



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.

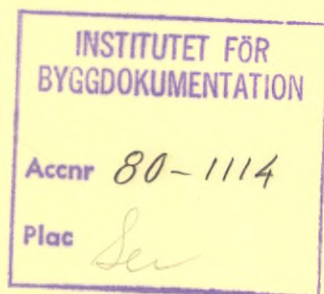
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



## Utvändig brandspridning längs tak

Några experimentella studier

**Barbro Ahlén**  
**Mats Gregorson**  
**Anders Söderberg**  
**Kai Ödeen**



K/S

R63:1980

UTVÄNDIG BRANDSPRIDNING LÅNGS TAK  
NÅGRA EXPERIMENTELLA STUDIER

Barbro Ahlén  
Mats Gregorson  
Anders Söderberg  
Kai Ödeen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780917-9  
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska  
Brandförsvarsföreningen, Stockholm.

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

R63:1980

ISBN 91-540-3260-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 052894

## INNEHÅLL

FÖRORD	5
UNDERSÖKNING AV BRANDSPRIDNINGSFÖRLOPPET HOS PAPP- BELAGDA YTTERTAK - EN JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA PAPP- TYPER PÅ OLIKA UNDERLAGSMATERIAL	7
SAMMANFATTNING	9
1. BAKGRUND	11
2. OMFATTNING AV EXAMENSARBETET	13
3. BESKRIVNING AV UTFÖRANDET OCH FÖRSÖKSAPPARATUREN	15
4. STEGVIS BESKRIVNING AV ETT FÖRSÖK	21
5. PROVNINGSRESULTAT	25
5.1 Provning av 80 mm mineralull + papp	25
5.2 Provning av 19 mm spånskiva + papp	28
5.3 Provning av 70 mm lättbetong + papp	31
5.4 Jämförelse mellan mineralull-spånskiva-lättbetong	34
5.5 Jämförelse mellan nytillverkad och åldrad papp	39
LITTERATURFÖRTECKNING	43
BILAGA 1 Beräkning av strålningsintensiteten på provkroppen som funktion av avståndet från panelen	45
BILAGA 2 Bilder från ett av försöken	54
BILAGA 3 Bilder på provkroppar	56
BILAGA 4 Utdrag ur försöksprotokollet	57
UTVÄNDIG BRANDSPRIDNING LÄNGS TAK. NÅGRA EXPERIMEN- TELLA STUDIER	63
1. INLEDNING	65
2. TIDIGARE UTFÖRDA FÖRSÖK	65
3. FÖRSÖKSANORDNING OCH MÄTUTRUSTNING	67
3.1 Allmänt	67
3.2 Antändningskälla	67
3.3 Provade takkonstruktioner	68
3.4 Mätanordningar	68
4. FÖRSÖKENS UTFÖRANDE	69

5.	OBSERVATIONER OCH MÄTNINGAR	70
5.1	Försök A	70
5.2	Försök B	72
6.	DISKUSSION	75
	REFERENSER	76
	BILAGA 1 Försöksuppställning	77
	BILAGA 2 Termoelementens placering i försök A	78
	BILAGA 3 Temperaturkurvor för försök A	79
	BILAGA 4 Termoelementens placering i försök B	87
	BILAGA 5 Temperaturkurvor för försök B	88

Svenska Brandförsvarsföreningen (SBF) bedriver sedan ett par år tillbaka undersökningar med målsättning att belysa de lätta takkonstruktionernas brandtekniska egenskaper i olika avseenden och att ge underlag för provning och bedömning av sådana konstruktioner, främst från försäkringsteknisk synpunkt. Dessa undersökningar har resulterat i ett förslag till försäkringstekniskt provnings- och klassificeringsförfarande som avses sammanfatta hittills gjorda provnings- och skadeerfarenheter 1). Den utvändiga brandspridningen utgör härvid ett viktigt fenomen som visat sig vara ganska lite studerat. Det har därför ansetts angeläget att genomföra kompletterande undersökningar. I denna skrift redovisas följande två rapporter från undersökningar inom detta område vilka genomförts under sommaren och hösten 1978.

1. Gregorson, M - Söderberg, A:

Undersökning av brandspridningsförloppet hos pappbelagda yttertak - en jämförelse mellan olika papptyper på olika underlagsmaterial. Examensarbete i Byggnadsmateriallära, KTH.

2. Ahlén, B - Ödeen, K:

Utvändig brandspridning längs tak - Experimentell undersökning.

Den förstnämnda undersökningen utfördes i modellskala i institutionen för byggnadsmaterialläras laboratorium medan den andra utförts på relativt stora provkroppar vid statens provningsanstalts laboratorium för brandteknik i Borås.

Stockholm i december 1979

Kai Ödeen

1) Ödeen, K:

Brandtekniska egenskaper hos industritak. Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm 1979-04-04.





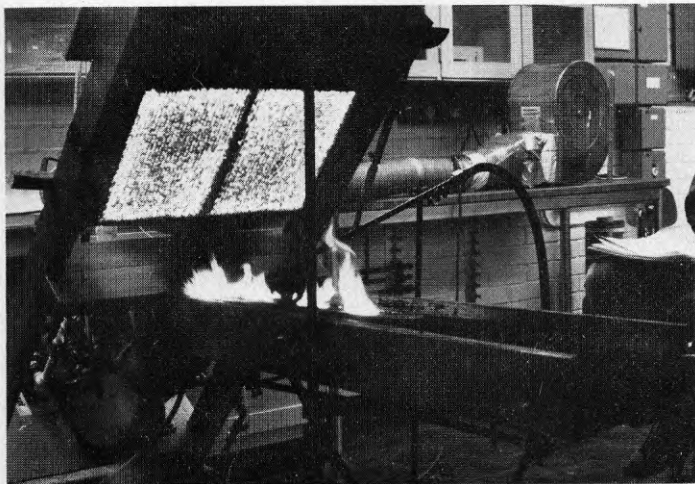
UNDERSÖKNING AV BRANDSPRIDNINGSFÖRLOPPET HOS PAPPBELAGDA  
YTTERTAK - EN JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA PAPP TYPER PÅ OLIKA  
UNDERLAGSMATERIAL

Föreliggande rapport har utförts vid Institutionen för Byggnadsmateriallära vid Kungl Tekniska Högskolan i Stockholm som examensarbete i ämnet Byggnadsmateriallära.

Vi vill framföra vårt tack till handledaren Kai Ödeen och även till civ ing Kjell Nilvér som har varit till god hjälp vid arbetets utförande samt ICOPAL som har försett oss med material under provningarna.

Stockholm i maj 1979.

Mats Gregorson, Anders Söderberg





## SAMMANFATTNING

I arbetet redovisas resultatet av en undersökning gällande brandspridningsförloppet på pappbelagda yttertak. Tre olika underlag (mineralull, spånskiva och lättbetong) med tillhörande pappsorter provades. Provkropparna utsattes för värme-strålning från en gasdriven strålningspanel varvid provet antändes med hjälp av en pilotlåga. Flamspridningshastigheten och totala förbränningslängden mättes vid olika vindhastigheter. Dessutom utfördes en försöksserie för att utröna åldringens inverkan på brandegenskaperna.

Resultaten visar att mineralull och lättbetong som underlagsmaterial ger pappen ett intensivare och snabbare brandförlopp än vad spånskivan gör, d v s brandintensiteten ökar med underlagets isoleringsgrad.

Vid försök med papp som åldrats 12 år antändes överhuvudtaget inte provkroppen trots i övrigt identiska betingelser. Detta leder till den något oväntade slutsatsen att pappens åldringsprocess är gynnsam ur brandsäkerhetssynpunkt.



## 1. BAKGRUND

Utvändig spridning av en brand längs takytor är en bland flera tänkbara mekanismer för hur en brand kan utvecklas. Denna mekanism har emellertid hittills inte studerats i nämnvärd omfattning och den brandtekniska litteraturen uppvisar endast få arbeten inom detta område.

Inom ramen för de undersökningar som Svenska Brandförsvars-föreningen bedriver sedan ett par år tillbaka och som primärt syftar till att ge ett bättre underlag för försäkrings-teknisk bedömning av takkonstruktioner har föreliggande arbete initierats. Målsättningen har varit att undersöka möjligheterna att studera den utvändiga brandspridningen i modellskala. Sådana möjligheter skulle öppna vägen för enklare, billigare och bättre kontrollerbara, experimentella undersökningar än de fullskalebetonade försök som man idag ofta tvingas utföra.

Det är önskvärt att modellförsök av denna typ kompletteras med teoretiska studier med vars hjälp relationer mellan modell- och fullskala förhoppningsvis kan klarläggas. Viss planering för en sådan fortsättning av arbetet pågår för närvarande.

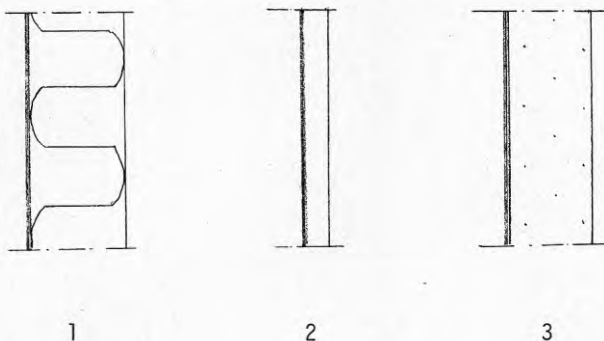


## 2. OMFATTNING AV EXAMENSARBETET

Arbetets syfte har varit att undersöka brandspridningsförloppet för pappbelagda yttertak.

Vi har för att få en lämplig omfattning på arbetet begränsat oss till tvålagspapp på tre olika underlagsmaterial:

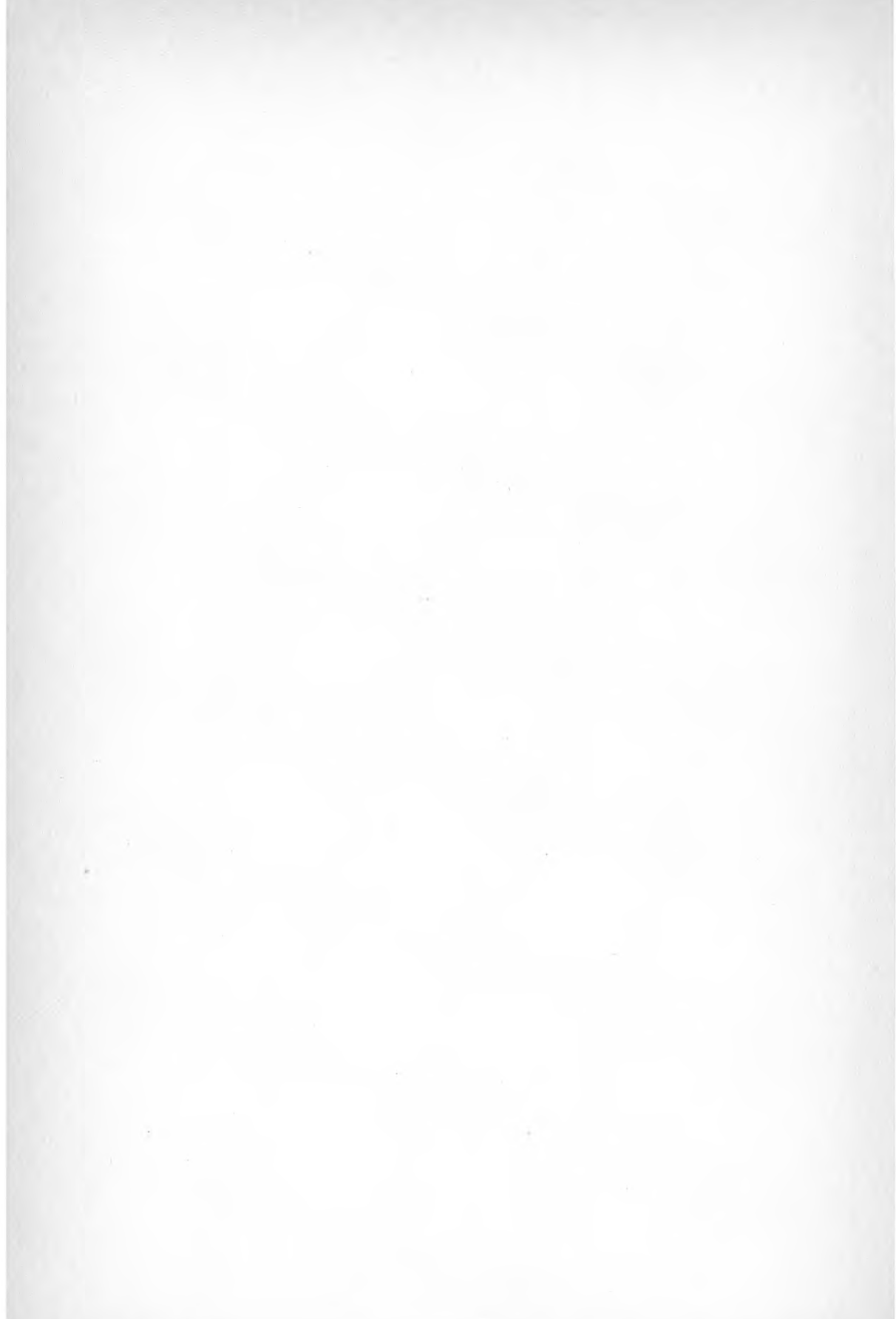
1. ICOPAL SAL 1800/600 och YAM 1200/50, båda svetsbara, på 80 mm Rockwool hård mineralullskiva, volymvikt  $200 \text{ kg/m}^3$ .
2. ICOPAL SAL 1800/600 och YAM 1200/50, båda svetsbara, på 19 mm spånskiva.
3. ICOPAL SAL 1800/600 och Poly-ventilag S 2821-7, båda svetsbara, på 70 mm lättbetong, volymvikt  $500 \text{ kg/m}^3$ .



Dessa tre taktyper utsattes med hjälp av en strålningspanel för värmestrålning. Antändningstid, flamspridningshastighet och förbränningslängd studerades och jämfördes. För att få en så verklighetstrogen modell som möjligt studerades även olika vindhastigheters inverkan på förloppen.

Avslutningsvis jämfördes ny tillverkad papp med åldrad papp under ovan nämnda betingelser.

Totalt utfördes ett 70-tal prov varav ett 20-tal för kalibrering av försöksapparaten.





### 3. BESKRIVNING AV UTFÖRANDET OCH FÖRSÖKSAPPARATUREN

Strålningspanelen, som i försöken simulerar värmestrålningen vid en brand, är av engelskt ursprung och är föreslagen som internationell standard vid vissa typer av brandprovning. Fabrikat "Radiant Super Jet", modell 2458 (Bild 1)

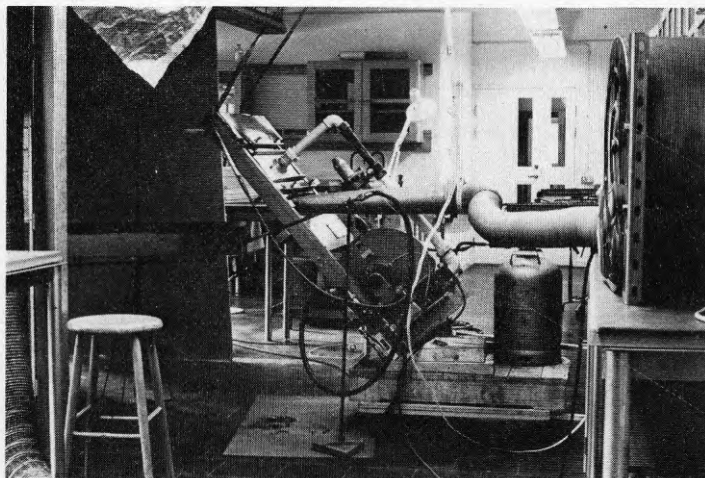


Bild 1. Försöksutrustningen

Själva panelen har måtten 460 x 300 mm. Den är egentligen tänkt att vara placerad i vertikalställning, men för att få en tillräckligt lång brandspridningssträcka på provkropparna var vi tvungna att få högre strålningsintensitet. Detta erhöll vi genom att luta panelen mot provkroppen (Fig 1).

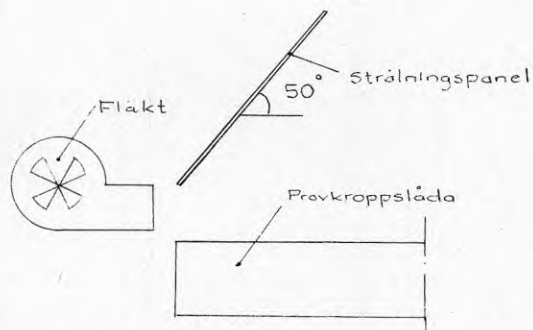


Fig. 1. Försöksuppställningen schematiskt.

Orsaken till att vi valde att luta panelen och inte provkroppen är att försöken skall avbilda bränder på industritak, vilka oftast i huvudsak är horisontella.

Under försökens gång har panelens temperatur kontrollerats med hjälp av en Pyrometer kopplad till en känslig voltmeter. På så sätt tillsågs att panelens yta alltid höll en temperatur av 770 - 775 °C under försöken.

En pilotlåga anbringas vid försökets start för att antända provkroppen. Den ska simulera de flygbränder, nedfallande brinnande föremål o dyl som kan förekomma vid en takbrand. Pilotlågan motsvaras av träribbsstapeln i försöksmetoden "Nordtest Fire 006".

En FLAKT installerades för att efterlikna vindens inverkan vid takbrand. Olika vindhastigheter erhöles genom inkoppling av ett vridmotstånd. Hastigheterna mättes med en anemometer. Anemometern ställdes på provkroppen på olika avstånd från strålningspanelen. Vindhastighetens variation längs provkroppen framgår av fig. 3.

PROVKROPPARNA tillverkades för hand på laboratoriet (Bild 2). Vid valet av provkroppens dimensioner eftersträvades tillräcklig storlek (bredd x längd) så att randeffekter undveks. Samtidigt skulle provkroppens storlek hållas så liten att försöken kunde utföras i laboratoriemiljö.

Vi kom vid kalibreringsförsöken fram till att en lämplig bredd skulle vara 60 mm och att en längd på 600-700 mm erfordrades för att hela brandförloppet skulle täckas in.

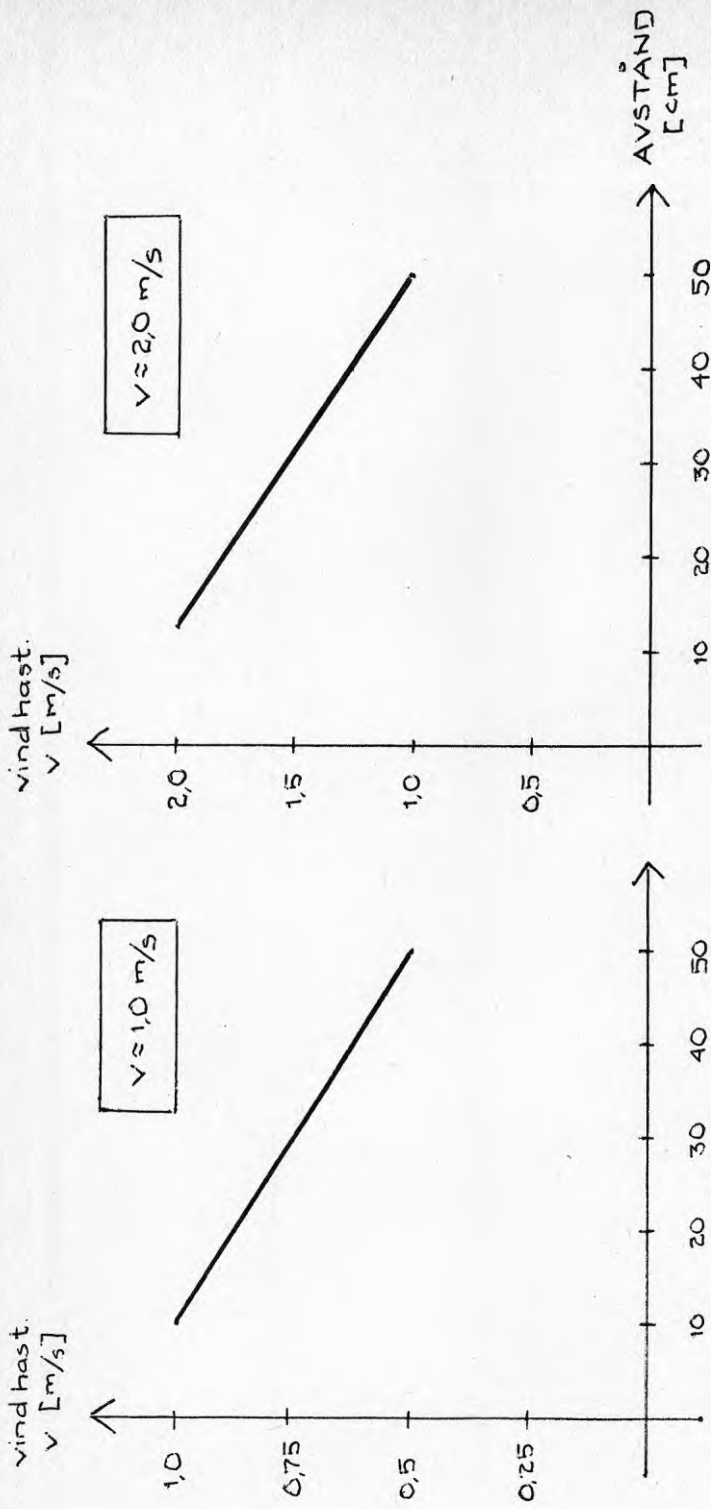


Fig. 3 VINDHASTIGHETEN V 5CM FUNKTION AV AVSTÅNDET FRÅN STRÅLNINGSPANELEN

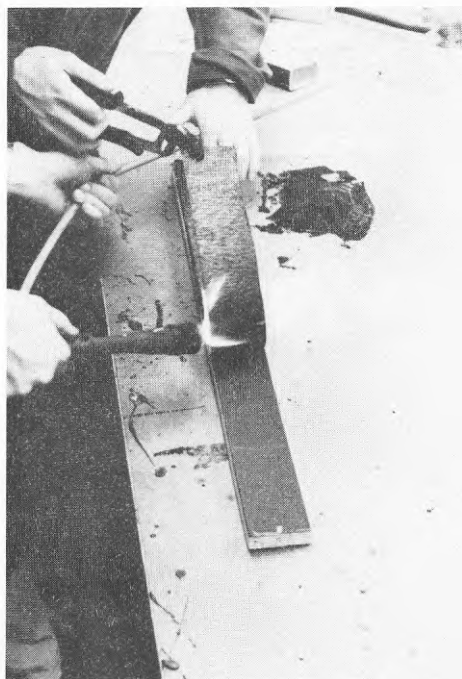


Bild 2. Provkroppstillverkning

Provkropparna monterades i en låda med hjälp av en klämanordning (Fig. 4). Lådan medförde att randeffekter i provkroppen undveks genom att den skyddade provet mot strålningspåverkan från sidan.

Provkropparna konditionerades i ca 10 dagar i rumstemperatur före försöket.

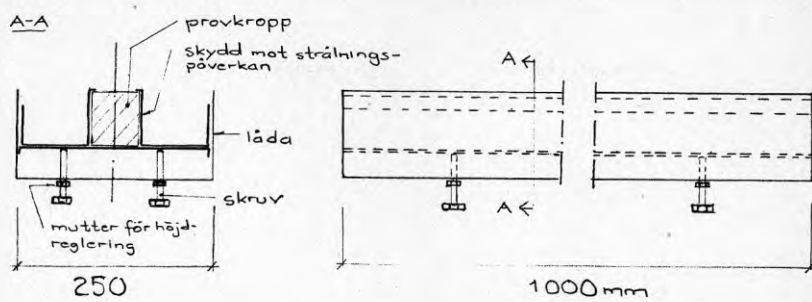


Fig. 4. Provkroppshållaren.



## 4. STEGVIS BESKRIVNING AV ETT FÖRSÖK

1. Uppvärmning av stålningsspanelen till ca 780 °C. Tid 15 minuter. Under tiden monteras provkroppen i provkroppslådan.
2. Lådan placeras framför strålningspanelen och samtidigt ansätts pilotlågan vid provkroppens mot panelen vända ände (Bild 3).
3. Antändning och övertändning. Efter ca 1 1/2 minut antänds och utsläcks pulsvis ca 15 cm av provkroppens början. Förloppet består av små "brandexplosioner", vilka varar någon tiondels sekund. Hela förloppet varar i 10-15 s. Troliga orsaken till detta torde vara gasbildning vid uppvärmning av provkroppen (Fig. 5).

