



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.

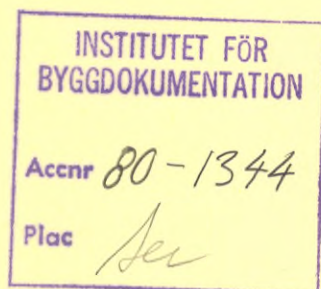
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



Termografering. Mätningens betingelsers inverkan på värmebilder

Förstudie

Karl Tjernberg
Ernst Ödmansson



*K
Ödm*

R86:1980

TERMOGRAFERING. MÄTNINGSBETINGELSERS
INVERKAN PÅ VÄRMEBILDER

Förstudie

Karl Tjernberg
Ernst Ödmansson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 790801-8
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Jacobson &
Widmark och Termograficentrum AB.

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

R86:1980

ISBN 91-540-3273-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 054395

INNEHALL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 INLEDNING	11
1.1 Bakgrund	11
1.2 Tidigare studier	13
1.3 Målsättning	13
2 UNDERSÖKNINGSMETODIK	15
2.1 Allmänt	15
2.2 Mätbetingelser	15
2.3 Registrering av mätbetingelser m m	17
3 UNDERSÖKT OBJEKT	19
3.1 Allmänna data	19
3.2 Byggnadens konstruktion	20
3.3 Undersökta mätpunkter	21
4 RESULTAT	25
4.1 Allmänt	25
4.2 Mätpunkt 1	26
4.3 Mätpunkt 2	33
4.4 Mätpunkt 3	37
4.5 Mätpunkt 4	39
4.6 Mätpunkt 5	45
4.7 Mätpunkt 6	49
4.8 Mätpunkt 7	53
4.9 Mätpunkt 8	59
5 SAMMANFATTANDE RESULTAT	67
BILAGA 1 Situationsplan	69
BILAGA 2 Principsektion genom övervåning	71
BILAGA 3 Kamerainställningens betydelse för termogram- mens utseende	73
LITTERATUR	75

FÖRORD

I föreliggande rapport behandlas främst tryck- och temperaturskillnaders inverkan på värmebilders utseende.

I rapporten lämnas en redogörelse av totalt 8 st mätpunkter som undersökts vid skilda utetemperaturer, tryck, vind och solförhållanden.

Fältarbetet som bedrivits i en enfamiljsbostad på Lidingö har utförts under ledning av Karl Tjernberg. Planläggning av studien, analys och rapportskrivning har utförts av författarna gemensamt.

För ett gott samarbete ber vi att få tacka alla de som bistått i forskningsarbetet. Särskilt vill vi tacka vår referensgrupp bestående av Bengt Axén Riksbyggen och Bertil Pettersson Statens Provningsanstalt, vilka lämnat värdefulla synpunkter under arbetets genomförande.

Det är vår förhoppning att studien skall kunna bli ett användbart komplement till befintlig litteratur i samband med utvärdering av termograferingsresultat.

Lidingö i februari 1980

Karl Tjernberg
Ernst Ödmansson

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Bedömning av termograferingsresultat sker mot bakgrund av bl.a. termogrammens utseende, aktuell konstruktionstyp och vid mät-tillfället rådande mätbetingelser (t.ex. temperatur- och tryckskillnader, sol- och vindförhållanden).

Då mätbetingelserna ständigt varierar ställs termografören stundtals inför bedömningssituationer som kan vara mycket svåra. Detta torde speciellt gälla vid bedömning av termogram som framställt vid mätbetingelser som avviker från de förhållanden termografören vanligtvis haft att ta ställning till. Problemet är främst att "transformera" termogramutseendet till för termografören "normala" mätbetingelser.

Sambanden mellan mätbetingelsevariationer och resulterande utseendeförändringar hos värmebilden/termogrammet är kartlagda i begränsad omfattning. Av detta skäl finns uppenbara risker att de mätningsbetingelser som råder vid mättillfället ges en alltför dominerande betydelse vid bedömning av resultatet. I praktiken skulle detta kunna föranleda att en bedömare enbart på grund av effekter kopplade till "ovanliga" mätbetingelser underkänner en konstruktion som vid "vanliga" mätbetingelser skulle godkännas, eller vice versa.

Målsättning

Målsättning med projektet i sin helhet är:

- att för de vanligast förekommande bostadskonstruktionerna ge ökad kännedom om sambanden mellan mätbetingelsevariationer och resulterande värmebildsförändringar
- att påvisa mätbetingelser då speciellt stor noggrannhet och omsorg fordras vid fältarbetet
- att fastslå mätbetingelsers "gränsvärden" vid främst kontroll av luftläckage.

Målsättning med föreliggande förstudie är främst:

- att genom orienterande fältmätningar visa samband mellan mätbetingelser och termogrammens utseende hos mätpunkter behäftade med luftläckage
- att genom orienterande fältmätningar erhålla indikationer beträffande mätbetingelser som speciellt bör undersökas i en huvudstudie.

Undersökningsmetodik

Fältmätningarna har bedrivits i ett 1 1/2-plans enfamiljshus på Lidingö. Bottenvåningen är uppbyggd av element med trästomme medan övervåningen är platsbyggd. Huset saknar källare.

Undersökningen har omfattat 8 mätpunkter vilka inspekterats under 6 mätdagar utspridda under tiden september-december 1979.

Mätningar har gjorts vid utetemperaturintervallet +20 - -5°C och vid varierande vindförhållanden. Vid 2 mättillfällen var byggnaden utsatt för solbestrålning.

De utvalda punkterna inspekterades varje mätdag vid de statiska tryckskillnaderna "normaltryck", +5 Pa, -10 Pa och -20 Pa. "Normaltryck" skapades med den befintliga köksfläkten medan övriga tryckskillnader erhöles med för ändamålet installerad tryckprovingsutrustning enligt den s.k. SP-metoden. Enligt ovanstående förfarande har således varje mätpunkt inspekterats 24 ggr.

Resultat

Studien har främst varit inriktad på att visa sambanden mellan mätbetingelsevariationer och resulterande värmebildsförändringar hos mätpunkter med förekomst av luftläckage.

Som underlag för nedan beskrivna resultat finns ca 500 termogram av vilka hälften redovisats i denna skrift.

Då undersökningen endast omfattat 8 mätpunkter representerande en och samma bostadskonstruktion kan inte resultaten anses vara allmängiltiga. Det är därför viktigt att resultaten endast används som indikationer vid applicering till andra konstruktionstyper än den undersökta.

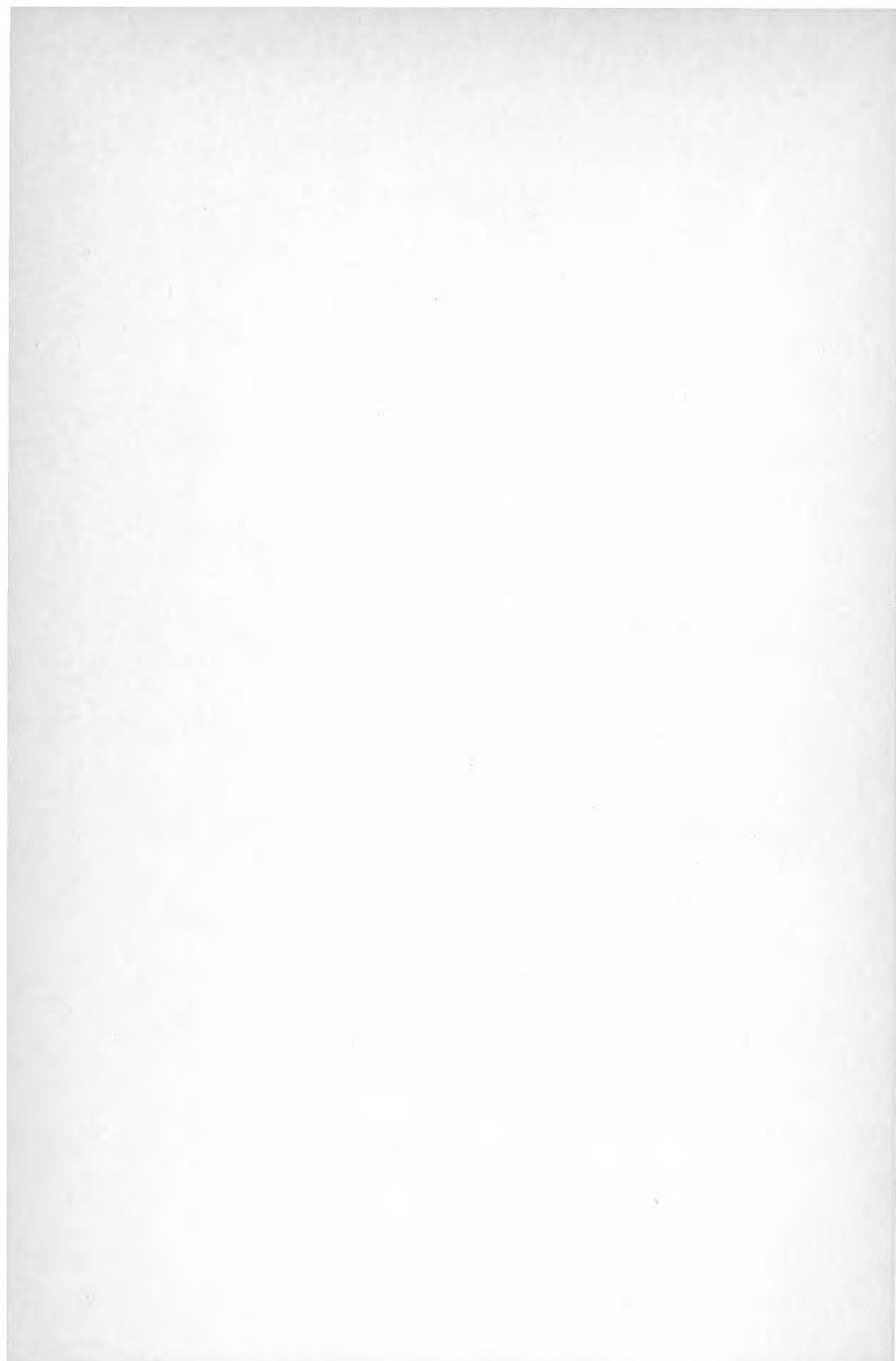
De mest intressanta resultaten är följande:

- vid större temperaturskillnader (inne-ute) än ca 10°C avtog betydelsen av ett ökat undertryck
- vid temperaturskillnader mindre än ca 5-7°C erhöles förstärkta nedkylningseffekter vid ökning av undertrycket
- vid "lugna" vindförhållanden i samband med större temperaturskillnader än ca 10°C kunde tydliga läckageeffekter observeras vid undertryck mindre än 5 Pa
- vindanblåsning gav stundtals konvektiva luftrörelser som ej kunde upptäckas vid "lugna" vindförhållanden

Mot bakgrund av undersökningsresultaten kan följande enkla "regler" tillämpas vid användande av termograferingsmetoden i syfte att kartlägga luftläckage.

- vid mindre temperaturskillnader än 5-7°C bör undertrycket vara minst 10 Pa
- vid större temperaturskillnader än 10-12°C räcker undertrycket 5 Pa
- vindförhållanden måste kontrolleras omsorgsfullt då t.ex. "sugverkan" helt kan eliminera effekterna av ett statistiskt undertryck

- i samband med solbestrålning kan luftläckage vara svåra att upptäcka även vid acceptabla temperatur- och tryckskillnader
- i samband med invändigt övertryck fordras omfattande kompletterande mätningar med t.ex. lufthastighetsmätare och rökgas



1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

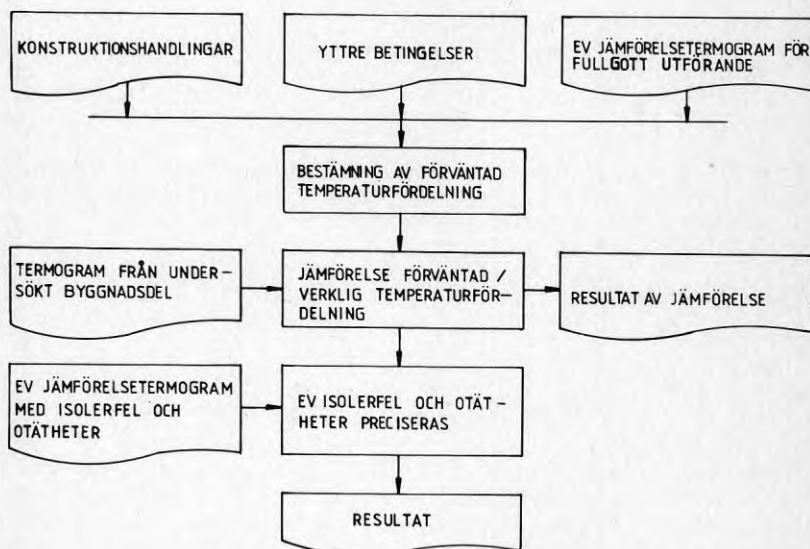
Termografering (värmefotografering) används i byggnadssammanhang främst för att kontrollera konstruktioners täthets- och isoleringsegenskaper. Detta sker genom att med värmekamera "mäta" den värmestrålning (infrarödstrålning) som avges eller reflekteras från aktuella konstruktionsytor. På en till värmekameran ansluten oscilloskåpskärm framträder härvid en sk värmebild där ytans temperaturfördelning framträder visuellt med gråtoner från svart till vitt. Mörkare gråtoner svarar vid normal kamerainställning för lägre yttemperaturer än ljusa gråtoner.

Otättheter eller isoleringsbrister ger som regel upphov till ojämn temperaturfördelning med lokalt nedkylda (eller ev uppvärmda) ytpartier som resultat.

Värmebilder som vid mättillfället bedöms vara speciellt intressanta eller representativa för konstruktionens egenskaper avfotograferas i dokumentations och utvärderingssyfte. Härvid erhålles en fotografisk bild, kallad termogram.

För att bedöma resultatet från utförd termografering erfordras förutom termogram, data om konstruktionens uppbyggnad och vid mättillfället rådande mätbetingelser (t ex temperatur- och tryckskillnader, sol- och vindförhållanden). Ett utmärkt komplement erhålls om s k jämförelsetermogram finns tillgängliga för konstruktionstyper liknande den undersökta. Jämförelsetermogrammen bör härvid representera såväl felfri som felaktigt utförd konstruktion och mätbetingelserna vid framställningen måste vara kända.

I nedanstående blockschema hämtat ur Svensk Standard SIS 024210, framgår tillvägagångsprincipen vid tolkning av termogram.



Figur 1.1 Procedur vid tolkning av termogram

Då gällande normer i stort sett saknar kvantitativa godkännande/underkännandekriterier inom problemområdet (torde ej vara möjligt att upprätta) innehåller termograferingsmetoden bedömningsmoment som kräver en god portion kompetens och erfarenhet.

I likhet med andra provningsmetoder finns "toleransgränser" vilket betyder att alla upptäckta defekter inte nödvändigtvis behöver föranleda ett underkännande. Självklart är toleransgränserna till viss del personanknutna, dvs. de varierar från termograför till termograför.

Gemensamt för flertalet termograförer torde dock vara att ett godkännande/underkännande är resultatet av en sammanvägning av defektens storlek (yta), temperaturnedsättning relativt felfria ytor, feltyp samt defektens uppskattade konsekvenser på energiförbrukning, inomhusklimat och konstruktionens "goda fortbestånd".

I samband med ovan skisserade bedömningsgrunder ingår de vid mättillfället rådande mätbetingelserna som en mycket viktig bakgrundsfaktor.

Även den mest kompetente och erfarne kan förväntas ställas inför bedömningsmoment som skapar osäkerhet. Osäkerheten torde i de flesta fall bestå i att bedöma inverkan av de vid mättillfället rådande mätbetingelserna. Speciellt gäller detta när mätbetingelserna avviker från de förhållanden termografören vanligtvis haft att ta ställning till. Kort sagt: termografören saknar referensramar. Exempel på sådana mätbetingelser kan vara stora/små temperaturskillnader mellan ute- och inneluft, kraftig vindpåverkan eller mycket små/stora tryckskillnader.

Sambandet mellan mätbetingelsevariationer och resulterande utseendeförändringar hos värmebilden/termogrammet är kartlagda i begränsad omfattning. Av detta skäl finns uppenbara risker att de mätningsbetingelser som råder vid mättillfället ges en alltför dominerande betydelse vid bedömning av resultatet. I praktiken skulle detta kunna föranleda att en bedömare enbart på grund av effekter kopplade till "ovanliga" mätbetingelser underkänner en konstruktion som vid "vanliga" mätbetingelser skulle godkännas, eller vice versa.

Förhållandet är givetvis otillfredställande och kan skapa ett minskat förtroende för en kontrollmetod som rätt använd är ett utomordentligt hjälpmedel för att undersöka byggnaders täthets- och isoleringsegenskaper.

Anm.

I Svensk Standard SIS 024210 "Termografering av byggnader" ställs krav på mätbetingelser som bör vara uppfyllda för att termografering skall kunna utföras på ett säkert sätt. De viktigaste av dessa krav anses vara att skillnaderna mellan inne- och utetemperatur ej bör understiga 10°C samt att solbestrålning av byggnaden ej bör äga rum.

1.2 Tidigare studier

Tidigare studier, t.ex. Axén & Petterssons "Termografering, kontroll av byggnaders isolering och täthet", har främst behandlat termograferingsmetodens användbarhet och tillförlitlighet vid kartläggning av brister i byggnaders isoler- och täthetsutförande. Härvid har även sambanden mellan olika feltyper och motsvarande värmebildsutseenden behandlats ingående. Stor vikt har också lagts vid att påtala olika parametrars inverkan på mätresultaten, och några exempel visar effekter på termogram från t.ex. solbelysta och vindanblåsta väggpartier.

Studierna används flitigt i utbildningssammanhang och vid praktiskt användande av termograferingsmetoden. De har dessutom i stor utsträckning utgjort stomme vid utarbetande av Svensk Standard SIS 024210 "Termografering av byggnader".

1.3 Målsättning

Målsättning med projektet i sin helhet är:

- att för de vanligast förekommande bostadskonstruktionerna ge ökad kännedom om sambanden mellan mätbetingelsevariationer och resulterande värmebildsförändringar
- att påvisa mätbetingelser då speciellt stor noggrannhet och omsorg fordras vid fältarbetet
- att fastslå mätbetingelsers "gränsvärden" vid främst kontroll av luftläckage.

Målsättning med föreliggande förstudie är främst:

- att genom orienterande fältmätningar visa samband mellan mätbetingelser och termogrammens utseende hos mätpunkter behäftade med luftläckage
- att genom orienterande fältmätningar erhålla indikationer beträffande mätbetingelser som speciellt bör undersökas i en huvudstudie.



2. UNDERSÖKNINGSMETODIK

2.1 Allmänt

Förstudiens fältmätningar har bedrivits i ett 1½ plans enfamiljs-
hus på Lidingö. Huset saknar källare och är en kombination av
element- och platsbyggnation.

Termograferingar har utförts vid totalt 6 olika tidpunkter un-
der tiden september-december 1979. Vid samtliga tillfällen har
alla de 8 utvalda mätpunkterna undersökts med avseende på even-
tuella förändringar i värmebildens/termogrammens utseende.

Val av mätpunkterna har gjorts med huvudsyfte att kontrollera
otätheters framträdande. En närmare beskrivning av mätpunkterna
ges i kapitel 3.

2.2 Mätbetingelser

Mätningarna har gjorts vid utetemperaturintervallet +20 - -5°C
och vid varierande vindförhållanden. Vid 2 mättillfällen var
byggnaden utsatt för solbestrålning. Vid samtliga mättillfällen
reglerades den statistiska tryckskillnaden (inne-ute) med hjälp av
befintlig köksfläkt och för ändamålet installerad tryckprov-
ningsutrustning enligt den s k SP-metoden (SP 1977:1)

Vid varje mättag undersöktes de statistiska tryckskillnaderna
"normaltryck" (erhållet av enbart köksfläkt) +5 Pa, -10 Pa och
-20 Pa. De tre sistnämnda tryckskillnaderna skapades med tryck-
provningssutrustningen.

Mätningarna utfördes vanligtvis mellan kl 09.00 - 17.00 och på-
börjades med den påverkbara parametern ΔP (tryckskillnaden) in-
ställd för "normaltryck" varefter följde +5 Pa, -10 Pa och av-
slutningsvis -20 Pa. Efter varje förändring av tryckskillnaden
gjordes uppehåll i mätningarna så att varje inspekterad mätpunkt
erhöll en "stabiliseringstid" på minst 30 min men ofta längre
än 60 min.

Nedan ges en närmare beskrivning av de mätbetingelser som gällde
vid varje mättillfälle.

Mätning 1, 1979-09-06

	<u>Vid mätning</u>	<u>Dygnet före</u>
Utetemperatur:	+17 - -20°C	+8 - +16°C
Molnighet:	Molnfritt	Delvis
Solbestrålning:	Ja	Delvis
Vindriktning:	Nordvästlig	-
Vindhastighet:	ca 1 m/s	-

Anm.

Angivna vindförhållanden avser observationer på öppet fält nära
byggnaden.

