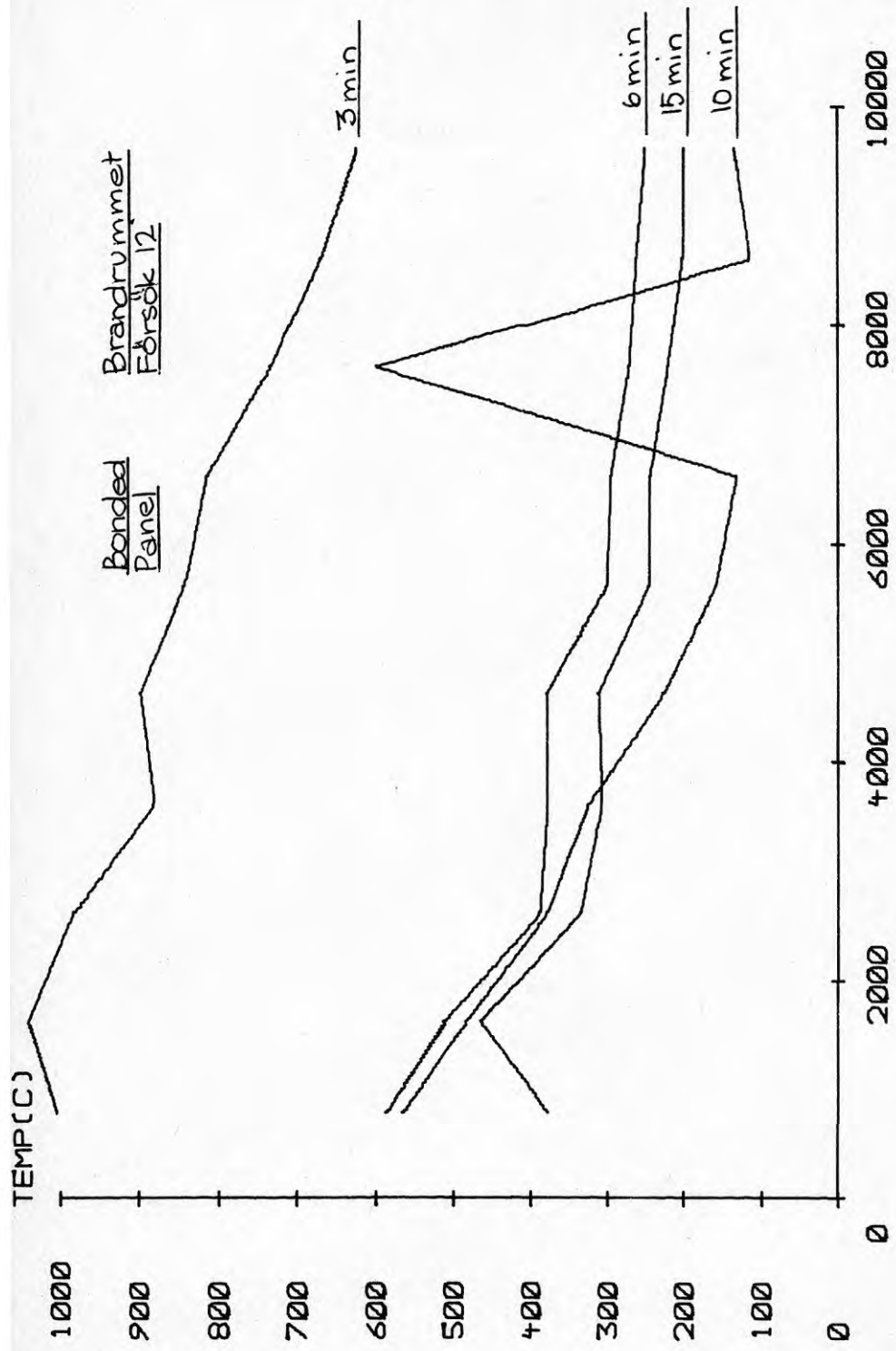






Brandrummet
Försök 12

Banded
Panel



LANGD (MM)

LANGD (MM)	3 min	6 min	15 min	10 min
4,7	X			
10,13	X			
16,19	X			
22,25	X			
28,31	X			
34,37	X			
40,43	X			
46,49	X			
52,55	X			

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

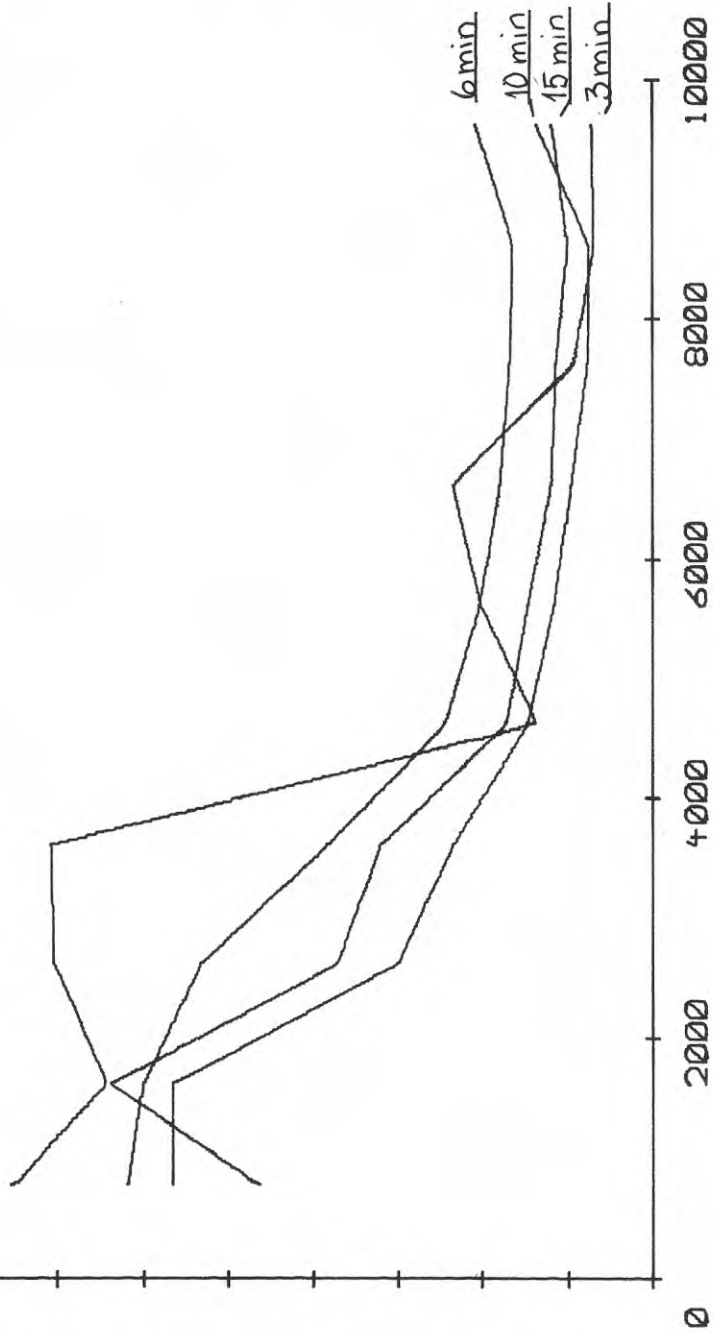
X

Isolering
Försök 12

Bonded
Panel

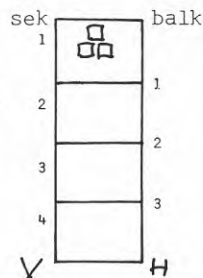
TEMP (C)

1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0



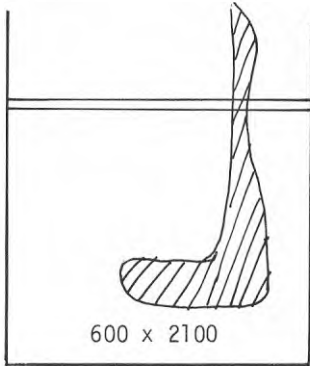
LANGD (MM)

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	5,8	11,14	17,20	23,26	29,32	35,38	41,44	47,50	53,56	termoelement nr

5.13 Försök nr 13Dubbelt aluminiumtak, isolering (12+9.5) cm Rockwool 331Brandprovning den 20/4 kl. 8.15Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 05 s Lågorna nådde taket.
- 1 min 50 s Elden nådde andra sektionen.
- 2 min 10 s Elden nådde tredje sektionen.
- 2 min 45 s Rökutveckling längs taket.
- 2 min 55 s Innerplåten i första sektionen började smälta undan.
- 3 min 10 s 1:a lagret isolering i första sektionen började ramla ned.
- 3 min 30 s Kraftig rökutveckling och 2:a isoleringslagret var på väg ned.
- 4 min 20 s Ytterplåten buktar uppåt i höjd med element 1-3.
- 4 min 40 s 1:a lagret isolering i andra sektionen började ramla ned.
- 5 min 10 s Innerplåten var nu helt bortsmält i första sektionen.
- 5 min 40 s Den första Z-profilen hade nu smält av ~ mitt över mittstapeln.
- 6 min 05 s Sticklågorna syntes i början av 3:e sektionen.
- 6 min 50 s Genombränning.
- 7 min 45 s Lågorna var tillfälligt begränsade inom 1:a sektionen.
- 8 min 00 s Genombränning i ökad omfattning samt ytterligare deformation av plåten.
- 8 min 45 s 2:a lagret isolering i 2:a sektionen började ramla ned.
- 9 min 00 s Rökutveckling längs sidoplåtarna.
- 9 min 25 s Hålet i första sektionen syntes nu tydligt även inifrån brandrummet.
- 9 min 35 s Elden gick på nytt in i 2:a sektionen.

- 10 min 00 s Isoleringen i 2:a sektionen var nu helt borta.
Fortfarande rökutveckling längs V- och H-sida
vid kantplåtarna.
- 11 min 05 s Innerplåten i 3:e sektionen började "bubbla"
längs vänsterkanten.
- 12 min 15 s I de två första sektionerna hängde isoleringen
runt öppningarna.
- 14 min 00 s Elden höll sig inom första sektionen.
- 15 min 15 s Mittstapel n föll.
Fläktarna slogs av.
- 21 min 30 s Höger stapel föll.
- 22 min 40 s Vänster stapel föll.

SkadebeskrivningYtterplåten (mot det fria)

lilla ventilationsöppningen

Plåten var i övrigt tydligt "bubblig" inom första och andra sektionen. Tredje och fjärde sektionen var helt intakta.

Ytterplåten (mot pappskiktet)

I första och andra sektionen var plåten sotig över hela ytan utom runt genombränningshålet. Tredje och fjärde sektionen var helt intakta.

Vindspärren

I första och andra sektionen var pappen fläsig och spröd. I de två sista sektionerna var pappen i det närmaste intakt (enstaka ställen med förkolnader kunde observeras).

Vindspärr/isolering

De två första sektionerna endast rester kvar*. I de två sista sektionerna var isoleringen helt intakt.

2:a isoleringsskiktet (120 mm)/1:a isoleringslaget (95 mm)

De två första sektionerna endast rester kvar*. I de två sista sektionerna kunde tendens till bindemedels utfällning konstateras.

1:a isoleringsskiktet (95 mm)

De två första sektionerna endast rester kvar*. I de två sista en tydlig missfärgning över hela ytan.

