



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

R47:1977

**Brandtekniska egenskaper
hos lätta takkonstruktioner**

Barbro Ahlén

Kai Ödeen

Byggforskningen

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R47:1977

BRANDTEKNISKA EGENSKAPER HOS LÄTTA
TAKKONSTRUKTIONER

Rapport från brandförsök utförda vid
Statens Provningsanstalt, Laboratoriet
för brandteknik, våren 1976

Barbro Ahlén
Kai Udeen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740240-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Brandförsvars-
föreningen, Stockholm.

Nyckelord:
invändig brand
yttertak
lätta konstruktioner
laboratorieförsök
plåt
cellplast
asfalt
egenskaper

UDK 614.84
69.024

R47:1977

ISBN 91-540-2722-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

FÖRORD

I denna rapport redovisas en serie experimentella undersökningar av den brandtekniska funktionen hos en del s k lätta takkonstruktioner. Undersökningarna har utförts i samverkan mellan Svenska Brandförsvarsföreningens tekniska avdelning och laboratoriet för brandteknik vid statens provningsanstalt (SP) i Borås och huvudsakligen utgjorts av realistiska försök i halvstor skala utförda vid detta laboratorium.

Undersökningarna har finansierats genom ekonomiskt stöd från statens råd för byggnadsforskning (BFR), brandförsäkringsbolagens forskningsnämnd (BFN) samt statens provningsanstalt.

Ett flertal personer har på olika sätt varit engagerade i undersökningen. Sålunda har byggnadsklasskommittén inom Försäkringsbranschens Service AB (FSAB) fungerat som referensgrupp och fortlöpande lämnat synpunkter till ledning för arbetet.

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

Från provningsanstaltens sida har l. avdelningsingenjör Ake Nordström medverkat i projektet och bl a samordnat SP:s insatser i olika avseenden. Han har även fortlöpande lämnat synpunkter och förslag till ledning för försökens utförande samt medverkat vid rapportens slutliga utformning.

Stockholm i oktober 1976

Kai Ödeen

projektledare

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

0.	INLEDNING	8
1.	UNDERSÖKNINGENS MÅLSÄTTNING	9
2.	BRANDTEKNISKA KRAV OCH KLASSINDELNINGAR	11
	a) enligt Svensk Byggnorm (SBN)	11
	b) enligt Försäkringsbranschens Service AB (FSAB)	14
3.	INVENTERING AV HITTILLS UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH RAPPORTER	16
3.1	Allmänt	16
3.2	Utförda svenska och norska försök	17
3.3	Skaderapporter	19
3.4	Materialprovning	20
4.	RESULTAT OCH JÄMFÖRELSE AV UTFÖRDA UNDERSÖK- NINGAR	21
4.1	Försöksserie utförd 1963	21
4.2	Försöksserie utförd 1964	28
4.3	Försöksserie utförd 1964-1965	35
4.4	Försöksserie utförd 1966	40
5.	EGNA UNDERSÖKNINGAR	42
5.1	Allmänt, brandpåverkan, temperaturförlopp	42
5.2	Försöksuppläggning	44
5.21	Eldkälla	44
5.22	Beskrivning av försöksbyggnaden	44
5.23	Beskrivning av provtaken	49
5.231	Asfaltmängd	61
5.24	Placering av termoelement	66
5.3	Försöksutförande	70
5.4	Mätningar och iakttagelser under försöken	71
5.41	Försök nr 1, Gullfiber taksikva 3094 utan papptäckning	71
5.42	Försök nr 2, Gullfiber taksikva 3094 med papptäckning	81

5.43	Försök nr 3, Rockwool takskira 341 med papptäckning	92
5.44	Försök nr 4, T-platta, cellplasten nedåt med papptäckning	102
5.45	Försök nr 5, T-platta, cellplasten uppåt med papptäckning	119
5.46	Försök nr 6, Gullfiber Styrolit med papptäckning	135
5.47	Försök nr 7, Gullfiber takskira 3094 med papptäckning	145
5.48	Försök nr 8, Frigoscandia sandwichelement stålplåt, Al-plåt	157
5.5	Diskussion av försöksresultaten	173
5.51	Brandspridning inne i konstruktionen	173
5.52	Droppbildning	174
5.53	Skadeomfattning	174
6.	SAMMANFATTNING	176
	LITTERATURLISTA	178

I anslutning till kapitlen återfinns respektive bilagor.

Diagram 5.21	Eldkällans viktfordelning, medelvärde och spridning
Bilaga 5.22 a, b	Försöksbyggnadens detaljmått.
Bilaga 5.22 c	Placering och dimension av ventilationsöppningar.
Bilaga 5.23	Kantplåtarnas infästning
Tabell 5.23	Materialdata och egenskaper
Tabell 5.231	Asfaltmängd
Bilaga 5.24 a, b	Termoelementens placering
Bilaga 5.24 c	Detalj över termoelementens infästning i isoleringen respektive pappen
Bilaga 5.41 a	Resultat från vindhastighetsmätning vid ventilationsöppning
Bilaga 5.41 b	Brandrummet temperatur/längd
Bilaga 5.41 c	Isoleringen temperatur/längd
Bilaga 5.41 d 1-4	Brandrummet o. isoleringen temperatur/tid
Bilaga 5.42 a	Brandrummet temperatur/längd
Bilaga 5.42 b	Isoleringen temperatur/längd
Bilaga 5.42 c 1-4	Brandrummet o. isoleringen temperatur/tid
Bilaga 5.43 a	Brandrummet temperatur/längd
Bilaga 5.43 b	Isoleringen temperatur/längd
Bilaga 5.43 c 1-4	Brandrummet o. isoleringen temperatur/tid
Figur 5.44	Nedsjunkning från kantplåten (cellplasten nedåt)
Bilaga 5.44 a	Brandrummet temperatur/längd
Bilaga 5.44 b	Isoleringen temperatur/längd
Bilaga 5.44 c	Ovan kant tak temperatur/tid
Bilaga 5.44 d 1-4	Brandrummet o. isoleringen temperatur/tid
Figur 5.45	Nedsjunkning från kantplåten (cellplasten uppåt)
Bilaga 5.45 a	Brandrummet temperatur/längd
Bilaga 5.45 b	Isoleringen temperatur/längd
Bilaga 5.45 c	Ovan kant tak temperatur/tid
Bilaga 5.45 d 1-4	Brandrummet o. isoleringen temperatur/tid

- Bilaga 5.46 a Brandrummet temperatur/längd
- Bilaga 5.46 b Isoleringen temperatur/längd
- Bilaga 5.46 c Ovan kanttak temperatur/tid
- Bilaga 5.46 d 1-4 Brandrummet o isoleringen temperatur/tid
- Bilaga 5.47 a Brandrummet temperatur/längd
- Bilaga 5.47 b Isoleringen temperatur/längd
- Bilaga 5.47 c 1-4 Brandrummet o isoleringen temperatur/tid
- Bilaga 5.48 a Brandrummet temperatur/längd
- Bilaga 5.48 b Isoleringen temperatur/längd
- Bilaga 5.48 c Ovan kant tak temperatur/tid
- Bilaga 5.48 d 1-4 Brandrummet o isoleringen temperatur/tid

0. INLEDNING

Svenska Brandförsvarsföreningen bedriver sedan ett antal år tillbaka, i samarbete med bl a laboratoriet för brandteknik vid statens provningsanstalt, undersökningar med målsättning att belvsa de brandtekniska egenskaperna hos lätta takkonstruktioner varvid uppmärksamheten i första hand riktats mot de typer som byggs upp med en bärande del av trapetskorrugerad plåt, isolering samt tätskikt av konventionell papptäckning. Målsättningen med undersökningarna är därvid i första hand att ge underlag för en nyanserad bedömning av dessa konstruktioner från brandteknisk synpunkt samt att utveckla en provningsmetod som på ett bättre sätt än vad som för närvarande är möjligt belyser de brandtekniska egenskaperna i olika avseenden.

I denna rapport redovisas en serie försök utförda vid statens provningsanstalts laboratorium för brandteknik i Borås. Statens råd för byggnadsforskning, Brandförsäkringsbolagens forskningsnämnd samt statens provningsanstalt har genom anslag och på andra sätt ekonomiskt stött arbetet.

Rapporten är avsedd att ligga till grund för brandteknisk bedömning av olika lätta takkonstruktioner i första hand från försäkringsteknisk synpunkt men även med avseende på föreskrifter och anvisningar i Svensk Byggnorm 1975.

I rapporten redovisas brandprov med sammanlagt 8 st olika takutformningar. Ursprungligen planerades endast sju stycken men under försökens gång inkom till provningsanstalten beställning på ytterligare ett prov med en av Frigoscandia Contracting AB, Helsingborg, utarbetad takkonstruktion.

Detta prov utfördes i omedelbar anslutning till den ursprungligen planerade försöksserien och bekostades helt av beställaren. Då emellertid resultaten och iakttagelserna vid detta försök kan bedömas vara av värde vid bedömning av den helhetsbild som undersökningen ger har det ansetts motiverat att - med tillstånd av Frigoscandia Contracting AB - redovisa även detta försök i rapporten.

1. UNDERSÖKNINGENS MALSÄTTNING

I en tidigare rapport från här redovisad undersökning ("Brandtekniska egenskaper hos lätta takkonstruktioner - delrapport" av Kai Ödeen) har bl a skadebakgrunden redovisats. I delrapporten diskuteras vidare brandförloppet i stora industrihallar av den typ som vanligen är aktuella i kombination med lätta takkonstruktioner. Det konstateras att kunskapsunderlaget är relativt gott vad gäller förloppet av mycket stora (fullt utvecklade) bränder samt i någon mån även för mycket små bränder. Den stora gruppen "måttliga men ej fullt utvecklade" bränder representerar dessvärre i väsentlig utsträckning hittills obearbetade funktionsområden. Detta förhållande är särskilt besvärande genom att denna grupp av bränder enligt rimlig bedömning svarar för en betydande kostnadsmissig del av brandskador på lätta takkonstruktioner.

Mot den angivna bakgrunden bedömdes att någon form av brandförsök i "halvstor" skala vore en väg att inom rimlig tid få användbara resultat. Olika överväganden - inte minst av praktisk/försöksteknisk art - ledde småningom fram till den utformning av försöksanläggningen som framgår av det följande. Målsättningen är i korthet att studera den brandtekniska funktionen hos aktuella takkonstruktioner vid en måttlig brand och över takets yta varierande brandpåverkan med en måttlig maximaltemperatur som i de flesta fall varit av storleksordningen 700-800 °C. Vid försöken har så noggrant som möjligt registrerats och observerats alla faktorer som kunnat antas vara av betydelse för bedömning av takkonstruktioner t ex

temperaturer
rökutveckling
droppbildning
deformationer
antändning av takmaterialen.

Efter varje försök har taken demonterats och skadeomfattningen noggrant kartlagts och dokumenterats.

Avsikten är att föreliggande resultat skall ligga till grund för diskussion och bearbetning inom olika bestämmelse- eller normgivande instanser, bl a Försäkringsbolagens Service AB, som genom sina "Regler för byggnadsklassificering" har väsentligt inflytande på försäkringskostnaderna och därmed på totalekonomin för olika takkonstruktioner. Därefter avses den använda metoden - eventuellt i modifierad form - bli använd för regelmässig provning varvid de här redovisade resultaten bör kunna tjäna som riktvärden för en brandteknisk granskning av olika takkonstruktioner.

2. BRANDTEKNISKA KRAV OCH KLASSINDELNINGAR

a) enligt Svensk Byggnorm (SBN)

Byggnadslagstiftningen består av byggnadslag och byggnadsstadga där regler om bebyggelseplanering och övergripande bestämmelser om byggnaders utförande finns redovisade.

Tillämpningsbestämmelser återfinns i Svensk byggnorm varav den senaste har utgivits 1975 och den föregående 1967.

Krav på brandtekniskt utförande av tak framgår i första hand av kapitel 37 (brandskydd) och kapitel 77 (industribyggnader). I det förra återfinns de generella kraven för en byggnad och i det senare sådant som endast är av intresse vid industribyggnader inklusive vissa undantag från kap. 37.

Brandskyddsbestämmelserna är indelade efter fyra huvudfunktionskrav

- a) förebygga uppkomst av brand,
- b) möjliggöra trygg utrymning vid brand,
- c) minska risk för spridning av brand,
- d) underlätta släckning av brand.

Av dessa är det främst de tre senare som är av intresse i detta sammanhang.

Beroende på byggnadstyp och funktion varierar de brandtekniska kraven. Den indelning som återfinns i SBN 1975 37:115 är brandsäker, brandhärdig och "övrig" byggnad. Härav framgår att byggnad med tre eller flera våningar alltid skall utföras som brandsäker. Dessutom skall också vissa tvåvåningsbyggnader utföras på det sättet, bl a samlingslokaler för fler än 150 personer och vårdanstalt med mer än 50 platser. Till samlingslokaler räknas från och med den nya byggnormen även varuhus.

Om en byggnad har två våningar och har större osektionerad planyta än 200 m² skall den utföras som brandhärdig.

Andra byggnader räknas i allmänhet som "övriga".

I SBN 1975, 37:31 sägs att material i innertak inte får ha sådana egenskaper att de vid en liten brandpåverkan kan förändras så att risk för personskador kan uppstå. Det innebär att lätta tak med det vanligaste infästningssättet, asfaltklistring, med åtföljande risk för snabb asfaltdroppning vid brand inte generellt är tillåtna som det synliga undertaket. Risk för asfaltdroppning kan dock undvikas genom att ha ett tätt undertak av annan konstruktion. Detta krav gäller oavsett byggnadens klass.

För brandsäkra byggnader respektive brandhårdiga byggnader gäller dessutom att invändiga brännbara takytor skall täckas av tändskyddande beklädnad. Dessutom skall ytskiktet vara av klass I respektive klass II. Konstruktioner av här aktuell typ uppfyller i allmänhet ytskiktetskravet men dock inte kravet på tändskyddande beklädnad.

Ovanstående medför att lätta tak, om de också utgör undertak inte allmänt kan tillåtas annat än i industribyggnader och garage där undantag medges oavsett om isoleringen utgörs av brännbart eller obrännbart material. Detta förhållande kan komma att ändras om asfaltlimningen ersätts av mekanisk infästning.

I avsnitt 37:33 behandlas byggnadsdelars brandmotstånd, alltså även yttertaks. Horisontella bärverk dit även takkonstruktioner räknas skall i brandhårdiga byggnader utföras med brandteknisk klass B 30, och i brandsäkra byggnader i allmänhet B 60. I industribyggnader med normal brandbelastning dock B 30 enligt 77:221. I en- och tvåvåningsbyggnader utan vind får dock enligt kap. 37:3326 dessa krav ersättas av obrännbar konstruktion eller tändskyddande beklädnad på brännbara konstruktioner och obrännbart isoleringsmaterial.

I kap. 77 återfinns som tidigare nämnts de speciella krav som gäller för industribyggnader med bl a ett speciellt avsnitt om "lätta tak" 77:23.

Av 77:223 framgår att om en osektionerad golvyta överstiger 1200 m² måste brännbar takkonstruktion skyddas med tändskyddande beklädnad på undersidan.

Ovanstående skulle medföra att "lätta tak" inte skulle tillåtas eftersom de innehåller brännbart material antingen i form av isolering eller asfalt. Eftersom man trots det vill tillåta sådana tak har man medgett undantag enligt kap. 77:23 varvid man dock har infört vissa tilläggskrav som inte annars gäller för att förhindra snabb brandspridning och underlätta släckning.

Yttertak av lätt konstruktion tillåts dock inte, inte ens om ovanstående krav uppfylls, om byggnaden är olämpligt placerad enligt 77:12.

Av första stycket framgår att yttertak får utföras som "lätta tak" där B 30, obrännbarhet eller tändskyddande beklädnad krävs. Om takytan är mindre än 1200 m² finns inga tilläggskrav. Överskrides denna yta utan att takkonstruktionen sektioneras upp med brandavskiljande vägg tillkommer vissa krav för att förhindra snabb brandspridning, underlätta utrymning och brandbekämpning. Takets undersida utförs med ytskikt av klass I och antändning av takytan får inte ske förrän 30 minuter efter brandutbrott under taket.

Det förra kravet uppfylls utan svårighet medan det andra i allmänhet inte uppfylls om isoleringen är brännbar. "Lätta tak" med mineralullsfillning förhindrar dock takets ovasida från antändning i mer än 30 minuter.

I tidigare byggnorm SBN 67 kunde 30-minuterskravet frångås, dvs snabbare genombränning tillåtas, men då krävdes i stället att brandspridningen utmed taket inte fick vara snabb. Inträffade bränder och försök har dock visat att vid ogynnsam vind har mycket snabba brandspridningsförlopp observerats varför detta undantag har tagits bort.

b) enligt Försäkringsbranschens Service AB (FSAB)

Från brandförsäkringssynpunkt indelas byggnaderna i olika byggnadsklasser enligt särskilda regler för byggnadsklassificering, fastställda av Försäkringsbranschens Service Aktiebolag. De revideras kontinuerligt med hänsyn till erfarenheter från inträffade skador och utförda provningar.

Byggnadsklassindelningen grundas på beskaffenheten av byggnadens ytterväggar, stomme, tak och eventuella mellanbottnar. Definitioner på dessa byggnadsdelar återfinns i reglerna.

Principiellt kan klassificeringen sägas bero dels på brännbarheten hos i konstruktionen ingående material, dels på skadekänsligheten.

Sålunda indelas tak i fyra klasser T 1, T 3, T 4 och T 5 (Klass T 2 har slagits ihop med T 1 med hänsyn till hittillsvarande skadeerfarenheter).

Flertalet av de "lätta" plåttaken återfinner man för närvarande i T 3 eller om de innehåller cellplast i T 4.

Karakteristiska exempel på takkonstruktioner i de olika klasserna redovisas nedan i form av utdrag ur "Regler för byggnadsklassificering", avsnitt 23 Förteckning över klassificerade byggnadsdelar - Tak.

- T 1
- 1 Sten eller betong
 - 2 Plåt eller asbestcementskiva, enbart (utan isolering, utan beklädnad eller ytbeläggning)
 - 3 Plåt med flamsäkert ytskikt
 - 4 Plåt, dubbel, med mellanliggande isolering av obrännbart mineralull, utan papper eller takpapp och utan brännbart klister
 - 5 Plåt med underliggande isolering av obrännbar mineralull, utan papper och utan brännbart klister

- 6 Glas, obrännbart t ex vanligt fönsterglas eller betongglas
- T 3
- 1 Plåt med flamsäkert ytskikt och ovanpåliggande isolering av minst 30 mm kork WMB typ F, P eller AP
 - 2 Plåt med underliggande isolering av obrännbart mineralull, med papper och under detta tändskyddande beklädnad eller plåt med flamsäkert ytskikt
 - 3 Plåt med flamsäkert ytskikt och ovanpåliggande isolering av obrännbar mineralull, med papper
 - 4 Plåt med underliggande isolering av träullsplattor som uppfyller kraven för tändskyddande beklädnad
 - 5 Träullsplatta klass B 60
 - 6 Tak vari ingår cellplast, om undersidan utgöres av stålplåt med flamsäkert ytskikt och cellplast på båda sidor är belagd med minst 20 mm kork WMB typ F, P eller AP
- T 4
- 1 Plåt med underliggande isolering av obrännbar mineralull, med papper oskyddat in mot lokalen
 - 2 Stålplåt med flamsäkert ytskikt och ovanpåliggande isolering av cellplast i kombination med minst 30 mm kork
 - 3 Stålplåt med flamsäkert ytskikt och ovanpåliggande isolering av cellplast i kombination med minst 15 mm träullcementplatta
- T 5
- 1 Trä
 - 2 Plast
 - 3 Plåt på träpanel
 - 4 Tegel på träpanel
 - 5 Plåt med ovanpåliggande isolering av cellplast i kombination med asfaltimpregnerad träfiberskiva
 - 6 Plåt med ovanpåliggande isolering av enbart cellplast

3. INVENTERING AV HITTILLS UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH RAPPORTER

3.1 Allmänt

I detta avsnitt redovisas en inventering av i olika källor beskrivna undersökningar och provningar av lätta takkonstruktioner. Inventeringen är baserad dels på tidskriftsartiklar och offentliga provningsrapporter, dels på uppgifter och skaderapporter som har framkommit vid kontakter med försäkringsbolag. I vissa avseenden har inventeringen inte kunnat göras heltäckande. Detta gäller bl a en del äldre undersökningar - bl a amerikanska - där primärrapporterna inte kunnat nås samt av enskilda industrier utförda provningar som i enlighet med gällande regler vid t ex statens provningsanstalt inte är offentliga.

Här har inte medtagits de svenska undersökningar som genomfördes under 1973 avseende utvärdig flamspridning längs ett tak vid inverkan av vind. Dessa har tidigare redovisats i separat rapport och skiljer sig dessutom vad gäller målsättningen från den nu aktuella där tonvikten lagts på brandspridning under taket samt inuti takkonstruktionen.

3.2 Utförda svenska och norska försök

De lätta stålplåttaken som lancerades i slutet på 50-talet utvecklades snabbt till ett konkurrenskraftigt alternativ av tak för många typer av industri- och lagerbyggnader.

Med hänvisning till det stora antalet förfrågningar som 1962 ställdes till statens brandinspektion angående stålplåttak föreslog brandinspektionen att Kungl byggnadsstyrelsen skulle uttala sig i ärendet.

Brandinspektionen framförde sina åsikter om att isoleringsmaterialiet borde vara svårbrännbart och så beskaffat att det inte medverkade till spridning av brand. Samtidigt föreslogs bl a åtgärder för att hindra brandspridningen mellan plåt och isolering vid brand underifrån samt ställdes krav på att taktäckningen vid brand ovanifrån skulle klara flygbrand. Med utgångspunkt från dessa synpunkter formulerades de brandtekniska kraven och statens provningsanstalt påbörjade efter framställning av Kungl byggnadsstyrelsen och statens brandinspektion under 1963 en försöksserie med plåttak isolerade med kork alternativt cellplast.

Målsättningen var att få underlag för Kungl byggnadsstyrelsen att föreskriva regler och anvisningar för ifrågavarande takkonstruktioner. Efter provningarna vilka var att betrakta som orienterande redovisade Kungl byggnadsstyrelsen i sitt meddelande 1963:9 beträffande "brandskyddsåtgärder vid takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering" de olika krav som ur brandteknisk synpunkt skall uppfyllas av dylika takkonstruktioner. (Resultat från försöksserien redovisas under 4.1).

Under 1964 utfördes en stor försöksserie i Trondheim vid Norges Branntekniske Laboratorium i samråd med statens provningsanstalt. Försöksserien omfattade plåttak isolerade med olika isoleringsmaterial bl a cellplast, kork och mineralull. (Resultat från försöksserien redovisas under 4.2.)

Under 1964-65 genomförde statens provningsanstalt i samarbete med Norges Branntekniska Laboratorium en försöksserie med plåttak isolerade med cellplast. Försöken har utförts dels med brand underifrån och dels med brand ovanifrån (flygbrand).

Försöken med brand underifrån har i huvudsak uppdelats i två huvudgrupper, nämligen:

Försök med värmeisolering av styropor cellplast, varvid upphettningssfasen, som följde den internationella tid-temperaturkurvan, avbröts efter 15 min.

Försök med värmeisolering av olika, för ifrågakommande tak förekommande material, varvid upphettningssfasen enligt ovan pågick tills taktäckningen antändes.

Målsättningen med dessa försök var att genom normenliga brandprovningar ge Kungl byggnadsstyrelsen underlag för att i anslutning till BABS 1965 utarbeta regler beträffande erforderliga brandskyddsåtgärder vid takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering. (Resultat från försöksserien redovisas under 4.3.)

Då de norska försöken (utförda under 1964 med olika isoleringsmaterial) avbröts strax efter det att man erhållit brand i takpappen utfördes i samråd med Kungl byggnadsstyrelsen och statens brandinspektion 1966 en försöksserie med plåttak isolerade med cellplast och kork.

Målsättningen var att belysa brandförloppet efter det att antändning av takpappen skett. (Resultatet från försöksserien redovisas under 4.4.)

1973 utfördes en försöksserie vid statens provningsanstalt avseende "Flamspridning längs utvändigt isolerade plåttak". Försöksserien omfattade plåttak isolerade med cellplast.

Målsättningen var att klarlägga huruvida sektionering av takytan kunde hindra snabb utvändigt brandspridning.

3.3 Skaderapporter

En undersökning av skador på takkonstruktioner med värmeisolering av enbart cellplastisolering eller en kombination av cellplast och kork har visat att i 55-75 % av fallen har värmeisoleringen bidragit till skadans omfattning på något sätt. En brand i undervarande lokal kan vid olämpligt utförande av det lätta taket leda till

- * att en trygg utrymning försvåras
- * försvärad släckning för brandkåren
- * övertändning av värmeisoleringen i kombination med asfalt medför risk för snabb brandspridning i hela byggnaden.

Värmen från undervarande lokal är redan vid måttliga bränder tillräcklig för att ge stora skador på isoleringen, trots att taktäckningen för övrigt är intakt. Temperaturen mellan plåt och isolering är redan efter 3-4 min så hög även vid en måttlig brand att cellplasten skadas. Detta kan leda till att hela takisoleringen får bytas trots att resten av takkonstruktionen är intakt.

Då cellplasten utsätts för värme och smälter bildas ett luftmellanrum mellan plåt och papp vilket kan bidra till att branden får en snabbare spridning.

Vid stark värmeutveckling kommer takpappen gradvis att sjunka ned mot den upphettade plåten och sammanhängande smältzoner bildas om inte direkt genombränning sker. Vid omedelbar övertändning av taket kommer pappen att antändas inom 8-12 min. Asfalt och cellplast kan då i smält form droppa ned i lokalen och antändas och på så sätt får branden fortsatt spridning i lokalen. Även om den neddroppande massan inte antänds så gör den att lokalen blir mycket svårsanerad med stora kostnader som följd. Riskerna för snabbt inträffade takras vid lätta tak trots låg brandbelastning får ses som ett allvarligt hot både för livräddning och släckning.

Slutsatser:

De kostsammaste skadorna uppkommer då takras samt droppande cellplast och asfalt inträffar mycket hastigt. Ofta vid brand i cellplastisolerade konstruktioner blir rökutvecklingen mycket kraftig, vilket försvårar både utrymning, släckning och sanering. Även om cellplasten inte antänds bidrar den till ökade risker vad det gäller spridningen av branden.

3.4 Materialprovning

Föreskrifter och anvisningar i Svensk Byggnorm innefattar bl a krav på minst 30 minuters genombränningstid vid brandprovning enligt standardiserat förfarande. Mot bakgrund härav har ett mycket stort antal provningar genomförts - främst vid brandlaboratorier i Sverige, Finland och Norge. Resultaten har emellertid vanligen redovisats endast som konstaterande av huruvida genombränningstiden över- eller understiger 30 minuter och nyanserade slutsatser beträffande de provade takkonstruktionernas brandtekniska beteende kan därför i de flesta fall inte dragas. Därutöver har vissa av dessa provningsresultat inte kunnat göras tillgängliga (jfr pkt 3.1).

4. RESULTAT OCH JÄMFÖRELSE AV UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

4.1 Försöksserie 1963 med plåttak isolerade med kork alternativt cellplast

Undersökningens utförande - Provmaterial

För undersökningen har följande provmaterial använts:

Stålplåt av typ QDGC från Robertson Nordisk AB, Stockholm,

4 cm tjock expanderad och brandskyddsimpregnerad kork, typ F, av Isolerings AB WMB's fabrikat,

4 cm tjock brandskyddsimpregnerad cellplast, typ B 20, av Isolerings AB WMB's fabrikat,

Asfalt OA 80/90,

Takpapp: underlagspapp, kval YAL 1200/325,

Takpapp: överpapp, kval SAL 1800/600.

Provningsanordning

Brand ovanifrån

För denna undersökning användes provningsanstaltens normalmetod för provning och bedömning av taktäcknings förmåga att skydda underlaget mot antändning av flygbränder.

Brand underifrån

För denna undersökning användes ett provhus, uppbyggt av 15 cm lättbetong. Provhushets längd var 5 m, dess bredd 2.7 m samt dess höjd 3 m. Tvärs längsidan var huset avdelat med en brandavskiljande vägg av 15 cm lättbetong. Provhuset erhöll härvid två rum, det ena med plannmatten 3 x 2.5 m och det andra 4.5 x 2.5 m. Husets båda kortväggar var försedda med en dörröppning, 1 x 2 m. I det mindre rummet var uppfört en eldstad med höjden 2.1 m. Såväl provhus som eldstad saknade tak.

Provning

Brand ovanifrån

Materialet bestod av kork och cellplast med dimensionerna 1000 x 400 x 40 mm. Skivorna var på ena sidan försedda med dubbeltäckning av takpapp, som klistrats fast med varmasfalt, kvalitet OA 80/90. 1.5 kg per m² asfalt användes för klistring av under- resp överlagspapp.

Provningen påbörjades 14 dygn efter det taktäckningen påklistrats.

Provningen, vilken i huvudsak utfördes i enlighet med provningsanstaltens metod Br 7, tillgick på följande sätt:

De insända provkropparna försågs på undersidan med en skiva av obrännbart material, se nedan, och placerades på en ställning, så att längsta sidan av provkroppen befann sig i 30⁰ lutning mot horisontalplanet och inpassades mellan två lufttrummor, som hade förbindelse med var sin fläkt. Provkropparnas taktäckning vändes uppåt. Utefter provtaket placerades 25 cm höga plåtskärmar vid de längsgående kanterna. Medelst fläktarna eftersträvades en konstant luftström utefter provtaket. Försök utfördes såväl med lufthastigheten 2 m som 4 m per sekund.

Som ovan nämnts, försågs provkropparnas icke pappförsedda yta med skiva av obrännbart material. Denna skiva bestod av asbest-cement och hade en tjocklek av 2 cm. Detta underlag varierades enligt följande:

Alt. A - Provkroppen placerades dikt an mot den obrännbara skivan, således utan luftspalt mellan kork resp cellplast och underlag.

Alt. B - Mellan kork resp cellplast och underlag placerades 4 st ribbor, 2 x 2 cm, av obrännbart material, så att 3 st 11 cm breda och 2 cm höga kanaler bildades i provkroppens längdriktning.

Vid provning placerades en "flygbrand" på provtakets pappförsedda yta 5 cm från provtakets nedre kant.

Provkroppen för "flygbranden" tillverkades av 6 st ribbor av furuträ. Ribbornas tvärsektion var 10 x 10 mm och längden 100 mm, vilka med 8 mm mellanrum fastspikades på 2 st ribbor av samma material och dimension. Före provning torkades provkropparna vid 105 °C temperatur under 1 dygn.

Vid provning antändes provkroppen medelst en särskild gasbrännare under 30 s, varefter den placerades på takpappen, så att luften fick fritt spelrum under ribborna.

Brand underifrån

Det enligt ovan beskrivna provhuset försågs med tak av trapetsformad stålplåt, s k Robertson-plåt, typ QDGC, med format: längd 260 cm och bredd 63 cm. Plåttjockleken var 0.76 mm. Plåtarna upplades med wellorna i provhusets längdriktning. Över den brandavskiljande väggen mellan de två rummen erhöles härvid kanaler mellan plåt och vägg resp plåt och isolering. Dessa kanaler tätades helt med 15 cm bred sträng av cementbruk. Taket placerades plant över det större rummet, men lutades 5° över det mindre rummet. Fallet gjordes mot rummets gavelvägg.

Mot plåtens översida klistrades för ett försök 4 cm kork och för ett försök 4 cm cellplast. Härvid åtgick 0.5 kg varmasfalt OA 80/90 per m². Mot isoleringens översida klistrades underlags- och överlagspapp. För klistringen av resp papp åtgick 1.5 kg varmasfalt OA 80/90 per m². Provtakets samtliga kanter tätades med plåtlistor. För temperaturmätningar under provningarna inmonterades termoelement i kanalerna under isoleringen samt under taket i det mindre rummet.

I eldstaden i det mindre rummet staplades ugnstorkade furubränder ovanpå en på golvet placerad plåt med uppvikta kanter. På plåten hälldes 2 liter rödsprit. Det uppstaplade virket vägde totalt 50 kg. Eldstaden, som hade luftintag vid basen och som var

helt öppen upptill, hade arrangerats för att taket över det mindre rummet skulle få så koncentrerad eldpåkänning som möjligt.

Sedan rödspriten antänts, fick branden fritt brinna ut.

Undersökningsresultat

Brand ovanifrån

Kork med dubbeltäckning

Fyra försök har utförts, varav två med vindhastigheten 2 m/s och två med vindhastigheten 4 m/s. Såväl underlag A som B har använts. Samtliga försök gav likartat resultat:

Någon brandspridning av nämnvärd art kunde icke förmärkas från flygbranden. All eld och glöd slocknade av sig själv. Överlagspappen erhöll skador under och närmast intill flygbranden. Underlagspappen erhöll skador under och närmast intill flygbranden. Underlagspappen erhöll skador under flygbranden och korken blev på motsvarande ställe svedd i ytan.

Cellplast med dubbeltäckning

Fyra försök har utförts, varav två med vindhastigheten 2 m/s och två med vindhastigheten 4 m/s. Såväl underlag A som B har använts. Samtliga försök gav i princip likartat resultat:

Någon anmärkningsvärd brandspridning kunde icke förmärkas från flygbranden. All eld och glöd slocknade av sig själv. Överlagspappen erhöll skador under och närmast intill flygbranden. Underlagspappen erhöll relativt kraftiga skador under och närmast intill flygbranden. Isoleringen var helt bortsmält under flygbranden inom en yta av 400 cm^2 .

Brand underifrånKork med dubbeltäckning

Klimatiska förhållanden:

Vindhastighet	1 m/s
Vindriktning	ostsydost
Rel luftfuktighet	95 %
Temperatur	-4 °C

Observationer under brandprovningen:

Nedan angivna tidpunkter avser tid i min från det rödspriten antänts.

Efter 3 min började en relativt kraftig, gulaktig rök uttränga från provtakets kanter ovanför det mindre rummet. Efter 5 min började en relativt obetydlig droppning av smält asfalt från taket ovanför det mindre rummet.

Under den fortsatta provningstiden inträffade intet övrigt anmärkningsvärt. Efter 17 min var den arrangerade brandhärden praktiskt taget utbrunnen och efter 60 min hade all rökutveckling från taket upphört.

Observationer efter brandprovningen:

Såväl under- som överlagspapp var helt oskadad. Korken hade erhållit en del skador i taket ovanför brandhärden. Korken i taket ovanför det större rummet var helt oskadad.

Cellplast med dubbeltäckning

Klimatiska förhållanden:

Vindhastighet	1 m/s
Vindriktning	nordost
Rel luftfuktighet	90 %
Temperatur	-4 °C

Observationer under brandprovningen:

Nedan angivna tidpunkter avser tid i min från det rödspriten antänts.

Efter 2 min började en kraftig gulgrön rök uttränga från provtakets kanter ovanför det mindre rummet. Smält asfalt och cellplast började även droppa ned från nämnda taks kanter, samtidigt som takpappen märkbart började sjunka ned mot plåten. Efter 5 min fanns till synes ingen cellplast kvar ovanför det mindre rummet. Rökutvecklingen var mycket kraftig utefter hela taket ovanför det mindre rummet. Efter 10 1/2 min antändes takpappen, varvid elden spred sig utefter provtaket, dock med relativt svag hastighet. Elden spred sig förbi den brandavskiljande väggen mellan de två rummen, men slocknade av sig själv omedelbart på andra sidan väggen. Efter 60 min hade all eld och glöd upphört.

Observationer efter brandprovningen:

Såväl under- som överlagspapp var kraftigt skadad ovanför det mindre rummet. Skadorna sträckte sig dessutom 1/2 m in på det större rummets tak, således förbi den brandavskiljande väggen. Cellplasten hade helt förbränts eller smält under den skadade takpappen.

Slutsats

Med undersökningen avsågs att få ett underlag för bedömningen av motståndsförmågan mot brand hos takkonstruktioner, bestående av, från undersidan räknat, trapetsformad stålplåt, isolering av brandskyddsimpregnerad kork eller cellplast samt dubbeltäckning av från brandteknisk synpunkt godkänd typ.

Av den utförda undersökningen och med hänsyn till de därvid rådande förhållandena syns följande framgå:

Brand ovanifrån

En med brandskyddsimpregnerad kork, s k F-kork, isolerad takkonstruktion syns ha god förmåga att motstå antändning av flygbränder.

En med brandskyddsimpregnerad cellplast, typ B 20, isolerad takkonstruktion syns ha mindre god förmåga att motstå antändning av flygbränder. Visserligen erhöles ingen antändning vid ifrågasvarande undersökning, men på grund av att cellplasten smälter under flygbranden, varigenom tomrum uppstår under takpappen, kan befaras, att brandrisken i praktiken blir större, än då underlaget förblir intakt.

Brand underifrån

En med brandskyddsimpregnerad kork, s k F-kork, isolerad takkonstruktion synes ha god förmåga att motstå antändning och spridning av brand under åtminstone 15 min normalbrand, under förutsättning, att de mellan plåt och kork befintliga kanalerna avskärmas med obrännbart material enligt visst system, så att all eventuell skorstensverkan elimineras.

En med brandskyddsimpregnerad cellplast, typ B 20, isolerad takkonstruktion synes ha ringa förmåga att motstå antändning vid brand, enär cellplasten redan efter 5 min normalbrand har smält eller förbränts, varigenom taktäckningen får direkt kontakt med den av branden upphettade plåten, med följd att taktäckningen börjar brinna.

4.2 Försöksserie 1964 med plåttak isolerade med cellplast, kork och mineralull

Undersökningens utförande

Provmaterial

För undersökningen har följande provmaterial använts:

Försök nr	isoleringsmaterial
I-A,C,D	ISOPOR skumplastplattor med tjockleken 4 cm
II-A,B	"Awatek"-plattor
III-A,B	F-KORK-plattor med tjockleken 5 cm
IV-A,B	DENOFATERM isoleringsplattor med tjockleken 5 cm
V-A,B	ROCKWOOL LAMELL takplattor med tjockleken 4.5 cm
VI-A,B	ROCKWOOL HARDPRESSETE mattor med tjockleken 4 cm
VII-A,B	ASFALTIMPREGNERTE PORØSE TREFIBER-PLATER med tjockleken 12.5 mm
0	ISOPOR skumplastplattor med tjockleken 4 cm
00	ROCKWOOL LAMELL takplattor med tjockleken 4.5 cm

Asfalt OA 80/90

Takpapp: de två använda papptyperna går under benämning "MONOLIT tjärefri asfaltpapp" typ A och B.

Bokstäverna A, B, C och D refererar till provningsarrangemangen vid de olika försöken.

A: Isoleringen var lagd genomgående över hela takets längd utan inlagda "brannstopper". I spalten mellan undersidan av isoleringen och "bølger" på Q-decket var det vid nedre och övre ändan av provtaket tätat med stenull. Därvid fick man reducerad lufttillgång till kanalerna i Q-decket.

B: Isoleringen var lagd som under A. Ingen tätning med stenull vilket medförde fri lufttillgång till kanalerna i Q-decket.

C: Isoleringen var uppdelad med en "brannstopp" lagd över delväggen i ugnen. "Brandstoppen" var av Rockwool isolering och gick till underkant av pappskiktet. Det hela var arrangerat med reducerad lufttillgång till kanalerna i Q-decket som beskrivits under A.

D: Isoleringen var uppdelad med en "brannstopp" lagd över delväggen i ugnen och som tillägg till detta ytterligare två "brannstopper" lagda i takisoleringen över det kalla rummet. Överst i delväggen var det lagt en öppen spalt som gick över ugnens hela bredd och hade en höjd av ca 20 cm.

I väggen vid takets översta ände var det likaledes uttaget en spalt med bredden 150 cm och höjden ca 30 cm. Det hela var arrangerat med reducerad lufttillgång till kanalerna i Q-decket som beskrivits under A.

Provningsanordning

Brand ovanifrån

För denna undersökning användes provningsanstaltens normalmetod för provning och bedömning av taktäckningsförmåga att skydda underlaget mot antändning av flygbränder.

Brand underifrån

För denna undersökning användes horisontalugnen vid Norges Branntekniske Laboratorium, som har följande invändiga mått: längd 5000 mm, bredd 2500 mm och höjd 1500 mm. Tvärs längsidan var huset avdelat med en brandavskiljande vägg av 15 cm Leca-block. Som stöd för taket monterades en stålbalk I DIP 10 som förankrades i ugnen och skyddades för värme med Rockwool isoleringsputs.

I det mindre rummet var 3 fasta oljebrännare monterade som styrdes så att de följde normalbrand-tid-temperatur-kurvan.

Provning

Brand ovanifrån

Materialet bestod av Q-deck varpå isolering och papp klistrades. Provkropparna konditionerades i ett dygn vid 20 °C temperatur och 65 % relativ fuktighet.

Provningen, vilken i huvudsak utfördes i enlighet med provningsanstaltens metod Br 7, tillgick på följande sätt.

Provkroppen placerades på en ställning så att den befann sig i 30° lutning mot horisontalplanet. Placeringen skedde vidare så att provkroppen befinner sig mellan två luftrummor, som hade förbindelse med var sin fläkt. Utefter provtaket placerades 25 cm höga plåtskärmar vid de längsgående kanterna.

Vid provningen placerades en "flygbrand" på provtakets pappförsedda yta 5 cm från provtakets nedre kant.

Provkroppen för "flygbranden" tillverkades av 6 st ribbor av furuträ. Ribbornas tvärsektion var 10 x 10 mm och längden 100 mm vilka med 8 mm mellanrum fastspikades på 2 st ribbor av samma material och dimension. Före provning torkades provkropparna vid 105 °C temperatur under ett dygn. Efter uttorkning skall vikten vara mellan 40-44 g.

Vid provning antändes provkroppen medelst en särskild gasbrännare under 30 s varefter den placeras på takpappen, så att luften fick fritt spelrum under ribborna. Två försök utfördes med en lufthastighet av 2 m/s och två med 4 m/s.

Brand underifrån

Horisontalugnen försågs med tak av trapetsformad stålplåt, s k Robertson-plåt, typ QDA/1 med format:längd 600 mm och bredd 650 mm. Plåtarna upplades med wellorna i provhusets längdriktning med en lutning av 5°. Kanalerna tätades med lös stenull.

Mot plåtens översida klistrades isoleringsplattorna med varm-asfalt. Mot isoleringens översida klistrades underlags- och överlagspapp.

Asfaltmängden beräknades till ca 4.5-5.0 kg/m².

Slutsats:

I rapportens sammanfattande text sägs bl a följande:

Försöken med isoleringsmaterial byggt på Styropor "ISOPOR" och "AWATEK" har gett de sämsta resultaten bedömt utifrån tidpunkten när pappen över brandrummet blev antänd. De obrännbara materialen som "ROCKWOOL" och "DENOATERM" har som väntat gett de bästa resultaten. Öväntat har "F-KORK" som trots allt är ett brännbart material gett resultat som ligger på linje med resultaten för de obrännbara isoleringsmaterialen.

Resultat från försöksserien redovisas på sidorna 31-34.

Angitte prøvningstider er regnet fra det øyeblikk "flygbranden" (F) er plassert på prøvetaket.

Tabell 6. Resultater fra undersøkelser ved brann ovenfra.	Isolasjonsmateriale												Awatek Styropor-plater	
	Isopor (skumplast)			asfaltimpregn. tre-fiberplater			Denofatorm plater		F-kork		Rockwool lamellplater			
Forsøk nr.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2
Vindhastighet, m/sek.	2	2	4	4	2	2	4	4	2	4	2	4	2	4
"Flygbrandens" vekt, g	43	43	43	43	43	44	43	43	43	44	43	44	44	43.
Takpappens overflate begynte å smelte under F.	0.20	0.25	0.25	0.30	0.30	0.25	0.30	0.30	0.20	0.25	0.25	0.30	0.20	0.25
Takpappens overflate antenne under F.	0.40	0.40	0.40	0.50	0.40	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.35	0.30	0.40	0.50
Takpappens overflate skadet 10 cm ovenfor F.	0.40	0.45	0.55	1.00	0.45	0.40	0.50	0.40	0.50	0.45	—	0.45	—	0.55
do. 15	0.45	0.50	—	1.10	0.55	0.45	1.05	0.55	1.00	0.50	0.45	—	—	—
do. 20	1.05	—	1.05	—	—	1.00	1.10	1.05	1.05	0.55	0.55	0.55	0.50	1.05
do. 25	—	—	1.10	1.15	—	1.05	1.15	1.15	1.15	1.00	—	—	1.05	1.15
do. 30	1.15	1.05	1.15	1.25	1.05	1.10	1.30	1.25	1.25	1.10	—	1.05	1.15	1.20
do. 35	—	1.25	—	1.35	1.25	2.00	2.20	1.55	1.35	1.20	1.15	1.15	1.30	1.55
do. 40	1.30	2.00	1.30	1.55	2.10	2.40	—	3.00	2.00	1.35	1.30	1.25	2.00	2.20
do. 45	3.10	2.55	2.00	2.10	3.35	8.25	—	—	3.15	1.55	2.10	1.50	4.00	2.10
do. 70	—	—	3.50	—	—	13.25	—	—	7.15	4.30	11.55	—	6.15	4.20
do. 85	—	—	6.00	—	—	16.50	—	—	10.00	5.10	15.15	—	7.15	6.00
Flammene sluknet	7.20	6.10	3.30	2.45*	8.45	7.05	3.10	3.35	6.00	3.15	19.30	3.10	5.15	4.15
Gløddning opphørte	10.10	8.10	4.30	6.20	9.50	9.00	7.25	7.30	8.10	4.40	19.30	6.30	8.00	9.00
Takpappens overflate hadde ovenfor "flygbranden" fått skader med lengde cm	63	63	100	57	59	100	50	56	100	100	100	64	100	50
Takpappen hadde fått sprekker og mindre hull med totalt areal i cm ²	15-16	4-5	—	—	10	10	4	1	1	9	1	3	3	—
Underlaget skadet eller bortsmeltet på et område i cm ²	750	756	1425	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Underlaget hadde forbrent til en dybde av, mm	39	37	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Forsøket ble avbrutt på grunn av at platen ble antent og brant voldsomt.

Tabell 3. Sammenstilling over observasjoner av brannforløpet. Tallene angir tidspunktet for observasjonene regnet fra forsøkets start. Tall foran punktum angir minutter, etter punktum: sekunder.

A: Redusert lufttilgang gjennom kanaler.
B: Fri lufttilgang gjennom kanaler.
C: 1 brannstopp i isolasjonsmaterialet.
D: 3 brannstopp i isolasjonsmaterialet.