Mätning 2, 1979-09-28

	<u>Vid mätning</u>	<u>Dygnet före</u>
Utetemperatur:	+10 - +13 ⁰ C	+7 - +12 ⁰ C
Molnighet:	Molnfritt	Delvis
Solbestralning:	Ja	Delvis
Vindriktning:	Sydvästlig	-
Vindhastighet:	3-5 m/s	-

Mätning 3, 1979-11-07

Utetemperatur:	+4 - +6 ⁰ C	+2 - +6 ⁰ C
Molnighet:	Molnigt	Molnigt
Solbestralning:	Nej	Nej
Vindriktning:	Varierande	-
Vindhastighet:	ca 0,5 m/s	-

Mätning 4, 1979-11-14

Utetemperatur:	+2 - +3 ⁰ C	-1 - +4 ⁰ C
Molnighet:	Molnigt	Molnigt
Solbestralning:	Nej	Nej
Vindriktning:	Västlig	-
Vindhastighet:	2-3 m/s	-

Mätning 5, 1979-11-26

Utetemperatur:	+5 - +6 ⁰ C	±0 - +4 ⁰ C
Molnighet:	Molnigt	Molnigt
Solbestralning:	Nej	Nej
Vindriktning:	Sydlig	-
Vindhastighet:	2-4 m/s	-

Mätning 6, 1979-12-17

Utetemperatur:	-5 - -6 ⁰ C	-6 - -8 ⁰ C
Molnighet:	Molnigt	Molnigt
Solbestralning:	Nej	Nej
Vindriktning:	Varierande	-
Vindhastighet:	ca 0,5 m/s	-

Utöver mätningarna 1-6 genomfördes 1979-12-05 en orienterande undersökning av några mätpunkter. Väderleksbetingelserna var härvid praktiskt taget identiska med mätning 4 med undantag av att vindhastigheten stundtals uppgick till 10 m/s.

2.3 Registrering av mätbetingelser m.m.

Under ca 1 dygn före fältmätningarna registrerades utetemperaturförloppet med hjälp av termohygrograf. För kontroll av luftens innetemperatur användes dels termohygrograf, dels temperaturmätningssinstrument Swema med analog avläsning. Det sistnämnda instrumentet användes även för bestämning av yttemperaturer.

Solförhållanden kontrollerades okulärt och i samband härmed gjordes momentan temperaturmätning av fasadytor i anslutning till undersökta mätpunkter.

Vindförhållanden observerades dels på ett relativt öppet fält beläget ca 50 m väster om byggnaden dels i anslutning till samtliga fasader. Resultaten från de skilda mätningarna visar dålig överensstämmelse såväl gällande hastigheter som vindriktning.

Sammanfattningsvis kan sägas att vindhastigheterna tenderade att vara lägre vid fasaderna än på det öppna fältet. Beträffande vindriktningar var överensstämmelsen ganska god mellan fältet och byggnadens långfasader. Vid gavelfasaderna kunde däremot vindriktningarna ofta inte ens bestämmas. Anledningen till den dåliga överensstämmelsen torde givetvis vara inverkan från topografiska förhållanden och närbelägna byggnader.

Vid registrering av vindförhållanden användes termoanemometer av fabrikatet Wallac. Samma instrument, i kombination med rökgas, användes vid uppmätning av luftläckningshastigheter hos inspekterade mätpunkter.

De statiska tryckskillnaderna uppmättes med U-rörsmanometrar kopplade dels till tryckprovningstrustning dels till "slang genom fönster". Mätningarna gjordes i byggnadens båda plan och på såväl lä- som lovartsida.



3. UNDERSÖKT OBJEKT

3.1 Allmänna data

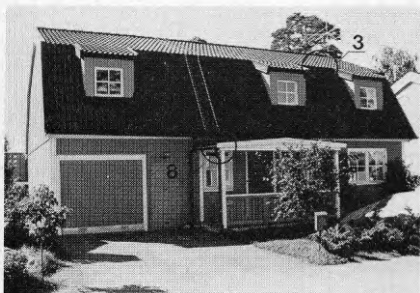
Undersökningen har utförts i en källarlös 1 1/2-plans enfamiljsvillan på Lidingö. Konstruktion beskrivs under pkt 3.2.

Adress: Toppmurklevägen 27

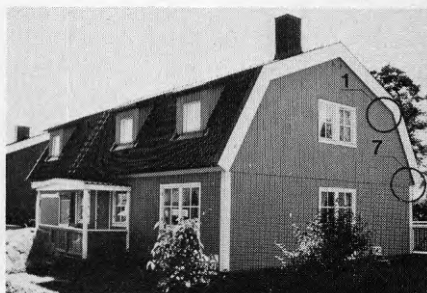
Bruttoyta: ca 215 m²

Byggnadsår: 1975

Byggnaden är belägen i utkanten av grupphusområde och gränsar i tre riktningar mot närbelägna byggnader. Den fjärde fasaden (sydvästra) gränsar mot parkområde beläget ca 7 m under husnivån. I slänt mot parkområdet finns uppvuxen trädvegetation. Fasaden kan anses ha ett för vindanblåsning utsatt läge. Situationsplan se bilaga 1. Nedanstående figurer visar fotografier från de olika fasaderna. Inlagda sifferbeteckningar avser ungefärligt läge hos de undersökta mätpunkterna.



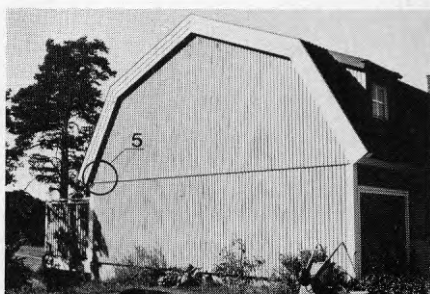
Figur 3.1 Fasad mot nordöst



Figur 3.2 Fasad mot nordväst



Figur 3.3 Fasad mot sydväst



Figur 3.4 Fasad mot sydöst

3.2 Byggnadens konstruktion

Nedan lämnas en beskrivning av de primära konstruktionsdelarna. I bilaga 2 återfinns vissa detaljsektioner.

3.21 Golvbjälklag

Golvbjälklaget består av 50 mm tjocka betongplattor upplagda på betongbalkar. Betongplattorna är på ovansidan isolerade med 70 mm mineralull. Golvöverbyggnaden utgörs av 60 mm betong + golvbeläggning.

3.22 Ytterväggar

Ytterväggar i bottenvåning + gavelspetsar består av fabrikstillverkade element. Från utsidan gäller följande uppbyggnad: träpanel, 13 mm asfaboard, 95 mm mineralull mellan träreglar, 0,15 mm plastfolie samt invändig byggboard.

3.23 Stödbensväggar

Platsbyggd konstruktion bestående från utsidan av: 3 mm träfiberskiva, 95 mm mineralull, 0,10 plastfolie samt 13 mm gipsskiva.

3.24 Snedtak

Platsbyggd konstruktion bestående från utsidan av: yttertak, luftspalt, 3 mm träfiberskiva, 170 mm mineralull, glespanel, 0,10 mm plastfolie samt 13 mm gipsskiva.

3.25 Hanbjälklag

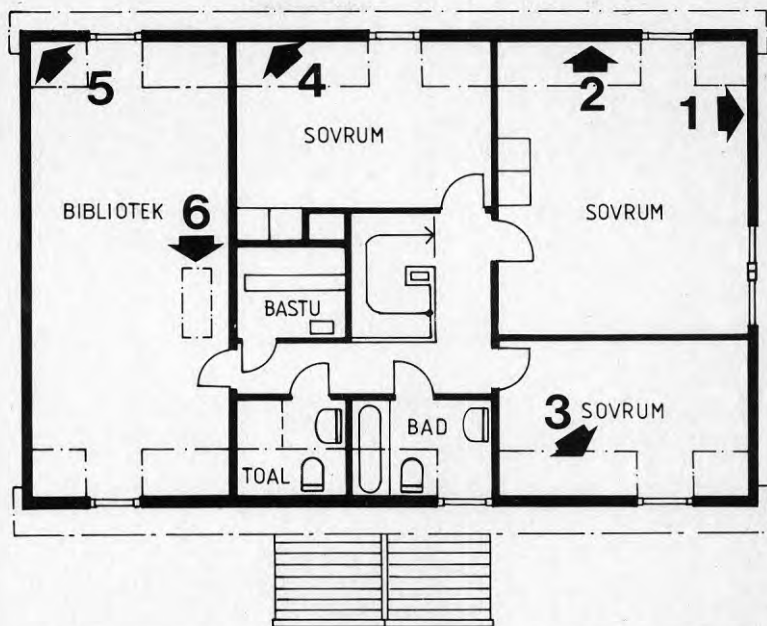
Platsbyggd konstruktion bestående från ovanstidan av: 16 mm spånskiva, 30 + 200 mm mineralull, glespanel, 0,10 mm plastfolie samt gipsskiva.

3.26 Mellanbjälklag

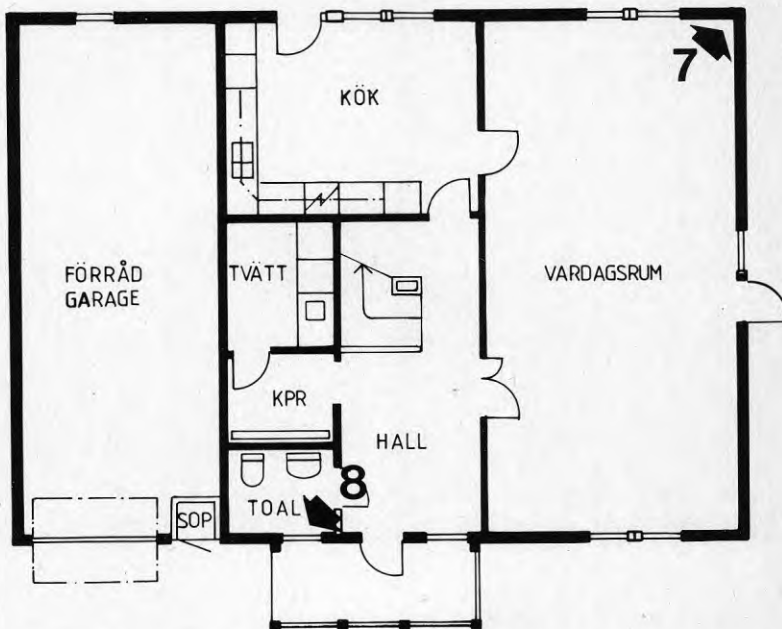
Del mot ouppvärmt vindsutrymme är värmeisolerad med 30 + 170 mm mineralull. 0,15 mm plastfolie tjänstgör som diffusionsspärr och är framdragen till stödbensvägg. Innanför stödbensvägg finns stegljudsisolering bestående av 50 mm mineralull.

3.3 Undersökta mätpunkter

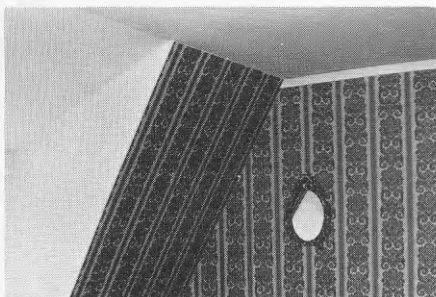
De 8 undersökta mätpunkterna framgår av våningsplaner och fotografier enligt figurerna 3.5 - 3.14.



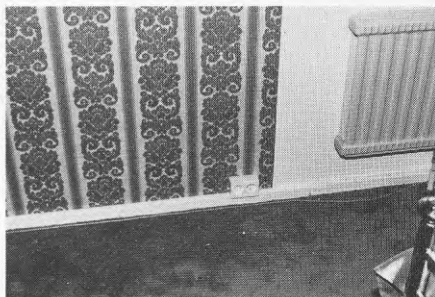
Figur 3.5 Plan av övervåning



Figur 3.6 Plan av bottenvåning



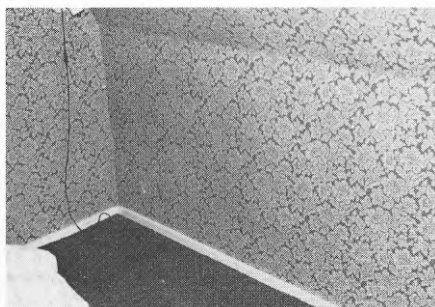
Figur 3.7 Mät punkt 1
Anslutning mellan yttervägg,
hanbjälklag och snedtak.
Övervåning



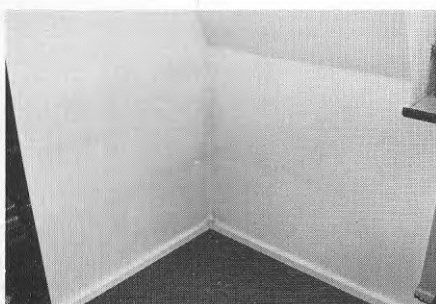
Figur 3.8 Mät punkt 2
Anslutning mellan stödbens-
vägg och mellanbjälklag.
Övervåning



Figur 3.9 Mät punkt 3
Anslutning mellan hanbjälk-
lag och snedtak.
Övervåning



Figur 3.10 Mät punkt 4
Anslutning mellan innervägg,
stödbensvägg och mellanbjälk-
lag. Övervåning



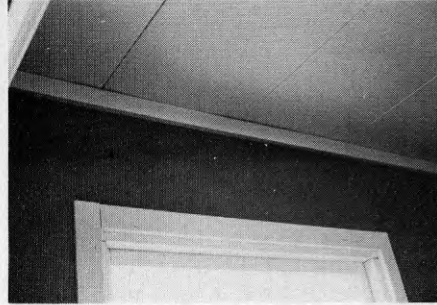
Figur 3.11 Mät punkt 5
Anslutning mellan yttervägg,
stödbensvägg och mellanbjälklag.
Övervåning



Figur 3.12 Mät punkt 6
Vindslucka i hanbjälklag.
Övervåning



Figur 3.13 Mät punkt 7
Anslutning mellan ytterväggar
och mellanbjälklag. Botten-
våning.



Figur 3.14 Mät punkt 8
Anslutning mellan yttervägg
och mellanbjälklag. Botten-
våning.

4. RESULTAT

4.1 Allmänt

I detta avsnitt redogörs för de utseendevariationer som observerats hos värmebilder representerande de 8 mätpunkterna.

Det redovisade bildmaterialet representerar de iakttagelser som bedömts vara av störst intresse och omfattar ca 50 % av det totala materialet.

Termogrammen redovisas mätpunktsvis och är oftast sammanställda i serier om 3 bilder vardera (2 gråtonsbilder + 1 isotermbild). Detta för att i någon mån visa den valda "temperaturrengens" betydelse för värmebildens utseende. I anslutning till varje bildserie finns gällande mätbetingelser angivna. Härvid har följande beteckningar använts:

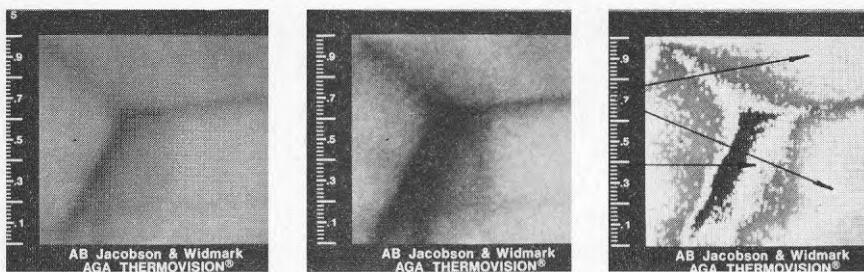
Mätning:	Mätningstillfälle och klockslag
Sol:	Här anges om mätpunkten är utsatt för solbestrålning
Δp :	Statisk tryckskillnad, inne-ute (Pa)
t_i :	Innetemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
t_u :	Utetemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
t_r :	Referenstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Δt :	Temperaturskillnad i isoterm bilden
V_l :	Hastighet hos luftläckning (m/s)
V_u :	Vindhastighet utomhus vid byggnaden (m/s)
V_r :	Vindriktning utomhus

I anslutning till mätpunkt 1 har dessutom beteckningen t_f använts. Denna avser den lägsta utetemperaturen under natten/morgonen före mät dagen.

Angivna tryckskillnader, referens- och inomhustemperaturer uppmättes i anslutning till varje mättillfälle. Noggrannheten i mätningarna uppskattas till $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ för temperaturer och ca ± 2 Pa för tryckskillnader.

Vid beräkning av temperaturskillnaden Δt har samtliga emissions-tal förutsatts vara 0,90.

4.2 Mätpunkt 1



Figur 4.1 a - c

Mätning: 1 kl 12.00
 Sol: nej
 Δp : -1

t_i : 21,0 Δt : 1,0
 t_u : 19,5 V_l : 0,0
 t_r : 21,0
 t_f : 8,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.2 a - c

Mätning: 1 kl 15.40
 Sol: ja
 Δp : -10

t_i : 23,0 Δt : 1,0
 t_u : 19,0 V_l : 0,5-1,5
 t_r : 23,0
 t_f : 8,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

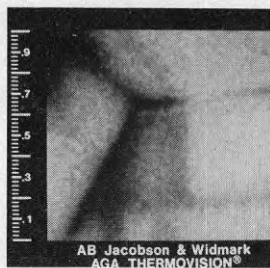
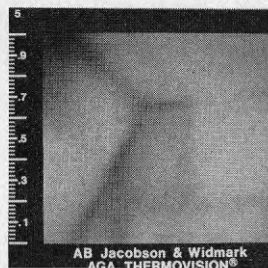
4.21 Kommentarer till mätning 1

I figur 4.1 kan konstateras en nedkylning som skulle kunna antagas bero på isoleringsfel. (Ingen luftläckning kunde observeras i samband med lufthastighetsmätning.)

Figur 4.2 visar den utseendeförändring som inträdde vid -10 Pa och när mätpunkten varit svagt solbelyst i ca 2 timmar. Fasadtemperaturen var vid mätning ca 30°C.

De uppvärmningseffekter som kan ses i takvinkeln beror på inläckning av varm "fasadluft".

Mätning vid -20 Pa gav svagare uppvärmningseffekter än figur 4.2, vilket troligtvis berodde på en mindre solintensitet och lägre fasadtemperatur (23°C).

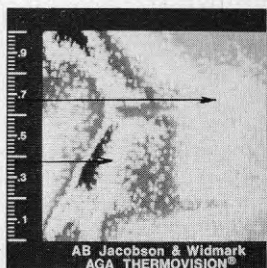
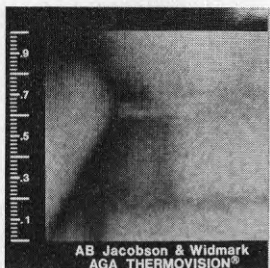
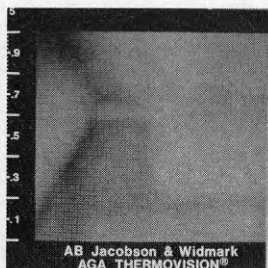


Figur 4.3 a - c

Mätning: 2 kl 12.00
Sol: nej
 Δp : -1

t_i : 20,5 Δt : 1,0
 t_u : 13,0 V_l : 0,0
 t_r : 20,0
 t_f : 7,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot snedtak

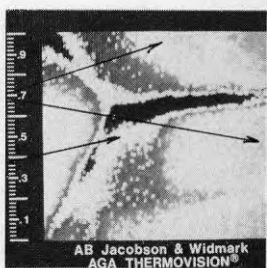
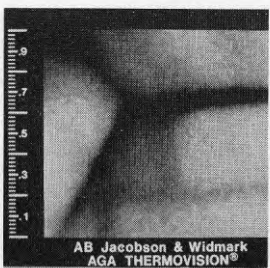
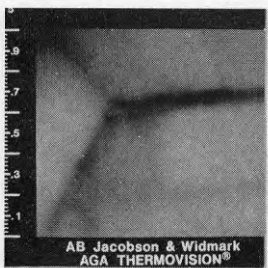


Figur 4.4 a - c

Mätning: 2 kl 14.20
Sol: nej
 Δp : +5

t_i : 21,5 Δt : 1,0
 t_u : 13,0 V_l : 0,2-0,6
 t_r : 21,0 utåt
 t_f : 7,0

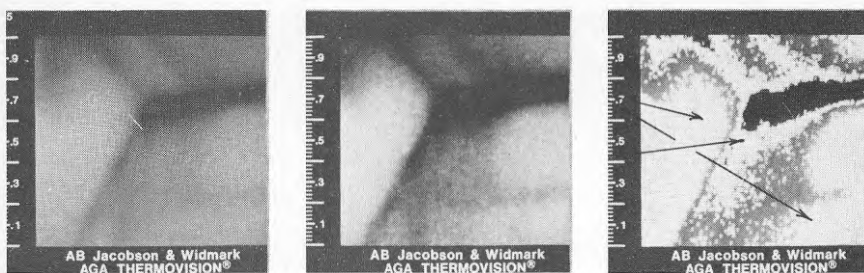
V_u : 1-2,0
 V_r : mot snedtak



Figur 4.5 a - c

Mätning: 2 kl 15.40
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 21,5 Δt : 1,0 V_u : 1-2,0
 t_u : 12,5 V_l : 0,7-1,5 V_r : mot snedtak
 t_r : 21,0
 t_f : 7,0



Figur 4.6 a - c

Mätning: 2 kl 18.00
Sol: nej
 Δp : -20

t_i : 21,5 Δt : 1,0
 t_u : 12,0 V_L : 1-2,0
 t_r : 21,0
 t_f : 7,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot snedtak

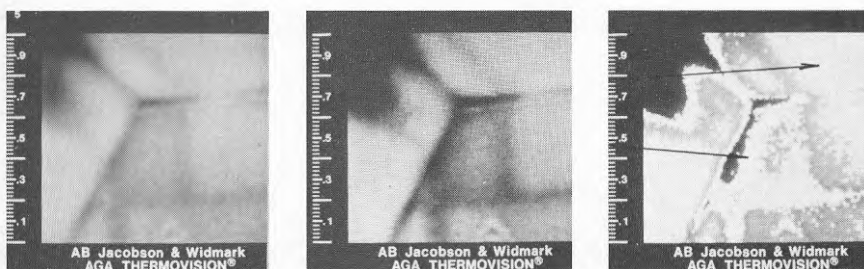
4.22 Kommentarer till mätning 2, mätpunkt 1

Termogrammen från "normaltrycksmätningen" i figur 4.3 visar i stort sett samma temperaturnedsättning som motsvarande mätning enligt figur 4.1. Detta trots att temperaturskillnaden (innet-ute) nu är betydligt större. Förhållandet sammanhänger sannolikt med att morgontemperaturerna (t_f) i stort sett var lika vid de båda mät dagarna och att "fördröjningseffekterna" av dessa temperaturer avspeglas i termogrammen.