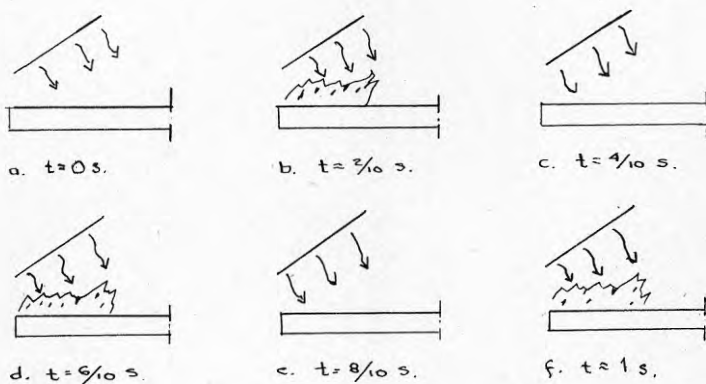


Fig. 5. Antändningsförloppet.

4. Efter 1 1/2-2 min kontinuerlig brand fram till 20 cm (Bild 4).
5. En brandfront på ca 15 cm förflyttar sig därefter framåt under en tidsrymd av:
 

20-30 cm	ca 1 min
30-40 cm	2 min
40-50 cm	3 Min

Allteftersom brandfronten förflyttar sig framåt slocknar elden bakom (ca 15 cm), med undantag av provkroppens varmaste ände där pilotlågans och strålpanelen håller branden vid liv (Bild 5).

6. När brandfronten släckts ut avbryts försöket och försöksapparaturen avkyls i minst 1 timme innan nästa prov utföres.

Hela förloppet från pilotlågans applicering till utsläckning av brandfronten tar ca 15 min för mineralull och lättbetong och ca 12 min för spånskiva. Se bildserie bilaga 2.

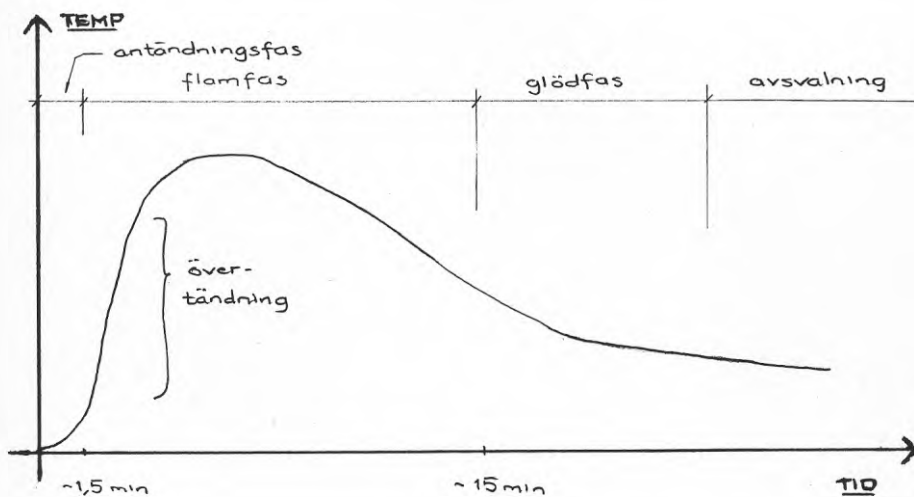


Fig. 6. En brands olika faser.



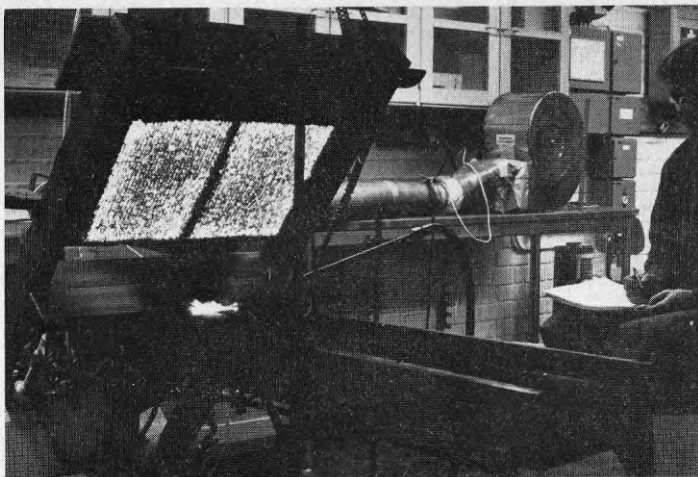


Bild 3.  
Pilotlågan  
ansätts



Bild 4.  
Kontinuerlig  
brand i början

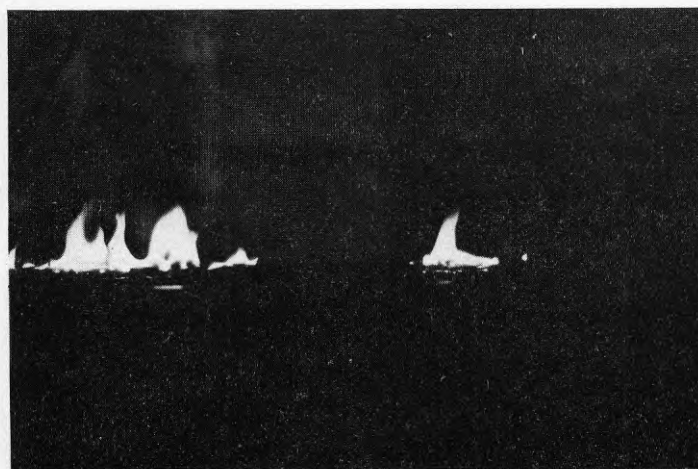


Bild 5.  
Därefter brand-  
front och brand  
närmast panelen.



## 5. PROVNINGSRISULTAT

### 5.1 Provning av 80 mm mineralull + papp

Provningarna utfördes med mineralull som underlag och med ICOPAL pappsorter YAM 1200/50, SAL 1800/60 (båda svetsbara), som tvålagstäckning.

Nedan redovisas total förbränningslängd och total förbränningstid vid tre vindhastigheter (Fig 7 a, 7 b). Vidare redovisas flamspridningshastigheten vid olika avstånd och olika vindhastigheter, där avståndet räknas från strålningspanelen till eldfronten (Fig 8). Provkroppen delades upp i delsträckor. Sträckan närmast panelen var 20 cm, övriga 10 cm. Hastigheten är sedan redovisad som ett medelvärde för varje delsträcka.

Nämnas kan också att efter brandfrontens utslocknande så glödde delar inom mineralullen många timmar efter provets slutförande. I ett fall hade denna glöd resulterat i ett hålrum av en "knytnäves" storlek i provkroppen. Det som orsakade förbränningen i mineralullen var antagligen ullens bindemedel.

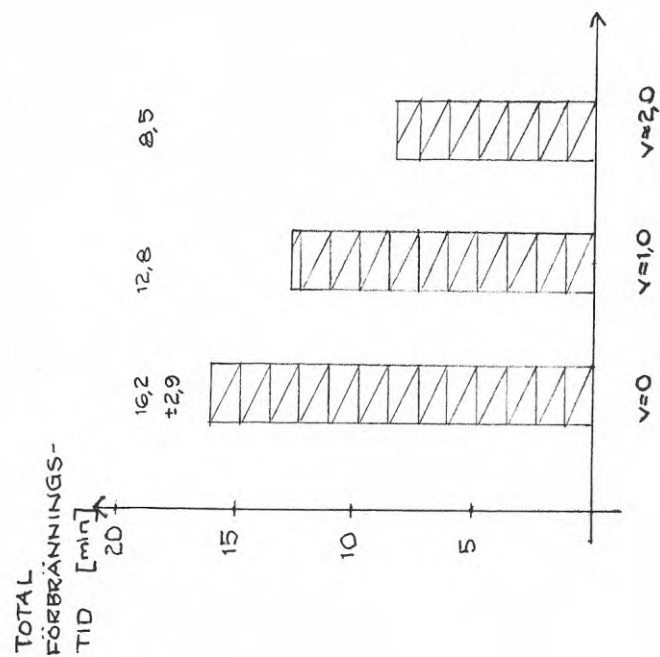


Fig. 7b. FÖRBRÄNNINGSTIDER HOS MINERALULL VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

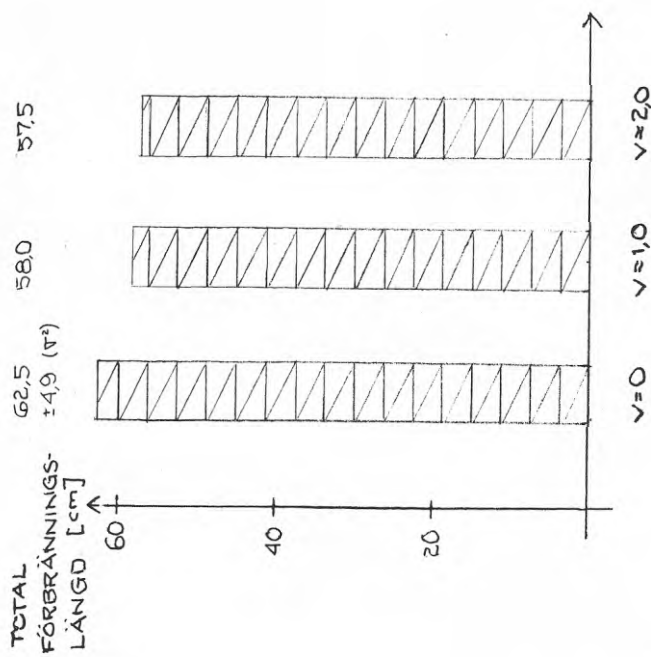


Fig. 7a. FÖRBRÄNNINGSLÄNGDER HOS MINERALULL VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

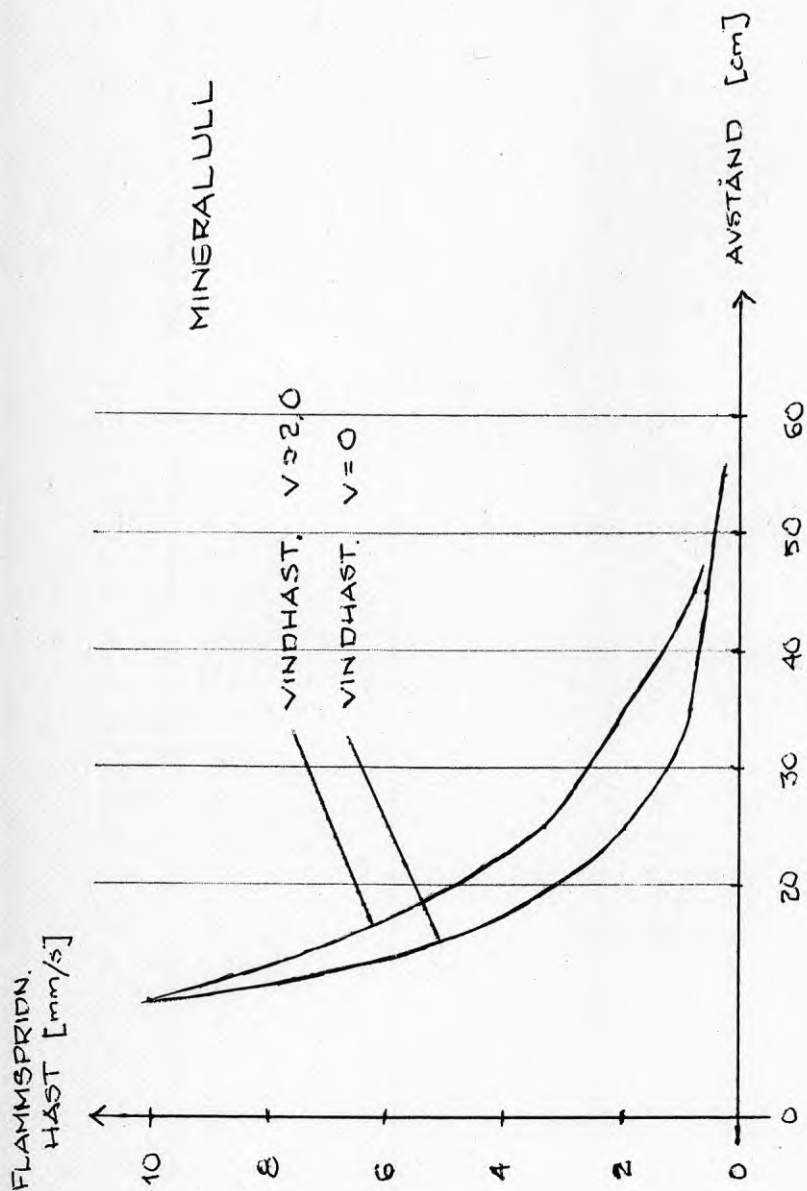


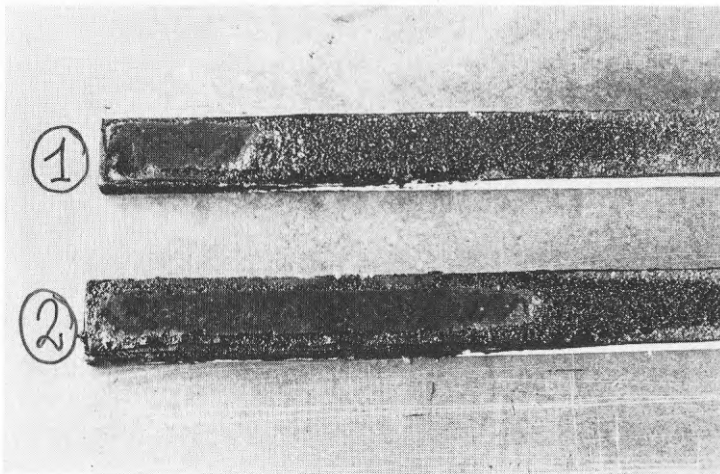
Fig. 8 FLAMMSPRIDNINGSHASTIGHETENS MEDEL-  
VÄRDE HOS MINERALULL VID OLIKA AVSTÄND  
FRÅN PANELEN

## 5.2 Provning av 19 mm spånskiva + papp

Även här bestod tvålagstäckningen av ICOPAL YAM 1200/50 och SAL 1800/60.

Vid de olika vindhastigheterna redovisas nedan total förbränningslängd och total förbränningstid. (Fig 9 a, 9 b) och flamspridningshastigheten vid olika avstånd (Fig 10).

Försöken med spånskivan visade sig ge ett mindre enhetligt resultat. Spridningen var större i jämförelse med de övriga två underlagsmaterialen. Bilden visar skillnaden mellan två prov utförda under samma betingelser. Den kortare förbränningslängden på det ena provet beror på att eldfronten "grävt" ner sig i provkroppen och bildat en vall av den uppkomna asfaltsmältan. Vallen har då hindrat vidare spridning av elden. Detta iaktogs i två försök. Tänkbar förklaring kan vara variationer i spånplattans uppbyggnad.



1. Förkortad förbränningslängd.
2. Normal förbränningslängd.

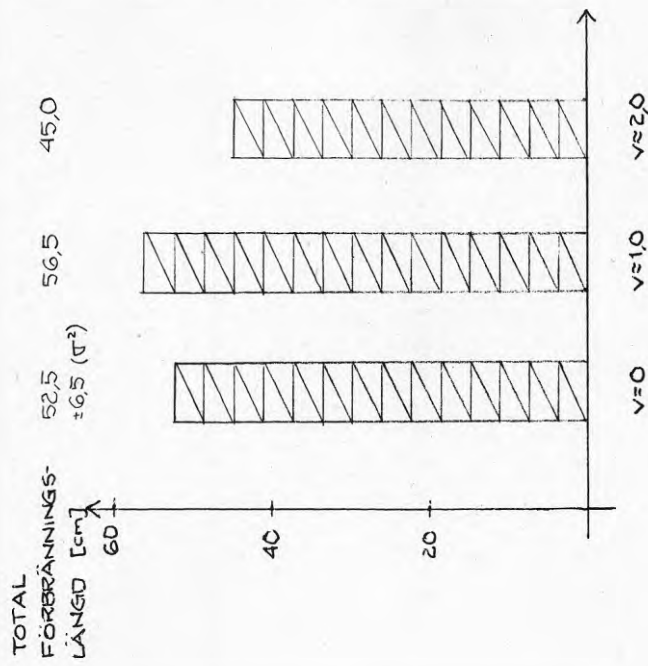


Fig. 9a FÖRBRÄNNINGSLÄNGDER HOS SPÄNSKIVA VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

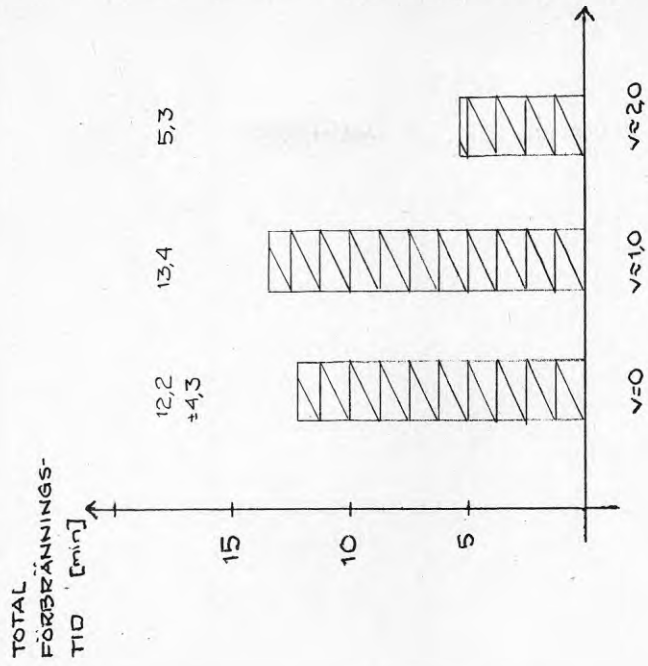


Fig. 9b FÖRBRÄNNINGSTIDER HOS SPÄNSKIVA VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

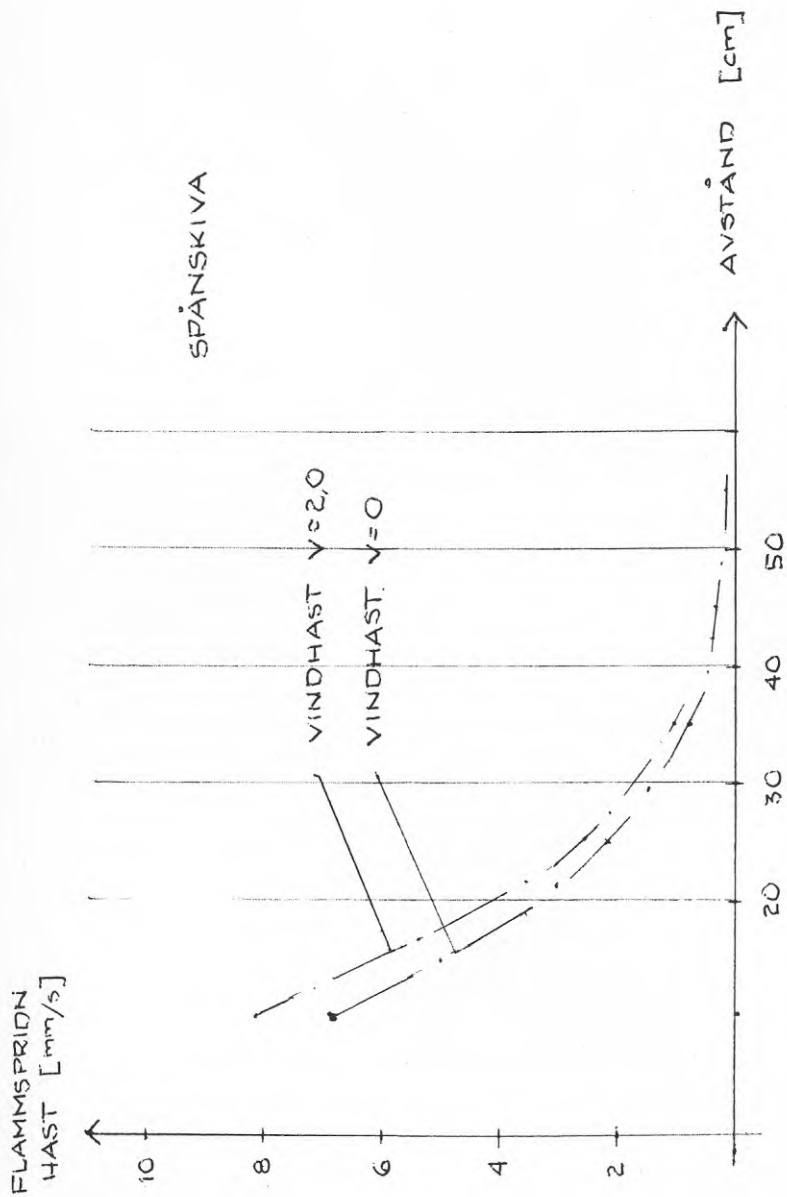


Fig. 10 FLAMSPRIDNINGSHASTIGHETENS MEDELVÄRDE HOS SPÅNSKIVA VID OLIKA AVSTÅND.



### 5.3 Provning av 70 mm lättbetong + papp

Provningarna utfördes med lättbetong, fabrikat Ytong, volymvikt  $500 \text{ kg/m}^3$ . Tvålagstäckningen bestod här av ICOPAL Poly-Ventilag S 2821-7 som underlagspapp. På denna lades som förut SAL 1800/60.

Total förbränningslängd, total förbränningstid och flamspridningshastighet framgår här av fig 11 a, 11 b, 12.

Poly-Ventilagen är en underlagspapp som framtagits speciellt för lättbetong. Den skiljer sig från vanlig underlagspapp genom att den på undersidan är belagd med ett glest skikt av millimeterstora polystyrenkulor. Pappen skall härigenom få en tryckutjämnande funktion.

Noteras kan också att Poly-Ventilagen var den enda av de i försöket använda pappsorterna som gick att antända med hjälp av endast en tändsticka.