Isolasjonsmateriale	Isopor			Awatek		F-kork		Denofaterm		Rockwool-lamell		Rockwool-hardpresset		Asfalt impr trefiberpl.		Isopor		Rockwool lamell	
	I-A	I-C	I-D	II-A	II-B	III-A	III-B	IV-A	IV-B	V-A	V-B	VI-A	VI-B	VII-A	VII-B	0	2.05	0	1.30
Forsøk	4.30		3.25	4.00	4.10	5.30	1.05	3.45	0.15	3.00	1.10	3.50	1.10	4.00	0.45	2.05	0	1.30	
Tilsynskomst av damp eller røyk.																			
Smeltet masse renner ut gjennom Q-Deck-kanalene ved nedre kant av dekket.	5.00	7.00	6.30	10.40	6.00	13.00	30.00	25.00	20.00	59.30		30.00		8.30	4.00	8.30			
Flammer i kanalene mellom Q-Deck og underside av isolasj.						22.50	4.50	7.30	4.50	30.00	6.15	15.00	4.30		6.50				10.00
Smeltesoner på overside av papp over brannrom.	6.00	9.30		11.00	13.00	55.00	60.00	40.00	35.00	53.00		47.00	45.00	17.30	13.20	9.30	48.00		
Sammensiging av papp som tegn på nedsmeltet isolasjon over brannrom.	9.00	6.00	9.00	8.30	8.00														
Stikkflammer fra Q-Deck kanalene ved øvre eller nedre kant av dekket.				8.30	8.00	22.50	4.50	4.50		7.25	18.40	83.30	20.00		3.55	13.30			
Varig flamme fra Q-Deck kanalene ved øvre eller nedre kant av dekket.				16.00	13.00	70.00		61.00		17.10	17.35				5.40	13.50			
Antennelse av utrennende smeltet masse fra Q-Deck-kanalene.	22.20			16.00	12.45	22.50													
Koking i smeltet asfalt på pappens overside.	12.00		11.00	11.00	13.00	70.00	65.00	40.00	45.00	55.00		60.00		23.30					
Smeltet asfalt renner nedover takpappen.	18.00	14.30	17.00	20.00	20.00			70.00	45.00			85.00		30.10					
Brann i papp over brannrom.	23.30	19.55	19.40	39.30	24.30	103.50		98.55	85.00	100.00			117.00	43.40					
Oljebrennerne til ovenn slått av.	23.30	19.55	19.45	40.25	25.25	100.00	90.00	102.00	93.00	90.00	30.20	85.40	90.00	46.20	14.25	13.40	60.00		

Tabell 4. Sammenstilling over observasjoner av takets utseende etter brannforsøket.

Forsøk	Isolasjonsmateriale	Nedenfor brannrom-skillevegg (over brannrom)		Ovenfor brannrom-skillevegg (over det kalde rom)	
		Papptekning	Isolasjonsmateriale	Papptekning	Isolasjonsmateriale
I-A Prøvetid 38 min.	Isopor	Praktisk talt helt bortbrent	Helt bortbrent eller nedsmeltet	Intakt fra ca. 0,5 m forbi skillevegg.	Nedsmeltet inntil ca. 0,5 m forbi skillevegg forøvrig intakt.
I-C Prøvetid 31 min.		Helt bortbrent	Helt bortbrent	Helt intakt	Nedsmeltet tett inntil brannstopp forøvrig intakt.
I-D Prøvetid 21 min.		Fullstendig avbrent.	Fullstendig avbrent eller smeltet.	Enkelte lokale smeltflekker, forøvrig intakt	Fullstendig nedsmeltet, - eller avbrent.
II-A Prøvetid 46½ min.	"AWATEK" (Kasjerte Styropor P-plater)	Avbrent eller forkullet	Helt avbrent eller nedsmeltet	Smeltesoner ca. 0,5 m forbi delevæggen, forøvrig intakt.	Helt nedsmeltet ca. 0,5 m forbi delevæggen. Halvt nedsmeltet på den neste meter, - forøvrig intakt
II-B Prøvetid 35 min.		Avbrent eller forkullet	Avbrent	Tilsynelatende intakt	Helt nedsmeltet over hele området
III-A Prøvetid 109 min.	F-kork	Helt eller delvis forkullet. Forøvrig helt gjennomsmeltet.	Sterkt forkullet og mistet det vesentligste av den mekaniske sammenheng.	I det vesentligste intakt.	I det vesentligste intakt. Liten eller ingen heffasthet til Q-Deck.
III-B Prøvetid 110 min.		Totalt gjennomsmeltet.	Sterkt forkullet og vesentligste av den mekaniske sammenheng borte.	I det vesentligste intakt.	I det vesentligste intakt. Liten eller ingen heffasthet til Q-Deck.
IV-A Prøvetid 102 min.	DENOFLATERN	Helt eller delvis forkullet	Det vesentligste av fastheten var borte gjennomsmeltet på et par områder. Forøvrig var siden som lå an mot Q-Deck en del innsmeltet.	Helt intakt med god heffasthet til isolasjonen.	Helt intakt med god heffasthet til Q-Deck på øverste del av taket.
IV-B Prøvetid 93½ min.		Helt eller delvis forkullet	Over Q-Deckets kanaler sterk innsmelting og likeledes ved anlegget mot Q-Deckets bølgerugg.	Helt intakt med god heffasthet til isolasjonen.	Over Q-Deckets kanaler sterk innsmelting. Heffastheten til Q-Deck praktisk talt borte.

A: Redusert lufttilgang gjennom kanaler.
 B: Fri lufttilgang gjennom kanaler.
 C: 1 brannstopp i isolasjonsmaterialet.
 D: 3 brannstopp i isolasjonsmaterialet.

4.3 Försöksserie 1964-65 med plåttak isolerade med cellplast

Provmaterial

Stålblåt av typ Robertson QDA/1 med flamsäkert ytskikt klass I enligt BABS 1960.

Isolerings-skivor av cellplast med tjocklek 5 cm av fabrikat BASF av följande märken:

Styropor P med nominell volymvikt 20 kg/m^3 , Styropor P med nominell volymvikt 25 kg/m^3 , Styropor F 200 med nominell volymvikt 20 kg/m^3 , Styropor F 200 med nominell volymvikt 25 kg/m^3 , Styropor KR 2180 med nominell volymvikt 20 kg/m^3 , Styropor KR 2180 med nominell volymvikt 25 kg/m^3 .

Med Styropor avses här cellplast, som är framställd av polystyrol och som av BASF marknadsföres under handelsbeteckningen Styropor R.

Ifrågavarande cellplaster har enligt uppgift ett kalorimetriskt värmevärde av ca 9 000 kcal/kg.

Asfalt OA 80/90 med ett kalorimetriskt värmevärde av ca 9 500 kcal/kg.

Takpapp; underlagspapp, kval YAL 1200/325 och takpapp; överlagspapp, kval SAL 1800/600 med ett kalorimetriskt värmevärde av ca 4 500 kcal/kg.

De provade takens principiella uppbyggnad och totala värmevärde

Vid samtliga försök enligt denna redogörelse användes Robertson Q-däck som stomstabiliserande byggnadsdel. Ett sådant däck består av med varandra sammanfogade, 700 mm breda varmgalvaniserade och formpressade stålblåtsenheter; i föreliggande fall med längden 6 000 mm med tre 72 mm höga, trapetsformade profiler per bredd. Plåtenheterna har beteckningen QDA/1.

Q-däckets översida grundades först med ett tunt lager asfaltemulsion, som bestod av vanlig oljeasfalt, upplöst i kristallolja. Ett dygn senare klistrades Styroporskvivorna mot Q-däckets översida med varmasfalt, varvid den genomsnittliga åtgången asfalt var $0,4 \text{ kg/m}^2$. Mot Styroporskvivorna klistrades under- resp överlagspappen av svensk standardkvalitet. Den totala åtgången asfalt uppgick härvid till i genomsnitt 2.2 kg/m^2 .

Provtaken tillverkades i storlekar $6\ 000 \times 3\ 440 \text{ mm}$ för brand underifrån och $1\ 000 \times 400 \text{ mm}$ för brand ovanifrån.

Av tidigare angivna materialdata har de olika provtakens totala värmevärde per m^2 beräknats för Styropor 20 kg/m^3 till $53\ 000 \text{ kcal}$ och för styropor 25 kg/m^3 till $57\ 000 \text{ kcal}$.

Provning och resultat

Brand underifrån

Försöken har utförts inomhus vid Norges Branntekniske Laboratorium i Trondheim enligt arrangemang, som redovisas i rapporten och på så sätt att temperaturen i ugnsrummet under 15 min stegrades i anslutning till den av ISO rekommenderade tid-temperaturkurvan. Därefter fick ugnsrummet svalna, varvid provtaket fick kvarligga ovanför ugnen.

Under såväl upphettningsfasen som avsvlningsfasen bestämdes medelst termoelement temperaturen i ugnsrummet och i det ej uppvärmda rummet samt på olika ställen i takkonstruktionen.

Sex försök utfördes. Vid samtliga dessa var i takkonstruktionens tvärriktning, ovanför skiljeväggen mellan ugnens två utrymmen, inlagd en 15 cm bred remsa av obrännbart material, som i höjddled sträckte sig upp till underlagspappen.

Vid försök 1 och 2 observerades, att cellplasten ovanför brandrummet lossnade i försökens början från underlaget vid bakkanten med följd att cellplast och takpapp böjdes uppåt. Dylig släppning vid kanterna kunde icke observeras vid försök 3-6.

Resultaten för de sex försöken var i övrigt i princip likartade.

Vid försök 2 antändes denna smälta vid takets bakkant efter 6-7 min och fast eld uppstod därstädes, som sakta spred sig till takpappen. Under avsvältningsfasen avtog elden. Efter 75 min fanns endast sporadiska sticklågor i takpappen 1.75 m från takets bakkant. Elden släcktes lätt med vattendusch.

Vid försök 1, 3 och 4 erhöles under avsvältningsfasen efter 17, 19 resp 30 min från provningens början små, lokala bränder i takpappen, som antingen slocknade av sig själva eller släcktes med vattendusch. I de fall takpappen antändes, var brandspridningshastigheten mycket låg och elden lätt att bemästra.

Vid försök 5 och 6 erhöles ingen antändning i takpappen vare sig under upphettnings- eller avsvältningsfasen.

Avsvältningsfasen pågick vid samtliga sex försök minst 45 min.

Någon smält asfalt eller styropor kunde icke under något försök observeras droppa ned i brandrummet. Ej heller syntes någon brandspridning utefter takets undersida.

Efter försöken kunde konstateras, att styroporen i samtliga försök helt smält bort över brandrummet. Takpappen uppvisade, med undantag av vid de lokala ställen där antändning skett, endast mindre skador. I samtliga fall var styroporen och takpappen helt oskadade ovanför det intill brandrummet belägna och med "brandvägg" avgränsade rummet.

Brand ovanifrån, flygbrand

Försöken har utförts vid statens provningsanstalt i Stockholm enligt anstaltens metod för provning och bedömning av taktäcknings förmåga att skydda underlaget mot antändning av flygbränder.

Vid provningen placerades provtaket, storlek 1 000 x 400 mm, på en ställning i 30° lutning mot horisontalplanet och inpassades mellan två lufttrummor, med vilkas hjälp en konstant luftström kunde ernås utefter provtakets översida. Utefter provtakets längsgående kanter placerades plåtskärmar med höjden 25 cm.

Eldkällan "flygbranden" tillverkades av 8 st ribbor av furuträ. Före provningen torkades "flygbranden" vid 105 °C temperatur. Vikten av "flygbranden" var i uttorkat tillstånd 40-44 g. Medelst en speciell gasbrännare antändes "flygbranden" under 30 s, varefter den placerades på provtaket.

Tolv försök utfördes med Q-däckets kanaler placerade i provtakets såväl längd- som tvärriktning - sex med luftströmmens hastighet 2 och sex med vindhastigheten 4 m per s.

Någon anmärkningsvärd brandspridning från "flygbranden" utefter takytan erhöles icke vid något av de tolv försöken. Efter provningen kunde konstateras, att takpapp resp cellplast endast erhållit obetydliga skador vid det område, där "flygbranden" varit placerad på provtaket.

Med stöd av den utförda "flygbrands"-provningen har provningsanstalten avgivit följande bedömning:

Takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering av styroporcellplast samt med i Sverige ur brandteknisk synpunkt normerad tak-täckning, uppfyller de krav med avseende på motståndsförmåga mot flygbrand, som anges i Kungl Byggnadsstyrelsens Meddelande 1963:9.

Sammanfattning

Med de utförda försöken avsågs att få ett underlag för bedömning av brandspridningsrisken hos takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering av styroporcellplast och med i Sverige ur brandteknisk synpunkt normerad eller därmed likvärdig taktäckning.

Av försöksresultaten att döma och med hänsyn tagen till de vid försöken rådande betingelserna kan följande sammanfattande slutsatser dragas:

Brand underifrån

Vid normalbrand under takkonstruktionen ifråga erhålles icke antändning av ovanförliggande papptäckning inom 15 min under förutsättning att takets kanter har ett ur brandteknisk synpunkt lämpligt utförande.

Brand ovanifrån

Vid brand ovanifrån - flygbrandprovning enligt den i Sverige normerade metoden - erhålles ingen antändning eller brandspridning utefter takytan, därest takpappen är av typ, som ur brandteknisk synpunkt är minst likvärdig med den, vilken använts vid ifrågavarande försök.

4.4 Försöksserie 1966 med plåttak isolerade med cellplast och kork P

Provmaterial

Stålplåt av typ QDA/1 från Robertson Nordisk AB, Stockholm
5 cm tjock kork, typ P av Isolerings AB WMB's fabrikat
5 cm tjock styrencellplast, normal kvalitet.

Provningsanordning

Den använda provningsanordningen var så utförd att vind-
hastigheten ovan tak kunde varieras.

Undersökningsresultat

Sammanlagt utfördes 4 försök varav 2 stycken med en 15 cm
bred sektionering av obrännbart material.

Försök 1 P-kork

vindhastighet 5 m/s
ingen sektionering

Försök 2 Styrencellplast

vindhastighet 1 o 5 m/s
sektionering av obrännbart material

Försök 3 Styrencellplast

vindhastighet 5 m/s
sektionering av obrännbart material

Försök 4 Styrencellplast

vindhastighet 1 o 5 m/s
ingen sektionering

Följande brandspridningshastigheter kunde noteras

osektionerat och vindhastighet 5 m/s

korkisolerat 0.1 m/min

cellplastisolerat 2.0 m/min

Sektionerat och vindhastighet 5 m/s

cellplastisolerat 0.5-0.6 m/min

Resultat av försöksserien ledde till att Kungl byggnadsstyrelsen gav tillstånd att använda P-kork för isolering av stålplåttak i stället för F-kork med undantag för lokaler med extremt hög brandbelastning och lokaler med stor risk för brandspridning till intilliggande byggnader.

5. EGNA UNDERSÖKNINGAR

5.1 Allmänt, brandpåverkan och temperaturförlopp

Lätta takkonstruktioner bestående av trapetskorrugerad stålplåt med ovanpåliggande värmeisolering samt tätskikt av konventionell papptäckning har under senare år kommit att uppmärksammas allt mer. Svenska Brandförsvarsföreningen har i samarbete med laboratoriet för brandteknik vid statens provningsanstalt bedrivit undersökningar rörande lätta takkonstruktioner. Man har velat komma fram till någon form av kriterier (gränser) för att kunna bedöma skadekänsligheten och därmed kunna placera konstruktionen i en försäkringsmässigt "rätt" klass.

För industri-, lager- och hallbyggnader kan lätta tak ofta ge en bättre lösning jämfört med många andra metoder. Ungefär 80 % av taken till dessa byggnader byggs för närvarande i plåt. Vikten hos ett lätt tak inklusive isolering och papptäckning är av storleksordningen 20-30 kg per m^2 - jämförelsesiffra för tunga tak 120-160 kg per m^2 - beroende på isoleringens volymvikt. Detta innebär en relativt liten belastning på bärande stomme och undergrund vilket alltid är en fördel och ibland av helt avgörande betydelse t ex när grundförhållandena är dåliga. Detta har lett till att även i andra typer av byggnader, där tidigare tunga tak varit vanliga, nu används lätta tak i allt större omfattning, t ex skolor, sjukhus, kontor etc. Genom bättre isolerförmåga - jämfört med tunga tak - är det möjligt att sänka uppvärmningskostnaderna, vilket kommit att spela en allt större roll.

Som isolering används en rad olika material som alla har ett gemensamt, det har en låg volymvikt. Materialen skiljer sig dock från varandra på en väsentlig punkt, de är brännbara eller icke brännbara. Av de brännbara materialen är det framför allt cellplast eller cellplast i kombination med något annat material, typ sandwichelement, som väckt uppmärksamhet och brandtekniskt lett till problem.

Då skadorna på lätta takkonstruktioner ofta blir kostsamma i förhållande till omfattningen har vid försöken så noggranna bestäm-

ningar som varit möjligt gjorts vad det gäller spridningen inne i elementet, droppbildningen, synliga deformationer och klistrets inverkan. Vidare har faktorer som brandbelastning, rökutveckling och deformationer beaktats.

Försöksserien omfattade totalt 7 st försök med taktäckning (där sådan fanns) av papp och ett försök med aluminium som taktäckning.

Eldkällan som varit densamma i samtliga försök var avsedd att representera vad man i dagligt tal menar med "måttlig brand". Maxtemperaturerna i brandrummet varierade mellan 650-800 °C.

5.2 Försöks uppläggnig

5.21 Eldkälla

I den lägre delen av provhuset placerades 3 st vedstaplar med en sammanlagd torrsvikt av ca 160 kg. Vedstaplarna utgjordes av furuvirke med dimensionerna 50x50x500 mm. Virket torkades ett dygn före försöket i 60 °C och togs ut ca 1 timme före försöksstart. Staplarna byggdes upp med två bitar i undre skiftet och därefter 6 bitar i de 13 därefter följande skiften. Viktfördelningen framgår av diagram. 5.21 och placeringen av bilaga 5.22 a. Under respektive vedstapel placerades en plåt med uppvikta kanter. På varje plåt hälldes 2.0 l T-sprit. Denna eldkälla motsvarar ungefär 25 Mcal per m² total omslutningsyta räknat på en basyta av 2,1x2,1 m². Branden fick utvecklas fritt och de tre vedstaplarna ramlade i samtliga fall efter ca 20-25 minuter. Elden fick sedan självslockna.

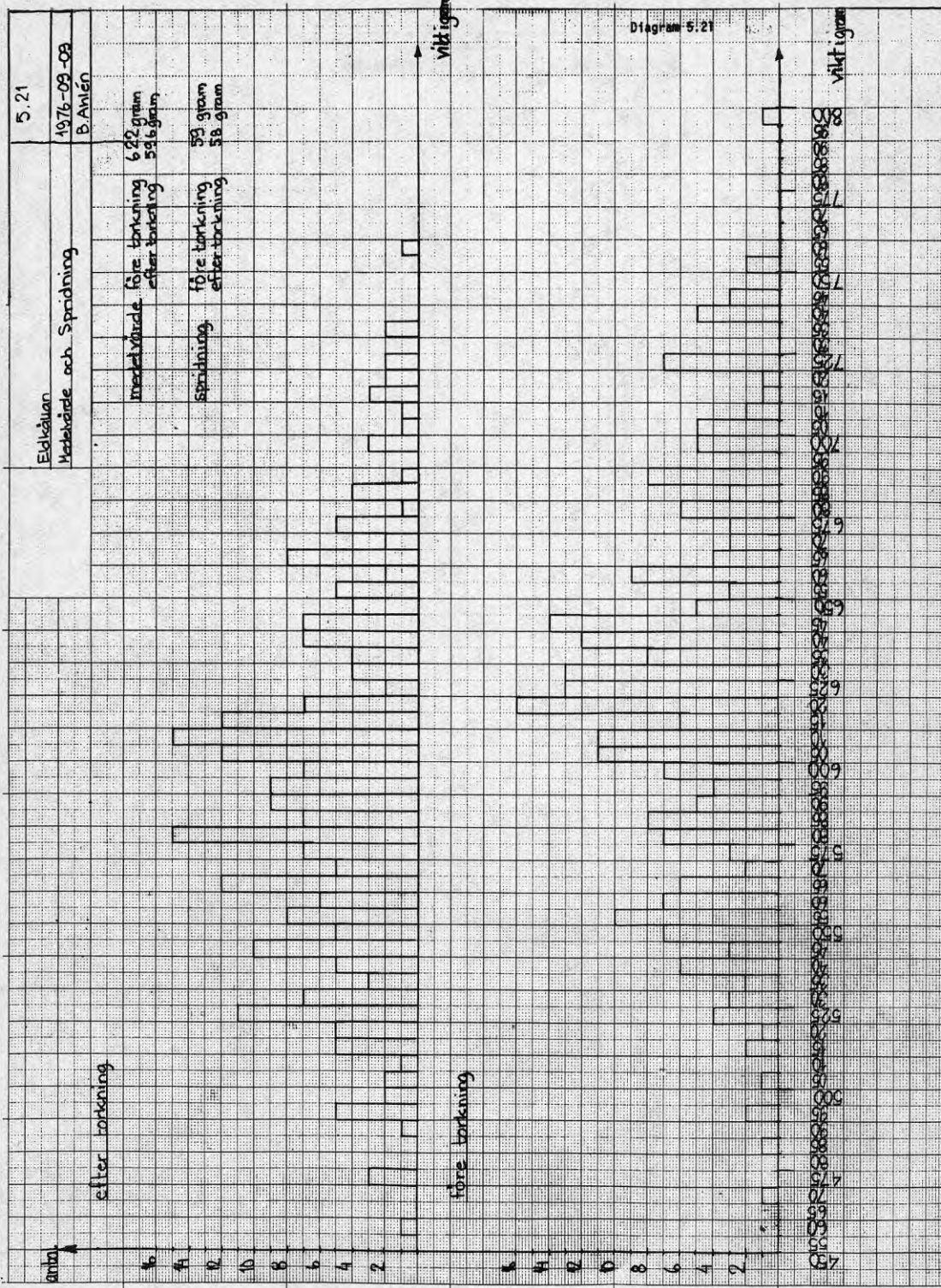
5.22 Beskrivning av försöksbyggnaden

Provhuset uppfördes av mursten i lättbetong med densiteten 500 kg/m³ och sammanfogades med låsbrickor. Husets planmått var bredd 2.4 m, längd 9,6 m. Höjden varierade mellan 2,5 m och 2.98 m. Genom höjdskillnaden fick taket en lutning av 5 %. För detaljmått se bilaga 5.22 a, b.

De båda kortsidorna hade ventilationsöppningar av varierande storlek se bilaga 5.22 c.

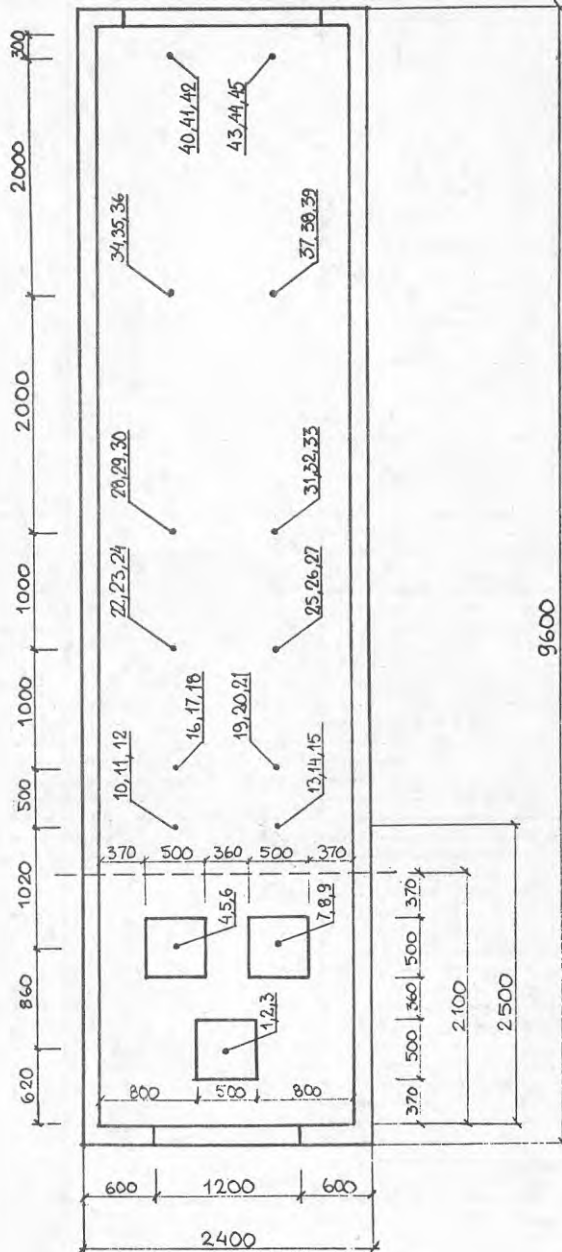
Huset vilade direkt på ett extra brandhårdigt golv.

För att öka stabiliteten stagades huset med träplank på ca 1 m bredd på båda långsidorna.



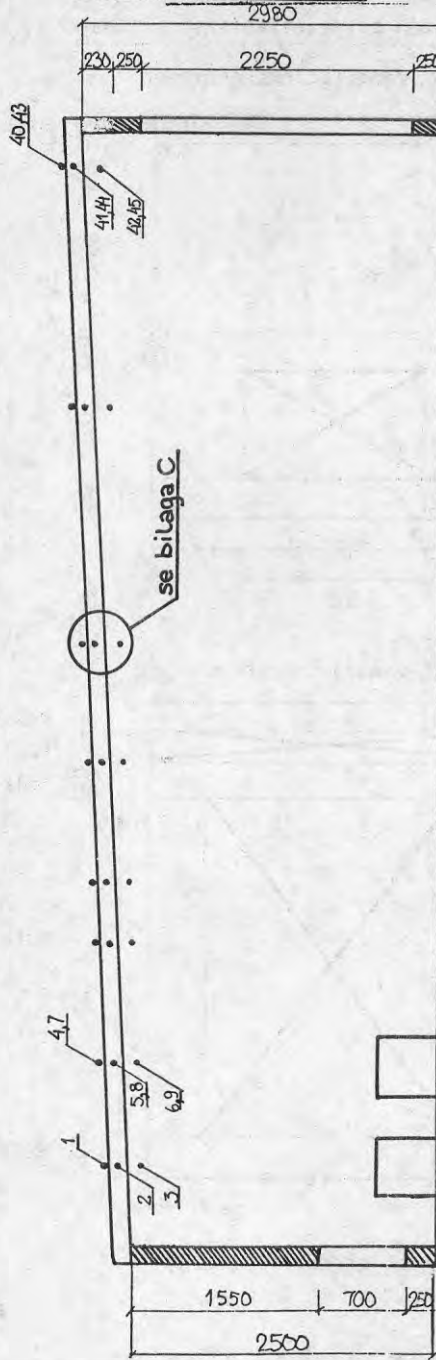
Försöksbyggnadens detaljmått

Bilaga 5.22 a



Försöksbyggnadens detaljmätt

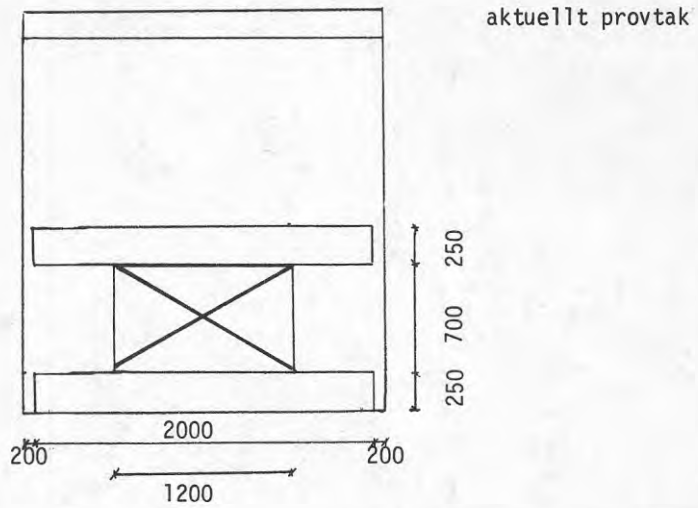
TAKETS LUTNING 5cm/m ; 5%



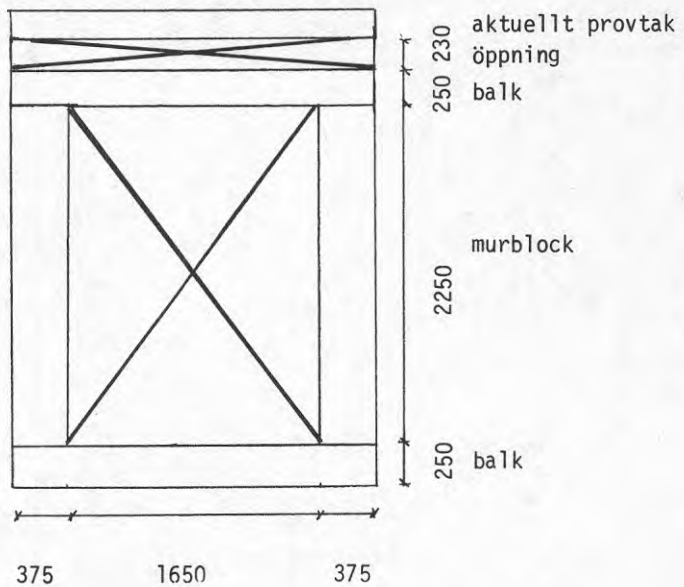
Bilaga 5.22 b

Placering och dimension av ventilationsöppningar

"Lilla" ventilationsöppningen



"Stora" ventilationsöppningen

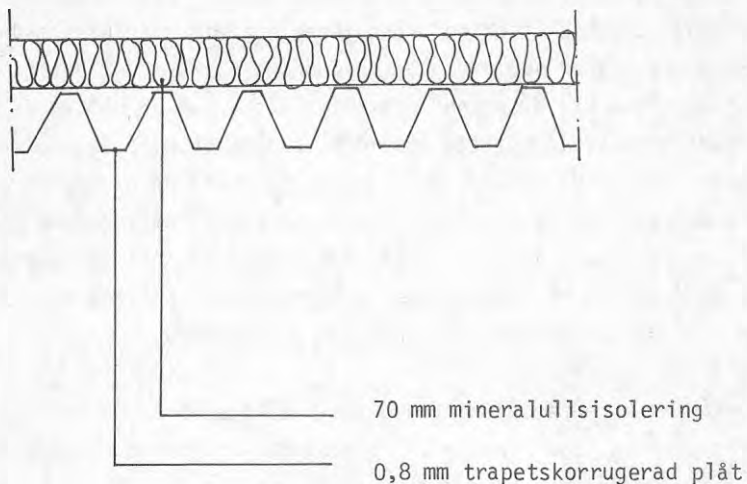


5.23 Beskrivning av provtaken

Bakgrunden till valet av konstruktiv utformning för provtaken 1 - 7 har primärt varit att få konstruktioner representativa för de olika försäkringstekniska klasserna enligt FSAB:s "Regler för byggnadsklassificering". Härutöver har eftersträvats sådana takkonstruktioner som har stor användning såväl i det befintliga beståndet som vid nybyggnad. Samtliga dessa tak är uppbyggda som utvändigt isolerade plåttak där den trapetskorrugerade, galvaniserade stålplåten nitades med "poppnit" c/c 450 mm och monterades på provhuset. Därefter lades aktuell isolering ut varefter pappen klistrades i hela våder i takets längdriktning. Det eftersträvades genomgående ett montagesätt och en läggningsteknik som så nära som möjligt motsvarade förhållandena i praktiken.

Provtak nr 8 representerar en principiellt annorlunda typ av isolerat plåttak. Som framgår av inledningen ligger försöket med detta tak utanför det ursprungliga programmet och har helt finansierats av tillverkaren Frigoscandia Contracting AB (FSC). Det har medtagits i denna redovisning för jämförelsens skull och som exempel på en "icke konventionell" konstruktion. Taket är uppbyggt som en sandwich-konstruktion med invändigt trapetskorrugerad, målad stålplåt, utvändigt specialprofilerad aluminiumplåt och däremellan platsskummad polyisocyanurat skum som genom vidhäftning mot plåtarna ger konstruktionen erforderlig styvhet och bärförmåga. Taken levererades som element med byggbredden 1200 mm och monterades på provhuset av FSC:s personal.

I tabell 5.23 redovisas materialdata och -egenskaper för försöken 2, 3, 5 och 7.

Försök nr 1 Kalibreringsförsök

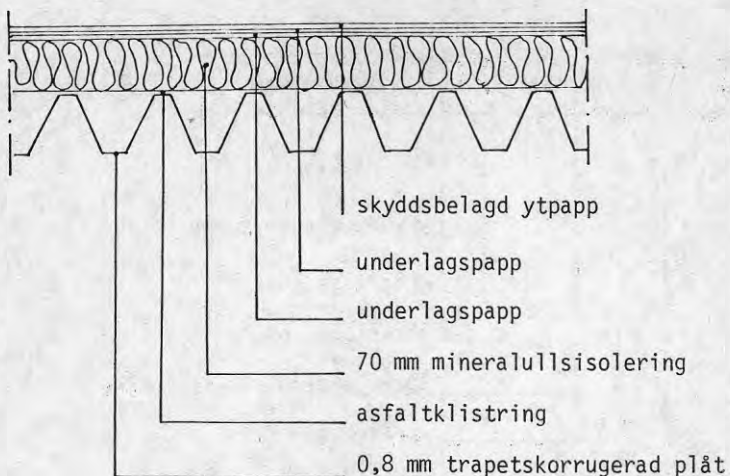
Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA
Mineralullsisolering 70 mm, Gullfiber 3094

Försöket utfördes utan klistering och taktäckning

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isoleringen lades på och termoelementen monterades. För att undvika en eventuell lyftning av isoleringsskivorna direkt ovanför eldkällan lades 2 st I-profiler som tyngd. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in.

Försök nr 2



Samtliga pappskikt klustrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Mineralullsisolering 70 mm, Gullfiber 3094

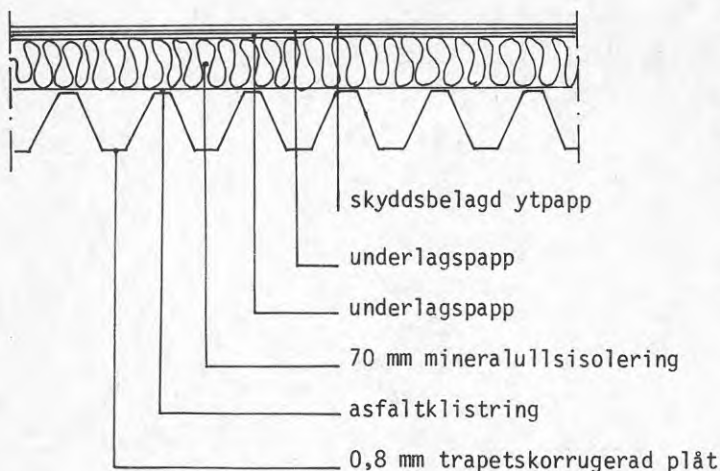
Klustrad mot plåten med varmasfalt

2-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isoleringsskivorna liksom plåtprofilen ströks med varmasfalt (för att öka vidhäftningen) innan sammanfogningen. Pappen klustrades i hela våder i takets längdriktning, varefter termoelementen monterades. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in och längs takets ytterkanter spikades på ovasidan en tunn plåt för att undvika att pappen fläcktes upp.

Försök nr 3



Samtliga pappskikt klustrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Mineralullsisolering 70 mm, Rockwool 341

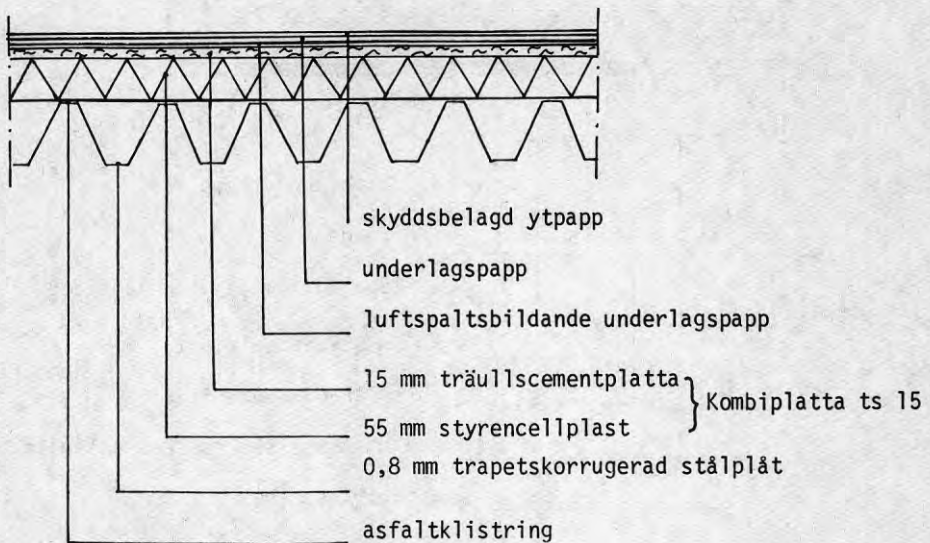
Klustrad mot plåten med varmasfalt

2-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isolerings-skivorna liksom plåtprofilerna ströks med varmasfalt (för att öka vidhäftningen) innan sammanfogningen. Pappen klustrades i hela våder i takets längdriktning. Profiler-na tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in och en Γ -formad plåt fästes runt för att hålla tätningen på plats.

Försök nr 4



Samtliga pappskikt klistrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Styrencellplastisolering 55 mm } kombiplatta ts 15, T-platta
 Träullscementplatta 15 mm

Klistrad mot plåten med varmasfalt

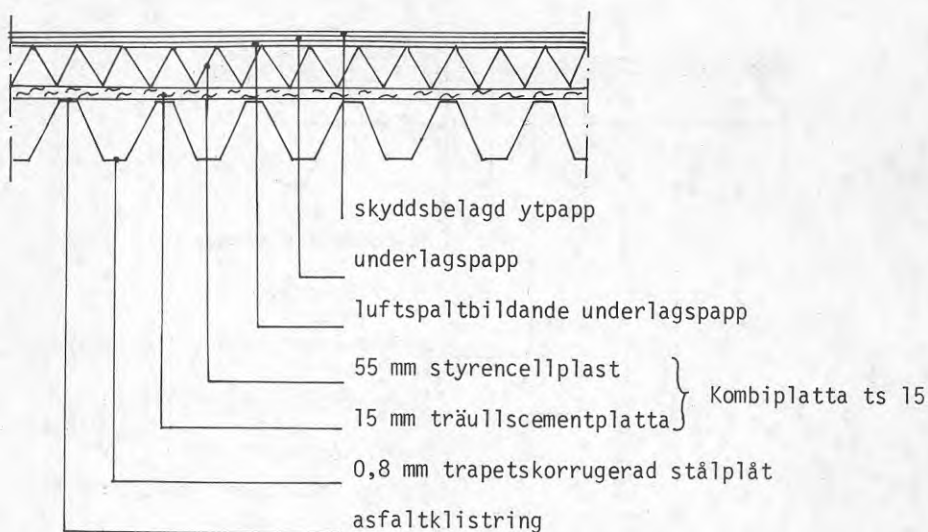
1-lag ICOPAL polyventilag YAM 1200/50-Sp luftspaltsbildande

1-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Kombiplattan ströks med asfalt (cellplastsidan) och lades på de ostrukna plåtprofilerna. Pappen klistrades i hela våder i takets längdriktning, varefter termoelementen monterades. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in och Γ -formad plåt fästes runt för att hålla tätningen på plats.

Försök nr 5



Samtliga pappskikt klistrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Träullscementplatta 15 mm

Styrencellplastisolering 55 mm

} kombiplatta ts 15, T-plattan

Klitrast mot plåten med varmasfalt

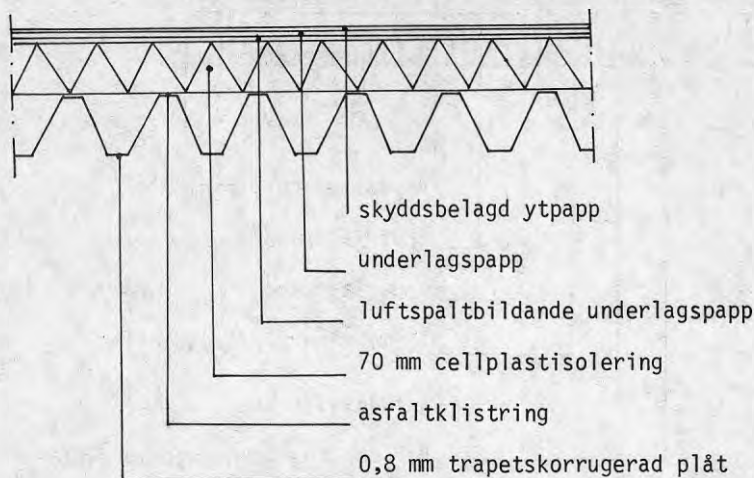
1-lag ICOPAL polyventilag YAM 1200/50-Sp luftspaltbildande

1-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Kombiplattan ströks med varmasfalt (träullscementsidan) och lades på de ostrukna plåtprofilerna. Pappen klitrades punktvis i hela våder i takets längdriktning varefter termoelementen monterades. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in och en Γ -formad plåt fästes runt för att hålla tätningen på plats.

Försök nr 6



Samtliga pappskikt klustrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Cellplastisolering 70 mm, Gullfiber Styrolit

Klustrad mot plåten med varmasfalt

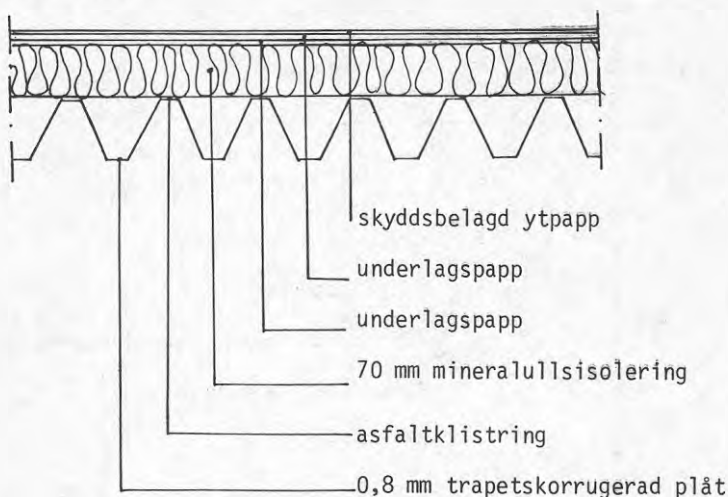
1-lag ICOPAL polyventilag YAM 1200/50-Sp luftspaltbildande

1-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isoleringsskivorna lades ostrukna på de strukna plåtprofilerna. Pappen klustrades punktvis i hela våder i takets längdriktning varefter termoelementen monterades. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm en och en Γ -formad plåt fästes runt för att hålla tätningen på plats.

Försök nr 7



Samtliga pappskikt klistrades med varmasfalt

Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

Trapetskorrugerad stålplåt med tjockleken 0,8 mm, NJA

Mineralullsisolering 70 mm, Gullfiber 3094

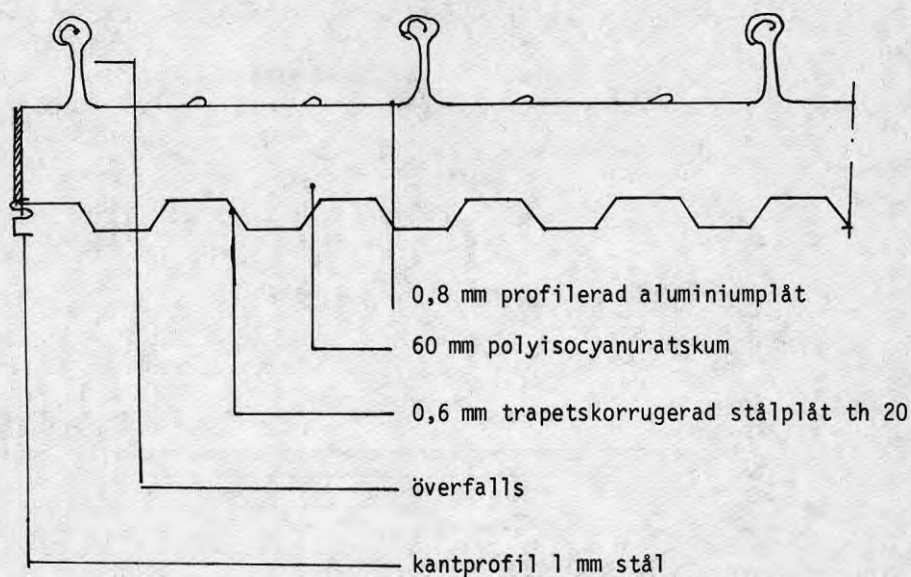
Klistrad mot plåten med varmasfalt

2-lag ICOPAL Micoral YAM 1200/50 underlagspapp

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

Plåten nitades ihop och monterades på provhuset. Isoleringskivorna liksom plåtprofilen ströks med varmasfalt (för att öka vidhäftningen) innan sammanfogningen. Pappens klistrades i hela våder i takets längdriktning, varefter termoelementen monterades. Profilerna tätades med lös mineralull ca 5-8 cm in och Γ -formad plåt fästes runt för att hålla tätningen på plats.

Försök nr 8 Frigoscandia



Takelementets uppbyggnad inifrån räknat:

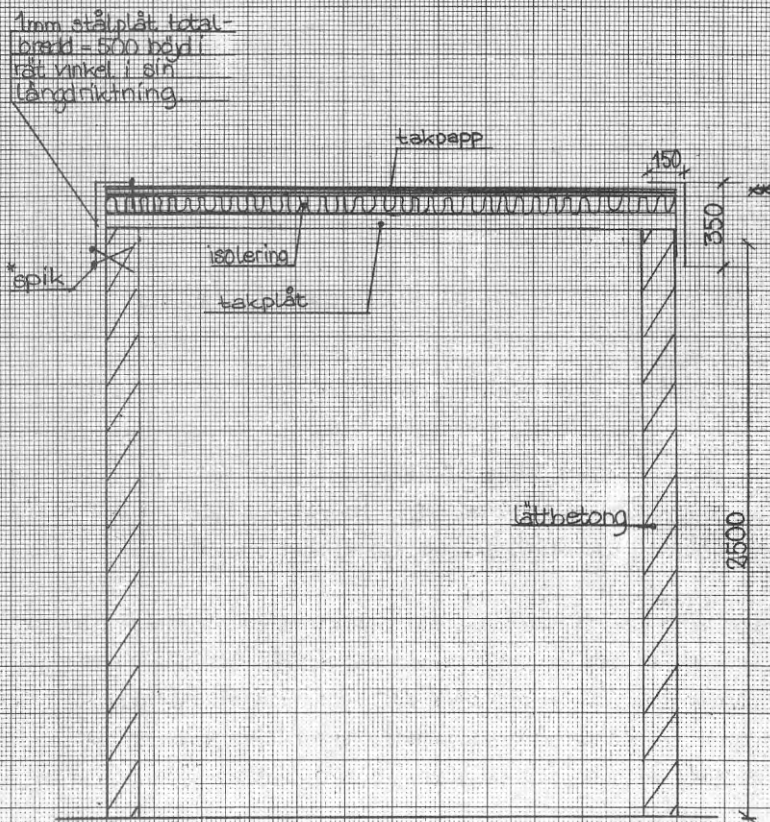
Trapetskorrugerad lackerad (30μ) stålplåt med tjockleken 0,6 mm
 Polyisocyanuratskum 60 mm (MDI, Polyoler samt R 11 och R 12)
 profilerad aluminiumplåt med tjockleken 0,8 mm

Panelerna var tillverkade som sandwichelement och bestod av två ytskikt och mellanliggande isolering. Stålplåten var skarvad med popnitar respektive självgångande plåtskruvar. Isolereringen bestod av polyisocyanurat som tillverkats enligt frothing metoden och skummats in situ mellan övre och undre plåtskiktet.

Panelerna sammanfogades dels genom att den övre aluminiumplåten tillslöts av en elektrisk zip-maskin, dels genom att den undre kantförstyvningsprofilen fästes med en klammer.

KANTPLÅTARNAS INFÄSTNING

BILAGA 5.23
1976-07-02
P. Assmark.