(I bildernas övre vänstra del ses svaga nedkylningseffekter. Dessa kommenteras närmare i anslutning till mätning 4.)

Övertrycksmätningen enligt figur 4.4 visar svaga uppvärmningseffekter av taklisten. I övrigt är utseendet jämförbart med "normaltrycksmätningen".

Figur 4.5 och 4.6 visar resultaten från undertrycksmätningarna 10 resp. 20 Pa. På grund av otätheter vid takvinkeln erhålls här tydliga nedkylningar. Termogramförändringarna mellan de båda mätningarna är dock marginella.

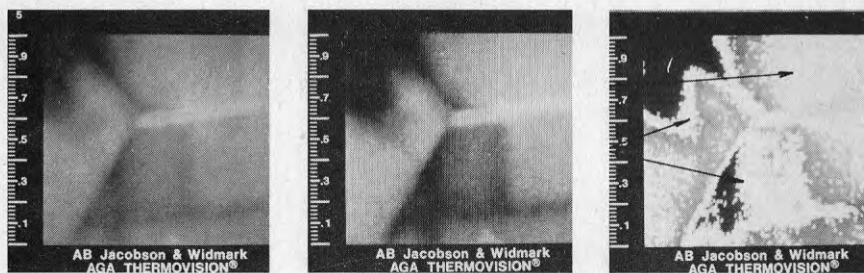


Figur 4.7 a - c

Mätning: 4 kl 10.10
Sol: nej
 Δp : -1

t_i : 22,0 Δt : 1,0
 t_u : 2,0 V_L : 0,2
 t_r : 20,5
 t_f : -1,0

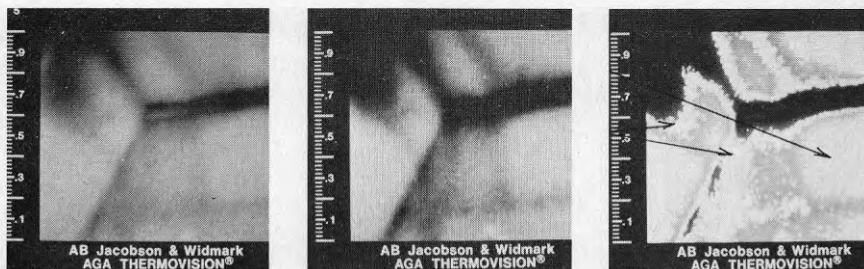
V_u : ca 2,0
 V_r : mot snedtak



Figur 4.8 a - c

Mätning: 4 kl 12.30

Sol: nej

 Δp : +5 t_i : 22,0 t_u : 3,0 t_r : 20,5 t_f : -1,0 Δt : 1,0 v_l : 0,2-0,5 v_u : ca 2,0 v_r : mot snedtak

Figur 4.9 a - c

Mätning: 4 kl 13.50

Sol: nej

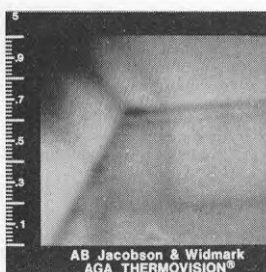
 Δp : -10 t_i : 21,0 t_u : 3,0 t_r : 20,0 t_f : -1,0 Δt : 1,0 v_l : 1-2,0 v_u : ca 2,0 v_r : mot snedtak

4.23 Kommentarer till mätning 4, mätpunkt 1

De mest påtagliga förändringarna jämfört med mätningarna 1 och 2 är de tydligt framträdande nedkylningarna i snedtakskonstruktionen i bildernas övre vänstra del. (Nedkylningarna antyds svagt vid mätning 2.) Likaså erhålls vid övertrycksmätningen enligt figur 4.8 kraftigare uppvärmningseffekter än motsvarande mätning enligt figur 4.4.

Förhållandet torde orsakas av rådande vindförhållanden som dels skapar konvektiva luftrörelser i snedtakskonstruktionen och dels ger ett ökat övertryck på grund av sugverkan vid gavelfasaden.

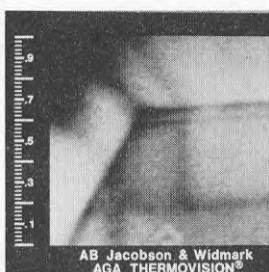
Vid undertrycksmätningarna, här representerade av 10 Pa, syns kraftiga inläckningseffekter vid takvinkeln. En svag förstärkning av dessa effekter erhöles vid undertrycket 20 Pa.



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

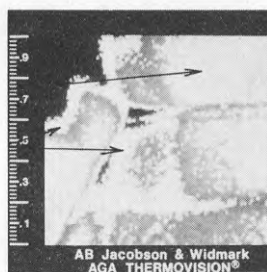
Figur 4.10 a - c

Mätning: 5 kl 10.00
Sol: nej
 Δp : -1



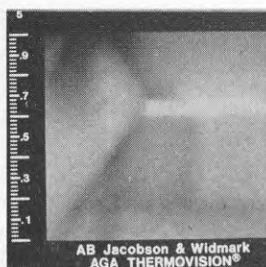
AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

t_i : 22,0 Δt : 1,0
 t_u : 6,0 V_l : 0,0
 t_r : 21,0
 t_f : $\pm 0,0$



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

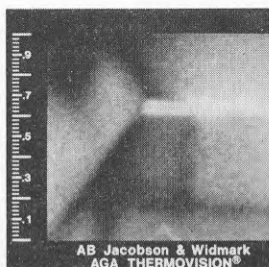
V_u : ca 2,0
 V_r : snett mot snedtak



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

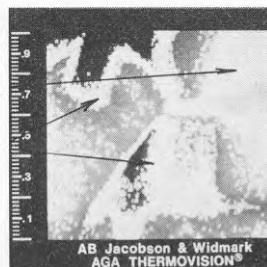
Figur 4.11 a - c

Mätning: 5 kl 12.20
Sol: nej
 Δp : +5



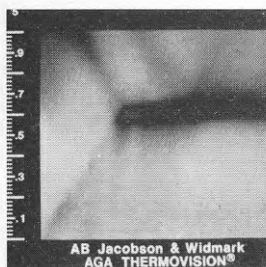
AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

t_i : 22,5 Δt : 1,0
 t_u : 6,0 V_l : 0,2-0,5
 t_r : 21,0 utåt
 t_f : $\pm 0,0$



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

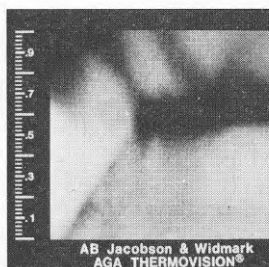
V_u : ca 2,0
 V_r : snett mot snedtak



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

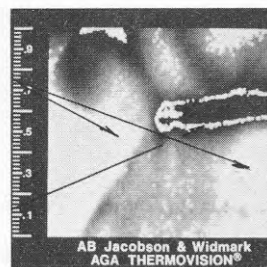
Figur 4.12 a - c

Mätning: 5 kl 16.00
Sol: nej
 Δp : -20



AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

t_i : 20,5 Δt : 2,0
 t_u : 6,0 V_l : 1-2,0
 t_r : 19,5
 t_f : $\pm 0,0$



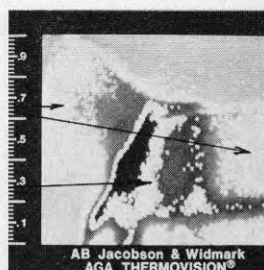
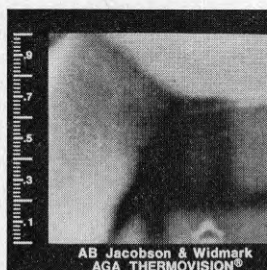
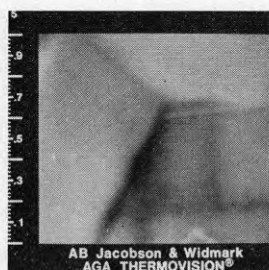
AB Jacobson & Widmark
AGA THERMOVISION®

V_u : ca 2,0
 V_r : snett mot snedtak

4.24 Kommentarer till mätning 5, mätpunkt 1

Termogrammen från mätning 5 visar knappast några utseendeförändringar jämfört med mätning 4.

Det bör dock observeras att figur 4.12 till skillnad från fig 4.9 avser mätning vid -20 Pa undertryck och att isotermmkurvan för den lägre yttemperaturen koncentrerats till området runt läckagestället.

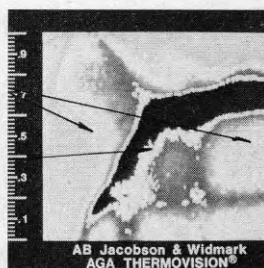
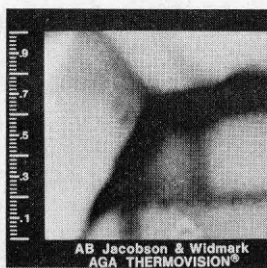
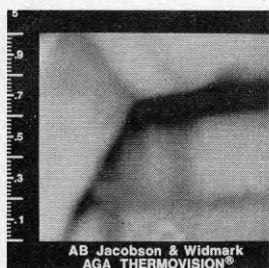


Figur 4.13 a - c

Mätning: 6 kl 11.20
Sol: nej
 Δp : -2

t_i : 23,0 Δt : 1,0
 t_u : -5,0 V_L : 0,2
 t_r : 22,0
 t_f : -8,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

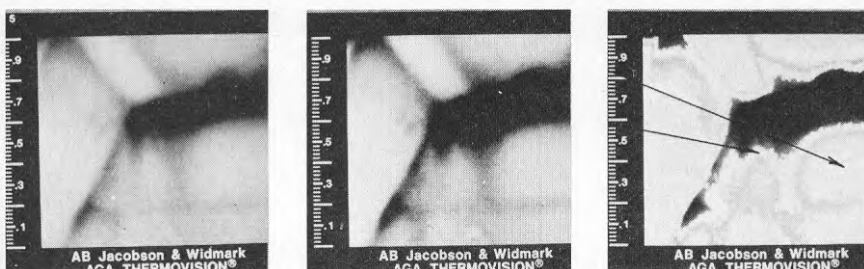


Figur 4.14 a - c

Mätning: 6 kl 13.40
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 22,5 Δt : 1,0
 t_u : -5,0 V_L : 0,5-1,0
 t_r : 21,5
 t_f : -8,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.15 a - c

Mätning: 6 kl 15.00	t_i : 21,0	Δt : 1,0	V_u : 0,5
Sol: nej	t_u : -5	V_l : 1-2,0	V_r : varierande
Δp : -20	t_r : 18,5		
	t_f : -8,0		

4.25 Kommentarer till mätning 6, mätpunkt 1

Bildserien visar ett mycket intressant resultat nämligen att de tidigare nedkylningarna i snedtaksstrukturen nu nästan helt saknas. Detta trots att skillnaden mellan ute- och innetemperaturer är avsevärt större än tidigare mätningar. Förhållandet styrker antagandet att de nedkylningar som kan observeras vid mätningarna 4, 5 och i viss mån 2, är ett resultat av att rådande vindanblåsning skapar konvektiva luftströrelser i snedtaksstrukturen.

I figur 4.15 framträder en "rand" i hanbjälklaget, varmare än takstrukturen i övrigt. Effekten är svår att förklara men kan sammanhånga med de sänkningar av referens- och innetemperaturerna som föranleddes av undertrycksmätningarna.

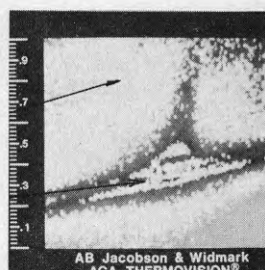
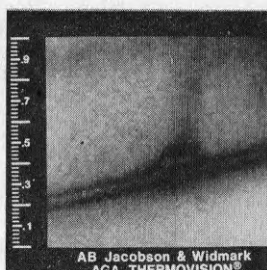
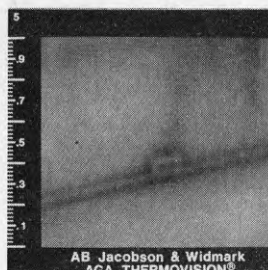
4.26 Sammanfattning mätpunkt 1

Påtagliga förändringar av termogrammen erhöles vid vindanblåsning. Förändringarna torde vara ett resultat av att vindanblåsningen gav upphov till luftströrelser i spalter mellan isolering och invändig skivbeklädnad.

Vid undertrycksmätningarna 10 och 20 Pa erhöles mycket tydliga läckageeffekter vid anslutning mellan yttervägg och hanbjälklag. Motsvarande effekter saknades helt vid "normaltrycksmätningarna".

Övertrycksmätningarna vid +5 Pa gav under vissa förhållanden skäl att misstänka luftläckage.

Nedkylningen i "hörnområdet" som i mätning 1 antogs vara isoleringsfel förstärktes mindre än förväntat vid ökade skillnader mellan inne- och utetemperaturerna. (Det bör dock observeras att nedkylningen eventuellt främst orsakas av temperaturtvärledning från regelanhopning i områdets omedelbara närhet.)

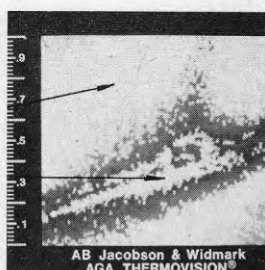
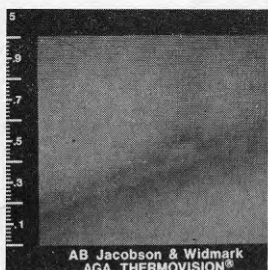
4.3 Mät punkt 2

Figur 4.16 a - c

Mätning: 1 kl 12.10
Sol: ja (svag)
 Δp : -1

t_i : 21,0 Δt : 1,0
 t_u : 19,5 V_l : 0,0
 t_r : 21,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

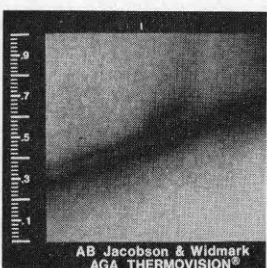
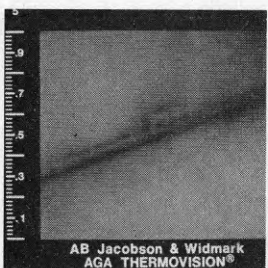


Figur 4.17 a - c

Mätning: 1 kl 14.50
Sol: ja
 Δp : +5

t_i : 22,0 Δt : 1,0
 t_u : 19,0 V_l : 0,0
 t_r : 22,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.18 a - c

Mätning: 1 kl 15.50
Sol: ja
 Δp : -10

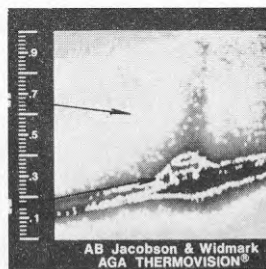
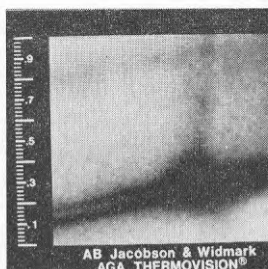
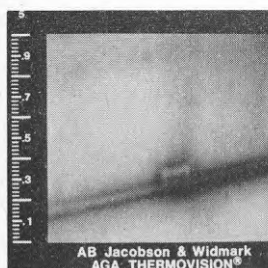
t_i : 23,0 Δt : 1,0
 t_u : 19,0 V_l : 0,2-0,4
 t_r : 23,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

4.31 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 2

De redovisade termogramserierna visar inga påfallande läckageeffekter även om en tydlig utseendeförändring kan konstateras mellan mätningarna vid "normaltryck" och undertrycket 10 Pa. Vid ökning av undertrycket till 20 Pa erhöles ett utseende likartat med "normaltrycksmätning" nr 2 enligt figur 4.22.

(Det bör observeras att mätpunkten var utsatt för solbestrålning och att inläckningsluften härigenom sannolikt hade högre temperatur än vad som angivits för utetemperaturen. Jfr mätning 1 vid mätpunkt 1)

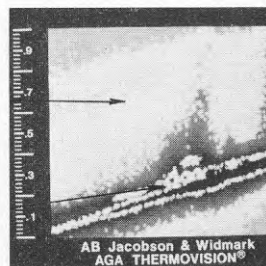
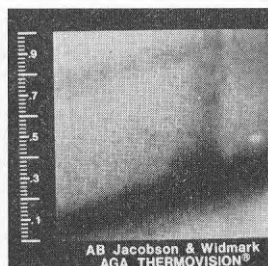
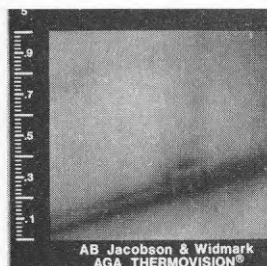


Figur 4.19 a - c

Mätning: 2 kl 12.10
Sol: ja (svag)
 Δp : -1

t_i : 20,5 Δt : 1,5
 t_u : 13,0 V_l : 0,2
 t_r : 20,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot mätpunkten

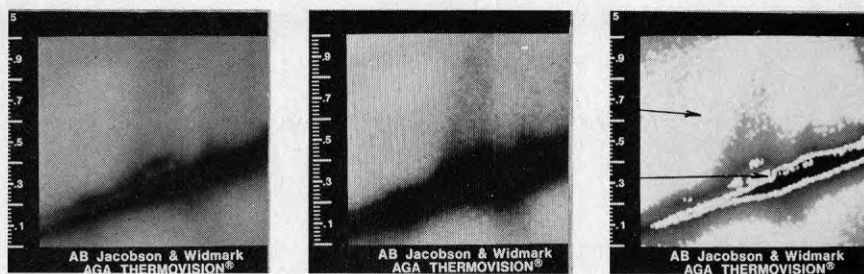


Figur 4.20 a - c

Mätning: 2 kl 15.50
Sol: ja (svag)
 Δp : -10

t_i : 21,5 Δt : 1,5
 t_u : 12,0 V_l : 0,2-0,3
 t_r : 21,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot mätpunkten



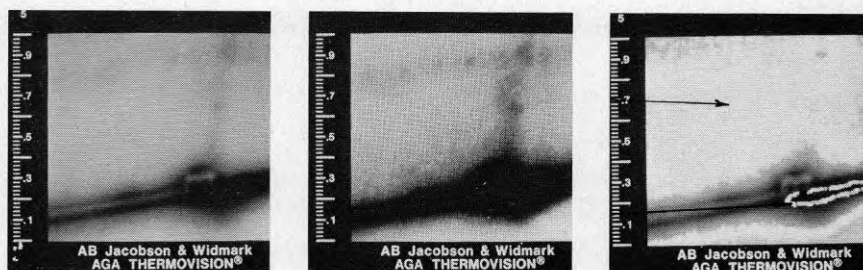
Figur 4.21 a - c

Mätning: 2 kl 17.50	t_i : 21,5	Δt : 2,5	V_u : 1-2,0
Sol: nej	t_u : 12,0	V_l : 0,2-0,6	V_r : mot mät punkt
Δp : -20	t_r : 21,0		

4.32 Kommentarer till mätning 2, mät punkt 2

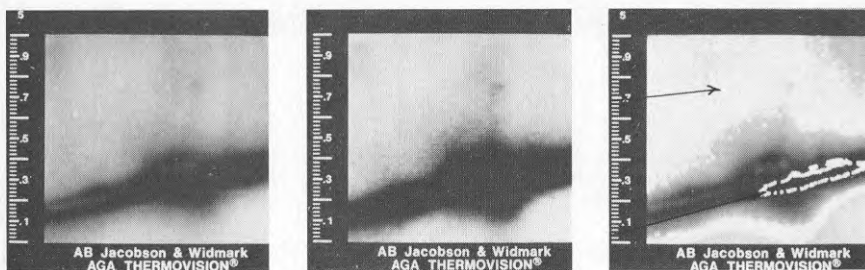
Gemensamt för de tre bildserierna är att nedkylningseffekter vid golvljsten ganska lätt kan konstateras. Man bör dock observera den påfallande stora utseendeförändringen mellan undertrycksmätningarna vid 10 och 20 Pa.

Vid övertrycksmätningen +5 Pa var utseendet nära nog identiskt med figur 4.17 (övertrycksmätning nr 1).