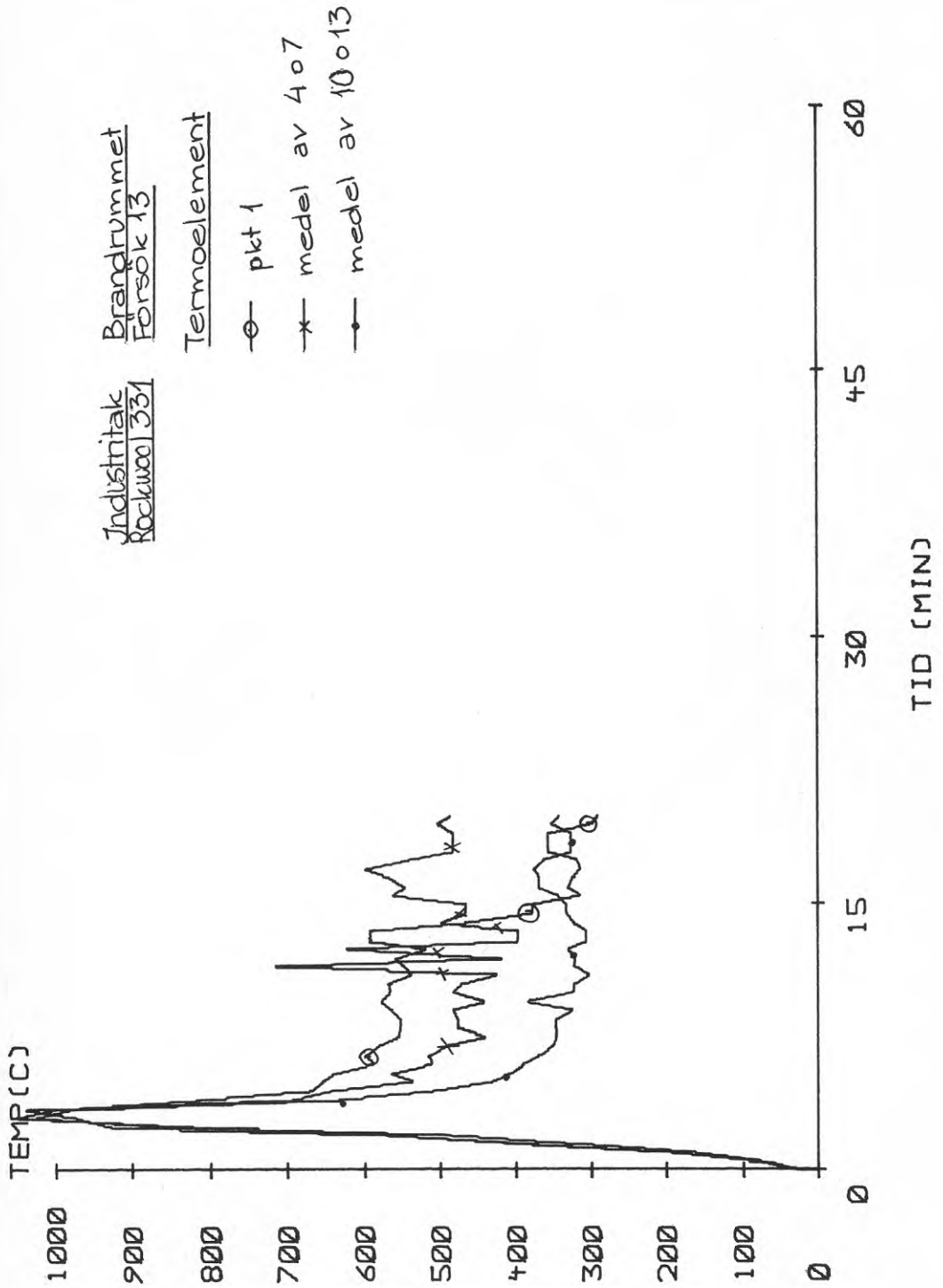
1:a isoleringsskiktet (95 mm) plåten

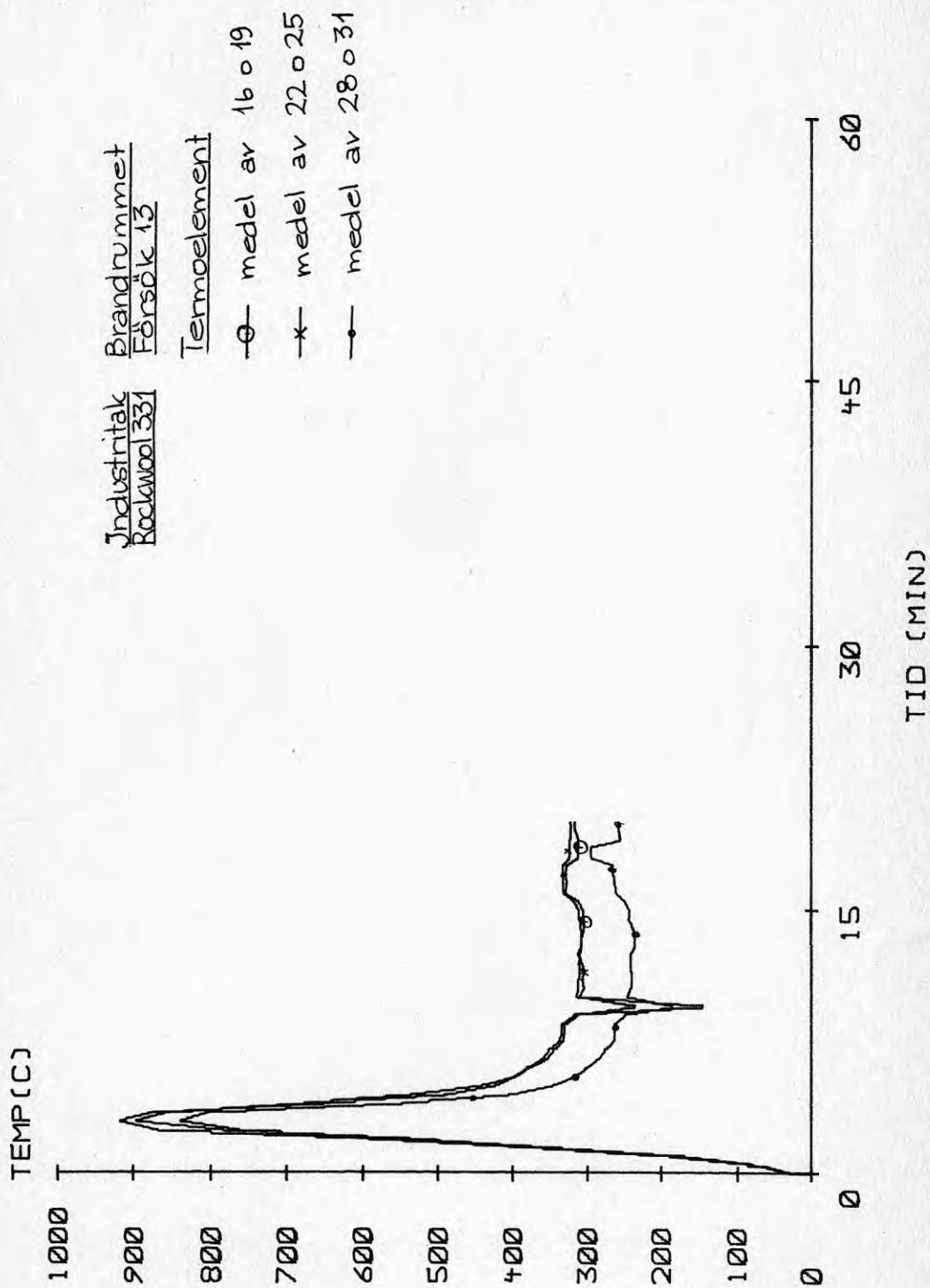
De två första sektionerna endast rester kvar*. I de två sista sektionerna var isoleringen spröd och höll inte ihop vid isärtagningen. Den var tydligt vit och troligtvis fanns det inte mycket bindemedel kvar.

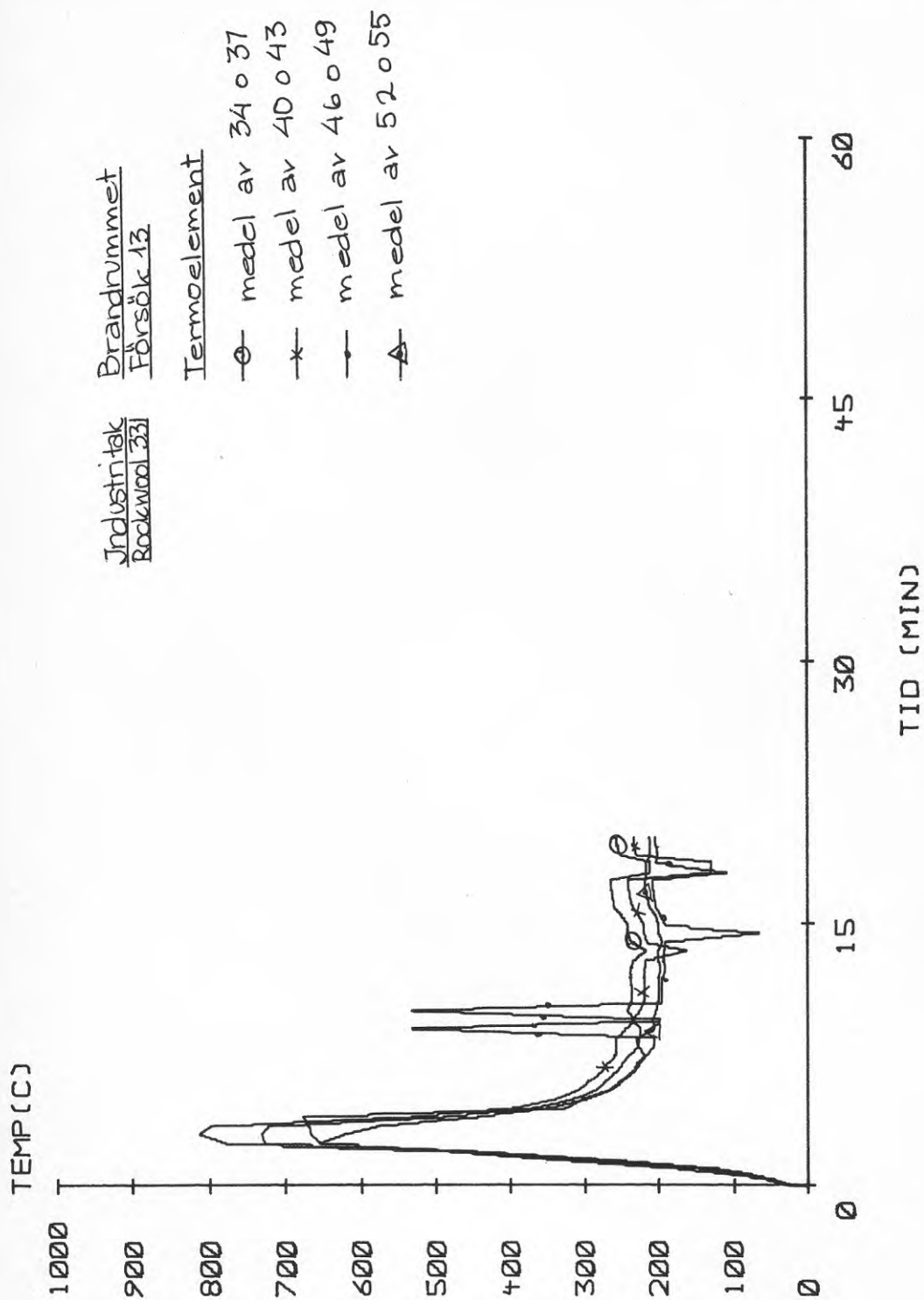
Innerplåten mot isoleringen

De två första sektionerna endast rester kvar*. I de två sista sektionerna var det svårt att avgöra plåtens utseende p.g.a att uveténfolien fastnat och därmed även delar av isoleringen.

*De rester som fanns i taket återfanns runt kanterna, resten av isoleringsskivorna låg på golvet.