* spiken placeras vid plåtarnas ändar och på 9/10 ca 500mm

** Plåtarna överlappande varandra med minst 5-10mm

Samtliga kanaler längs längsidorna tätas som tidigare med lös-
ull innan sidoplåtarna sättes på plats

Materialdata och -egenskaper

Försök nr Material prov märkt	Format b x l x h mm	Vikt g	Densitet, kg l m ³		Torkning 105 °C		Glödning, 600 °C		Glödning, 600 °C vikt- för l. g	Glödning, 600 °C vikt- för l. g	Glödning, 600 °C delpr medelv
			delpr	medelv	tork- vikt- g	vikt- för l. g	delpr	medelv			
Nr 2											
Gullfiber 1	101x100x72,3	98,7	135,2		98,4	0,3	0,3	86,2	12,2	12	
2	101x100x70,6	96,2	134,9	136,3	95,8	0,4	0,4	84,9	10,9	11	12
före	3 101x101x70,9	101,2	139,9		100,8	0,4	0,4	88,8	12,0	12	
Nr 2											
Gullfiber 6	100x100x71,7	112,1	156,3		111,8	0,3	0,3	82,1	29,7	27	
7	100x100x71,0	118,9	167,5	160,6	118,6	0,3	0,3	88,0	30,6	26	27
efter	8 100x101x71,8	114,5	157,9		114,2	0,3	0,3	83,9	30,3	27	
Nr 3											
Rockwool 11	100x101x68,7	138,9	200,2		138,7	0,2	0,1	134,2	4,5	3	
12	101x100x67,0	146,0	215,8	211,4	145,9	0,1	0,1	141,1	4,8	3	3
före	13 101x101x67,3	149,7	218,1		149,5	0,2	0,1	143,8	5,7	4	
Nr 3											
Rockwool 16	100x100x68,4	137,6	201,2		137,5	0,1	0,1	112,6	24,9	18	
17	100x100x66,6	118,8	178,4	195,0	118,6	0,2	0,2	109,4	9,2	8	11
18	100x100x66,7	137,0	205,4		136,9	0,1	0,1	115,8	11,1	8	

Tabell 5.23

Materialdata och -egenskaper

Försök nr Material prov märkt	Format b x l x h mm	Vikt g	Densitet, kg l m ³		Torkning 105 °C		fuktkvot %		Glödning, 600 °C			
			delp delpr	medelv	tork- vikt.g	vikt- förl. g	delp delpr	medelv	glödg. vikt. g	vikt- förl. g	Glödg.-förl.% medelv	
Nr 5												
T-platta 21	100x100x57,4	78,7	137,1		72,2	6,5	9,0		44,6	27,6	38	
	22 101x100x57,4	71,7	123,7	135,5	66,0	5,7	8,6	9,3	40,5	25,5	39	37
före	23 100x100x57,6	84,0	145,8		76,8	7,8	10,2		50,7	26,1	34	
Nr 5												
T-platta 26	105x100x59,7	84,4	134,6		82,7	1,7	2,0		38,6	44,1	53	
	27 100x100x61,6	87,1	141,4	140,7	85,2	1,9	2,2	2,4	41,6	43,6	51	52
efter	28 100x100x61,8	90,2	146,0		87,5	2,7	3,0		43,2	44,2	51	
Nr 7												
Gullfiber 31	100x100x73,2	107,6	147,0		107,2	0,4	0,4		79,2	28,0	26	
	32 100x100x73,7	102,9	139,6	145,5	102,4	0,5	0,5	0,5	79,0	23,4	23	25
före	33 100x100x72,5	108,7	149,9		108,2	0,5	0,5		80,7	27,5	25	
Nr 7												
Gullfiber 36	100x97x71,4	68,3	98,6		68,0	0,3	0,4		60,7	7,3	11	
	37 101x96x76,6	75,7	101,9	103,5	75,0	0,7	0,9	0,7	67,8	7,2	10	10
efter	38 99x96x73,4	76,7	109,9		76,2	0,5	0,7		68,5	7,7	10	

Tabell 5.23

5.231 Asfaltmängd

Den mängd asfalt som används för klistring av isolering resp takpapp i lätta takkonstruktioner har varit föremål för otaliga diskussioner.

Man har två motstridiga krav att tillgodose, dels måste asfaltmängden vara så stor att den motstår vindsug och risken för avblåsning, dels skall den ur brandsynpunkt vara så liten som möjligt. En rekommenderad siffra enligt AMA är 1.0 kg/m^2 som dock får ses som ganska orealistisk. För att få en så verklighetstrogen "klistring" som möjligt har takläggningen, d v s klistring av isolering och papp, gjorts av fackman.

Försök gjordes också att bestämma asfaltmängden i några av försöken. En 1 m lång och 10 cm bred remsa skars ut ur det klistrade taket och vägdes. Som underlag för en uppskattning av den rena klistermängden vägdes motsvarande papplager utan klister. Resultaten framgår av tabell 5.231.

Provtagningen gjordes efter avslutat prov vilket medförde att prov kunde tas endast i de försök som hade oskadade sektioner.

I tabell 5.231 anges som jämförelse motsvarande värde för Elektrolux-branden i Mariestad 1975-04-25. Man skall här komma ihåg att papptäckningen bestod av endast 2-lager och att beräkningen har gjorts utgående från montageanvisningar utan hänsyn till avvikelser vid taktäckningen.

*Avser mängd klister per m^2 och papplag
För plåt/isolering anges inget värde.

Asfaltmängder

Försök nr 2

70 mm Gullfiber 3094
3-lags papptäckning

pappen:

vikt före klistring 796 g

vikt efter klistring 1290 g

1x0,1 m² 494 g

4,94 kg/m²

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring 5826 g

skivans vikt efter klistring 6746 g

1x0,6 m² 920 g

1,53 kg/m²

strykning på profilen uppskattat värde

0,5 kg/m²

Σ 6,97 kg/m²

≈ 7 kg/m²

Försök nr 3

70 mm Rockwool 341
3-lags papptäckning

pappen:

vikt före klistring 796 g

vikt efter klistring 1460 g

1x0,1 m² 664 g

6,64 kg/m²

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring 8251 g

skivans vikt efter klistring 9502 g

1x0,6 m² 1251 g

2,09 kg/m²

strykning på profilen uppskattat värde

0,5 kg/m²

Σ 9,23 kg/m²

≈ 9 kg/m²

Försök nr 4

70 mm kombiskiva cellplast nedåt
3-lags papptäckning

pappen:

I detta försök gick det inte att skilja pappen från träullscementplattan, varför ett medelvärde från försök nr 2 och nr 3 på mängden asfalt för klistring av pappen använts $5,79 \text{ kg/m}^2$

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring	7830 g		
skivans vikt efter klistring	<u>9253 g</u>		
	$1 \times 0,5 \text{ m}^2$	1383 g	$2,77 \text{ kg/m}^2$

strykning på profilen

—	$\sum 8,56 \text{ kg/m}^2$
	$\approx 8,5 \text{ kg/m}^2$

Försök nr 5

70 mm kombiskiva cellplast uppåt
3-lags papptäckning

pappen:

I detta försök gick det inte att skilja pappen från cellplasten varför ett medelvärde från försök nr 2 och nr 3 på mängden asfalt för klistring av pappen använts $5,79 \text{ kg/m}^2$

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring	7316 g		
skivans vikt efter klistring	<u>8490 g</u>		
	$1 \times 0,5 \text{ m}^2$	1174 g	$2,35 \text{ kg/m}^2$

strykning på profilen

—	$\sum 8,14 \text{ kg/m}^2$
	$\approx 8 \text{ kg/m}^2$

Försök nr 6

70 mm Gullfiber Styrolit
3-lags papptäckning

pappen:

Pappen var efter avslutat försök totalförstörd,
inget prov kunde tas, varför ett medelvärde
från försök nr 2 och nr 3 på mängd asfalt
för klistring av pappen använts $5,79 \text{ kg/m}^2$

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring	619 g		
skivans vikt efter klistring	<u>955 g</u>		
	$1 \times 0,5 \text{ m}^2$	336 g	$0,67 \text{ kg/m}^2$

strykning på profilen	—————	$\Sigma 6,46 \text{ kg/m}^2$
		$\approx 6,5 \text{ kg/m}^2$

Försök nr 7

70 mm Gullfiber 3094
3-lags papptäckning

pappen:

vikt före klistring	796 g		
vikt efter klistring	<u>1390 g</u>		
	$1 \times 0,1 \text{ m}^2$	594 g	$5,94 \text{ kg/m}^2$

isolering/plåt:

skivans vikt före klistring	5826 g		
skivans vikt efter klistring	<u>6754 g</u>		
	$1 \times 0,6 \text{ m}^2$	928 g	$1,54 \text{ kg/m}^2$

strykning på profilen uppskattat värde		$0,5 \text{ kg/m}^2$
		$\Sigma 7,98 \text{ kg/m}^2$
		$\approx 8 \text{ kg/m}^2$

Varierande asfaltmängd $6,5-9 \text{ kg/m}^2$

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

Elektrolux

70 mm mineralull

2-lags papptäckning

4,6 kg/m²

5.24 Placering av termoelement

Temperaturmätning skedde på 3 olika nivåer, i luftutrymmet närmast takets undersida, i isoleringen och på takets ovansida.

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. Genom pappen och ner i isoleringen till ungefär halva dess tjocklek borrades ett hål med diametern 3 mm, var i termoelementet (ChAl) placerades. Termoelementen hade oskyddade lödpunkter. Se bilaga 5.24 a, b.

För termoelementen i ovankant tak gällde att de fästes med en asbestbricka. Se bilaga 5.24 c.

Toleranser för termoelement och termoelementtråd

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

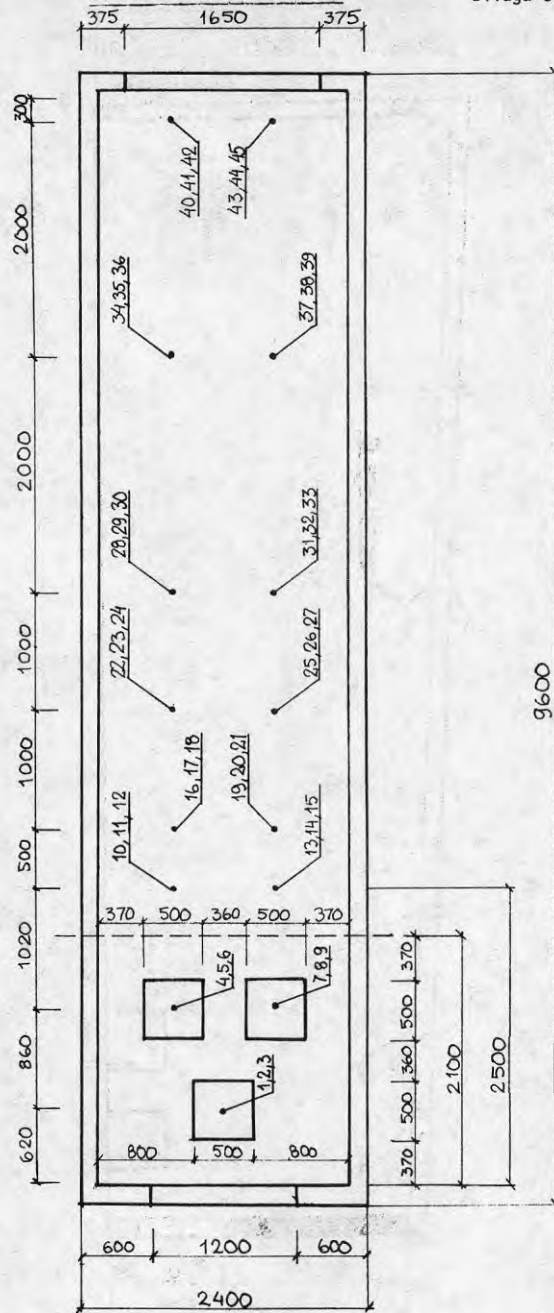
* procenttalet hänför sig till uppmätt temperatur

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

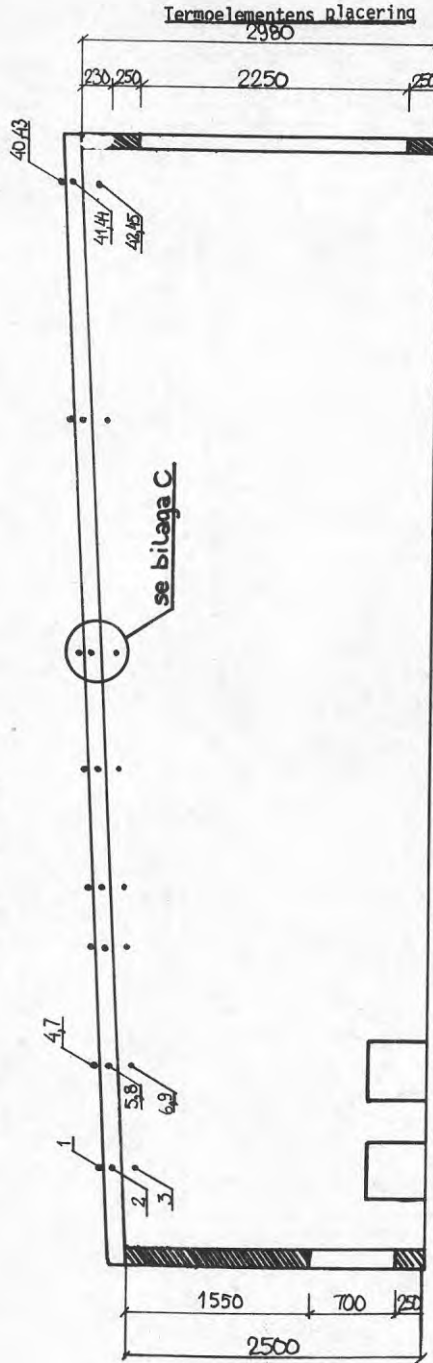
Temperaturmätningarnas numrering enligt bilaga 5.24 a har motsvarighet i figurbilagor, för nummer 1 - 9, 101 - 109, nummer 10 - 45, 110 - 145.

Termoelementens placering

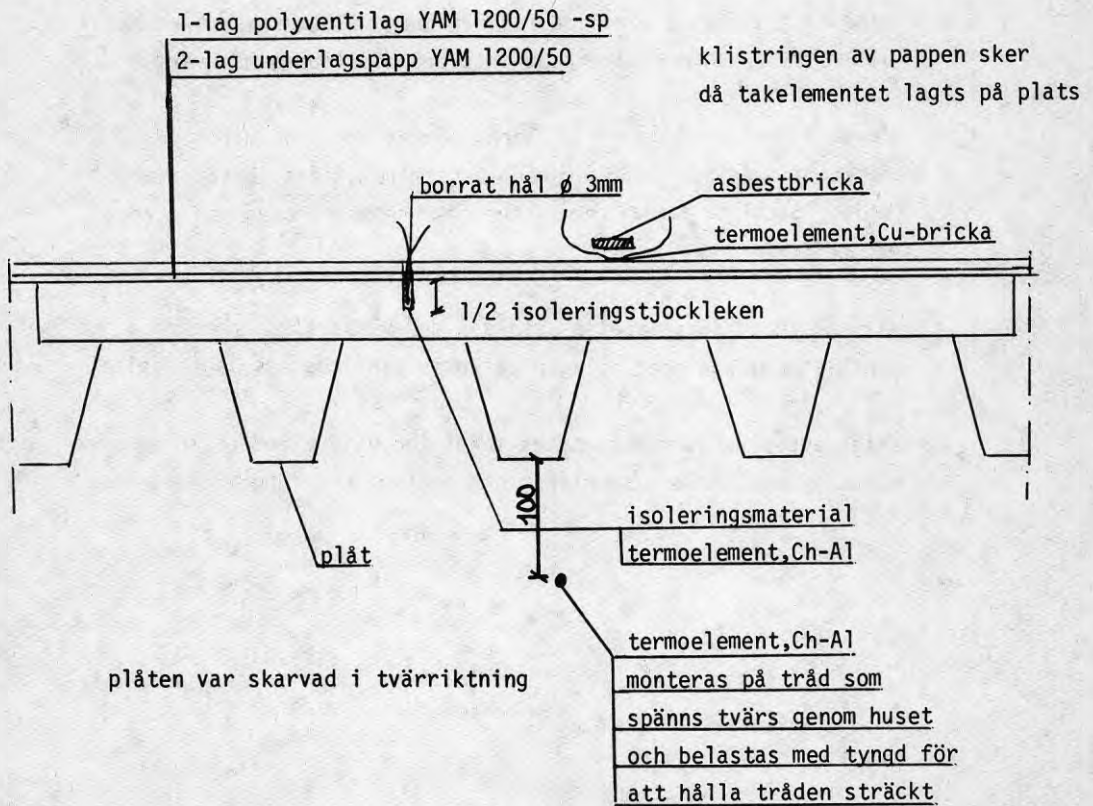
Bilaga 5.24 a



TAKETS LUTNING 5cm/1m ; 5%



Detalj över termoelementens infästning i isoleringen resp pappen



5.3 Försöksutförande

Då provtaken placerats på byggnaden med tvärgående plåtskarvning och termoelementen kopplats, kontrollerades med hjälp av dator att samtliga element fungerade.

T-spriten på plåtarna under vedstaplarna tändes samtidigt som dataloggen startades. Två-tre minuter efter försökets början startades provningshallens ventilationsfläktar och var sedan i gång ca 1 timme. I samtliga fall användes fläktarna enbart för att få ut röken och påverkade inte brandförloppet nämnvärt.

Temperaturerna på de tre nivåerna lästes av varje minut den första timmen och därefter var 10:de minut tills försöket avbröts. Samtliga temperaturavläsningar registrerades och skrevs ut av dator.

Mätning av vindhastigheten utfördes med varmtrådsanemometer i ventilationsöppningen belägen på kortsidan i husets lägre del.

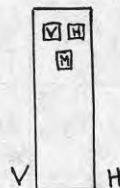
Efter avsväljande demonterades taket för vidare undersökning bl a mätning, smältzoners storlekar och spridningen inne i elementet.

5.4 Mätningar och iakttagelser under försöken

5.4.1 Försök nr 1

Gullfiber takskiva 3094 utan papptäckning

Brandprovning den 15/6 kl. 15.00



Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 2 min 30 s Rökutvecklingen började. Rök syntes genom isoleringen ovanför bålet.
- 3 min 20 s Rök syntes genom isoleringen ovanför eldkällorna.
- 5 min 15 s Lågorna hade nått ca 1/3 av takets längd inifrån sett.
- 7 min 00 s Rök syntes nu \approx 1/2 takets längd.
- 8 min 30 s Rökutvecklingen avtog något samtidigt som en viss missfärgning i skarvarna kunde ses.
- 20 min 00 s Höger brasa ramlade.
- 21 min 20 s Mittbrasan ramlade.
- 25 min 20 s Vänster brasa ramlade.
- 31 min 30 s Skivorna var nu tydligt missfärgade i kanterna och skarvarna t o m nr 23.
- 40 min 00 s Plåten hade invändigt synliga skador ca 1/3 räknat från eldkällorna.

Efter ca 1 1/2 h hade temperaturstegring i isoleringen erhållits längs 1/2 taket.

Efter ca 5 h hade temperaturstegring i isoleringen erhållits längs hela taket.

Skadebeskrivning

36	37	38	39
32	33	34	35
28	29	30	31
24	25	26	27
20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4	5	6	7
1	2	3	

Deformation av isoleringen

1-23 knapptsynlig deformation
varierande mellan 2-7 mm
enstaka punkter med 10 mm

28	29	30	31
24	25	26	27

24-31

Nr 24 = 40 mm Nr 28 = 60 mm

25 = 52 " 29 = 45 "

26 = 50 " 30 = 54 "

27 = 60 " 31 = 45 "

Ovanstående siffror anger det maximala värdet vilket uppmättes ungefär mitt i skivan. Utemot kanterna på skivan varierade värdet mellan 2-7 mm från maxvärdet.

32-39

knapptsynlig deformation enstaka punkter kunde mätas till 2-3 mm

Påverkan på isoleringen

Ovansidan: 1-19 missfärgning i samtliga skarvar

20-39 missfärgning i enstaka skarvar.

Undersidan: 1-19 isoleringens bindemedel bortbränt till ett djup av 5-7 mm

20-27 isoleringens bindemedel bortbränt till ett djup av 5-7 mm fr o m 24 synlig deformation

28-39 endast en svag missfärgning

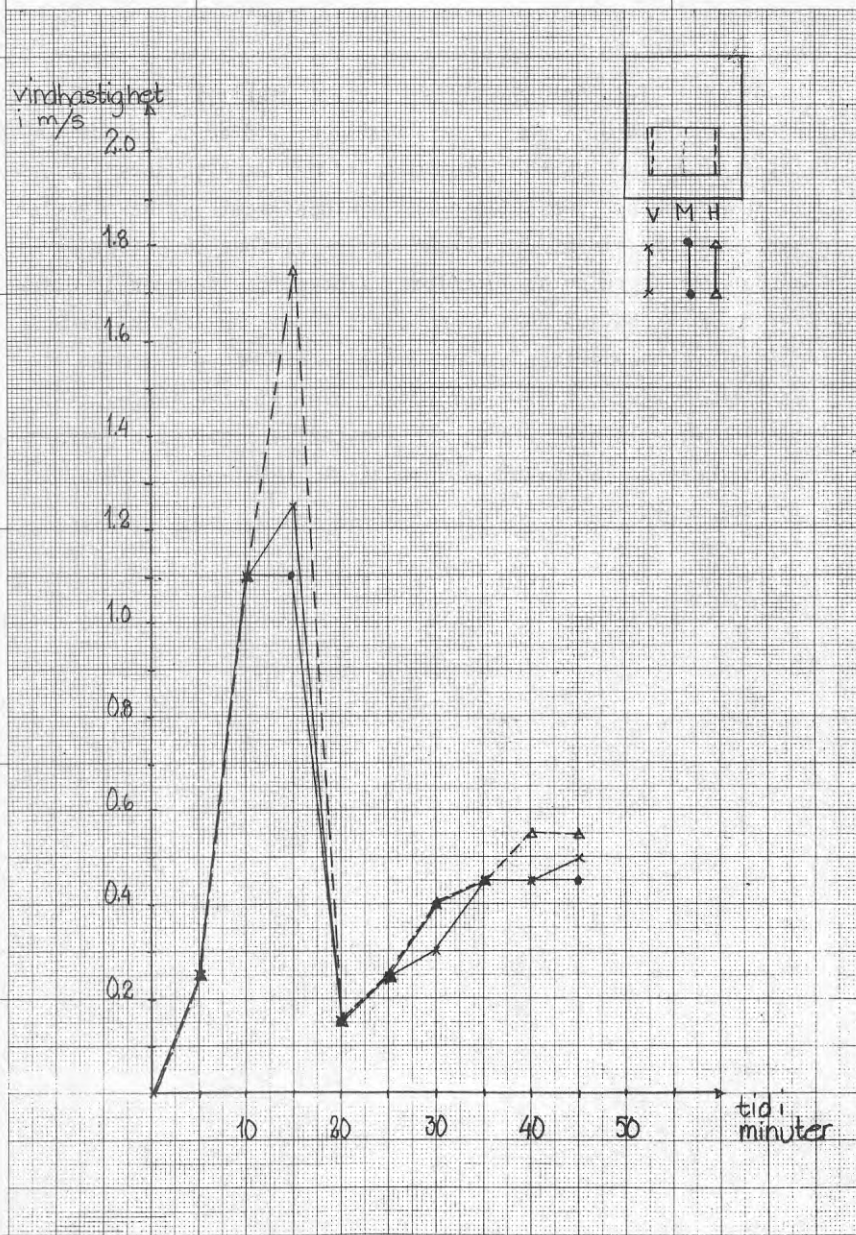
Påverkan på plåten

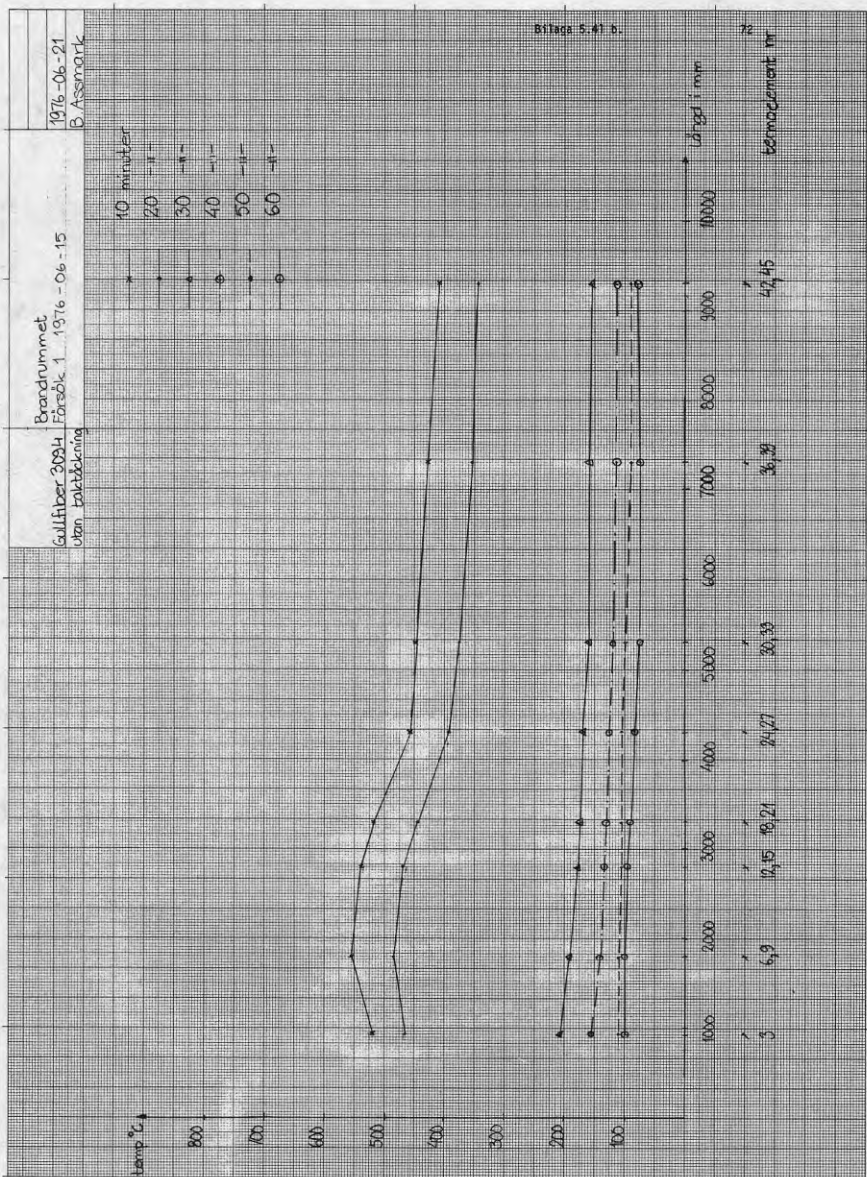
På den sida som varit vänd mot brandrummet hade galvaniseringen försvunnit på en längd av 4.5 m räknat från eldkällan.

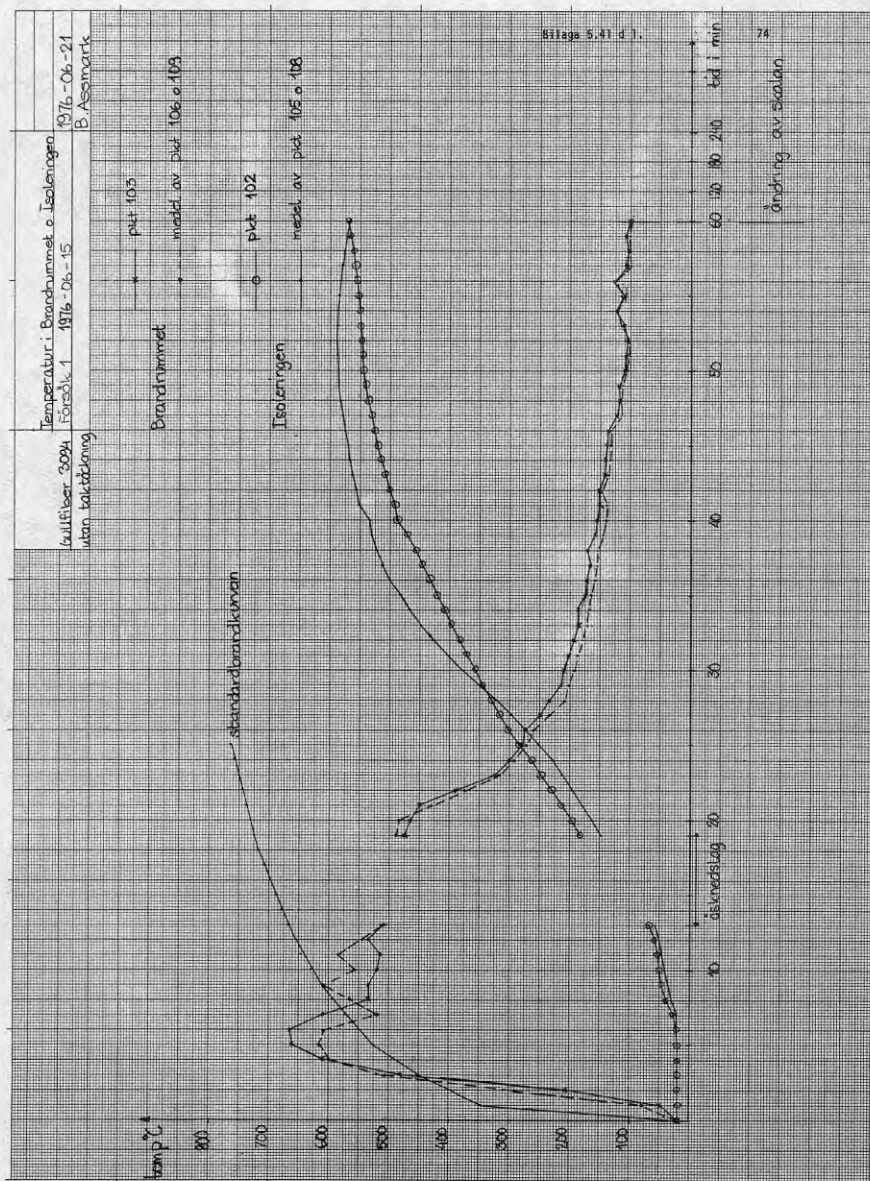
Lufttillförsel

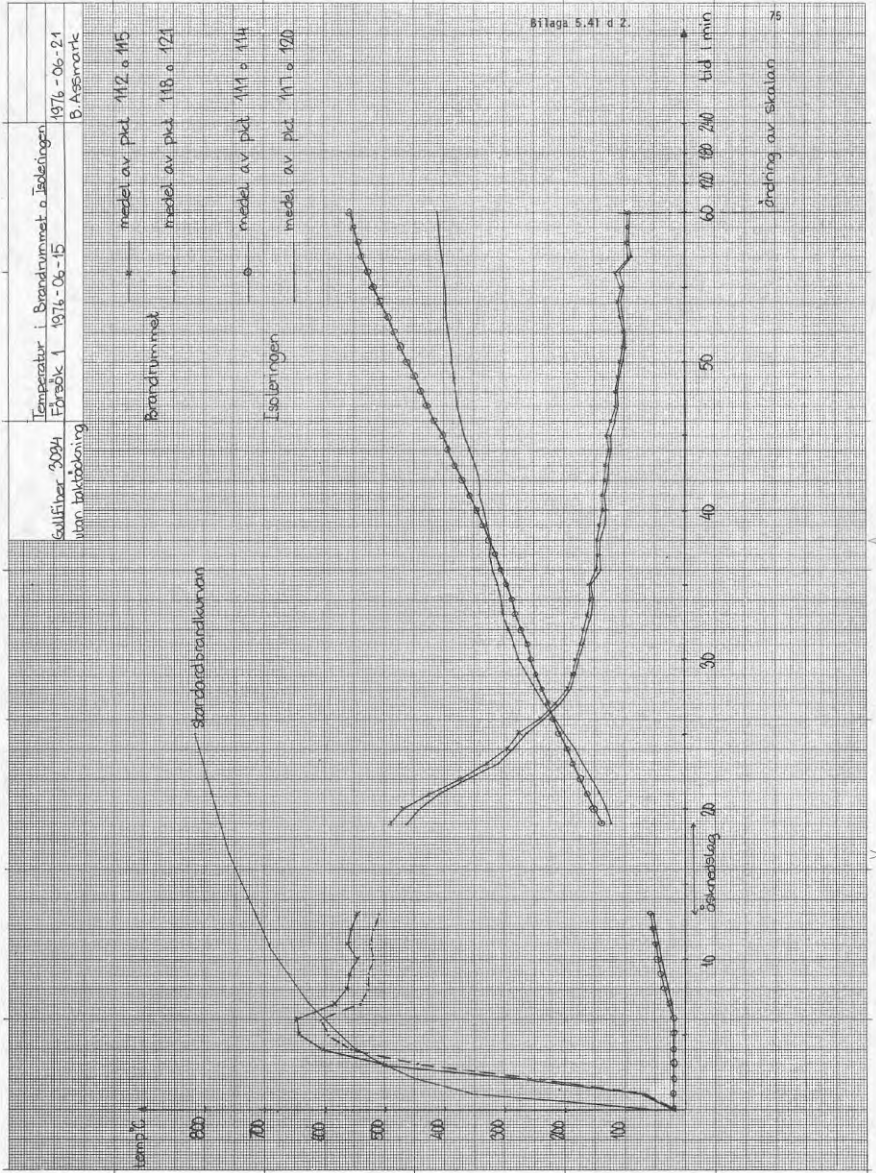
Som framgår av beskrivningen av försöksbyggnaden (avsnitt 5.22) tillfördes förbränningsluften huvudsakligen genom en öppning i byggnadens bakre gavelvägg. På grund av byggnadens placering kunde antas att försökshallens kraftiga ventilationssystem påverkade luftströmningen genom öppningen. Vid de inledande försöken studerades därför genom mätning med varmtrådsanemometer lufthastighetens variation över öppningen samt hur hastigheten varierade med tiden. Vid försök nr 1 - då inga särskilda åtgärder för styrning av luftflödet vidtagits - framgår de observerade hastighetsvärdena av bilaga 5.41 a. Med ledning av dessa mätningar arrangerades plåtar intill ventilationssystemet på ett sådant sätt att dels luftflödet blev jämnare fördelat över öppningen, dels blev flödet mer konstant i tiden. Vid de fortsatta försöken låg samtliga uppmätta lufthastighetsvärden i området 0.2-0.4 m/s.

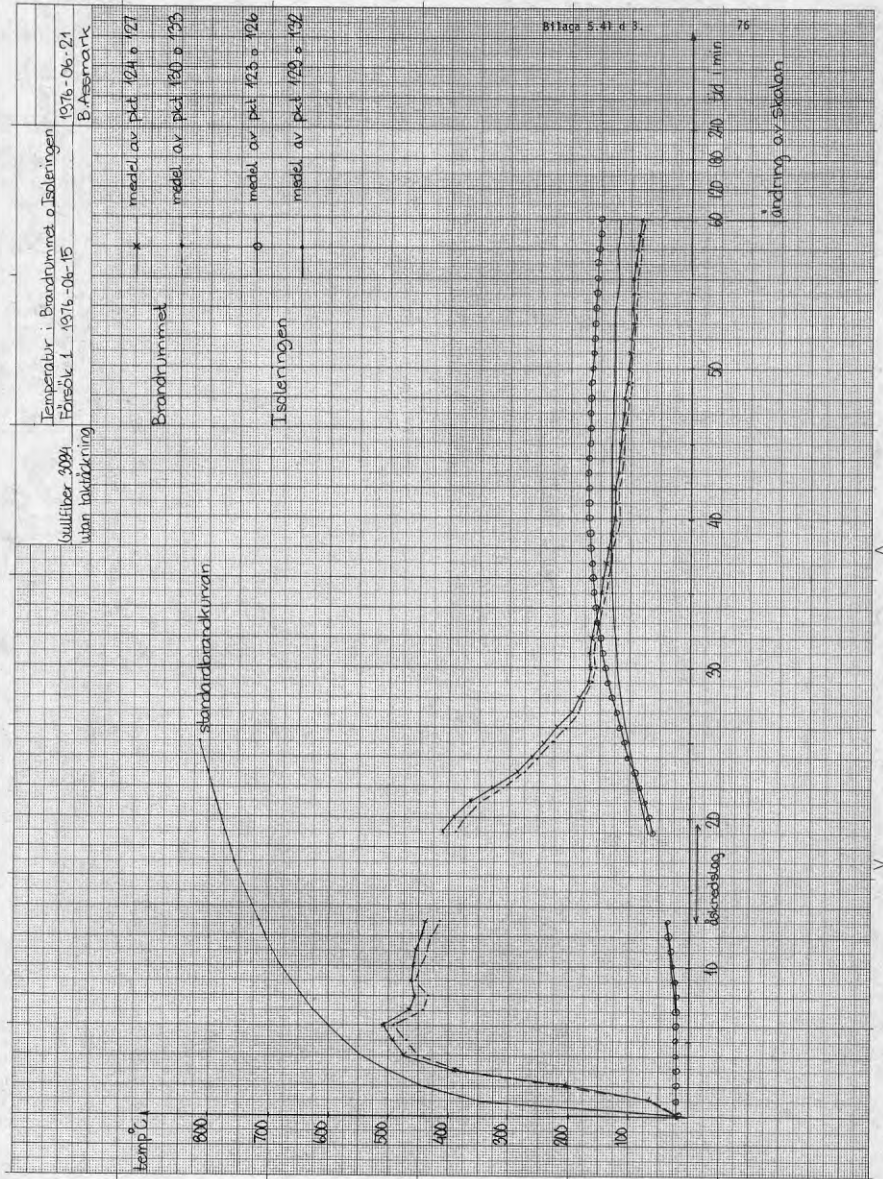
Försök 1	Vindhastigheten mätt vid ventila- tionsöppningen närmast eldkällan	BILAGA 5.41a. 1976-06-15 B. Assmark
----------	---	---

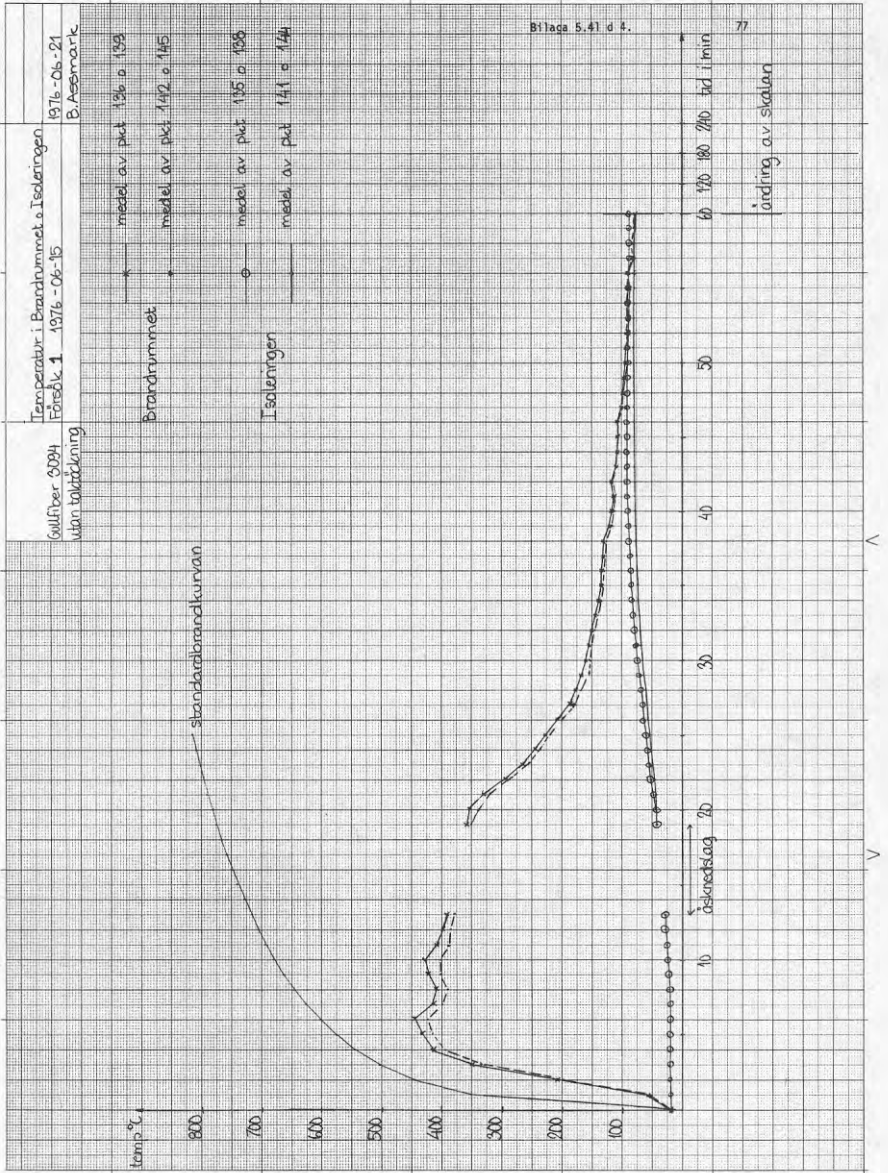


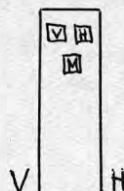








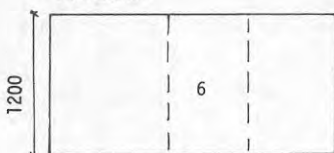


5.42 Försök nr 2Gullfiber takskiva 3094 med papptäckningBrandprovning den 23/6 kl. 13.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 2 min 00 s Rökutveckling längs taket bakåt.
- 3 min 00 s En knall hördes och den lösa mineralullstättningen från 9:e - 12:e profilbotten "puffade" ut på höger sida på en längd av ca 3 m.
- 4 min 00 s En ny knall på vänster sida 3:e - 7:e profilbotten och elden slog ut på ca 3 m:s längd.
- 4 min 30 s Lågorna hade fäste i takpappen på ovasidan.
- 7 min 00 s Det brann ganska kraftigt på höger sida ca 4 m längd och 1 m bredd.
- 9 min 00 s Rökutvecklingen tilltog.
- 10 min 00 s Ytterligare flammor slog ut 9:e - 12:e profilbotten.
- 13 min 00 s Fast eld i takpappen på höger sida 1:a våden hela bredden ca 3 m längd på vänster sida 1:a våden 1/2 bredden ca 3 m längd.
- 16 min 00 s Det konstaterades att TA 1 (tillluftsfläkten) inte fungerade vilket åtgärdades.
- 18 min 00 s Branden i takpappen drog sig tillbaka, endast några mindre lokala bränder i takpappen av storleksordningen $3 \times 3 \text{ dm}^2$. Någon genombränning ovanför eldkällan kunde inte konstateras.
- 19 min 00 s Höger brasa ramlade.
- 20 min 00 s Tilluftsfläkten åter igång.
- 22 min 30 s Mittbrasan ramlade.
- 23 min 30 s Vänster brasa ramlade.
- 24 min 00 s Elden på taket hade dragit sig tillbaka.
- 27 min 00 s Mindre flammor slog upp ca 1/3 av taket på höger sida men slocknade genast.

Skadebeskrivning

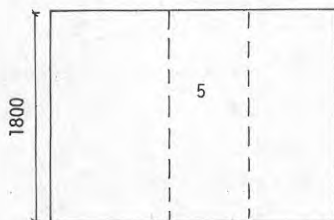
Ovansidan



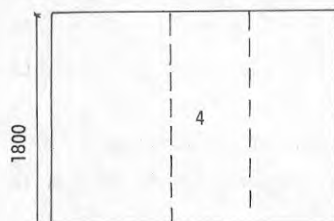
oskadad

pappen skadad

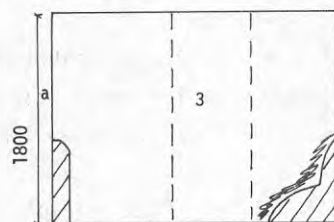
smält asfalt



oskadad

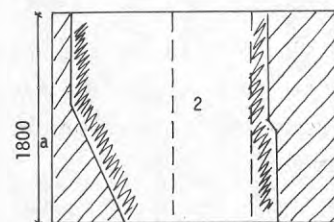


oskadad



a) Ytpappen var påverkad men ej totaliskadad
2-laget underlagspapp intakt
1-laget underlagspapp intakt

b) Ytpappen var påverkad men ej totaliskadad
2-laget underlagspapp intakt
1-laget underlagspapp intakt



a) Ytpappen var totaliskadad
2-laget underlagspapp var totaliskadat
1-laget underlagspapp var påverkat men ej totaliskadat

b) Samtliga papplager totaliskadade;
isoleringen hade en täckning av flagor med
tjockleken 1-2 mm



a) Ytpappen var totaliskadad
2-laget underlagspapp var totaliskadat
1-laget underlagspapp var påverkat men ej totaliskadat

b) Ytpappen var totaliskadad
2-laget underlagspapp var påverkat men ej totaliskadat
1-laget intakt

Ovansidan

En tänkbar orsak till antändningen av pappen var de upphettade brandgaserna som strömmade ut längs kortsidorna (sedan mineralullstämningen "puffat" ut) 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.

Inga smältzoner kunde konstateras. Skarvningen av takpappen var helt intakt.

Den lösa mineralullen, som profilen tätades med, har suttit kvar på samtliga ställen utom sektion 2 och halva sektion 3.

Undersidan

På de 3 första sektionerna där det varit öppen eld har ingen nedsotning skett, men galvaniseringen var helt borta. Från och med sektion 4 var det en kraftig nedsotning, men vid försök att ta bort det visade det sig inte sitta hårt och plåten under var oskadad. Man kunde inte konstatera någon deformation på plåtarna, men här skall beaktas den korta spännvidden samt att de är fritt upplagda.

Ingen synlig droppning genom skarvarna kunde konstateras.

På den synliga isoleringen runt om de från eldkällan räknat 2 1/2 första sektionerna var isoleringens bindemedel (fenolplast) helt bortbränt. Resterande synliga isolering var intakt men man kunde se tydliga anhopningar av asfalt som runnit ned över isoleringen från taktäckningen. Detta har dock inte bidragit till brandspridningen där mineralullstämningen suttit kvar.

Plåt/isolering

Sektion 1:

Profilbottnarna var helt täckta av asfalt ca 1-2 mm. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 7-10 mm.

Sektion 2:

Profilbottnarna fläckvis täckta av asfalt ca 1-2 mm. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 7-10 mm.

Sektion 3:

Profilbottnarna var helt täckta av asfalt ca 3-5 mm. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 3-5 mm. Skarven mellan sektion 3 och 4 visade tydliga spår av smält asfalt.

Sektion 4:

Profilbottnarna var helt täckta av asfalt ca 3-5 mm. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 3-5 mm. Skarven mellan sektion 3 och 4 visade tydliga spår av smält asfalt.

Sektion 5:

Här släppte isoleringen inte från plåten.

Sektion 6:

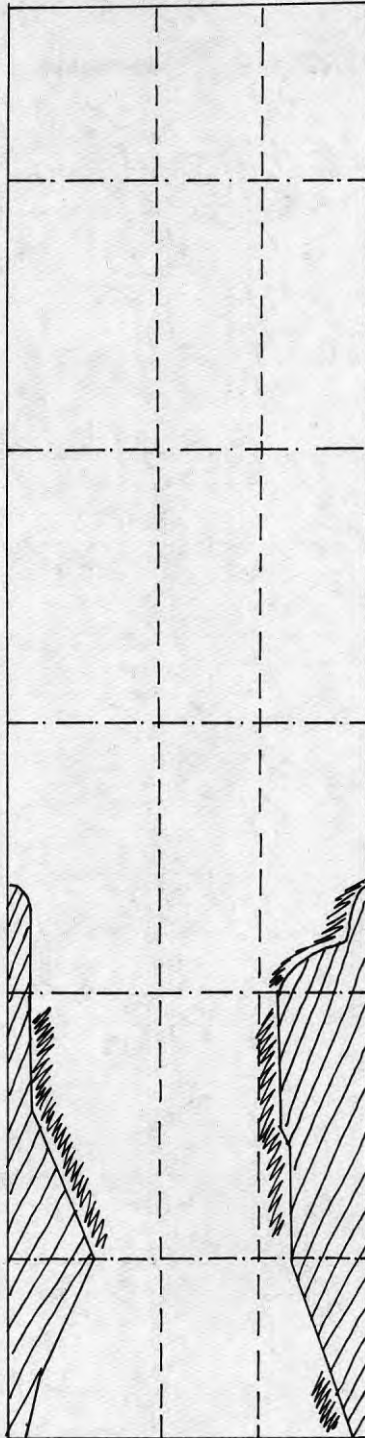
Här släppte isoleringen inte från plåten.