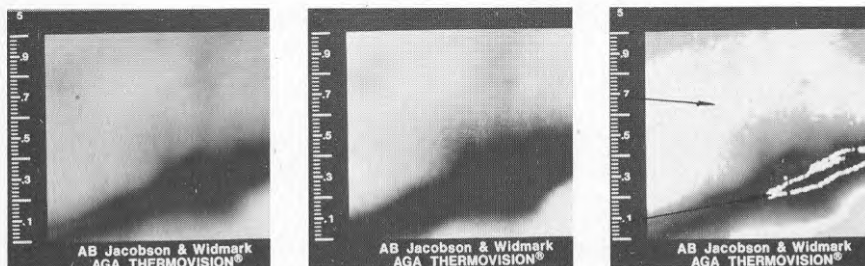
Figur 4.22 a - c

Mätning: 4 kl 10.20	t_i : 22,0	Δt : 4,5	V_u : 1-2,0
Sol: nej	t_u : 2,0	V_l : 0,2	V_r : mot mät punkt
Δp : -2	t_r : 21,0		



Figur 4.23 a - c

Mätning:	4 kl 14.00	t_i :	21,0	Δt :	5,5	V_u :	1-2,0
Sol:	nej	t_u :	3,0	V_l :	0,3-0,5	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-10	t_r :	20,0				



Figur 4.24 a - c

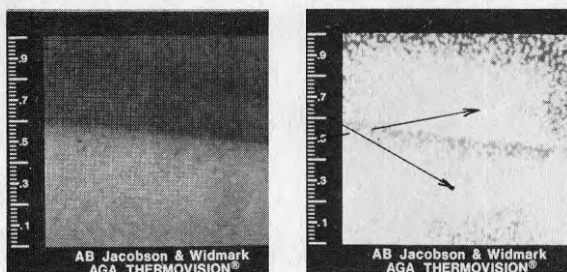
Mätning:	4 kl 16.00	t_i :	20,5	Δt :	5,5	V_u :	1-2,0
Sol:	nej	t_u :	2,0	V_l :	0,4-0,8	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-20	t_r :	19,0				

4.33 Kommentarer till mätning 4, mätpunkt 2

Vid samtliga mätningar syns tydliga nedkylningseffekter i anslutning till golvlistan och eluttaget. En intressant iakttagelse jämfört med mätning 2 är att nedkylningen inte förstärktes lika kraftigt vid ökning av undertrycket från 10 till 20 Pa. Vid övertrycksmätningen kvarstod fortfarande en nedkylning runt eluttaget. Vid kontroll kunde dålig utfyllnad av isoleringsmaterialet konstateras.

4.34 Sammanfattning mätpunkt 2

Ökning av undertrycket i samband med små temperaturskillnader mellan ute- och inneluft förstärkte nedkylningseffekterna vid läckagestället mera än motsvarande tryckstegring vid stora temperaturskillnader. (Tendensen är tydlig även i de mätningar som utelämnats i denna redovisning.)

4.4 Mätpunkt 3

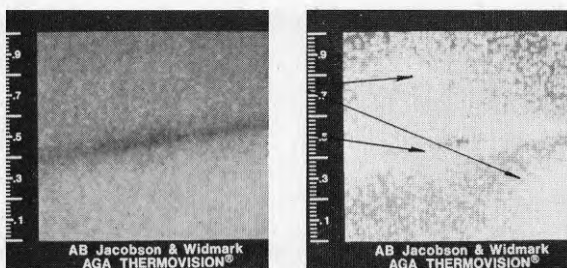
Figur 4.25 a - b

Mätning:	1 kl 12.20	t_i : 24,0	Δt : 0,5	V_u : 0,5
Sol:	ja	t_u : 19,5	V_l : -	V_r : varierande
Δp :	-1	t_r : 23,0		

4.41 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 3

Termogrammen visar den temperaturfördelning som kunde konstateras när mätpunkten varit utsatt för solbestrålning under ca 3 timmar. Snedtaget har härvid antagit en något högre temperatur än anslutande hanbjälklag.

Vid över- respektive undertrycksmätningarna upptäcktes inga förändringar som kunde hänföras till de förändrade tryckförhållandena.



Figur 4.26 a - b

Mätning:	6 kl 11.40	t_i : 22,0	Δt : 0,5	V_u : 0,5
Sol:	nej	t_u : -5,0	V_l : -	V_r : varierande
Δp :	-2	t_r : 21,0		

4.42 Kommentarer till mätning 6, mätpunkt 3

Termogrammen visar här en helt jämn temperaturfördelning mellan anslutande konstruktionsytor.

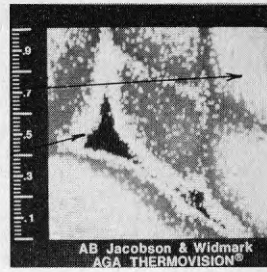
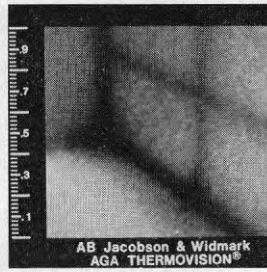
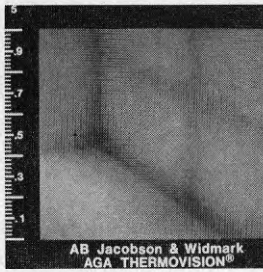
Inga förändringar av temperaturfördelningen kunde iakttagas vid över- och undertrycksmätningarna.

4.43 Sammanfattning mätpunkt 3

Vid mätningar med samtidig solbestrålning mot konstruktionsavsnittet kunde uppvärmningseffekter konstateras hos snedtaksstrukturen.

Temperaturfördelningen mellan de anslutande konstruktionsdelarna påverkades ej märkbart av de olika skillnaderna mellan ute- och innetemperatur.

Alla undersökta tryckförhållanden gav identisk temperaturfördelning.

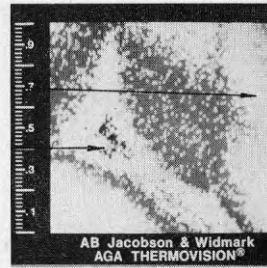
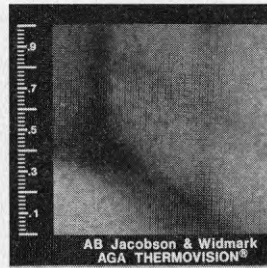
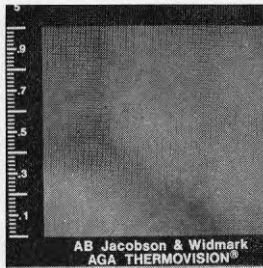
4.5 Mät punkt 4

Figur 4.27 a - c

Mätning: 1 kl 12.30
 Sol: ja
 Δp: -1

ti: 22,5 Δt: 1,0
 tu: 19,5 Vl: 0,0
 tr: 22,0

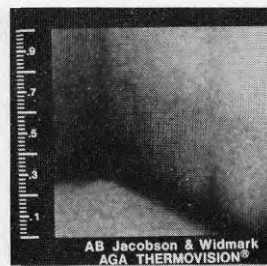
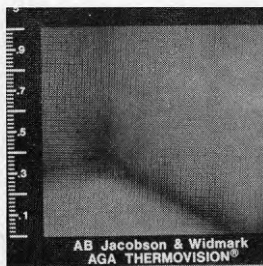
Vu: 0,5
 Vr: varierande



Figur 4.28 a - c

Mätning: 1 kl 14.30
 Sol: ja
 Δp: +5

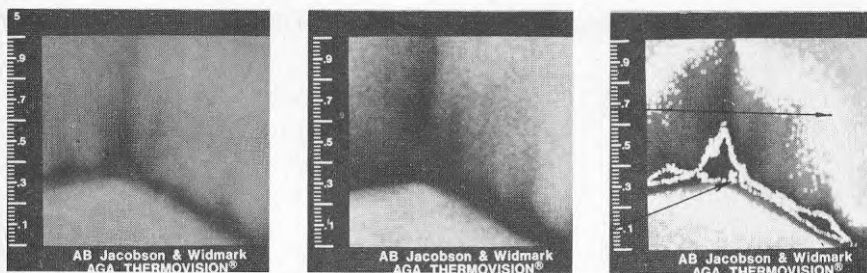
ti: 22,5 Δt: 1,0 Vu: 0,5
 tu: 19,5 Vl: 0,2 utåt Vr: varierande
 tr: 22,5



Figur 4.29 a - c

Mätning: 1 kl 16.10
 Sol: ja
 Δp: -10

ti: 23,0 Δt: 1,5 Vu: 0,5
 tu: 18,5 Vl: 0,5-2,0 Vr: varierande
 tr: 22,5



Figur 4.30 a - c

Mätning:	1 kl 18.10	t_i :	23,5	Δt :	1,5	V_u :	0,5
Sol:	ja	t_u :	17,5	V_l :	0,5-2,5	V_r :	varierande
Δp :	-20	t_r :	23,5				

4.51 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 4

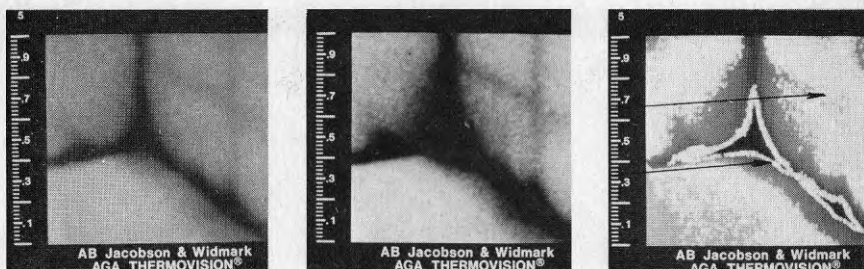
Vid mätning enligt figur 4.27 är konstruktionsavsnittet utsatt för solbestrålning sedan ca 30 min. Termogrammen antyder inga direkta brister i isolerings- eller täthetsutförandet. I figur 4.28 ser man tydliga reduktioner av reglarnas "köldbryggeeffekter" vilket främst torde sammanhånga med rådande solförhållanden. Fasadtemperaturen är ca +40°C.

Mätningar representerade i figur 4.29 och speciellt i figur 4.30 visar tydliga nedkylningar till följd av luftinläckning. Observera dock att temperaturskillnaden (inne-ute) är större än tidigare under mät dagen.



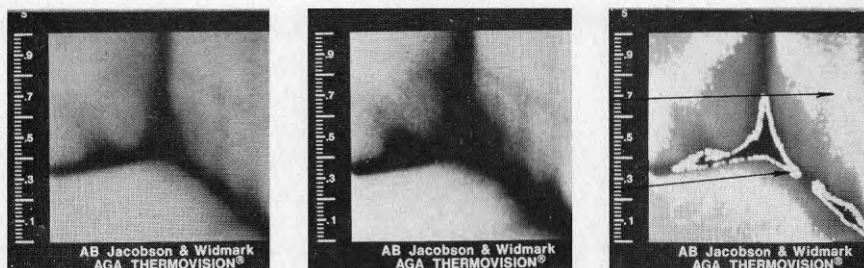
Figur 4.31 a - c

Mätning:	2 kl 12.30	t_i :	22,0	Δt :	2,5	V_u :	1-2,0
Sol:	ja (svag)	t_u :	13,0	V_l :	0,2-0,3	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-2	t_r :	21,0				



Figur 4.32 a - c

Mätning:	2 kl 16.10	t_i :	20,5	Δt :	2,5	V_u :	1-2,0
Sol:	ja (svag)	t_u :	12,5	V_l :	0,5-1,5	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-10	t_r :	20,0				



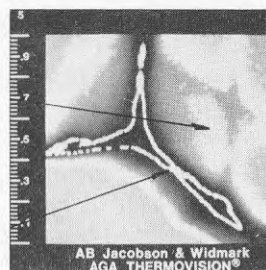
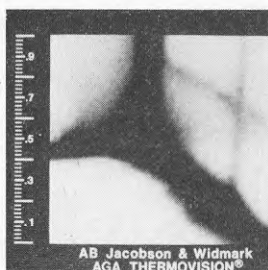
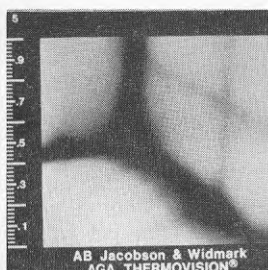
Figur 4.33 a - c

Mätning:	2 kl 17.30	t_i :	20,5	Δt :	3,5	V_u :	1-2,0
Sol:	ja (svag)	t_u :	12,0	V_l :	0,5-2,0	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-20	t_r :	20,0				

4.52 Kommentarer till mätning 2, mätpunkt 4

Hos samtliga bildserier kan man mycket tydligt konstatera förekomst av luftinläckning vid anslutning mellan stödbensvägg och mellanbjälklag. (Observera vindförhållanden.)

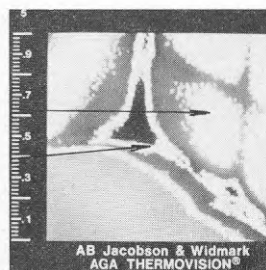
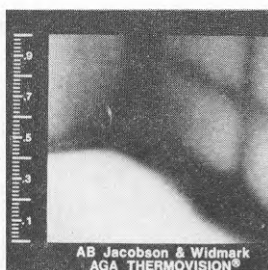
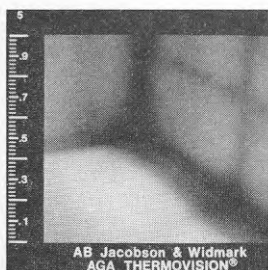
En intressant iakttagelse är de relativt små utseendeförändringar som erhöles med ökade tryckskillnader. En bidragande orsak till detta kan vara den solbestralning som ägde rum, och som under eftermiddagen resulterade i en fasadtemperatur på ca 20°C.



Figur 4.34 a - c

Mätning: 4 kl 10.40
Sol: nej
 Δp : -2

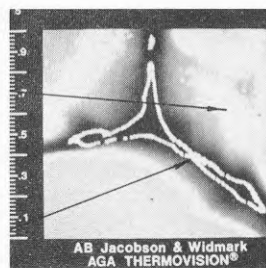
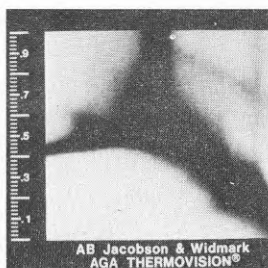
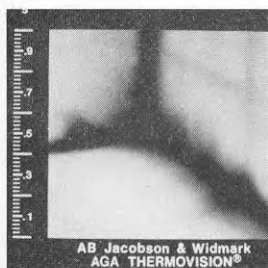
t_i : 22,0 Δt : 5,5 V_u : 1-2,0
 t_u : 2,0 V_l : 0,2-0,8 V_r : mot mätpunkt
 t_r : 20,5



Figur 4.35 a - c

Mätning: 4 kl 12.00
Sol: nej
 Δp : +5

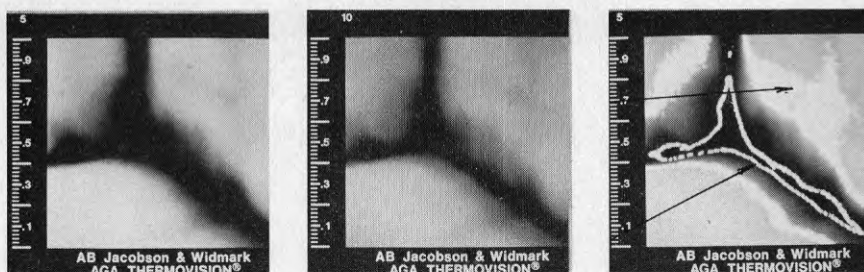
t_i : 21,5 Δt : 2,0 V_u : 1-2,0
 t_u : 3,0 V_l : 0,2-1,0 V_r : mot mätpunkt
 t_r : 20,0



Figur 4.36 a - c

Mätning: 4 kl 14.20
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 21,5 Δt : 5,5 V_u : 1-2,0
 t_u : 3,0 V_l : 0,5-2,0 V_r : mot mätpunkt
 t_r : 20,0



Figur 4.37 a - c

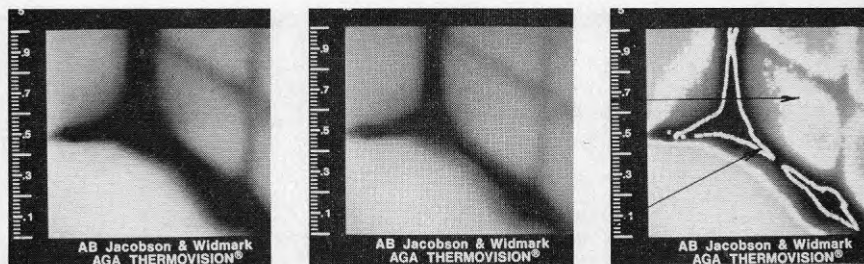
Mätning:	4 kl 15.40	t_i :	21,0	Δt :	6,0	V_u :	1-2,0
Sol:	nej	t_u :	2,0	V_L :	1-3,0	V_r :	mot mätpunkt
Δp :	-20	t_r :	19,5				

4.53 Kommentarer till mätning 4, mätpunkt 4

På samma sätt som i mätning 2 kan tydliga nedkylningseffekter till följd av luftinläckning konstateras vid "normal"- och undertrycksmätningarna. Skillnaderna jämfört med mätning 2 består främst i att nedkylningarna nu är starkare.

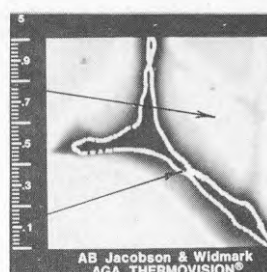
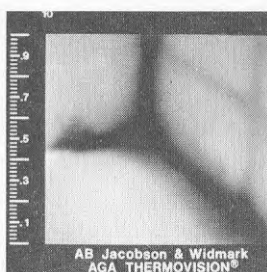
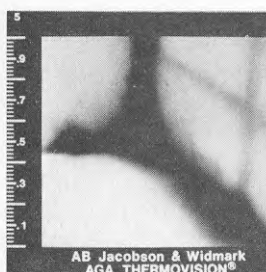
Vid övertrycksmätningen enligt figur 4.35 kunde, till följd av vindanblåsning, såväl luftinläckning som luftutläckning konstateras.

(De uppvärmningseffekter som kan iakttagas i mellanbjälklaget orsakas av häri placerade värmerör.)



Figur 4.38 a - c

Mätning:	6 kl 11.50	t_i :	22,0	Δt :	5,0	V_u :	0,5
Sol:	nej	t_u :	-5,0	V_L :	0,2-0,6	V_r :	varierande
Δp :	-3	t_r :	21,0				

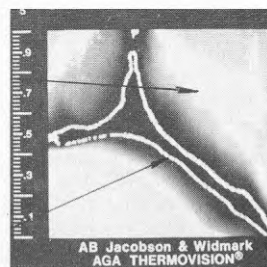
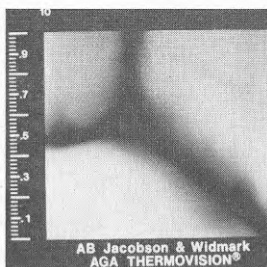
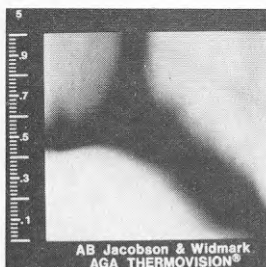


Figur 4.39 a - c

Mätning: 6 kl 13.10
 Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 21,5 Δt : 5,5
 t_u : -5,0 V_L : 1-2,0
 t_r : 20,5

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.40 a - c

Mätning: 6 kl 15.30
 Sol: nej
 Δp : -20

t_i : 20,0 Δt : 6,5
 t_u : -5,0 V_L : 1-2,5
 t_r : 18,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

4.54 Kommentarer till mätning 6, mätpunkt 4

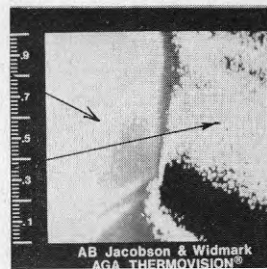
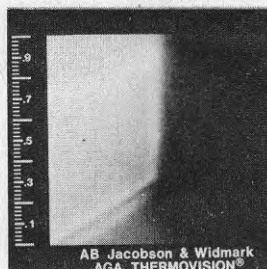
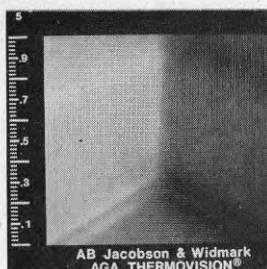
Trots att skillnaderna mellan ute- och innetemperaturer har ökat med ca 35 % från mätning 4 är de uppträdande utseende- och temperaturförändringarna mycket marginella. Vid mätningen föll ingen sol på byggnaden.

4.55 Sammanfattning mätpunkt 4

Vid stegring av undertrycket i samband med små temperaturskillnader (inne-ute) erhöles tydligare termogramförändringar än vid motsvarande tryckstegringar och stora temperaturskillnader. Vidare tenderade läckageytornas temperaturnedsättning att inte "öka" i takt med skillnaderna mellan ute- och innetemperaturerna.

Bevis för vindanblåsningens betydelse erhöles vid övertrycksmätning enligt figur 4.35 där luftinläckning kunde konstateras trots övertrycket 5 Pa.