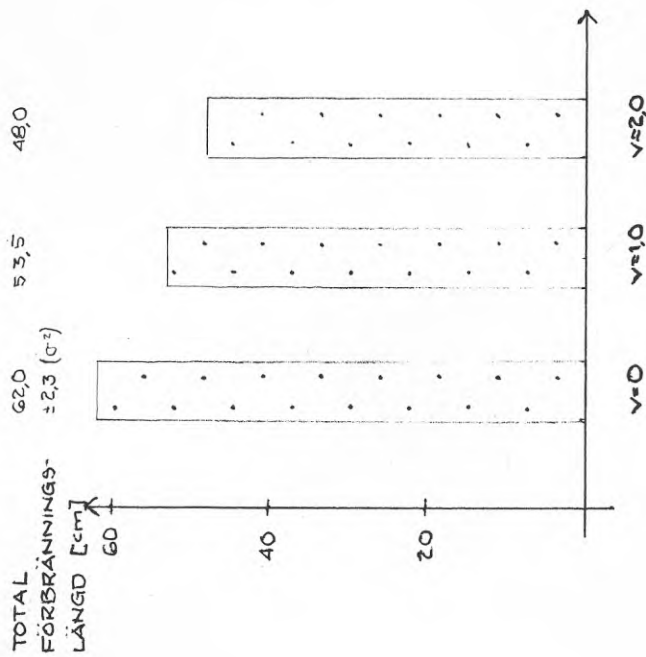


Fig. 110 FÖRBRÄNNINGSLÄNGDER HOS LÄTTBETONG VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

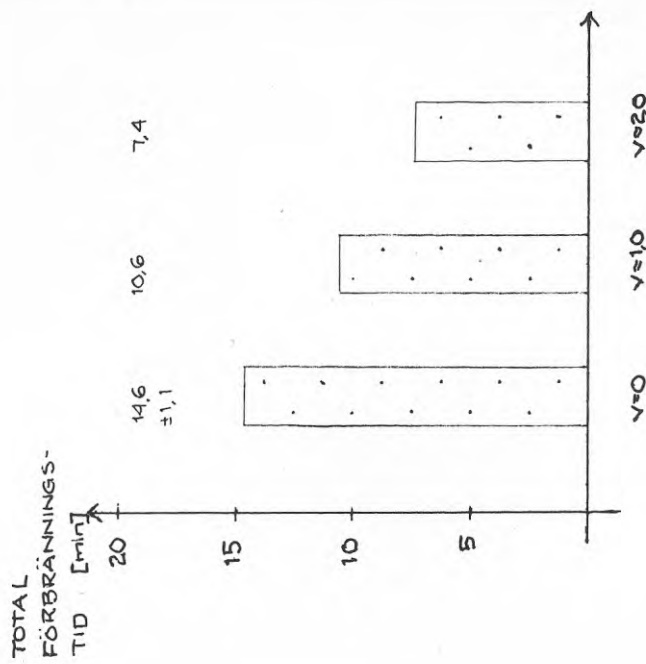


Fig. 11b FÖRBRÄNNINGSTIDER HOS LÄTTBETONG VID OLIKA VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

FLAMSPRIDN.  
HAST [m/s]

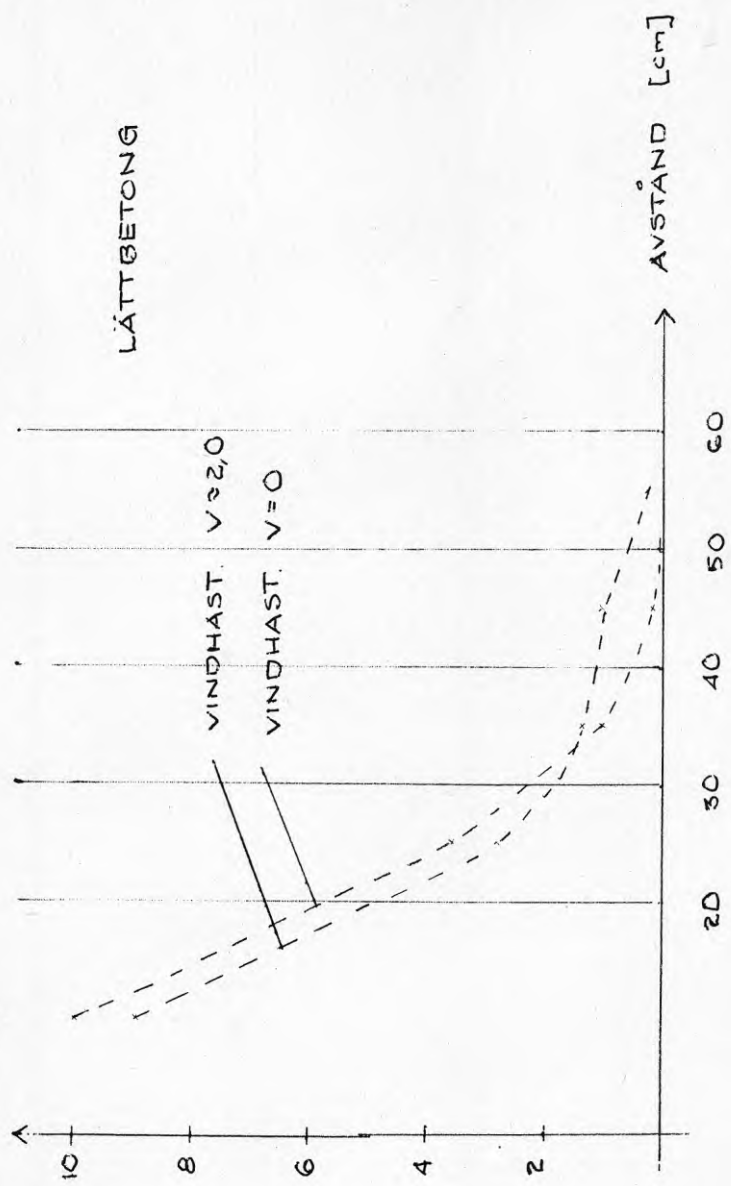


Fig. 12 FLAMSPRIDNINGSHASTIGHETENS MEDEL-  
VÄRDE HOS LÄTTBETONG VID OLIKA AVSTÅND.

#### 5.4 Jämförelse mellan mineralull-spånskiva-lättbetong

En jämförelse av resultaten under punkt 5.1-5.3 visar att mineralull och lättbetong jämfört med spånskivan ger en ur spridningssynpunkt brandfarligare takkonstruktion.

Mineralull och lättbetong följer i stort sett samma förlopp (Fig 13). Mineralullen har längst total förbränningslängd och även längst total förbränningstid (Fig. 14, 15). Lättbetongen däremot har högst flamspridningshastighet (Fig 16). Se även bilder bil. 3.

Resultatet visar att underlagsmaterialet har betydelse för brandspridningsförloppet hos ett pappbelagt yttertak. Högisolerande material, t ex mineralull, leder bort mindre värme från pappen som därigenom antänds lättare.

Orsaken till den avtagande förbränningslängden (och tiden) vid ökande vindhastighet är vindens (fläktens) kylande effekt. Vid stora avstånd från strålningspanelen förmår inte apparaturen upprätthålla erforderlig strålningseffekt för att förbränningen skall fortgå. Se bil. 1 diagram 1.

Standardavvikelsen har inte angetts i fig. 11 vid provning med vindhastighet. Orsaken till detta är att vi inte utfört jämförelsevis lika många provningar med vind som utan. Tendensen med ökande flamspridningshastighet, kortare förbränningslängd och förbränningstid med ökande vindhastighet är dock påtaglig.

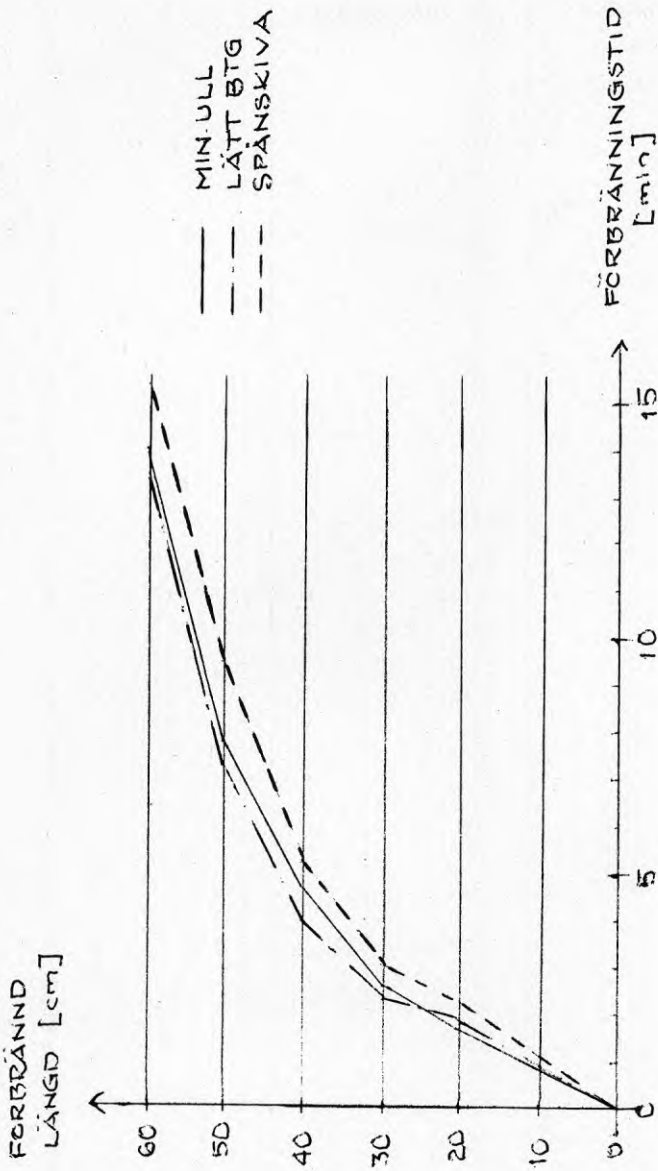


Fig. 13 FÖRBRÄNNINGSTID FRAM TILL  
FÖRBRÄNND LÄNGD

TOTAL  
FÖRBRÄNNINGS-  
LÄNGD [cm]

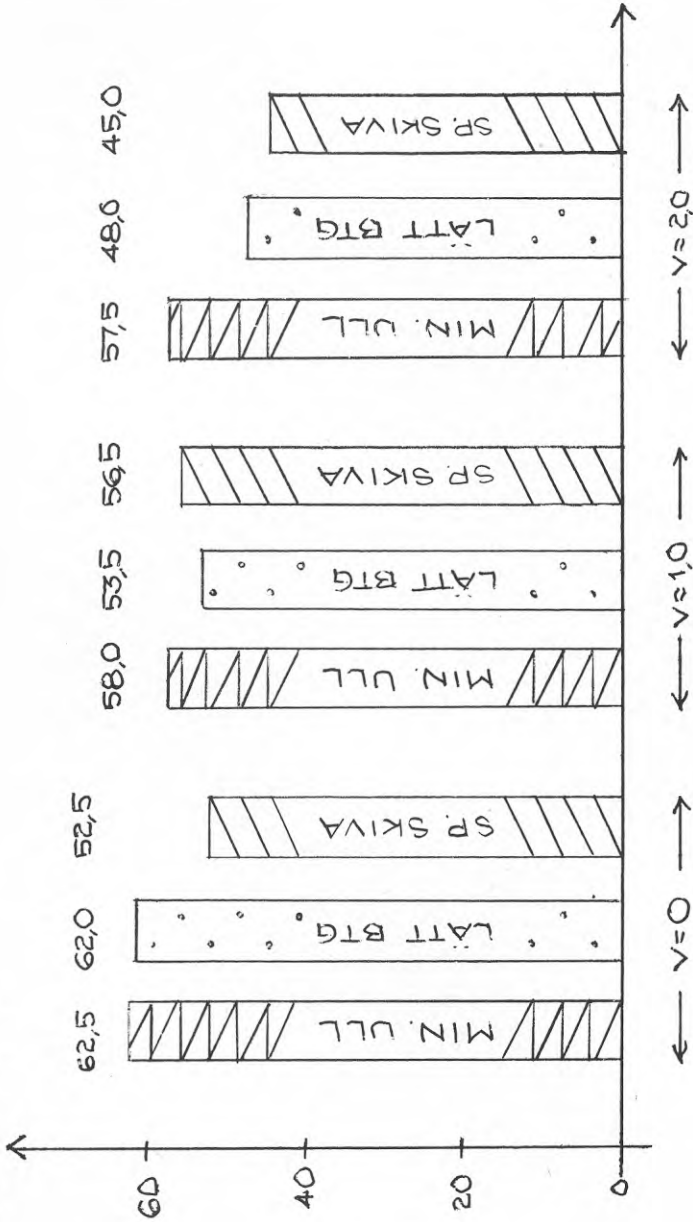


Fig. 14 FÖRBRÄNNINGSLÄNGDER VID OLIKA  
VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

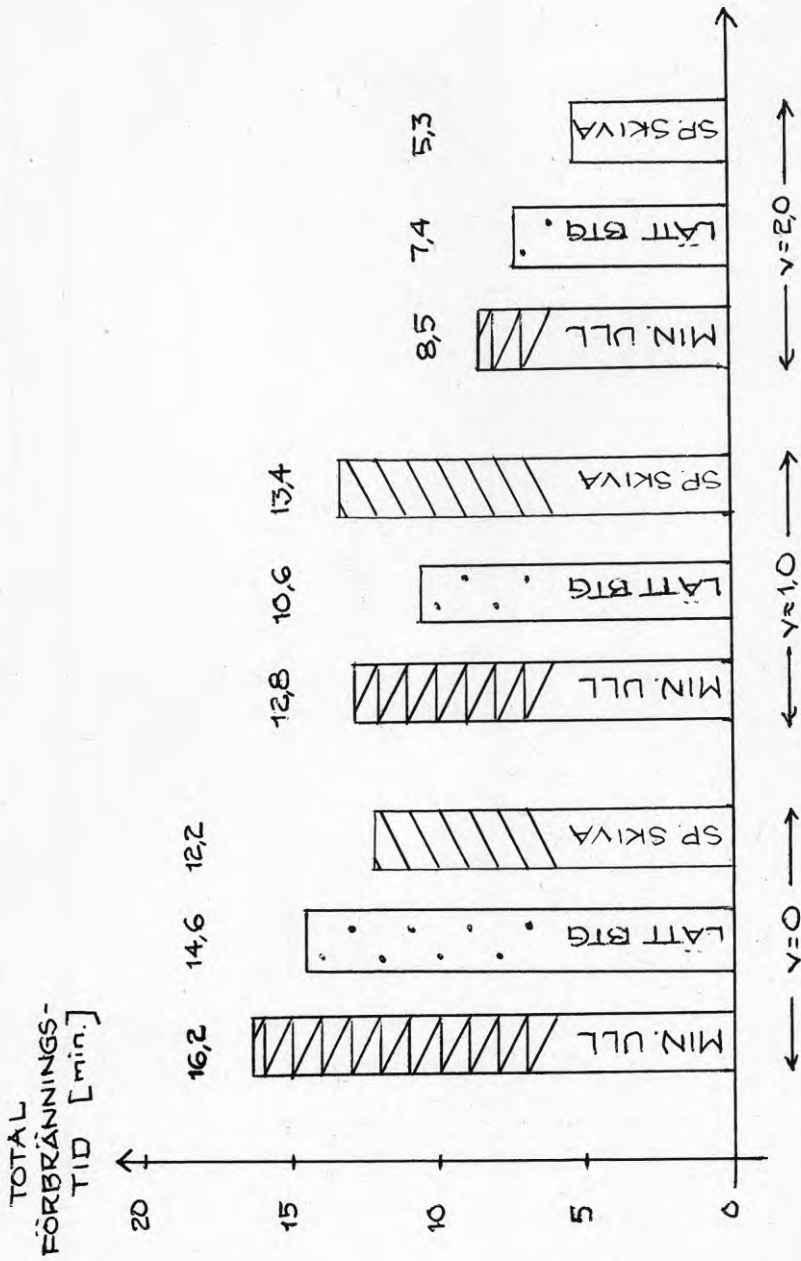


Fig. 15 FÖRBRÄNNINGSTIDER VID OLIKA  
VINDHASTIGHETER  $v$  [m/s]

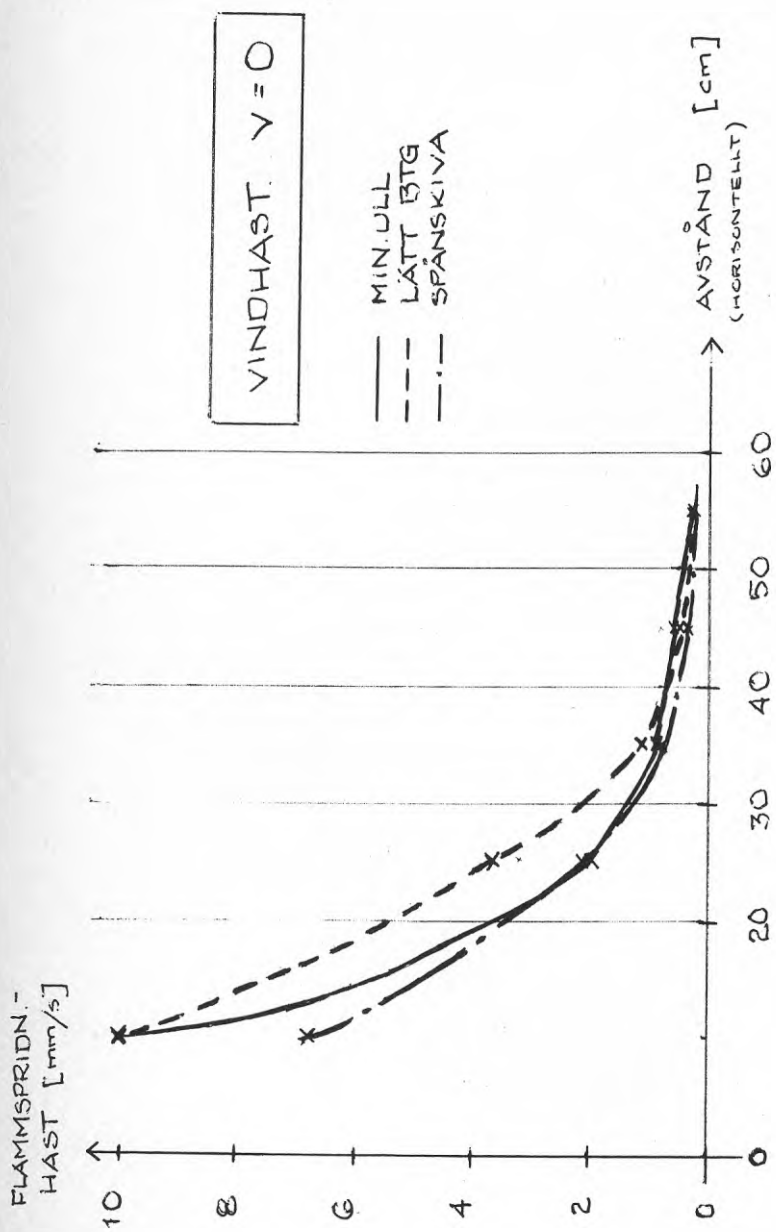


Fig 16 FLAMSPRIDNINGSHASTIGHETENS  
MEDELVÄRDE VID OLIKA AVSTÅND



### 5.5 Jämförelse mellan nytillverkad och åldrad papp

Från bl a försäkringshåll har frågan ställts huruvida byggnadsmaterials brandfarlighet förändras med tiden. En sådan undersökning avseende takpapp har oss veterligen aldrig redovisats. Det har vanligen antagits att någon större skillnad inte föreligger. Denna undersökning visar ett motsatt förhållande.

En provbit av en takpapp, SAL 1600/50, lagd för ca 12 år sedan i Malmötrakten uttogs. Denna åldrade papp testades under samma betingelser som för de övriga försöksserierna, dock endast med mineralull som underlag.

Fem försök utfördes. Vid inget av dessa prov iakttogs ens en antydan till antändning trots upp till 15 minuters exponeringstid. Däremot uppträdde, med en längd motsvarande förbränningslängden på en nytillverkad papp, en zon med torr glansig yta (se bild 7 och bil. 3). På ytan bildades även gasblåsor av en "femörings" storlek.

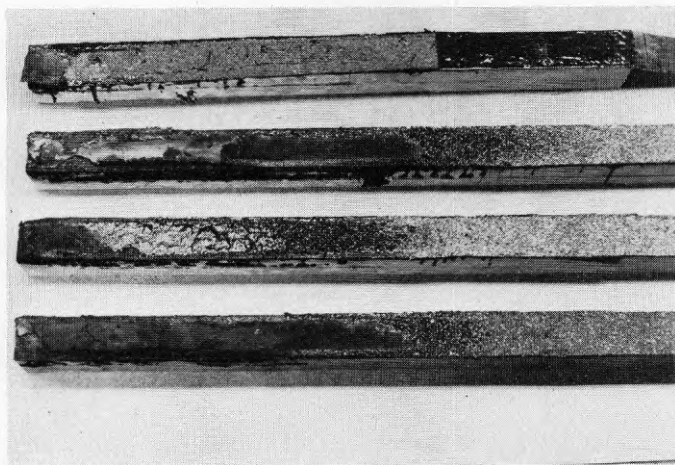


Bild 7. 1. 12 år gammal papp, klustrad  
2. Ny papp klustrad  
3. Lumpapp, klustrad  
4. Ny papp, svetsad

Till skillnad från den nytillverkade pappen klistrades den åldrade pappen fast vid provkroppen med hjälp av varmasfalt. För att undersöka om detta hade någon inverkan testades även provkroppar med nytillverkad papp (ej svetsbar) klistrad med varmasfalt. Resultatet jämfördes med motsvarande försök för svetsad ny papp. Ingen skillnad iaktogs.

Tänkbara orsaker till skillnaden mellan ny och gammal papp kan vara,

- Förändrade tillverkningsmetoder. Detta förnekas av fabrikanter.
- Förändring av fuktkvoten. Vår fuktmätning gav ingen mätbar skillnad mellan nytillverkad och åldrad papp.

Pappfabrikantens laboratoriekontroll:

åldrad papp, fuktkvot 0.3 %

nyttillverkad papp, fuktkvot 0.2 %

Alltså ingen nämnvärd skillnad.

- Avgång av lättflyktiga ämnen från pappen. Mycket höga temperaturer uppträder på ett yttertak p g a solstrålning. Se fig. 17 som visar ett exempel på luft- och yttemperaturvariationerna under ett sommar dygn (3). Detta är den mest troliga orsaken till att pappens brandbenägenhet avtar med tiden enligt fig 18.

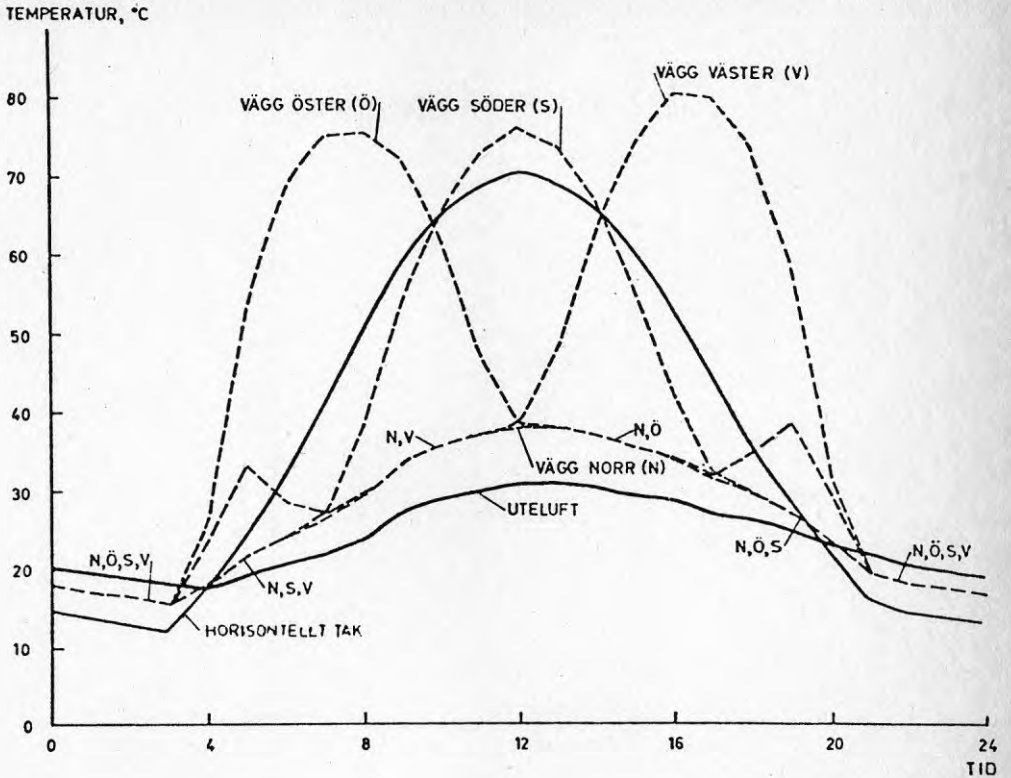


Fig. 17. Beräknade extrema yttemperaturer hos en horisontell takyta och väggytor mot de fyra huvudväderstrecken under ett varmt, soligt, klart och vindstilla somrardygn ( $l = 60^{\circ}\text{N}$ ). Ytorna är mörka (absorptionsfaktorn  $a = 0.9$ ). Skillnaden mellan den högsta och lägsta temperaturen under somrardygnen är för takytan ungefär  $60^{\circ}\text{C}$  och för väggytorna ungefär  $65^{\circ}\text{C}$ .

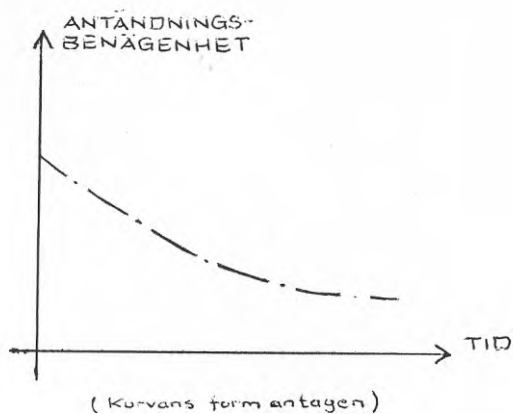


Fig. 18

Vidare provades en 25 år gammal lumpapp. Detta prov gav i stort sett samma resultat som för den 12-åriga pappen (se bild 7). Viss förbränning kunde dock iakttagas. Lumpapp tillverkas inte längre varför en jämförelse enligt ovan inte är möjlig.

## LITTERATURFÖRTECKNING

1. Blackshear, PL, Heat Transfer in Fires.  
Scripta Book Company 1974.
2. Fredlund, B, Skydd mot brandspridning inom småhus-  
Magnusson, S E, bebyggelse i lättbetong. Svenska Brand-  
m fl, försvarsföreningen 1976.
3. Höglund, I, Metod för beräkning av extrema yttemper-  
raturer hos isolerade ytterkonstruktioner.  
Byggforskningen R 6:1973.
4. Lie, T T, Fire and Buildings Architectural Science  
Series 1972.