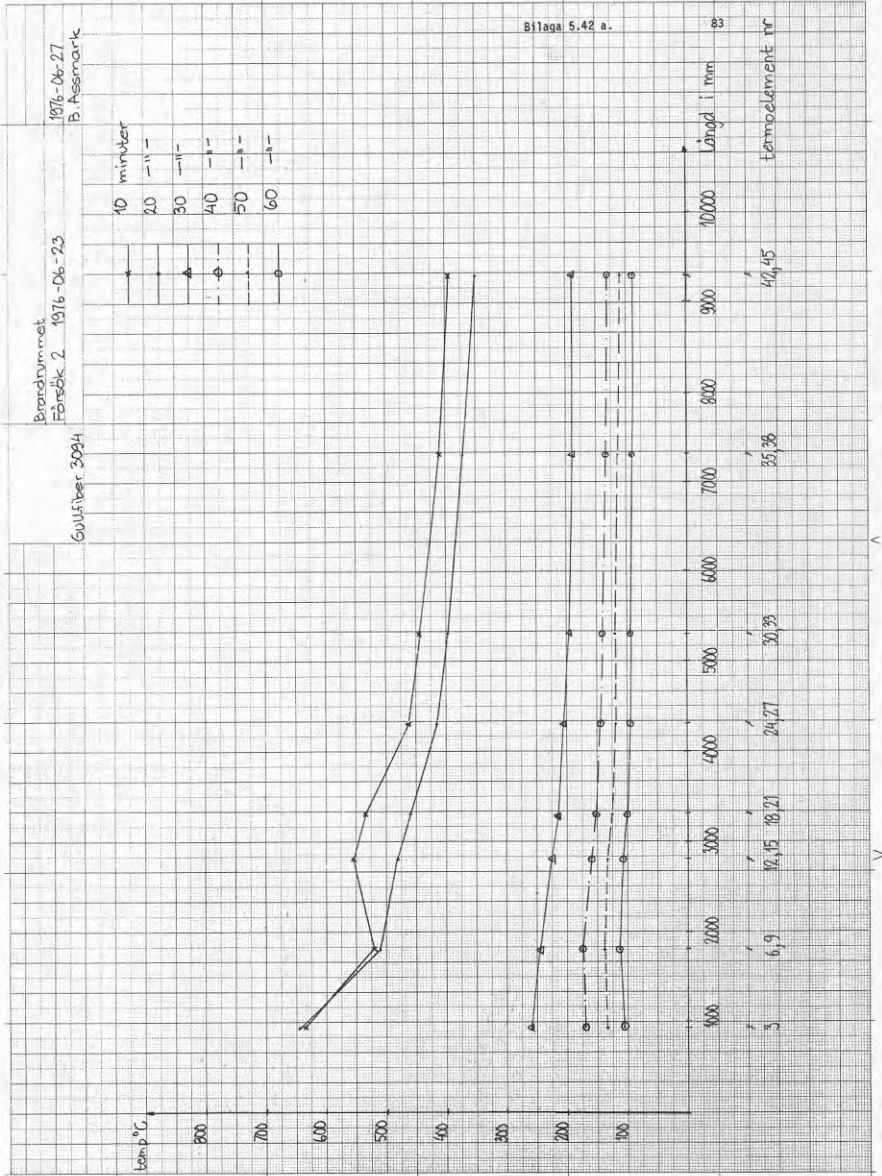
Isolering/papp

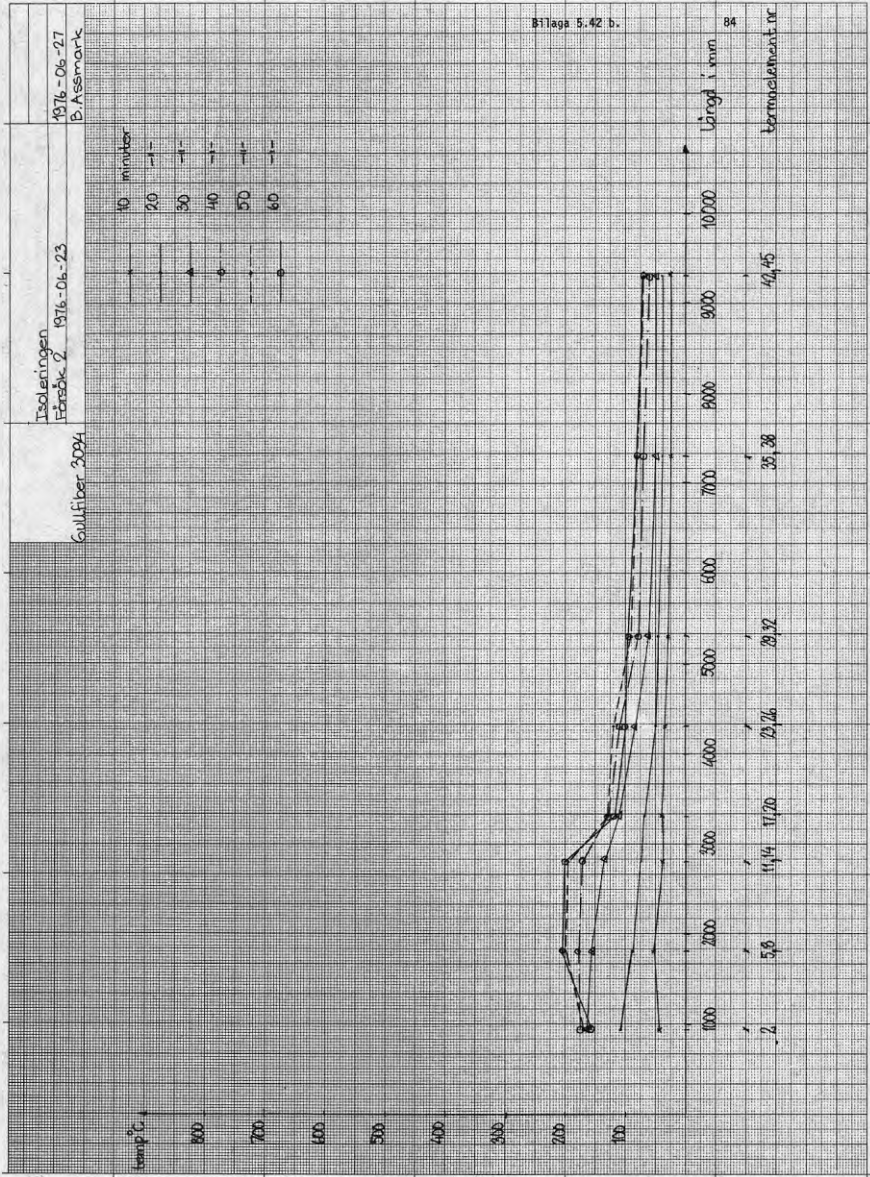
Vid sektioneringen kunde man se att isolering/papp hade ett påverkat skikt av ca 5 mm, men har sin förklaring i att mineralullen suger åt sig asfalt. Inom de skadade pappområdena var skadedjupet på isoleringen ca 7-12 mm och utbredningen från den skadade pappkanten ca 20-35 mm.

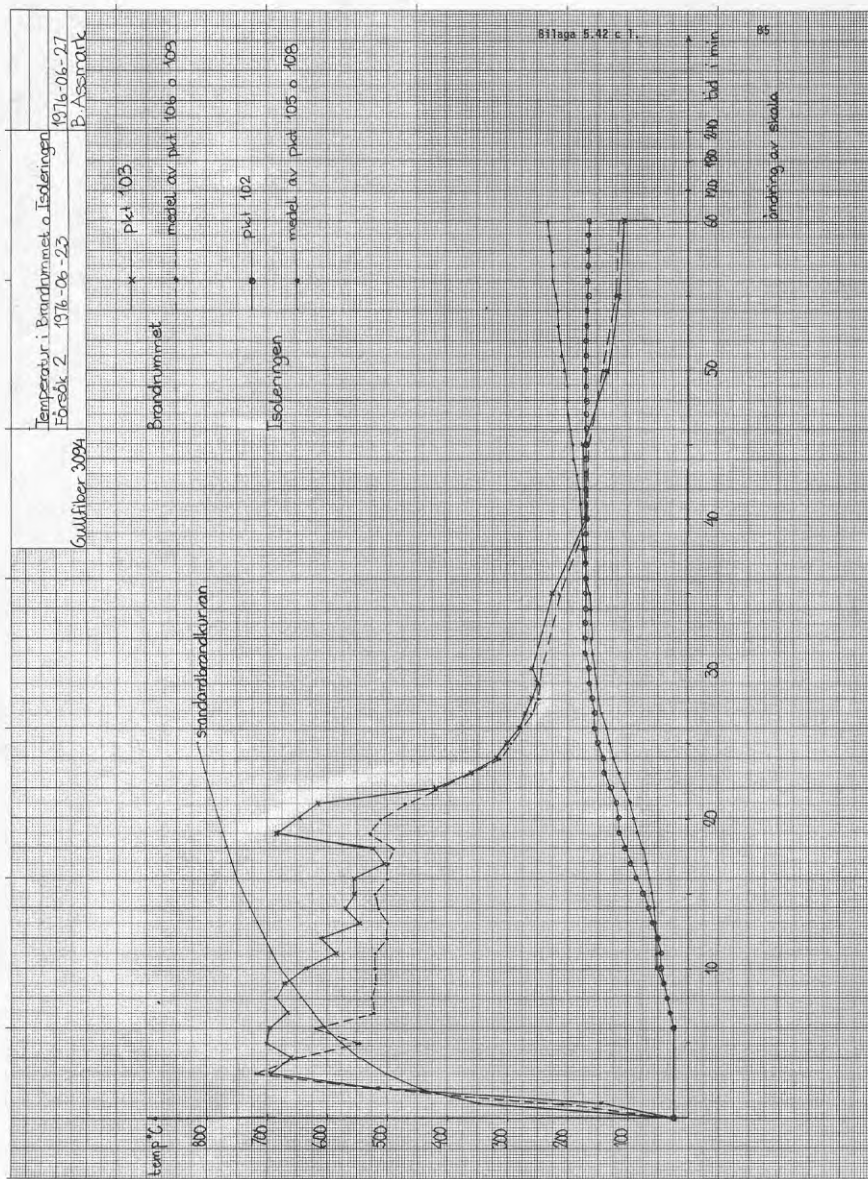
Övrigt

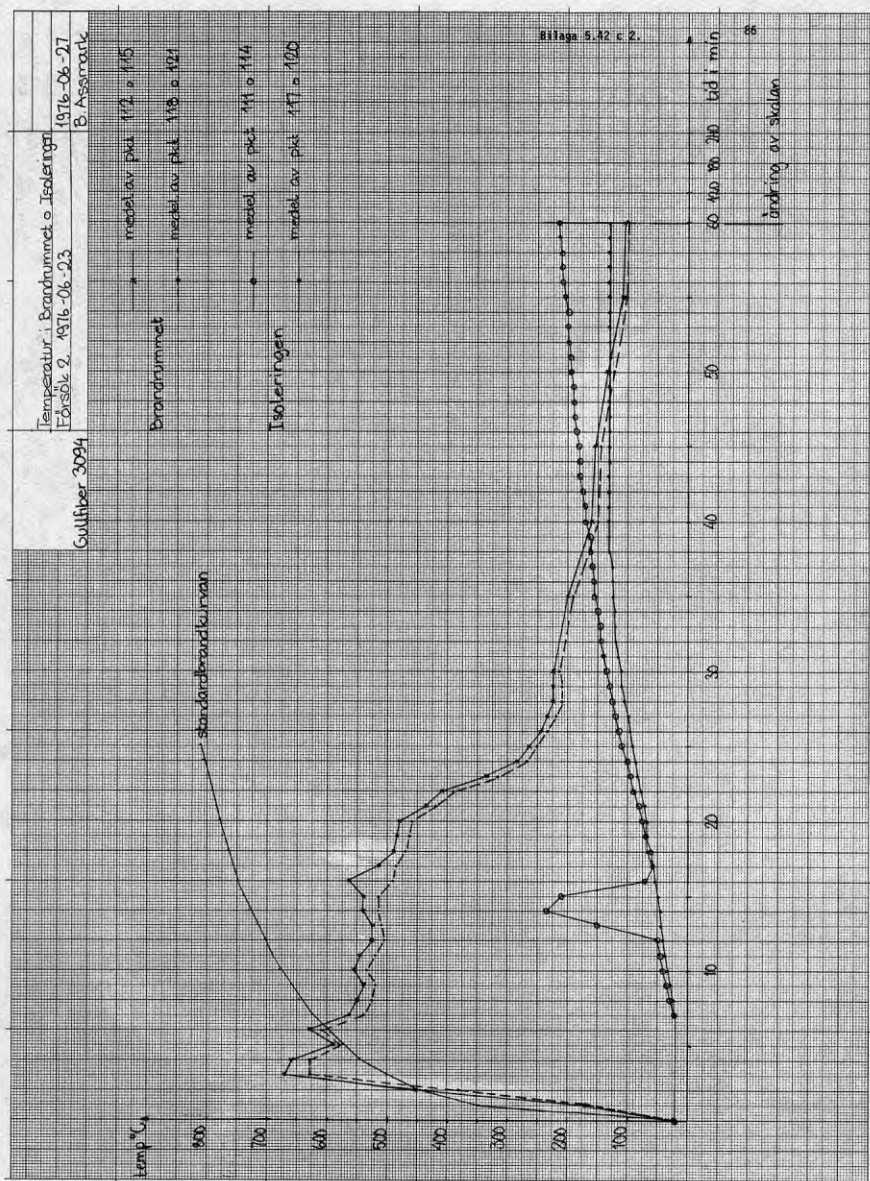
Vindhastigheten vid öppningen belägen i husets lägre del uppmättes till 0. En trolig orsak till detta var att TA 1 (tillluftsfläkt) stått stilla under provets 18 första minuter. Då fläkten sattes igång vid 20 minuter uppmättes vindhastigheten till 1,2 m/s. Bålen hade då i det närmaste rasat och vindhastigheten bedömdes att inte inverka nämnvärt på brandens resterande förlopp varför mätningarna avbröts.

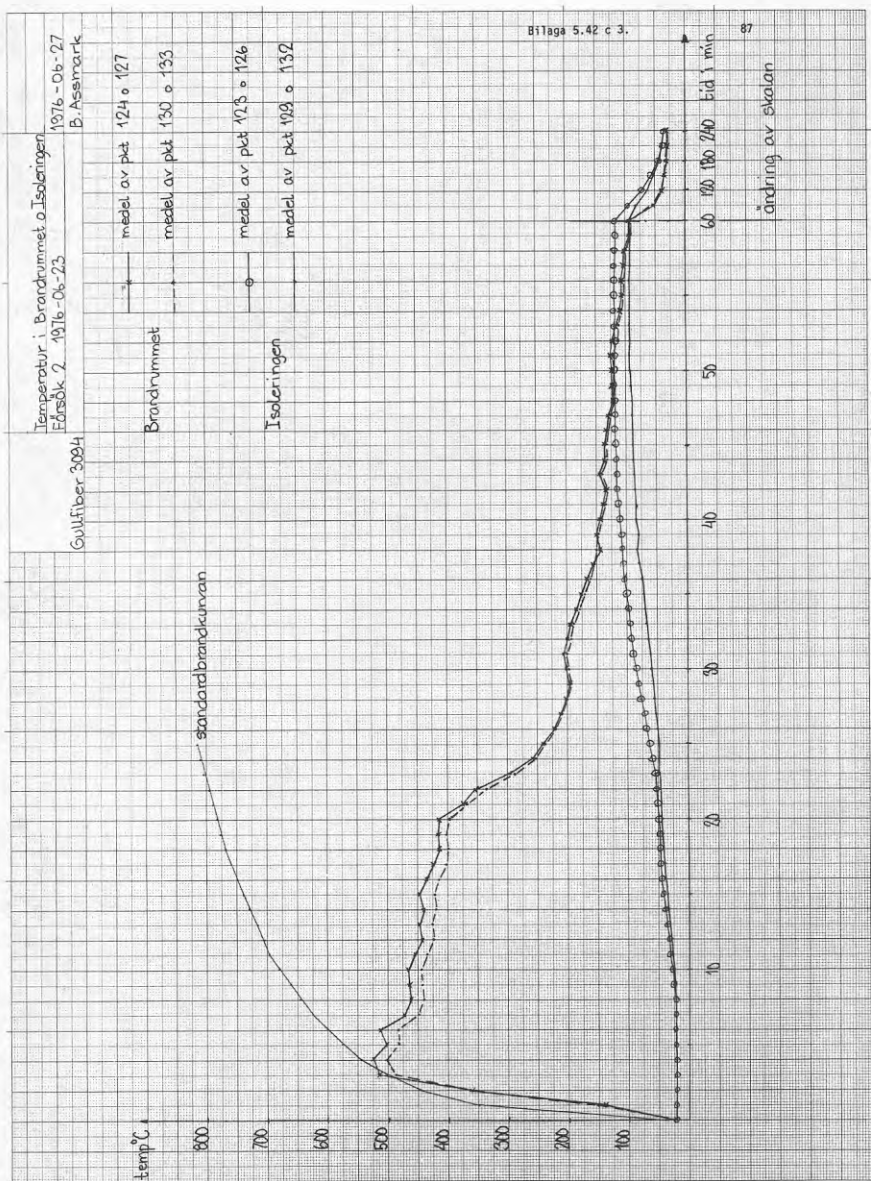
Helhetsintryck

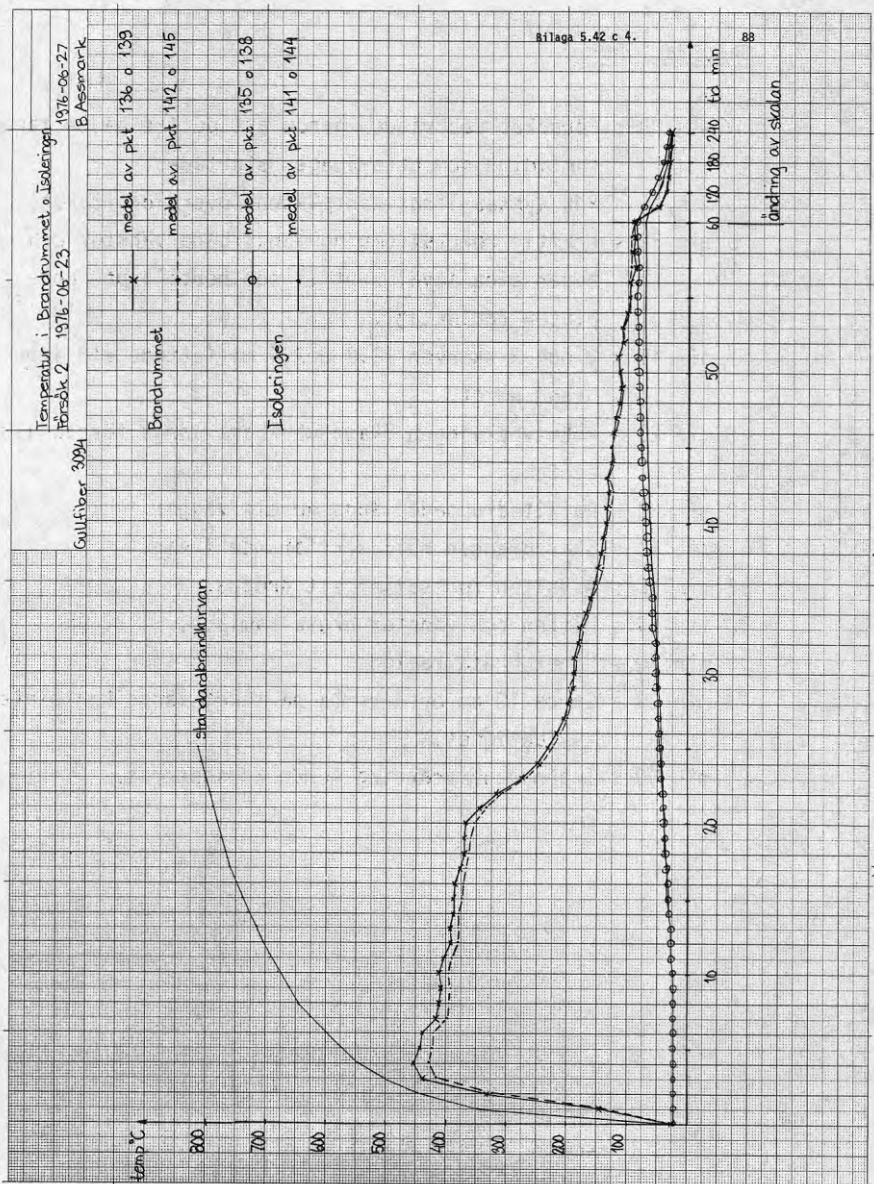












5.43 Försök nr 3

Rockwool takskiva 341 med papptäckning

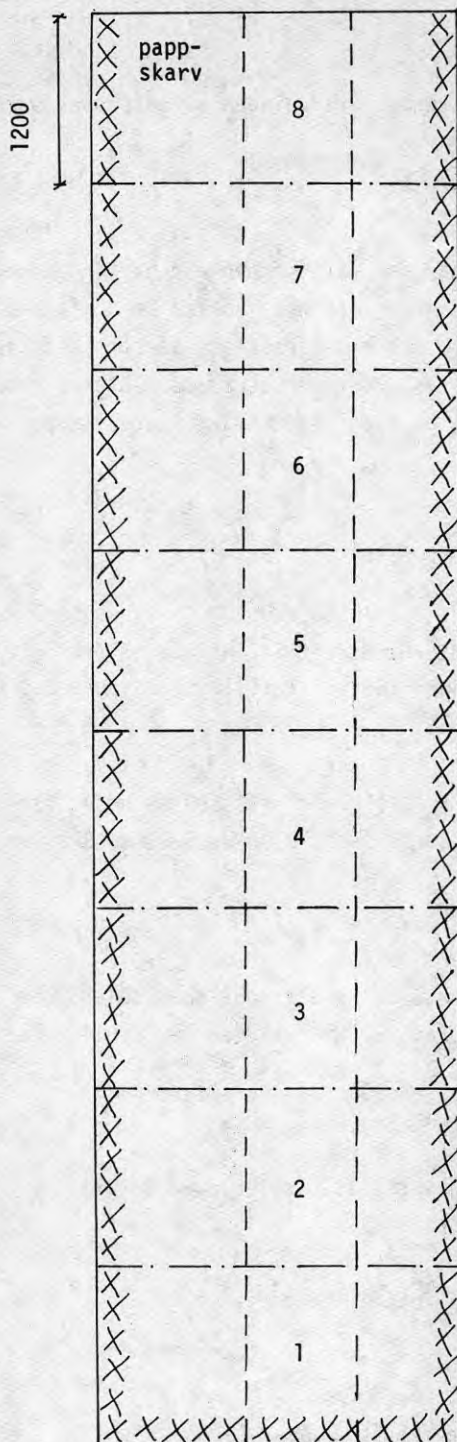
Brandprovning den 5/7 kl. 8.00

Observationer



- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 3 min 10 s Rök syntes längs kantplåtens översida (tak).
- 5 min 50 s Kraftig rökutströmning längs både vänster och höger sida såväl upp till som ned till på kantplåten (gulaktig).
- 7 min 10 s 2 och 3 skarven (1,2 o 2,4 m) fattade eld inne i brandrummet.
- 8 min 20 s Rökutvecklingen ökade märkbart längs första 1/3 av taket.
- 10 min 30 s Asfalt droppade längs husets väggar.
- 12 min 40 s Skarvbranden höll fortfarande i sig.
- 15 min 10 s Asfalten fortsätter att droppa.
- 18 min 30 s Mitten och vänster brasa ramlade.
- 19 min 50 s Höger brasa ramlade.
- 23 min 30 s En ca 10 cm bred remsa på taket längs kantplåten av fuktighet.
- 25 min 00 s Ingen genombränning kunde konstateras.

Skadebeskrivning



X fuktighet
(under kantplåten)

Det kunde inte på något ställe konstateras brand i takpappen. Under kantplåten uppe på taket var pappen fuktig och något påverkad dock inte i smälttillstånd. Asfalten hade inte vid några fogar smält. Efter borttagandet av kantplåten kunde man konstatera att den synliga isoleringen endast var påverkad ovanför de ställen där skarven brunnit samt att den lösa mineralullstämningen var kraftigt kolnad. Vid isärtagandet av sektionerna kunde man i skarvarna mellan 1 och 2, 2 och 3 samt 3 och 4 se tydliga spår av asfalt. Det mest påtagliga var i skarv 2 och 3. Det visade sig också vid senare besiktning av golvet i brandrummet att det droppat asfalt.

Ovansidan

Inga smältzoner kunde konstateras. Skarvningen av takpappen var intakt.

Undersidan

På de 5 första sektionerna där det varit öppen eld har ingen nedsothning skett, men galvaniseringen var helt borta. De 3 sista plåtarna var kraftigt nedsothade, men vid försök att ta bort det visade det sig inte hårt och plåten under var oskadad. Plåtarna hade ingen mätbar deformation men en svag nedbuktning kunde ses på sektion 1-3.

Plåt/isolering

Sektion 1:

Profilbottnarna hade vid kanterna asfalt i "små högar" med 7-10 mm höjd. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 6-9 mm.

Sektion 2:

Profilbottnarna hade asfalt i "små högar" med 6-9 mm höjd. Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 6-9 mm. Skarven var synligt påverkad.

Sektion 3:

Profilbottnarna var helt täckta av asfalt ca 2 mm. Isoleringen svagt förbränd till ett djup av 1-2 mm. Skarven var synligt påverkad.

Sektion 4:

Profilbottnarna innehöll ingen asfalt. Isoleringen intakt.

Sektion 5:

Här släppte isoleringen inte från plåten.

Sektion 6:

Här släppte isoleringen inte från plåten.

Sektion 7:

Här släppte isoleringen inte från plåten.

Sektion 8:

Här släppte isoleringen inte från plåten.

Isolering/papp

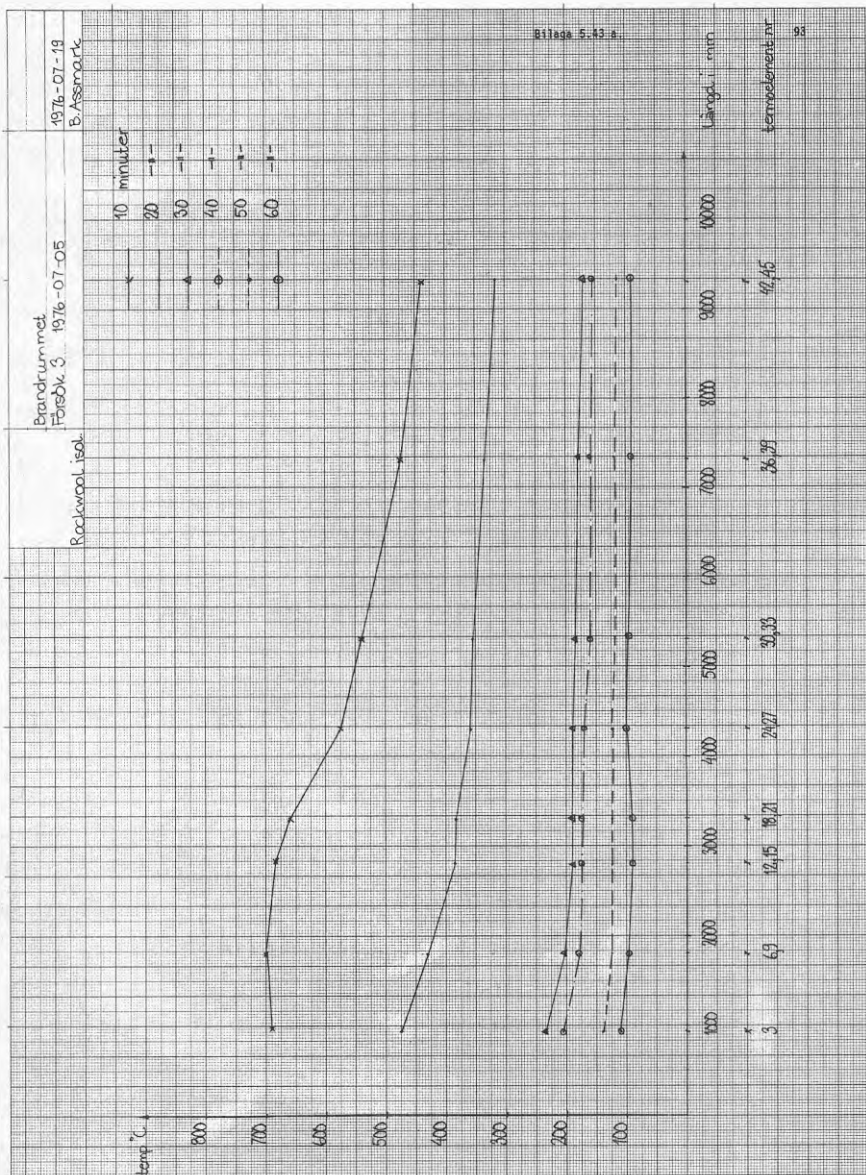
Isoleringen var nämnvärt påverkad endast ca 5-8 mm, varav klistring utgjorde ca 2-3 mm. Efter borttagande av 5-8 mm var isoleringen helt intakt. En viss deformation kunde konstateras i mitten av plattorna ca 3-5 mm. Där det brunnit i skarvarna syntes en tydlig missfärgning av isoleringen ca 2-40 mm in på skivorna samt att de mjuknat en aning.

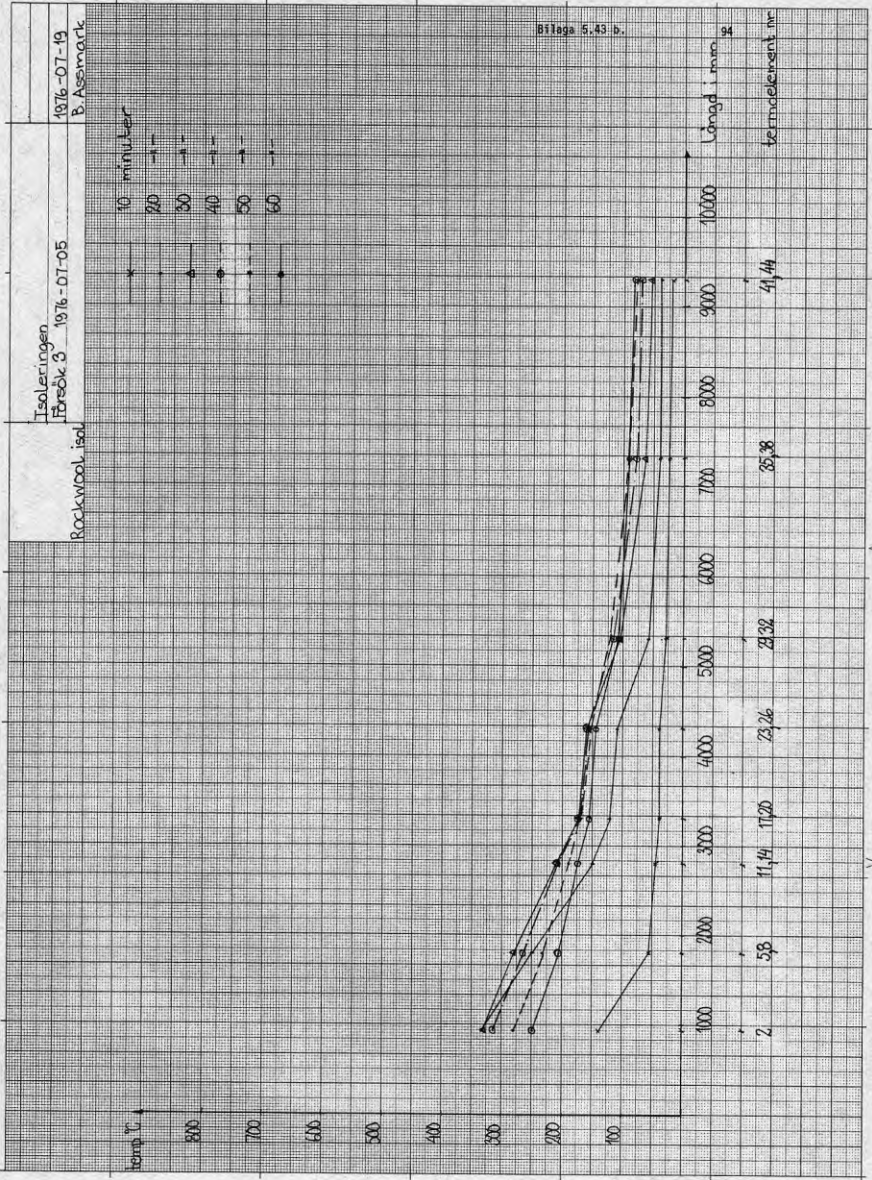
Övrigt

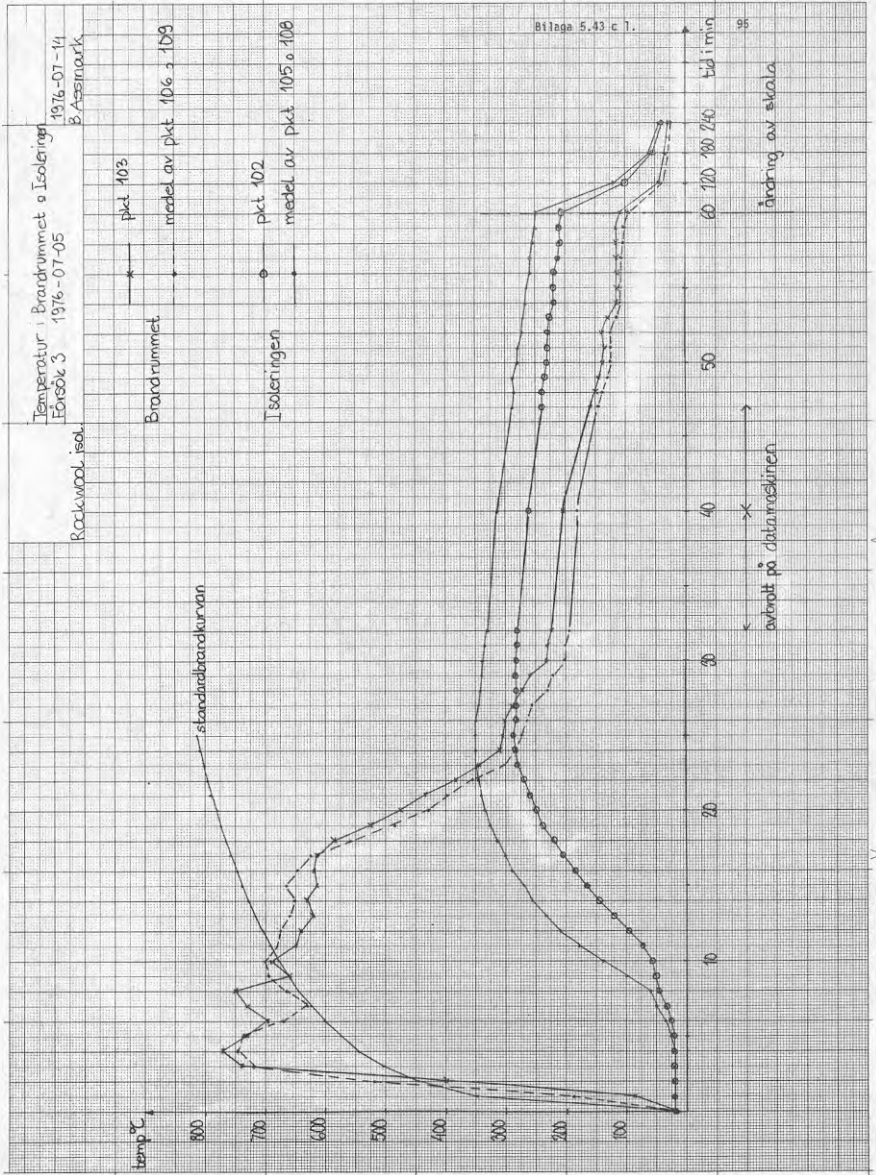
Inga sammanhängande smältzoner kunde konstateras. Ovanför eldkällan kunde man se en viss fuktighet på pappen.

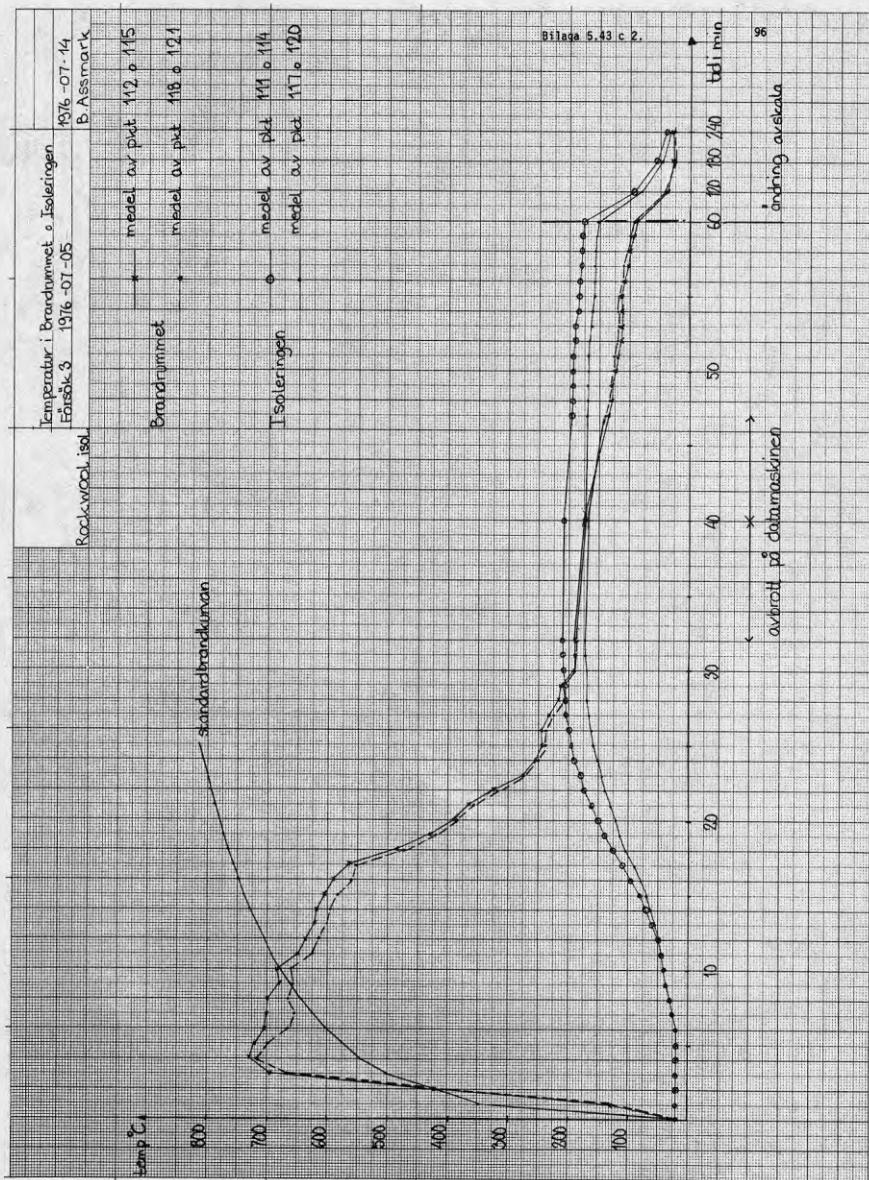
Vid rivningen av kantplåtarna kunde man se att den lösa mineralull, som utgjorde tätning av profilerna, hade starkt missfärgats på en längd av ca 3 - 3,5 m från eldkällan räknat. Man kunde också se tydligt var det brunnit i skarvarna. Dessa hade en ca 2-3 mm öppning som var asfaltfylld.

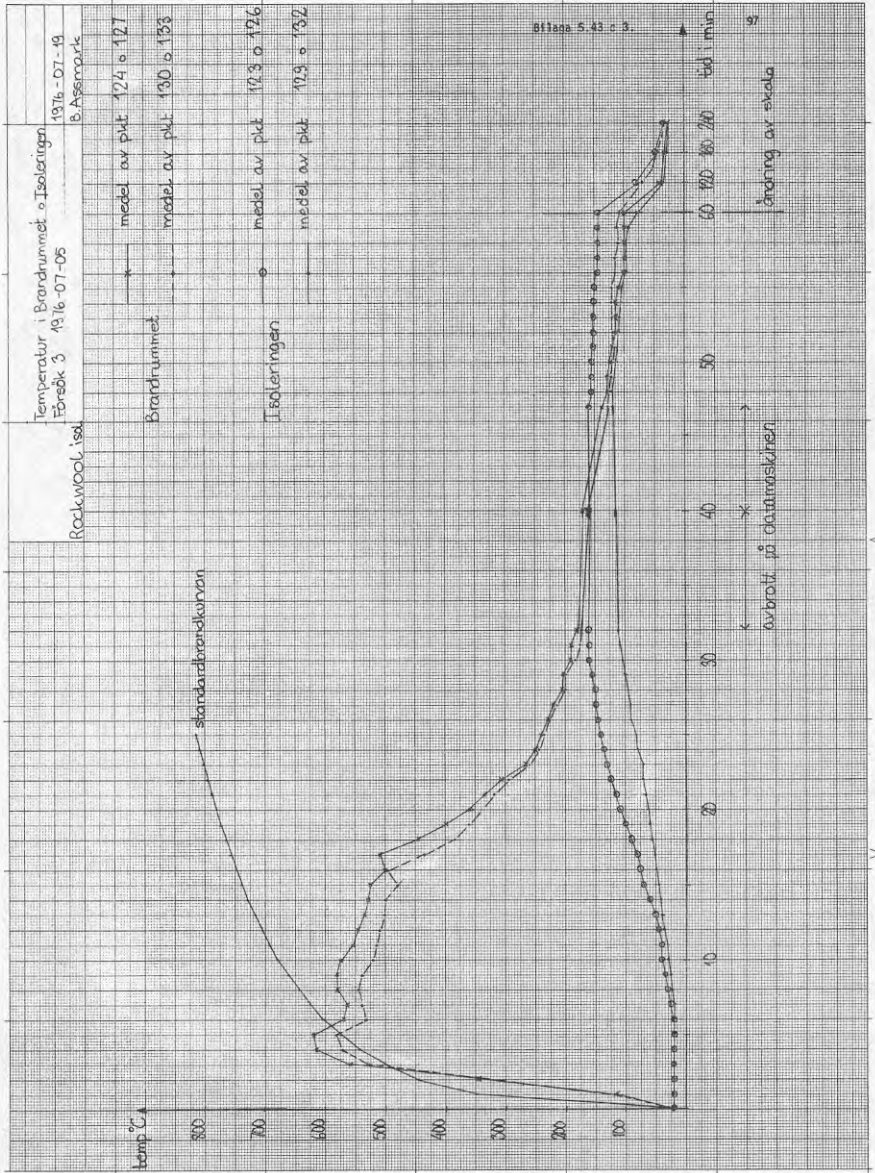
Inga tendenser till "puffar" från den lösa mineralullstättningen kunde uppmärksammas. Rökutvecklingen var under försökets första 20 minuter mycket kraftig. Det var en gul stickande rök som sipprade ut både uppe och nere vid kanterna av den fastspikade kantplåten. Denna rök torde härröra från en ofullständig förbränning av bindemedlet i isoleringen och asfalten på isoleringens undersida. En sannolik förklaring till skarvbranden var att heta brandgaser som bildats i profilerna letat sig ned genom plåtskarven och antänts när de nått brandrummet. Branden i skarvarna höll i sig 8-10 minuter och hade liten låglängd.

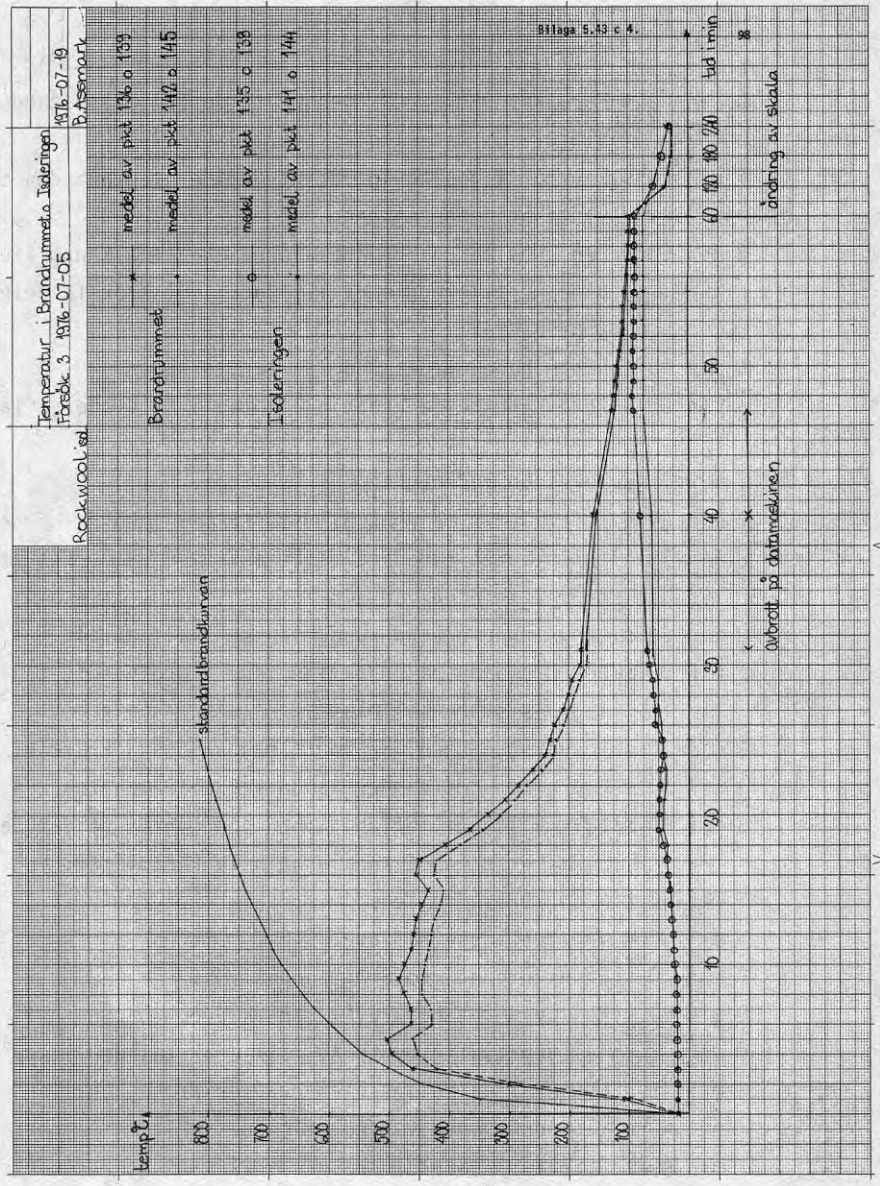


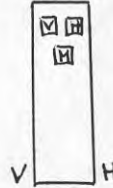










5.44 Försök nr 4T-platta, cellplasten nedåt med papptäckningBrandprovning den 9/7 kl. 8.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes tidigt som data-loggen startades.
- 1 min 10 s En kraftig gulaktig rök strömmade ut genom den större ventilationsöppningen.
- 3 min 50 s Den gula röken började sippra ut längs kantplåten både upptill och nedtill (dock till största delen uppe på taket).
- 5 min 40 s Röken hade nu nått ca 1/2 takets längd.
- 6 min 25 s Röken var nu så kraftig att man inte kunde se takytan klart.
- 7 min 35 s Taket började bukta i framkanten.
- 7 min 50 s En smältzon hade nu bildats framme i högra hörnet.
- 8 min 15 s Cellplasten hade smält i framkanten så mycket att hopsjunkningen var synlig.
- 10 min 30 s Längs pappfogarna kunde man se smält asfalt.
- 11 min 00 s Det droppade på 3 ställen inne i provhuset, troligtvis styrencellplast.
- 13 min 35 s Rökutvecklingen var fortfarande ganska kraftig.
- 14 min 50 s Flera små smältzoner kunde ses i framkanten.
- 16 min 20 s Ett mellanrum mellan pappen och kanten på ett par centimeter kunde ses längs hela kantplåten.
- 16 min 50 s Höger brasa ramlade.
- 18 min 20 s Vänster brasa ramlade.
- 18 min 30 s En ny omgång med kraftig gul rök.
- 20 min 00 s Mellanrummet papp/plåt har ökat och pappen har fått en tydlig buktning på flera ställen.
- 22 min 45 s Den synliga cellplasten ovanför stora ventilationsöppningen var nu helt bortsmält.
- 23 min 45 s Asfalt började droppa på ca 2/3 i längsriktningen av huset.