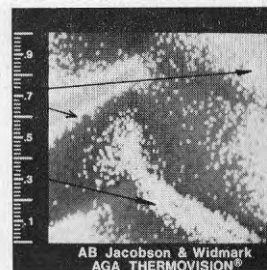
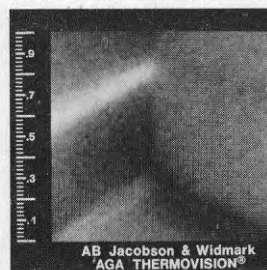
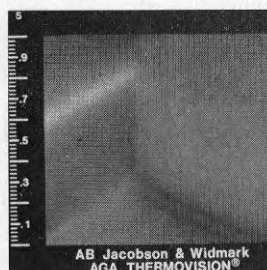
4.6

Mät punkt 5

Figur 4.41 a - c

Mätning: 1 kl 12.50
Sol: ja
 Δp : -1

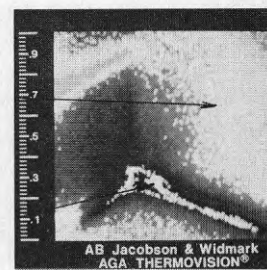
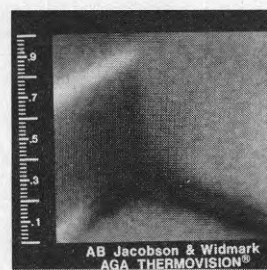
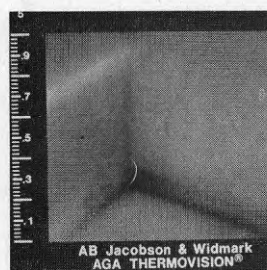
t_i : 23,0 Δt : 1,5 V_u : 0,5
 t_u : 19,5 V_l : ej kont- V_r : varierande
 t_r : 22,5 rollerat



Figur 4.42 a - c

Mätning: 1 kl 14.10
Sol: ja
 Δp : +5

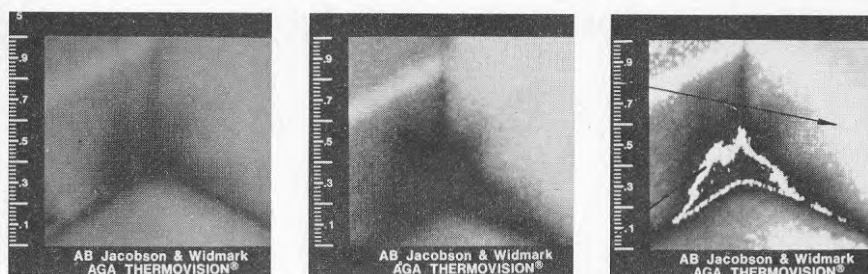
t_i : 23,5 Δt : 1,0 V_u : 0,5
 t_u : 19,5 V_l : ej kont- V_r : varierande
 t_r : 23,5 rollerat



Figur 4.43 a - c

Mätning: 1 kl 16.30
Sol: ja
 Δp : -10

t_i : 24,0 Δt : 1,5 V_u : 0,5
 t_u : 18,5 V_l : 0,2-0,3 V_r : varierande
 t_r : 23,5

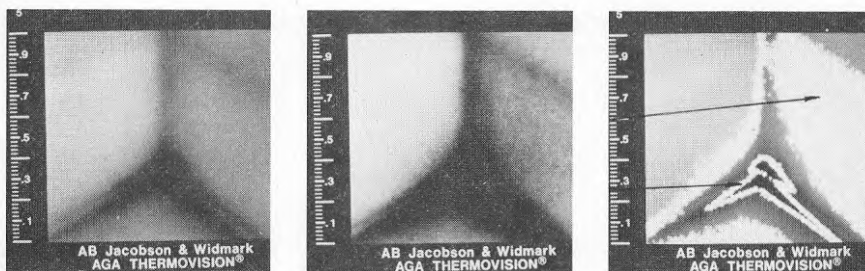


Figur 4.44 a - c

Mätning:	1 kl 17.50	t_i :	24,0	Δt :	2,0	V_u :	0,5
Sol:	ja	t_u :	18,5	V_l :	0,2-0,5	V_r :	varierande
Δp :	-20	t_r :	23,0				

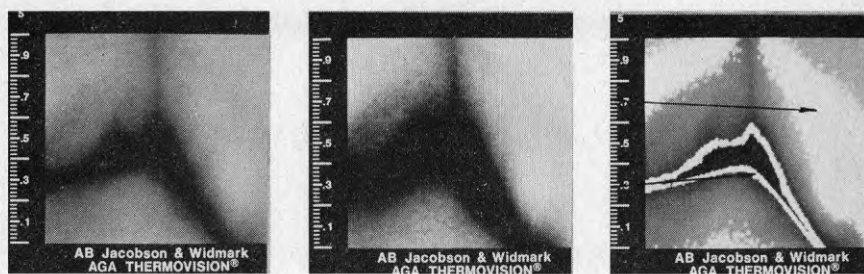
4.61 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 5

Vid "normaltrycksmätningen" i figur 4.41 var den sydöstra fasaden intensivt solbelyst. Fasadtemperaturen uppgick som mest till +48°C. De övriga bildserierna visar successiva temperaturutjämnningar mellan de båda väggpartierna. Slutligen är yttemperaturen högre hos väggpartiet i bildernas högra del. (Solens rörelser på himlavalvet). Vid undertrycksmätningarna framkom luftinläckning som inte upptäckts vid de båda inledande mätningarna. (Vid dessa mätningar fanns ingen misstanke om luftläckage varför kontroll med lufthastighetsmätare ansågs vara överflödig!)



Figur 4.45 a - c

Mätning:	2 kl 12.50	t_i :	21,5	Δt :	2,5	V_u :	1-2,0
Sol:	ja	t_u :	13,0	V_l :	0,2	V_r :	mot stödbensvägg
Δp :	-1	t_r :	20,0				



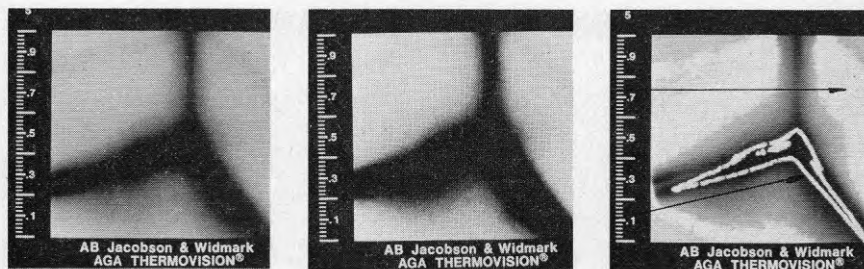
Figur 4.46 a - c

Mätning: 2 kl 17.10 t_i : 21,5 Δt : 3,0 V_u : 1-2,0
 Sol: ja t_u : 12,0 V_l : 0,2-0,8 V_r : mot stödbensvägg
 Δp : -20 t_r : 20,5

4.62 Kommentarer till mätning 2, mätpunkt 5

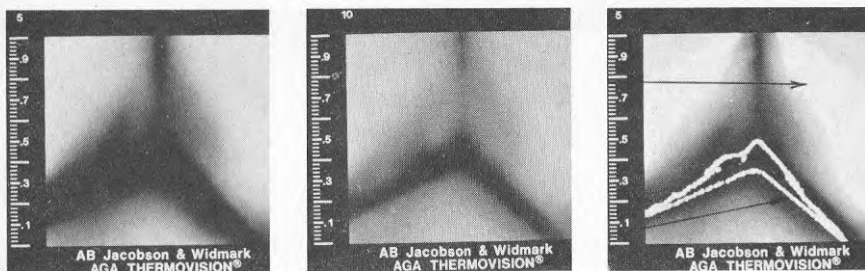
Här erhöills trots solbestrålning av sydöstfasaden, redan vid "normaltrycksmätningen" tydliga nedkylningseffekter p.g.a. luftinläckning. (Observera aktuella vindförhållanden)

Vid undersökningsmätningarna, här representerade av 20 Pa, erhöills en gradvis förstärkning av nedkylningarna.



Figur 4.47 a - c

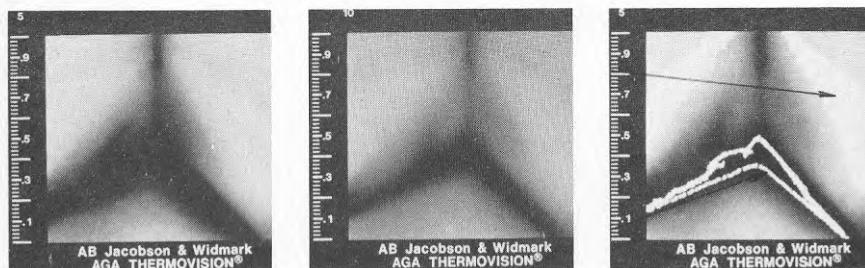
Mätning: 5 kl 10.50 t_i : 22,5 Δt : 5,0 V_u : ca 2,0
 Sol: nej t_u : 6,0 V_l : 0,2-0,3 V_r : snett mot mätpunkt
 Δp : -2 t_r : 21,0



Figur 4.48 a - c

Mätning: 5 kl 14.30

Sol: nej

 Δp : -10 t_i : 20,5 t_u : 6,0 t_r : 19,5 Δt : 6,5 V_l : 0,2-0,5 V_u : ca 2,0 V_r : snett mot mätpunkt

Figur 4.49 a - c

Mätning: 5 kl 15.10

Sol: nej

 Δp : -20 t_i : 20,5 t_u : 6,0 t_r : 19,5 Δt : 6,5 V_l : 0,2-0,9 V_u : ca 2,0 V_r : snett mot mätpunkt

4.63 Kommentarer till mätning 5, mätpunkt 5

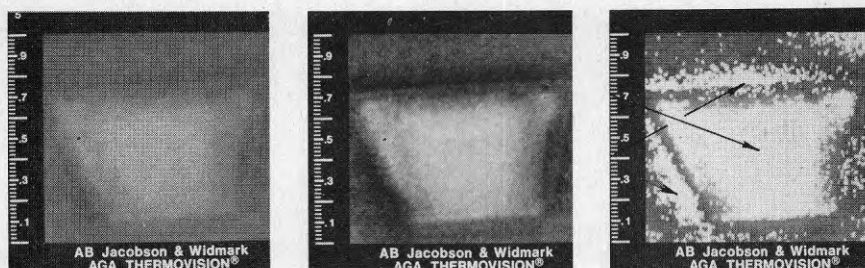
Luftinläckning vid golvvinkeln framträder genomgående mycket tydligt.

Vid stegring av tryckskillnaden från -10 Pa till -20 Pa erhöill termogrammen knappt märkbara utseendeförändringar.

4.64 Sammanfattning mätpunkt 5

Vid för termografering "normala" temperaturförhållanden framträdde luftinläckning mycket tydligt redan vid låga undertryck.

Vid liten temperaturskillnad (inne-ute) och samtidig solbestrålning erfordrades relativt stort undertryck innan luftinläckning kunde upptäckas.

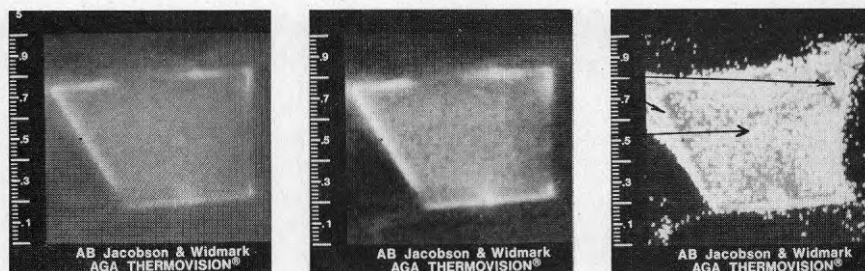
4.7 Mät punkt 6

Figur 4.50 a - c

Mätning: 1 kl 12.40
 Sol: ja
 Δp : 0

t_i : 23,0 Δt : 1,0
 t_u : 27,0 V_l : 0,0
 t_r : 24,0

V_u : -
 V_r : -



Figur 4.51 a - c

Mätning: 1 kl 16.20
 Sol: ja
 Δp : -10

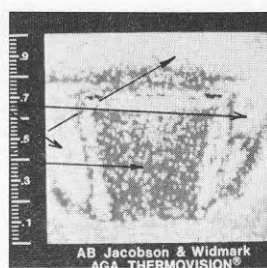
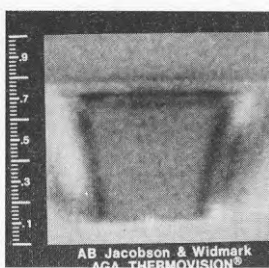
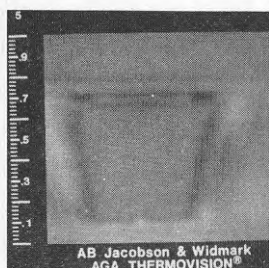
t_i : 24,0 Δt : 1,0
 t_u : 28,0 V_l : 0,5-1,5
 t_r : 24,5

V_u : -
 V_r : -

4.71 Kommentarer till mätning 1, mät punkt 6

På grund av solbestrålning är vindsutrymmets temperatur högre än rumstemperaturen. Då vindsluckan samtidigt har dålig täthet sker inläckning av varmluft vid undertrycksmätningarna.

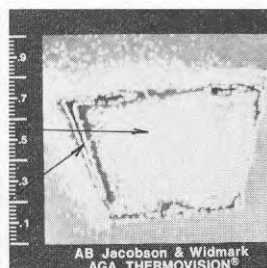
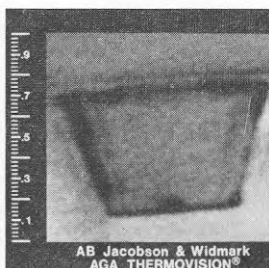
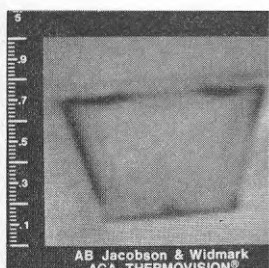
Vid mätning i figur 4.50 syns inga läckageeffekter beroende på "0-tryck" vid vindsluckans nivå.



Figur 4.52 a - c

Mätning: 2 kl 12.40
Sol: ja (svag)
 Δp : +1

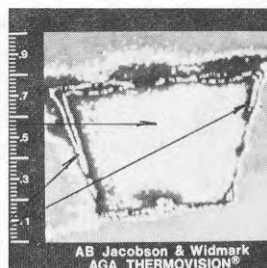
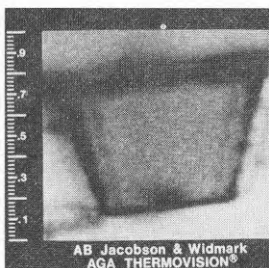
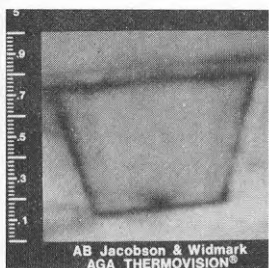
t_i : 21,5 Δt : 0,5 V_u : -
 t_u : 17,5 V_l : 0,2-0,3 V_r : -
 t_r : 21,0



Figur 4.53 a - c

Mätning: 2 kl 16.20
Sol: ja (svag)
 Δp : -10

t_i : 21,5 Δt : 1,0 V_u : -
 t_u : 18,0 V_l : 0,5-1,5 V_r : -
 t_r : 21,0



Figur 4.54 a - c

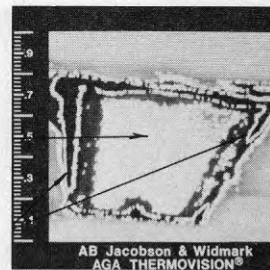
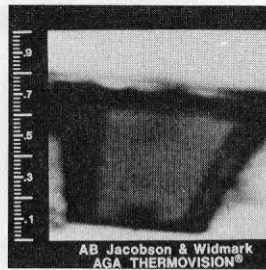
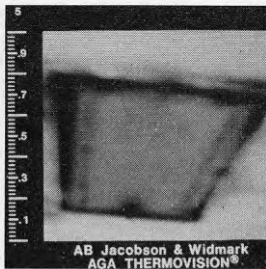
Mätning: 2 kl 17.20
Sol: ja (svag)
 Δp : -20

t_i : 21,5 Δt : 1,5 V_u : -
 t_u : 14,0 V_l : 1-2,5 V_r : -
 t_r : 20,5

4.72 Kommentarer till mätning 2, mätpunkt 6

Vid mätningarna var takkonstruktionen delvis utsatt för solbe-
strålning varför vindstemperaturen är högre än utetemperaturen.

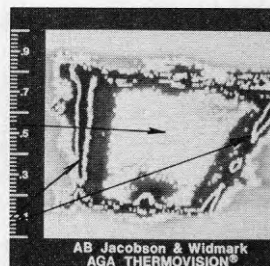
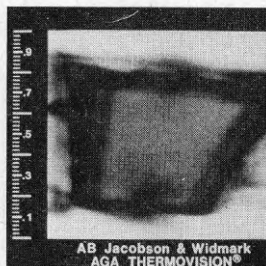
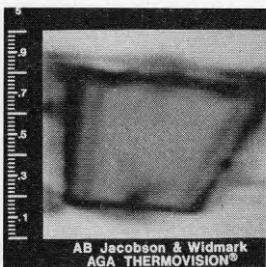
Vid undertrycksmätningarna framträder luftinläckning tydligt
medan "normaltrycksmätningen" visar lokalt uppvärmda partier
till följd av ett mycket svagt övertryck vid vindsluckans nivå
($\sim +1$ Pa). Vid övertrycket 5 Pa förstärktes dessa uppvärm-
ningseffekter.



Figur 4.55 a - c

Mätning: 5 kl 14.20
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 20,5 Δt : 1,5 V_u : -
 t_u : 7,0 V_l : 0,5-2,0 V_r : -
 t_r : 19,0



Figur 4.56 a - c

Mätning: 5 kl 15.20
Sol: nej
 Δp : -20

t_i : 20,5 Δt : 1,5 V_u : -
 t_u : 7,0 V_l : 1-2,5 V_r : -
 t_r : 19,0

4.73 Kommentarer till mätning 5, mätpunkt 6

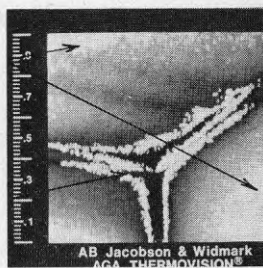
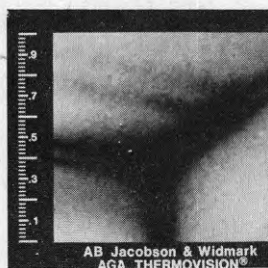
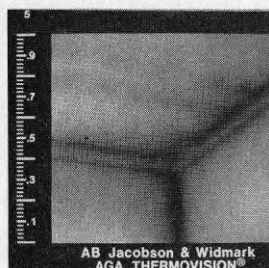
Luftinläckning runt vindsluckan framträder mycket tydligt vid de båda undertrycksmätningarna. Utseendeförändringarna mellan mätningarna är dock små. Mätningen vid "normaltryck" och invändigt övertryck gav inga påtagliga förändringar jämfört med mätning 2.

4.74 Sammanfattning mätpunkt 6

Vid normala tryckförhållanden påvisar inte termogrammen någon egentlig förekomst av luftläckage. Förhållandet förklaras av att tryckfallet över luckan är nära 0 Pa.

Vid samtliga mätningar med invändigt undertryck avtecknades tydligt luckans dåliga täthetsegenskaper. I likhet med tidigare mätpunkter sker dock inga dramatiska förändringar av termogramutseendet vid ökning av undertrycket från 10 till 20 Pa.

4.8 Mätpunkt 7

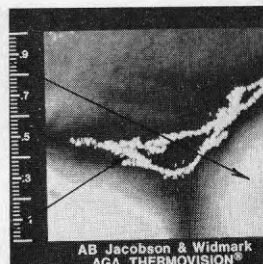
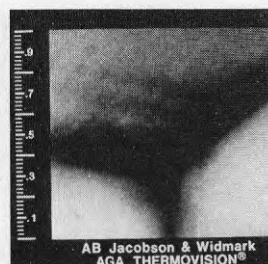
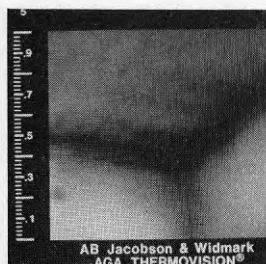


Figur 4.57 a - c

Mätning: 1 kl 13.00
Sol: ja
 Δp : -3

t_i : 22,0 Δt : 2,0
 t_u : 19,5 V_L : 0,3-0,4
 t_r : 22,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

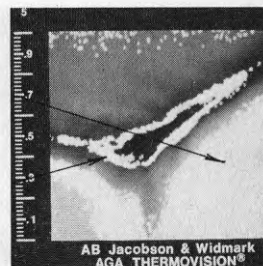
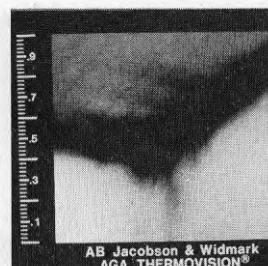
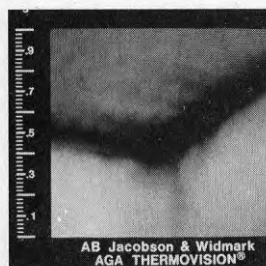


Figur 4.58 a - c

Mätning: 1 kl 16.40
Sol: ja
 Δp : -10

t_i : 22,0 Δt : 2,5
 t_u : 18,5 V_L : 1-1,5
 t_r : 22,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.59 a - c

Mätning: 1 kl 17.40
Sol: ja
 Δp : -20

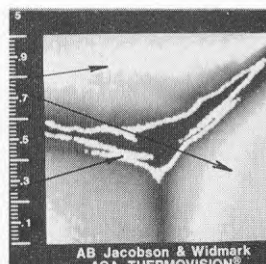
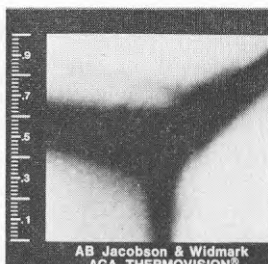
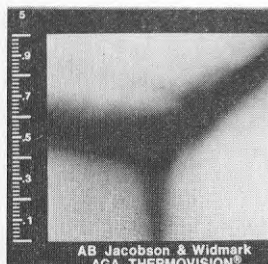
t_i : 23,0 Δt : 3,5
 t_u : 18,5 V_L : 1-2,5
 t_r : 22,5

V_u : 0,5
 V_r : varierande

4.81 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 7

Trots den lilla skillnaden mellan inne- och utetemperaturerna erhöles tydliga luftläckageeffekter redan vid "normaltrycksmätningen". I samband med undertrycksmätningarna uppstod en gradvis förstärkning av nedkylningarna runt läckagestället.