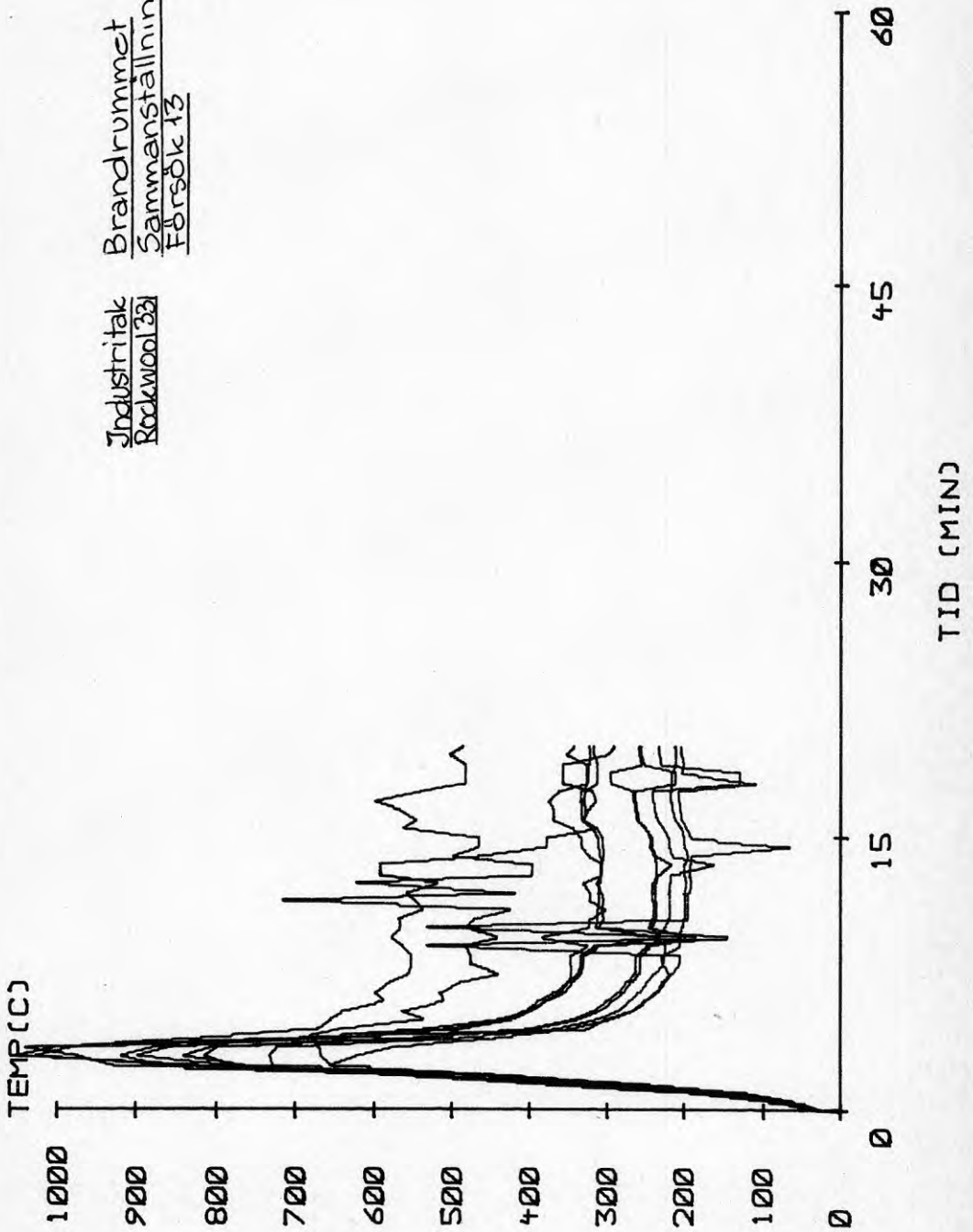


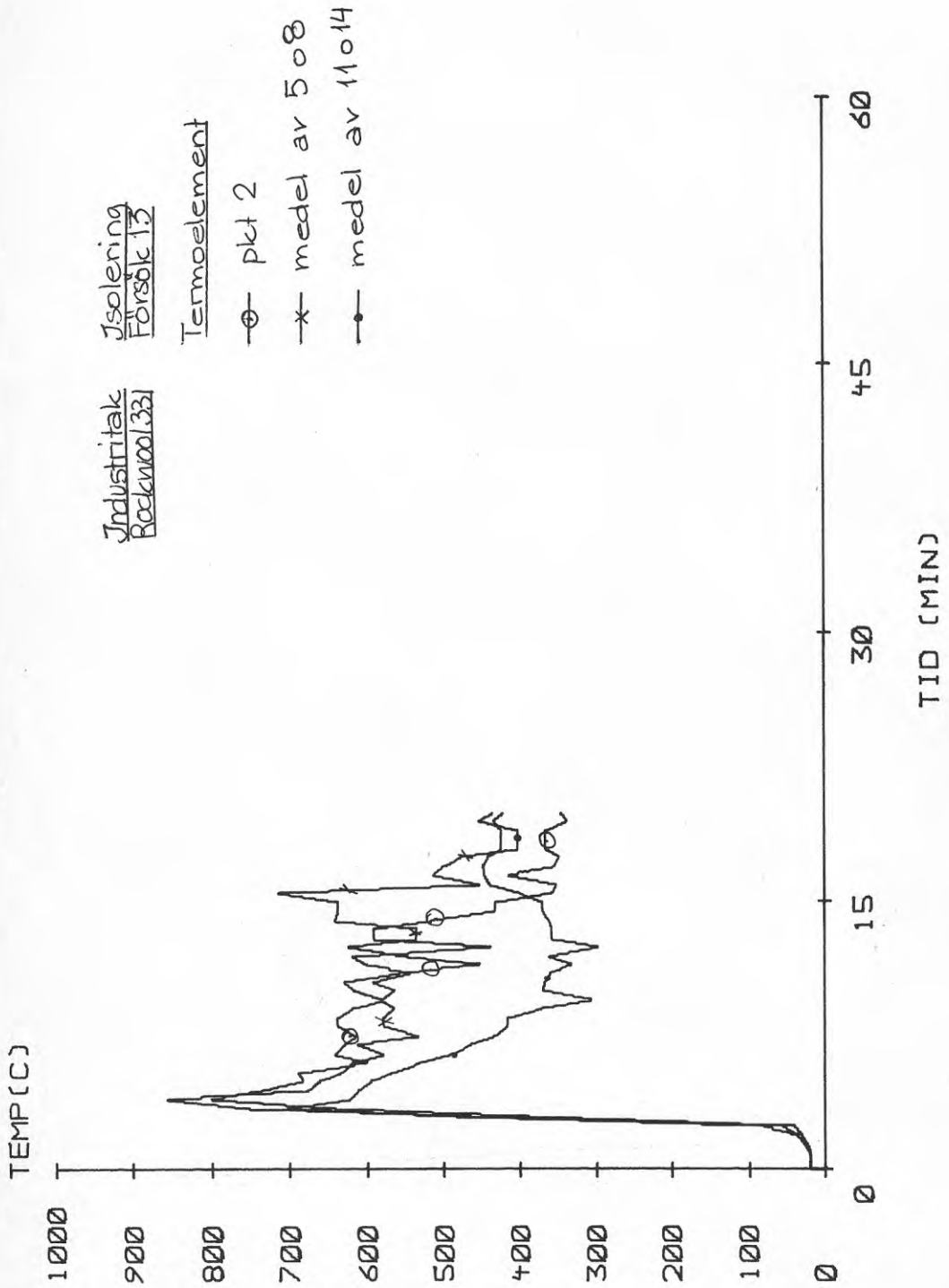


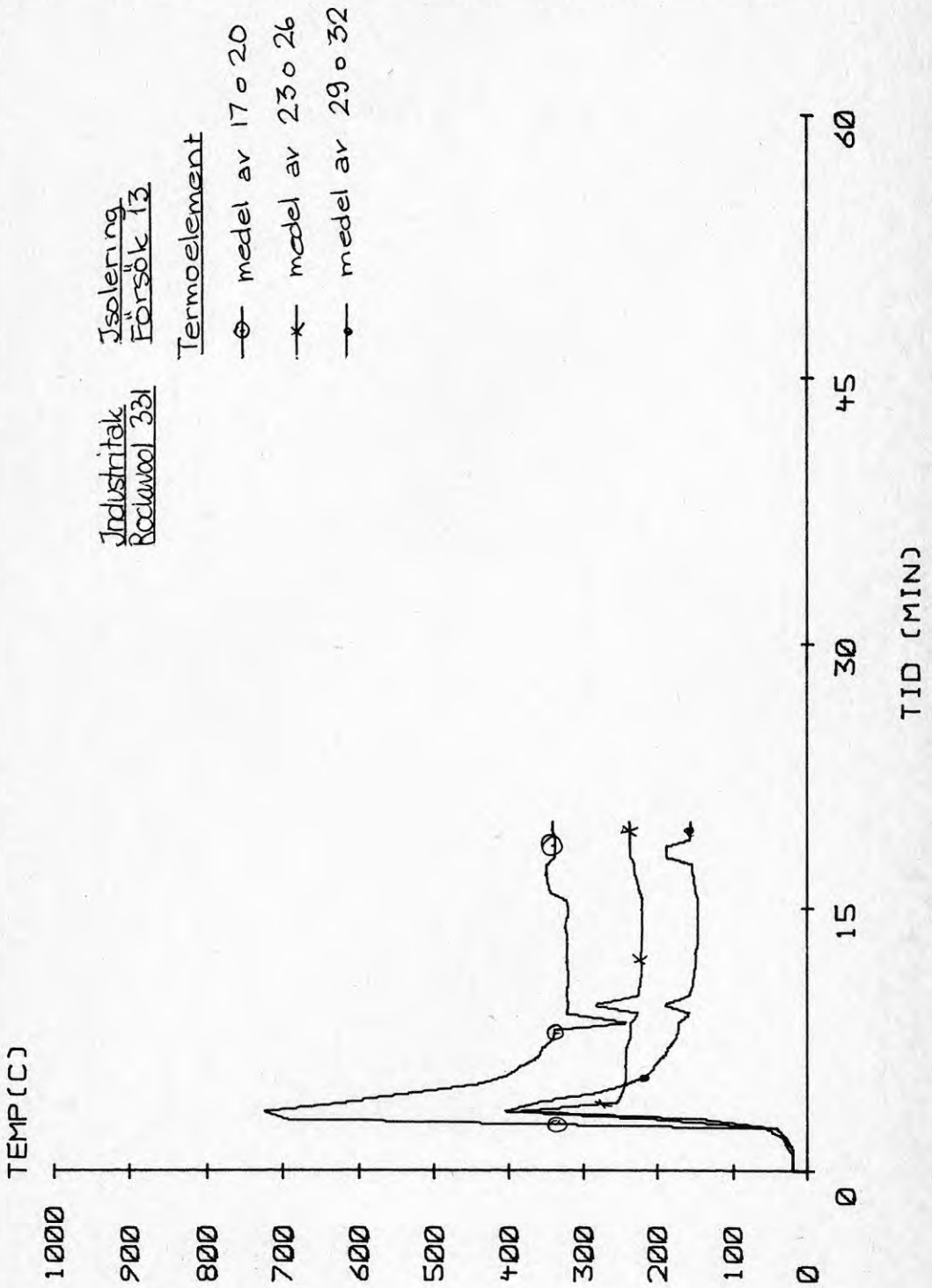


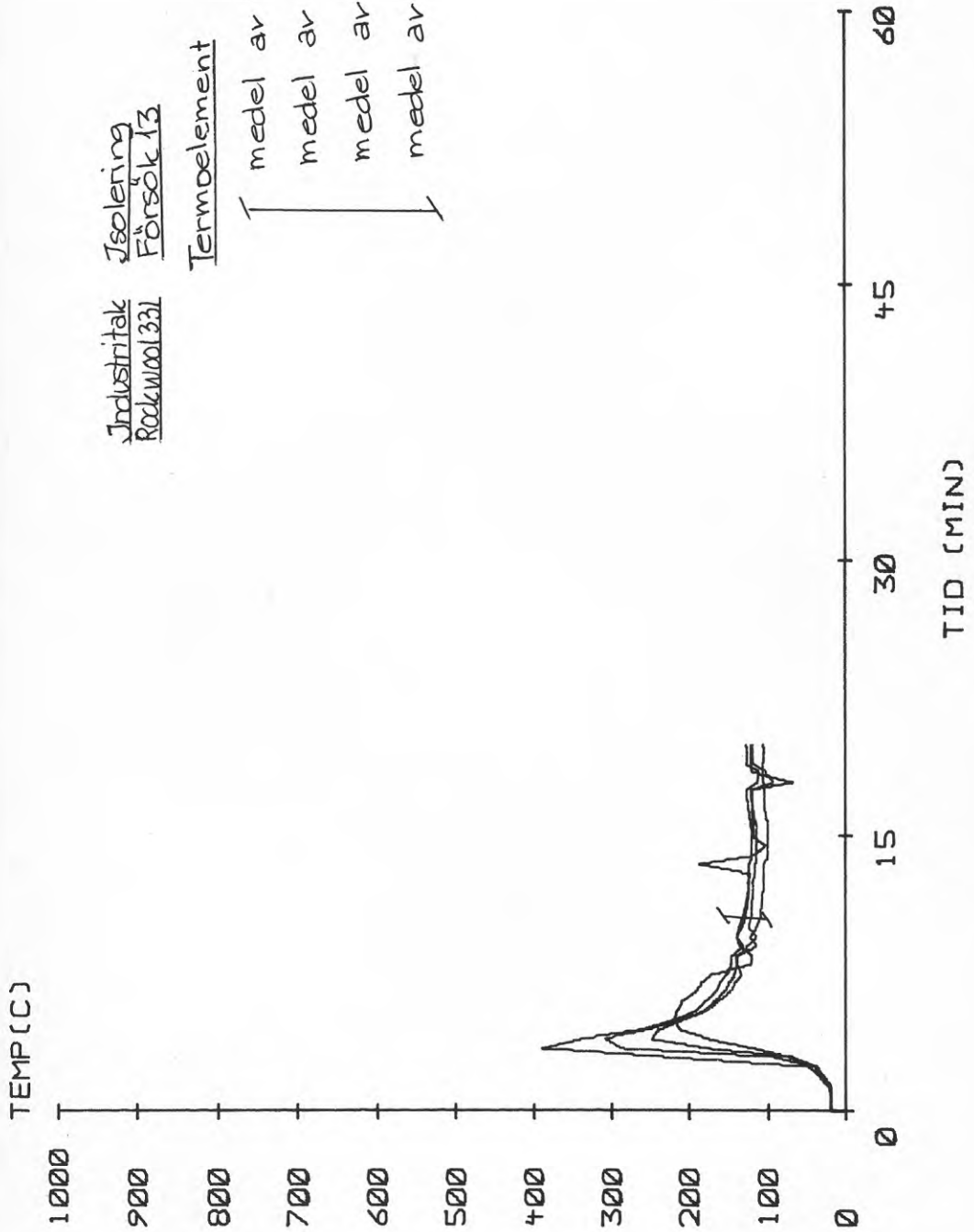
Brandrummet
Sammanställning
Försök 13

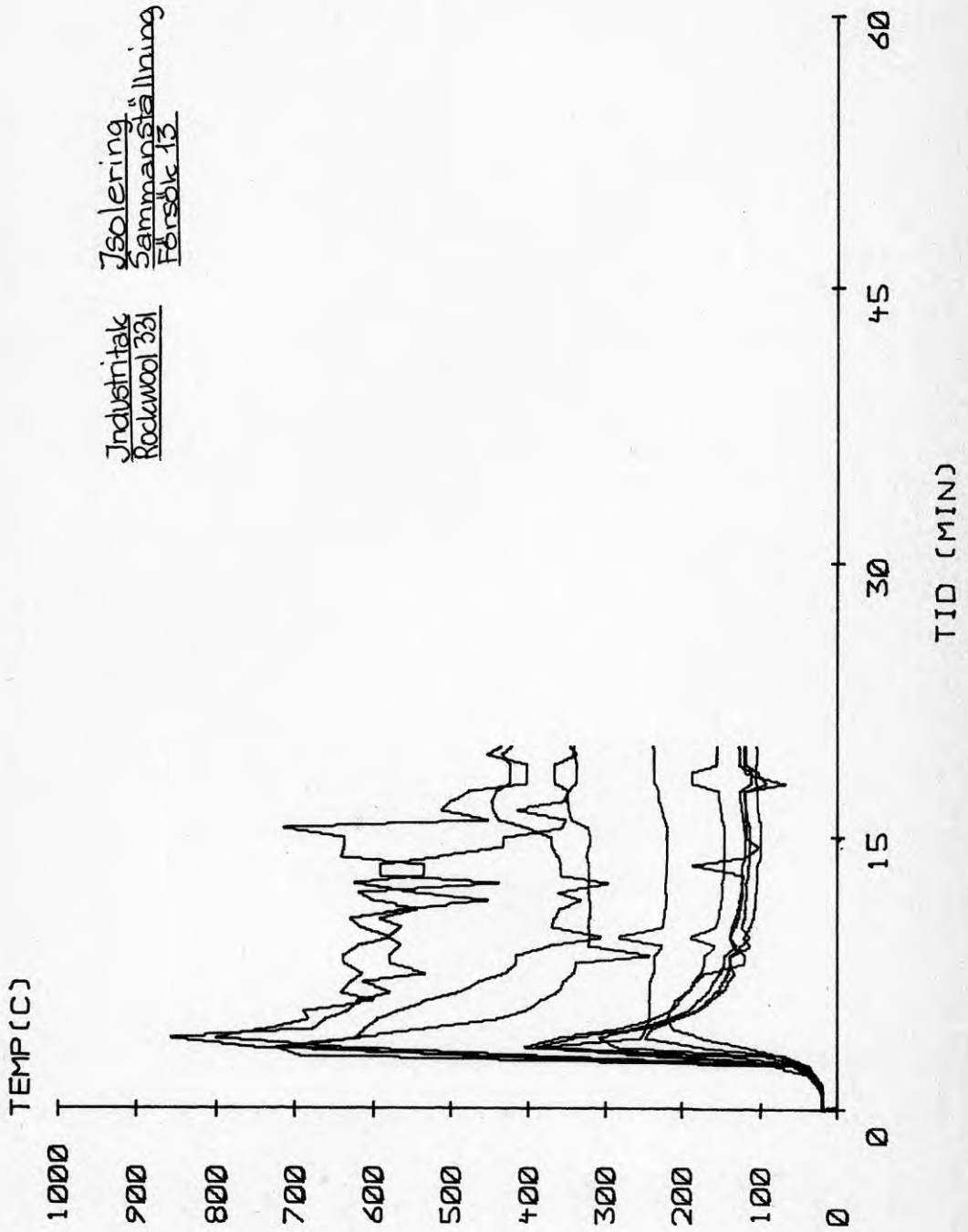
Industritak
Rockwool 321

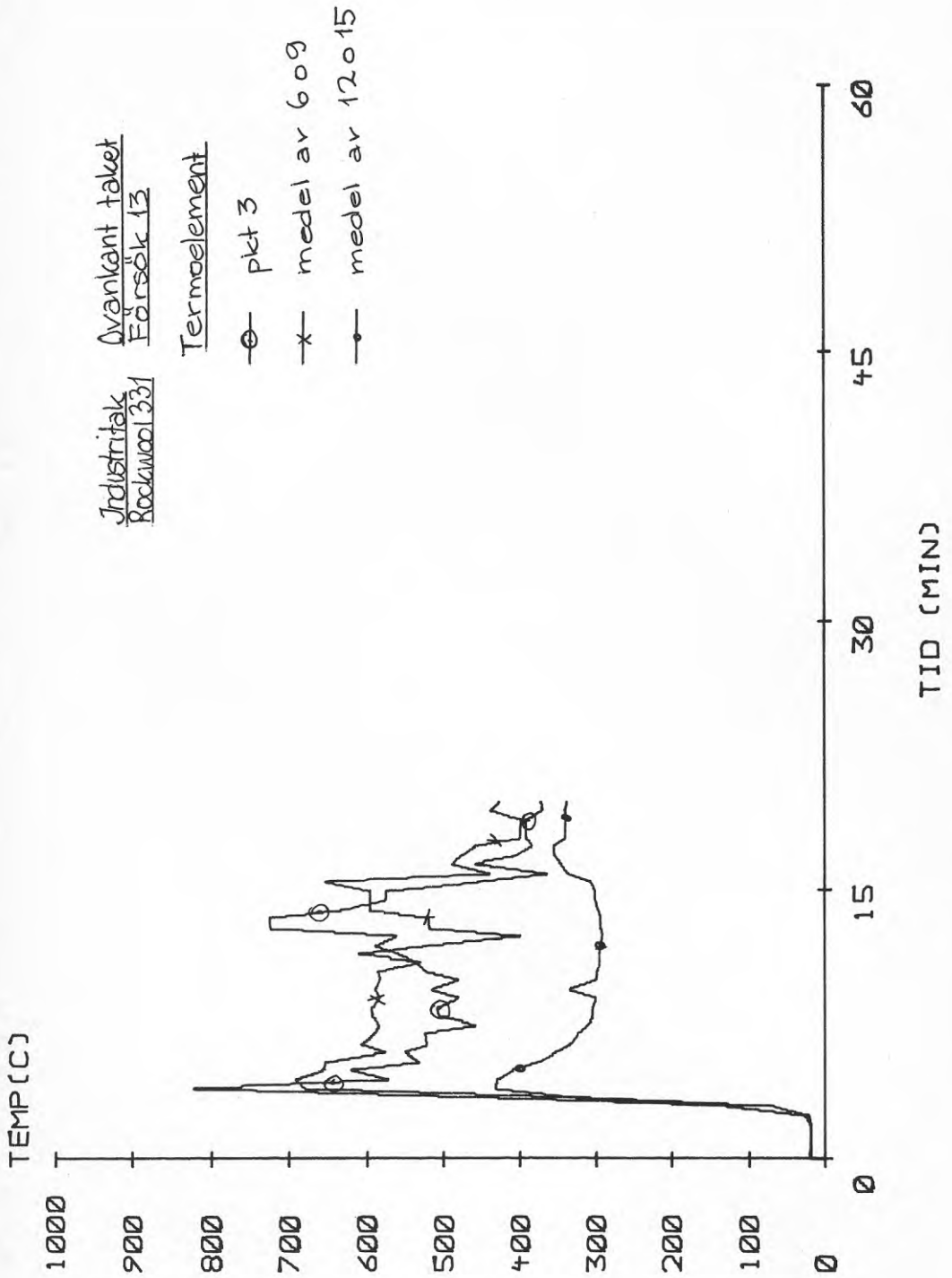


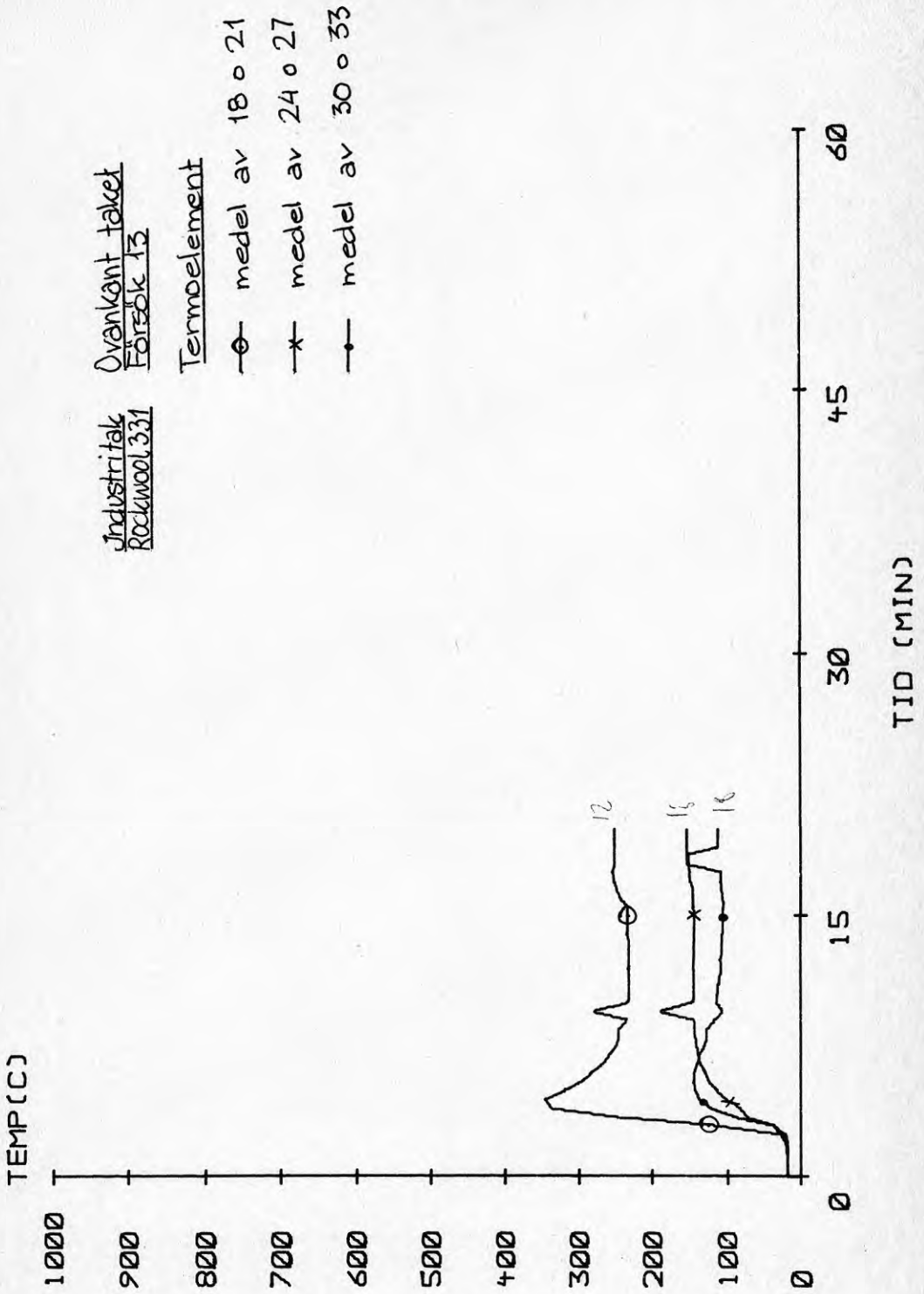










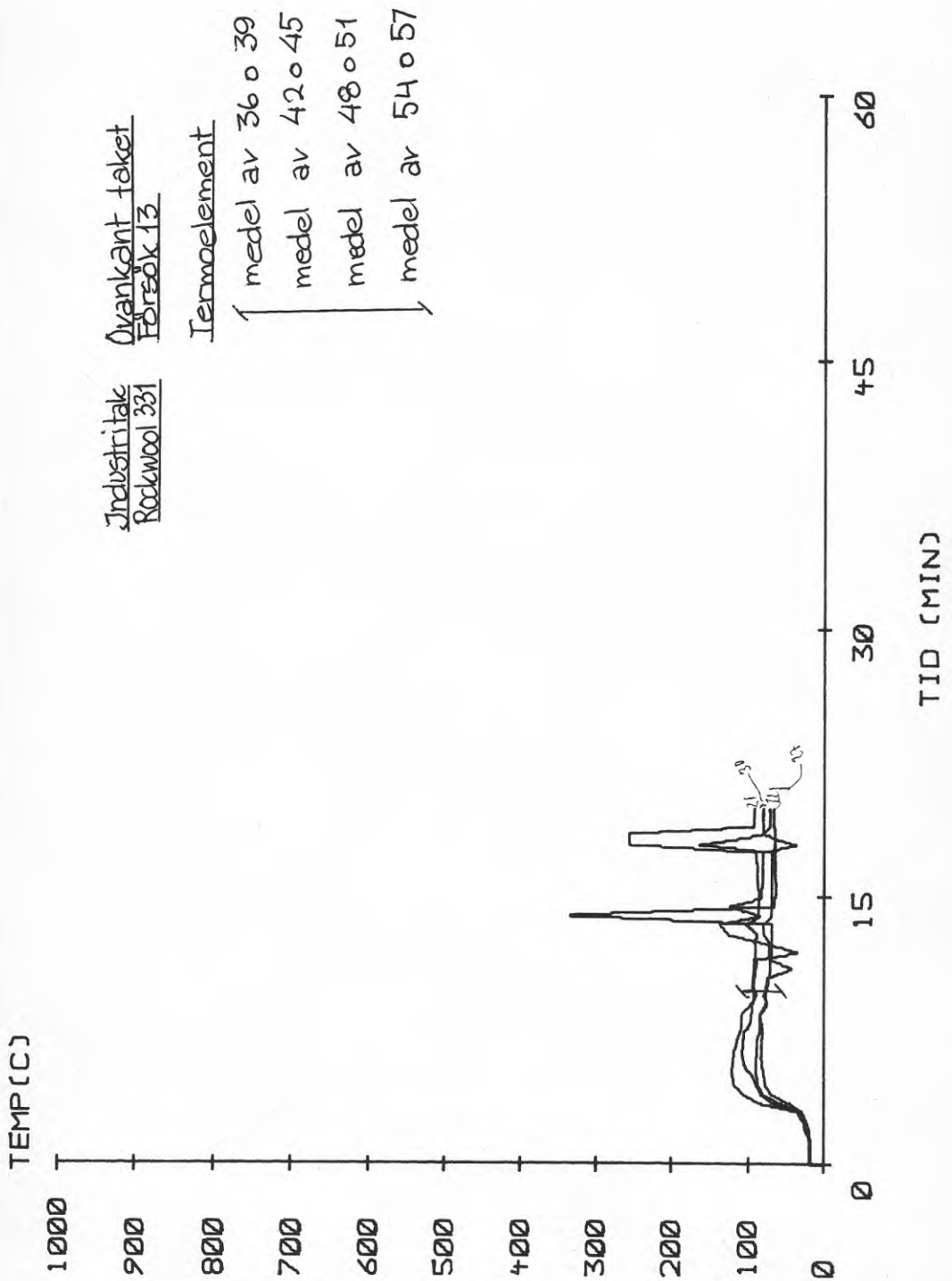