26 min 30 s Mittbrasan ramlade.

27 min 10 s Rökutvecklingen avtog och de sammanhängande smältzonerna syntes tydligt.


30 min 30 s Asfalt droppade fortfarande längs ca 1/3 i längsriktning av huset.


Ingen genombränning kunde konstateras under försöket.


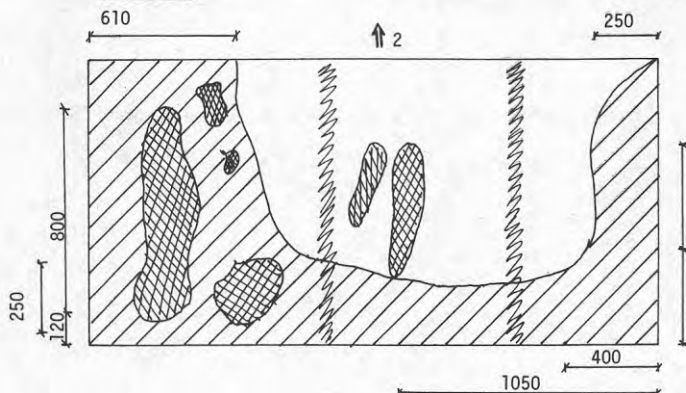
Skadebeskrivning

Övansidan

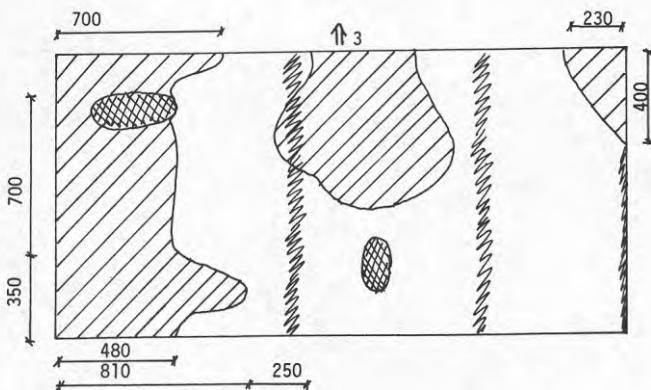
Sektion 1

 asfalten tydligt "fuktig"

 smältzon

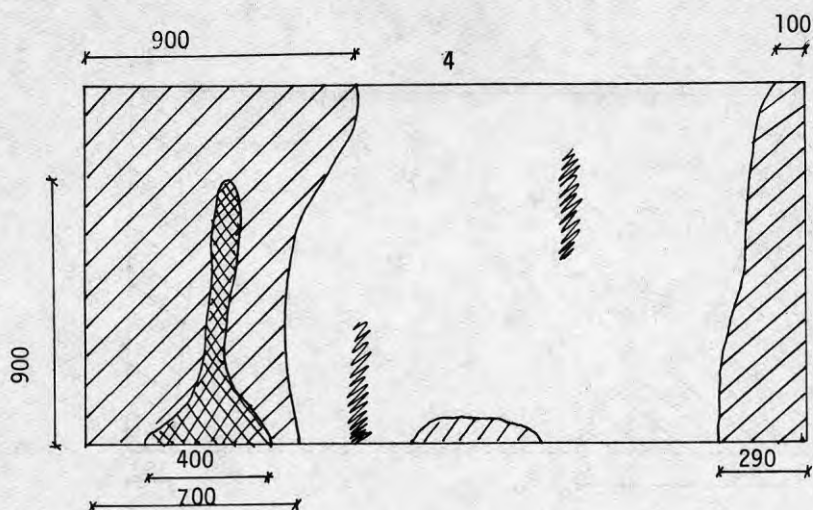
 smält asfalt


Det kunde inte på något ställe konstateras brand i takpappen. Det hade dock varit tillräckligt varmt för att asfalten skulle kunna komma i ett flytande stadie. Smältzoner bildades där cellplasten på ett tidigt stadie smält och pappen fått kontakt med plåten dock utan genombränning. Under kantplåten var fuktigheten så kraftig att den förmått luckra upp den ytbelagda skyddspappen, dock inte mer än översta skiktet.



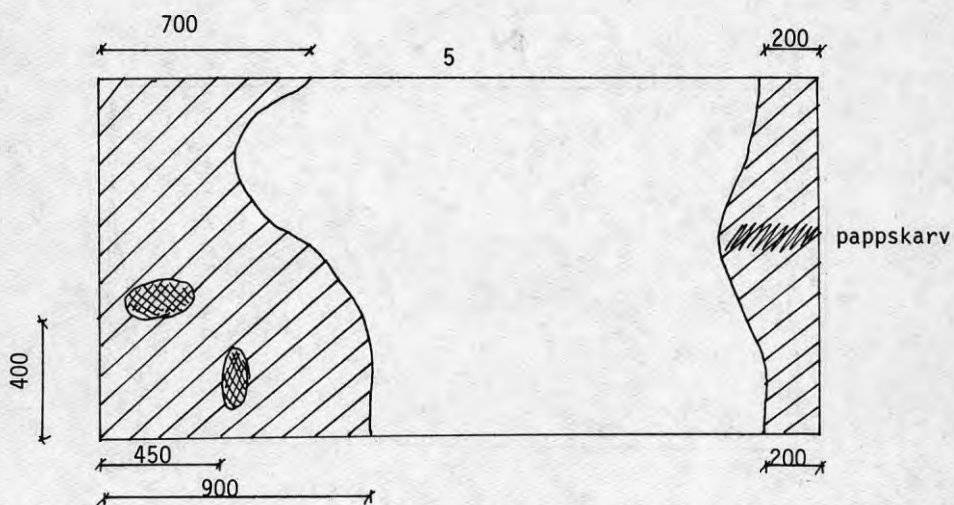
Ingen brand i takpappen kunde konstateras. Några små smältzoner samt fuktighet under kantplåtarna och en zon mitt i taket kunde noteras.

Sektion 3

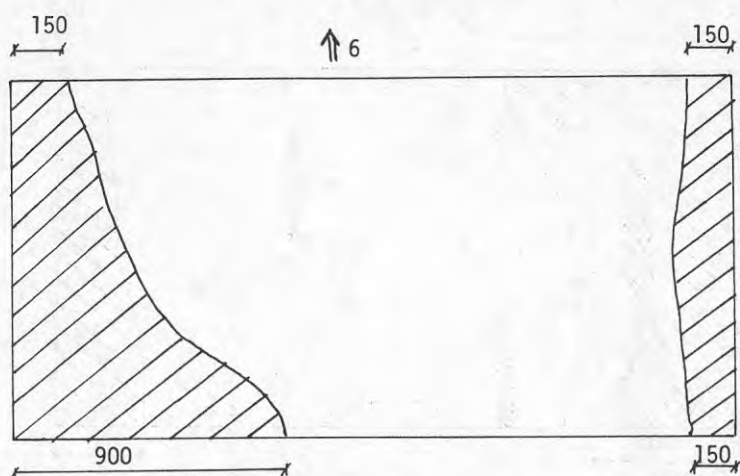


En oväntat stor smältzon i denna sektion. Inga skador på pappen kunde konstateras förutom en viss uppluckring under kantplåten samt fuktighet ca 1 m från kanten.

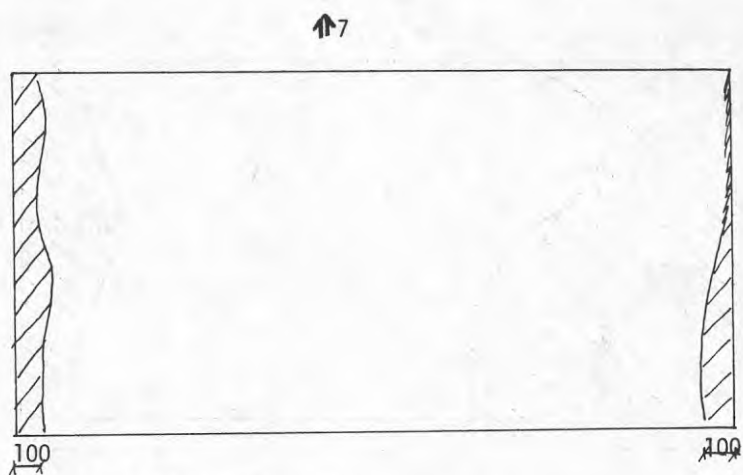
Sektion 4



Två små smältzoner kunde konstateras samt större fuktighetszoner.

Sektion 5

Endast fuktighetszoner.

Sektion 6

Endast fuktighetszoner.

Sektion 7 o 8 har endast fuktighet under kantplåtarna.

Undersidan

På de 3 första sektionerna där det varit öppen eld har ingen ned-sotning skett, men galvaniseringen var helt borta. Från och med sektion 4 var det en kraftig nedsothning, men vid försök att ta bort sotet visade detsig inte sitta hårt. Plåten under var oskadad.

Plåt/isolering

Sektion 1 och 2:

Samtliga profilbottnar var täckta av cellplast i ett förkolnat stadium. Skiktet hade ett medeldjup mellan 5-10 mm och var vid beröring mycket sprött.

Det fanns också rester från träullscementplattan (det var svårt att avgöra hur mycket som kommit dit vid isärtagningen). En viss mängd asfalt kunde också ses i profilbottnarna. Skarven mellan sektion 1 och 2 hade tydliga spår av asfalt men ej cellplast.

Sektion 3:

Här finns det endast rester av cellplast och endast i ändarna av profilbottnarna ca 250-350 mm in från kanten räknat.

Sektion 4 och 5:

Inga cellplastrester men profilbottnarna var täckta av asfalt till ett djup av 2-4 mm.

Sektion 6:

Här var asfalmängden riklig, på vissa ställen 15 mm, för övrigt till ett djup av 8-10 mm.

Sektion 7 och 8:

I det närmaste helt rena profilbottnar.

Isolering/papp

Sektion 1, 2 och 3:

Inga rester av cellplast. Träullscementplattan låg helt öppen och släppte plåten lätt. Ytan var spröd och vid minsta beröring smulades den sönder.

Sektion 4, 5, 6, 7 och 8:

Här kunde man på träullscementplattan se en tunn gulaktig hinna av smält cellplast. Inga rester av cellplast förutom den tunna hinnan samt på sektion 6, 7 och 8 en kant på 30 mm på vardera yttersidan.

Övrigt

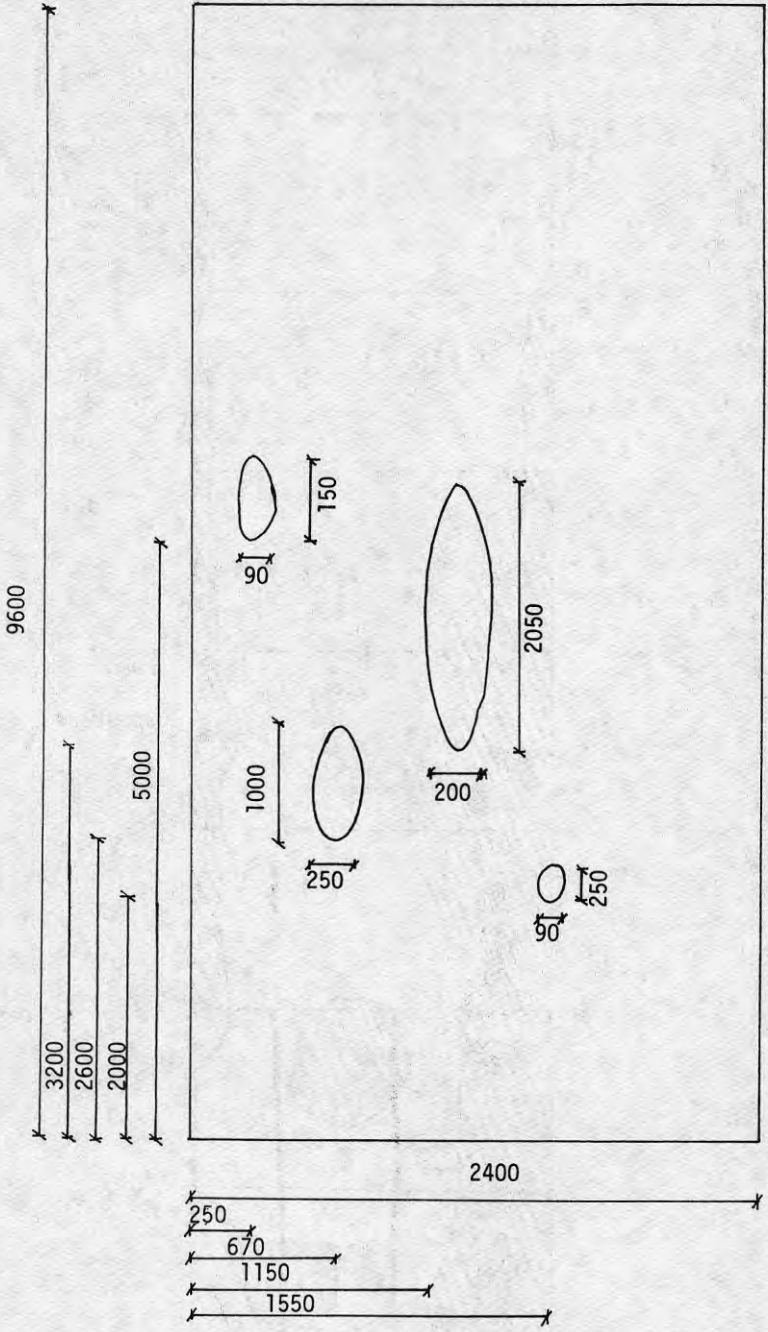
Då kantplåten plockats ned kunde man se att cellplasten var helt försvunnen runt om så när som på de sista 1,5 m i längdriktning räknat från ventilationsöppningen på båda sidor. På vissa ställen, speciellt i början av taket (ovanför eldkällan), var också träullscementplattan borta. Där den inte var borta var den förkolnad och i det närmaste pulvriserad.

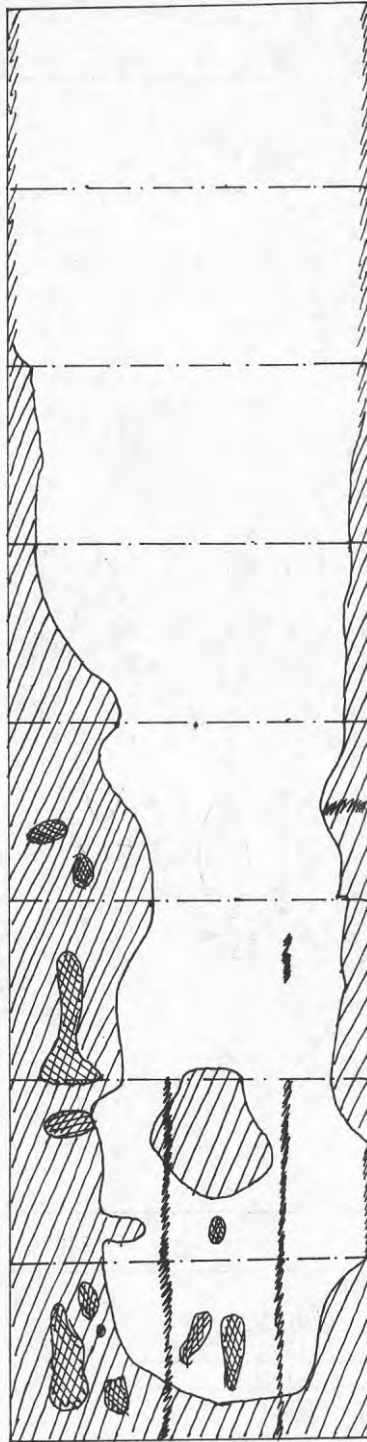
För att kunna konstatera var cellplasten smälte gjordes iakttagelser beträffande takpappens beteende. Lokala uppbuktningar och nedsjunkningar av takpappen togs som tecken på att cellplasten smält på dessa ställen.

I figur 5.44 redovisas nedsjunkningen från kantplåten.

Då taket sågades i sektioner kunde man i samtliga skarvar se spår av nedrunnen asfalt, men inne i provhuset fanns det endast spår av neddroppad cellplast, som dock inte antändes vid något tillfälle.

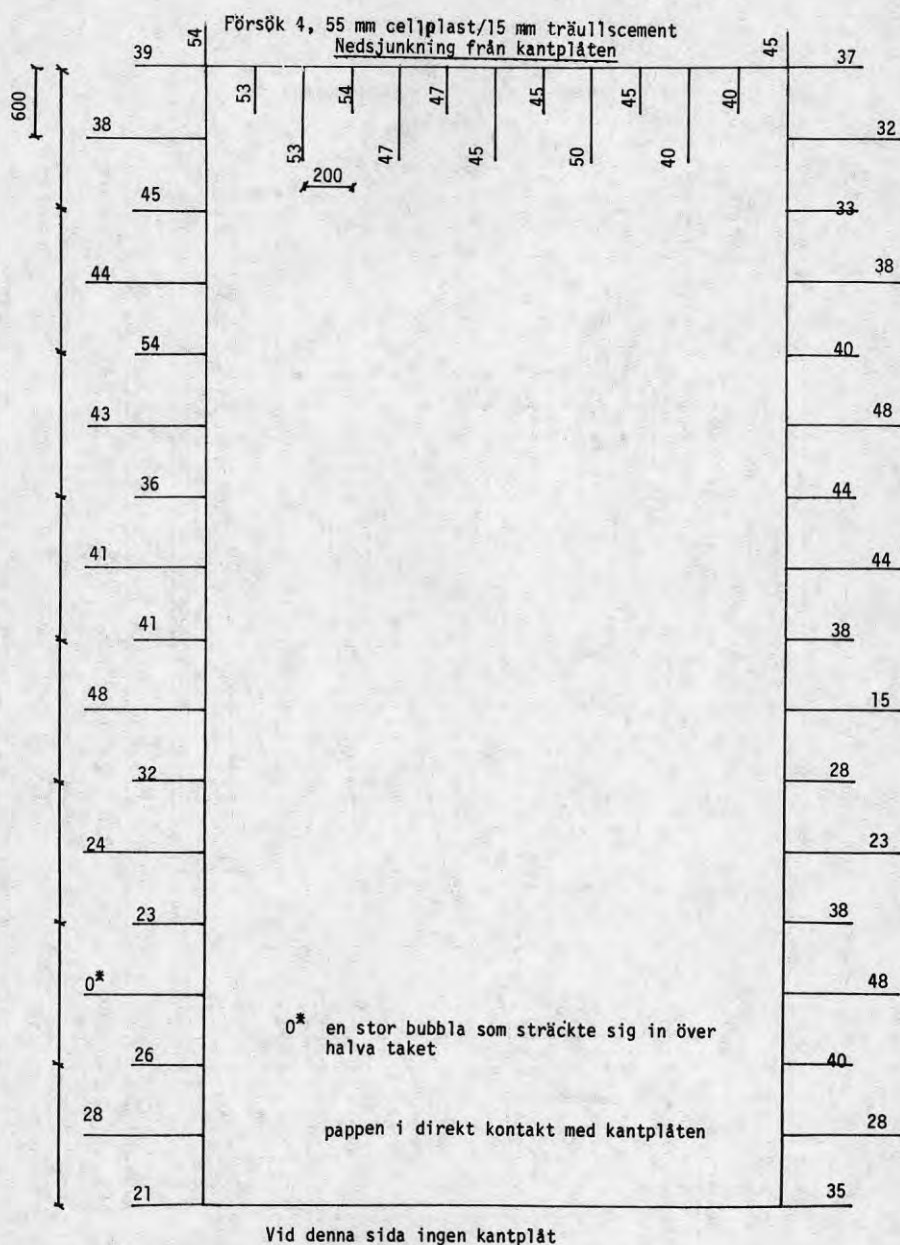
Försök 4 Invändigt dropp av styrencellplast

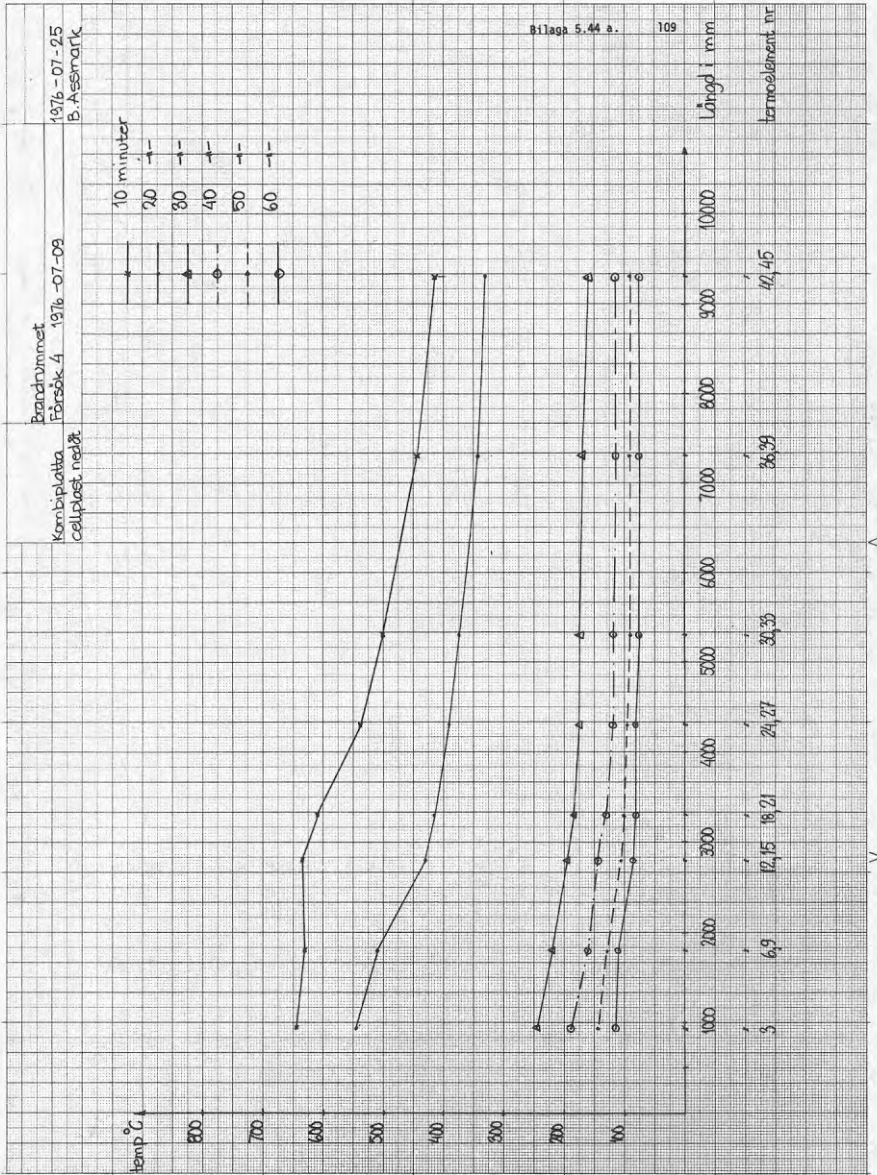


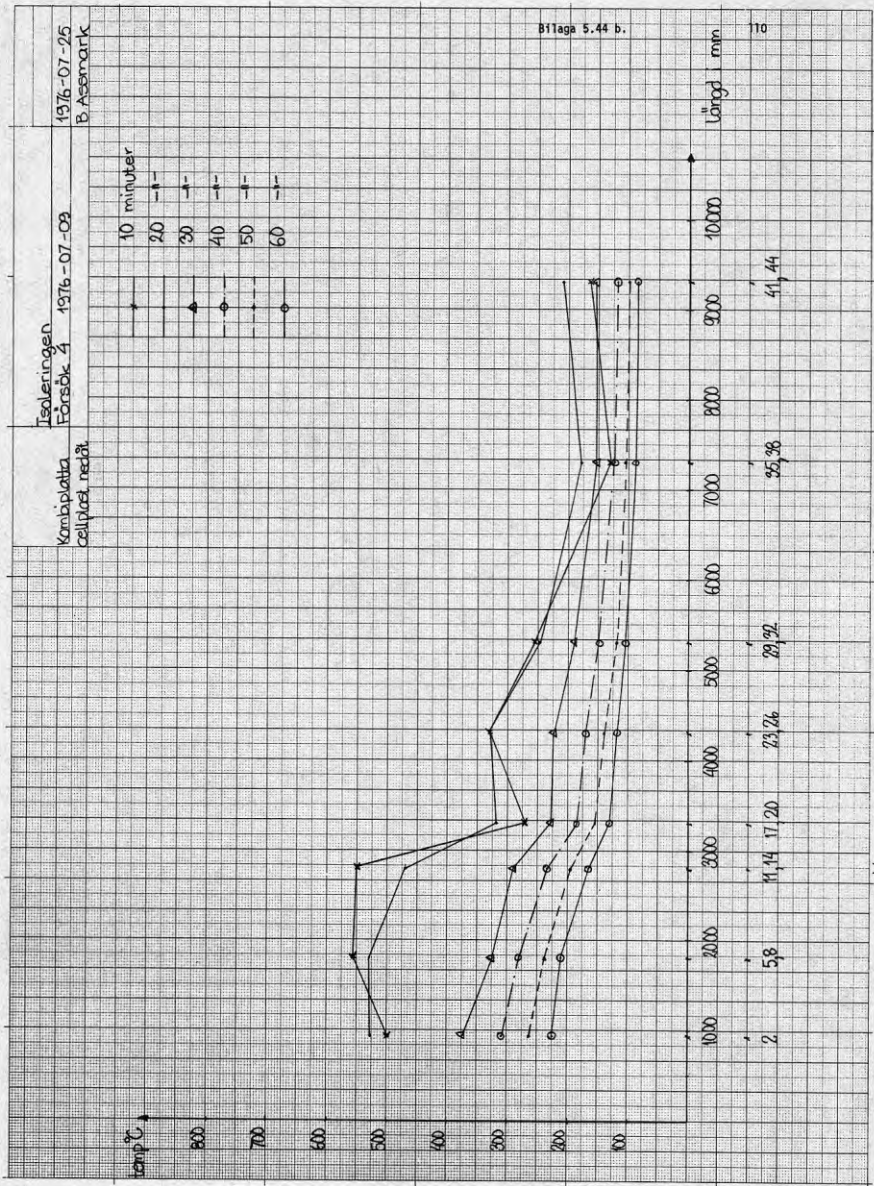


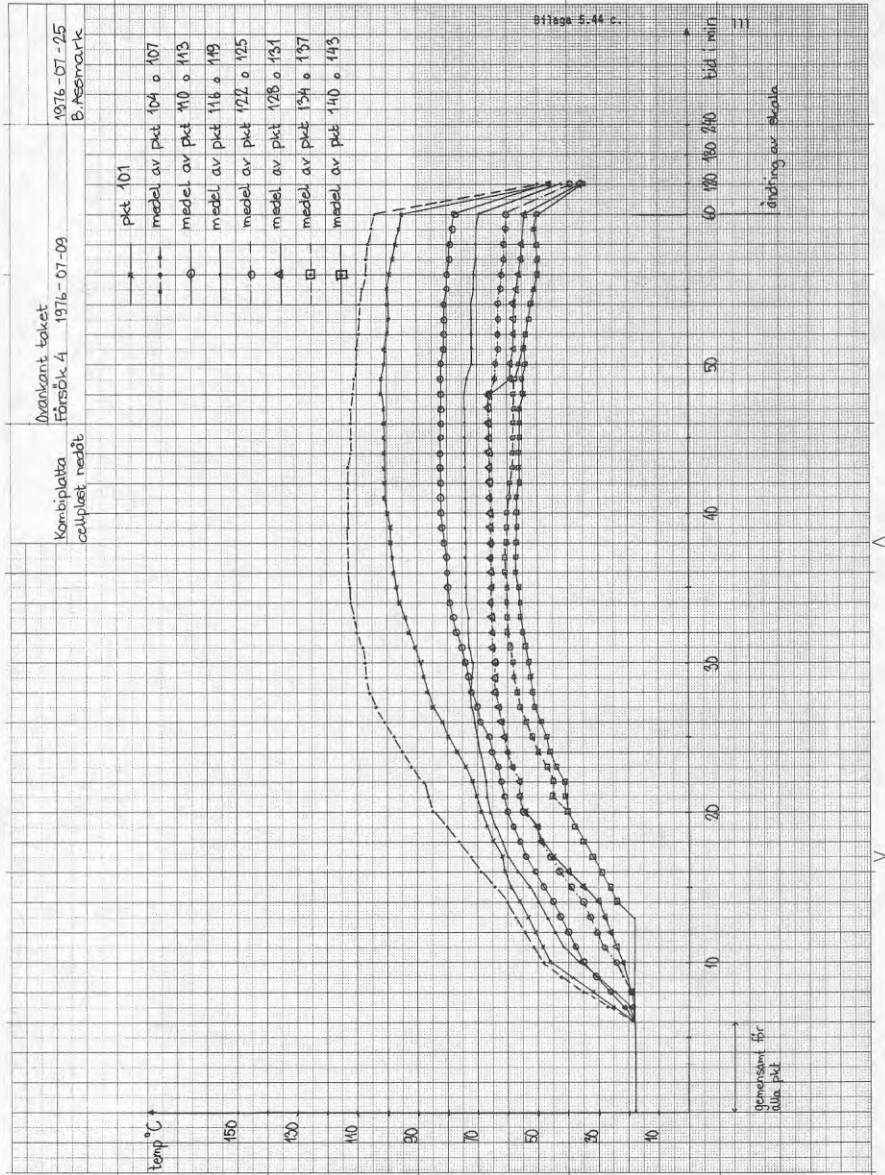
pappskarv

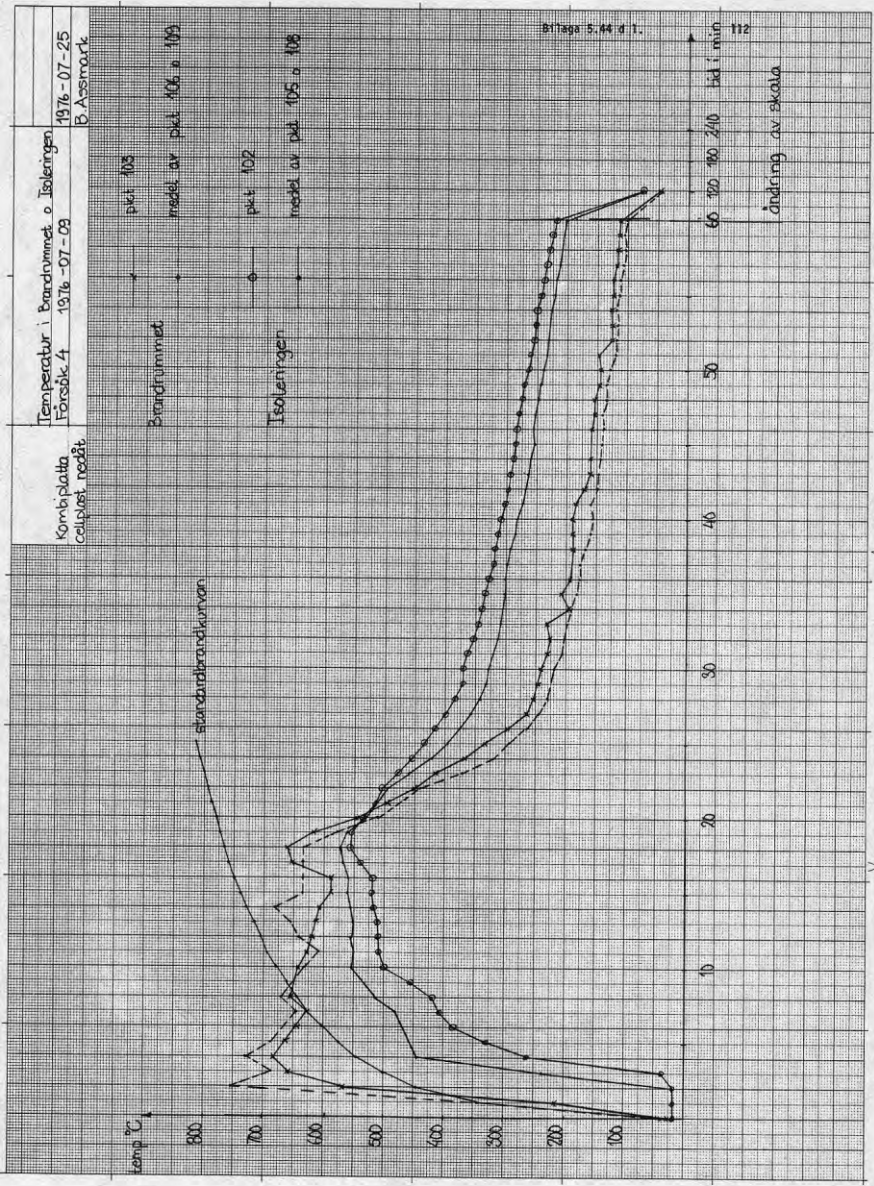
Figur 5.44

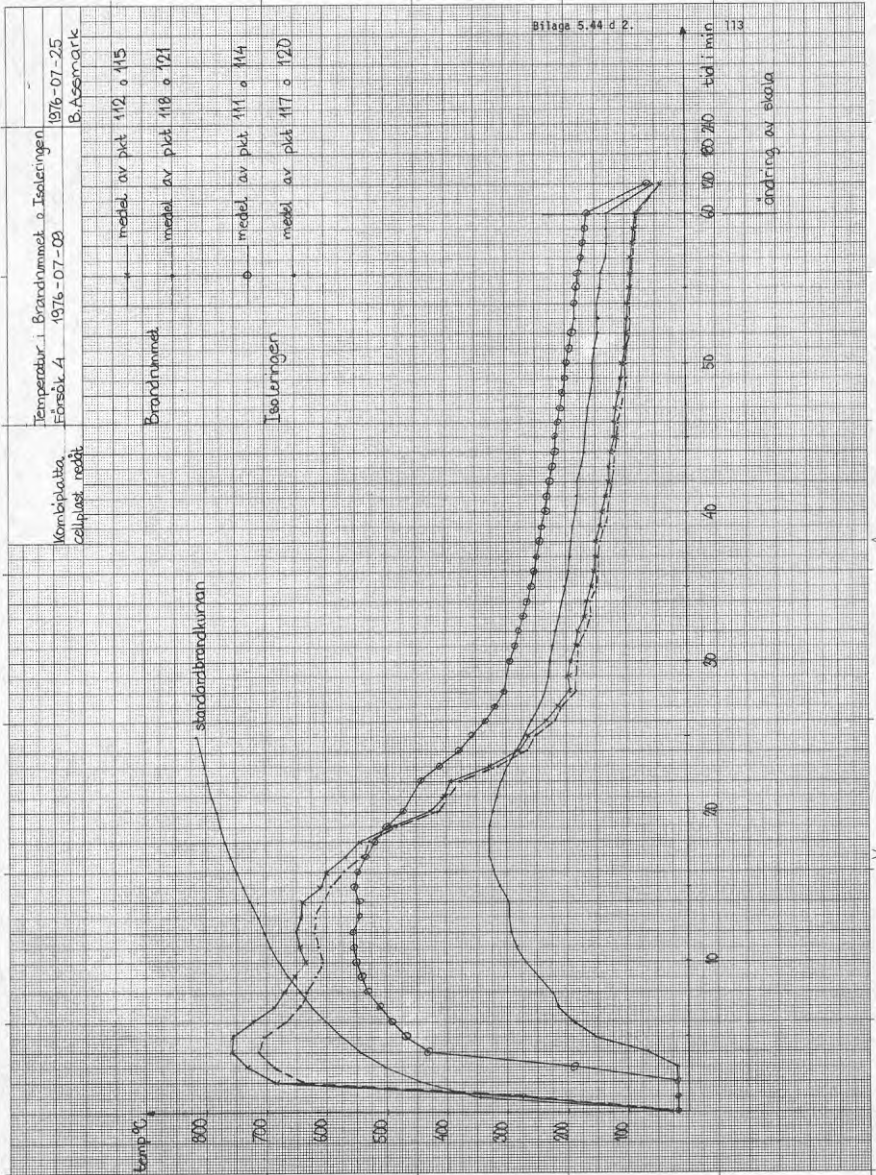


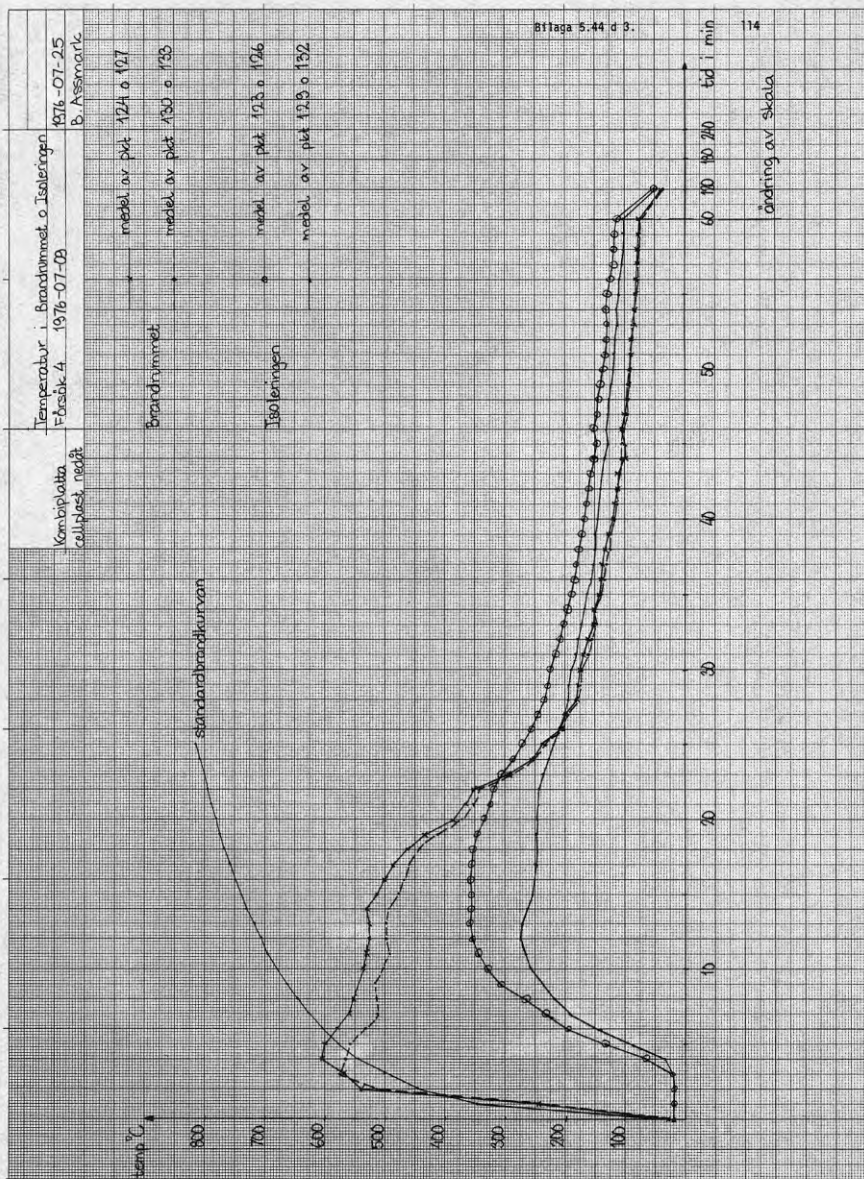






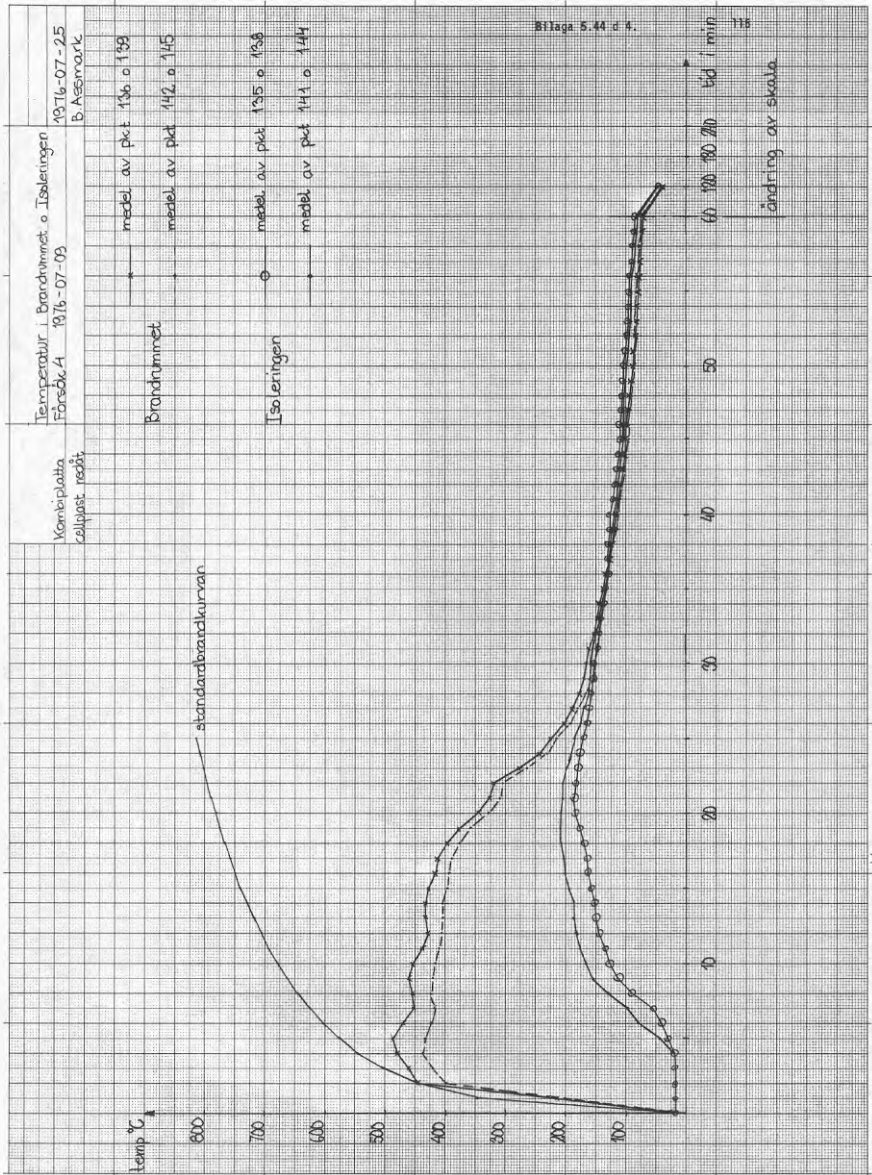






Temperatur i Brandtrymnet o Isoleringen
Forsök 4 1976-07-25
B. Assmarck

Kombiplatta
cellplast, nedåt



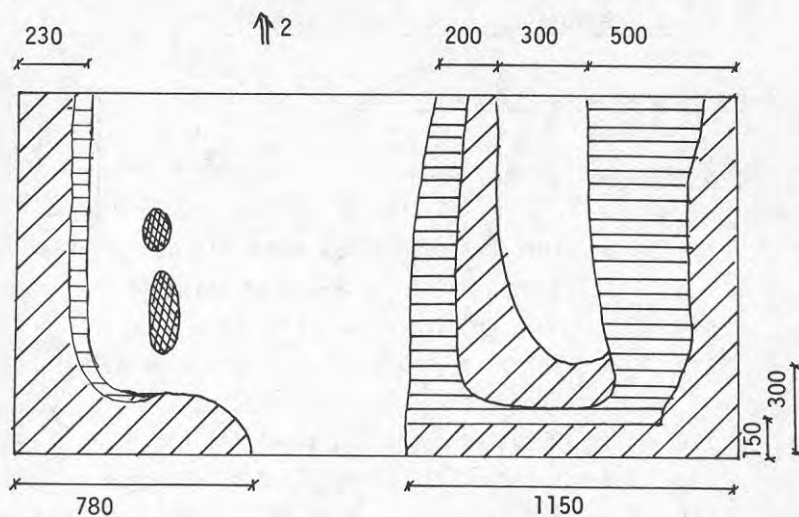
5.45 Försök nr 5T-platta, cellplasten uppåt med papptäckningBrandprovning den 22/7 kl. 8.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 00 s Svag rökutveckling på taket
- 2 min 50 s Röken strömmade ut genom stora ventilationsöppningen.
- 3 min 30 s Rökutvecklingen på taket tilltog.
- 4 min 00 s Rökutveckling fram till 2:a sektionen V-sida.
- 5 min 20 s Kraftig gul rök fram till 3:e sektionen V-sida
- 7 min 25 s Kraftigt asfaltdropp på V-sida samt rökutveckling längs ovankant och nedkant av kantplåten.
- 8 min 20 s Hela taket rökfyllt
- 8 min 30 s Fortsatt asfaltdropp V-sida
- 9 min 50 s Smältzon på taket längs höger sida
- 12 min 00 s Ihållande kraftig gul rök
- 12 min 30 s Asfaltdropp H-sida
- 15 min 20 s Fortsatt asfaltdropp H-sida
- 16 min 25 s Tydlig vågbildning av pappen på ca 1/3 av taket från eldkällan räknat
- 17 min 00 s Cellplasten var intakt vid stora ventilationsöppningen men skarvarna började missfärgas.
- 18 min 00 s Ihållande rökutveckling längs ovankant och nedkant av kantplåten
- 20 min 00 s Vänster brasa ramlade
- 21 min 00 s Höger och mittbrasan ramlade
- 22 min 55 s Kanal bildning (i skarvarna) syntes tydligt vid stora ventilationsöppningen.
- 25 min 30 s Pappen hade släppt kantplåten och sjunkit ned t o m termoelement 22, 27.
- 27 min 40 s Inga smältzoner från termoelement 28 och uppåt.
- 28 min 00 s Rökutvecklingen avtog
- 43 min 10 s Rök trängde fram genom asfaltskarven H-sida

Ingen genomträngning kunde konstateras under försöket.

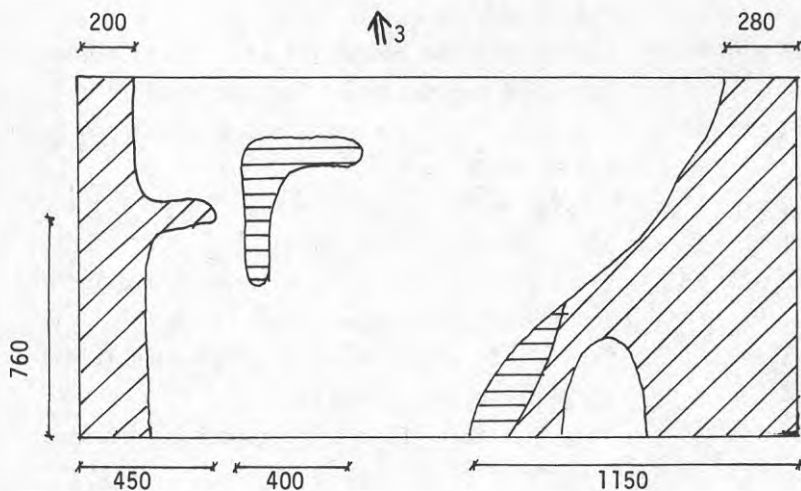
Skadebeskrivning

Sektion 1.