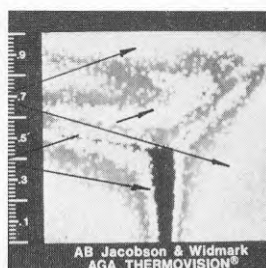
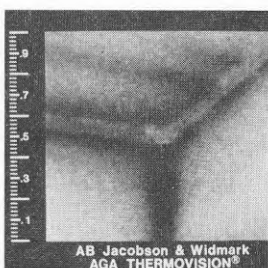
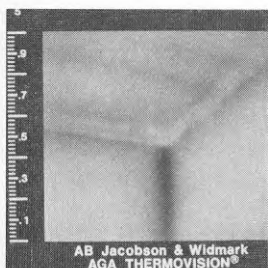
Mätpunkten var solbelyst under större delen av mätdagen. Effekterna syns tydligt vid 20 Pa-mätningen, där den obligatoriska nedkylningen saknas i ytterväggshörnet.



Figur 4.60 a - c

Mätning: 2 kl 11.40

Sol: nej

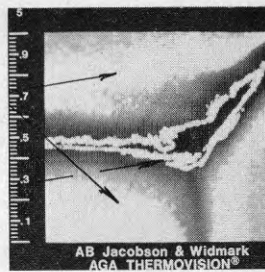
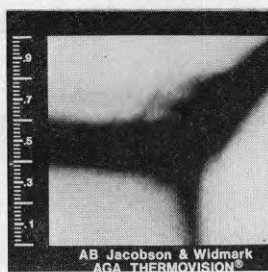
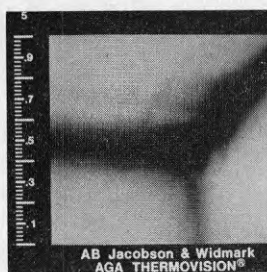
 Δp : -3 t_i : 19,5 t_u : 13,0 t_r : 19,5 Δt : 4,5 v_l : 0,5-1,2 v_u : 1-2,0 v_r : mot mätpunkt

Figur 4.61 a - c

Mätning: 2 kl 14.40

Sol: ja (svag)

 Δp : +5 t_i : 20,0 t_u : 13,0 t_r : 19,5 Δt : 1,0 v_l : 0,5 utåt v_u : 1-2,0 v_r : mot mätpunkt

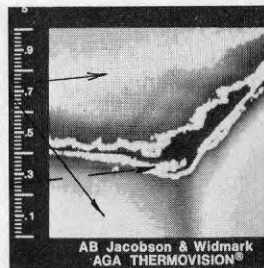
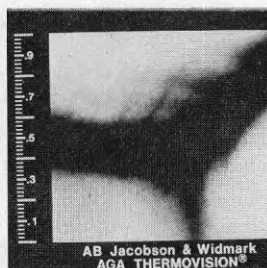
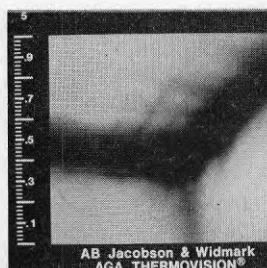


Figur 4.62 a - c

Mätning: 2 kl 15.20
Sol: ja (svag)
 Δp : -10

t_i : 21,0 Δt : 3,5
 t_u : 12,5 V_l : 1-2,5
 t_r : 20,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot mätpunkt



Figur 4.63 a - c

Mätning: 2 kl 18.20
Sol: ja (svag)
 Δp : -20

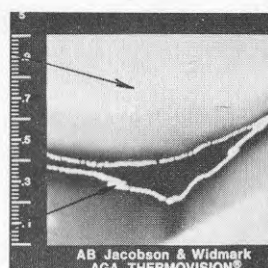
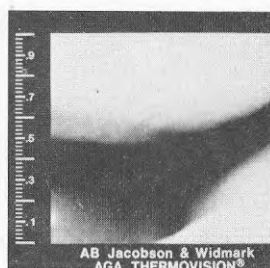
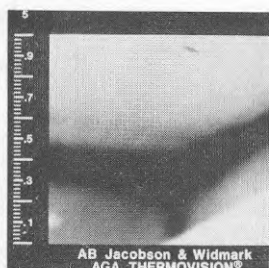
t_i : 21,0 Δt : 4,0
 t_u : 12,0 V_l : 2-3,0
 t_r : 20,0

V_u : 1-2,0
 V_r : mot mätpunkt

4.82 Kommentarer till mätning 2, mätpunkt 7

Vid en jämförelse mellan "normaltrycksmätningen" och de båda undertrycksmätningarna kan man konstatera att termogrammen genomgår mycket små utseendeförändringar. I ännu högre grad gäller detta vid en jämförelse mellan mätningarna vid -10 Pa och -20 Pa.

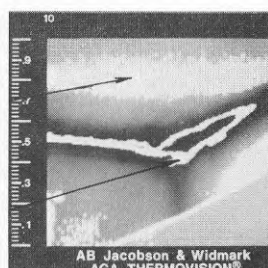
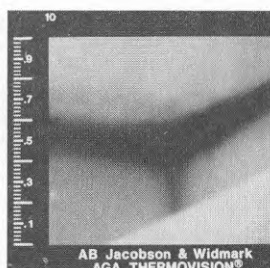
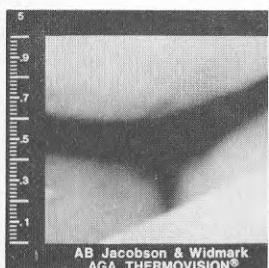
Vid övertrycksmätningen i figur 4.61 försvinner nedtryckningarna vid takvinkeln men ett "randmönster" som sammanfaller med ovanliggande stödbensvägg syns i mellanbjälklaget.



Figur 4.64 a - c

Mätning: 4 kl 09.50

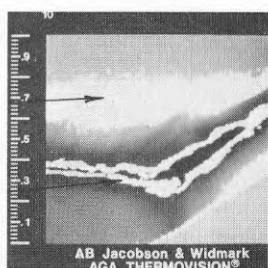
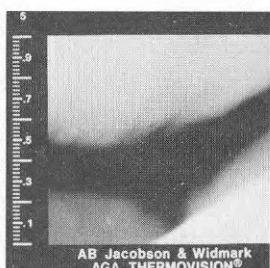
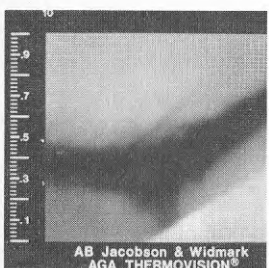
Sol: nej

 Δp : -4 t_i : 20,0 Δt : 7,5 V_u : ca 2,0 t_u : 2,0 V_l : 0,5-1,5 V_r : mot mätpunkt t_r : 18,5

Figur 4.65 a - c

Mätning: 4 kl 13.30

Sol: nej

 Δp : -10 t_i : 19,5 Δt : 10,0 V_u : ca 2,0 t_u : 3,0 V_l : 1-2,0 V_r : mot mätpunkt t_r : 18,5

Figur 4.66 a - c

Mätning: 4 kl 16.30

Sol: nej

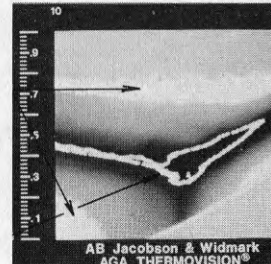
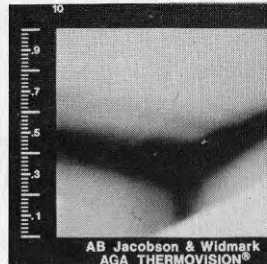
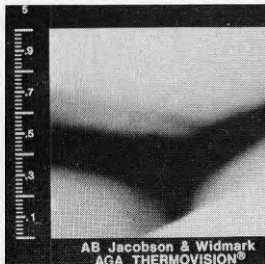
 Δp : -20 t_i : 19,0 Δt : 8,5 V_u : ca 2,0 t_u : 2,0 V_l : 2-3,5 V_r : mot mätpunkt t_r : 16,5

4.83 Kommentarer till mätning 4, mätpunkt 7

I likhet med mätning 2 kan endast marginella utseendeförändringar konstateras mellan termogrammen representerande "normaltrycksmätningar" och de båda undertrycksmätningarna.

Studeras isotermbilderna i figurerna 4.65 och 4.66 finner man att temperaturskillnaden (Δt) avtog vid ökning från -10 till -20 Pa. Detta sammanhänger sannolikt med att inläckningsluften föranledde en sänkning av referenstemperaturen (t_r). Jfr även mätning 6.

(Den varma ytan i bildens nedre högre hörn är en större möbel som inte lämpade sig att flyttas från värmekamerans bildfält.)

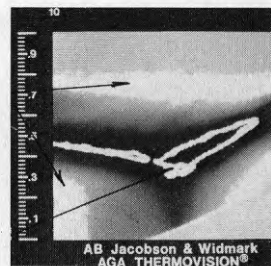
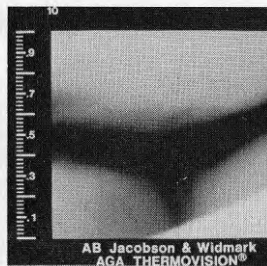
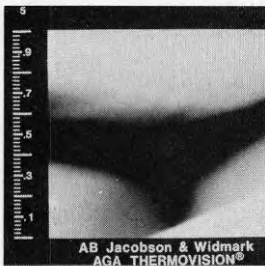


Figur 4.67 a - c

Mätning: 6 kl 11.00
Sol: nej
 Δp : -4

t_i : 20,0 Δt : 14,0
 t_u : -5,0 V_L : 0,5-1,0
 t_r : 18,5

V_u : 0,5
 V_r : varierande

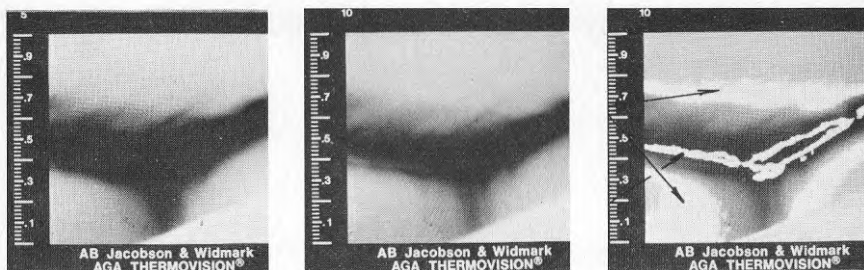


Figur 4.68 a - c

Mätning: 6 kl 14.00
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 20,0 Δt : 13,5
 t_u : -5,0 V_L : 1-2,0
 t_r : 17,5

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.69 a - c

Mätning:	6 kl 14.40	t_i :	17,5	Δt :	10,5	V_u :	0,5
Sol:	nej	t_u :	-5,0	V_l :	1,5-3,5	V_r :	varierande
Δp :	-20	t_r :	14,5				

4.84 Kommentarer till mätning 6, mätpunkt 7

På samma sätt som i tidigare mätningar kan luftinläckning konstateras mycket enkelt redan vid "normaltrycksmätningen". Studeras isothermbilderna finner man att temperaturskillnaden (Δt) avtar med stigande tryckskillnad. Det intressanta förhållandet har sannolikt sin orsak i att de stora inläckningsmängderna kallluft ger upphov till lägre yttemperaturer hos anslutande tak och väggpartier. (Isothermbildernas referenstemperaturer.)

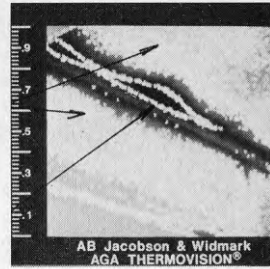
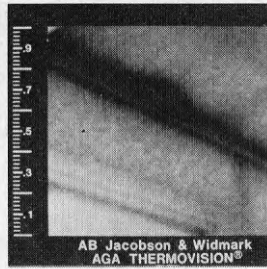
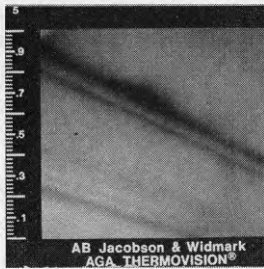
4.85 Sammanfattning mätpunkt 7

Vid samtliga mättillfällen kunde luftinläckning enkelt konstateras redan vid "normala" tryckförhållanden.

Påtagliga förstärkningar av nedkylningseffekter runt läckage-stället erhöles endast vid mätning 1. Denna mätning uppvisar de minsta skillnaderna mellan inne- och utetemperaturerna. Vid mätningen med de största temperaturskillnaderna (ute-inne) gav stegring av undertrycket minskade temperaturskillnader i isothermbilden.

4.9

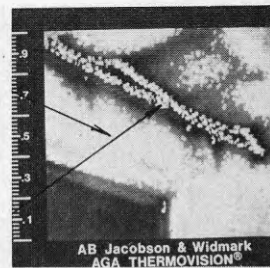
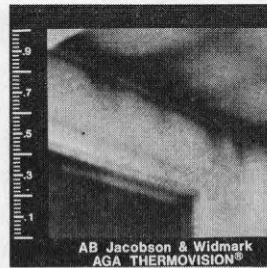
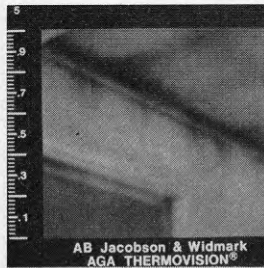
Mät punkt 8



Figur 4.70 a - c

Mätning: 1 kl 13.10

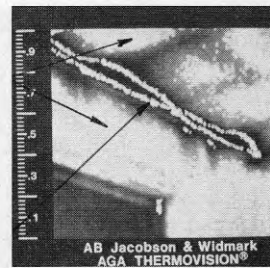
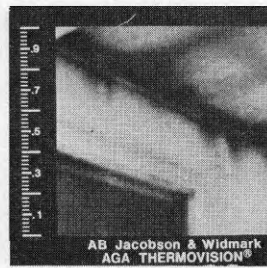
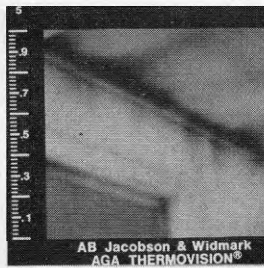
Sol: nej

 Δp : -3 t_i : 22,0 Δt : 1,5 V_u : 0,5 t_u : 19,5 V_l : 0,2-0,5 V_r : varierande t_r : 22,0

Figur 4.71 a - c

Mätning: 1 kl 16.50

Sol: nej

 Δp : -10 t_i : 22,5 Δt : 2,0 V_u : 0,5 t_u : 18,5 V_l : 0,3-1,0 V_r : varierande t_r : 22,0

Figur 4.72 a - c

Mätning: 1 kl 17.30

Sol: nej

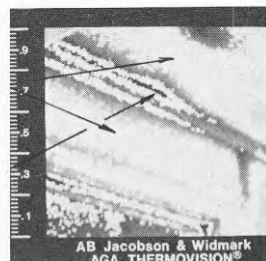
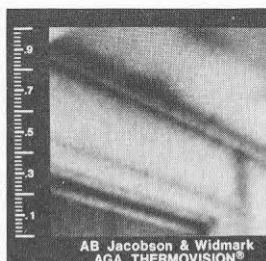
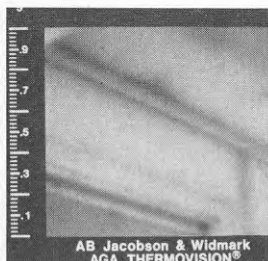
 Δp : -20 t_i : 23,0 Δt : 2,0 V_u : 0,5 t_u : 17,5 V_l : 0,3-2,0 V_r : varierande t_r : 22,0

4.91 Kommentarer till mätning 1, mätpunkt 8

Luftinläckning vid anslutning mellan yttervägg och mellanbjälklag framträder mycket tydligt vid de båda undertrycksmätningarna.

Vid "normaltrycksmätningen" är visserligen nedkylningseffekterna reducerade men trots allt ganska lätta att upptäcka.

Mätpunkten utsattes för obetydlig solbestrålning under mättdagen.

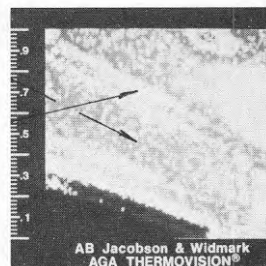
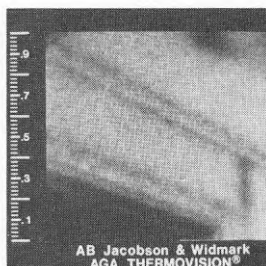
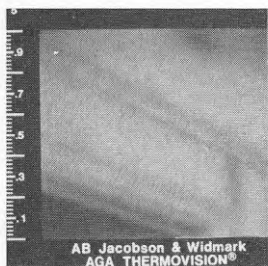


Figur 4.73 a - c

Mätning: 2 k1 11.50
Sol: nej
 Δp : -3

t_i : 19,5 Δt : 1,5
 t_u : 13,0 V_L : 0,2-0,4
 t_r : 18,5

V_u : 1-2,0
 V_r : från mätpunkt

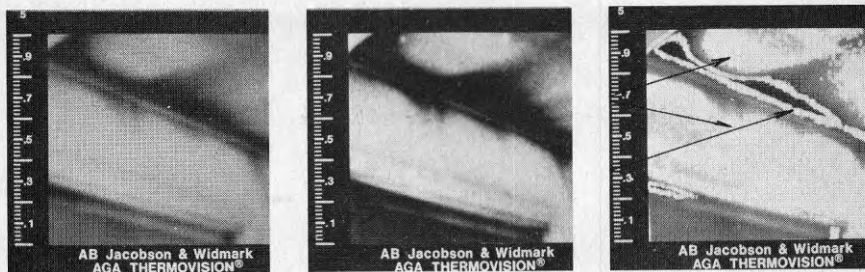


Figur 4.74 a - c

Mätning: 2 k1 14.30
Sol: nej
 Δp : +5

t_i : 18,5 Δt : 0,5
 t_u : 13,0 V_L : 0,2-0,4
 t_r : 18,0 utåt

V_u : 1-2,0
 V_r : från mätpunkt



Figur 4.75 a - c

Mätning: 2 kl 15.30
 Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 19,0 Δt : 3,0 V_u : 1-2,0
 t_u : 12,5 V_l : 0,2-1,0 V_r : från mät punkt
 t_r : 18,5



Figur 4.76 a - c

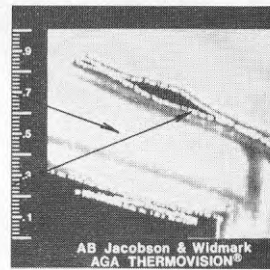
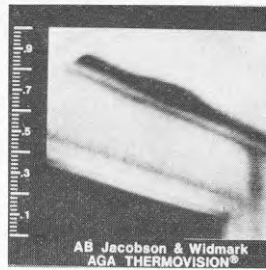
Mätning: 2 kl 18.10
 Sol: nej
 Δp : -20

t_i : 19,0 Δt : 4,5 V_u : 1-2,0
 t_u : 12,0 V_l : 0,2-2,0 V_r : från mät punkt
 t_r : 18,0

4.92 Kommentarer till mätning 2, mät punkt 8

Nedkylningseffekterna vid "normaltrycksmätningen" är här mindre än vid motsvarande tryckförhållande i mätning 1. Detta trots att temperaturskillnaden, inne-ute, nu är större. Förhållandet torde vara ett resultat av skillnaderna i vindbelastning.

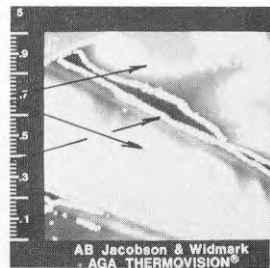
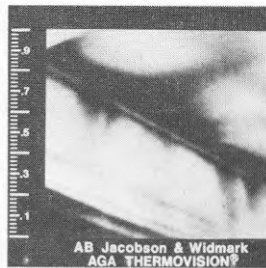
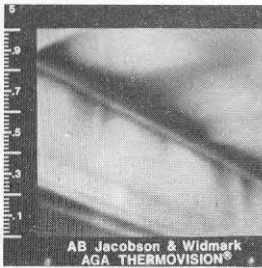
Vid undertrycksmätningarna genomgår termogrammen betydande utseendeförändringar jämfört med normaltrycksmätningen. Däremot är utseendeförändringen marginell mellan mätningarna vid 10 och 20 Pa.



Figur 4.77 a - c

Mätning: 5 kl 09.50
Sol: nej
 Δp : -4

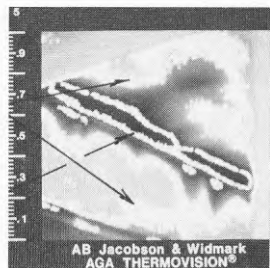
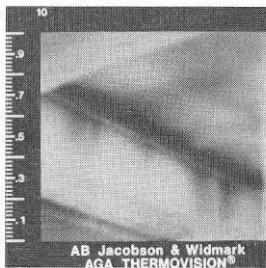
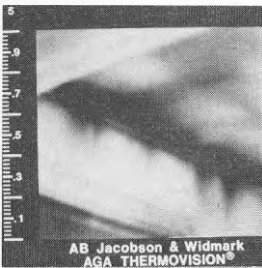
t_i : 22,0 Δt : 1,5 V_u : ca 2,0
 t_u : 6,0 V_l : 0,2-0,5 V_r : från mätpunkt
 t_r : 20,5



Figur 4.78 a - c

Mätning: 5 kl 13.30
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 20,0 Δt : 2,5 V_u : ca 2,0
 t_u : 6,0 V_l : 0,2-1,0 V_r : från mätpunkt
 t_r : 18,0



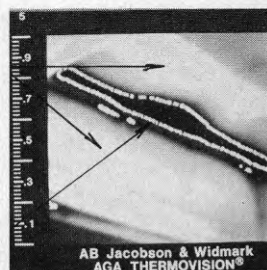
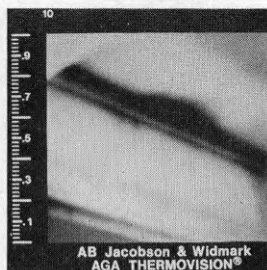
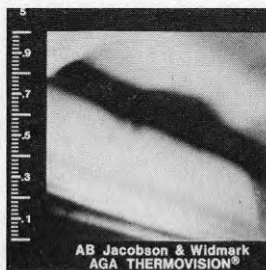
Figur 4.79 a - c

Mätning: 5 kl 16.10
Sol: nej
 Δp : -20

t_i : 18,0 Δt : 3,5 V_u : ca 2,0
 t_u : 6,0 V_l : 0,5-1,5 V_r : från mätpunkt
 t_r : 17,5

4.93 Kommentarer till mätning 5, mätpunkt 8

Då termogrammens utseendeförändringar följer mönstret från mätning 2 hänvisas till kommentar 4.92.