Industriitak
Rockwool 331

Ovenkont taket
Försök 13

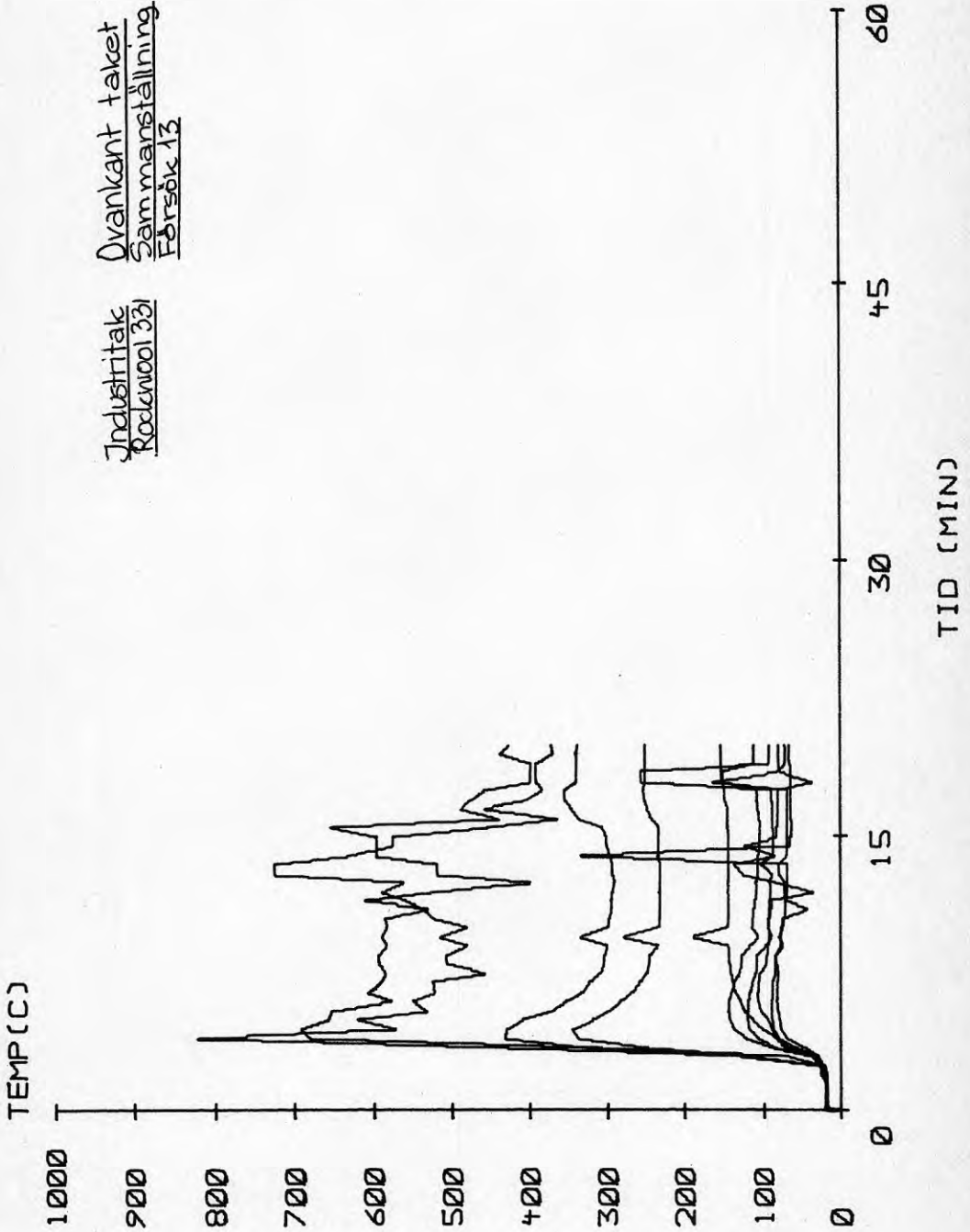
Termoelement

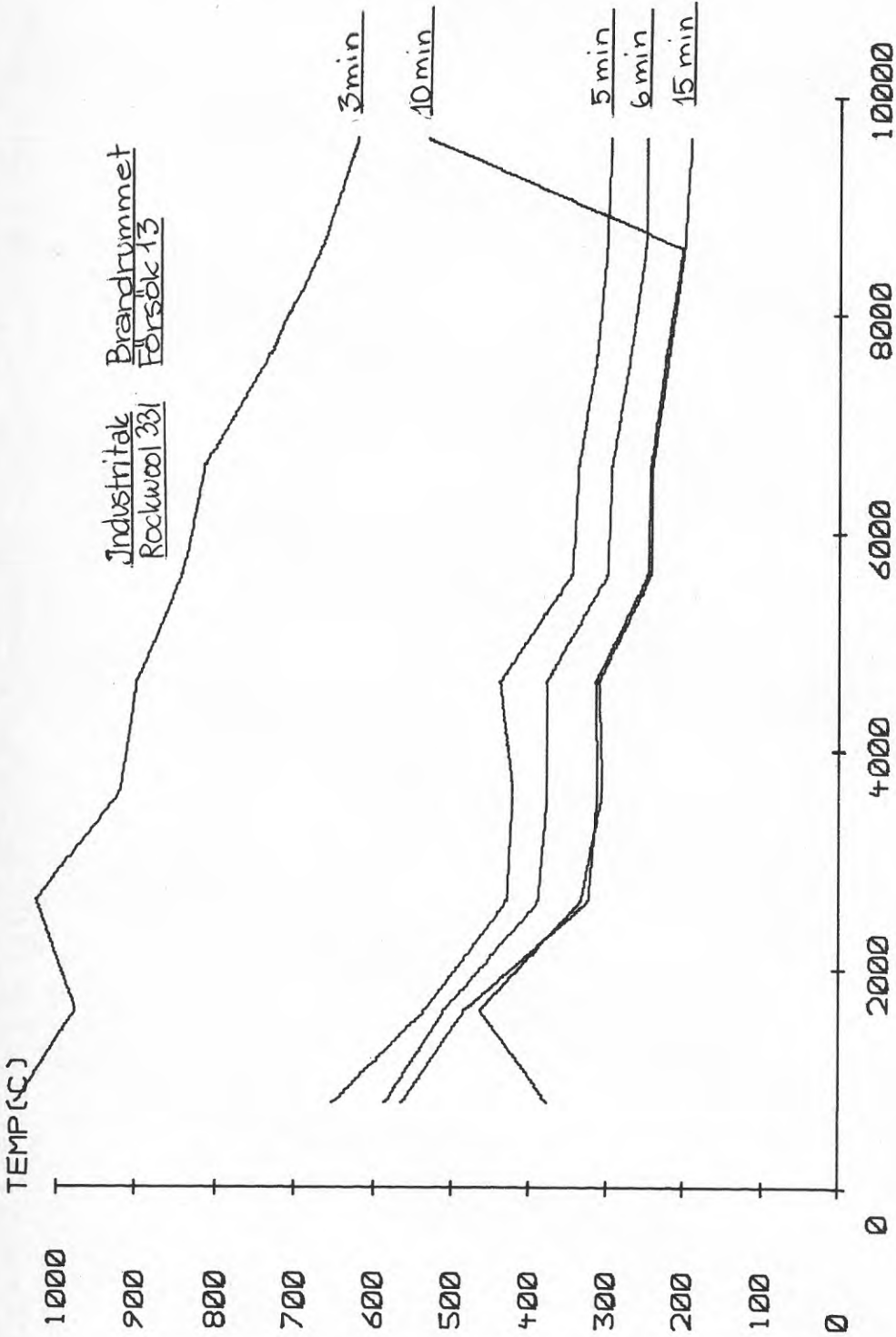
- medel av 18 o 21
- × medel av 24 o 27
- medel av 30 o 33



Ovankant taket
Sammanställning
Férsök 13

Industritak
Rockwool 331





Industritak
Rockwool 331

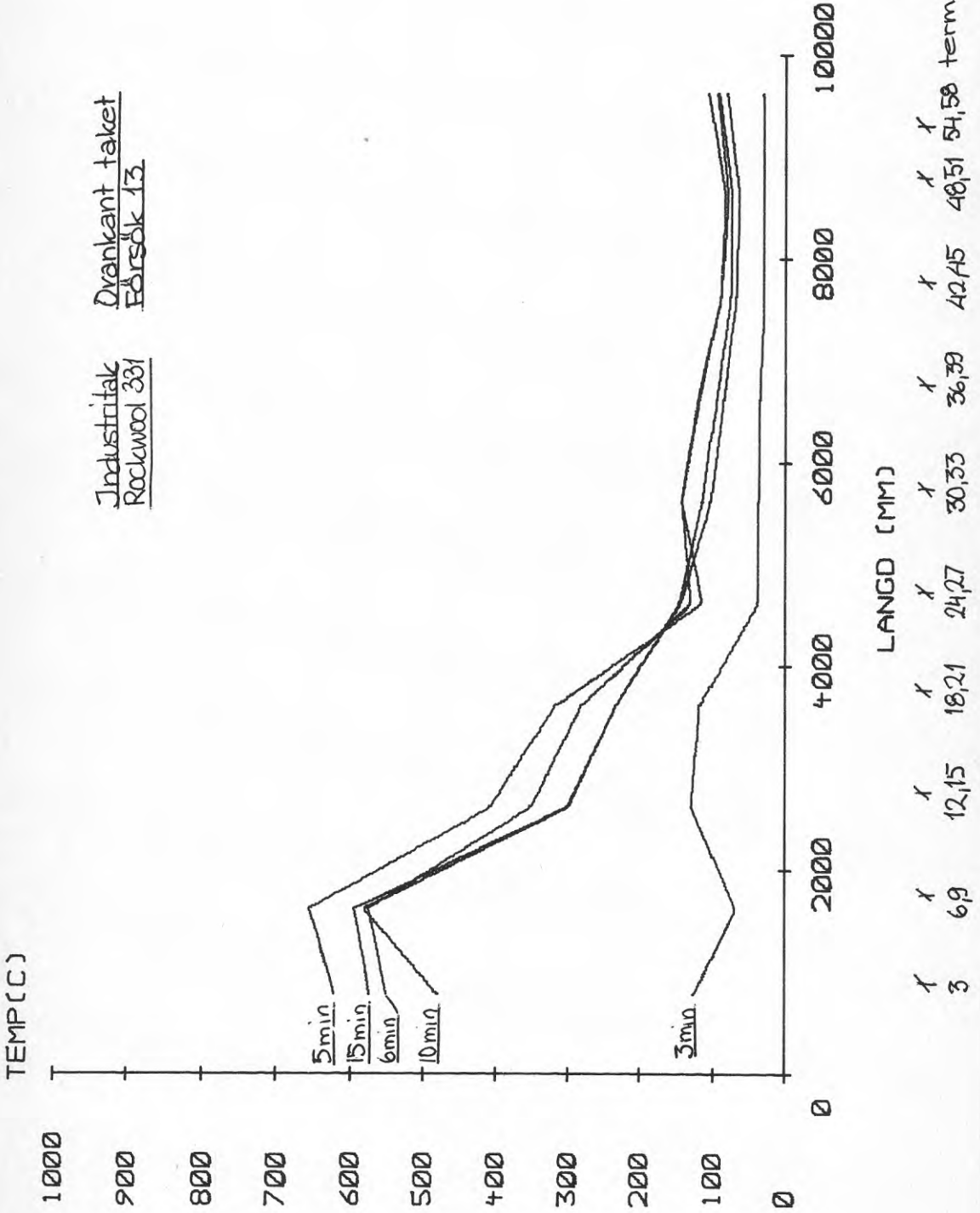
Brandrummet
Försök 13

LANGD (MM)

✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1	4,7	10,13	16,19	22,25	28,31	34,37	40,43	46,49	52,55
									termoelement nr

Drankant taket
Försök 13

Industritak
Rockwool 331

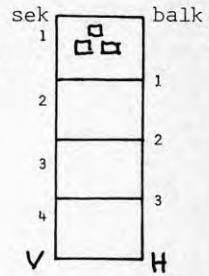


3
x
x
x
x
x
x
x
x
x
x

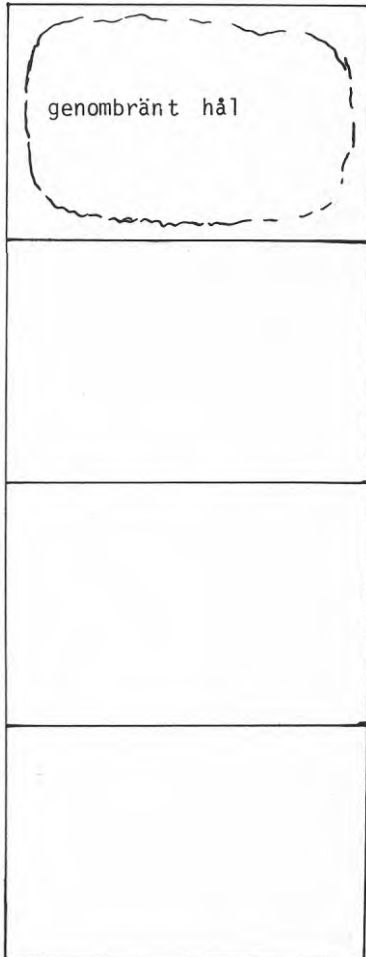
5.14 Försök nr 14

"Vessempanel", Al-glasfibernät/plast, laminerad folie
isolering 20 mm polystyren, Al-plåt med flamskärm

Brandprovning den 22/4 kl. 8.15

Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 00 s Lågorna nådde taket.
Folien började kola i ytan.
- 1 min 30 s Folien blev bubblig över hela ytan.
- 2 min 00 s Kraftiga flammor på takundersidan.
- 2 min 30 s Folien i tredje sektionen blev brun.
Kraftig rökutveckling.
- 2 min 45 s Små flammor på hela takundersidan.
- 3 min 00 s Gaser i rökmolnet antändes.
- 3 min 05 s Genombränning i sektion 1.
- 4 min 00 s Sektion 2 och 3 deformeras uppåt.
- 4 min 30 s Smygeld i isolering längs hela undersidan.
- 6 min 00 s Eld på utsidan av taket i utströmmande gaserna från den brinnande isoleringen.
- 7 min 00 s Brinnande droppar faller från husets H-del.
- 9 min 05 s Kraftig rök och sticklågor från husets H-del.
- 13 min 00 s Genombränning i sektion 4.
- 15 min 15 s Höger stapel föll.
- 15 min 45 s Sticklågor i sektion 3 och 4.
- 15 min 50 s Fläktarna slogs av.
- 22 min 00 s Mittstapeln föll.
Tjock svart rök från sektion 3 och 4.
- 22 min 20 s Vänster stapel föll.
- 27 min 00 s Fortfarande ganska kraftig rökutveckling.

Skadebeskrivning

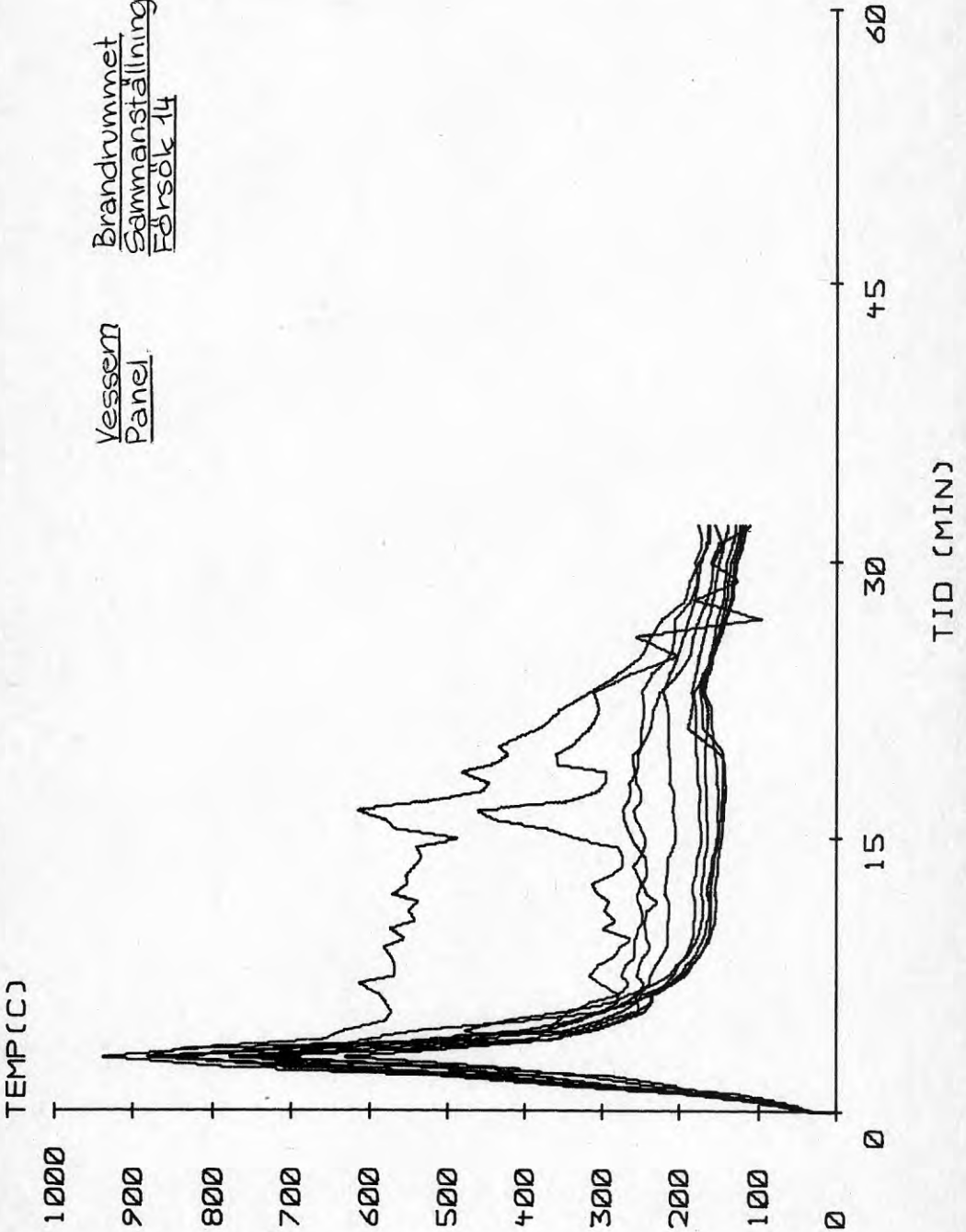
allt utom plåten borta

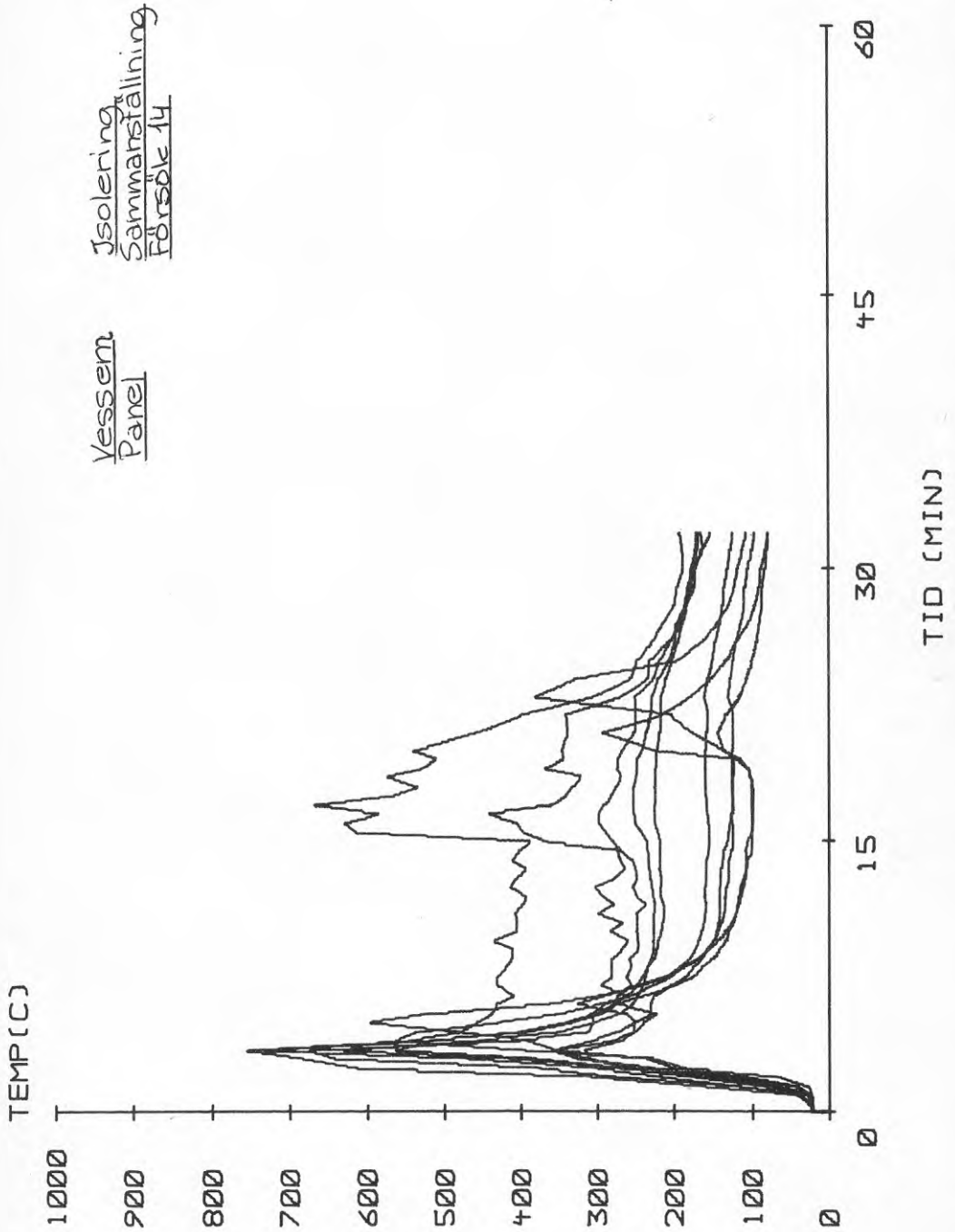
glasfiberväven hängde kvar

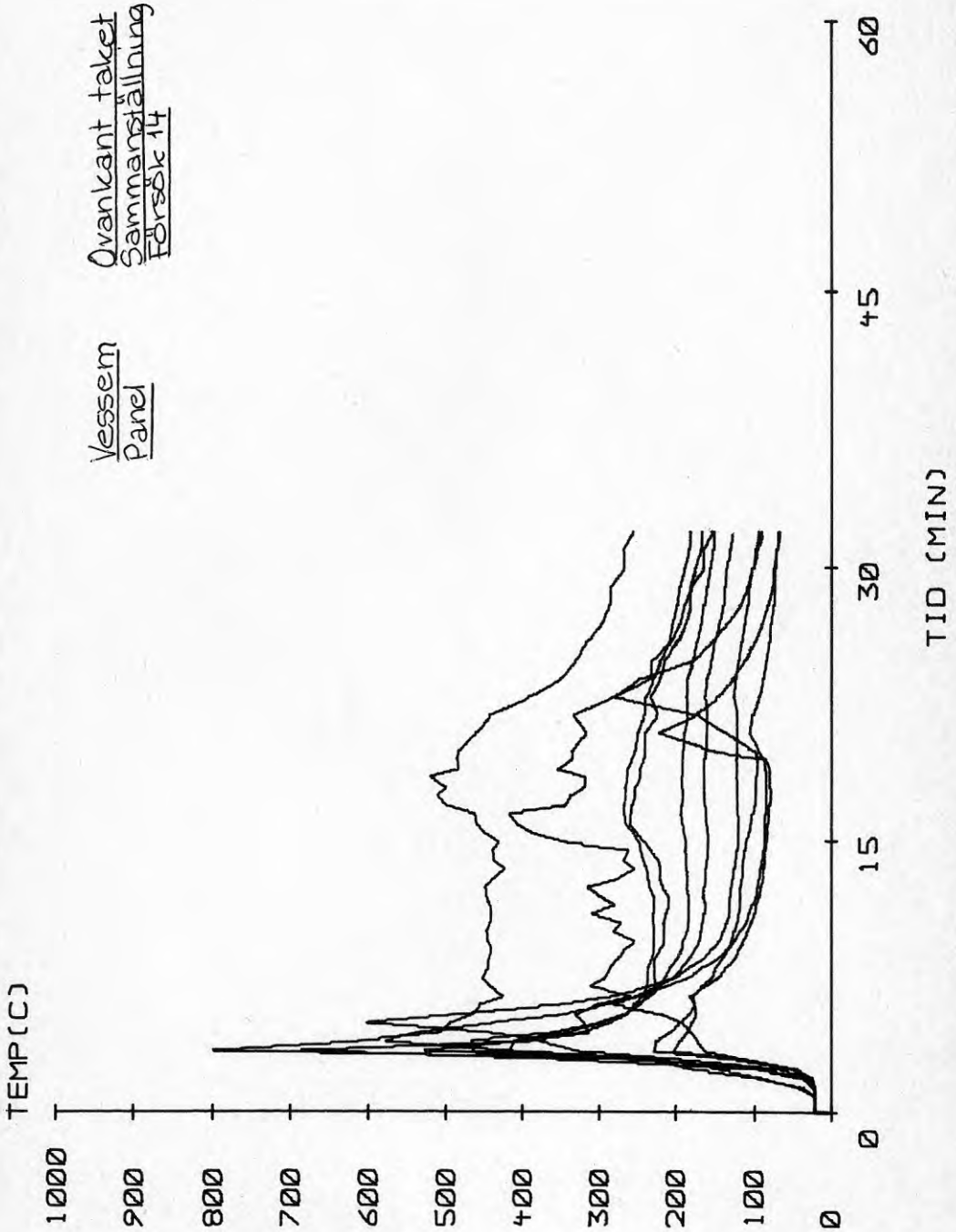
aluminiumfolien och glas-
fiberväven hängde kvar.