Ingen genombränning kunde konstateras. Det har dock varit så varmt att större delen av översta papplagret fick en halvflytande konsistens. Två små smältzoner bildades i ena kanten.

Sektion 2.



Ingen genombränning kunde konstateras.

Sektion 3, 4, 5, 6, 7 och 8 endast fuktighet längs kanterna
ca 100-200 mm bredd.

Gemensamt för sektion 5-8

En tydlig nedsjunkning av pappen i plattskarvarna i takets längd-
riktning. Pappen har inte fått kontakt med plåten utan blivit
hängande på den nästan helt intakta träullscementplattan.

Undersidan

På de 3 första sektionerna där det varit öppen eld har ingen nedso-
tning skett men galvaniseringen var helt borta. Från och med sek-
tion 4 var det en kraftig nedso-
tning, men vid försök att ta bort
sotet visade det sig inte sitta hårt. Plåten under var oskadad.

Plåt/isoleringSektion 1, 2 och 3:

Samtliga profilbottnar var helt täckta av smält cellplast i ett
förkolnat stadie blandat med asfalt samt rester från träulls-
cementplattan (Svårt att avgöra hur mycket av träullscementplat-
tan som fallit sönder och ned i profilbottnarna vid demonteringen).
I sektion 3 kunde man också se (på profilkanterna) en tunn gul-
aktig lite bubblig hinna (troligtvis cellplast).

Sektion 4, 5, 6, 7 och 8:

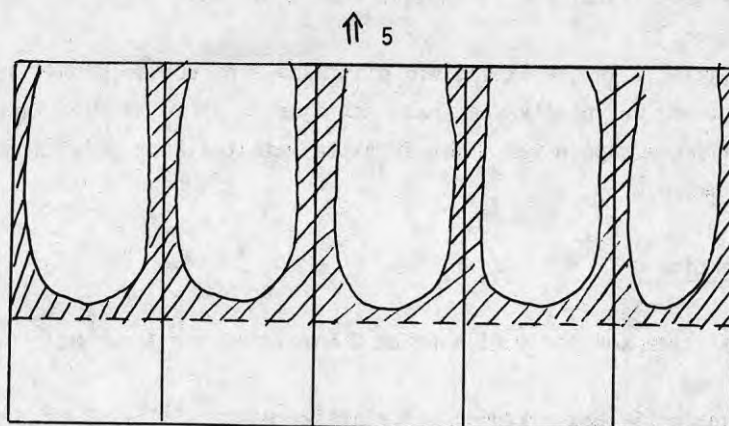
I halva sektion 4 syntes en skarp gräns efter vilken profilbottnarna
i det närmaste var "rena". I enstaka profilbottnar kunde man se
ett tunt asfaltskikt.

Plåtskarvarna

1-2	ingen cellplast, någon asfalt		
2-3	tydliga spår av asfalt, ingen cellplast		
3-4	" " " " " "		
4-5	" " " " " "		
5-6	ingen asfalt	"	"
6-7	någon asfalt	"	"
7-8	ingen asfalt	"	"

Isolering/pappSektion 1, 2 och 3:

Cellplasten var helt borta medan träullscementplattan var intakt
på de ställen den inte ramlat bort. Där träullscementplattan loss-
nat var pappen tydligt påverkad. Den luftspaltbildande pappen (sty-
renkorn) var helt bortsmält. Resterande papplager hade ett smält-
likt tillstånd över hela ytan i de 3 första sektionerna. Kanalerna
som bildats syntes tydligt även i pappen som där böjt ned.

Sektion 4

Längs de längsgående skarvarna var cellplasten helt borta ca $20+20=40$ mm bred kanal. Den återstående cellplastkärnan hade ett djup av 15-20 mm. Den luftspaltbildande pappen var i det närmaste intakt (alla styrenkorn fanns kvar). Trällscementplattan var intakt.

Sektion 5

Se skiss sektion 4. (I sektion 5 kanalbildning längs hela plattans längd.)

Kanaler i längsriktning vid plattskarvarna $30+20=60$ mm. Den återstående cellplastkärnan hade ett djup av 20-30 mm. Den luftspaltbildande pappen var i det närmaste intakt liksom trällscementplattan.

Sektion 6

Se skiss sektion 4. (I sektion 6 kanalbildning längs hela plattans längd.)

Kanaler i längsriktning vid plattskarvarna $40+40=80$ mm. Den återstående cellplastkärnan hade ett djup av 35-45 mm. Den luftspaltbildande pappen var i det närmaste intakt liksom trällscementplattan.

Sektion 7

Se skiss sektion 4. (I sektion 7 kanalbildning längs hela plattans längd.)

Kanaler i längsriktning vid plattskarvarna $50+50=100$ mm. Den återstående cellplastkärnan hade ett djup av 45-50 mm. Den luftspaltbildande pappen var i det närmaste intakt liksom träullscementplattan.

Sektion 8

Se skiss sektion 4. (I sektion 8 kanalbildning längs hela plattans längd.)

Kanaler i längsriktning vid plattskarvarna $75+75=150$ mm. Den återstående cellplastkärnan hade ett djup av 35-45 mm. Den luftspaltbildande pappen var i det närmaste intakt liksom träullscementplattan.

Gemensamt för sektion 4-8

Längs plattskarvarna där cellplasten var helt borta var också den luftspaltbildande pappen förstörd. Pappen hade böjts ned mot cellplastkanterna och var i vecket mycket nära brott.

Övrigt

Efter avslutat prov kunde man tydligt se hur pappen hade släppt från kantplåten på samtliga ställen fram till termoelement nr 22, 25. De två små smältzonerna som bildats var mycket tydliga. Då kantplåtarna revs kunde en viss påverkan på ytpappen ses.

höger-sida:

En tydligt uppluckrad yta fram till termoelement nr 16, 19. Cellplasten var helt borta i kanten till termoelement nr 22, 25 därefter intakt. Den lösa mineralullstättningen var tydligt missfärgad och asfaltbelagd fram till termoelement nr 16, 19.

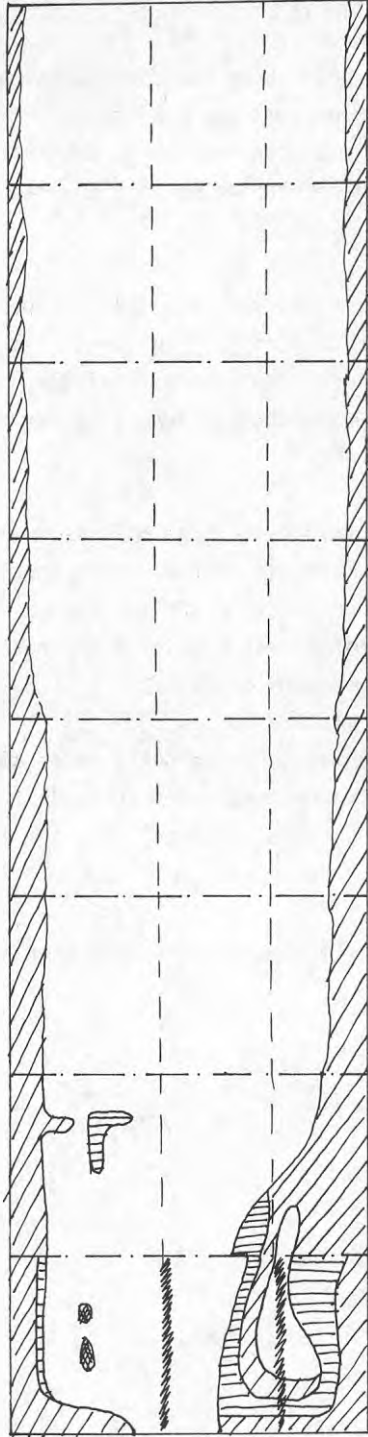
vänster-sida:

En tydligt uppluckrad yta fram till termoelement nr 22, 25 därefter i det närmaste intakt, vid termoelement 25 fanns en stor "bubbla" som sträckte sig in över halva taket. Den lösa mineralullstättningen var tydligt missfärgad och asfaltbelagd fram till termoelement nr 22, 25.

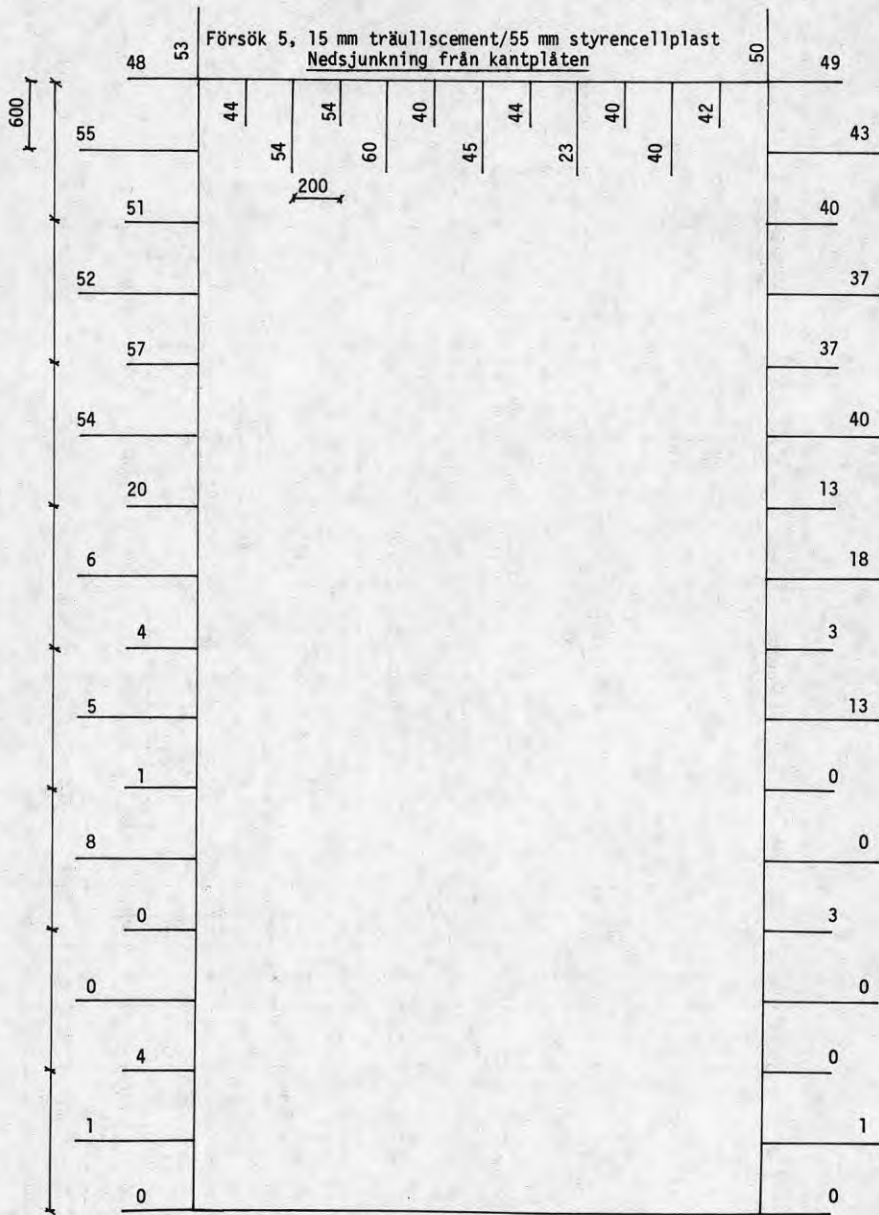
För att kunna konstatera var cellplasten smälte gjordes iakttagelser beträffande takpappens beteende. Lokala uppbuktningar och nedsjunkningar av takpappen togs som tecken på att cellplasten smält på dessa ställen.

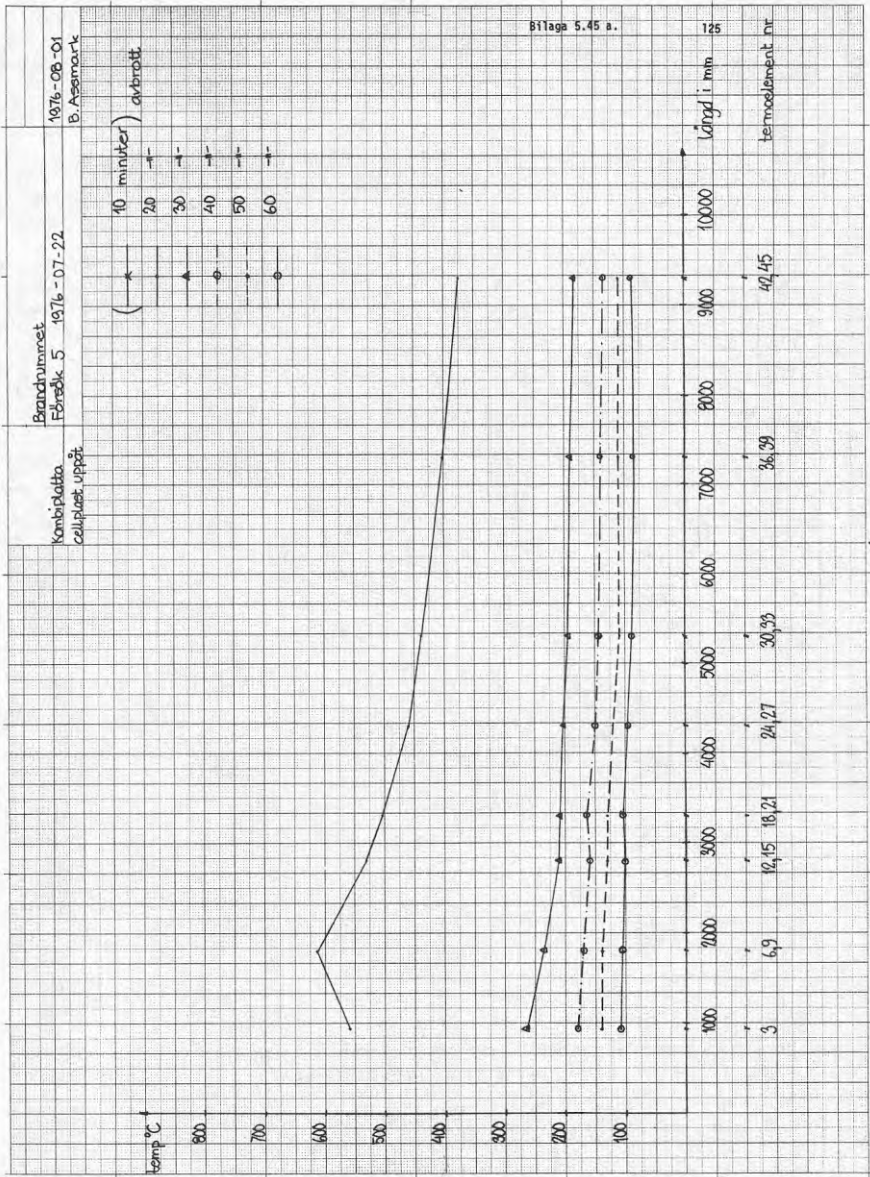
I figur 5.45 redovisas nedsjunkningen från kantplåten.

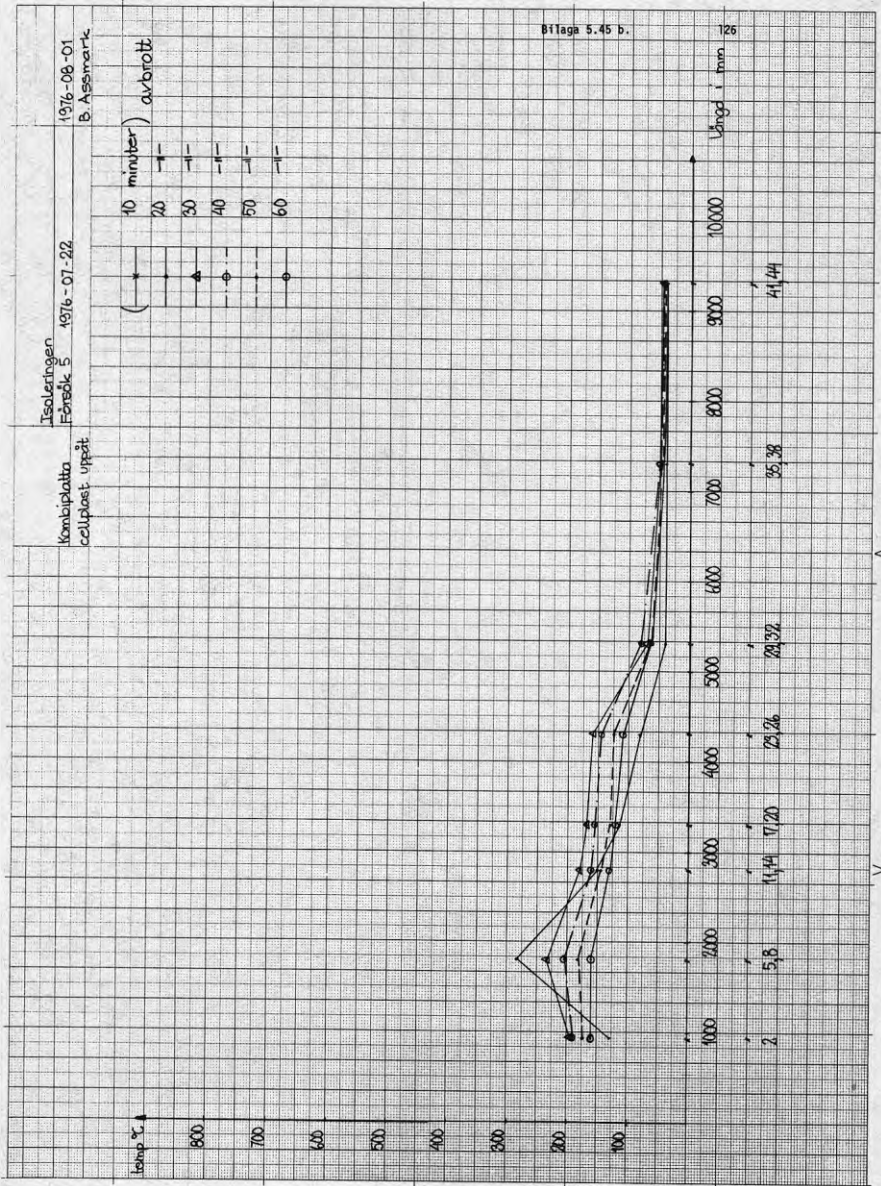
Helhetsintryck

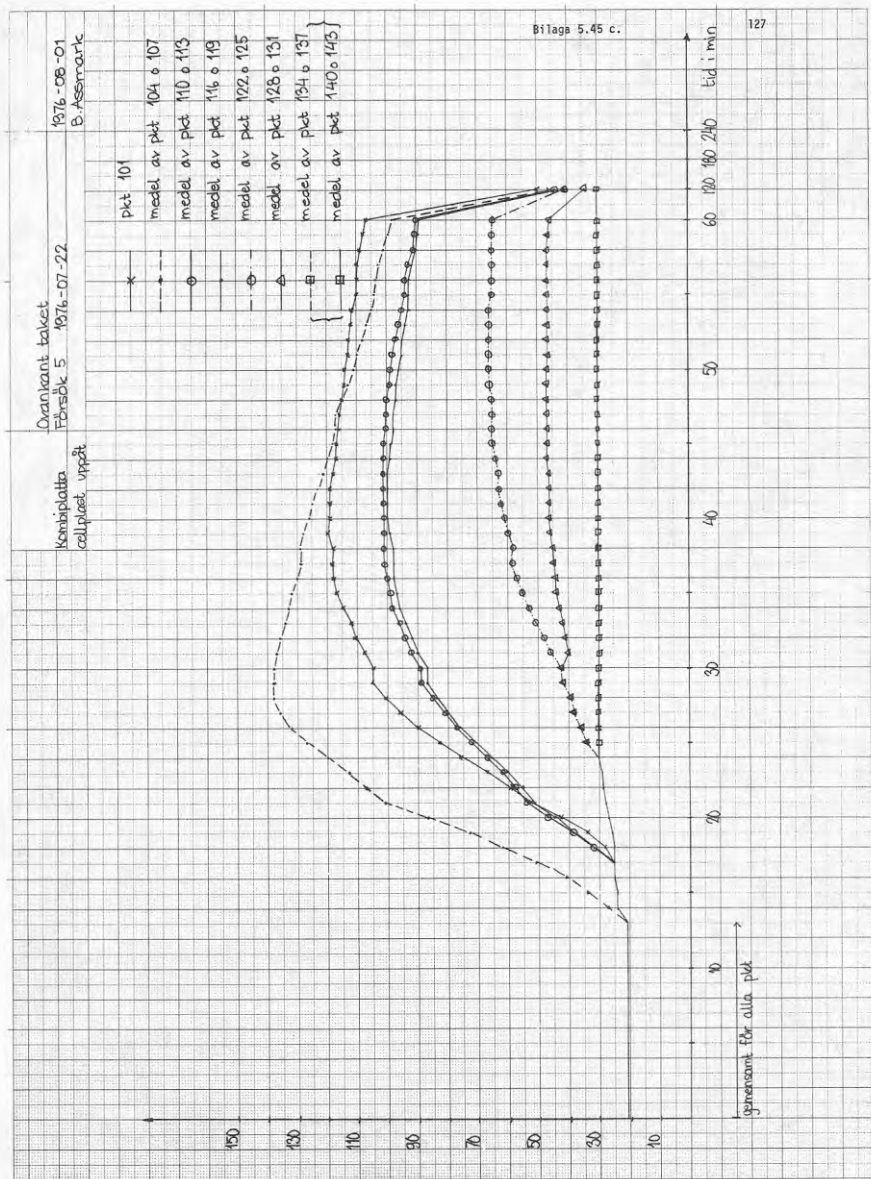


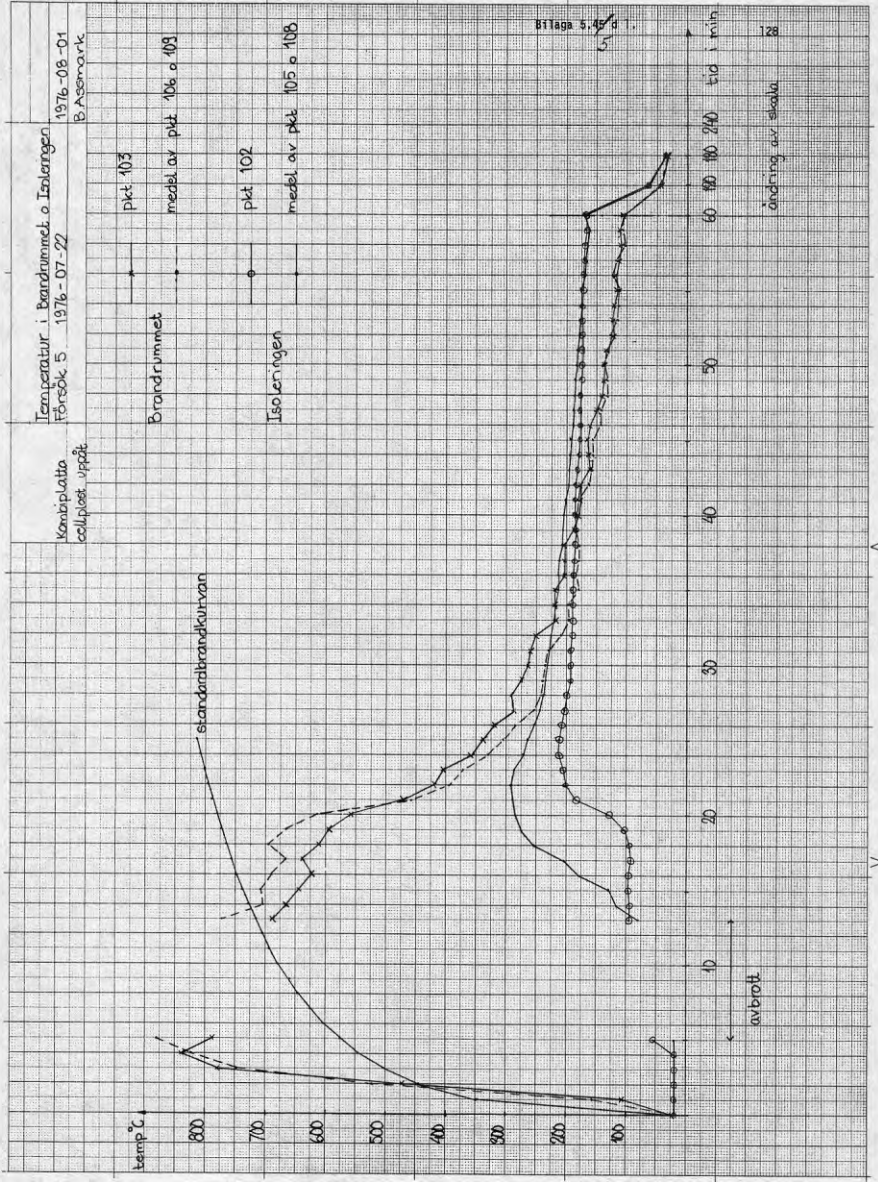
Figur 5.45

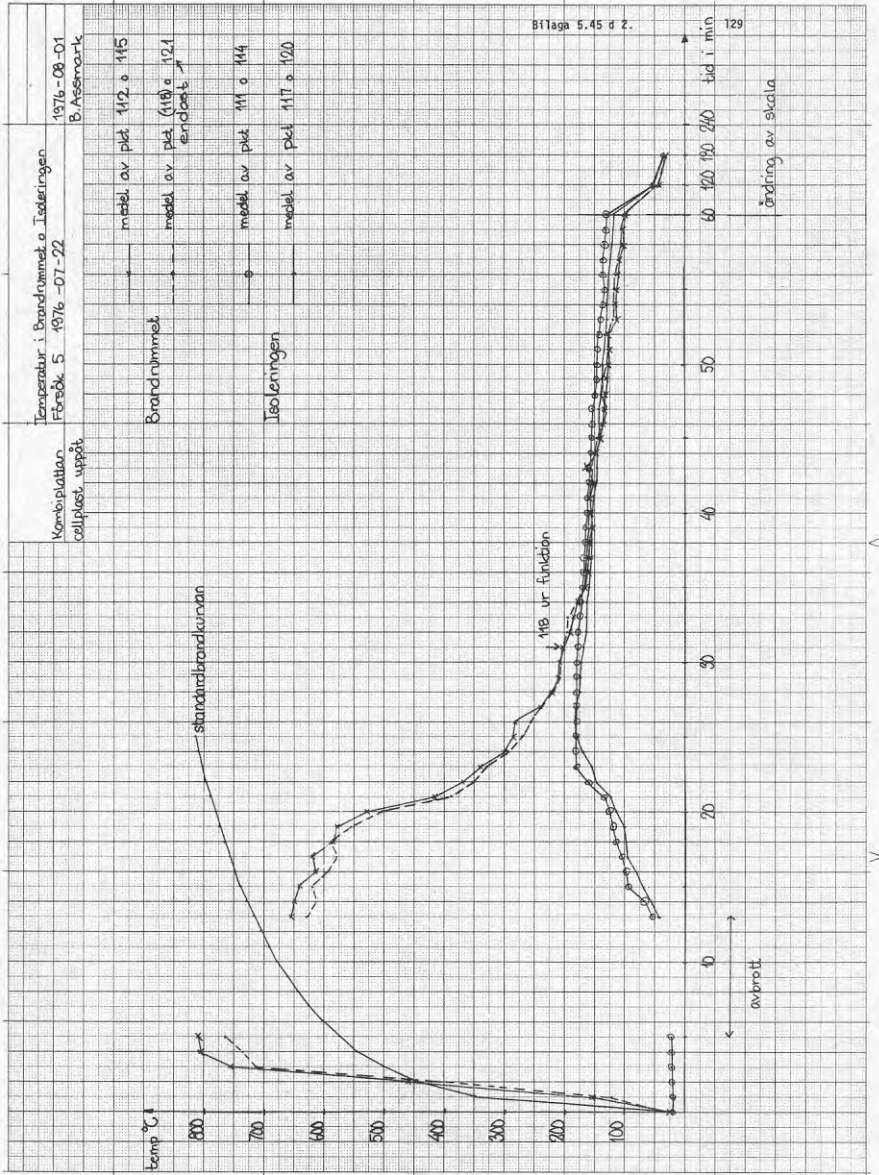


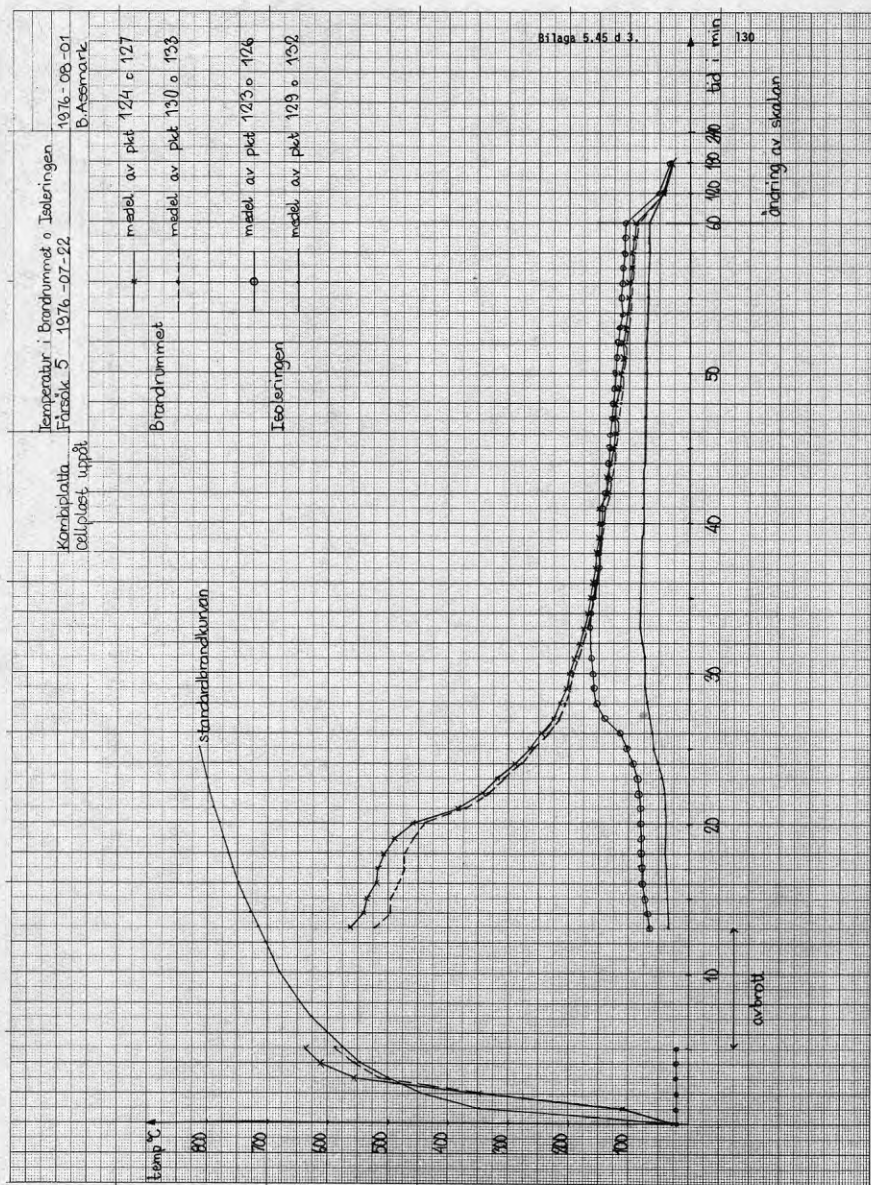


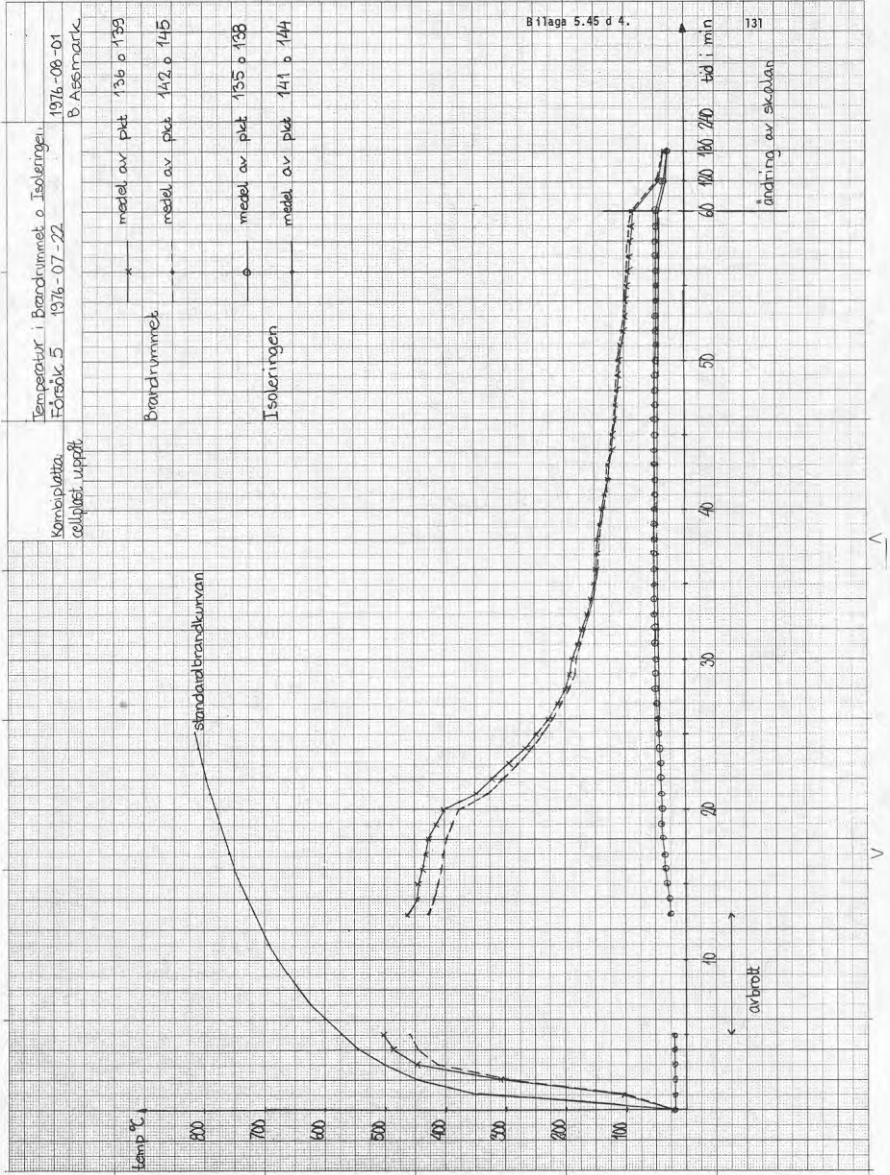












5.46 Försök nr 6Gullfiber Styrolit med papptäckningBrandprovning den 28.7 kl. 8.00Observationer

- 0 min Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 1 min 15 s Rök från bälten syntes genom stora ventilationsöppningen
- 2 min 45 s Rök började synas längs kantplåtens nedre del på vänster sida.
- 3 min 20 s Rök syntes även på höger sida längs kantplåtens nedre del.
- 3 min 40 s En sticklåga slog ut på höger sida.
- 4 min 10 s Den gula röken började synas på 1/3 av taket från eldkällan räknat.
- 4 min 30 s Kraftig rökutveckling längs både höger och vänster sida.
- 5 min 25 s Rök från "lilla" ventilationsöppningens kantplåt.
- 6 min 20 s 3, 4, 5 plåtskarven antändes inifrån
- 7 min 50 s Isoleringen sjönk synligt ihop vid stora ventilationsöppningen.
- 8 min 50 s Rökutvecklingen var mycket kraftig.
- 9 min 25 s Höger sida hade en ihållande gul rök.
- 10 min 00 s Skarvbranden höll i sig och utökades till 6:e skarven.
- 10 min 20 s Cellplastdropp invändigt.
- 11 min 10 s Asfalt droppade på höger sida.
- 12 min 30 s Taket var övertänt t o m 3:e kantplåten.
- 15 min 00 s Kraftig rökutveckling.
- 15 min 30 s Cellplast rann brinnande längs höger sida.
- 20 min 00 s Höger brasa ramlade.
- 20 min 30 s Cellplast droppet höll i sig.
- 21 min 00 s Rökutvecklingen tilltog och den sista delen av taket antändes.

- 21 min 10 s Samtliga kantplåtar på vänster sida buktade utåt.
- 21 min 30 s Samtliga kantplåtar på höger sida buktade utåt.
- 22 min 00 s Vänster och mittbrasan ramlade.
- 25 min 00 s Ihållande takbrand.
- 28 min 45 s Branden hade nått stora ventilationsöppningen
- 30 min 10 s Sista kantplåten släppte sitt fäste.
- 35 min 00 s Hela taket utbränt.

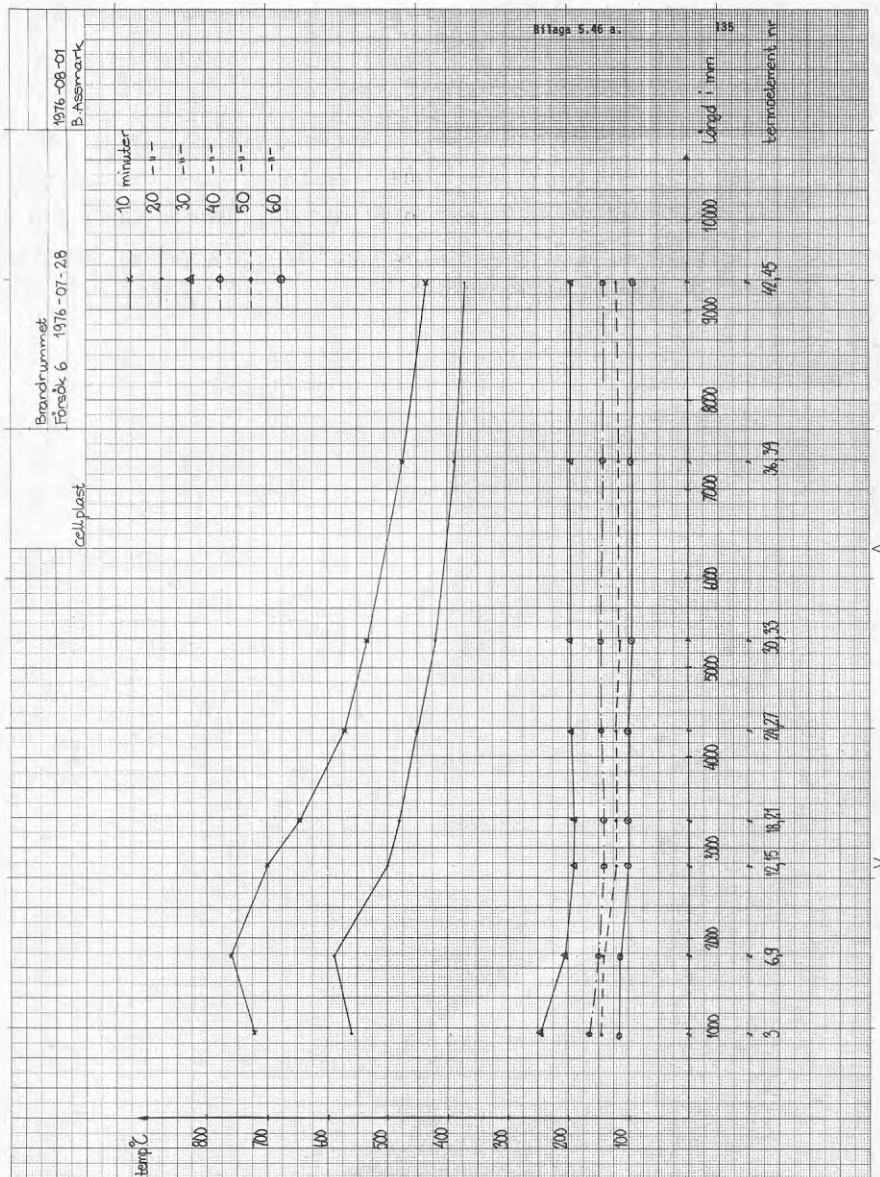
Skadebeskrivning

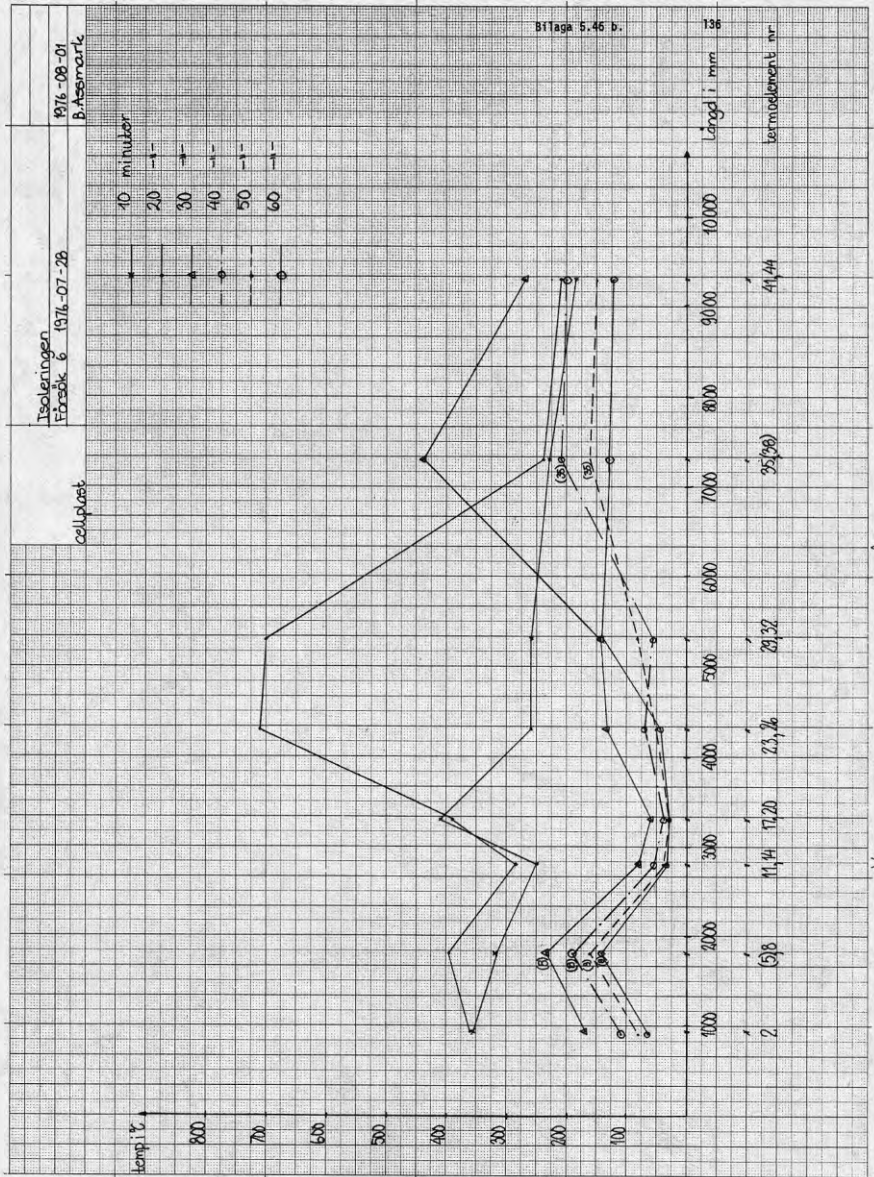
Sektion 1, 2 och 3:

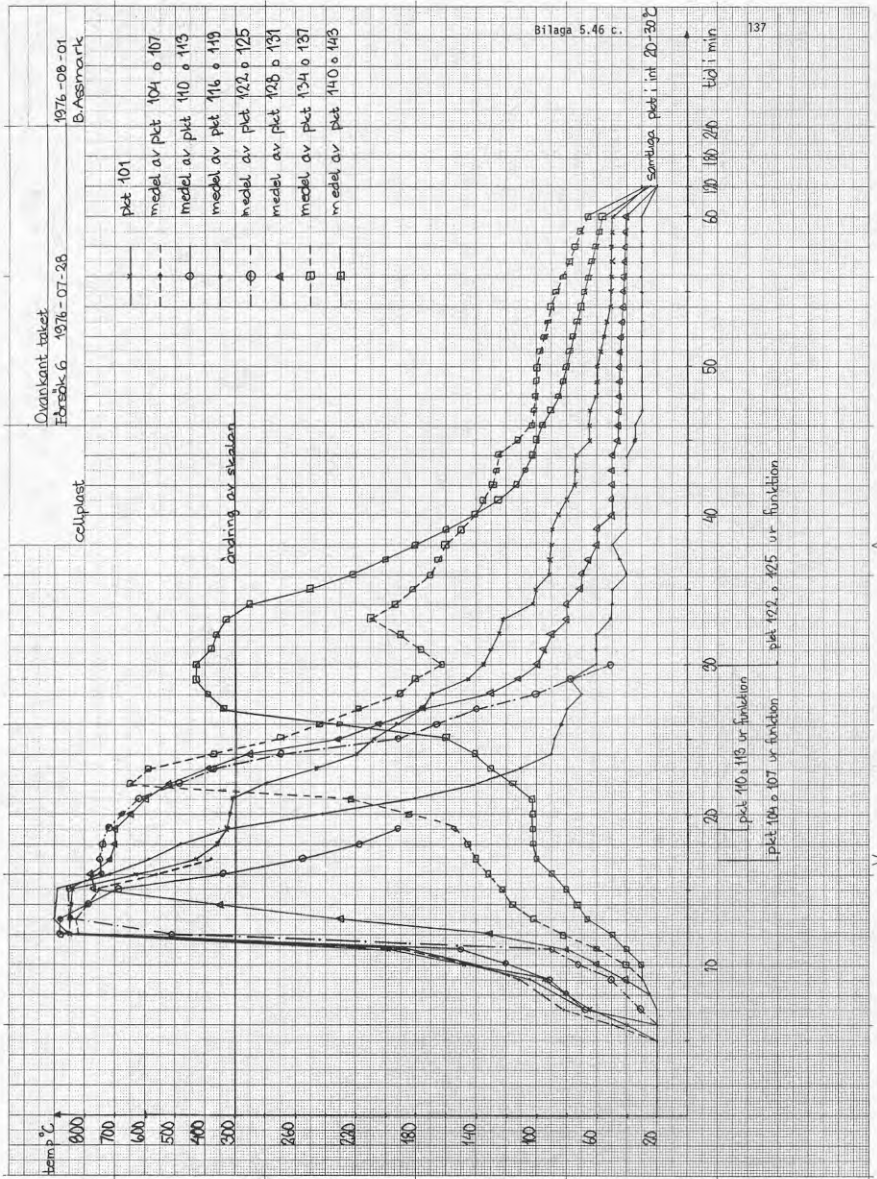
Över dessa sektioner fanns det inte något ställe med sammanhängande papp. Den papp som var kvar bestod av flagor av storleksordningen 10x10 cm. All cellplast var borta. I skarvarna kunde man se tydliga spår av smält asfalt.