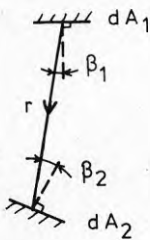
Beräkning av strålningsintensiteten på provkroppen som funktion av avståndet från panelen

Grundläggande samband

$$Q = \epsilon \sigma T^4 A \text{ (Stefan-Boltzmanns lag)}$$

Strålningen  $dQ_{12}$  från ett ytelement  $dA_1$ , till ett ytelement  $dA_2$  med godtyckligt vald inbördes placering i rummet kan skrivas:

$$dQ_{12} = \epsilon_r \sigma T_a^4 dA_1 dA_2 \frac{\cos \beta_1 \cos \beta_2}{\pi r^2} \quad \{\text{kw}\}$$



$\epsilon_r$  = emissionstalet

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant

$T_a$  = absoluta temperaturen för ytan  $dA_1$

$r$  = avståndet mellan ytornas mittpunkter

$\beta_1$  = vinkeln mellan  $r$  och normalen till  $dA_1$

$\beta_2$  = vinkeln mellan  $r$  och normalen till  $dA_2$

Fig 1

$$\text{och } dP_{12} = \frac{dQ_{12}}{dA_2} \quad \{\text{kw/m}^2\}$$

Med integration kan den resulterande strålningsintensiteten  $P_{12}$  beräknas för ett i rummet godtyckligt orienterat ytelement  $dA_{12}$  från en ändlig strålände yta  $A_1$ .

Med beteckningar enligt fig 2:

$$P_{12} = \frac{1}{2\pi} \{ (C_1 - C_2) y_1 \cos \alpha - (C_1 x_1 + C_2 x_2 + C_3 z_1 + C_4 z_2) \cos \beta + (C_3 - C_4) y_1 \cos \gamma \} \epsilon_r \sigma T_a^4 \quad \{\text{kw/m}^2\} \quad (1)$$

med integrationskonstanterna

$$C_1 = \frac{1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \left( \arctan \frac{z_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} + \arctan \frac{z_1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \right) \quad (2)$$

$$C_2 = \frac{1}{\sqrt{x_2^2 + y_1^2}} \left( \arctan \frac{z_2}{\sqrt{x_2^2 + y_1^2}} + \arctan \frac{z_1}{\sqrt{x_2^2 + y_1^2}} \right) \quad (3)$$

$$C_3 = \frac{1}{\sqrt{z_1^2 + y_1^2}} \left( \arctan \frac{x_2}{\sqrt{z_1^2 + y_1^2}} + \arctan \frac{x_1}{\sqrt{z_1^2 + y_1^2}} \right) \quad (4)$$

$$C_4 = \frac{1}{\sqrt{z_2^2 + y_1^2}} \left( \arctan \frac{x_2}{\sqrt{z_2^2 + y_1^2}} + \arctan \frac{x_1}{\sqrt{z_2^2 + y_1^2}} \right) \quad (5)$$

Därvid är  $\sigma, \beta$  och  $\gamma$  de vinklar som normalen till ytelementet  $dA_2$  bildar med de positiva riktningarna av  $x$ -,  $y$ - och  $z$ -axlarna enligt fig 2.

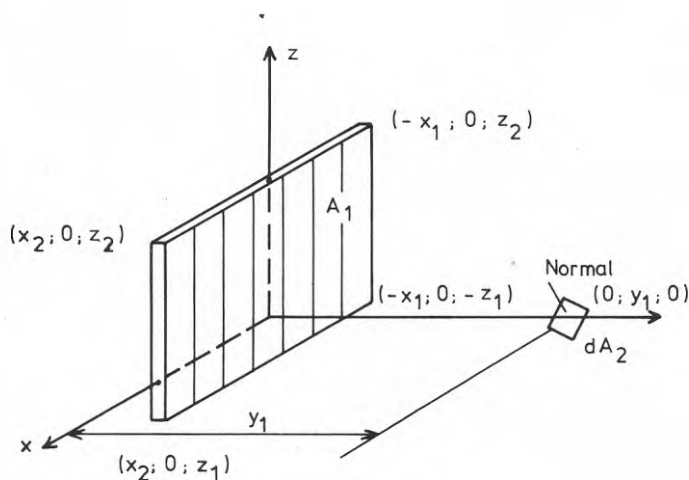


Fig 2



## Beräkning av vårt fall

Ingående värden:

emissionstalet  $\epsilon_r$  varierar under brandförloppet men kan med god approximation sättas konstant  $\epsilon_r = 0.55$ .

Stefan-Boltzmanns konstant  $\sigma = 0.574 \cdot 10^{-10} \text{ kw/m}^2 \text{ K}^4$

Absoluta temp för ytan  $A_1$  (strålningspanelen) kontrollerades under försöksserien och höll sig kring  $772 \text{ }^\circ\text{C}$ ,

$T = 772 + 273 = 1045 \text{ K}$

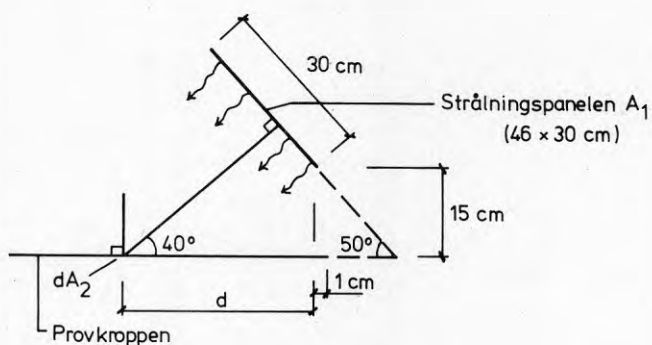


Fig 3

Vi beräknar  $P_{12}$  på några olika avstånd  $d$  från provkroppens början, d v s vi låter punkten  $dA_2$  vandra utmed provkroppen och flyttar med vår koordinatsystem så att  $x$  och  $y$  koordinaterna för punkten  $dA_2$  hela tiden blir lika med noll.

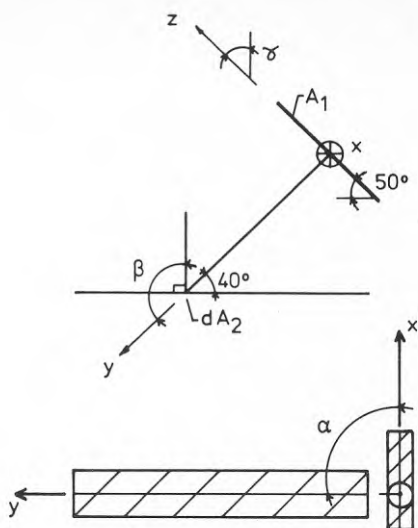


Fig 4

Koordinaterna tas fram:

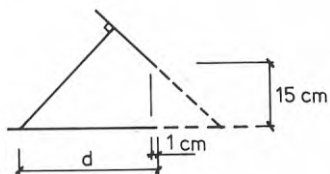


Fig 5

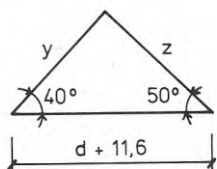


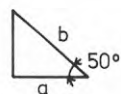
Fig 6

ur fig kan avläsas:

$$\sigma = 90^{\circ}$$

$$\beta = 130^{\circ}$$

$$\gamma = 40^{\circ}$$



$$\tan 50^{\circ} = \frac{15}{a}$$

$$a = 12.6 \text{ cm}$$

$$b = 19.6 \text{ cm}$$

$$\cos 40^{\circ} = \frac{y}{d+11.6}$$

$$y = (d+11.6) \cos 40^{\circ}$$

$$\sin 40^{\circ} = \frac{z}{d+11.6}$$

$$z = (d+11.6) \sin 40^{\circ}$$

d (cm)	y (cm)	Z (cm)
10	16.55	13.88
15	20.38	17.10
20	24.21	20.31
30	31.87	26.74
40	39.53	33.17
50	47.19	39.60
60	54.85	46.02
70	62.51	52.45

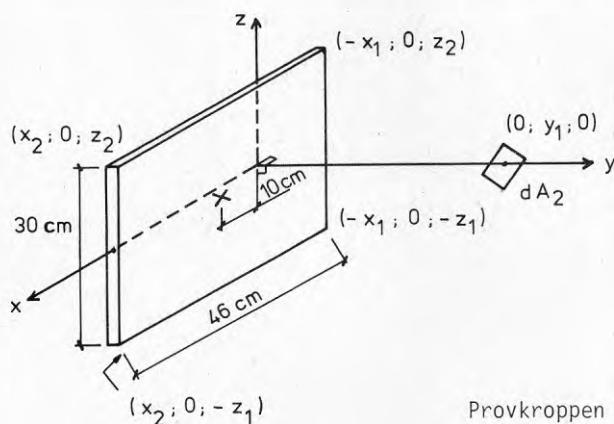


Fig 7

Provkroppen var placerad  
10 cm från centrum på  
panelen

$$x_1 = \frac{-46}{2} + 10 = -13 \text{ cm (konst)}$$

$$x_2 = \frac{46}{2} + 10 = 33 \text{ cm (konst)}$$

$$y_1 = y \quad \text{cm}$$

$$Z_1 = -Z + 19.6 \quad \text{cm}$$

$$Z_2 = Z_1 + 30 \quad \text{cm}$$

Strålningens intensitet  $P_{12}$  beräknas approximativt enligt:

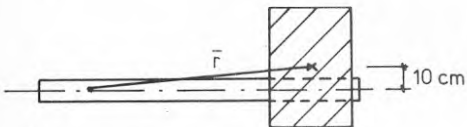
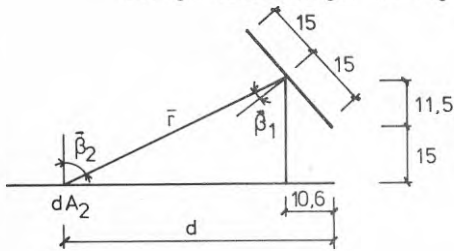
$$P_{12} = F_{12} \epsilon_r \sigma T^4$$

$$\text{där } F_{12} = \beta A_1 \frac{\cos \bar{\beta}_1 \cos \bar{\beta}_2}{\pi \cdot \bar{r}_2^2} \quad (\text{synfaktorn})$$

$\beta$  = en dimensionerande koefficient som kan ges värdet ett om avståndet panel-mät punkt panelens största sidmått,  $d$  v s när  $d = 46$  cm

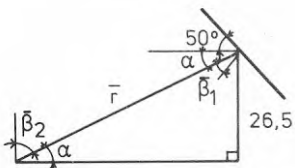
$A_1$  = panelens yta

Övriga beteckningar se fig 1 och 8.



$$\bar{r} = \sqrt{(15+11.5)^2 + (d-10.6)^2 + 10^2}$$

Fig 8



$$\alpha = \arcsin \frac{26.5}{\bar{r}}$$

$$\bar{\beta}_2 = 90^\circ - \alpha$$

$$\bar{\beta}_1 = 90^\circ - 50^\circ - \alpha \quad -\alpha = \bar{\beta}_2 - 50^\circ$$

Fig 9	$d$ (cm)	$\bar{r}$ (cm)	$\bar{\beta}_1$	$\bar{\beta}_2$
	10	28.33	29.29	20.71
	15	28.70	27.42	22.58
	20	29.80	22.78	27.22
	30	34.30	10.59	39.41
	40	40.80	0.50	49.50
	50	48.50	6.88	56.88
	60	56.90	12.24	62.24
	70	65.81	16.25	66.25

d	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
10	-13	33	16.55	5.72	35.72
15			20.38	2.50	32.50
20			24.21	-0.71	29.29
30			31.87	-7.14	22.86
40			39.53	-13.57	16.43
50			47.19	-20.00	10.00
60			54.85	-26.42	3.58
70			62.51	-32.85	-2.85

Insättning i formlerna (1) - (5) ger

$$\begin{aligned}
 P_{12} &= \frac{1}{2\pi} \{ (C_1 - C_2)y_1 \cos 90^\circ - (c_1x_1 + c_2x_2 + c_3Z_1 + c_4Z_2) \cos 130^\circ + \\
 &+ (c_3 - c_4)y_1 \cos 40^\circ \} 0.55 \cdot 0.574 \cdot 10^{-10} \cdot 1045^4 = \\
 &= 5.99 \{ (c_1x_1 + c_2x_2 + c_3Z_1 + c_4Z_2) \cos 50^\circ + (c_3 - c_4)y_1 \cos 40^\circ \} \\
 &\quad \{ \text{kw/m}^2 \}
 \end{aligned}$$

och med värden för integrationskost. insatta:

d (cm)	P <sub>12</sub> (kw/m <sup>2</sup> )
10	17.49
15	13.43
20	10.29
30	7.57
40	5.02
50	3.23
60	2.10
70	1.84

$$P_{12} = BA_1 \frac{\cos \bar{\beta}_1 \cos \bar{\beta}_2}{\pi \bar{r}^2} \cdot \epsilon_r \cdot \sigma \cdot T^4 =$$

$$= 1.654 \cdot 10^3 \frac{\cos \bar{\beta}_1 \cos \bar{\beta}_2}{r_2} \quad \{ \text{kw/m}^2 \}$$

vilket ger med tabellvärdena insatta:

d (cm)	$P_{12}$ (kw/m <sup>2</sup> )
10	16.80
15	16.45
20	15.26
30	10.67
40	6.45
50	3.84
60	2.32
70	1.48

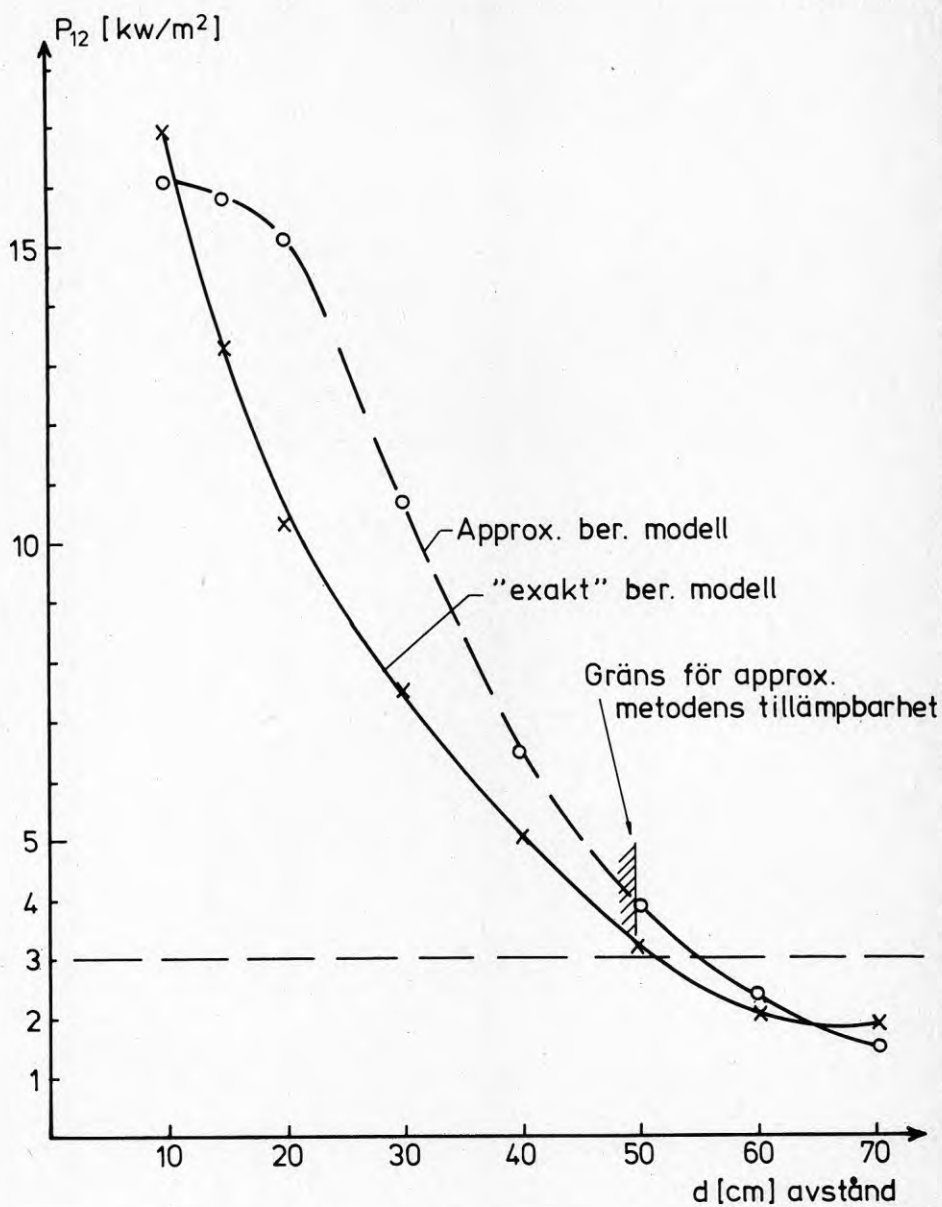
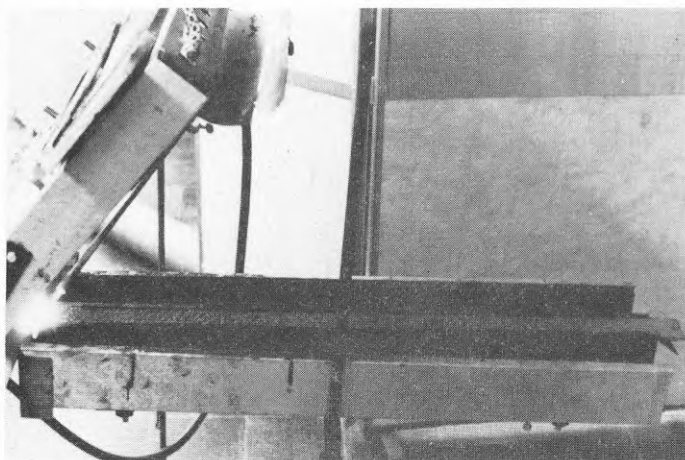


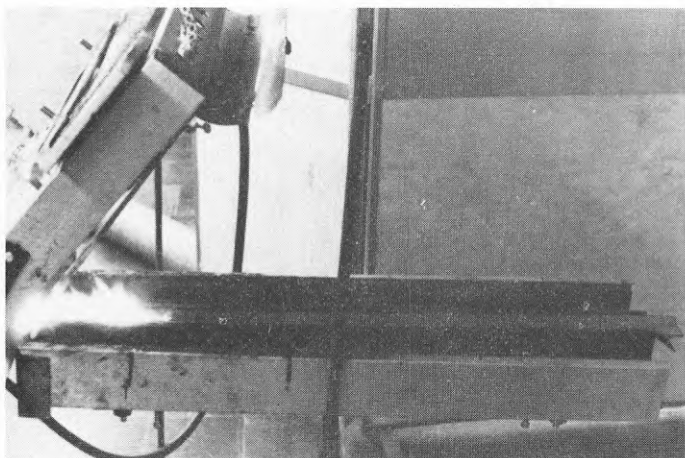
Diagram 1 Strålningsintensiteten som funktion av avståndet.

I diagrammet är inlagt kravet (enli T.T. LIE "Fire and Buildings") för att brand ska uppkomma i takpapp:

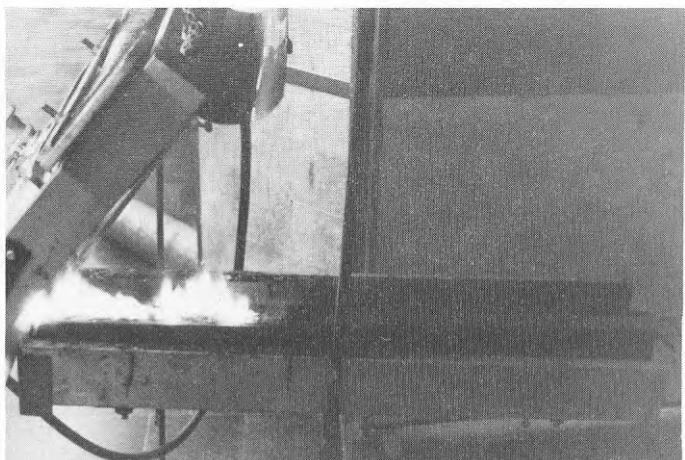
$$P_{12} > 2.9 \text{ kw/m}^2$$



1. Pilotlägan  
ansätts  
 $t = 0$

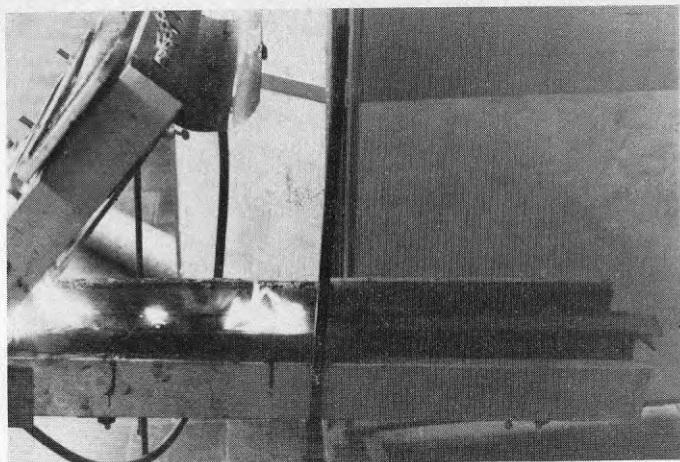
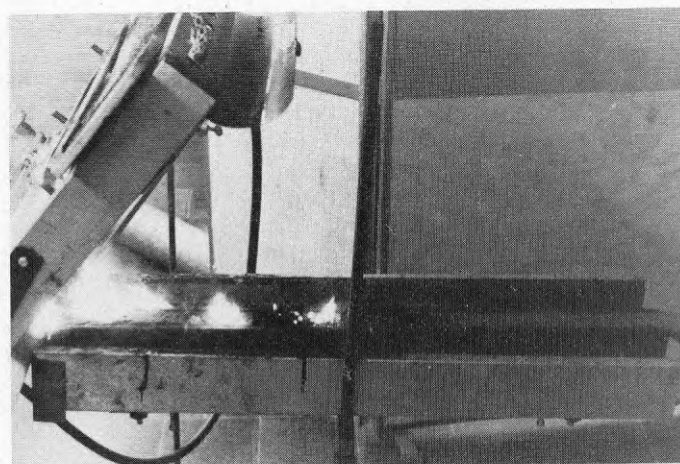
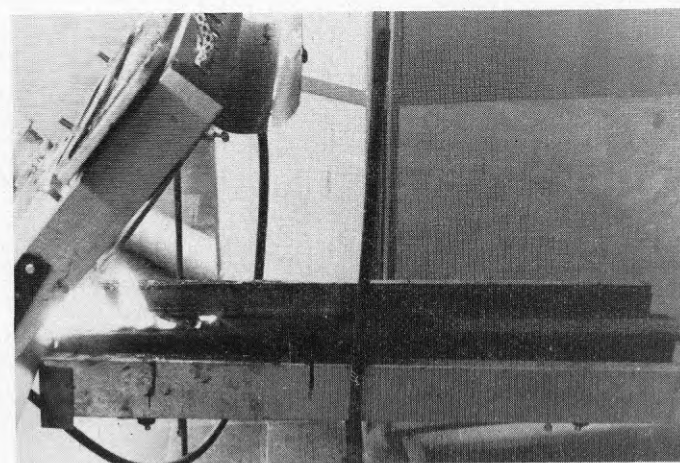