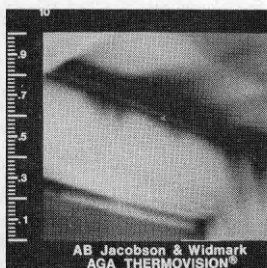
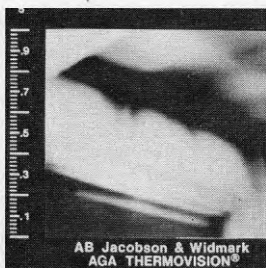


Figur 4.80 a - c

Mätning: 6 kl 11.10
Sol: nej
 Δp : -4

t_i : 21,0 Δt : 7,0
 t_u : -5,0 V_l : 0,5-0,8
 t_r : 20,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande

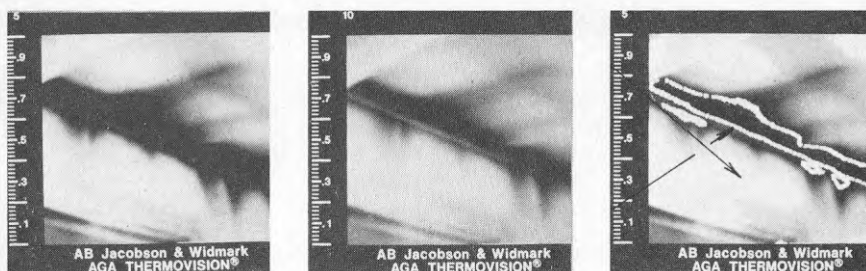


Figur 4.81 a - c

Mätning: 6 kl 13.50
Sol: nej
 Δp : -10

t_i : 20,0 Δt : 7,0
 t_u : -5,0 V_l : 0,5-1,3
 t_r : 19,0

V_u : 0,5
 V_r : varierande



Figur 4.82 a - c

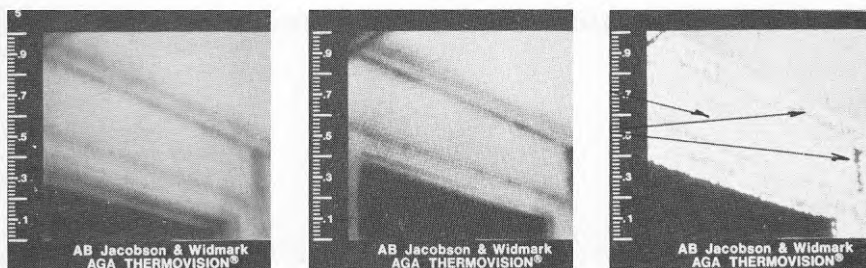
Mätning:	6 kl 14.50	t_i :	17,0	Δt :	8,0	V_u :	0,5
Sol:	nej	t_u :	-5,0	V_l :	0,5-1,7	V_r :	varierande
Δp :	-20	t_r :	13,5				

4.94 Kommentarer till mätning 6, mätpunkt 8

Utseendeförändringarna mellan mätningarna vid -10 och -20 Pa är obetydliga.

De kraftiga sänkningarna av "referenstemperaturen" (t_r) är en följd av långvarig och omfattande inläckning av kall uteluft.

Samtliga delmätningar visar kraftiga nedkylningar vid takvinkel. Att nedkylningarna är så påfallande redan vid normaltrycksmätningen (jämfört med mätning 2 och 5) torde främst bero på skillnader i vindförhållanden.



Figur 4.83 a - c

Mätning:	1979-12-05	t_i :	20,5	Δt :	0,0	V_u :	>3,0
Sol:	nej	t_u :	3,0	V_l :	0,1	V_r :	från mätpunkt
Δp :	-5	t_r :	19,0		utåt		

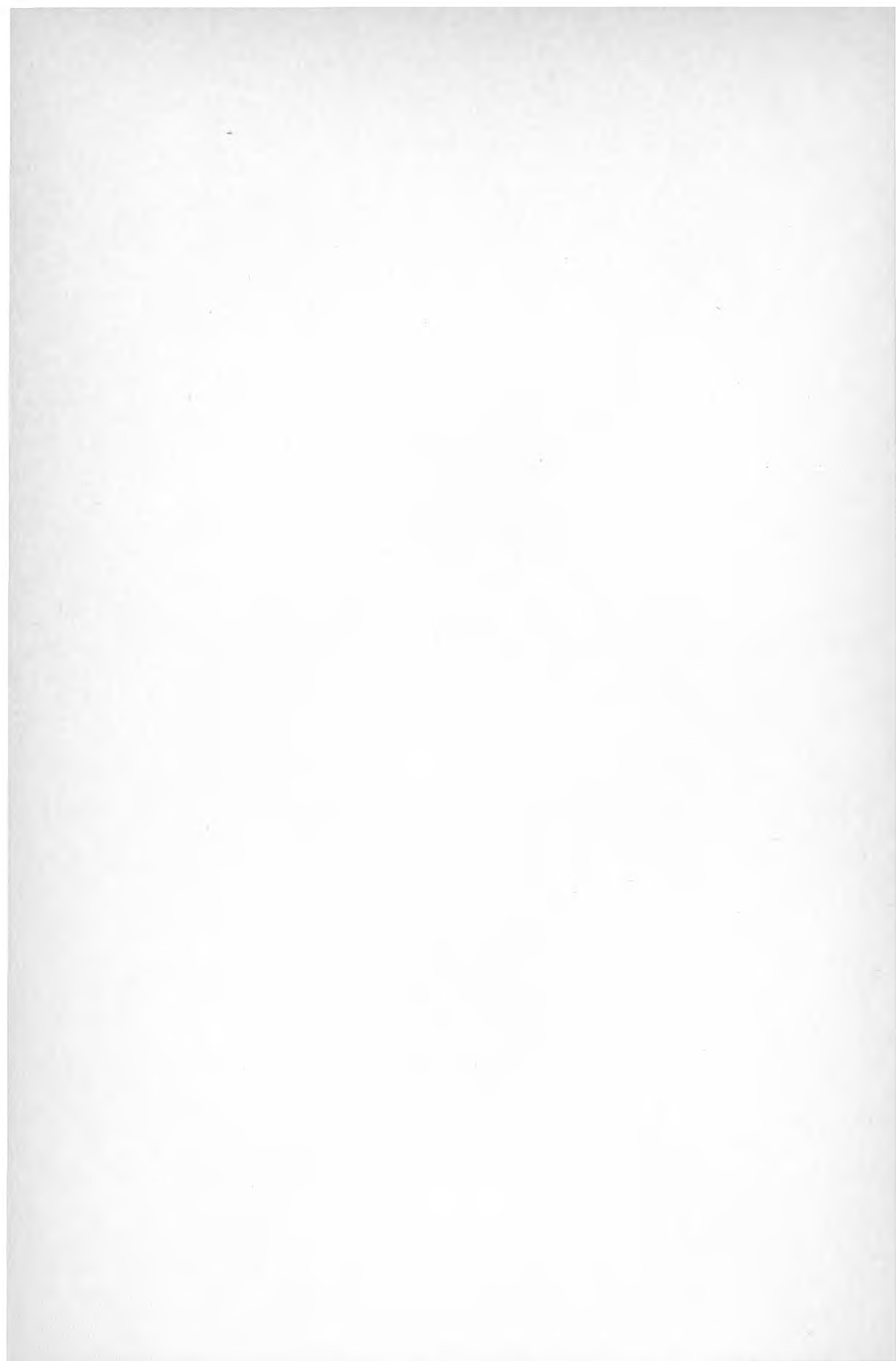
4.95 Kommentarer till översiktlig mätning 1979-12-05

I samband med denna mätning rådde kraftig vindanblåsning mot byggnadens sydvästfasad (stundtals >10 m/s). Vid uppmätning av tryckförhållandet nära mätpunkten (läsida) erhölls resultatet -5 Pa (tryckutjämningsdonet placerat ca 3 meter från fasad). När inspektionen påbörjades med värmekameran erhölls det förvånande resultatet att luftinläckning inte kunde observeras (figur 4.83). Då förnyad tryckmätning utfördes, nu med tryckutjämningsdonet placerat direkt mot fasadytan, erhölls i stället ett invändigt övertryck av ca +5 Pa. Exemplet understryker vikten av att noggrant beakta rådande vindförhållanden.

4.96 Sammanfattning mätpunkt 8

Redan i samband med relativt svag vindanblåsning av sydvästfasaden erhölls tydliga reduktioner av läckageeffekterna. Reduktionerna är speciellt märkbara vid mätningar med litet undertryck (normaltrycksmätningarna).

Vid undertrycksmätningarna 10 och 20 Pa framträdde luftinläckning mycket tydligt. Termogrammens utseendeförändringar vid ökning av trycket från 10 till 20 Pa var dock obetydliga.



5 SAMMANFATTANDE RESULTAT

Undersökningen har främst varit inriktad på att visa samband mellan mätbetingelsevariationer och resulterande värmebildsändringar hos mätpunkter med förekomst av luftläckage. De resultat som beskrivs i detta kapitel är endast grundade på de erfarenheter som vunnits vid undersökning av de beskrivna mätpunkterna. Resultaten kan därför inte anses vara allmängiltiga för alla bostadskonstruktioner och knappast heller för alla typer av läckagedefekter. Det är därför viktigt att undersökningsresultaten endast används som indikationer vid applicering till andra konstruktionstyper än den undersökta.

De mest intressanta resultaten är följande:

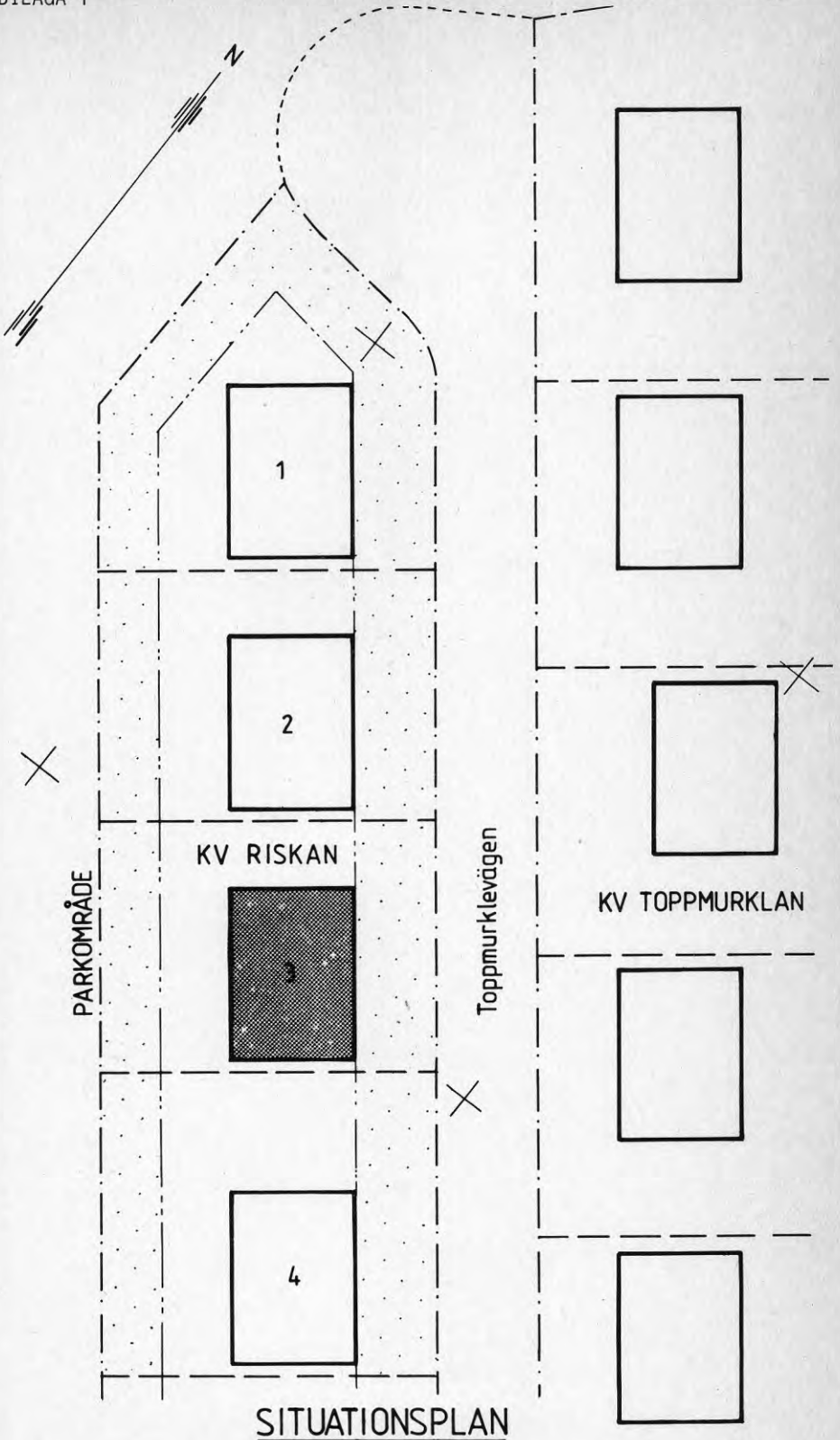
- Vid större temperaturskillnader (inne-ute) än ca 10°C erhöles inga betydande utseendeförändringar hos värmebilderna i samband med ökning av det invändiga undertrycket från 10 till 20 Pa.
- När rådande vindförhållanden inte gav upphov till sugverkan runt mätpunkterna, kunde vid ovanstående temperaturförhållanden mycket tydliga läckageeffekter konstateras redan vid undertrycken 2-5 Pa.
- För att upptäcka luftläckage vid små temperaturskillnader (inne-ute) erfordrades större undertryck än vid stora temperaturskillnader. Läckageeffekter var visserligen fullt tydliga vid undertrycket 10 Pa men förstärktes påtagligt i samband med ökning till 20 Pa.
- I anslutning till en av de undersökta mätpunkterna (nr 1) erhöles i samband med vindanblåsning, redan vid små temperaturskillnader, nedkylningseffekter som inte kunde upptäckas vid "lugna" vindförhållanden och stora temperaturskillnader. Förhållandet torde kunna förklaras av att vindanblåsningen orsakade luftrörelser mellan isoleringsmaterialet och den invändiga skivbeklädnaden.

(I samband med översiktliga mätningar kunde ovanstående förhållande bekräftas på ytterligare ställen i byggnaden.)

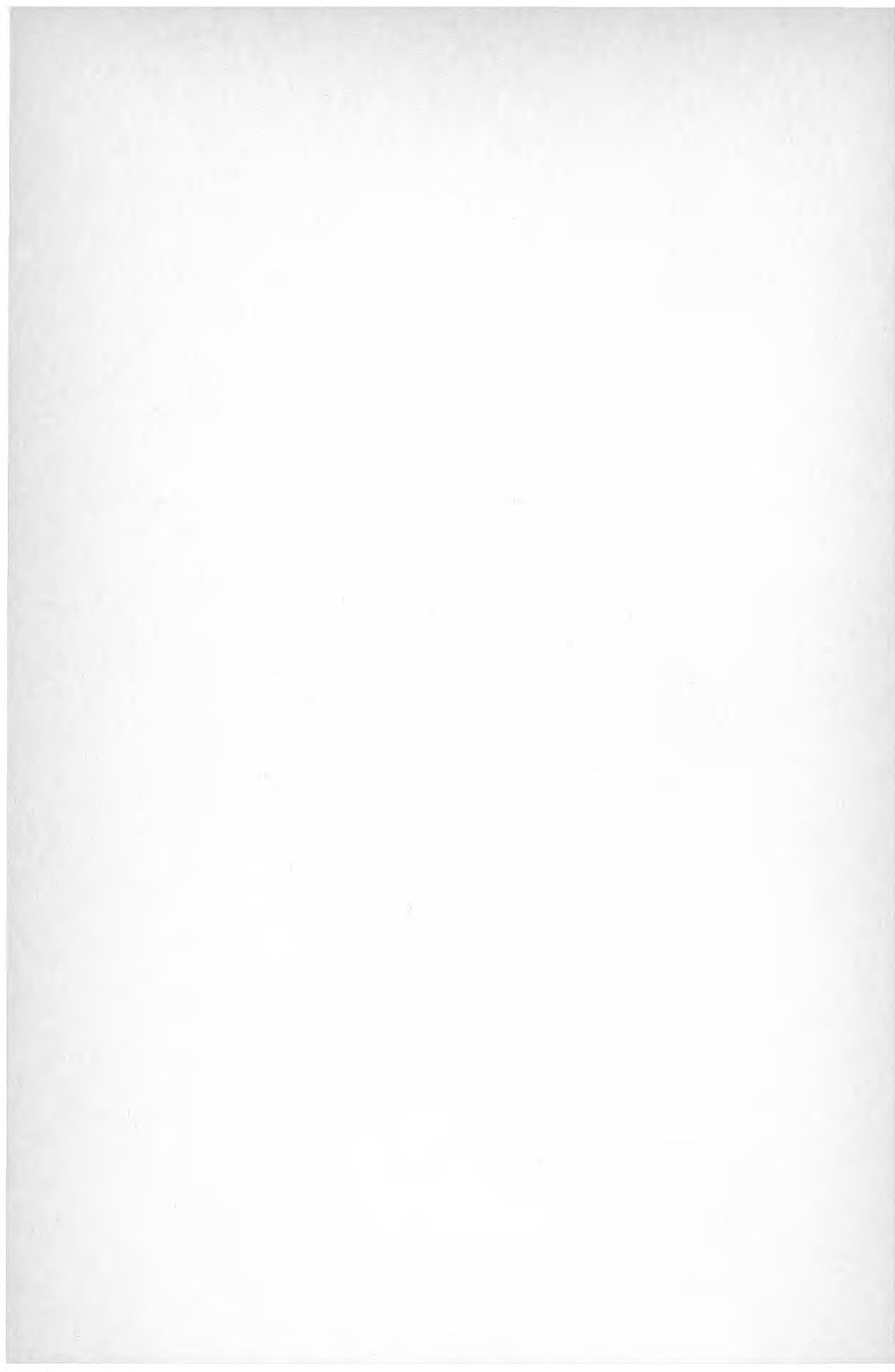
- Vid termografering i samband med invändigt övertryck kunde luftläckage stundtals upptäckas med ledning av de svaga uppvärmningseffekter som erhöles i anslutning till läckagestället. (Då uppvärmningseffekterna är ett resultat av inneluftens uppvärmning av "läckageytorna" blir uppvärmningseffekterna som regel mycket små.)
- Inverkan av väderleksförhållanden före mättillfället får inte nonchaleras. Detta belyses bäst hos mätpunkt 1 (särskilt mätning 1 och 2) där temperaturnedsättningen i "hörnområdet" främst torde vara ett resultat av de låga utetemperaturer som föregick mätningarna.