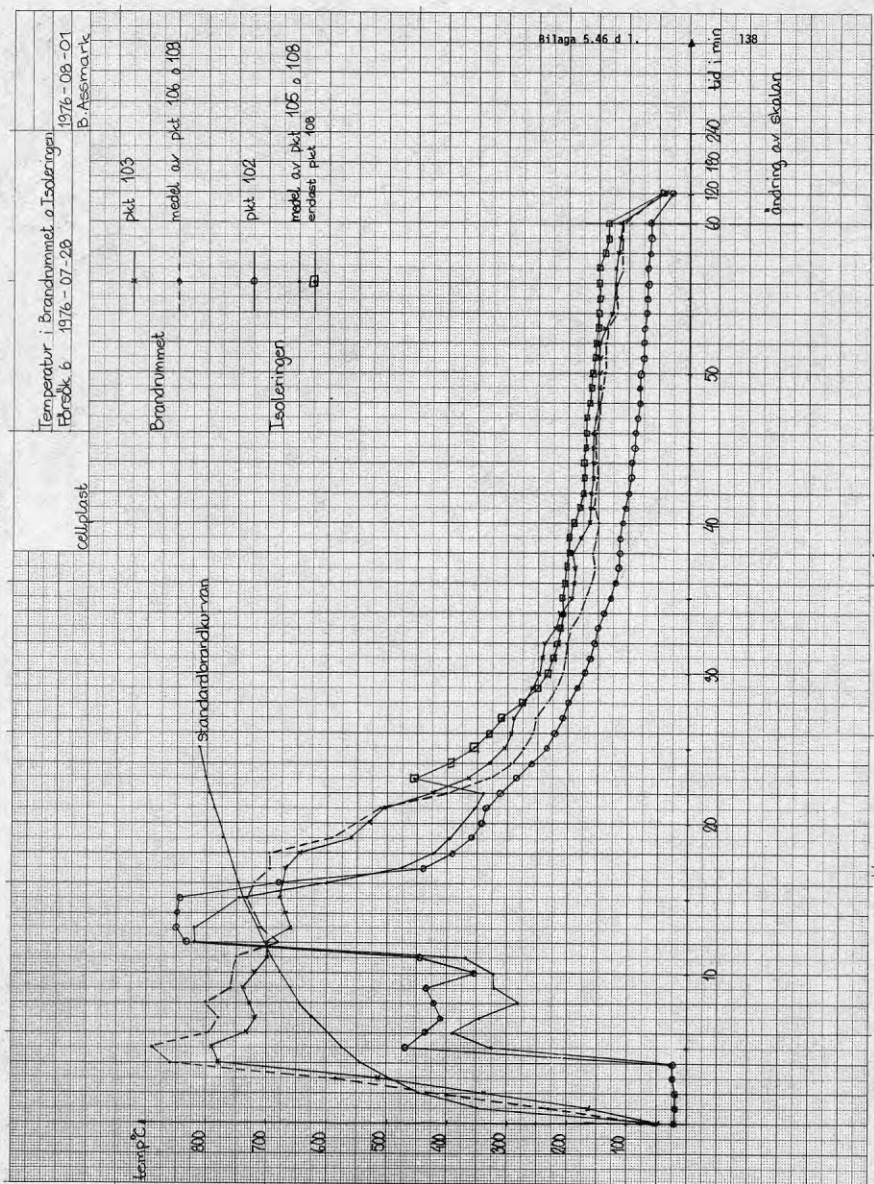
Sektion 4, 5, 6, 7 och 8:

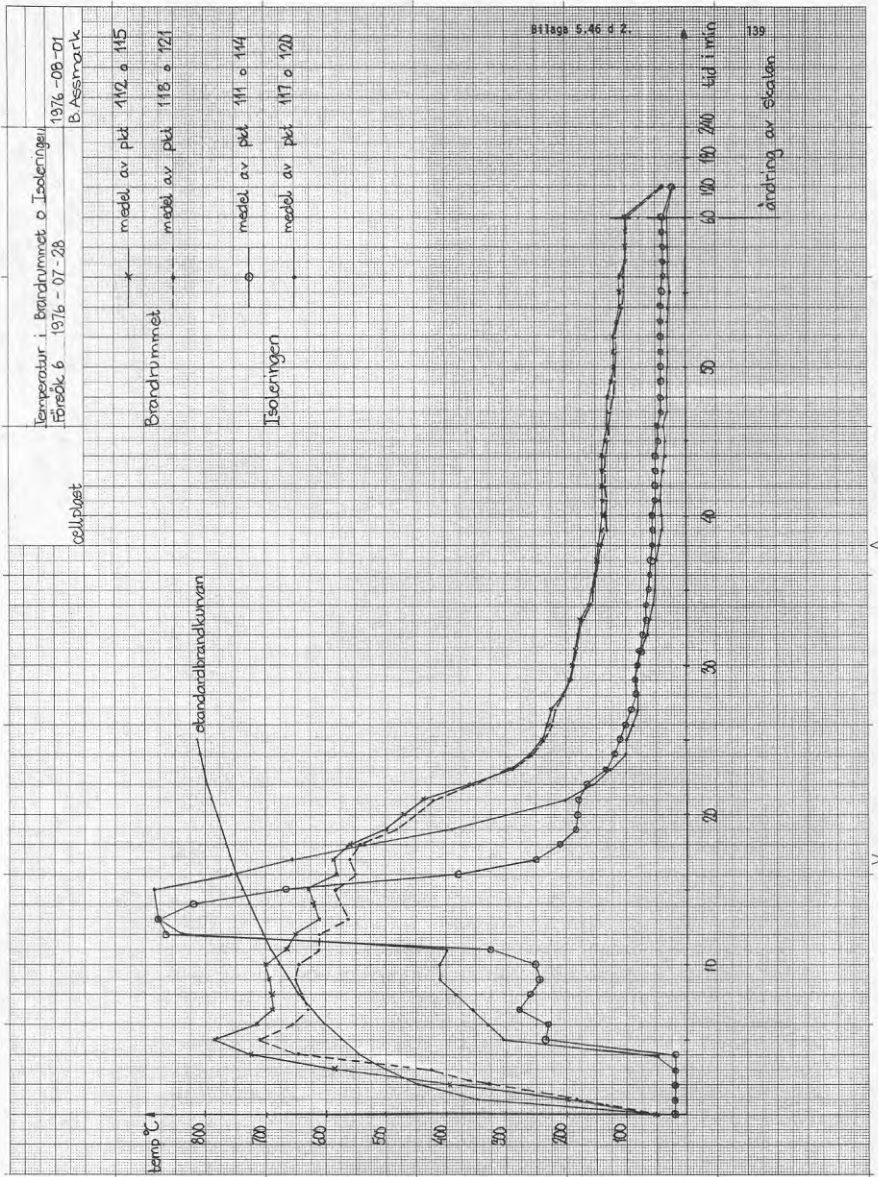
Över dessa sektioner var pappen sammanhängande. Det var svårt att avgöra vilket av de 3 papplagren man såg. Pappen var vid beröring mycket spröd. All cellplast var borta. I skarvarna kunde man se tydliga spår av smält asfalt.

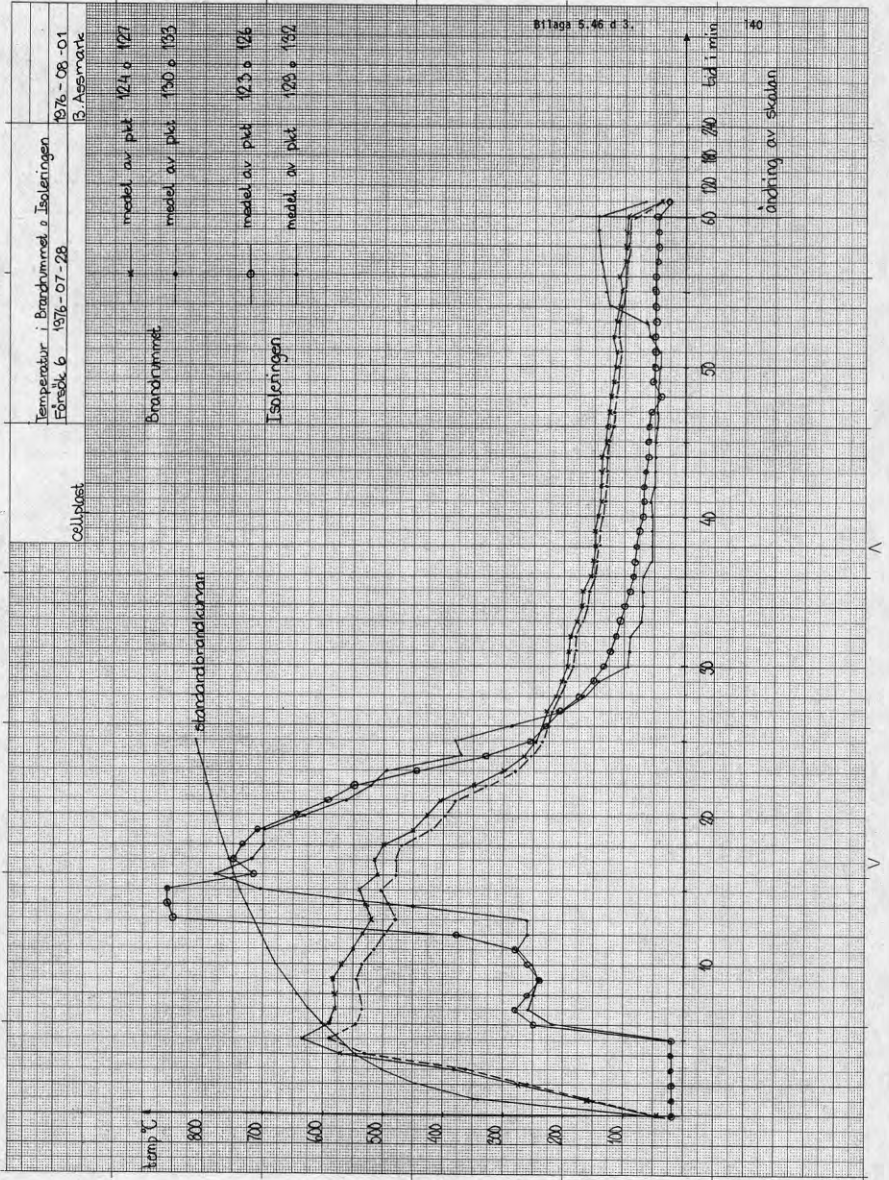


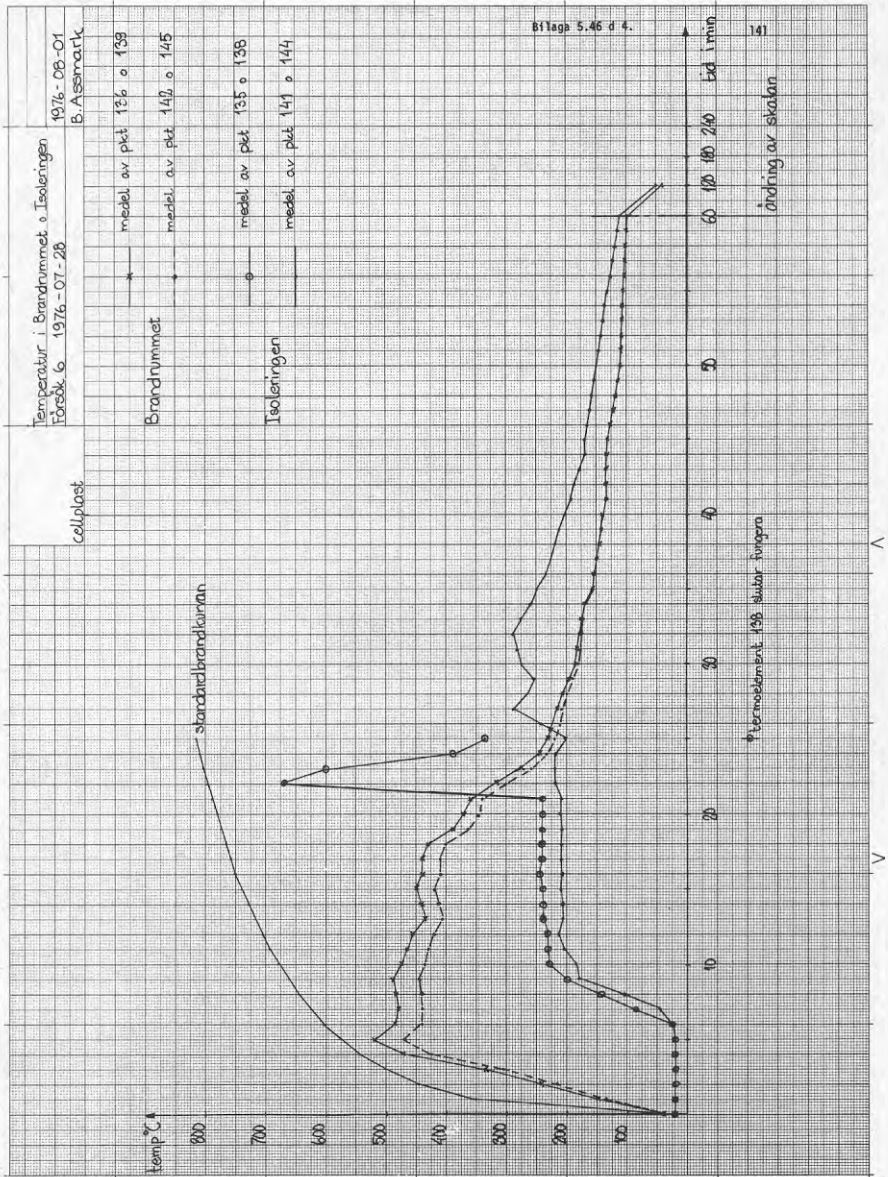


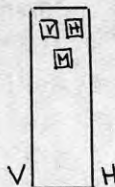










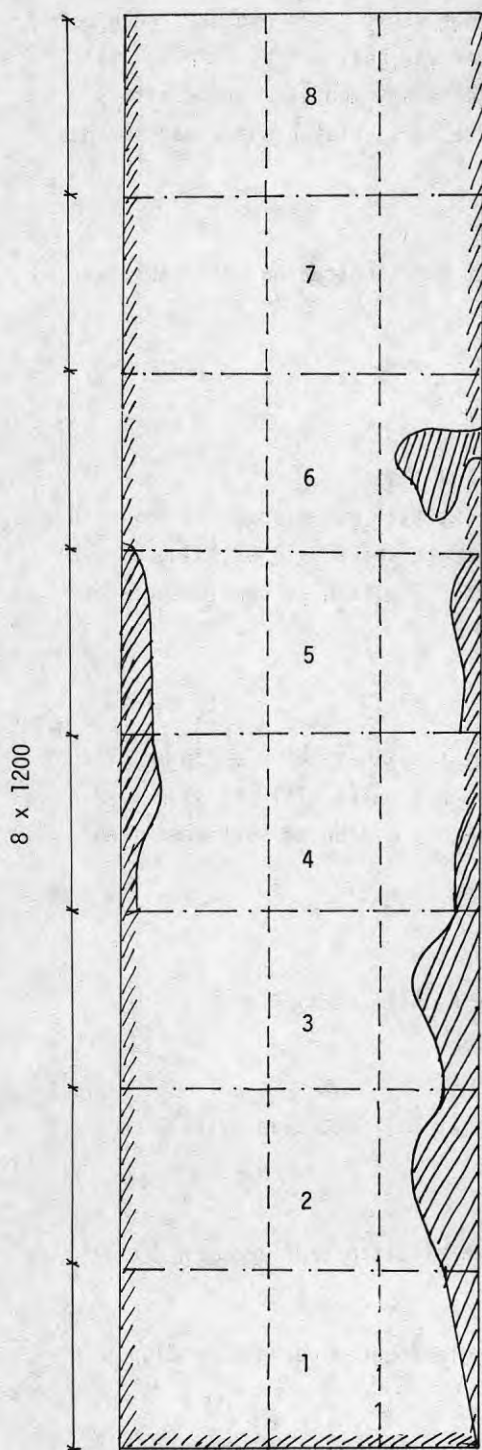
5.47 Försök nr 7Gullfiber takskiva 3094 med papptäckningBrandprovning den 4/8 kl. 8.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälten tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 0 min 55 s Lågorna nådde taket.
- 2 min 05 s Termoelementinfästningen över eldkällan antändes.
- 2 min 50 s Rök började synas längs kantplåten på höger sida.
- 3 min 20 s Den gula röken började synas på vänster sida vid 2:a kantplåten.
- 4 min 10 s Rökutvecklingen tilltog på höger sida.
- 4 min 40 s Röken hade nått hela taket.
- 5 min 40 s 3:e o 4:e plåtskarven antändes inifrån.
- 6 min 00 s "Smälta" intill kantplåtarna (över bälten).
- 7 min 40 s Röken vällde kraftigt längs kantplåtarnas nedre kant gulaktig-brun.
- 7 min 50 s Skarvbranden avtog.
- 7 min 55 s Röken drog sig tillbaka, dock inte helt.
- 11 min 20 s Inga smältzoner kunde ses, men någon "smälta" längs kantplåten.
- 15 min 00 s Den gula röken övergick till en vitaktigare samtidigt som den avtog. Rök fanns nu endast över eldkällan.
- 16 min 00 s Höger brasa ramlade.
- 16 min 50 s Dropp invändigt (troligtvis asfalt).
- 17 min 00 s Vänster och mittbrasan ramlade.
- 17 min 10 s Röken var nu helt vit.
- 18 min 00 s "Smälta" i höger hörn ovanför bälten.
- 25 min 50 s Genom att ta prov från asfalten närmast kantplåten konstaterades att asfalten luckrats upp något.
- 26 min 45 s En "liten smältzon" syntes vid termoelement nr 22, 23 och 24.

- 27 min 40 s Takpappen tydligt fuktig på vänster sida fram till termoelement nr 25, 26 och 27.
- 29 min 50 s Röken drog sig tillbaka, dock sporadisk rökutveckling längs kantplåtarna.
- 32 min 50 s Vid höger hörna ovanför eldkällan är pappen tydligt påverkad.
- 35 min 30 s Vid termoelement nr 7, 8 och 9 en synlig sjunkning.

▨ fuktig asfalt

Skadebeskrivning



}) samtliga papplager oskadade, endast fuktighet längs kantplåten

samtliga papplager oskadade, endast fuktighet på höger sida samt längs kantplåten

samtliga papplager oskadade, fuktighet såväl på höger som vänster sida

samtliga papplager oskadade, fuktighet såväl på höger- som vänstersidan samt längs kantplåten

samtliga papplager oskadade, endast fuktighet högtersida samt längs kantplåten

samtliga papplager oskadade, endast fuktighet högtersida samt längs kantplåten

samtliga papplager oskadade, endast fuktighet på högtersida samt längs kantplåten

Undersidan

På de 5 första sektionerna där det varit öppen eld har ingen ned-sotning skett, men galvaniseringen var helt borta. Från och med sektion 5 var det en kraftig nedsothning, men vid försök att ta bort sotet visade det sig inte sitta hårt. Plåten under var oskadad.

Plåt/isolering

För samtliga sektioner gällde att profilbottnarna var täckta av asfalt ca 1-2 mm.

Isolering/papp

Sektion 1:

Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 50 mm. Ytan över hela sektionen hade dessutom ett skikt till ett djup av 4-8 mm som vid beröring pulvriserades. I mitten av sektionen fanns ett parti med avflagnad.

Sektion 2:

Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 30 mm. Ytan över hela sektionen hade dessutom ett skikt till ett djup av 2-4 mm som vid beröring pulvriserades. I mitten av sektionen fanns ett parti med avflagnad.

Sektion 3:

Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 5-10 mm.

Sektion 4:

Isoleringen hade ett förbränt skikt till ett djup av 5-10 mm.

Sektion 5 - 8:

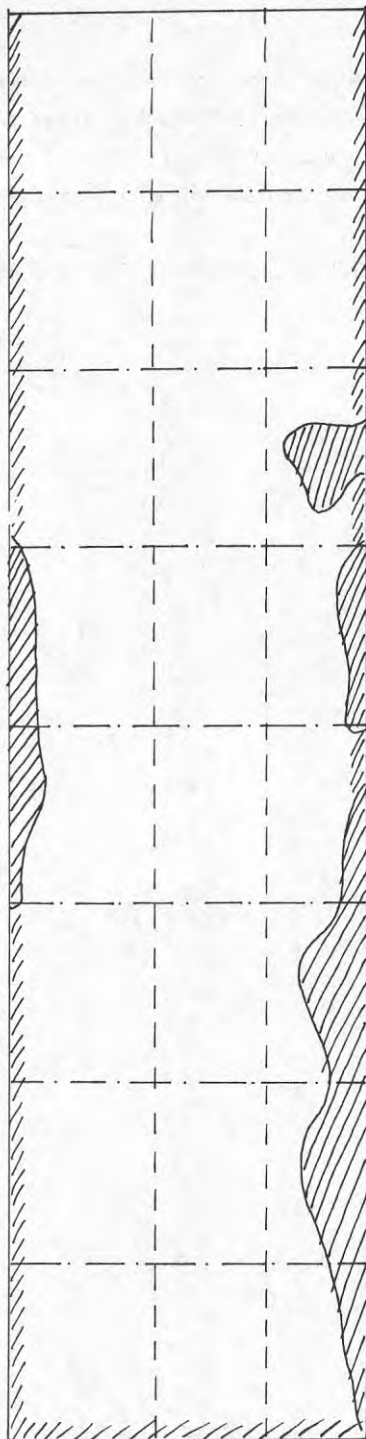
Isoleringen var inte påverkad men asfalten hade trängt ned till ett djup av 3-5 mm.

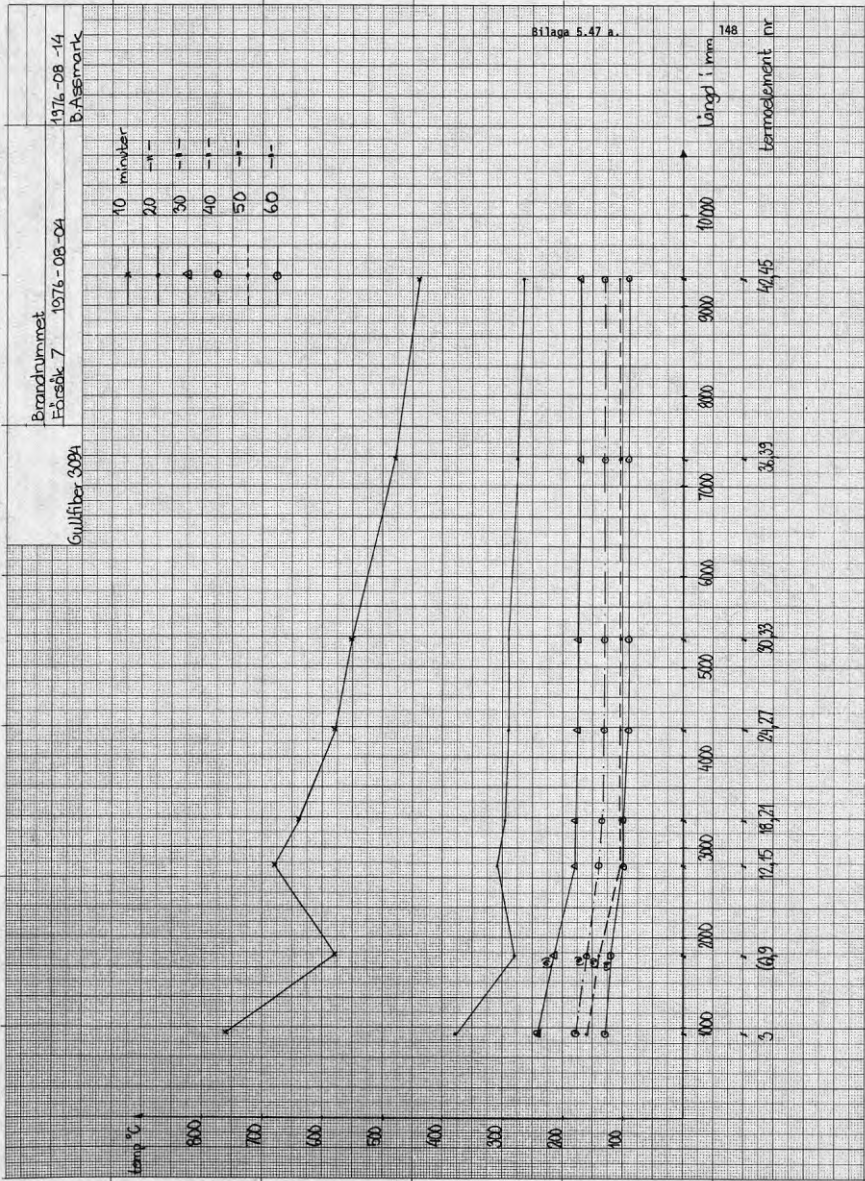
I de 4 första sektionerna där isoleringen påverkats på djupet hade den mjuknat något.

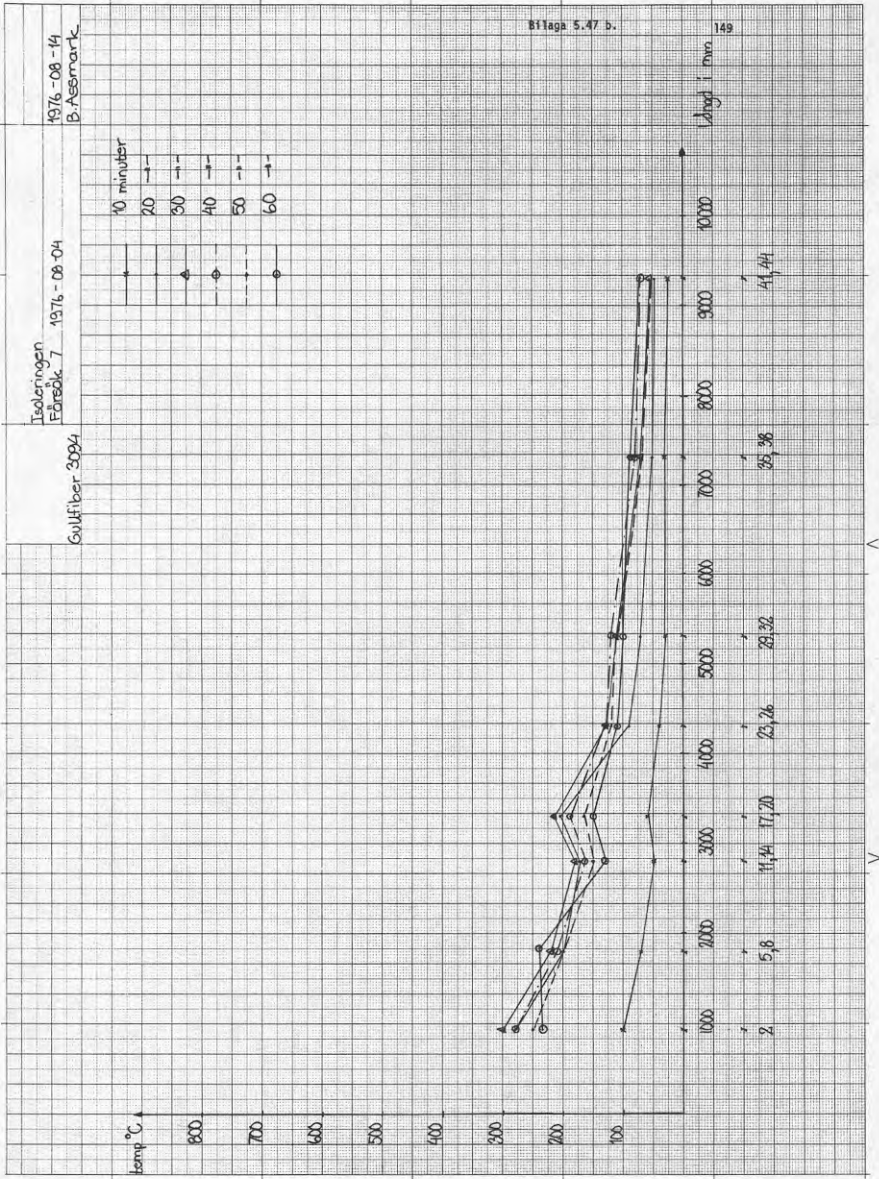
Övrigt

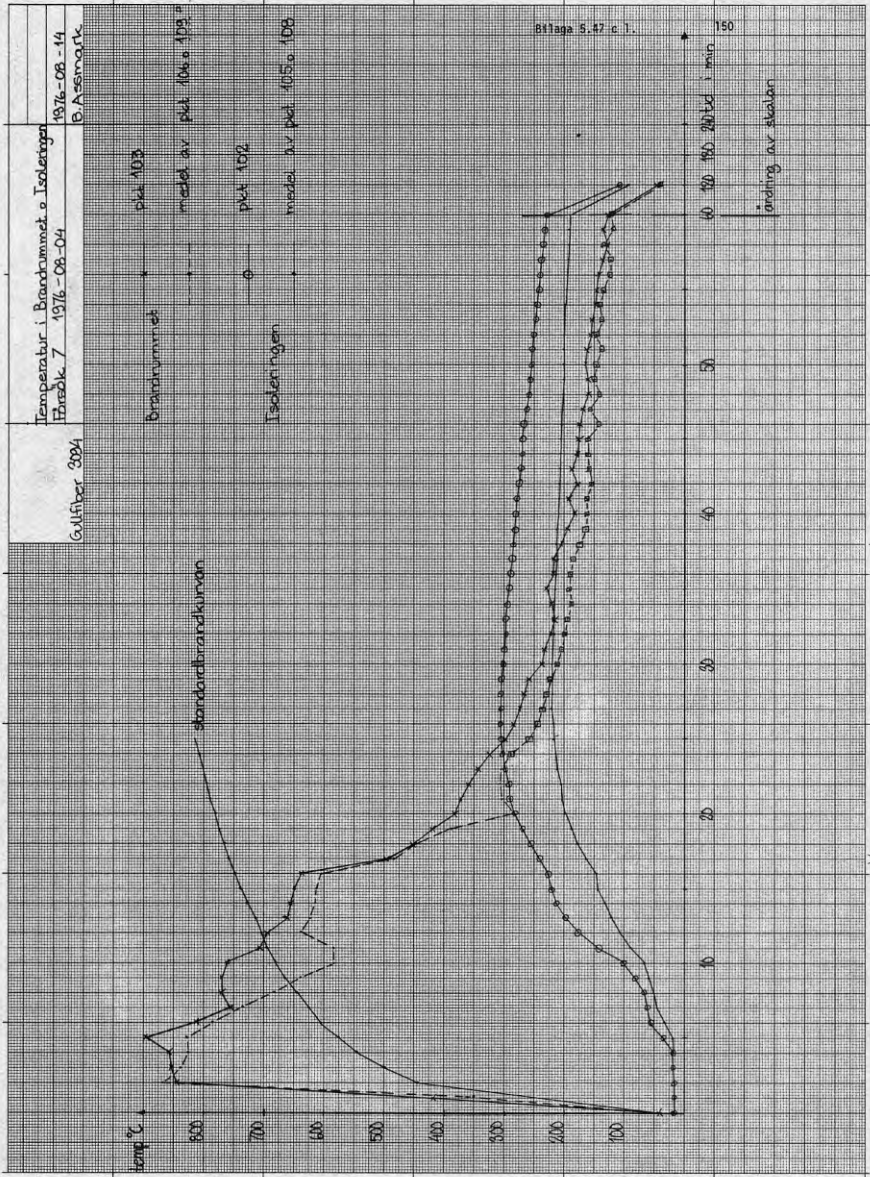
Ingen genombränning kunde konstateras. Efter rivning av kantplåtarna kunde man se en tydlig fuktighet längs kanterna, som vid prov visade sig vara "uppluckrad asfalt". Vid termoelement nr 4,5,6 och 7,8,9 kunde man se en nedsjunkning. Taket kändes vid gång mjukt.

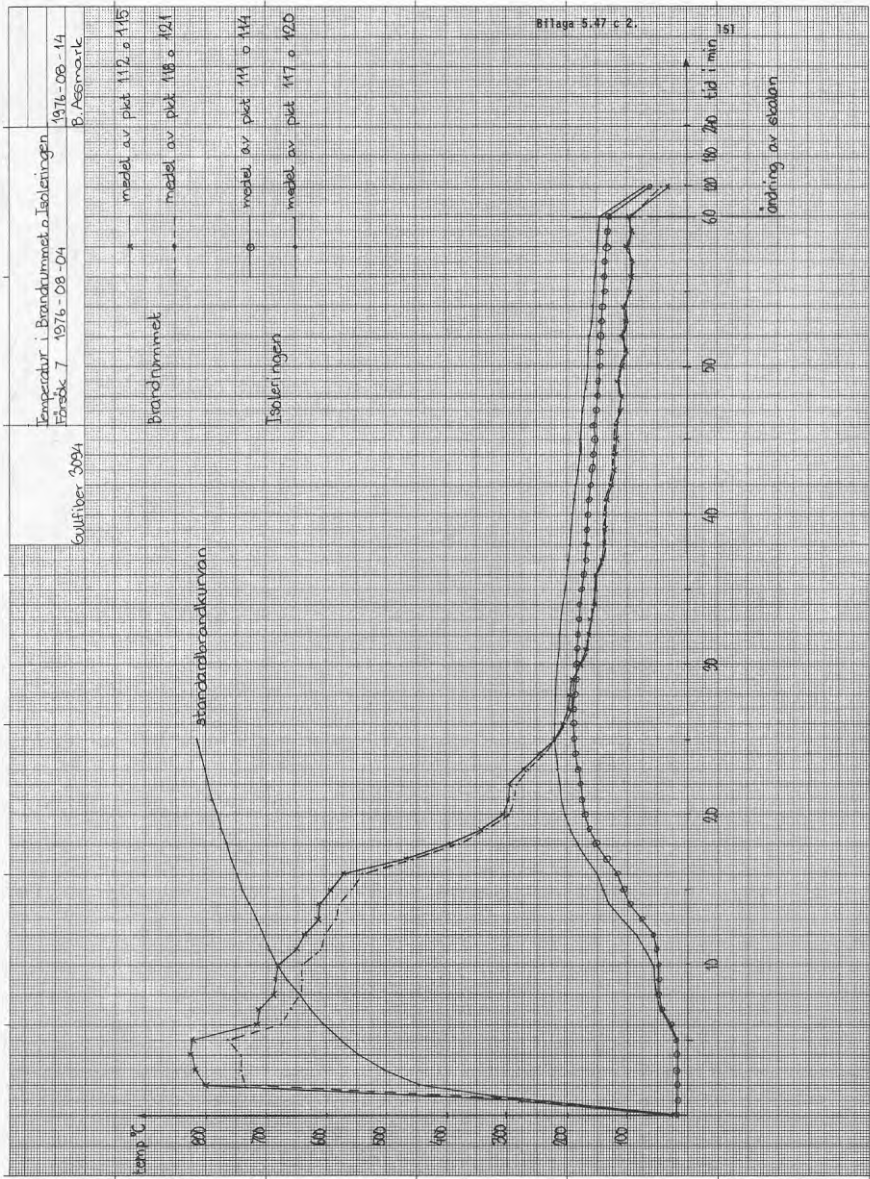
Den synliga isoleringskanten var fläckvis missfärgad.

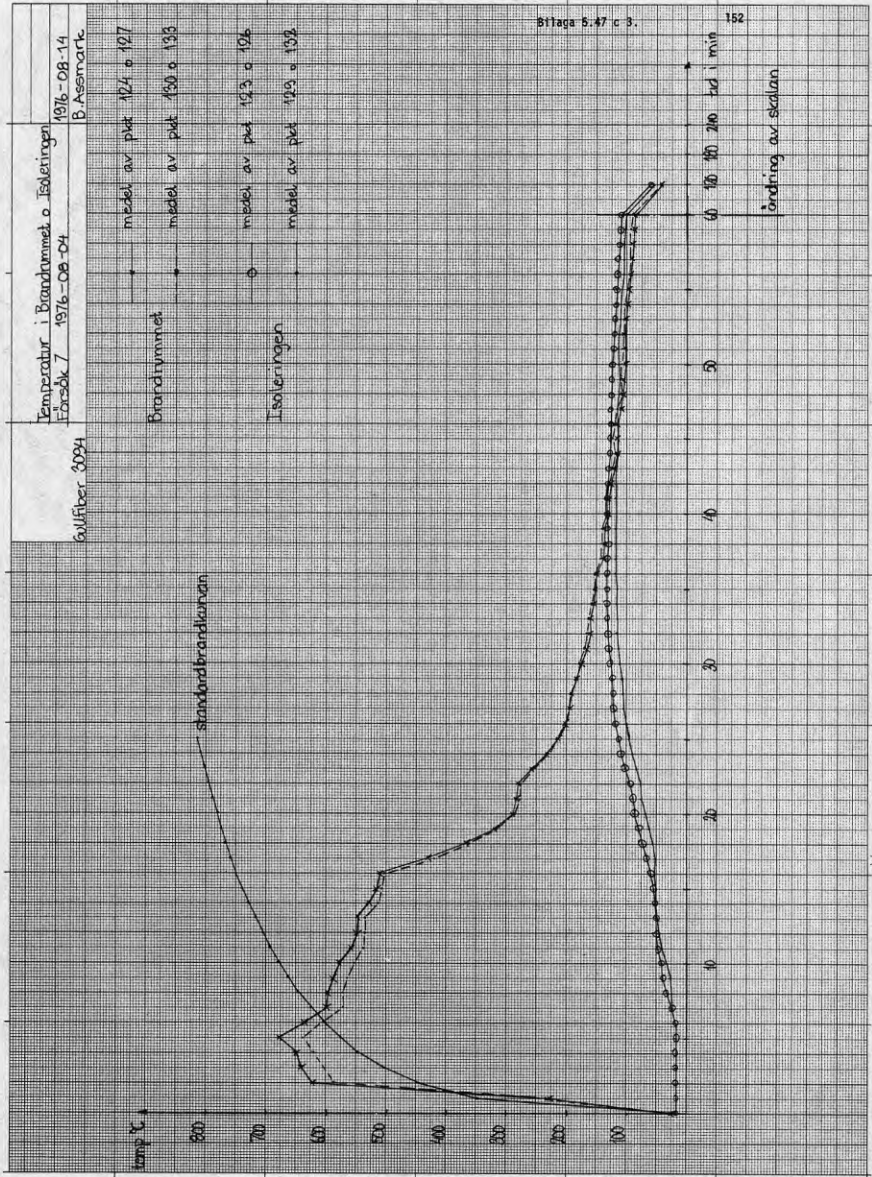
Helhetsintryck

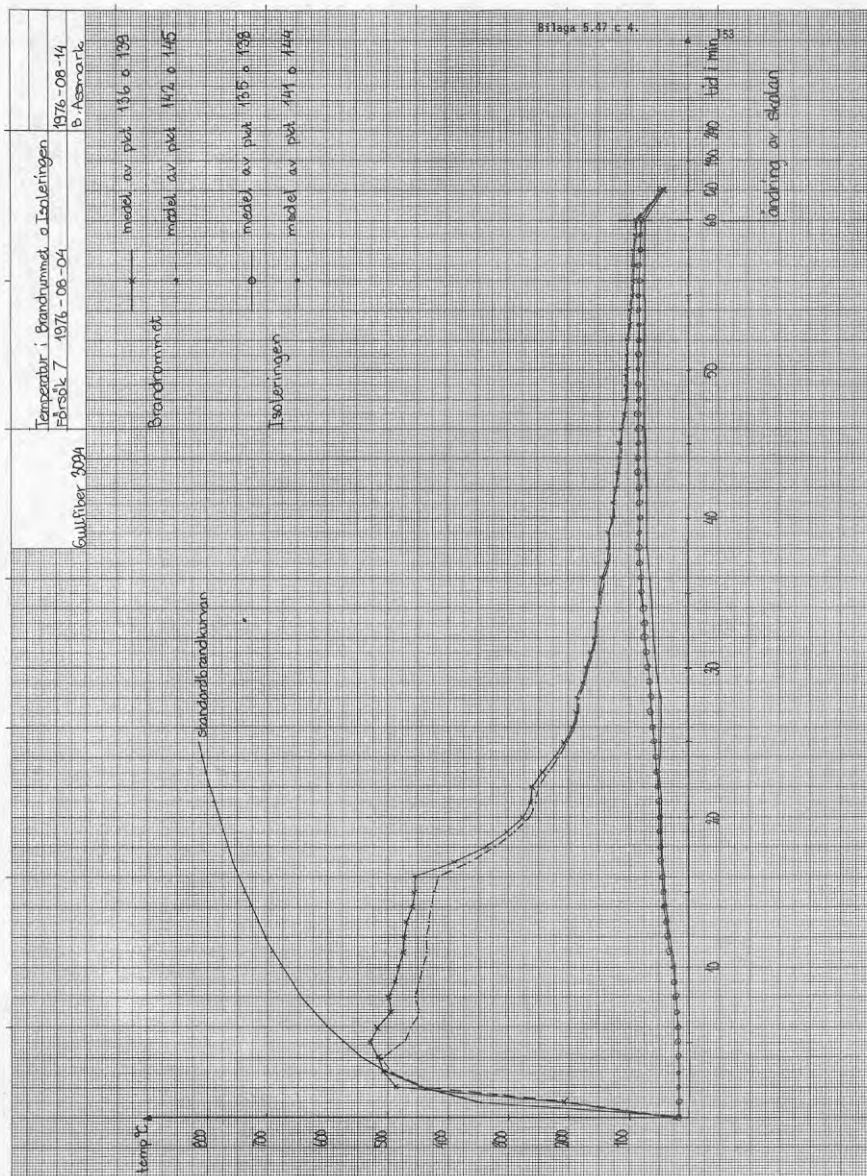


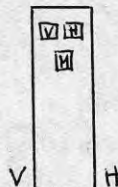






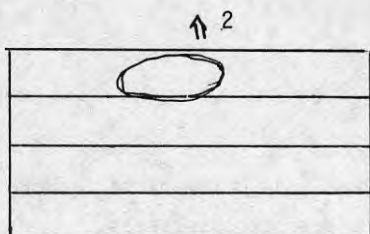




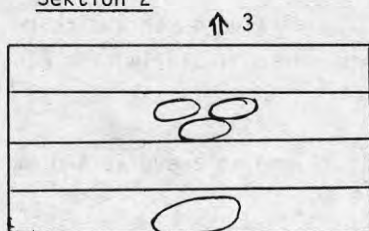
5.48 Försök nr 8Frigoscandia sandwichelement stålplåt, Al-plåtBrandprovning den 10/8 kl. 10.00Observationer

- 0 min 00 s Försöket påbörjades genom att de tre bälarna tändes samtidigt som data-loggen startades.
- 0 min 30 s Relativt kraftig rökutveckling inifrån huset.
- 1 min 20 s Rökutvecklingen inifrån huset i det närmaste slut.
- 2 min 55 s Svag rökutveckling längs höger kant. Röken kom ut genom hålen i åsarna.
- 3 min 30 s Relativt kraftig rökutveckling vid takelement skarvningarna.
- 4 min 00 s Fast eld i takets undersida.
- 4 min 45 s Eldslågor slog ut genom stora ventilationsöppningen.
- 5 min 10 s Elden i takets undersida hade slocknat. Mycket kraftig rökutveckling.
- 6 min 00 s Röken flagig, kom troligtvis från färgen på plåtens undersida.
- 7 min 00 s Fortfarande var det kraftig rökutveckling genom stora ventilationsöppningen.
- 9 min 00 s Röken från stora ventilationsöppningen var svart. Röken från toppprofilerna var grå.
- 9 min 30 s Takets under plåtar var kraftigt deformerade t o m sektion 4 och de 4 första skarvarna från eldkällan räknat hade delvis öppnat sig så att gasen strömmade ut och brann kraftigt.
- 12 min 30 s Fortfarande full brand i takets undersida.
- 13 min 00 s Översta stenraden på vänster sida väggen började luta in mot husets mitt p g a att takets plåtar böjer ned. Skarven mellan element 1 och 2 buktade kraftigt uppåt på takets ovsida ca 40-50 mm.

- 16 min 00 s Kraftig rökutveckling från samtliga toppprofiler vid elementskarvarna. Mitt och högerbrasan ramlade. Fortfarande kraftig rökutveckling genom stora ventilationsöppningen. Elden i takets undersida ej längre lika intensiv.
- 18 min 00 s Vänster brasa ramlade.
- 20 min 00 s Endast 3:e sektionen har fast eld. Inga plåtskarvar föreföll att brinna eller släppa i sin sammanfogning. Rökutvecklingen hade avtagit. Svag rökutveckling från taket.
- 26 min 00 s Elden i takets undersida hade slocknat.
- 30 min 00 s Svag rökutveckling. Brasorna glödhögar.

SkadebeskrivningOvansidanSektion 1

Aluminiumplåten hade i 4:e skarvningen fått en liten "bubbla" på mitten.

Sektion 2

Aluminiumplåten hade i 1:a skarven en relativt stor "bubbla" samt i 3:e skarven 3 st svaga "bubblor".

"Bubblorna" hade troligtvis uppkommit genom att spänningarna i plåten släppte.

Sektion 3, 4, 5, 6, 7 och 8:

Aluminiumplåten är intakt, skarvarna hade limrester.

Undersidan

Färgen på samtliga 8 plåtar var helt bortbränd. De 3 första plåtarna från eldkällan räknat var kraftigt deformerade.

Plåt/isolering

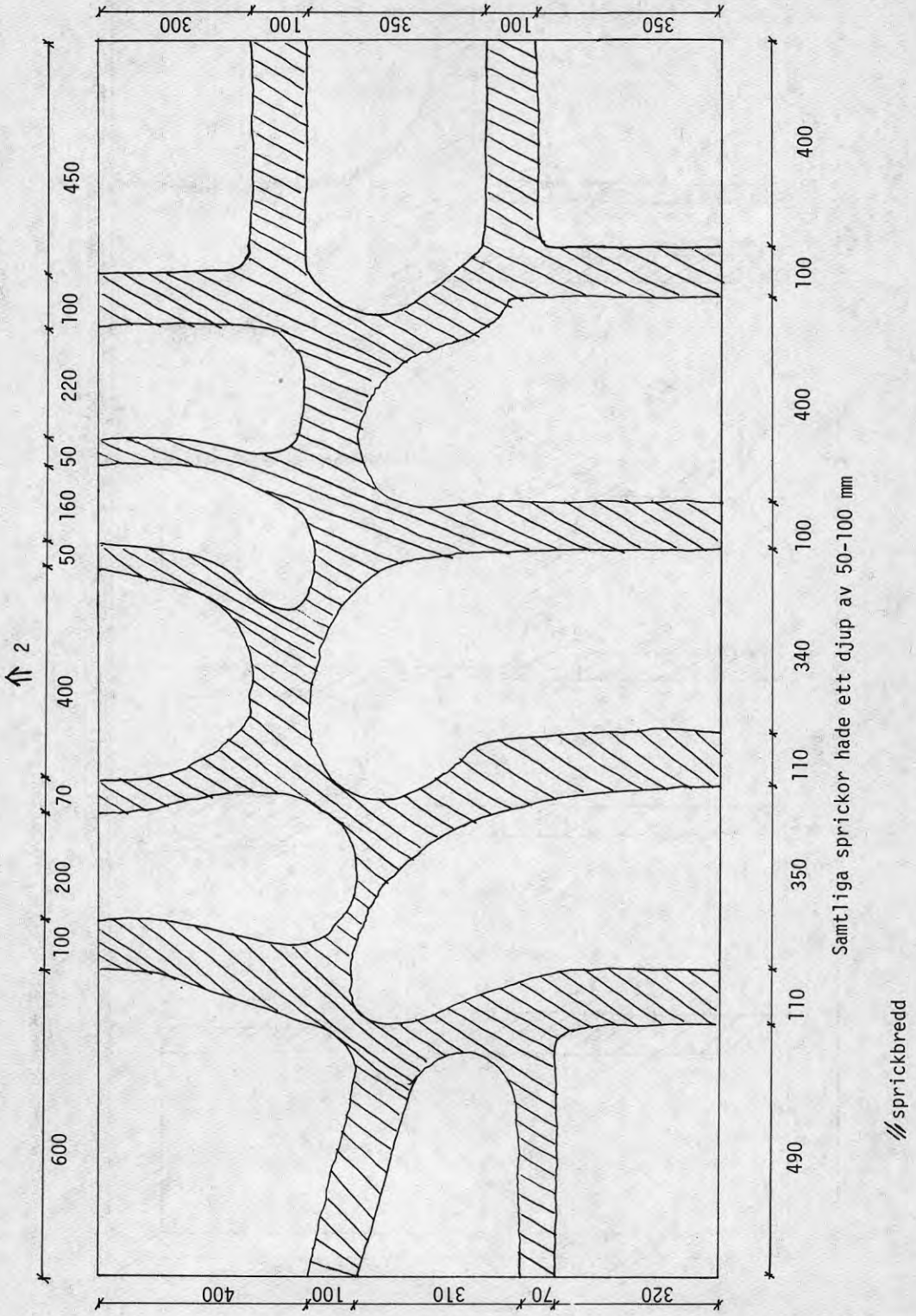
Se skisser.