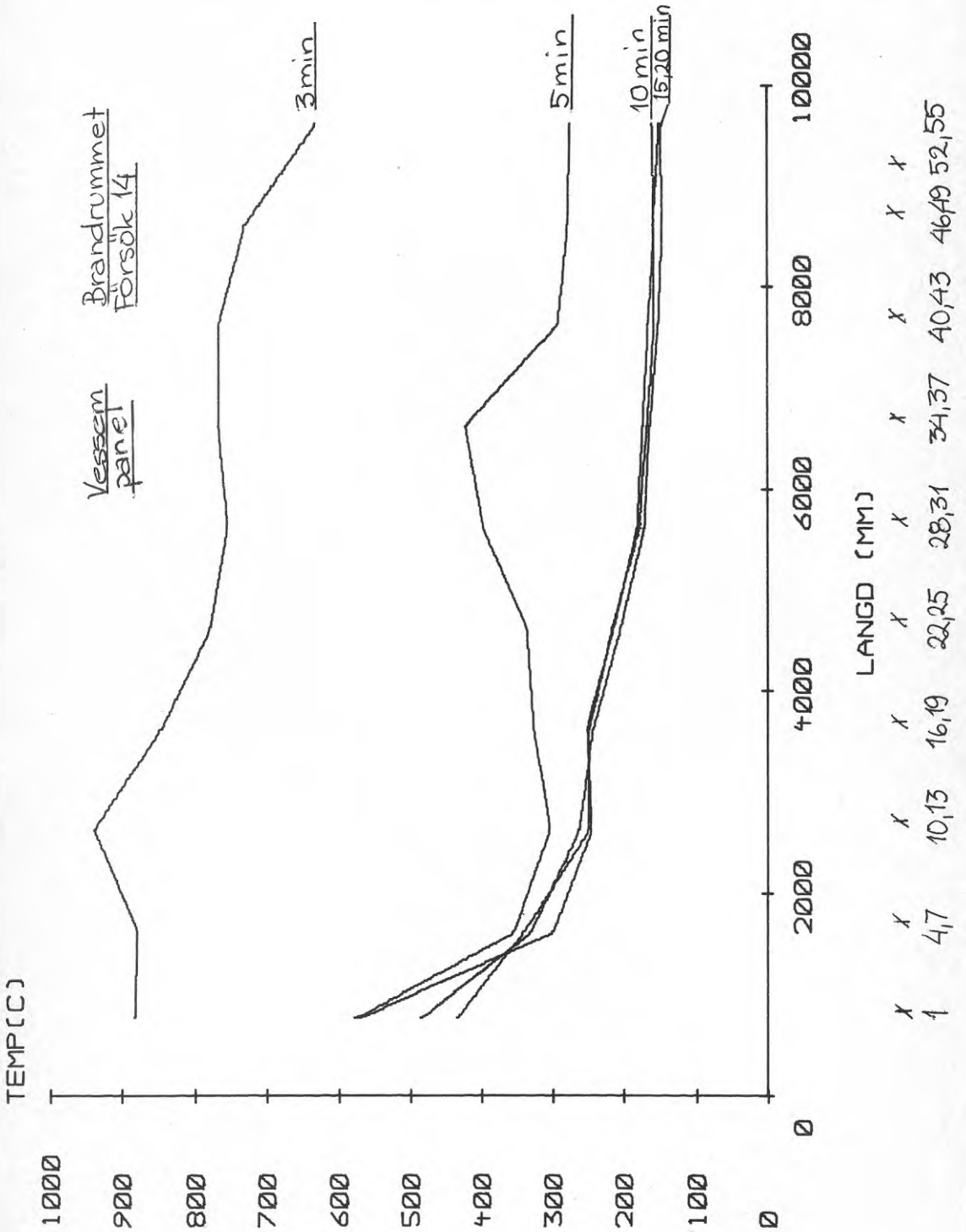
Brandrummet
Sammanställning
Försök 14

Vessel
Panel



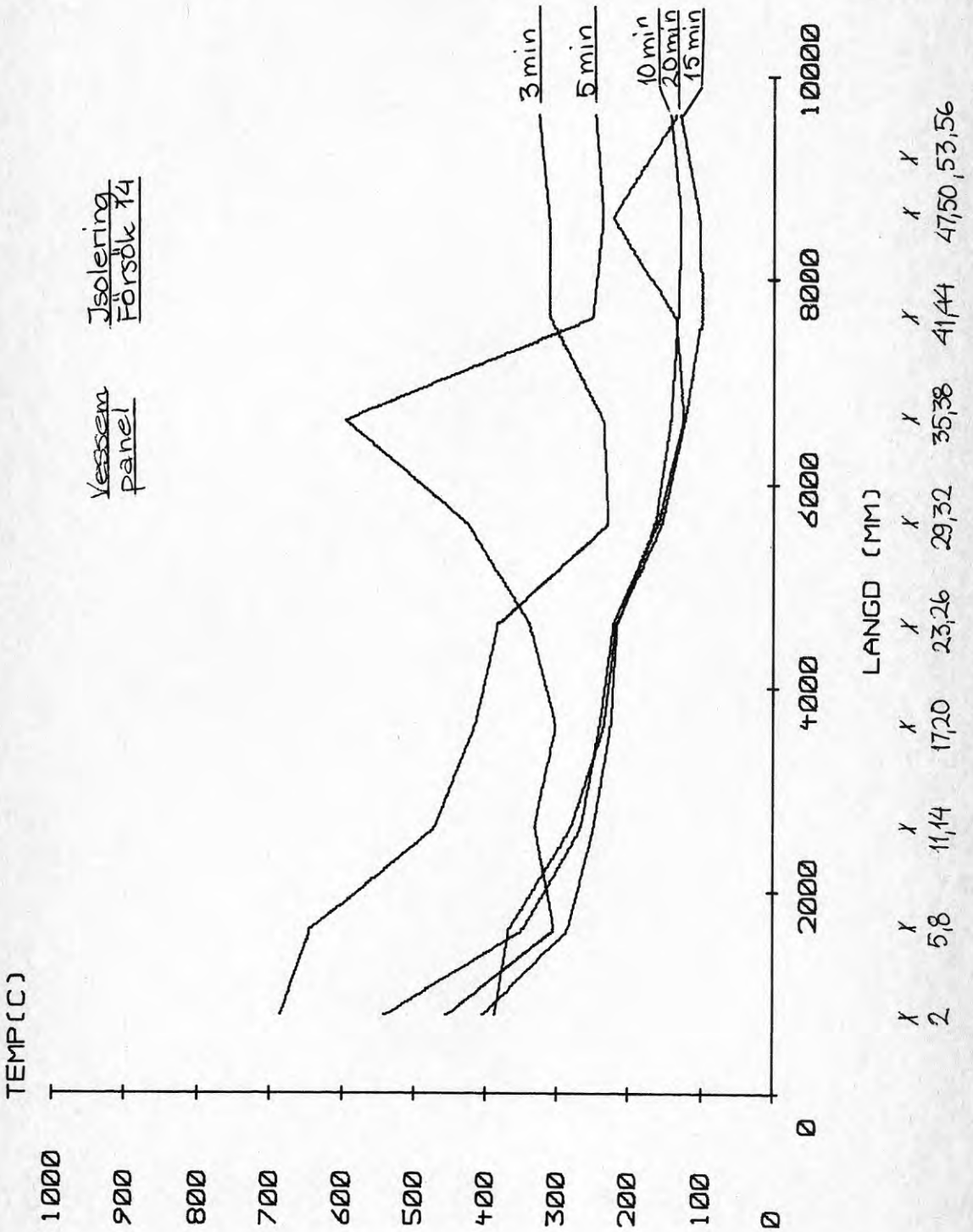






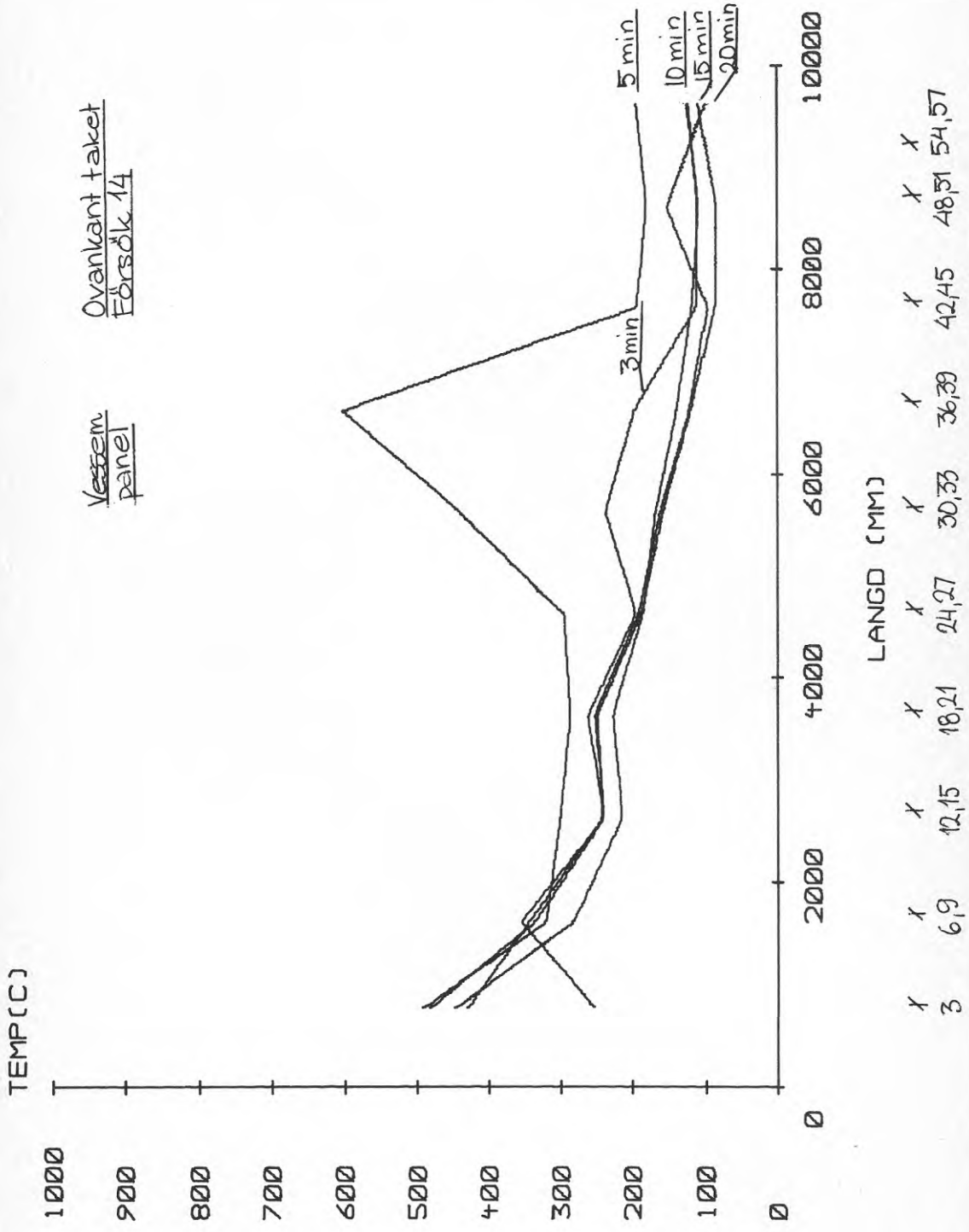
Isolering
Försök 14

Vessem
panel



Ovankant taket
Försök 14

Väsem
panel



5.15 Hållfasthetsprov efter
brandprov

För att utröna den brandprovade plåtens hållfasthet skars bitar om ca $0,4 \times 0,3 \text{ m}^2$ ut på 5 olika ställen i provtaket och skickades till Gränges Aluminiums materiallaboratorium avdelning TLM.

Prover togs på följande punkter läge element 3, 6, 9, 12 och 15. Dessa motsvarade 0, 1,8, 3,6, 5,4 respektive 7,2 m från brandcentrum.

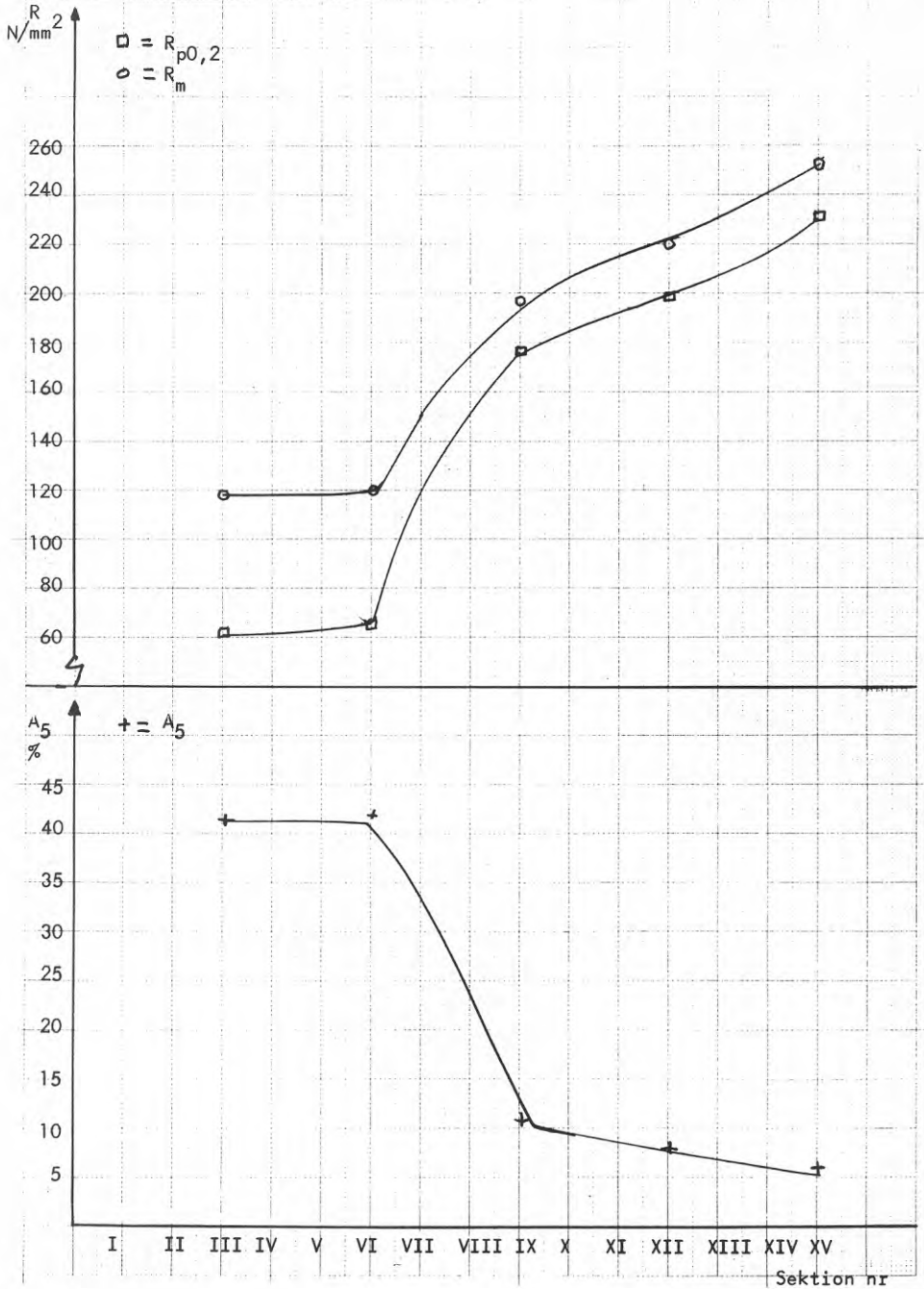
Vidstående tabell visar erhållna värden.

(Detaljredovisning av hållfasthetsprovningen finns dokumenterad hos Gränges Aluminium)

Avstånd från brandcentrum	Läge element	Utgångsvärde (garanterat)	Prov 11	Prov 13 innerplåt	Prov 13 ytterplåt	Prov 14
0 m	3	min 240 N/mm ²	64	-	64	64
1,8	6		66	-	66	65
3,6	9		178	66	280	72
5,4	12		200	70	280	192
7,2	15		232	70	280	272
0 m	3	min 295 N/mm ²	119	-	114	122
1,8	6		120	-	115	123
3,6	9		198	114	284	126
5,4	12		220	116	283	206
7,2	15		255	119	283	286
0 m	3	5 %	42	-	43	36
1,8	6		42	-	37	38
3,6	9		11	37	5	37
5,4	12		8	38	4,5	8
7,2	15		6,5	37	4,5	6

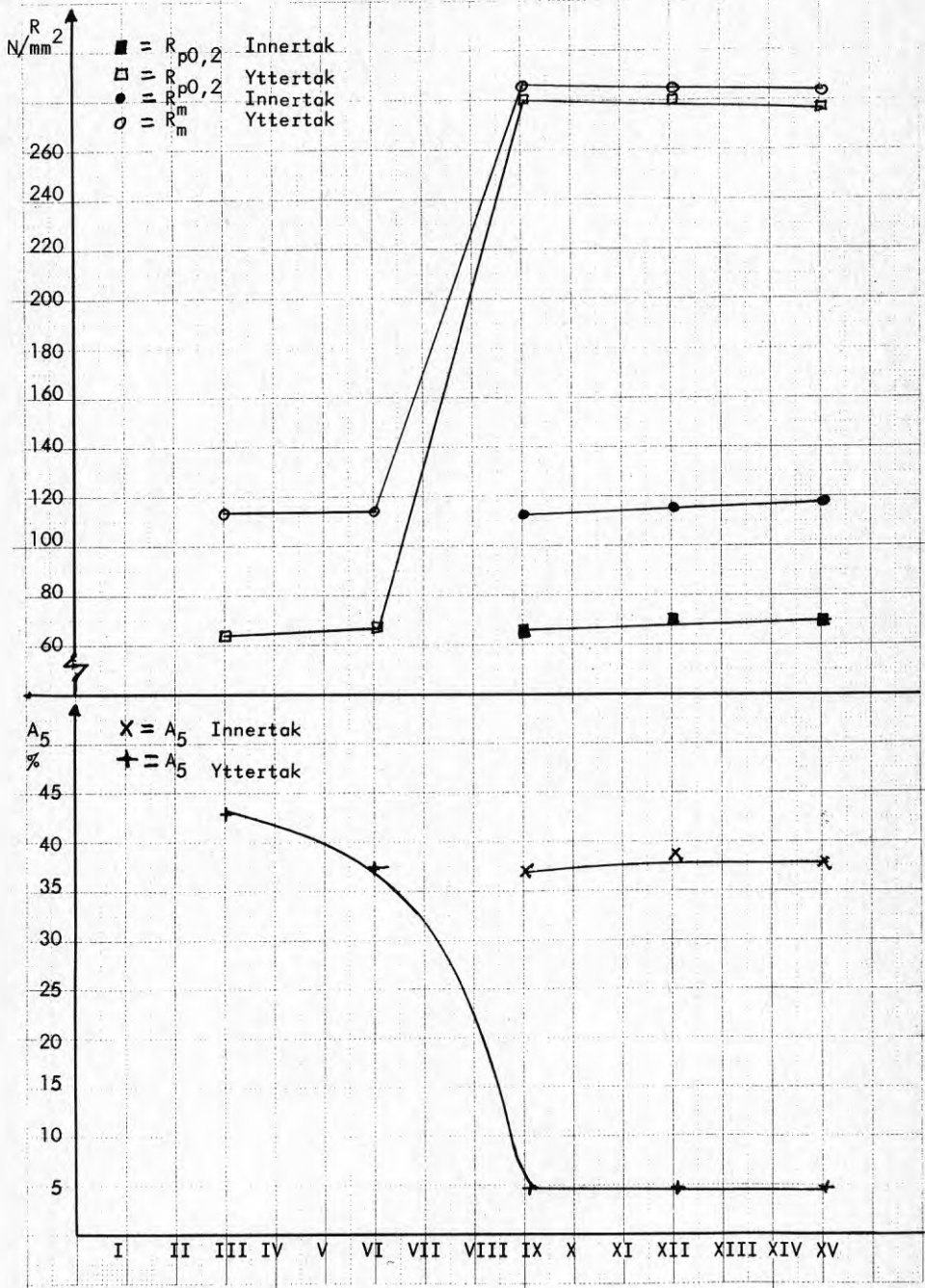
Försök 11. Enkelplåt
 $t = 0,7$ mm. Isolerad Al-plåt

TLM/G Olsson
 1977-08-12



Försök 13. Yttertak och innertak med
isolering mellan plåtarna.
 $t = 0,7$ mm. Industritak Rockwool 331

TLM/G Olsson
1977-08-12



6. Diskussion

De försök med tak av oisolerad aluminiumplåt som utförts syftade till att renodlat studera brandens inverkan på plåten och speciellt den temperatur vid vilken genombrott skedde i plåten. Det framgick härav att genombrott i plåten skedde vid en plåttemperatur av ca 650 °C vilket väl stämmer med uppgifter rörande materialets smältpunkt. Motsvarande brandrumstemperatur låg i nivån 900 °C d v s 250 grader högre än plåttemperaturen.

Inverkan på temperaturförloppet i brandrummet av aluminiumytans emissionstal var för de studerade fallen försumbar. En viss tendens - principiellt väntad - till högre plåttemperatur vid högre emissionstal kunde noteras men inverkan var förvånansvärt liten.

Vid försöken med snötäckt plåt hölls temperaturen i plåten givetvis kraftigt nere p g a snöns kylande inverkan. Det höga smältvärmets hos snön (ungefär 332 J/g) gjorde som väntat att snön smälte undan ganska långsamt. Fenomenet har betydelse för bedömning av aluminiumtakens funktion som "brandventilator". Den låga plåttemperaturen återspeglade sig i en låg temperatur i brandrummet, en tendens som givetvis förstärktes av att smältvatten rann in i detta.

En utvändigt isolering av plåttaken medförde dels att temperaturerna i brandrummet ökade påtagligt genom den minskade värmeförlusten genom taket, dels att plåtmaterialens smältpunkt uppnåddes snabbare.

Temperaturen i brandrummet under försöken med isolerade tak översteg vanligen 1000 °C och plåtens smältemperatur uppnåddes vanligen endast någon minut efter övertändningen.

Härigenom skedde genombrott i takplåtens snabbare och i större omfattning än vid oisolerade tak. Detta gällde i första hand

för den inre takplåten men även - p g a den högre brandrums-temperaturen - i den yttre. Detta genombrott medförde inom större delen av byggnaden en radikal sänkning av temperaturen (jfr t ex försök 7 och 13).

En jämförelse mellan oisolerade plåttak och aluminium respektive stål (försök 4 och 8) visar att den maximala brandrums-temperaturen var ungefär lika i båda fallen (ca 900 °C) men att denna temperatur i aluminiumalternativet sjönk något snabbare - sannolikt beroende på "brandventilationseffekten" av hålen i taket.

För att isolerade tak av aluminium skall kunna ge någon påtaglig brandventilationseffekt fordras att aluminiumplåten snabbt brinner igenom. För att detta skall ske vid dubbla plåttak fordras att den mellanliggande isoleringen förstörs eller faller bort så att även den yttre plåten kan nås av branden.

I tre av försöken (försök 6, 7 och 13) studerades för realistiskt utförda takkonstruktioner inverkan av typ av mineralullsisolering (stenull respektive glasull). Konstruktionerna hade medvetet utformats med hänsyn till det nämnda kravet och isoleringen var således inte fäst vid omgivande konstruktion. Förloppen var i nr 6 och 13 respektive 7 likartade men genombränningen av taket skedde något senare vid det stenullsisolerade taket än vid glasullsalternativet (efter ca 9 resp. 5 min). De genombrända öppningarnas sammanlagda storlek var mindre i det förstnämnda alternativet. Båda effekterna torde vara naturliga konsekvenser av stenullens högre termostabilitet vilken sålunda - från dessa två utgångspunkter - inverkar negativt på brandförloppet. Det bör i detta sammanhang påpekas att ingen förbränning eller brandspridning i mineralullen kunde iakttagas utanför genombränningsområdet.

De i försök 12 och 14 undersökta taken representerar en konstruktionstyp som inte är aktuell för svensk marknad. Isoleringen är här i huvudsak endast avsedd som kondensskydd. Cellplastisoleringen - isocyanurat respektive poly-

styren - var i dessa fall täckt underifrån med en laminerad aluminiumfolie. Genombränning skedde i dessa fall efter drygt 3 minuter. Aluminiumfolien smälte snabbt bort varefter de brännbara isoleringarna antändes och gav upphov till kraftig rökutveckling.

Isocyanuratplast har i allmänhet bättre brandtekniska egenskaper än polystyrencellplast t ex vad gäller antändlighet och termostabilitet (polystyren är en termoplast i motsats till isocyanurat som är en hårdplast). Vid en så kraftig direkt brandpåverkan som rått vid dessa försök brinner emellertid båda plastmaterialen kraftigt. Isocyanuratets brandtekniska kvalite kom emellertid till uttryck genom att skadorna på plåten vid försök 12 var av betydligt mindre omfattning än i försök 14.

7. Sammanfattning

I denna rapport redovisas en försöksserie med målsättning att belysa de brandtekniska egenskaperna hos takkonstruktioner av aluminium. Sammanlagt 14 försök har utförts. Särskilt intresse har ägnats åt den gynnsamma effekten av den låga smälttemperaturen hos aluminium vilken medför att öppningen i taket kan åstadkommas redan vid måttlig brandpåverkan omgivande rök och hetta ventileras bort (brandventilationseffekt). Försök med oisolerad plåt såväl som med realistiskt utförda takkonstruktioner har utförts.

Resultaten från undersökningen kommer att - tillsammans med tidigare utförda undersökningar - läggas till grund för förslag till modifierad metod för försäkringsteknisk provning, bedömning och klassindelning av takkonstruktioner.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760811-3 från
Statens råd för byggnadsforskning till Kai Ödeen, Svenska
Brandförsvarsföreningen, Stockholm**

R17: 1978

ISBN 91-540-2819-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**Art.nr: 6600717
Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 46 kr exkl moms