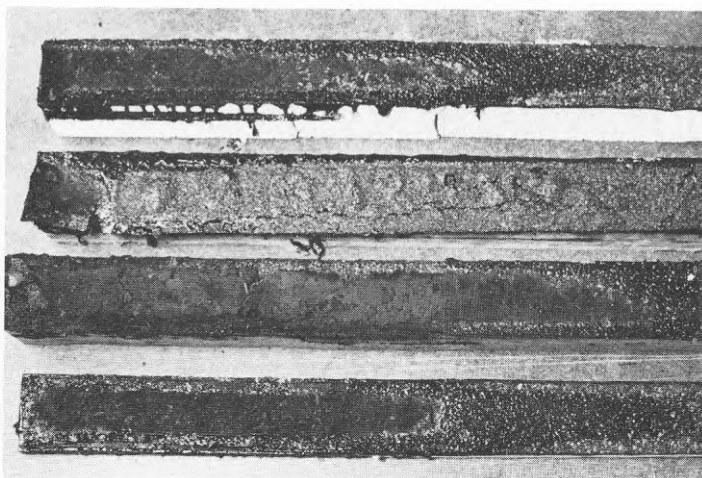
2.  $t = 1.5$  min



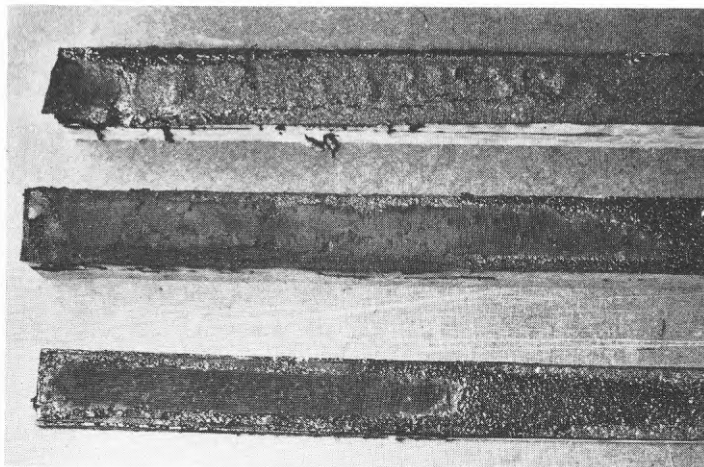
3.  $t = 3.0$  min



4.  $t = 7,5$  min5.  $t = 10$  min6.  $t = 15$  min

BILDER PÅ PROVKROPPARBilaga 3

1. Ny papp på lättbetong, svetsad
2. Gammal (12 år) papp på min.-ull, klistrad
3. Ny papp på min.ull, klistrad
4. Ny papp på spånskiva svetsad



1. Gammal (12 år) papp på min.-ull, klistrad
2. Ny papp på min.-ull, svetsad
3. Ny papp på spånskiva, svetsad

MINERALULL vindhastighet v = 0

T<sub>50</sub> Förbränningstid fram till 50 cm  
 T<sub>tot</sub> Total förbränningstid  
 L<sub>tot</sub> Total förbränningslängd  
 V<sub>50</sub> Flamspridningshast T<sub>50</sub>  
 V<sub>tot</sub> Flamspridningshast T<sub>tot</sub> och L<sub>tot</sub>

Prov Nr	0-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm	50-60 cm	T <sub>50</sub> (s)	T <sub>tot</sub> (cm)	L <sub>tot</sub> (cm)	V <sub>50</sub> (mm/sek)	V <sub>tot</sub> (mm/sek)	Brand-expl.	Anm
18	120 s	60 s	120 s	210 s	-	510 s	900 s	57.5 cm	0.98	0.64	*	-
21	80	35	120	180	395 s	415	810	>60.0	1.45	0.74	*	Provkroppen ej längre
22	105	35	105	180	-	425	-	(50.0)	1.18	-	*	Gasen slut
24	90	70	125	190	-	475	845	59.0	1.05	0.70	*	-
28	115	40	110	180	350	445	1110	69.0	1.12	0.62	100 s	-
30	120	40	165	200	370	525	1205	66.0	0.95	0.55	95	-
32	120	70	150	(250)	-	-	-	(54.5)	-	-	*	Gasen slut
Med. värde	107 ±16	50 ±16	128 ±20	190 ±13	372 ±22	466 ±45	974 ±174	62.5 ±4.9	1.12 ±0.2	0.65 ±0.1	97	

$\bar{V}_{40} = 1.40 \text{ mm/s}$  \* tiden ej kontrollerad

## SPÅNSKIIVA v = 0

Prov Nr	0- 20 cm	20- 30 cm	30- 40 cm	40- 50 cm	50- 60 cm	T <sub>50</sub> (s)	T <sub>tot</sub> (cm)	L <sub>tot</sub> (cm)	V <sub>50</sub> (mm/s)	V <sub>tot</sub> (mm/s)	Brand- expl.	Anm.
19	180 s	60 s	120 s	180 s	360 s	540 s	960 s	61.0 cm	0.93	0.64	*	-
23	105	70	135	300	-	610	1005	50.5	0.82	0.50	*	-
25	100	50	140	285	-	575	845	58.0	0.87	0.69	*	-
26	90	45	125	240	-	500	820	59.0	1.00	0.72	*	-
27	185	25	170	-	-	-	530	46.0	-	-	150 s	Smältzon = 15 cm
29	145	30	-	-	-	-	275	36.0	-	-	115	Smältzon = 20 cm
31	120	55	115	230	-	520	705	57.0	0.96	0.81	*	-
Med. värde	132 ±39	48 ±16	134 ±20	247 ±48	360	549 ±44	734 ±257	52.5 ±6.5	0.92 ±0.1	0.67 ±0.2	132	

 $\bar{V}_{40} = 1.27$  mm/s

\* Tiden ej kontrollerad

LÄTTBETONG  $v = 0$ 

Prov Nr	0- 20 cm	20- 30 cm	30- 40 cm	40- 50 cm	50- 60 cm	$T_{50}$ (s)	$T_{tot}$ (s)	$L_{tot}$ (cm)	$V_{50}$ (mm/s)	$V_{tot}$ (mm/s)	Brand expl.	Amn.
43	110 s	30 s	90 s	225 s	420 s	455 s	930 s	62.0 cm	1.09	0.67	95 s	-
44	105	25	100	185	330	415	795	64.5	1.20	0.81	90	-
45	110	30	105	215	410	460	905	60.0	1.09	0.66	80	-
Med. värde	108 ±3	28 ±3	98 ±8	208 ±21	387 ±49	443 ±25	877 ±68	62.0 ±2.3	1.13 ±0.1	0.71 ±0.1	88	

$$\bar{V}_{40} = 1.70 \text{ mm/s}$$

vind.hast v (m/s)

Prov Nr	0- 20 cm		20- 30 cm		30- 40 cm		40- 50 cm		T <sub>50</sub> (s)	V <sub>50</sub> (mm/s)	L <sub>tot</sub> (cm)	Brand- expl.	Anm.
	s	s	s	s	s	s	s	s					
MIN.JULL	32 b	110 s	65 s	110 s	290 s	575	0.87	55.5	*	$\bar{V}_{40} = 1.40$ mm/s V <sub>40</sub> = 1.48 Provkroppen ej längre $\bar{V}_{40} = 1.44$			
	34	110	50	110	180	450	1.11	60.0	80.s				
						$\bar{V}_{50}$	0.99						
SPANSKIVA	33	130 s	65 s	95s	220 s	510	0.98	59.5	90 s	$\bar{V}_{40} = 1.38$ mm/s			
	35	110	40	130	300	580	0.86	56.5	80 s	V <sub>40</sub> = 1.43 $\bar{V}_{40} = 1.40$			
						$\bar{V}_{50}$	0.92						
LÄTTBETONG	47	85 s	60 s	120 s	205 s	470	1.06	55.50	60.s	V <sub>40</sub> = 1.51 mm/s			
	48	100	50	120	195	465	1.08	52.0	90 s	V <sub>40</sub> = 1.48 $\bar{V}_{40} = 1.49$			
						$\bar{V}_{50}$	1.07						

\* Tiden ej kontrollerad

vind.hast v (m/s)

Prov Nr	0- 20 cm		20- 30 cm		30- 40 cm		40- 50 cm		T <sub>50</sub> (s)	V <sub>50</sub> (mm/s)	L <sub>tot</sub> (cm)	Brand- expl.	Ann.
	s	mm	s	mm	s	mm	s	mm					
MIN.ULL													
37	120	25	55	90	290	1.72	55.0	100		V <sub>40</sub> = 2.00 mm/s			
39	115	35	45	180	375	1.33	60.0	85		V <sub>40</sub> = 2.05			
					$\bar{V}_{50}$	1.53				$\bar{V}_{40}$ 2.03			
SPANSKIVA													
36	85	35	100	-	-	-	44.0	60		V <sub>40</sub> = 1.82 mm/s			
38	90	45	90	-	-	-	47.0	70		V <sub>40</sub> = 1.78			
										$\bar{V}_{40}$ 1.80			
LÄTTBETONG													
49	115	35	-	-	-	-	30.0	85		-			
52	110	35	70	85	300	1.67	67.0	90		V <sub>40</sub> = 1.86 mm/s			
					$\bar{V}_{50}$	1.67				$\bar{V}_{40}$ 1.86			





UTVÄNDIG BRANDSPRIDNING LÅNGS TAK  
- EXPERIMENTELL UNDERSÖKNING

Barbro Ahlén  
Kai Ödeen



## 1. INLEDNING

Utvändig spridning av brand längs tak har i vissa fall visat sig vara en bidragande orsak till omfattningen av inträffade skador. Vid analys av några sådana skador har diskuterats om och i vilken utsträckning isolermaterialets brännbarhet och termiska egenskaper påverkat förloppet. En del tidigare utförda undersökningar ger viss belysning av fenomenet - men bl a en direkt jämförelse mellan brandspridningsförloppen i takpapp lagd alternativt på mineralull och lättbetong har framstått som starkt önskvärd. Sådana försök utfördes under hösten 1978 vid Statens provningsanstalts laboratorium för brandteknik i Borås inom ramen för de undersökningar som Svenska Brandförsvarsföreningen bedriver sedan ett par år tillbaka rörande brandtekniska egenskaper hos olika takkonstruktioner.

## 2. TIDIGARE UTFÖRDA FÖRSÖK

Experimentella undersökningar av mekanismen vid utväldig brandspridning längs takytan har tidigare utförts i bl a Sverige. Av särskilt intresse i detta sammanhang är därvid de undersökningar som dåvarande Isoleringsaktiebolaget WMB utförde 1966 i samråd med bl a statens provningsanstalt och där inverkan på brandspridningsförloppet av vindhastigheten längs takytan studerades. Denna undersökning gav underlag för senare försök utförda under år 1973 vid statens provningsanstalt.

WMB-försöken utfördes utomhus vid bolagets anläggningar i Älvängen och i en försöksanordning som var speciellt utformad för ändamålet. Provtakens storlek var 70 x 500 cm. En fläktutrustning medgav styrning av vindhastigheten längs takytan med en maximal hastighet av ca 5 m/s. Sammanlagt 8 försök utfördes varav 7 med plåttak isolerade med cellplast eller kork samt ett med ett konventionellt 1" trätak i samtliga fall med tätskikt av papp.

Även om försöken hade orienterande karaktär kan en del generella slutsatser dragas ur resultaten. Sålunda synes flamspridningshastigheten längs takytan öka med vindhastigheten

men så småningom uppnå. ett maximivärde. Vid ytterligare ökning av vindhastigheten kan en tendens till minskad spridningshastighet urskiljas schematiskt beskriven så att en kraftig vind har en tendens att "blåsa ut" elden. Resultaten är i denna del inte helt entydiga men under alla omständigheter synes det klart att brandspridningshastigheten längs taket inte ökar nämnvärt över en viss vindhastighet.

Det försök som utfördes med ett papptäckt trätak har särskilt intresse mot bakgrund dels av att trätak är ganska vanliga i äldre byggnader, dels av att trä även ingår som väsentligt material i en del moderna konstruktioner. Även om stor försiktighet måste iakttagas när det gäller att dra slutsatser från ett enstaka försök kan man dock konstatera att spridningshastigheten längs denna typ av tak var väsentligt längre än längs ett tak isolerat med t ex cellplast, åtminstone vid här rådande försöksbetingelser.

De vid provningsanstalten 1973 genomförda försöken utfördes i något större skala än WMB-försöken. Provtaken hade bredden 100 cm och längden 500 cm eller i vissa fall 1000 cm. Fläktutrustningen medgav vindhastigheter på upp till ca 10 m/s. I en inledande försöksserie verifierades antagandet att brandspridningshastigheten vid ökande vindhastighet uppnår ett maximivärde. Detta ledde till att de fortsatta försöken genomgående utfördes med vindhastigheten ca 10 m/s. Brandspridningshastighetens maximum är ganska flackt varför valet av vindhastighet inte är särskilt kritiskt.

Vid försöken konstaterades att den i flera länder tillämpade metoden att "sektionera" brännbart isolermaterial med obrännbart sådant - t ex mineralull - gav i det närmaste försumbar effekt så snart hänsyn togs till förekomst av vind längs takytan. En sektionering av denna typ kunde konstateras ge nämnvärd effekt endast om den kompletterades med andra åtgärder - t ex uppbyggnad av en obrännbar skärmkonstruktion eller liknande på taket ovasida. Försöken gav vissa riktlinjer för hur en sådan konstruktion principiellt borde vara uppbyggd.

Den ringa effekten av den traditionella sektioneringen visade sig bero på att flamspridningen väsentligen skedde i papplagren med tillhörande klister och att även den brännbara isoleringen (i detta fall styrencellplast) endast bidrog i mindre grad till brandförloppet.

Av olika skäl måste den tidigare försöksserien avbrytas och en del frågor kom därigenom att bli ofullständigt belysta. Sålunda saknades studier av flamspridning längs ett papptäckt tak vid användning av helt obrännbar isolering samt den i hög grad intressanta jämförelsen med motsvarande fenomen vid ett papptäckt lättbetongtak. Sådana försök redovisas i följande avsnitt.

### 3. FÖRSÖKSANORDNING OCH MÄTUTRUSTNING

#### 3.1 Allmänt

Försöksutrustningen arrangerades i den sk släckhallen vid statens provningsanstalts laboratorium för brandteknik i Borås. Den utformades för att så långt möjligt motsvara de tidigare utförda försöken. Det vara dock av försökstekniska skäl nödvändigt att utföra en del modifieringar, framförallt beträffande sättet för antändning av provtacken. Denna hade i tidigare försök utförts genom att taket delvis varit upplagt på en mindre brandprovningssugn. I detta fall har i stället antändningen av taket skett med hjälp av två mellan fläkt och takets ena kortända placerade träbål vilka dimensionerats för att ge approximativt samma brandpåverkan som tidigare. Försöksanordningens uppbyggnad framgår i stora drag av bilaga 1.

#### 3.2 Antändningskälla

Antändningskällan utgjordes som nämnts av två träbål. Dessa var uppbyggda av ohyvlade träribbor 50 x 50 x 500 mm vilka ugnstorkats före proven. På ett undre skift av fyra ribbor placerades 12 skift korsvis med 6 ribbor i varje skift.

Bälens totala vikt var 112 kg. De båda bälens teoretiska värmeinnehåll kan härur beräknas till  $\sim 2000$  MJ. De placerades med översta skiftet i nivå med takets närmaste kortända och med fläktsystemets underkant (jfr bilaga 1).

### 3.3 Provade takkonstruktioner

Vid försöken studerades två olika typer av takkonstruktioner uppbyggda enligt följande (underifrån räknat).

#### Försök A

Lättbetong 150 mm Siporex

Punktklistrad mot underlaget.

1-lag ICOPAL polyventilag YAM 1200/50-Sp luftspalt.

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

#### Försök B

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0.8 mm NJA.

Mineralullsisolering 50 mm, Rockwool 341.

klistrad mot plåten med varmasfalt.

2-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp.

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

De i provtaken ingående asfaltmängderna bestämdes före försöken. Mängderna uppmättes till  $2.4 \text{ kg/m}^2$  och  $5.4 \text{ kg/m}^2$  vid provtak enligt försök A respektive försök B (exkl. asfalten i själva pappen).

### 3.4 Mätanordningar

Temperaturförloppet i och i anslutning till provtaken bestämdes under försöken med hjälp av termoelement vilka anslöts till laboratoriets centrala datainsamlingssystem. Huvudparten av mätpunkterna placerades på takytan och i försök B även i mineralullsisoleringen. Dessutom uppmättes genom en serie termoelement temperaturförloppet 500 mm över takytan. Mätpunkternas placering framgår av bilaga 2 och 3.

Vindhastigheten omedelbart ovanför taket uppmättes före försöken i ett antal punkter med hjälp av varmtrådsanemometer.

#### 4. FÖRSÖKENS UTFÖRANDE

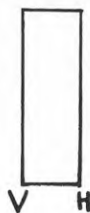
Före försöken justerades fläktanordningen så att vindhastigheten vid provtakets närmast fläkten belägna ända blev ca 10 m/s. Vindhastigheten vid takets andra ända blev därvid ca 7.5 m/s.

Brandförsöken inleddes med att bälén antändes med hjälp av ca 2 l T-sprit i plåtkärl som placerades under dessa. Efter ca 3 minuter hade bälén antänts i sin helhet och flammorna var 1.5-2 m höga. Vid denna tidpunkt startades fläkten och branden i bäl och takkonstruktion fick utvecklas fritt. Försöken avbröts då bälén i huvudsak brunnit slut vilket båda fallen skedde efter ca 30 min. Efter försöken kartlades skadeomfattningen i provtaken.

## 5. OBSERVATIONER OCH MÄTNINGAR

5.1 Försök ALättbetong med 2-lags papptäckningBrandprovning den 13.9 kl. 14.00Observationer

eldkälla

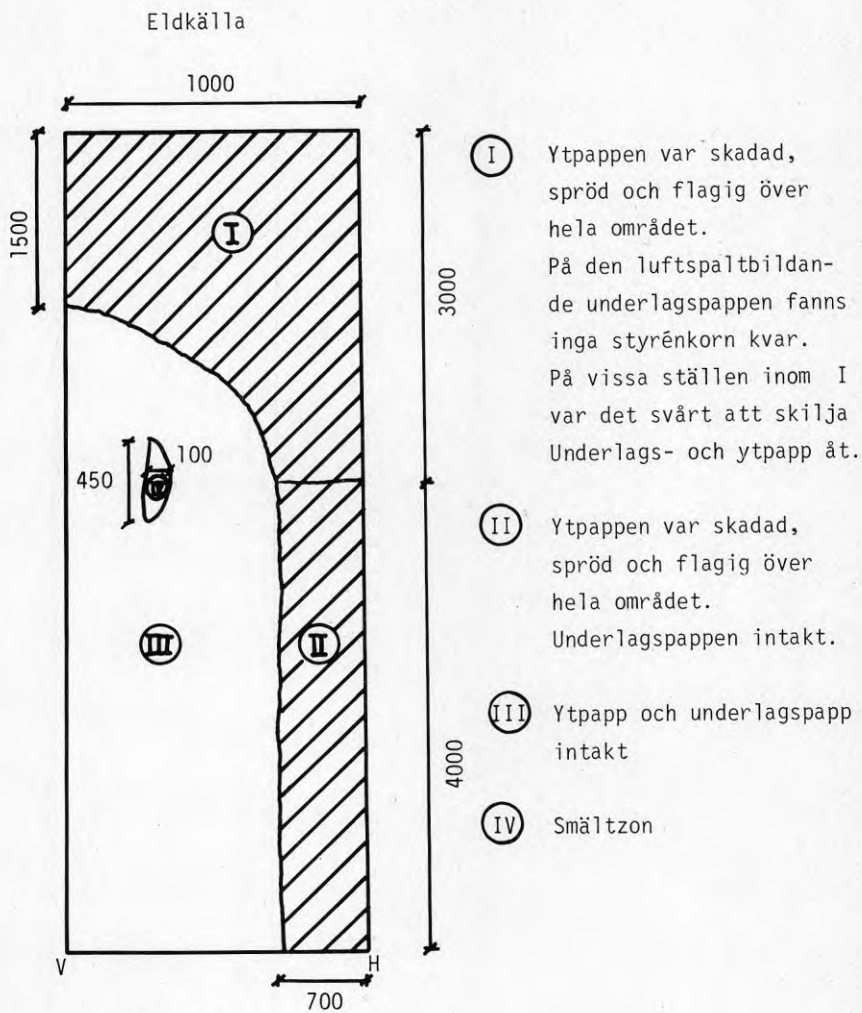


- 0 min 00 s Försöksstart
- 3 " 00 " Fläkten startades. Flammornas längd blev direkt ca 2 m.
- 3 " 50 " Elden drog snabbt fram längs högerkanten på taket.
- 4 " 00 " Flammorna är nu ca 3-4 m.
- 5 " 35 " Fast eld i pappen längs högerkanten.
- 5 " 40 " Elden har nått till slutet av taket.
- 6 " 00 " Fast eld i takets framkant och ca 1 m framåt.
- 6 " 30 " Flammorna begränsade till intervallet 0-2 m.
- 8 " 40 " Den fasta elden i pappen har nått fram till ca 1.5 m.
- 9 " 40 " Glödande flagor från pappen.
- 10 " 50 " Flammorna fortfarande begränsade till intervallet 0-2 m.
- 12 " 10 " Pappen synligt påverkad på den del där elden dragit sig tillbaka.
- 15 " 10 " Pappen släppte underlaget och fladdrade löst på ca 1 m från takets framkant närmast eldkällan.
- 15 " 50 " Flammorna nu ca 1 m.
- 20 " 15 " Flammorna har avtagit är nu knappt 1 m.
- 21 " 35 " Vänster stapel börjar ramla.
- 23 " 10 " Flammorna knappt 1/2 m.
- 26 " 35 " Vänsterbål sjönk sakta ihop.
- 30 " 00 " Fläkten stängdes av.
- 35 " 00 " Försöket avbröts.



## Skadebeskrivning Försök A

## Ovansidan



Ⓘ Ytpappen var skadad, spröd och flagig över hela området. På den luftspaltbildande underlagspappen fanns inga styrénkorn kvar. På vissa ställen inom I var det svårt att skilja Underlags- och ytpapp åt.

Ⓙ Ytpappen var skadad, spröd och flagig över hela området. Underlagspappen intakt.

Ⓚ Ytpapp och underlagspapp intakt

Ⓛ Smältzon

5.2 Försök B

Trapetskorrugerad stålplåt, 50 mm mineralull samt 3-lags  
papptäckning

Brandprovning den 22/9 kl. 14.30.

Observationer

eldkälla

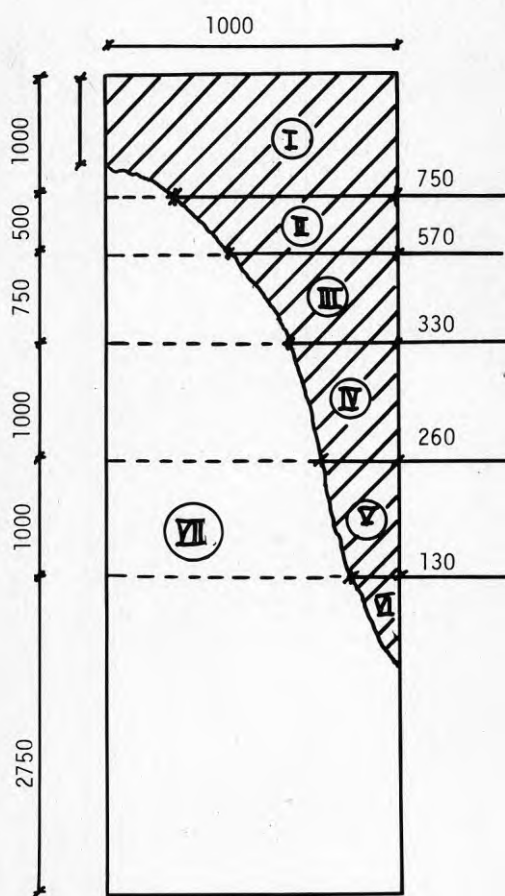


- 0 min 00 s Försöksstart
- 3 " 00 " Fläkten startades. Flammornas längd ca 1.5 m.
- 3 " 40 " Flammorna nu ca 2 m.
- 4 " 00 " Flammorna är nu ca 3 m.
- 4 " 40 " Flammorna är nu ca 4 m.
- 5 " 00 " Fast eld i takets framkant.
- 5 " 40 " Lågorna går längs högerkanten sticklågorna i intervallet 3-4 m.
- 6 " 50 " Flammorna begränsade till intervallet 1.5-2 m.
- 7 " 00 " Sticklågorna i intervallet 3-4 m slocknade.
- 8 " 00 " Den fasta elden i pappen har nått fram till 1 m.
- 11 " 00 " Flammorna begränsade till intervallet 0-1.5 m.
- 12 " 00 " Svag rökutveckling från wellorna vid takets slut.
- 15 " 00 " Pappen synligt påverkad 1:a metern.
- 17 " 00 " Flammorna begränsade till intervallet.
- 20 " 00 " Fortfarande svag rökutveckling från wellorna vid takets slut.
- 21 " 00 " Fast eld i asfalten på den fria skivkanten på högersida.
- 22 " 00 " Bålen börjar sakta sjunka ihop.
- 30 " 00 " Fläkten stängs av.
- 31 " 00 " Fortfarande rökutveckling från wellorna vid takets slut.

## Skadebeskrivning Försök B

## Ovansidan

Eldkälla



I - III

Ytpappen var skadad spröd och flagig över hela området. Båda lagren underlagspapp totalskadade.

IV - VI

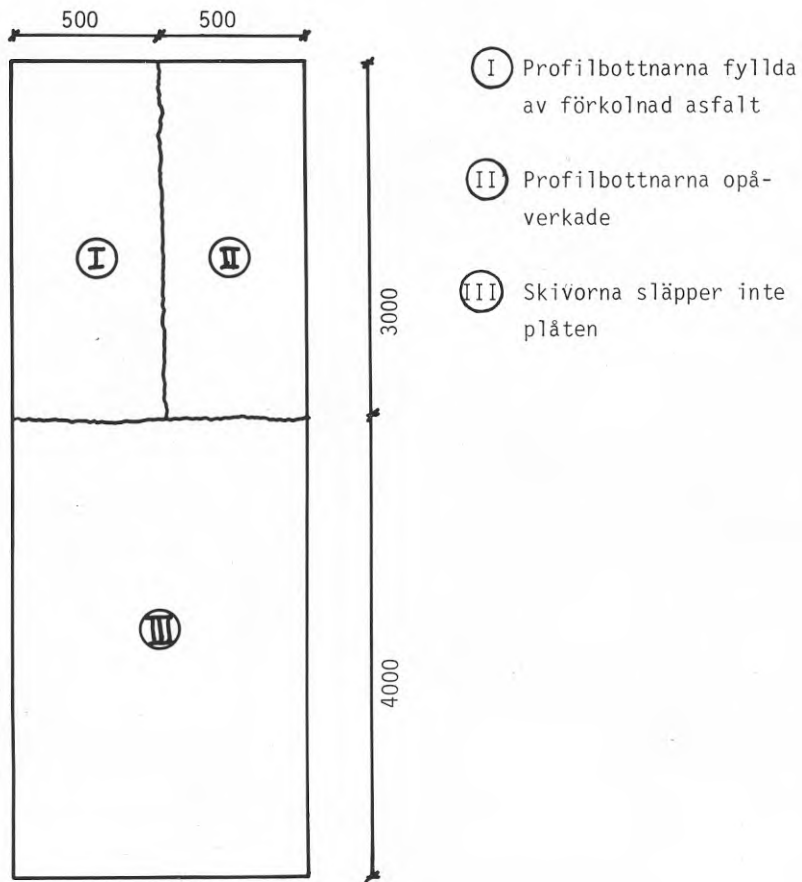
Ytpappen var skadad spröd över hela området. Underlagspappen intakt

VII

Ytpapp och underlagspapp intakt.

(alla mått i mm)

## Plåt/isolering



De vid försöken registrerade temperaturförloppen har sammanställts i bilaga 4 (försök A) och bilaga 5 (försök B).

## 6. DISKUSSION

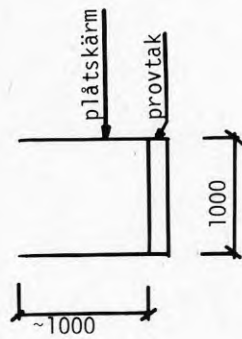
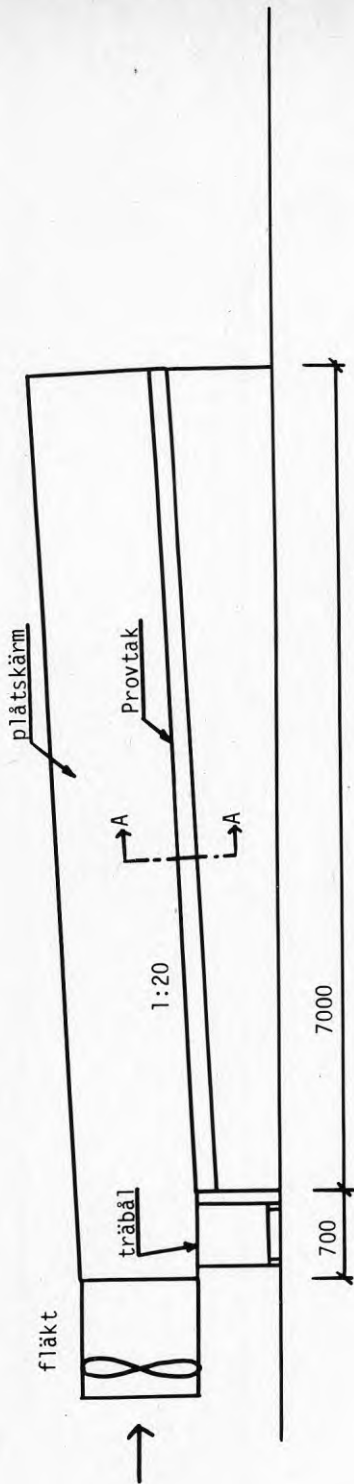
Resultaten från de båda försöken uppvisar påtagliga likheter t ex vad gäller skadebilden. På grund av oundvikliga excentriciteter i fläktuppställningen kom flamspridningen att ske snabbast längs provtakets ena sida (den vänstra sett i vindriktningen). En skillnad mellan de två försöken utgör det förhållandet att förbränningen i ena fallet (försök A) fortskred utefter takets hela längd medan i det andra (försök B) förbränningen så småningom avstannade ca 5 m från den primärt antända kanten av provtaket. Man måste givetvis vara försiktig när det gäller att dra slutsatser från enstaka prov men resultaten indikerar - tillsammans med erfarenheter från tidigare utförda likartade prov - att inverkan av underlagets brännbarhetsegenskaper och termiska tröghet inom vida gränser är ganska liten. Vid ett på traditionellt sätt papptäckt tak måste man således räkna med att en utvändig antändning - t ex genom kombinerad flygbrand- och värmestrålningspåverkan från intilliggande brinnande byggnad - vid ogynnsamma vindförhållanden leder till fortskridande förbränning av takpappen. För att förhindra sådan spridning måste takpappen och eventuell brännbar isolering sektioneras på lämpligt sätt enligt vad som berörts inledningsvis.

Avslutningsvis kan påpekas att den använda taktäckningen i detta, liksom i de tidigare utförda försöken, genomgående har uppfyllt de krav beträffande säkerhet mot antändning genom flygbrand som krävs enligt Svensk Byggnorm 75. Detta innebär att de med positivt resultat provats enligt provningsmetod NT Fire 006 ("Flygbrandprovet").

## REFERENSER

- Ahlén, B-Ödeen, K: Brandtekniska egenskaper hos lätta takkonstruktioner, Rapport R 47:1977 från Byggforskningen.
- Ahlén, B-Ödeen, K: Brandtekniska egenskaper hos aluminiumtak, Rapport R 17:1978 från Byggforskningen.
- Ahlén, B-Ödeen, K: Brandtekniska egenskaper hos lätta takkonstruktioner - Kalibreringsförsök i horisontal- och modellugn, Rapport R 88:1978 från Byggforskningen.
- Isoleringsaktiebolaget WMB: Brandprovning hos olika takkonstruktioner, Intern rapport. Älvängen 1966.
- Bengtson, S: Flamspridning längs utvändigt isolerade plåttak, (Rapport 1, 2 och 3), Statens provningsanstalt 1973.

## Bilaga 1



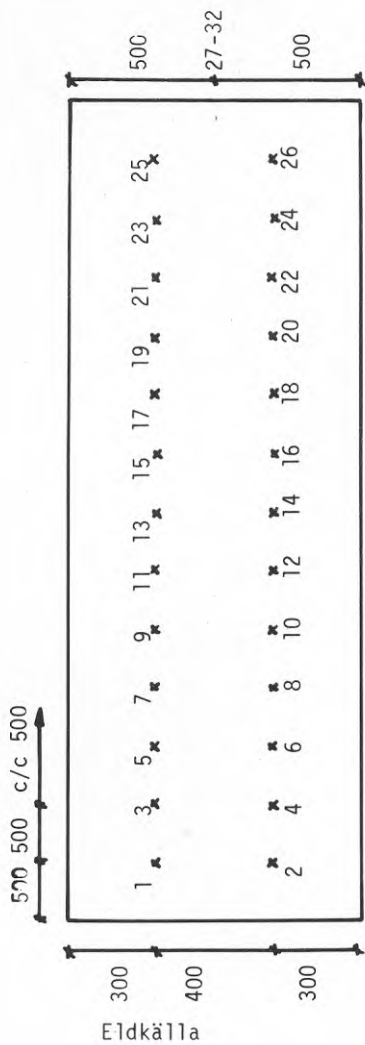
Sektion A-A

Försöksuppställning

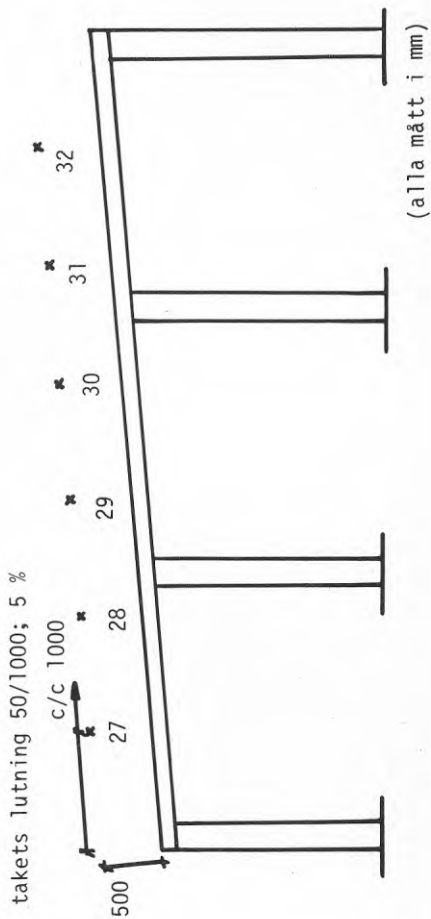
mått i mm

## Termoelementens placering i försök A

## Bilaga 2



Termoelement 1-26  
av typen Ch-A1  
direkt på pappen

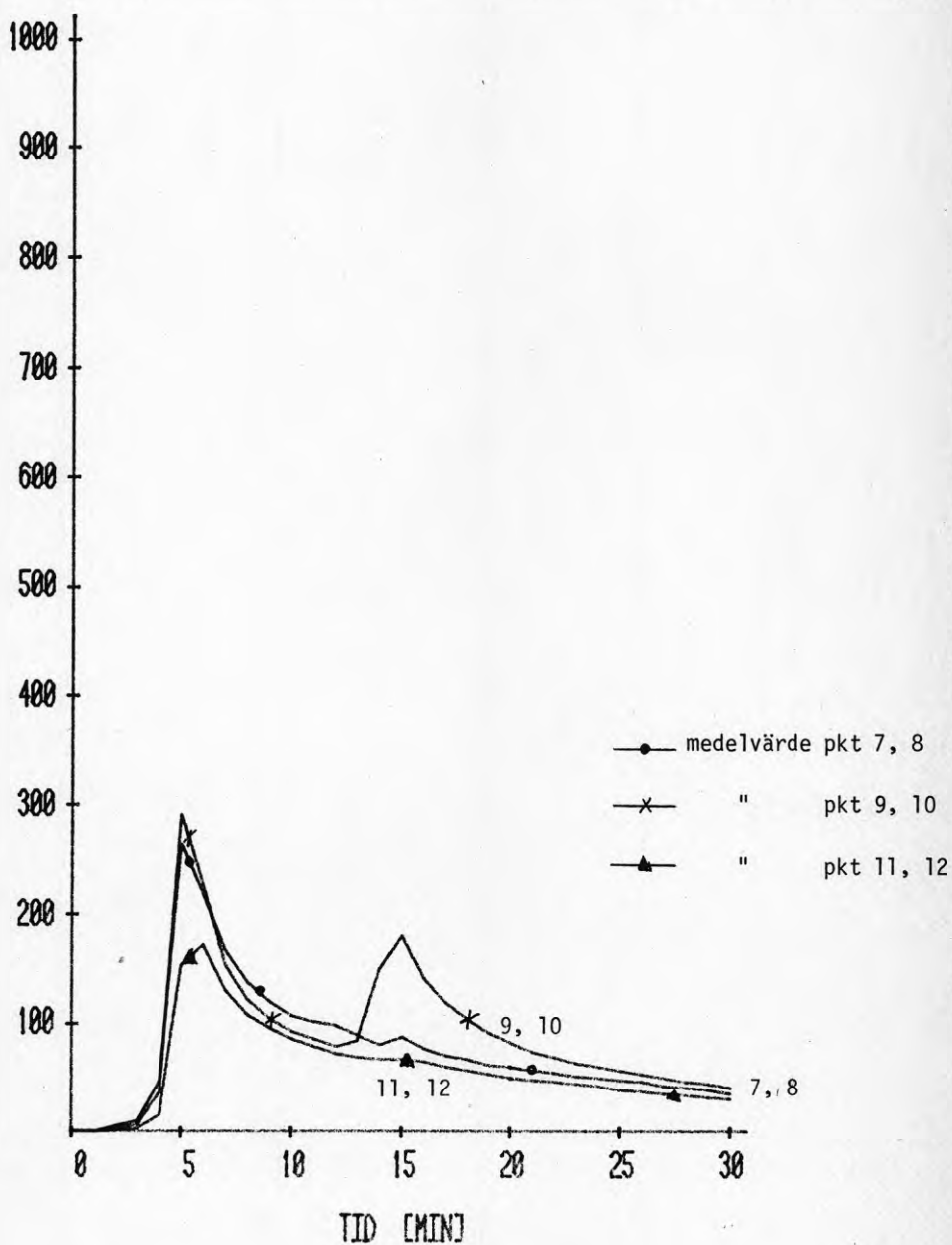


Termoelement 27-32  
av typen Ch-A1  
i luftutrymmet 500  
ovanför takytan

(alla mått i mm)

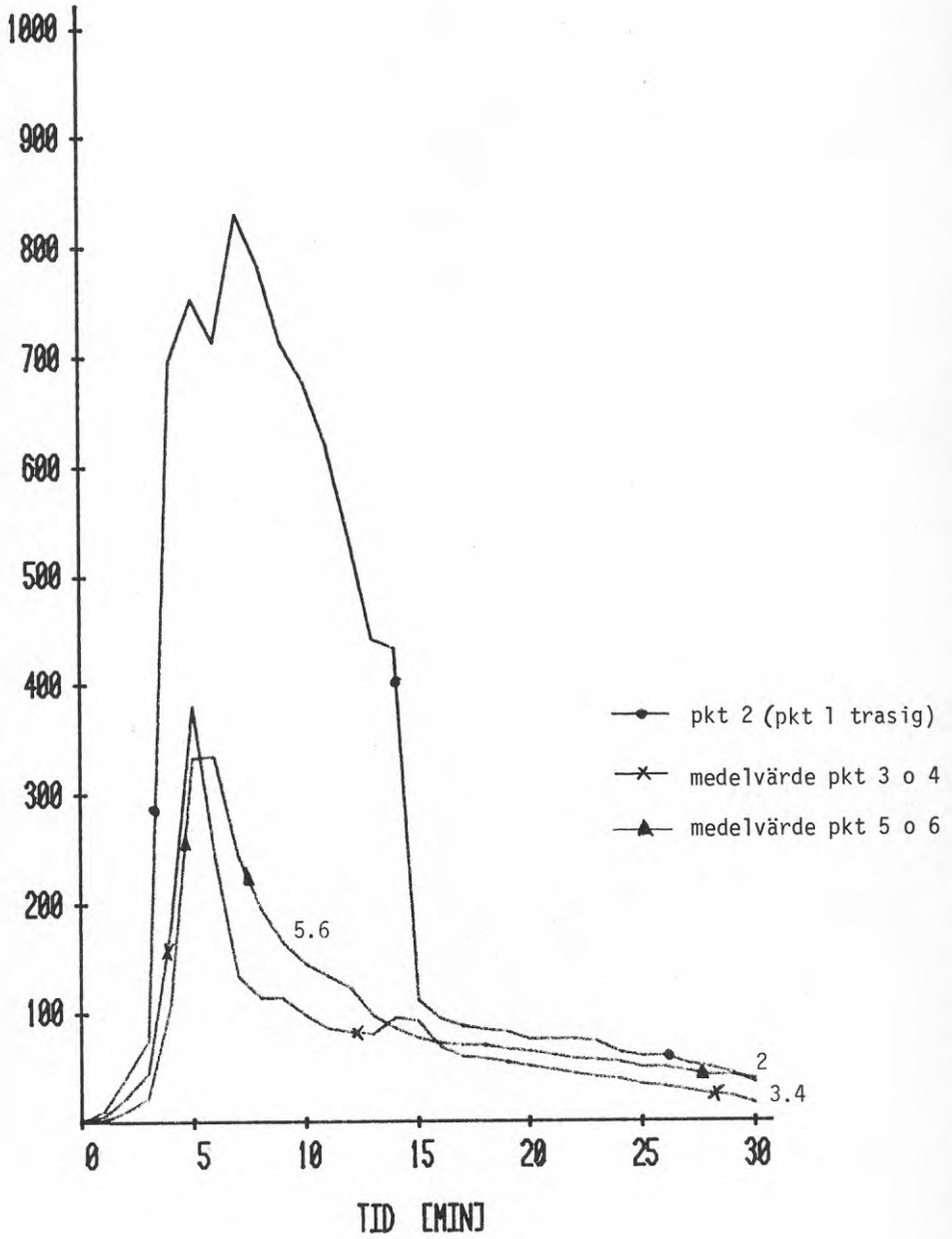


## Bilaga 3

TEMPERATURSTEGRING  
[K]Försök A  
Lättbetong  
Temp.mätta på pappen

TEMPERATURSTEGRING  
[K]

Försök A  
Lättbetong  
Temp.mätta på pappen



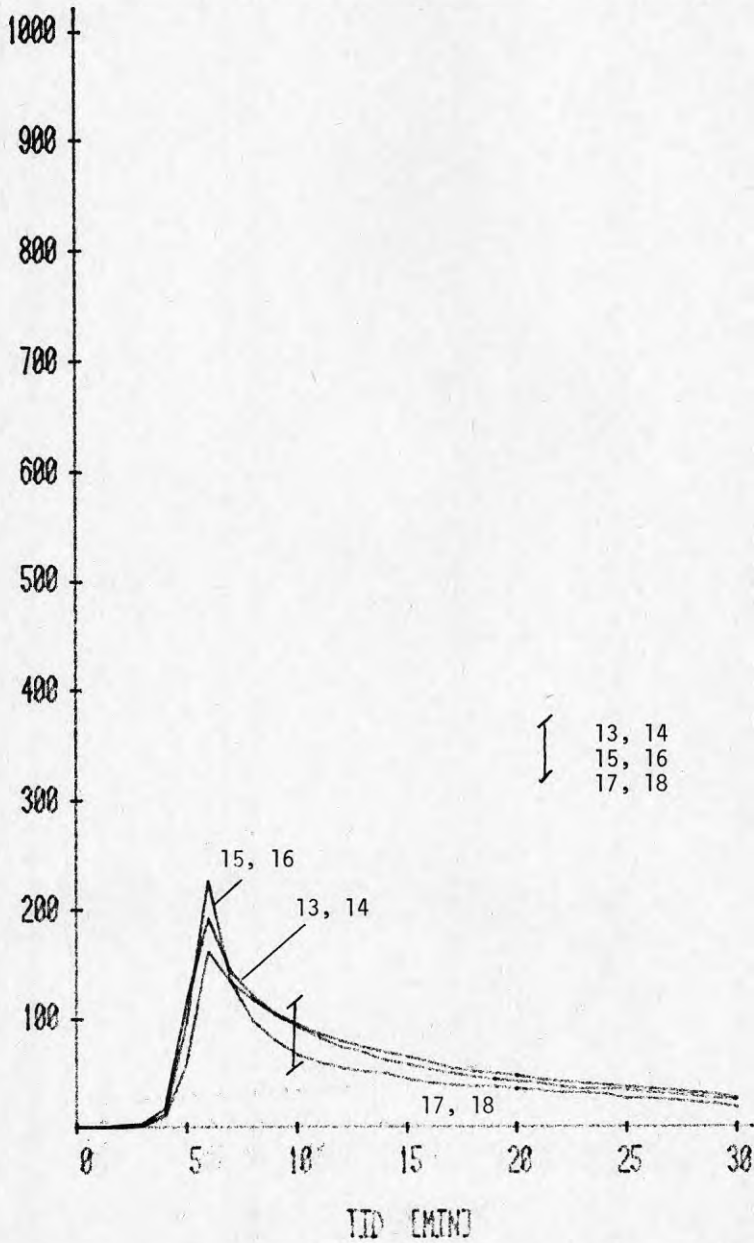
## TEMPERATURSTEGRING

[K]

Försök A

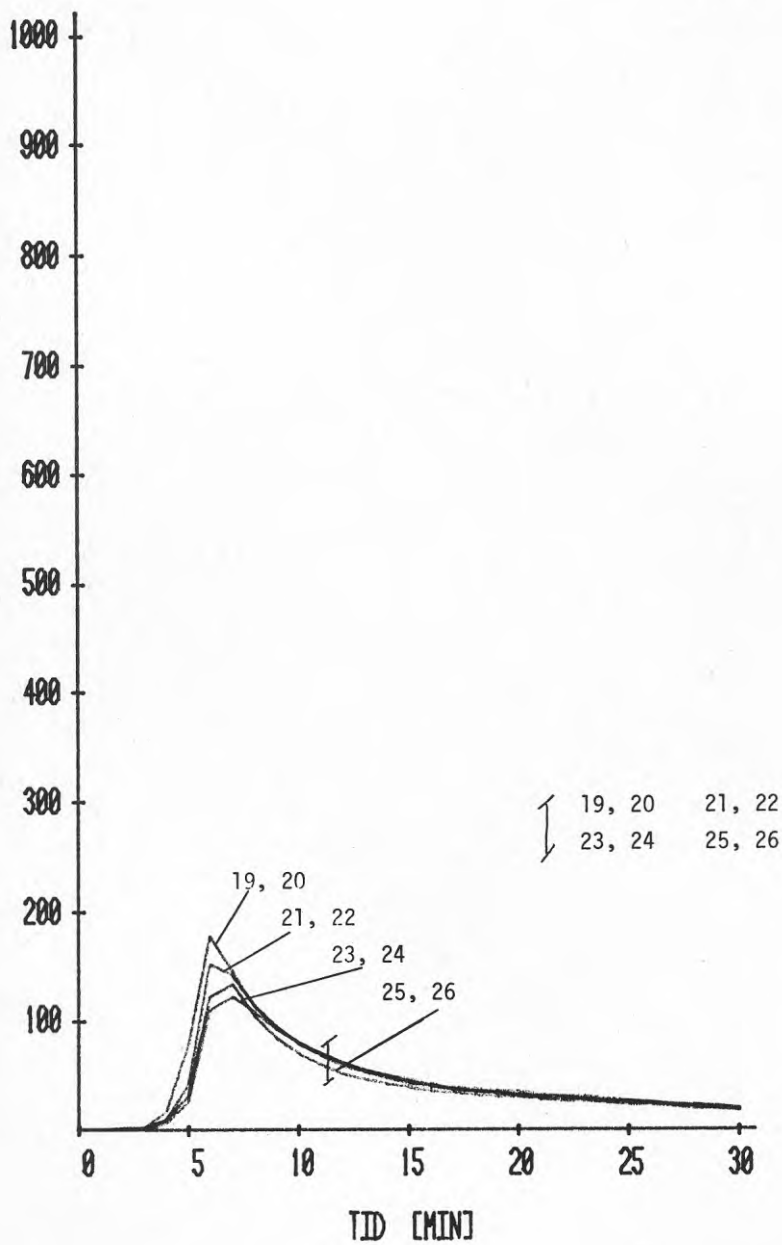
Lättbetong

Temp.mätta på pappen



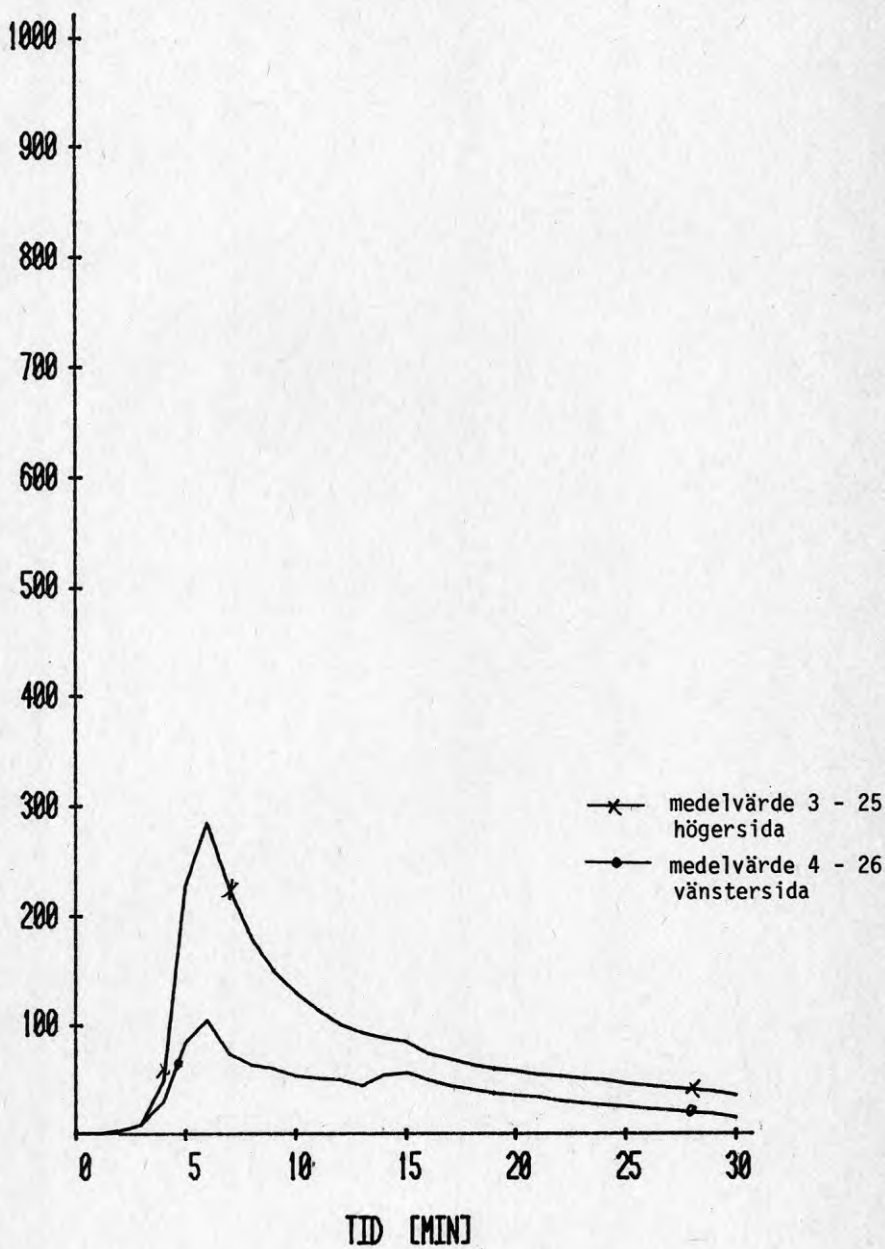
TEMPERATURSTEGRING  
[K]

Försök A  
Lättbetong  
Temp.mätta på pappen



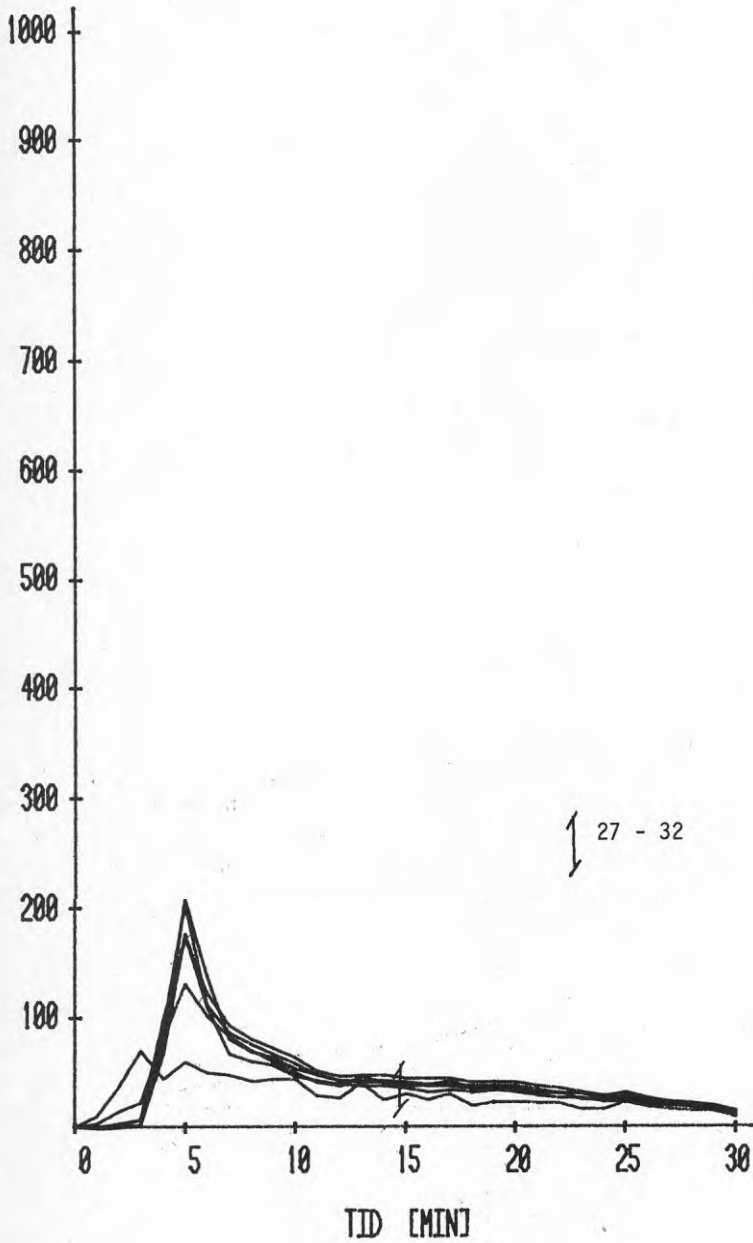
TEMPERATURSTEGRING  
[K]

Försök A  
Lättbetong  
Temp.mätta på pappen



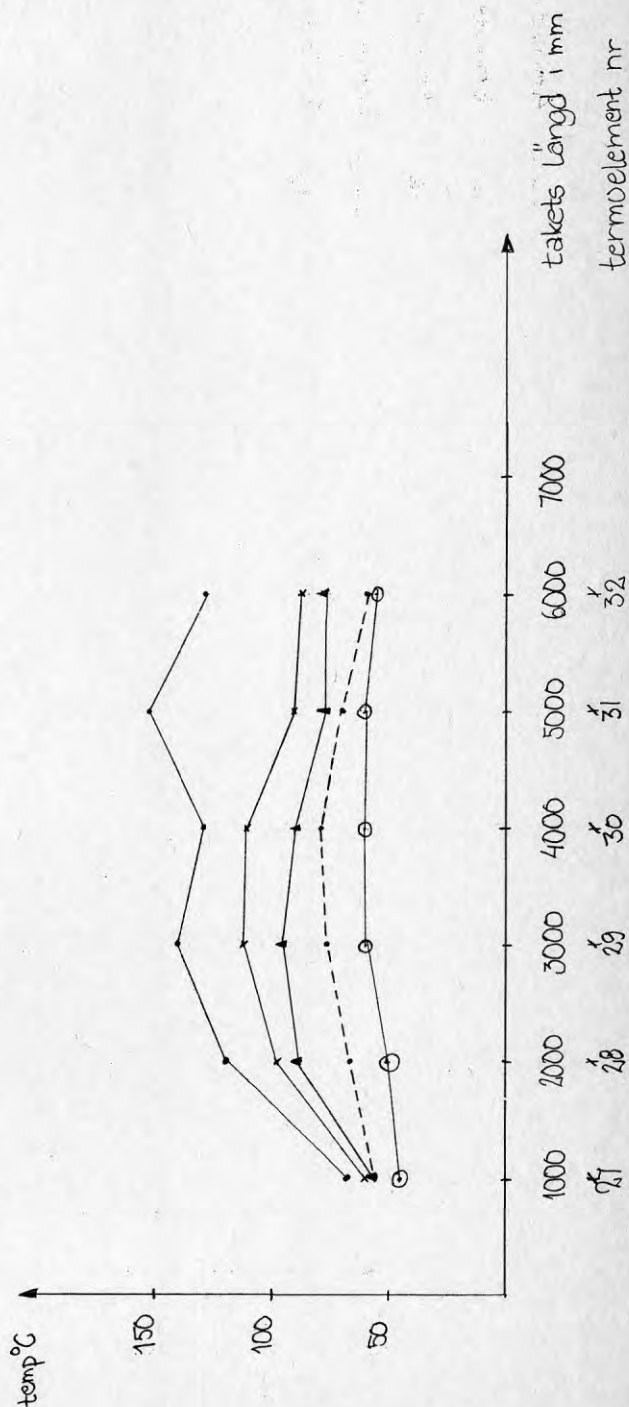
TEMPERATURSTEGRING  
[K]

Försök A  
Lättbetong  
Temp.mätt i luftutrymmet



150 mm lättbetong Temperaturer mätta i Luftutrymmet  
 2-lags papptäckning 500 mm ovanför takytan FörsökA 1978-09-14  
 Barbro Ahlén

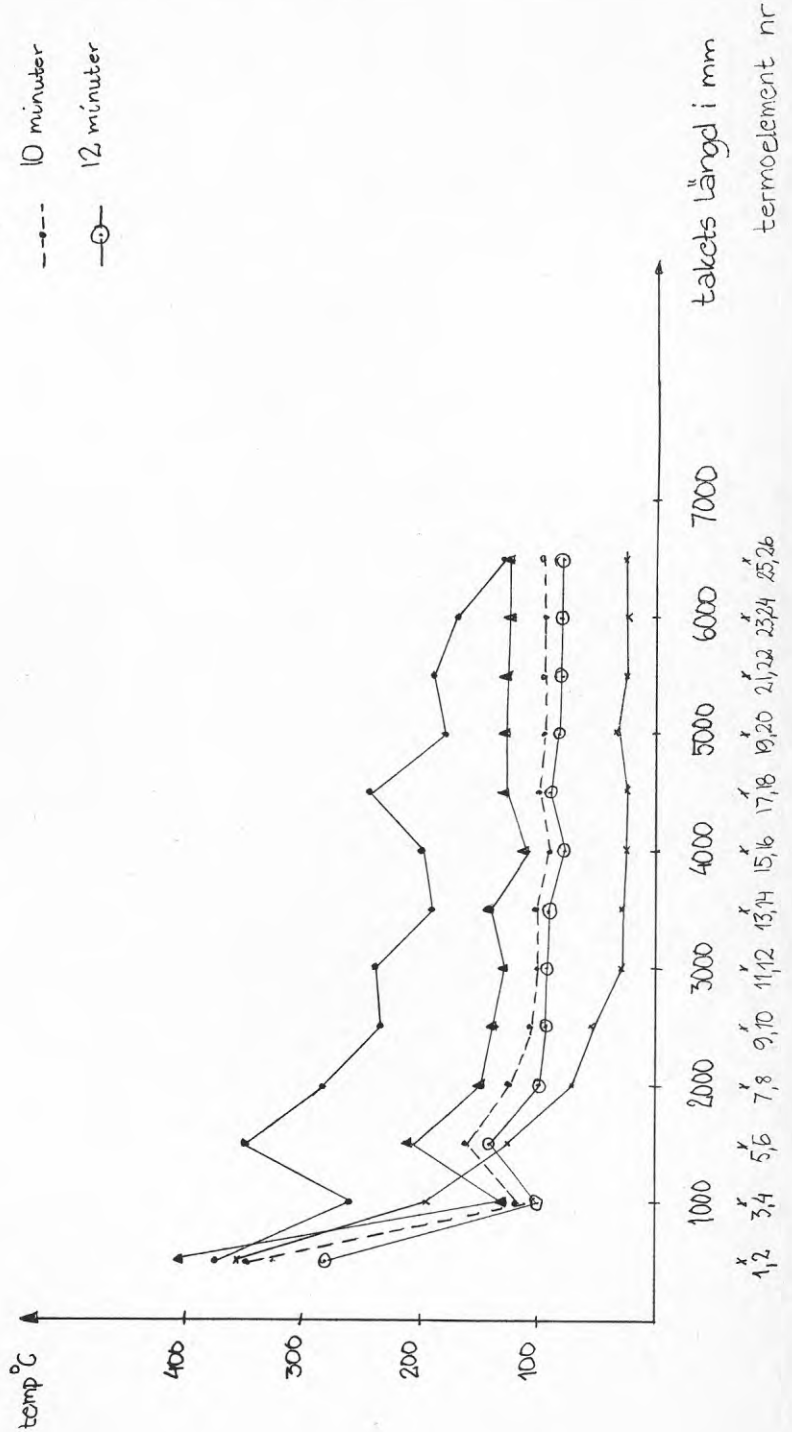
4 minuter  
 6 minuter  
 8 minuter  
 10 minuter  
 12 minuter



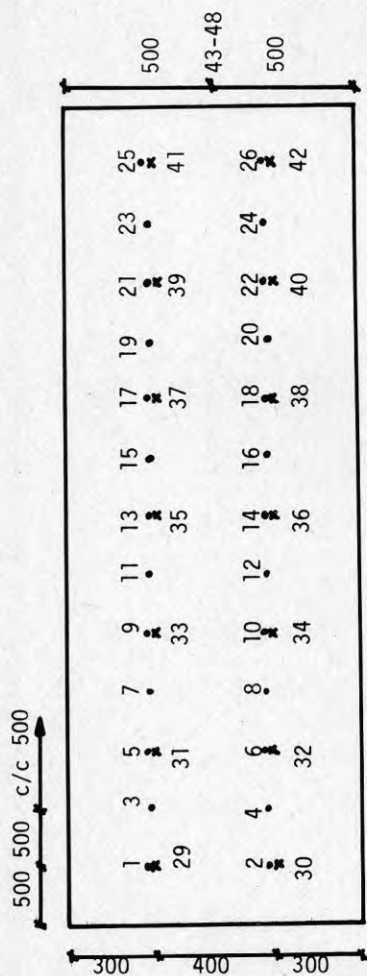
150mm lättbetong. Temperaturer mätta direkt  
 2-lags papptäckning på pappen. Försök A

1978-09-14  
 Barbro Ahlén.

- 4 minuter
- 6 minuter
- 8 minuter
- 10 minuter
- 12 minuter

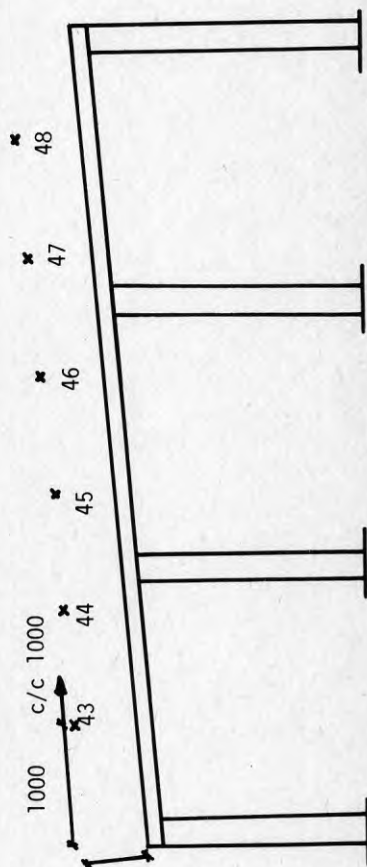






Eldkälla

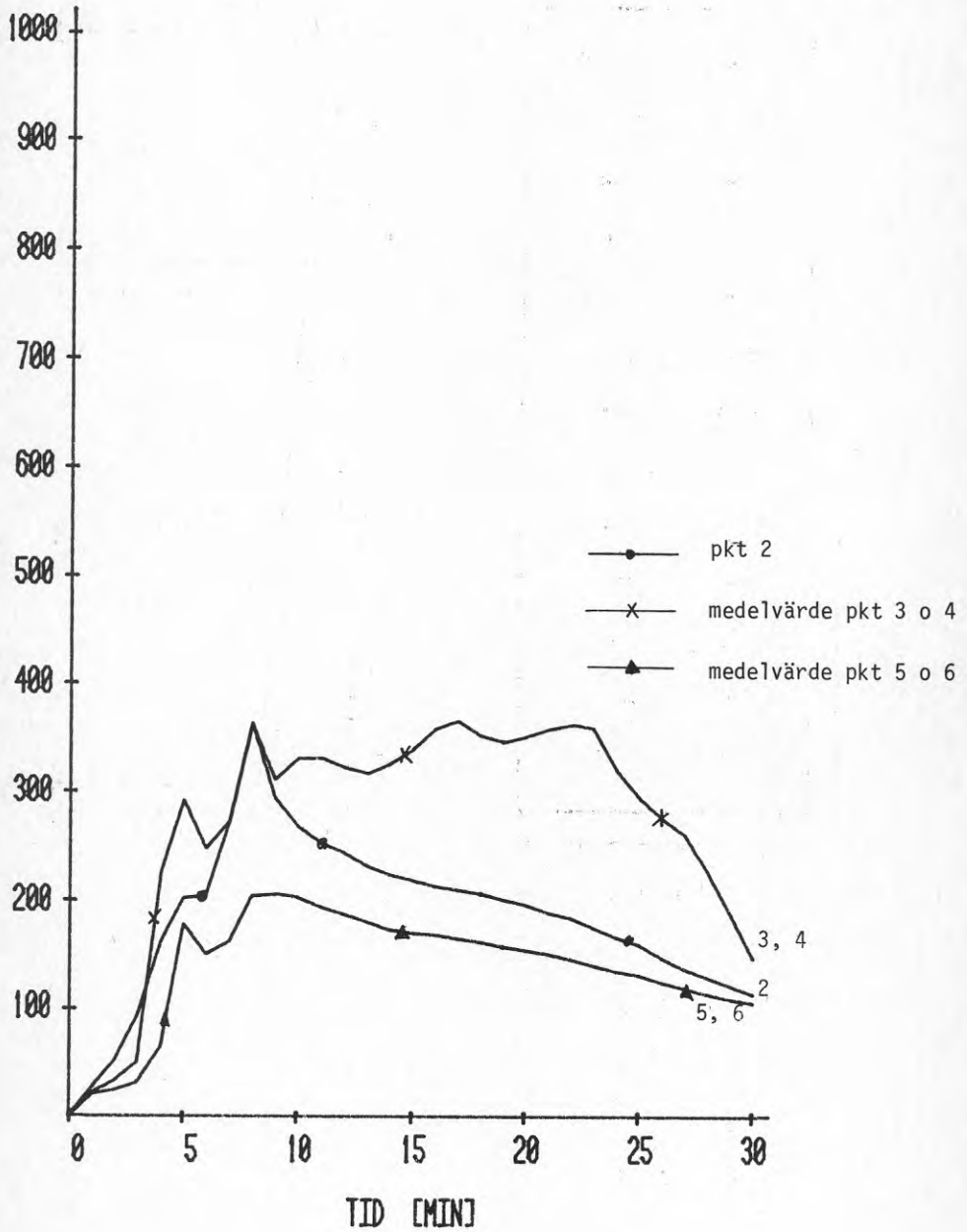
Termoelement av typen  
Ch-A1  
1-26 direkt på pappen  
29-42 i isoleringen



Termoelement 43-48  
av typen Ch-A1 i  
luftutrymmet 500  
ovanför takytan

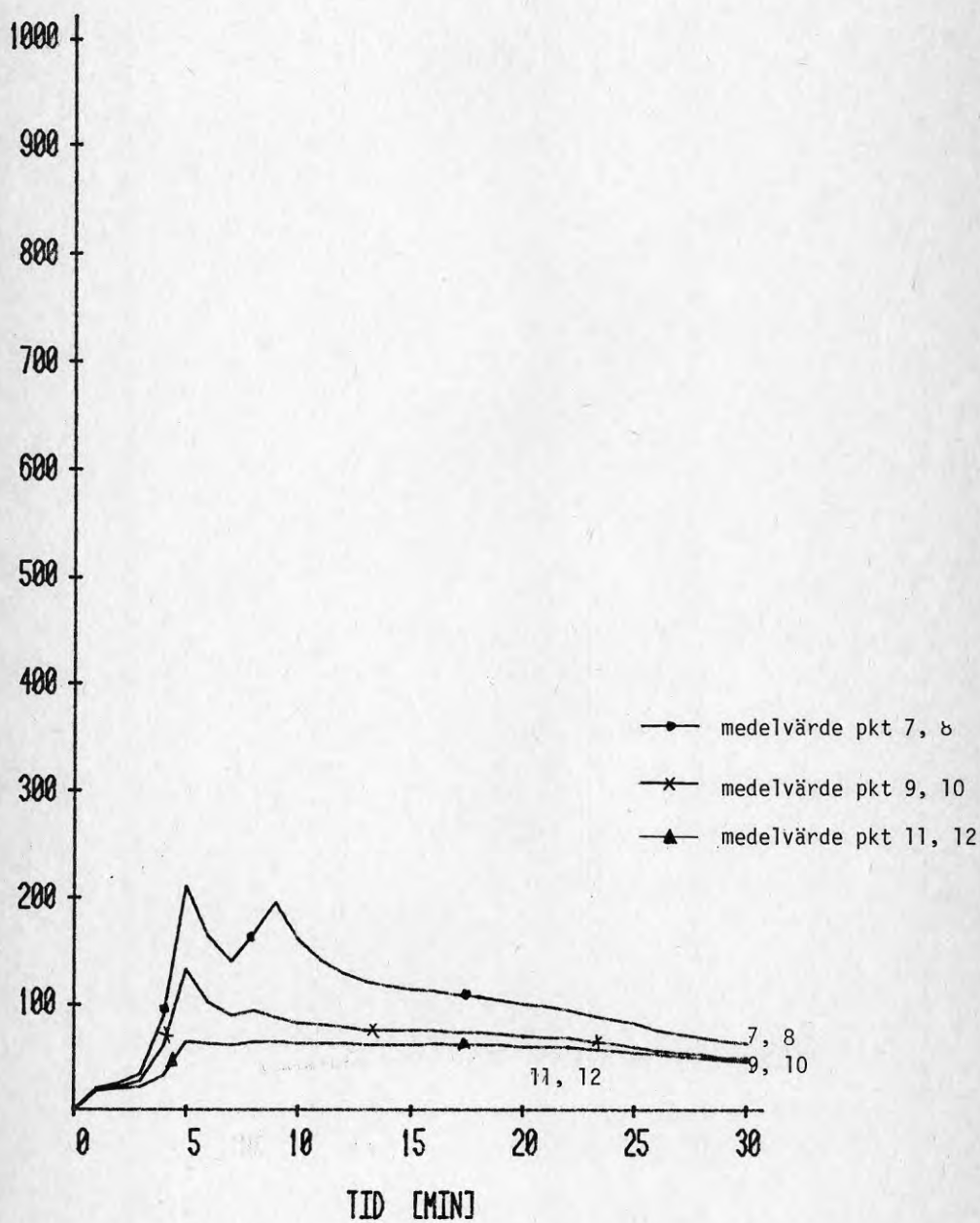
(alla mått i mm)

## Bilaga 5

TEMPERATURSTEGRING  
[K]Försök B  
Mineralull  
Temp. mäta på pappen

# TEMPERATURSTEGRING [K]

Försök B  
Mineralull  
Temp.mätta på pappen



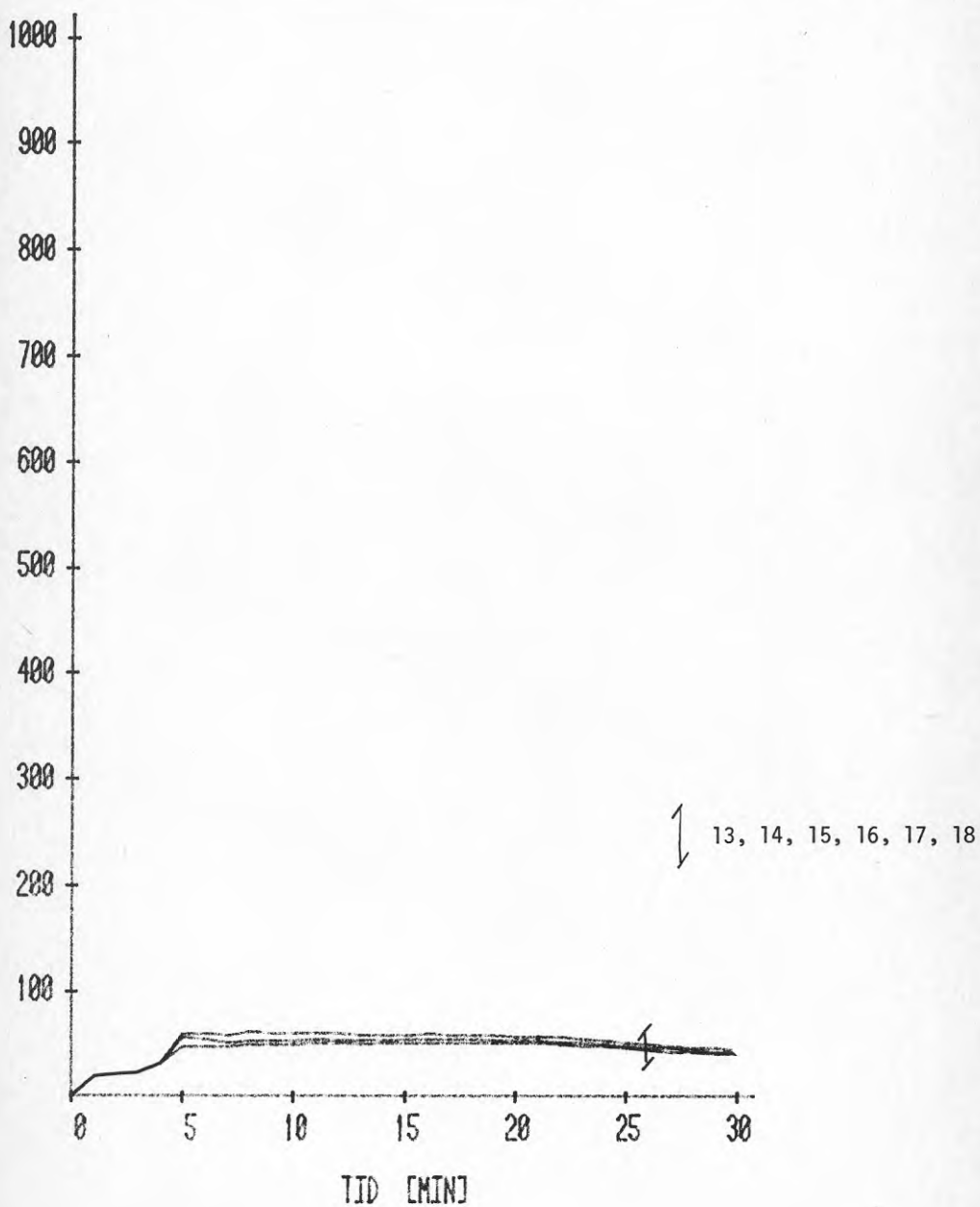
## TEMPERATURSTEGRING

[K]

Försök B

Mineralull

Temp.mätt på pappen



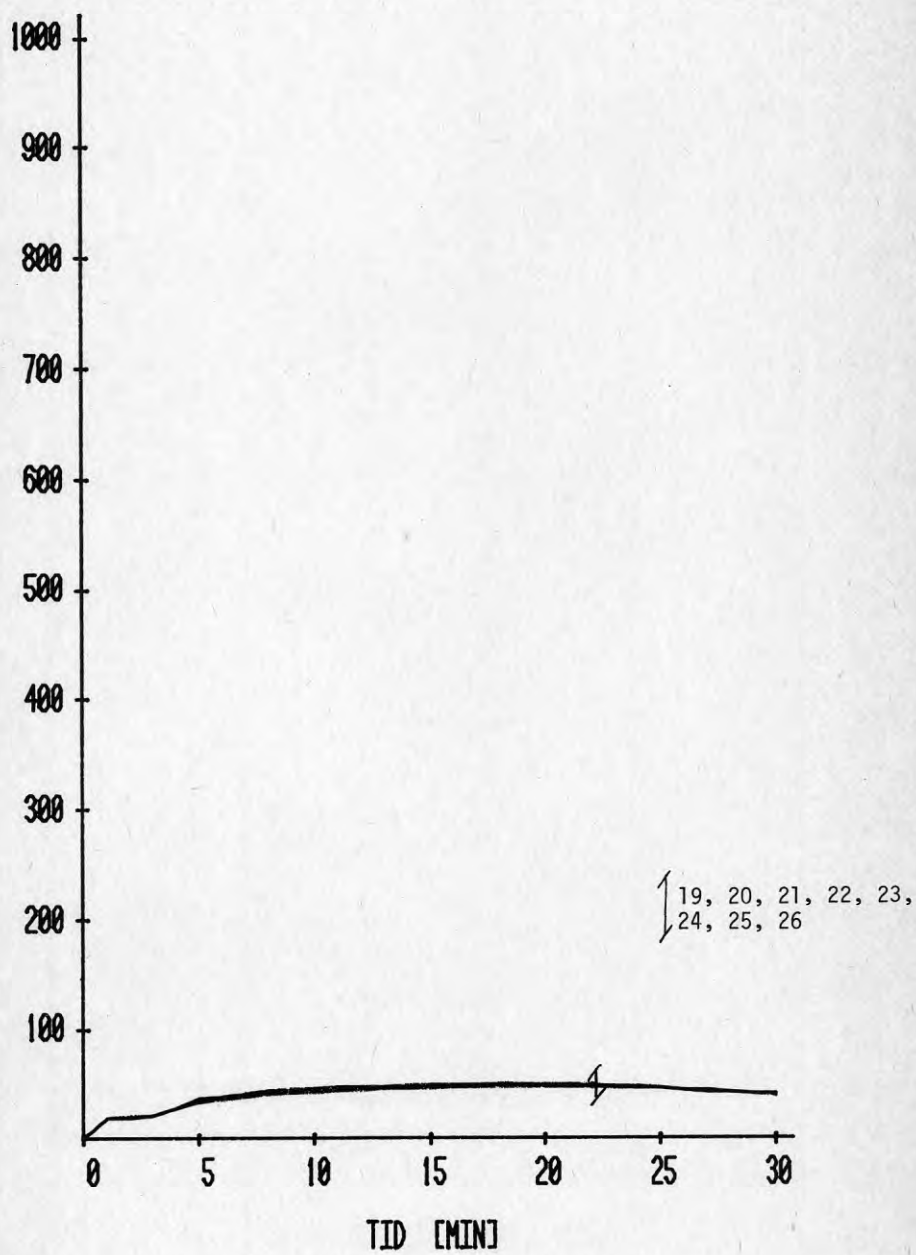
## TEMPERATURSTEGRING

[K]

Försök B

Mineralull

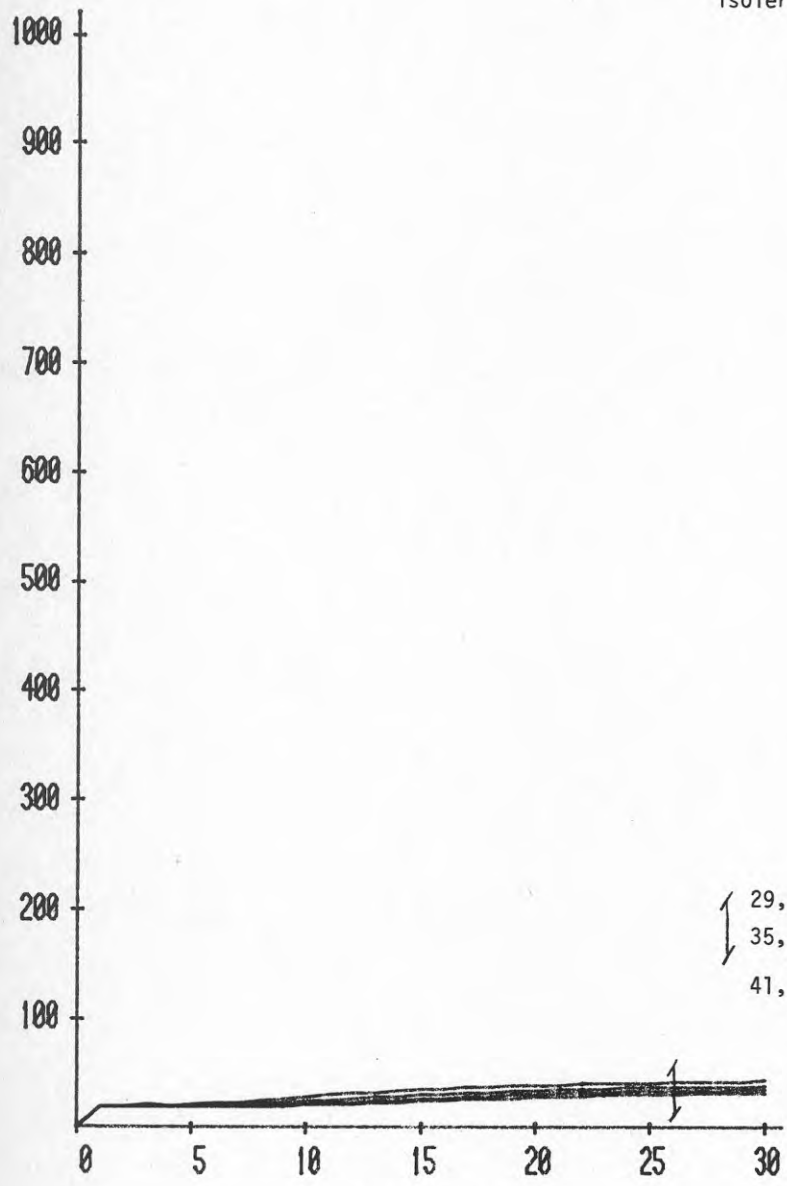
Temp.mätta på pappen



# TEMPERATURSTEGRING

[K]

Försök B  
Mineralull  
Temp,mätta mitt i  
isoleringen

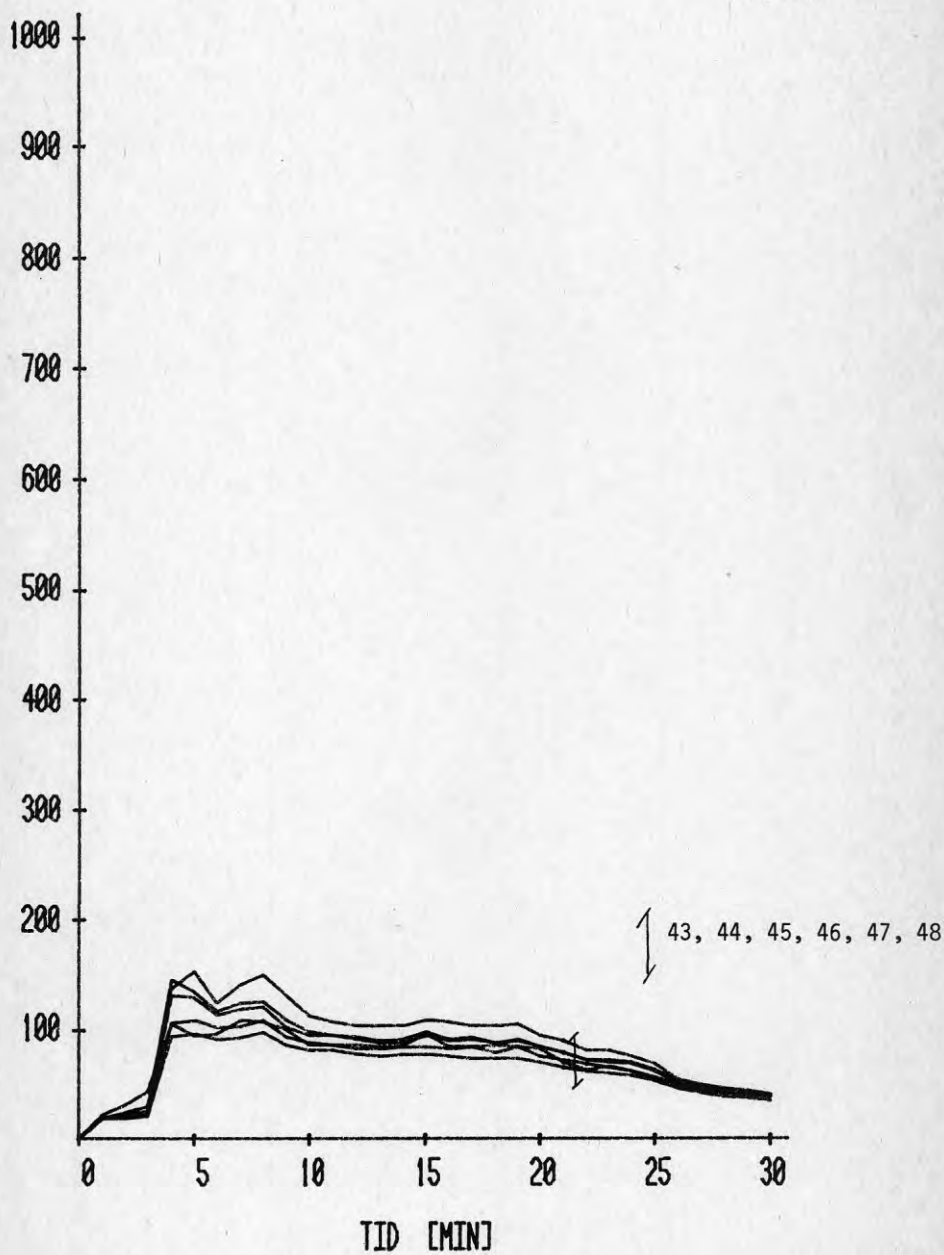


29, 30, 31, 32, 33, 34,  
35, 36, 37, 38, 39, 40,  
41, 42

TID [MIN]

TEMPERATURSTEGRING  
[K]

Försök B  
Mineralull  
Temp.mätta i luft-  
utrymmet



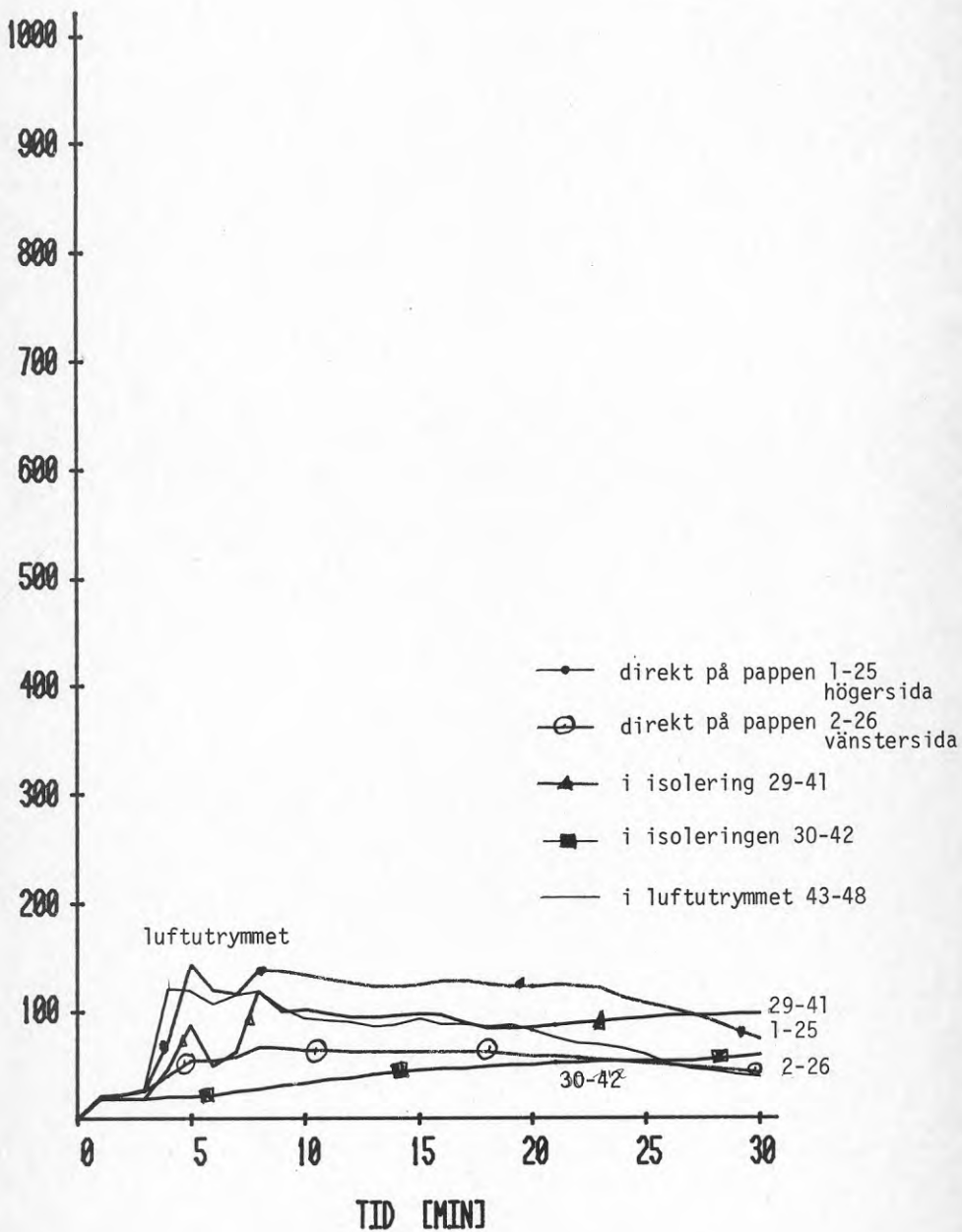
## TEMPERATURSTEGRING

[K]

Försök B

Mineralull

Sammanställning



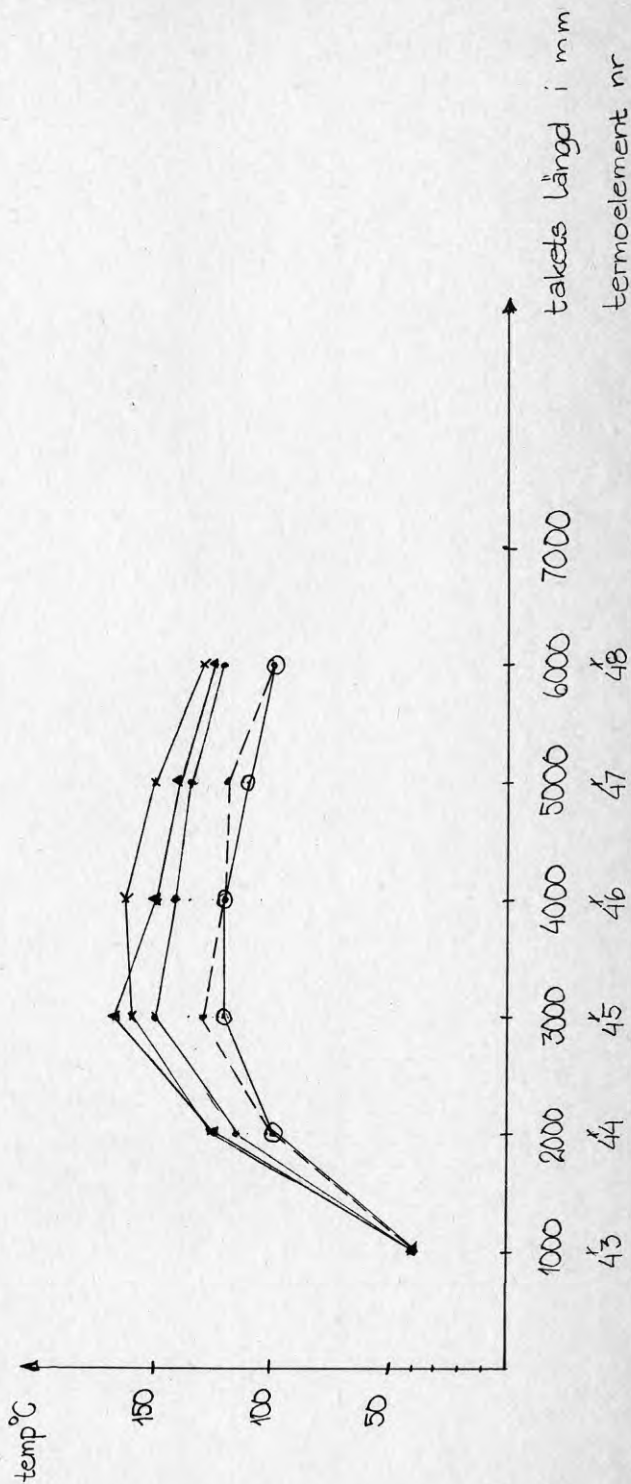


Trapezkorrigerad stålplåt

50 mm mineralull    Temperaturer mätta i luftutrymmet  
3-lags papptäckning 500 mm ovanför takytan    Försök B

1978-12-11  
Barbro Ahlén

- 4 minuter    — x —
- 6 minuter    — • —
- 8 minuter    — ▲ —
- 10 minuter  - - • - -
- 12 minuter  — ⊙ —



Träpetskottugerad ståplåt

50mm mineralull

3-lags papptäckning

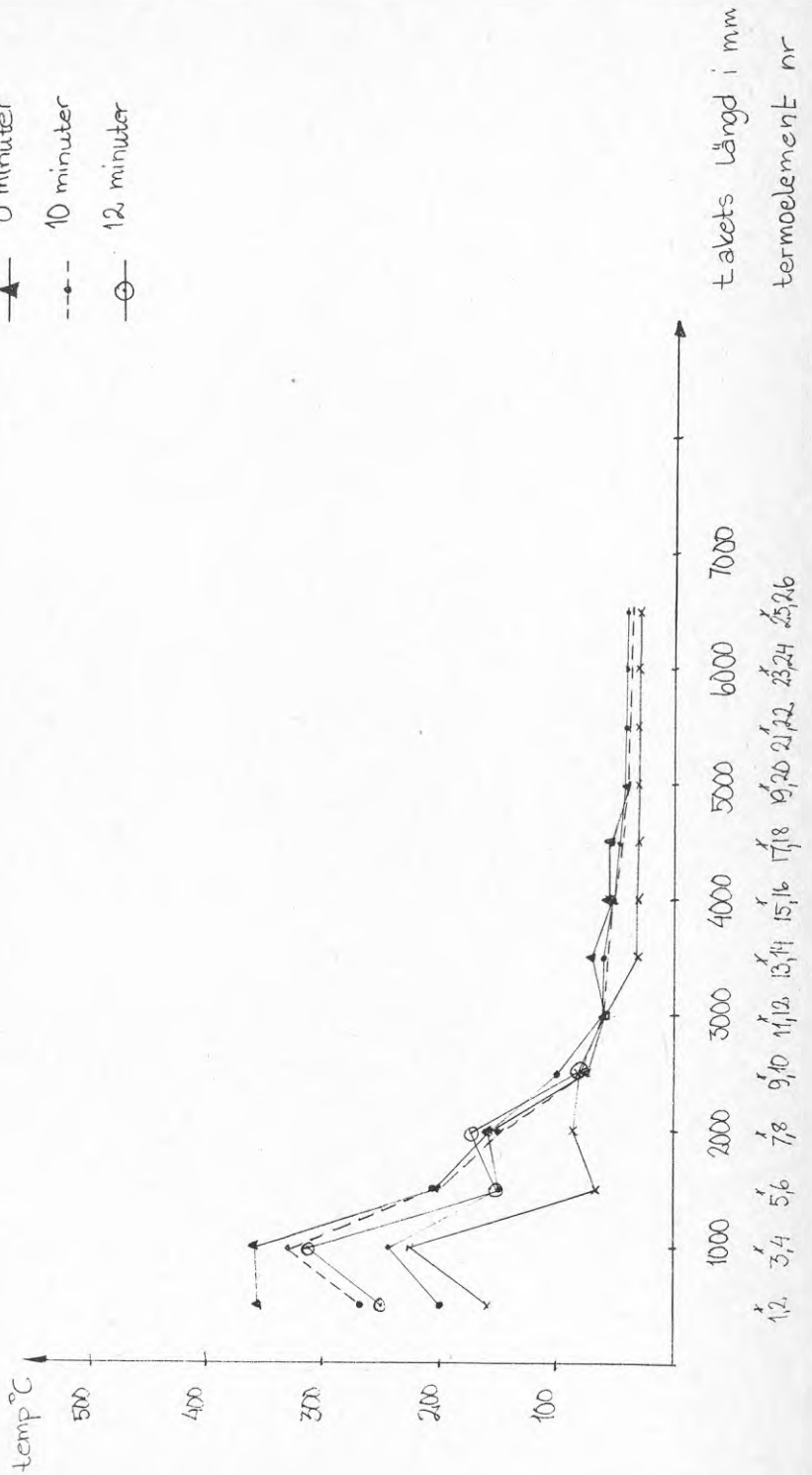
Temperaturer mätta direkt

på pappen. Försök B

1978-12-09

Barbro Ahlén

- 4 minuter
- 6 minuter
- 8 minuter
- 10 minuter
- 12 minuter



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
780917-9 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm.**

**R63: 1980**

**ISBN 91-540-3260-1**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700163**

**Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirkapris: 30 kr exkl moms**