Sprickorna hade en bredd av ca 100 mm i de 5 första sektionerna, några enstaka 50 mm sprickor kunde dock observeras.

I sektion 1 - 5 var sprickorna djupgående ända ned till plåten, förutom några undantag i sektion 2. I sektion 6 var sprickornas djup ungefär hälften av den expanderade isoleringstjockleken, ca 50 mm.

Sektion 7 och 8 hade endast ytsprickor med en bredd av 4-8 mm.

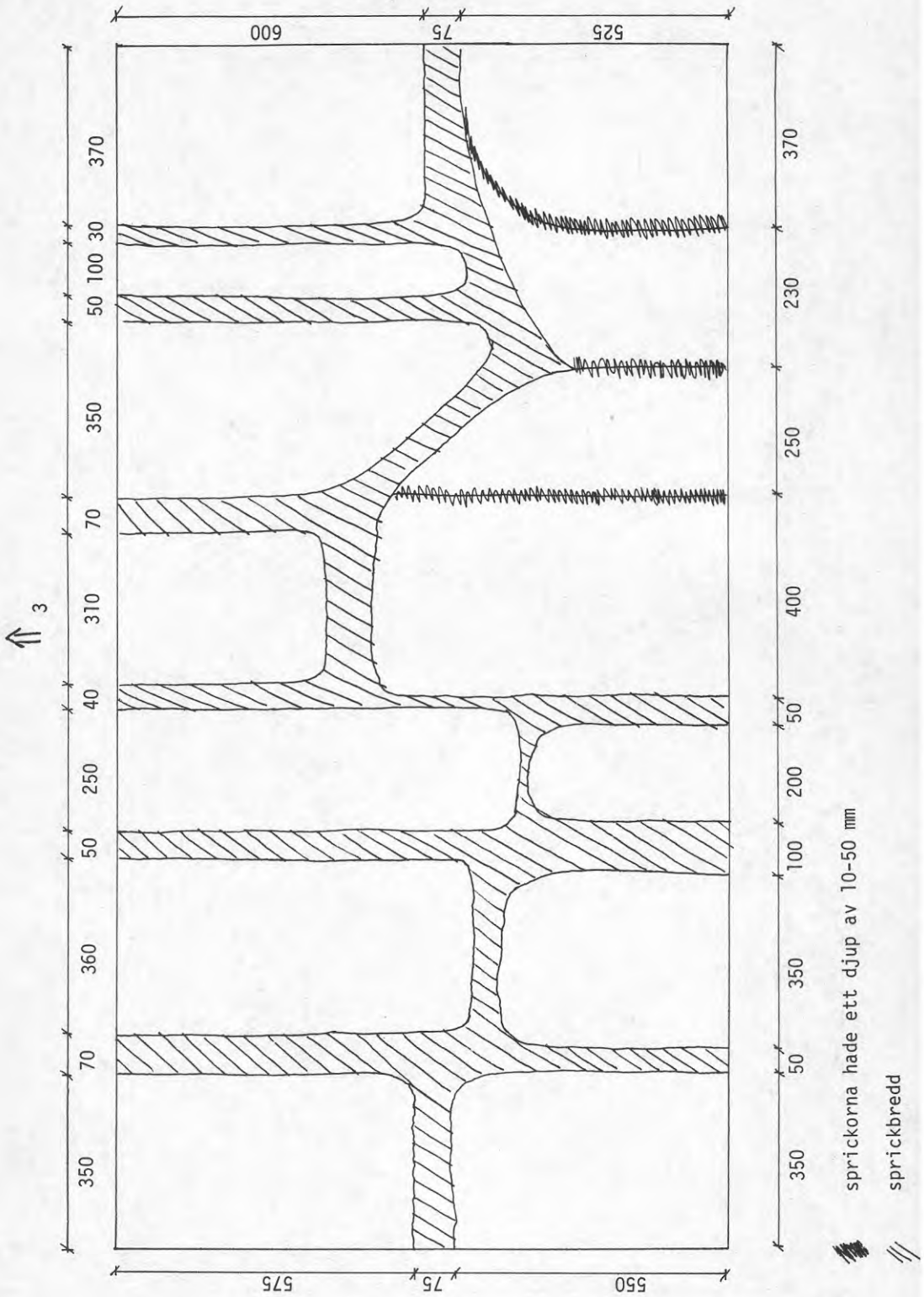
Sektion 1



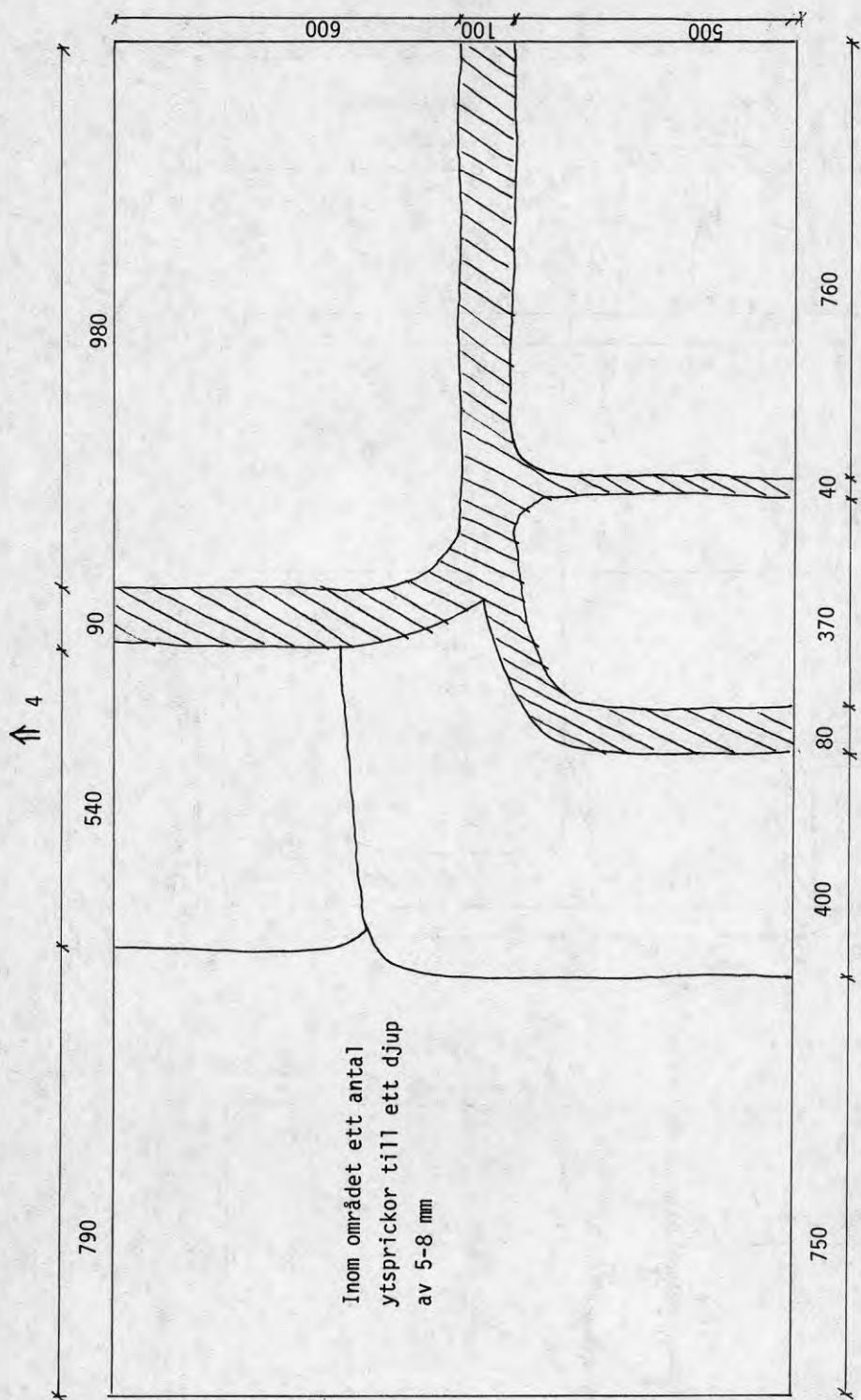
Samtliga sprickor hade ett djup av 50-100 mm

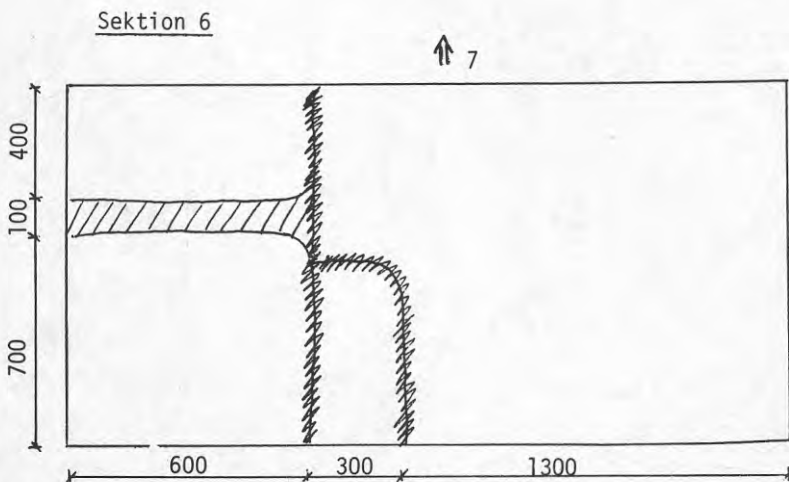
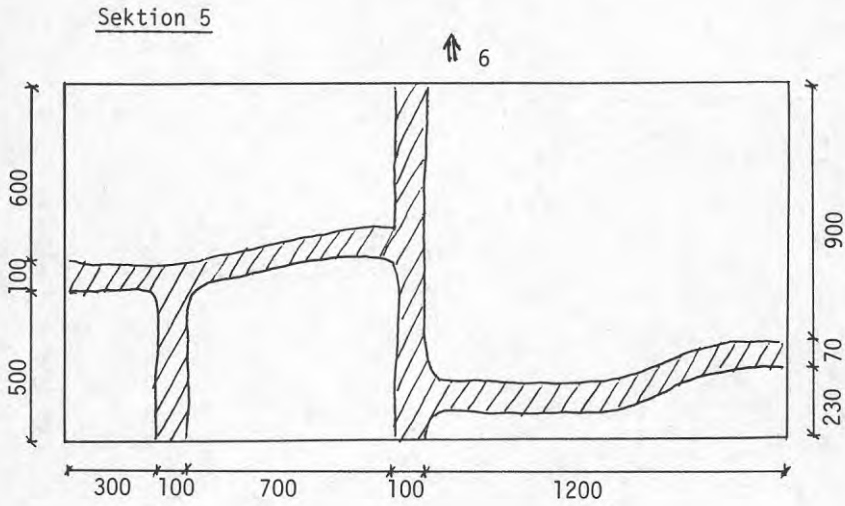
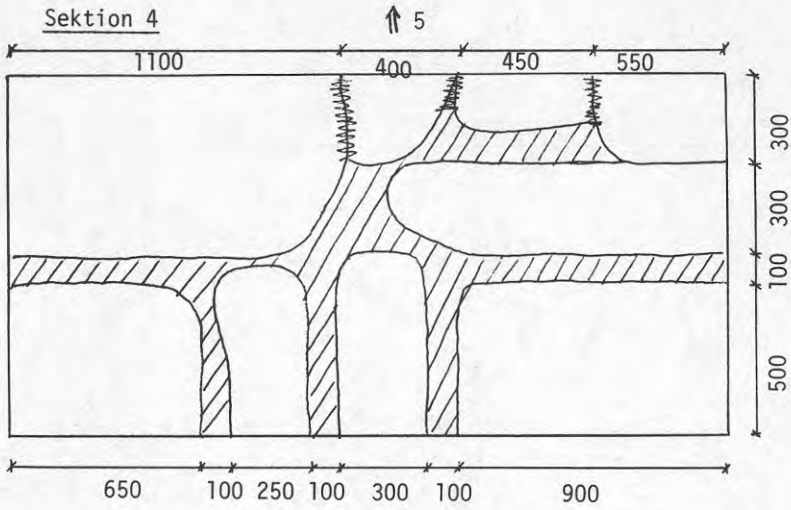
// sprickbredd

Sektion 2



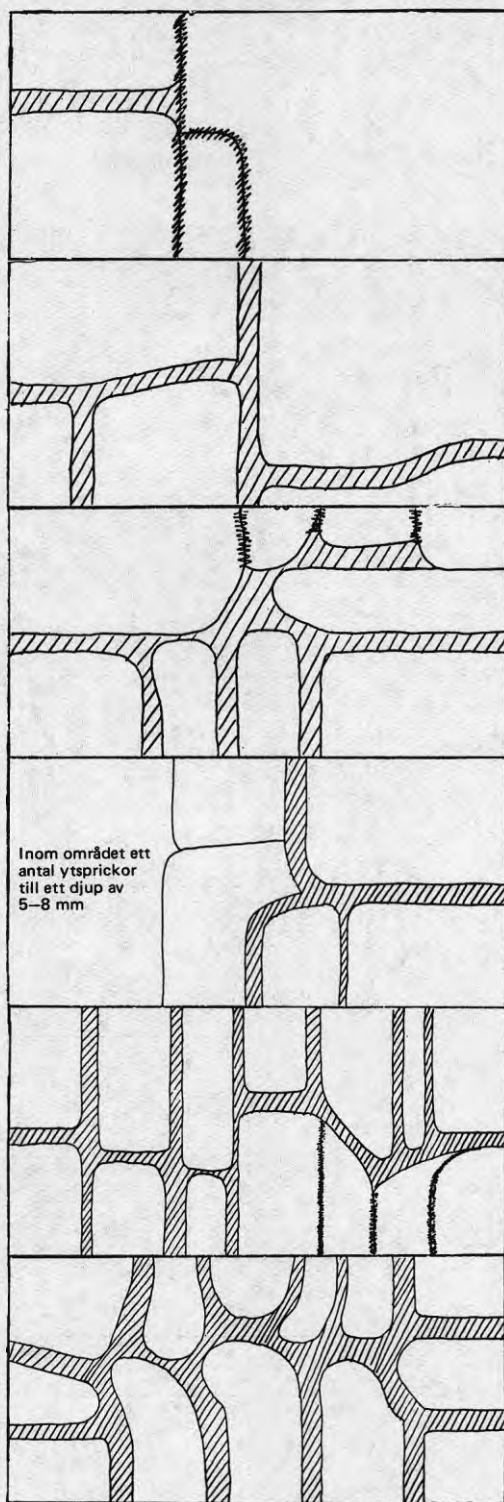
Sektion 3

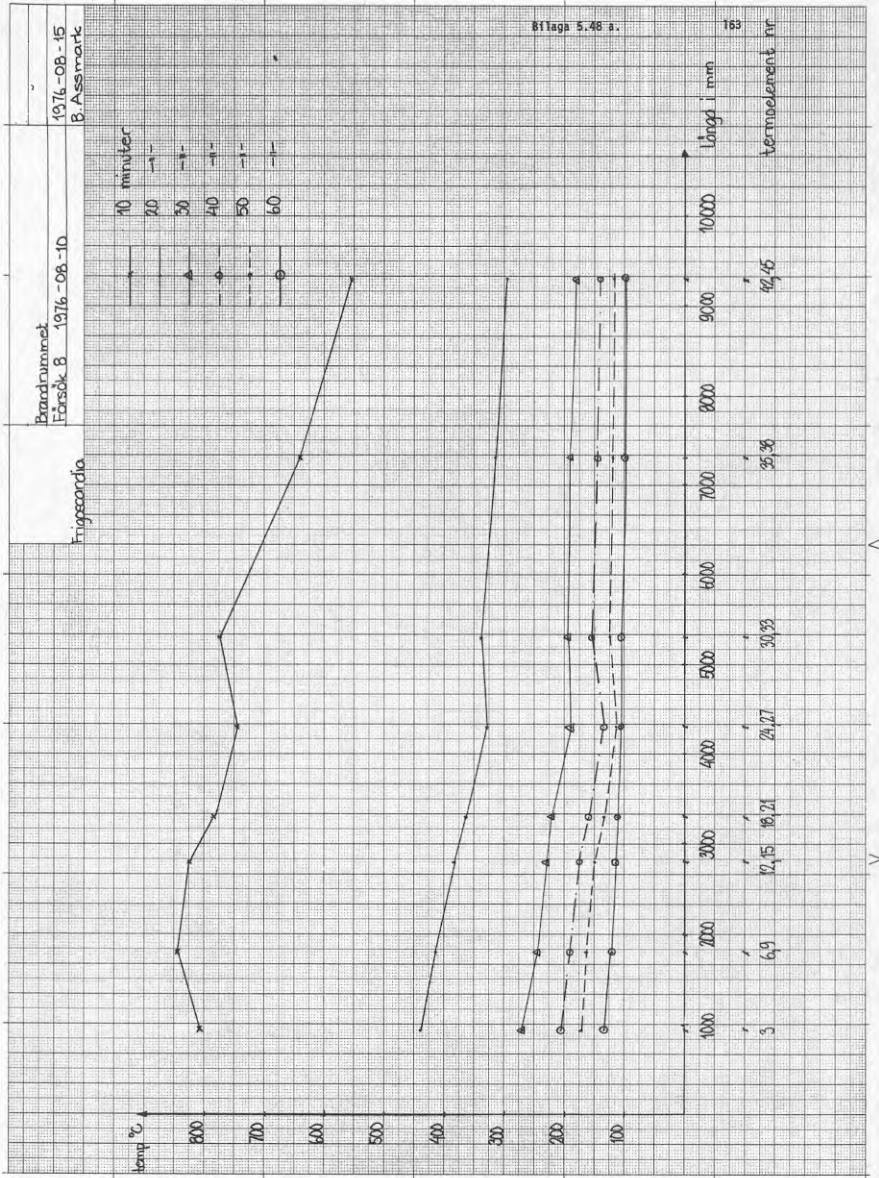


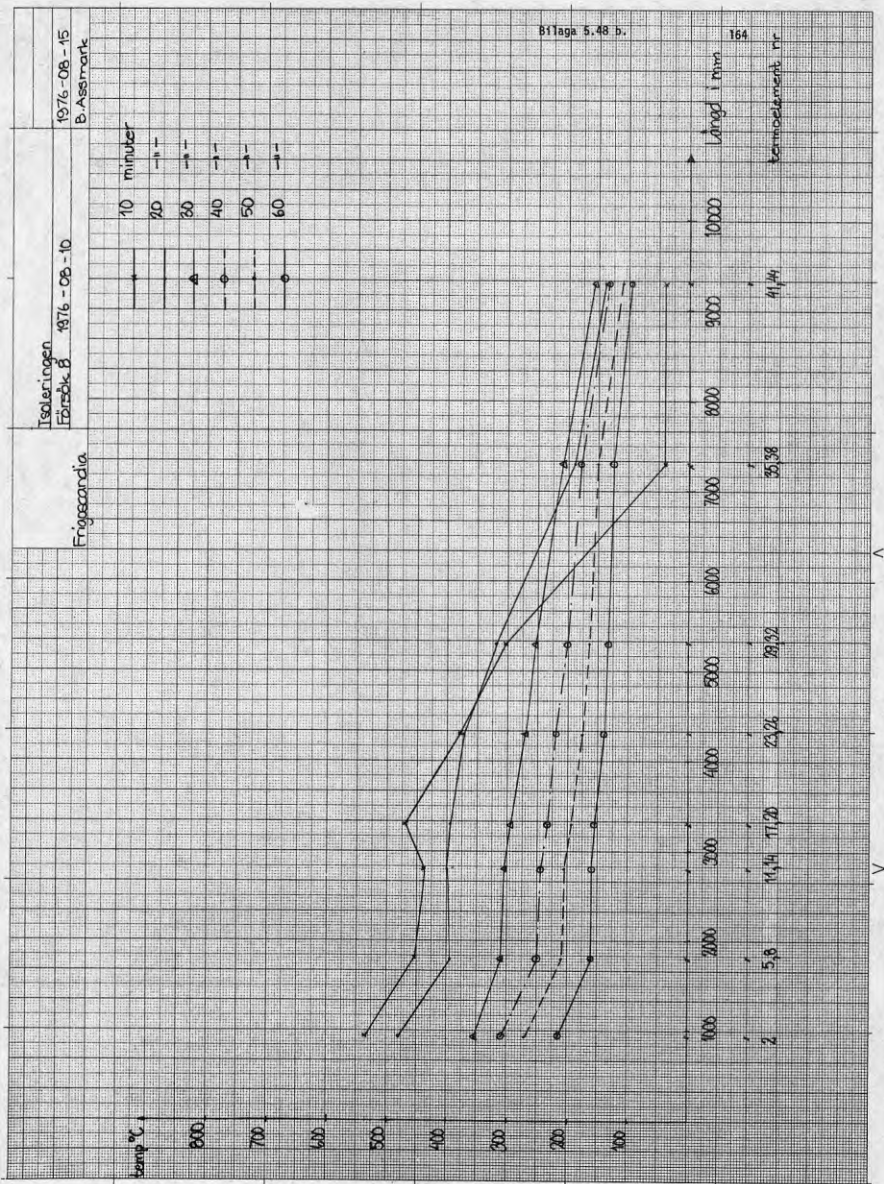


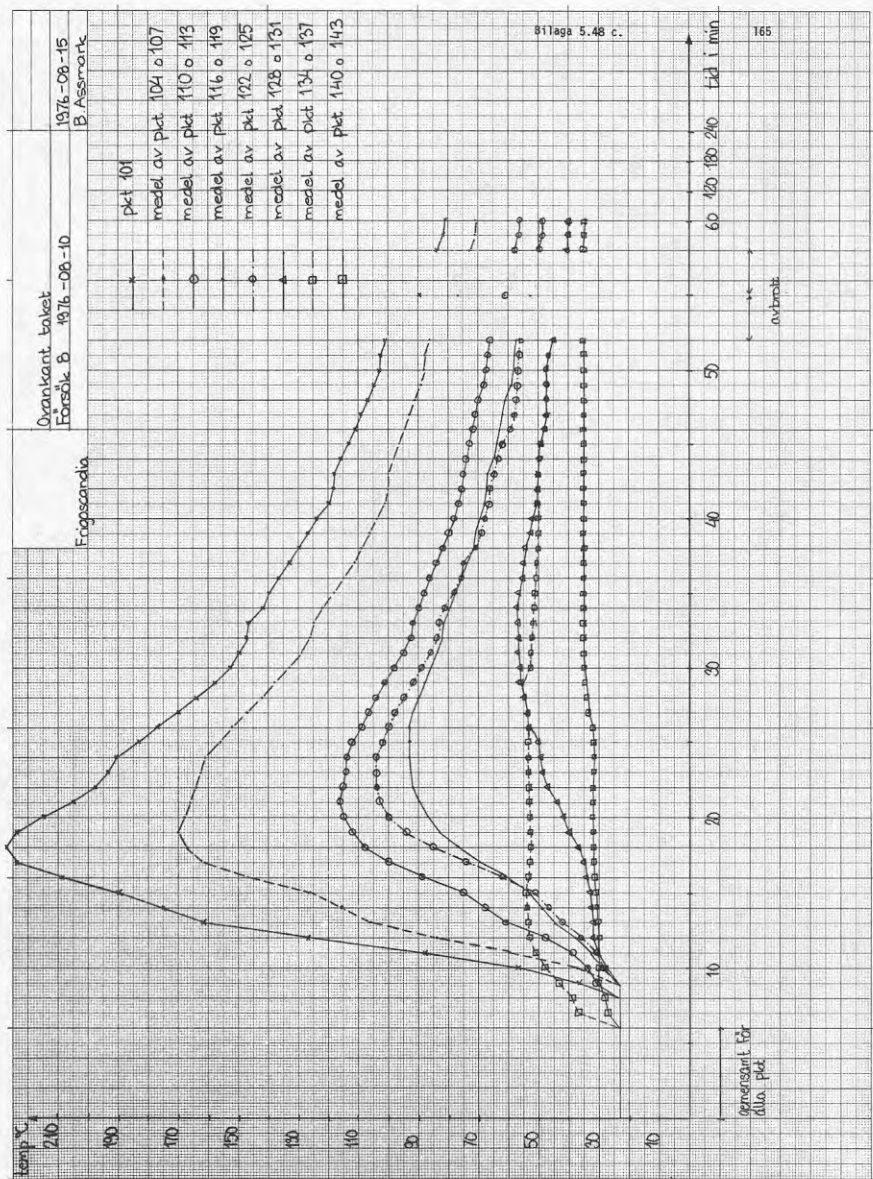
/// sprickbredd

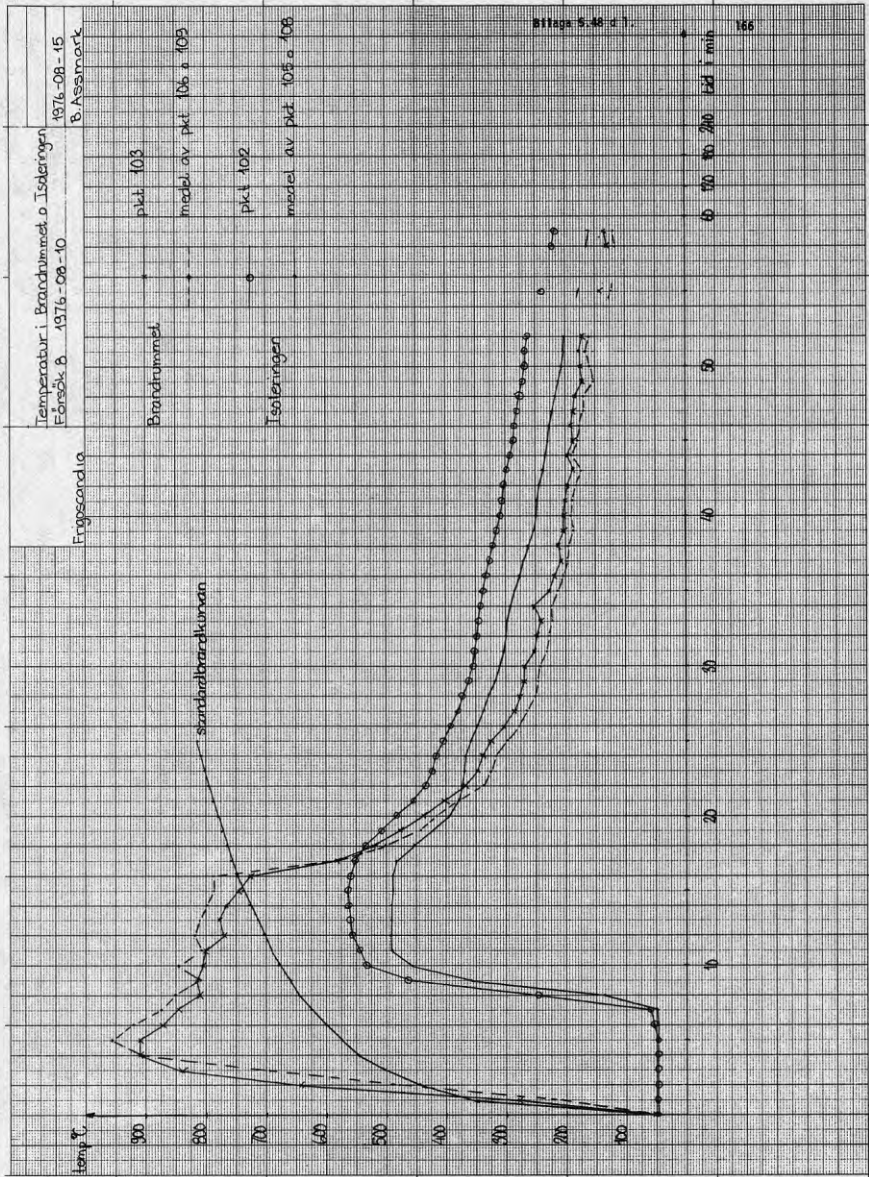
Helhetsintryck

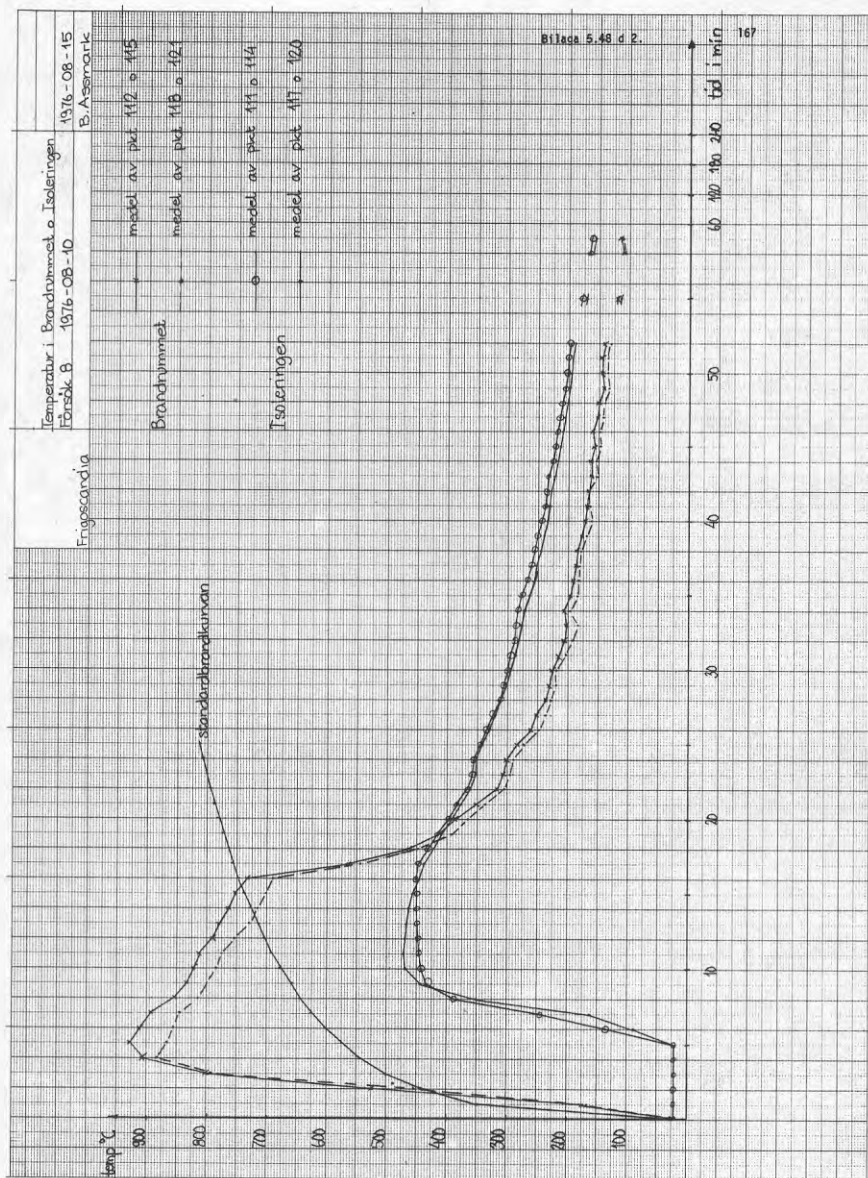


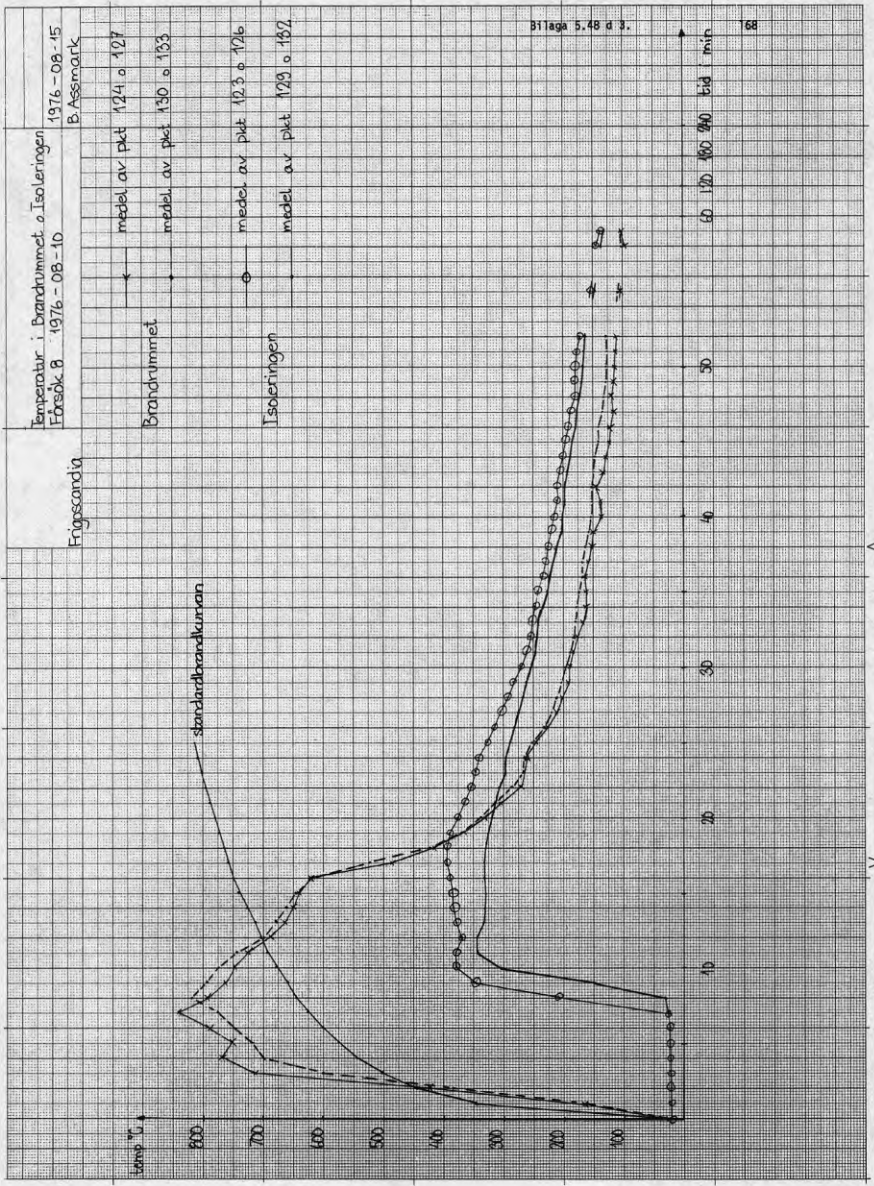










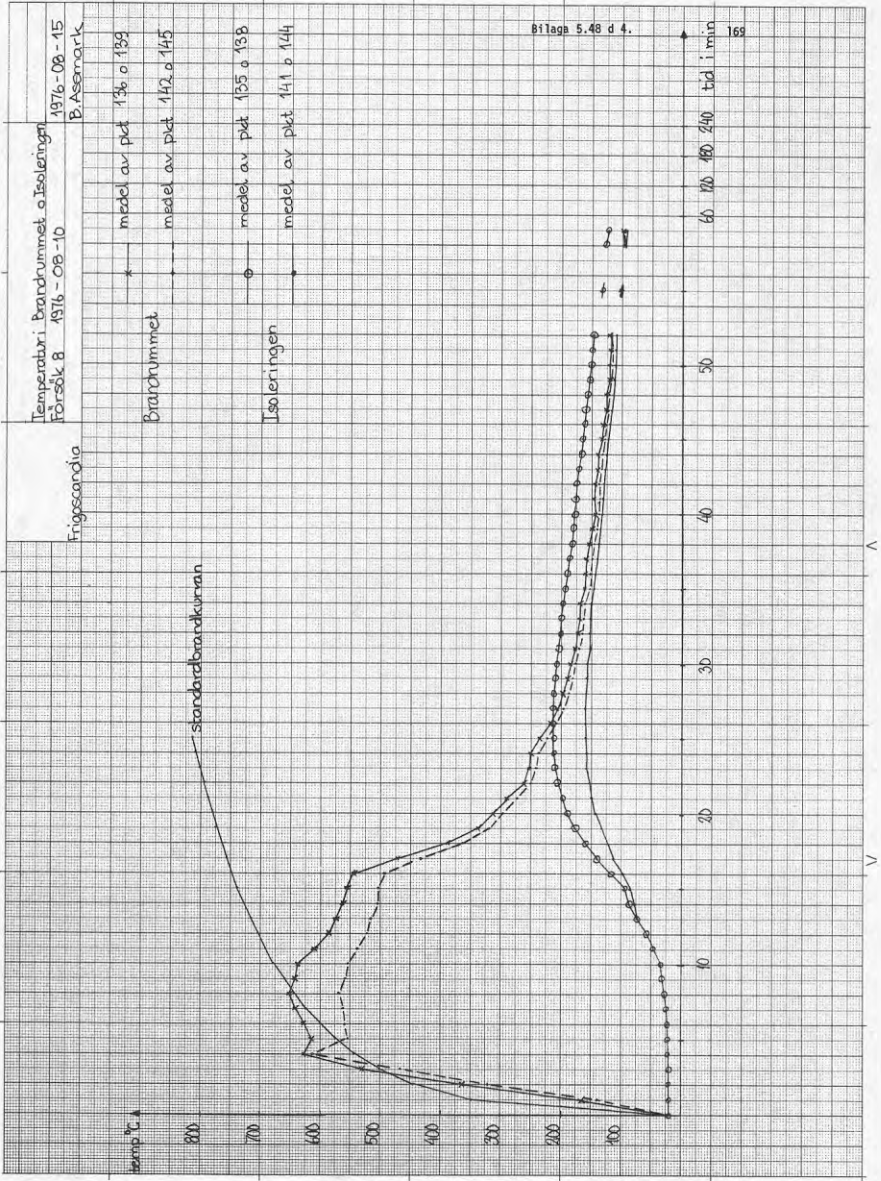


Bilaga 5.48 a 3.

Temperatur i Brändrummet o Isoleringsen
Försök 8 1976-08-10

Frågescardin

1976-08-15
B. Assmark



5.5 Diskussion av försöksresultaten

5.51 Brandspridning inne i konstruktionen

Vid bedömning av de brandtekniska egenskaperna hos en takkonstruktion är det av speciellt intresse att konstatera huruvida brandspridning skett som "krypande" brand inne i konstruktionen. Denna typ av brandspridning kan vara speciellt förrädisk eftersom den lätt förbises vid släckningsarbetet och därigenom kan bidra till onödigtvis ökad skadeomfattning.

Vid de här redovisade försöken iaktogs sådan "inre brandspridning" vid ett par försök. I det inledande försöket (försök nr 1) iaktogs sålunda en under flera timmar fortlöpande temperaturstegring i konstruktionen som med största sannolikhet härrörde från en långsam förbränning av det bindemedel (fenolplast) som i större eller mindre mängd ingår i de flesta mineralullsprodukter. För den typ av takisolerings-skiva som här använts uppgick bindemedelsinnehållet till ca 12 vikt-%. Det kan i sammanhanget vara av intresse att påpeka att det existerar en särskild provningsmetod - dock för närvarande veterligt inte tillämplig i Sverige - för provning av mineralullsprodukter i ett analogt avseende. I den s k "hot rivet test" innesluts därvid en het metallbit i en mineralullskub och vid tillräckligt högt bindemedelsinnehåll fås därvid en långsam fortskridande förbränning som i det typiska fallet slutligen omfattar hela mineralullskuben utom ett tunt ytskikt. Det kan även nämnas att bindemedelsinnehållet vanligen inte får överskrida 3-5 % för att fordringarna på obrännbarhet enligt ISO skall uppfyllas men det bör understrykas att tillämpbarheten och relevansen av denna metod för mineralullsprodukter är diskutabel.

En annan intressant form för inre brandspridning kunde iakttagas vid försök nr 5 (kombiskiva cellplast/träullscementplatta med cellplasten uppåt). Spridningen av heta brandgaser utbildade här utpräglade "kanaler" i de längsgående skarvarna mellan kombiskivorna genom att styrencellplasten smälte i anslutning till dessa. Någon förbränning kunde här i och för sig inte observeras men fenomenet medförde dock sådana skador att de

berörda isoleringspartierna rimligtvis måste bedömas som totalskadade. Det är sannolikt att fenomenet påverkas starkt av små förändringar i detaljutformningen av takkonstruktionen och en närmare undersökning härav är därför önskvärd.

5.52 Droppbildning

Ett fenomen som flitigt diskuteras i samband med takkonstruktioner av den aktuella typen gäller huruvida isolering- eller klistermaterial då det upphettas kan smälta och i form av brinnande droppar rinna ner inom skarvar, nithål och liknande och därvid medföra antändningsrisker. Vid samtliga genomförda försök ägnades särskild uppmärksamhet åt denna fråga. Allmänt kan därvid konstateras att mer omfattande droppbildning av detta slag endast kunde iakttagas vid försök nr 4 och 6. Det är därför rimligt att anta att fenomenet är kopplat till styrencellplastens egenskaper och de risker detta medför är inte försumbara vid sådana konstruktioner där styrencellplasten placeras i direkt kontakt med takplåten.

Det bör i sammanhanget påpekas att konstaterandena ovan uttryckligen gäller styrencellplast och man kan härav inte dra slutsatser beträffande beteendet hos cellplastisoleringar av andra typer t ex uretan eller isocyanurat. Dessa material är i motsats till styrencellplast hårdplaster och bör därför rimligtvis inte ge droppbildning av motsvarande slag ett antagande som verifieras av iakttagelser vid försök nr 8.

5.53 Skadeomfattning

De provade takkonstruktionerna uppvisar skadebilder av varierande slag och omfattning. Ytterligheterna vad gäller skadeomfattning representeras - helt naturligt - av det mest obrännbara isolermaterialet (Rockwool) respektive det helt brännbara materialet (styrencellplast). Försöket med det sistnämnda materialet medförde - som det enda i serien - antändning och total förbränning av isolering och takpapp medan försöken med stenullsisolering endast ledde till skada på taket inom en begränsad yta i omedelbar anslutning till bälgen. Även om emeller-

tid endast det rent cellplastisolerade taket antändes och brann under försöken var enligt observatörernas iakttagelser antändningsrisken överhängande även vid försöken med kombiskivor och man bedömde att endast slumpmässiga faktorer hindrade antändning i dessa fall.

I detta sammanhang kan påpekas den markanta skillnaden mellan försöken 4 och 5 vad gäller rökutvecklingen som var betydligt kraftigare i det sistnämnda fallet. Orsaken härtill kan vara den långsammare upphettningen och därav följande termiska sönderdelning i detta fall i jämförelse med övriga försök med konstruktionen i vilka styrencellplast ingick. Som ett stort antal undersökningar tidigare visat ger en sådan långsam upphettning, utan förbränning med låga, regelmässigt kraftigare rökutveckling än förbränning med öppen låga.

Övriga konstruktioner uppvisar skadeomfattningar mellan de nämnda ytterligheterna och resultaten bör kunna ligga till grund för en relativ gradering av olika takkonstruktioner i detta avseende.

6. SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport redovisas inledningsvis en inventering av rapporter, undersökningar och skadeerfarenheter som på olika sätt kunnat göras tillgängliga och resultaten diskuteras översiktligt. Därefter redovisas sammanlagt åtta brandförsök med takkonstruktioner av lätt typ. Taken har utsatts för brand av måttlig intensitet i en särskild uppförd försöksbyggnad. Målsättningen har varit att åstadkomma en metod för provning och karakterisering av olika takkonstruktioner med avseende på bl a skadekänslighet och brandspridningsegenskaper. Härvid har i första hand risken för spridning av brand under eller i takkonstruktionen beaktats. Mekanismen vid utvändig brandspridning - med och utan inverkan av vind - har belysts i tidigare separat redovisade undersökningar.

Resultaten avses ligga till grund bl a för en översyn av de regler för klassificering av byggnadsdelar som utgör grund för den försäkringsmässiga bedömningen av dessa och därmed för försäkringskostnaderna och totalekonomin.

Försök har utförts med olika typer av konstruktioner och isolermaterial. Det har därvid eftersträvat att välja konstruktioner som dels förekommer med stor frekvens, dels utgör representativa exempel inom de olika försäkringstekniska klasserna. Försöksresultaten bör därför kunna användas som "likare" vid provning av andra konstruktioner.

Olika grad av brännbarhet och andra egenskaper medför naturligt starkt skilda brandtekniska beteenden hos de olika konstruktionerna. Antändlighet, smältning, deformationer och droppbildning - särskild med brinnande droppar - utgör exempel på väsentliga iakttagelser och fenomen under försöken. Dessutom har fortlöpande mätningar av temperaturförloppen i karakteristiska partier av försöksanläggningen utförts och redovisats.

Eftersom de utförda försöken avses ligga till grund för ställningstaganden och bedömningar i flera avseenden - bl a försäkringstekniska samt för bedömning av behovet av nya eller reviderade regler enligt Svensk Byggnorm - har eftersträvat att göra redovisningen så fullständig som möjlig och med beaktande av alla relevanta fenomen. Det har som följd härav inte kunnat undvikas att redovisningen blivit tämligen omfattande.

LITTERATURLISTA

Vermiculite as fire protection for structural steel
IFE Quarterly (1956)

F.P.A. Journal No 37, (January 1957)

Tests on roof constructions subjected to external fire
Fire Note No 4 (1963)

Insulated Metal Roof Deck Constructions, pp 267-274
NFPA nr 56 (1962/63)

Kungl Byggnadsstyrelsen: "Angående brandskyddsåtgärder vid
takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering"
PM (1963:9)

Essunger, G: Lätta yttertak ur brandskyddssynpunkt
Väg- och Vattenbyggaren nr 8 (1963)

Kungl Byggnadsstyrelsen: Aktuell från Byggnads-
styrelsen. (1964)

Brandförsvär nr 2 (1964), 2, 5 (1967)

Statens Provningsanstalt: Rapport angående brandförsök med
takkonstruktioner av stålplåt med värmeisolering, (1966)

Norges Brann tekniske Laboratorium: "Brannförsök med
Robertson Q-deck forsynt med utvendig takisolasjon"
Trondheim (1966)

Fire Hazard Standard Factory Mutual Research
Class I Building Materials, (Jan 1970)

Annual Book of ASTM Standards: Standard Methods of Fire
Tests of Roof Coverings, p 601-609 (1974)

Factory Mutual Research: Approval Standard for class I
Insulated Steel Deck Roofs, (april 15, 1975)

Fire Protection Association: Technical Sheet 4004, 4006

Factory Mutual Research: Large Scale Fire Tests of Rigid Cellulose Plastic Wall and Roof Insulations

Materialprovningsanstalten: Brannforsøk med tak bestående av profilert aluminiumspalte med utvendig isolasjon og papptekning, Norges Branntekniske Laboratorium, Uppdrag 31682

Statens Provningsanstalt: Rapport angående utførte brandprovingar med plåttak isolerade med kork, rapport nr U 64-6068.

Standard for safety, Tests for fire resistance of roof covering material.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740240-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Brandförsvars-
föreningen, Stockholm**

R47: 1977

**ISBN 91-540-2722-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600647
Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60**

Cirka pris: 42 kronor + moms