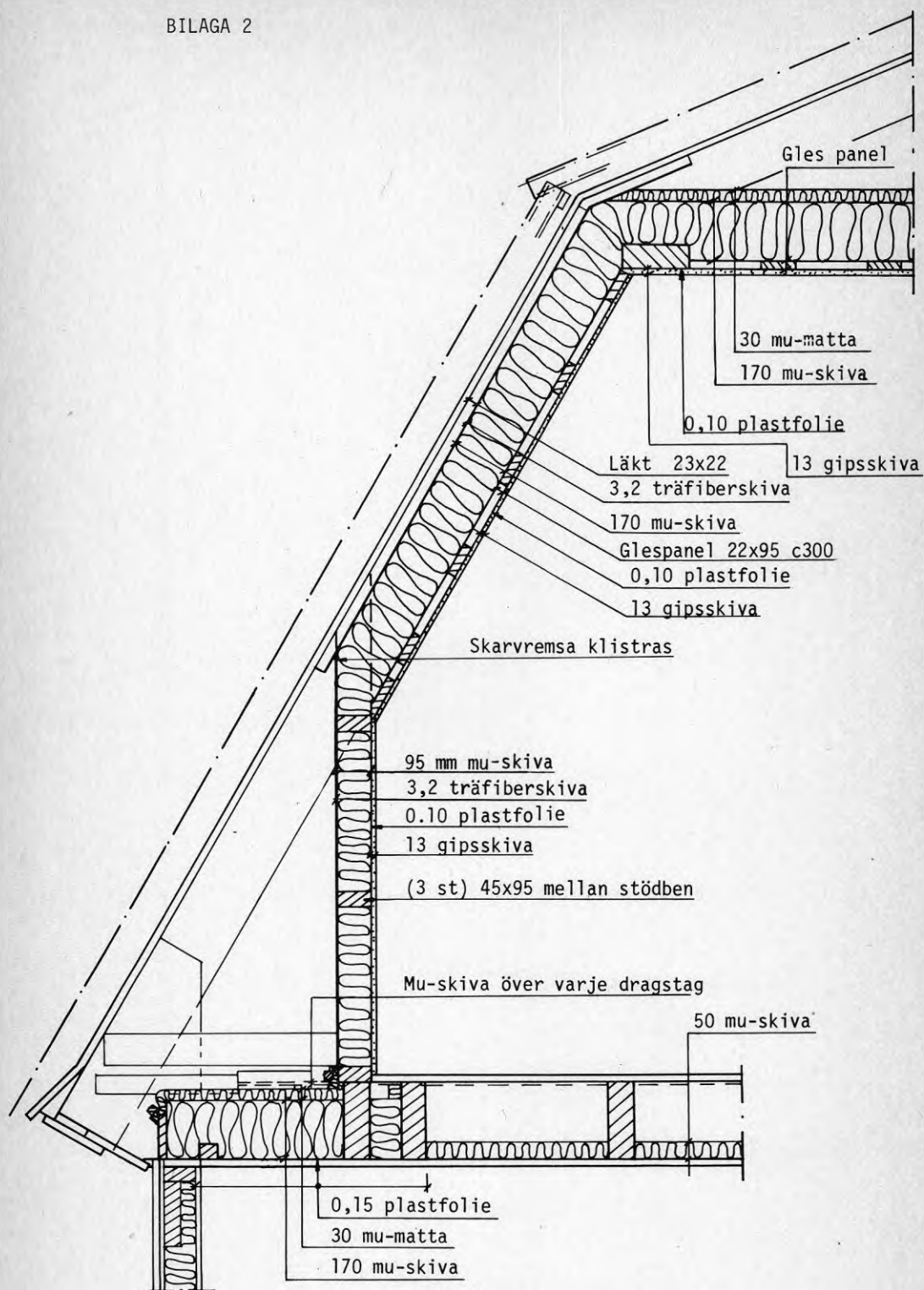
Mot bakgrund av undersökningsresultaten kan följande enkla "regler" tillämpas vid användande av termograferingsmetoden i syfte att kartlägga luftläckage

- vid mindre temperaturskillnad än ca 5-7°C bör undertrycket vara minst 10 Pa
- vid större temperaturskillnad än ca 10-12°C är ett undertryck av ca 5 Pa fullt tillräckligt
- vindförhållanden måste kontrolleras omsorgsfullt då t.ex. "sugverkan" helt kan eliminera effekterna från ett statiskt undertryck
- i samband med invändigt övertryck fordras omfattande kompletterande mätningar med t.ex. lufthastighetsmätare och rökgas. Den invändiga termograferingen bör dessutom alltid kompletteras med en översiktlig inspektion från utsidan.
- i samband med solbestrålning kan luftläckage vara svåra att upptäcka även om tryck- och temperaturskillnaderna kan anses vara acceptabla. Anledningen är den uppvärmning som sker av luftskikten närmast den solbestrålade ytan. I ogynnsamma fall kan denna temperatur vara mycket nära inneluftens temperatur.



SITUATIONSPLAN





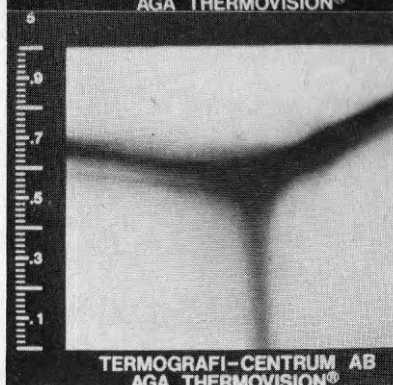
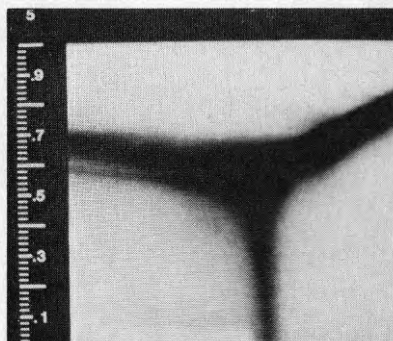
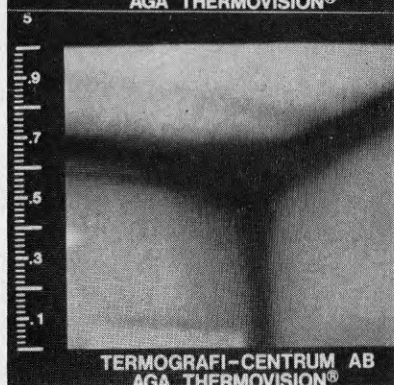
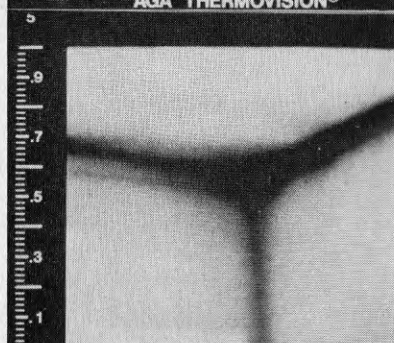
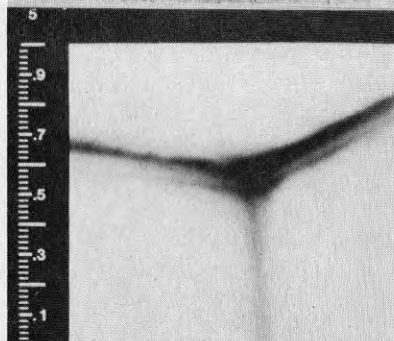
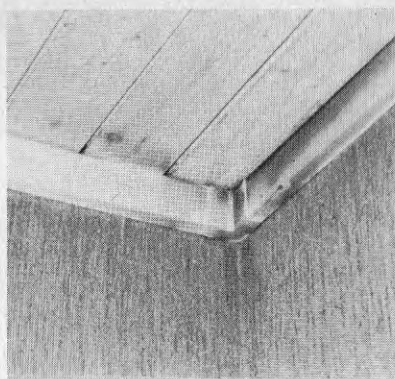
PRINCIPSEKTION



BILAGA 3

Nedanstående termogram visar vikten av en korrekt kamerainställning. Samtliga bilder är exponerade vid samma mättilfälle men med skilda inställningar av "brightness" och "contrast".

Termogrammen avser mätpunkt 7.





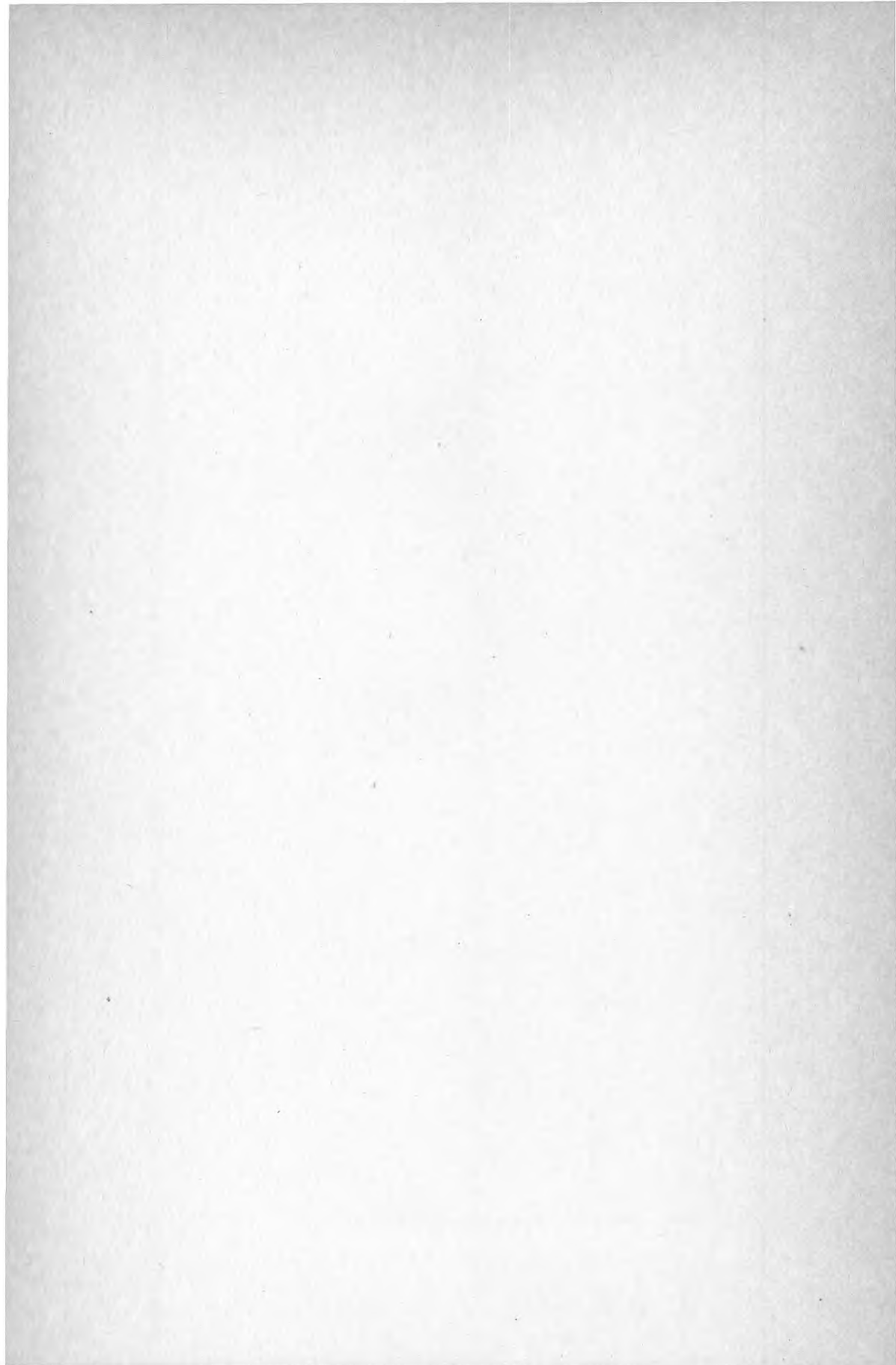
LITTERATUR

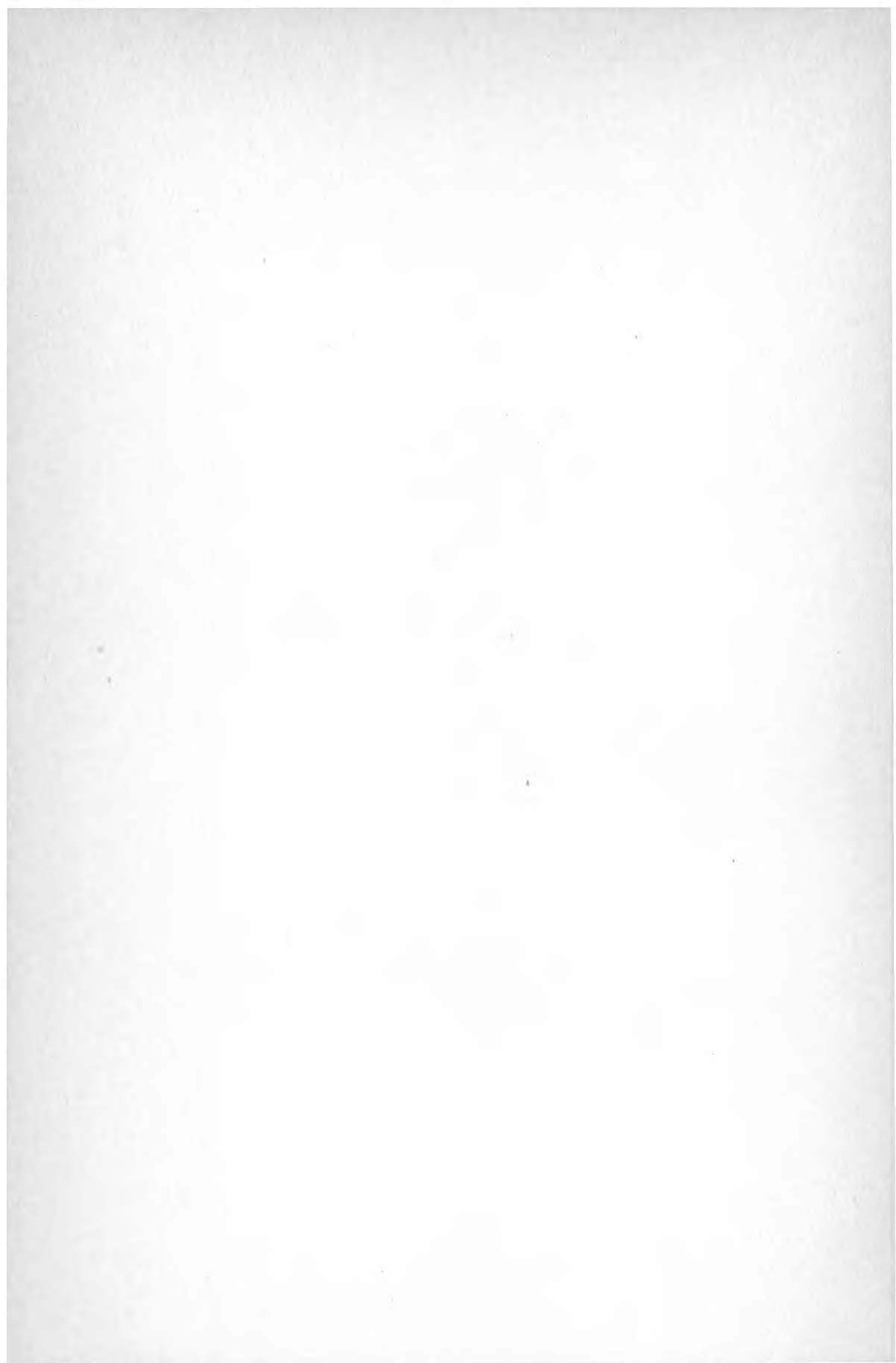
Axen, B., Pettersson, B., 1979, Termografering. Kontroll av byggnaders värmeisolering och täthet. BFR-Rapport T1:1979.

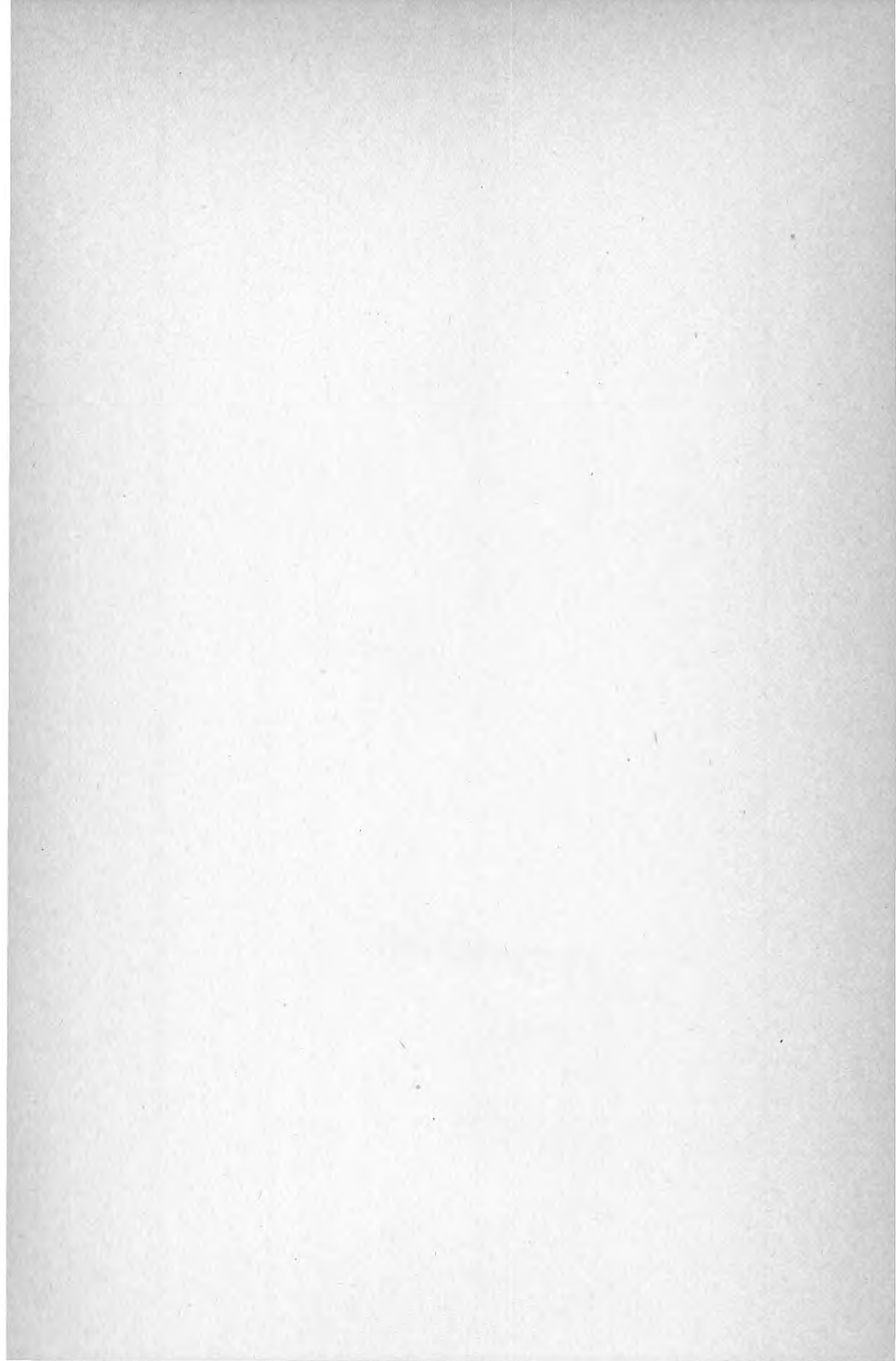
Paljak, I., Pettersson, B., 1972, Termografering av byggnader. BFR-Rapport.

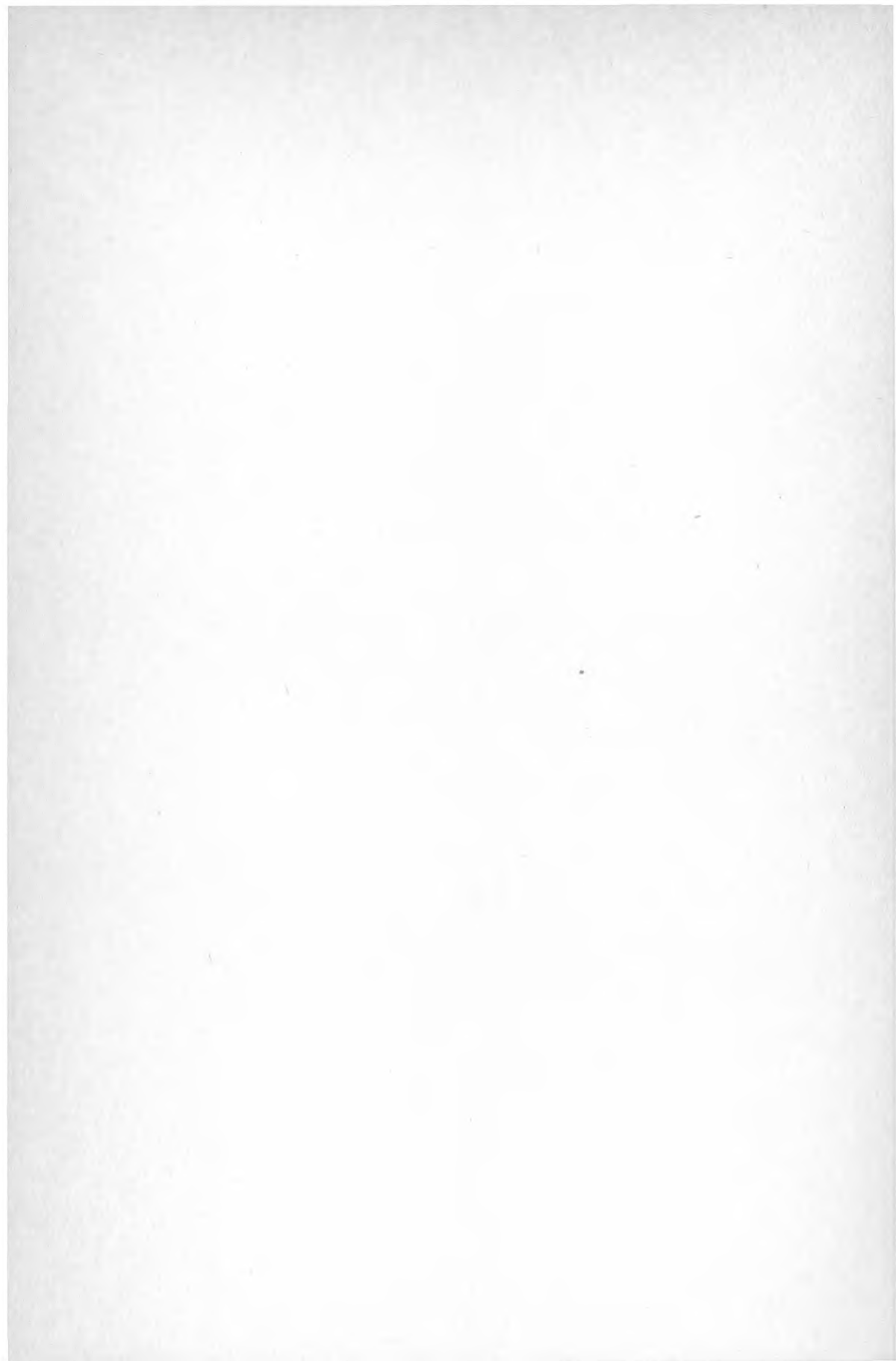
Pettersson, B., 1978, Fältprovning av byggnaders värmeisolering och täthet. SP-Rapport 1978:11.

Byggstandardiseringen, 1977, Svensk Standard SIS 02 42 10. Värmeisolering - Termografering av byggnader.









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790801-8 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Jacobson & Widmark och Termograficentrum
AB.**

R86: 1980

ISBN 91-540-3273-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700186

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner o. material**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms