



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

# R141:1983

## Fogar i träfönster

### Förstudie

**K Allan Andersson**  
**Per Gunnar Burström**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr	Plac
	Ser

R  
GNA

Byggeforskningsrådet

**BYGGDOK**

Institutet för byggdokumentation

Hälsingegatan 49

113 31 Stockholm SWEDEN

Tel. 08-34 01 70 Telex 12563

R141:1983

FOGAR I TRÄFÖNSTER

Förstudie

K Allan Andersson  
Per Gunnar Burström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800479-2  
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska  
Cementgjuteriet, Tekniska avdelningen, Malmö.

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

R141:1983  
ISBN 91-540-4033-7  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
LiberTryck Stockholm 1983

## INNEHÅLL

INLEDNING . . . . .	1
SAMMANFATTNING. . . . .	2
1 ALLMÄNT. . . . .	3
1.1 Omfattning . . . . .	3
1.2 Träets kvalitet. . . . .	3
1.3 Ytbehandling . . . . .	3
1.4 Färgskiktets egenskaper. . . . .	4
1.5 Ommålning. . . . .	5
1.6 Diskontinuiteter . . . . .	5
1.7 Ändträ och springor. . . . .	6
1.8 Fuktbalans . . . . .	7
1.9 Skadetyper . . . . .	7
1.10 Troligt skadeförlopp vid hörnfogar . . . . .	9
2 FÖRSÖK . . . . .	10
2.1 Fogmassor. . . . .	10
2.2 Provbågar. . . . .	10
2.3 Fältförsök i Oxie 1973-82. . . . .	15
2.4 Fältförsök i Malmö 1981-82 . . . . .	18
2.5 Fuktupptagningsförsök med träprismor vid LTH 19	
2.5.1 Metod. . . . .	19
2.5.2 Resultat . . . . .	21
2.5.3 Diskussion . . . . .	32
2.6 Utomhusexponering av provbågar vid LTH . . . . .	33
2.6.1 Metod. . . . .	33
2.6.2 Resultat . . . . .	35
2.7. Slagregnsförsök med provbågar vid LTH. . . . .	45
2.8. Torkförsök med provbågar vid LTH . . . . .	48
2.9. Undersökning av provbågarnas vattentäthet. . . . .	50
2.10 Undersökningar vid NIF 1981-82 . . . . .	52

3	FÖRSLAG OCH KOMMENTARER. . . . .	.57
3.1	Provisoriska rekommendationer för åtgärder vid ommålning. . . . .	.57
3.2	Förslag till åtgärder vid nytillverkning av fönster . . . . .	.58
3.3	Kommentarer. . . . .	.58
3.4	Förslag till fortsatta undersökningar. . .	.61
	LITTERATUR. . . . .	.63

## INLEDNING

Vid den undersökning som föregick BFR rapport Fogar i betongelementfasader R 42:1972 observerades bl a de skador som inträffat vid fogar i och vid fönster. Som framgår av rapporten konstaterades att fogarna mellan de olika delarna i träfönster, oskyddat ändträ, skarpa kanter och nära horisontella ytor utgör angreppspunkter för den fukt som fönstret utsättes för.

Senare undersökningar av Bjerking, Andersson & al m fl har bekräftat att skadorna är koncentrerade till diskontinuiteterna i fönstrets nedre del.

Forskningen inom de områden inom träbyggnadstekniken som behandlar skyddet mot fukt, har tidigare till allra största delen behandlat kontinuerliga materialskikt. Ganska lite intresse har ägnats åt de diskontinuiteter som finns i träkonstruktionerna.

Ett enkelt fältförsök på en villa i Oxie 1973--78 pekade på möjligheten att förbättra skyddet av fogarna i ett träfönster med hjälp av fogmassor.

Då denna metod kunde vara en väg att minska underhållskostnaderna ansågs den vara av allmänt intresse. Sedan Byggforskningsrådet ställt medel till förfogande, kunde denna förundersökning sättas igång under 1980. Arbetet har bedrivits som ett samarbetsprojekt mellan AB Skånska Cementgjuteriet, Tekniska Högskolan i Lund (LTH), och Nordiska Institutet för Färgforskning i Hörsholm, Danmark (NIF). Provkroppar i form av fönsterbågar har välvilligt ställts till förfogande av AB Torups Snickerifabrik, Torup. Färgmaterial har ställts till disposition av AB Nordsjö, Malmö och fogmassor av Bostik AB, Helsingborg, AB Göta-Kemi, Göteborg samt Hagmans Kemi AB, Fritsla.

Till alla som på ett eller annat sätt bidragit till detta arbete riktas ett varmt tack.

## SAMMANFATTNING

Vid den undersökning som föregick BFR rapport Fogar i betongelementfasader R 42:1972 observerades bl a de skador som inträffat vid fogar i och vid fönster. Som framgår av rapporten konstaterades att fogarna mellan de olika delarna i träfönster, oskyddat ändträ, skarpa kanter och nära horisontella ytor utgör angreppspunkter för den fukt som fönstret utsättes för.

Ett enkelt fältförsök på en villa i Oxie 1973--78 pekade på möjligheten att förbättra skyddet av fogarna i ett träfönster med hjälp av fogmassor. Då denna metod kunde vara en väg att minska underhållskostnaderna ansågs den vara av allmänt intresse.

Undersökningen omfattar i första hand fogar mellan trästycken i täckmålade träfönster av fursplintved.

Allmänt pekas på problemet med att upprätthålla fuktbalansen i fönsterträ då fukt kan sugas in kapillärt i de diskontinuiteter som finns i konstruktionen. Diskontinuiteterna definieras som avvikelser från slät, sammanhängande, vertikal yta. De vanligt förekommande diskontinuiteterna i träfönster specificeras, samtidigt som det konstateras att de släta, sammanhängande, vertikala ytorna i allmänhet inte ger upphov till några skador. Ett troligt förlopp för skadornas uppkomst vid hörnfogar skisseras.

Förutom de inledande försöken på en villa i Oxie beskrivs de fortsatta försöken på en fastighet i Malmö samt laboratorieförsök och utomhusprovningar vid Lunds Tekniska Högskola och Nordiska Institutet för Färgforskning i Hörsholm.

Avslutningsvis lämnas provisoriska förslag till åtgärder vid befintliga fönster och förslag till åtgärder vid nyttillverkning.

De använda provningsmetoderna kommenteras och förslag lämnas till fortsatt forskning.



## 1 ALLMÄNT

### 1.1 Omfattning

Efter en inledande allmän del med uppsummering av tidigare erfarenheter innehåller denna rapport en beskrivning av dels de fältförsök som utförts i Oxie och Malmö på fönster i befintliga hus, dels de laboratorieförsök som utförts vid LTH och NIF. Provisoriska förslag lämnas på hur tidiga målningssskador kan undvikas i befintliga och nyproducerade träfönster. Dessutom lämnas synpunkter på de använda provningsmetoderna samt förslag till fortsatt forskning.

### 1.2 Träets kvalitet

Det är allmänt känt att olika träslag har olika beständighet mot fuktskador. Dessutom är det stor skillnad på kärnved och splintved av samma träslag. I denna avhandling behandlas oinpregnerade fönster av furu som tillverkats av i huvudsak splintved.

### 1.3 Ytbehandling

Under sin livstid utsätts träfönster för olika perioder av uppfuktning respektive uttorkning.

En alltför snabb uttorkning av träet kan medföra att det spricker och därmed förlorar en del av sin hållfasthet, se fig 1.1. Sprickorna har även estetiska konsekvenser liksom den deformation, erosion och nedsmutsning som obehandlat trä utsätts för.

Flera undersökningar har visat att fuktvariationerna blir mindre och långsammare om träet ytbehandlas. Fuktvariationer blir mindre, ju tätare ytbehandlingen är, men samtidigt kan också medelfuktkvoten stiga om vatten i vätskefas kan tränga in i konstruktionen.

Kan fukt tränga in i träet kapillärt t ex via ändträ i en träbit som i övrigt är försedd med en relativt tät ytbehandling föreligger en risk för att fuktkvoten höjs till farligt höga värden och bibehålles hög under lång tid.

En i och för sig rimlig önskan att skydda träet mot sprickbildning och att upprätthålla en tilltalande ytfinish och kulör kan alltså, om man är oförsiktig, leda till att man riskerar fuktskador. Denna undersökning behandlar i första hand fönster som målas med täckfärg.

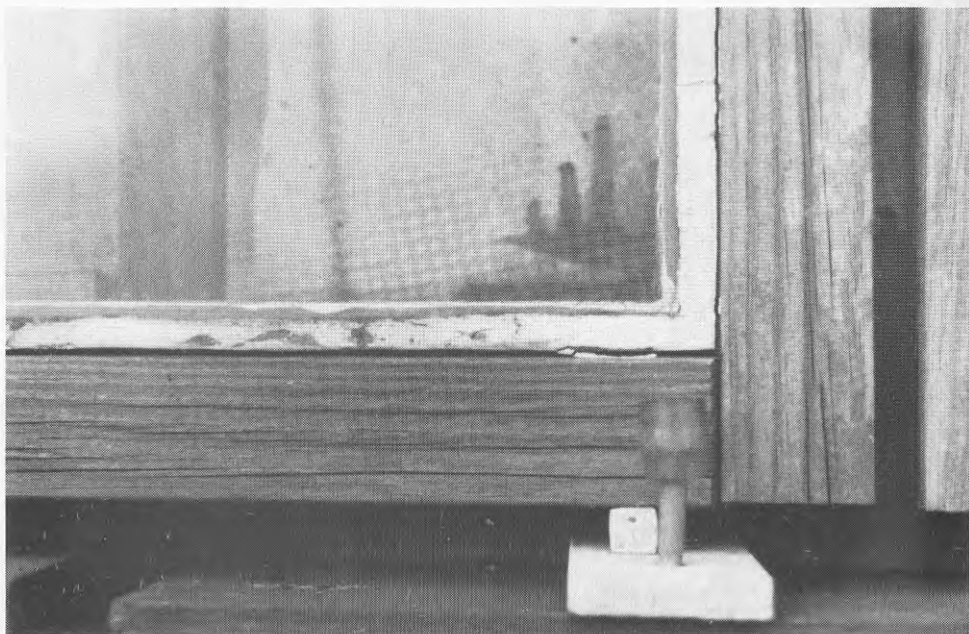


Fig 1.1 Exempel på fönsterbåge av icke ytbehandlat trä. Efter cirka 1 1/2 års utomhusexponering uppvisar bågen sprickor och kulörförändringar. Kittet har torkat och släppt från bågen.

#### 1.4 Färgskiktets egenskaper

Den fukt som sugts in i trästycken t ex via ändträ sprider sig i träet. När fukten skall torka ut går endast en del av fukten tillbaka den väg den kommit in. En stor del passerar ut genom trästyckets släta ytor. Om dessa är målade, beror det på färgskiktets ånggenomsläpplighet om passagen ska kunna ske utan vådor. Även andra egenskaper t ex färgens vidhäftning kan ha betydelse för skadeutvecklingen.

## 1.5

## Ommålning

När fönster målas om påföres oftast ett nytt lager färg även över de ytor där den gamla färgen sitter kvar. Detta innebär att färgskiktets totala ånggenomgångsmotstånd ökar. Därmed ökar också riskerna för skador vid de ställen där fukt kan tränga in kapillärt i träet.

Paralleller till denna problemställning kan finnas om man studerar andra fuktsugande fasadmateriäl, t ex bruk och betong (Berndtsson, 1982). Kan man öka intervallen mellan ommålningarna minskar risken att färgskiktets tjocklek ökar efter hand. En åtgärd som hindrar att skador uppstår vid de känsliga avsnitten får alltså en självförstärkande effekt.

## 1.6

## Diskontinuiteter

Ur ett flertal rapporter från undersökningar av fukt-skador på träfönster framgår att de helt dominerande skadeställena är diskontinuiteterna i fönstrets nedre del (Bjerking, 1979, Nevander & al, 1981 m fl). De övre delarna av fönstret är oftast skyddade och de släta, vertikala ytorna är oftast problemfria.

Med diskontinuiteter menas i detta fall avvikelser från slät, sammanhängande, vertikal yta. En sammanställning av diskontinuiteterna ges i Tabell 1.1.

Tabell 1.1 Diskontinuiteter i träfönster

Avvikelse från slät, sammanhängande, vertikal yta	Grupp	Exempel
Fogar, sprickor	Trä-trä	Hörn, skarvar, pluggar, ändträ
	Trä-glas	Glasningsfog
	Trä-metall	Fönsterbleck Metallskenor
Svagt lutande träytor	Översidor	Bottenstycken
	Drivvatten-rännor	Bottenkarmstycke
	Droppnäsor	Bottenbågstycke
Skarpa träkanter	Karmar Bågar	

Denna undersökning avser i första hand fogar trä-trä i båg- och karmhörn, men kan ha viss principiell betydelse för övriga diskontinuiteter.

### 1.7 Ändträ och springor

I de fall som diskontinuiteterna innebär oskyddat ändträ framgår det av flera rapporter att skadorna ökar starkt i omfattning. Ett exempel på detta framgår av Figur 1.2 som visar ett båghörn, målat med vit täckfärg. Ändträet i bågstyckena och glasningslisten har sugit upp mycket fukt. När uttorkning skett har färgskiktet inte kunnat släppa igenom fukten tillräckligt snabbt. Följden har blivit att färgen spruckit och lossnat.

Man lägger även märke till skador som förmodligen beror på kapillär insugning av vatten i springan mellan glasningslisten och sidobågstycket. Det relativt tjocka färgskiktet kan ha bidragit till att fukten ej kunnat torka ut utan att skada uppstått.

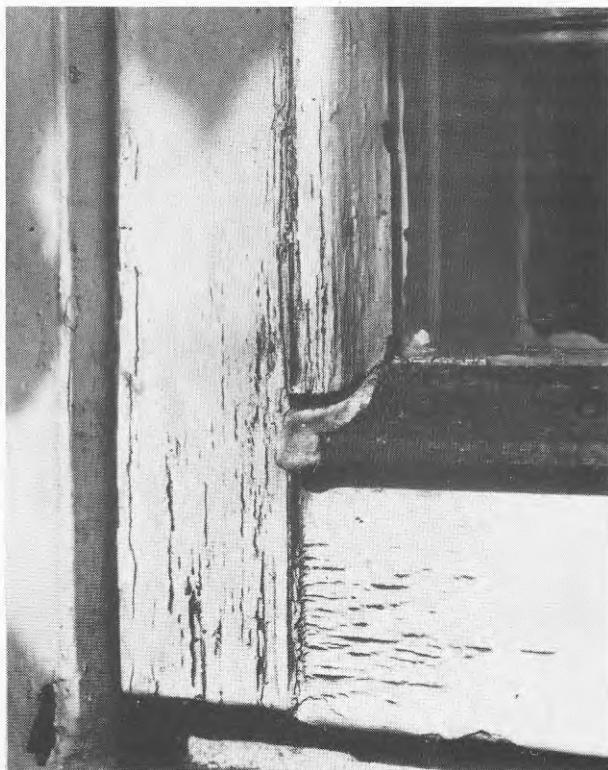


Fig. 1.2 Båghörn, målat med vit täckfärg. Kapillärt inträngande vatten har orsakat färgavflagnig.

Huldéns & al (1981) undersökningar av trästolpar visar bl a att fukttinnehållet i en helt obehandlad trästolpe fortsätter att öka i snabb takt även sedan en viktökning av 60 % uppnåtts då stolpens nedre ände haft kontakt med vatten i 35 dygn. Stolpens sugande ändyta var 27,5 cm<sup>2</sup> och den yta som hade möjlighet att torka ut mot ett rumsklimat av 50 % RH, +23°C var 2022,5 cm<sup>2</sup>, ett ytförhållande av cirka 1:75. Detta ger en uppfattning om vattensugningskapaciteten hos obehandlat ändträ.

Där stolpens nedre yta förseglats med 3 ggr strykning med epoxilack var viktökningen obetydlig. Stolpar med fuktkvot 10 % och ytförhållande 1:24 som målats med samma färg i botten och på sidorna uppnådde jämviktsfuktkvoten efter cirka 2 veckors kontakt mellan botten och vattenytan. Uttorkningen gick här betydligt långsammare än då sidorna var obehandlade. De alkyd-behandlade stolparna torkade ut långsammare än de akrylbehandlade. Huldén & al påpekar vikten av att ändträet behandlas så att vattensugningen praktiskt taget helt förhindras.

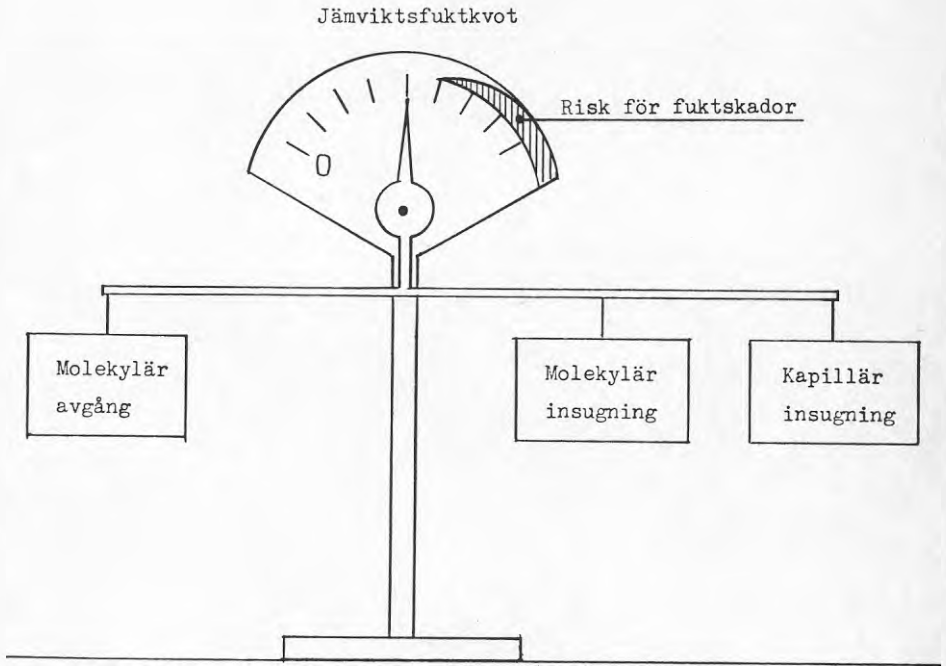
#### 1.8 Fuktbalans

Det är känt att fuktkvoten i trä är direkt beroende av relativa fuktigheten i den luft som omger träet. För varje värde på relativa fuktigheten i luften finns ett värde på fuktkvoten i träet. Detta värde kallas för jämviktsfuktkvot.

Trä i fönster påverkas dock icke enbart av vattenångan i den omgivande luften (molekylär transport) utan också i stor grad av fukt i vätskefas i form av tinande snö och rimfrost, av regn, dagg och kondens. Denna fukt tränger in i träet dels genom de kapillärer som finns i fönstrets diskontinuiteter (kapillär transport) dels genom ytbehandlingen på de släta ytorna (molekylär transport). Den så inträngande fukten avgår från träet i ångform (molekylär transport). Fuktbalansen kan åskådliggöras med en våg, se Figur 1.3. I figuren har den kapillära insugningen getts längre hävstång för att visa på den större betydelse som en viss förändring i kapillärsugningen har på fuktbalansen.

#### 1.9 Skadetyper

De skador som förekommit på trä i fönster av furusplintved har delvis varit av lättare typ och bestått av sprickor och avflagningar i färgskikt. I många fall har träet klarat sig från röta just tack vare att färgskiktet försvunnit. Utsättes trä för långvarig uppfuktning till fuktkvoter över 20 % finns risk för röta. Så har skett i stor omfattning i de fönster som utförts på 1960-talet och början av 1970-talet.



Figur 1.3

Fuktbalans i fönsterträ.

Båda typerna av skador medför kostnader i form av om målning och reparationer. Det har alltså stor ekonomisk betydelse att fuktbalansen i träet upprätthålles på låg nivå.

#### 1.10 Troligt skadeförlopp vid hörnfogar

De dominerande rörelserna hos träet i båge och karm är orsakade av fukt. Inget känt färgsystem för fönster är så tätt att det kan förhindra att träets fuktkvot förändras under påverkan av fukt från omgivningen.

På grund av de olika stora rörelserna i fibrernas längd- respektive tvärriktning uppstår vid fogen en rörelseskillnad i fogens längdriktning. Ett eventuellt täckande färgskikt förmår ej ta upp denna rörelse, varför det spricker över fogen.

Genom den så utbildade sprickan kan vatten från omgivningen kapillärt sugas in i fogen mellan trästyc-kena. Härifrån kan vattnet absorberas av anslutande träytor, varvid ändträtor svarar för den dominerande vattensugningen. Genom den kapillära transporten kan en kraftig uppfuktning ske i fogens omgivning. Vilken påverkan träet, färgskiktet och vidhäftningen dem emellan utsättes för vid dessa exceptionella fukthalter är ej i detalj klarlagt i tidigare undersökningar, ej heller den påverkan som sker vid växlingar mellan uppfuktat och uttorkat tillstånd. Observationer av olika färgsystem tyder dock på att ju tätare färgskiktet är, ju större är risken att den fukt som tränger in via ändträet kan få färgskiktet att lossna och spricka.

Walter (1969) säger att det bakom färgfilmen kan bildas en zon med högt vattenångtryck, vilken i sin tur medför, att färgfilmen lyfts av från underlaget. Han säger också att man i praktiken har kunnat observera blåsor som varit fyllda med vatten. Dessutom syns det vara så att de kraftiga fuktrörelserna i träet kan ge upphov till sprickor i färgen i träfibrernas längdriktning. Johansson (1969) nämner att vatten oftast har en ogynnsam inverkan på färgskikt. Färgskiktet sväller, vidhäftningen mot underlaget försämras snabbt och blåsor kan uppkomma i färgskiktet. Vattnet inverkar också på färgskiktets mekaniska egenskaper och påskyndar i hög grad dess åldrande. Lindberg & al (1978) påpekar att höga fukthalter även underlättar nedbrytningen av träet och föreslår en grundläggande princip för att undgå hög fukthalt i målat trä genom att försegla ändträet och i övrigt måla träet med relativt vattenångpermeabla system.

Senare laboratorieundersökningar av Lindberg & Carlström (opublicerat) tyder på att den uppfuktning som sker på grund av diffusion inifrån ej ger upphov till några höga fuktkvoter, oberoende av vattenångpermea-

biliteten hos den färg som används. Detta förstärker ytterligare sannolikheten för att de dominerande fuktpåkänningarna fås av nederbörd mot fönstrets utsida och kondens mot insidan av glas och metall, vilka i första hand angriper diskontinuiteterna i konstruktionen.

## 2 FÖRSÖK

Fältförsök har utförts på en villa i Oxie. Dessutom har fältförsök påbörjats på en fastighet i Malmö. Inomhus- och utomhusförsök på provkroppar har utförts vid LTH och NIF.

### 2.1 Fogmassor

De olika fogmassor som använts vid försöken framgår av nedenstående tabell. Fogmassorna har levererats av tre olika företag på den svenska marknaden.

Tabell 2.1 Fogmassor

Typ	Beskrivning
1	Plastisk fogmassa, baserad på halvtorkande oljor och petrokemiska material, med töjbart skinn. Grå, övermålningsbar.
2	Plastisk fogmassa på akrylatbas. Grå, övermålningsbar, genomhärdande.
3	Plastisk fogmassa, baserad på väderresistenta polymerer och polymeriserande, torkande oljor, med seg hud. Grå, övermålningsbar.

### 2.2 Provbågar

För försöken vid LTH och NIF har tillverkats 16 st nya probbågar med utseende och dimensioner enligt Fig 2.1. De utfördes av furu med en fuktkvot av 9-14%, ej vattenlagrad splintved med maximalt årsringsavstånd av 3 mm och i övrigt enligt SIS 818102 klass B. I hörnen utfördes tappning, limning med PVAC-lim och spikning med två klammer.

För fogar trä-glas och trä-trä användes fogmassa typ 1 och 2 enligt sammanställningen i TAB 2.2. Glaset var 3 mm ofärgat planglas.

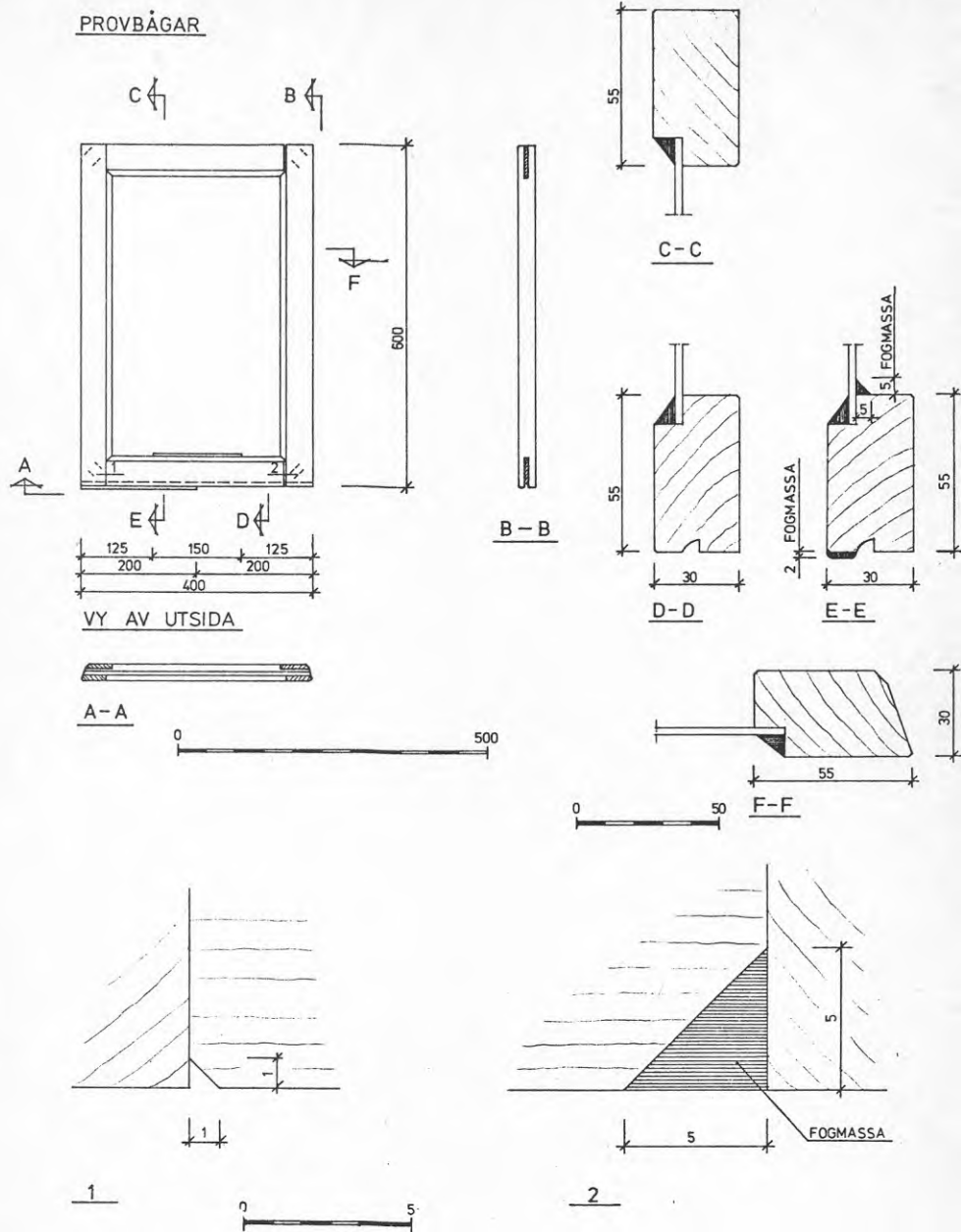
Av sammanställningen i TAB 2.2 framgår också att två olika färger användes. Hälften av bågarna målades 2 gånger med vit alkydfärg och hälften 2 gånger med vit akrylatfärg. Färgernas sammansättning framgår av TAB



2.3-4. Dessa två färger har helt olika ångdiffusionsmotstånd. Genom mätningar vid NIF med hjälp av den s k koppmetoden på ett 0,08 mm tjockt, fritt färgskikt konstaterades att alkydfärgen hade cirka 8 gånger högre diffusionsmotstånd än akrylatfärgen. Mätresultaten framgår av TAB 2.5.

Tabell 2.2 Provbågar

Båge Nr	Ytbehandling Båge	Fogmassa Typ	Provningsgrupp
111 112 113 114	1 Alkyd NIF 207	1	1 2 3 4
121 122 123 124		2	1 2 3 4
211 212 213 214	2 Akrylat NIF 408	1	1 2 3 4
221 222 223 224		2	1 2 3 4



Figur 2.1 Provbågar

NORDISKA INSTITUET FÖR FÄRGFORSKNING	LABORATORIERECEPT					Projekt No. 50:35
	Alkydmaling, hvid					Prove No.
	<i>Alkyd (olja) / färg</i>					Receipt dato 75.11.25
						Udskrevet af EL
RÅVARE- BETEGNELSE	VEKT- FYLDE	VÆGT	VOL.	T Ø R S T O P VÆGT	VOL.	
Alftalat AT 846 <sup>*)</sup>	0,94	2100	2234	1680	1697	80 % i terpentin
✓ Preventol A 4	ca. 1	30	30	30	30	
TiO <sub>2</sub> Kronos RMCX	4,1	1100	268	1100	268	
Microdol 1	2,8	1150	411	1150	411	
Bentone 38 10 %	0,96	250	291	25	14	i terpentin
Soyalecitin	ca. 1	28	28	28	28	
Dipenten	0,84	45	54			
Co-naftenat 10 %	1,015	10	10	8	8	
Pb-naftenat 30 %	1,5	20	15	16	ca 16	
Ca-naftenat 4 %	0,95	50	53	34	ca 34	
Exkin nr. 2	0,9	17	19			
Terpentin	0,78	800	1026			
*) <i>Polytec A/S Danmark</i>						
TOTAL		5600	4439	4071	2506	
Fremstillet den:		Mackino	Trevalleværk	Fremstillet af	Ib Ras	
SPECIFIKATIONER OG KONSTANTER						
	Specif.	Milt	PVC			29 %
RIVETERNED			TØRSTØP, Vægt			73 %
VEKTFYLDE	1,26		TØRSTØP, Volumen			56 %
VISKOSITET v. fremst.			REGLÆVNE ved 50 $\mu$ m			11,2 $\text{m}^2/\text{l}$
(Apparat)						

Tabell 2.4 Akrylfärgens sammansättning

RÅVARE- BETEKNELSE	VECT- FYLDE	VEGT	VOL.	T Ø R S T O P		
				VEGT	VOL.	
Propylenglycol	1,04	360	346			
Tamol 731 25 %	1,1	52	47	13	8	
Nopco NXZ	0,9	8	9	8	9	
TiO <sub>2</sub> Kronos RNCX	4,1	1100	268	1100	268	
						Dispergeres på high speed dissol
Propylenglycol	1,04	40	38			} Forblandes
Texanol	0,95	74	77			
Skane M-8 45%	1,034	4	4	2	2	
Nopco NXZ	0,9	8	9	8	9	
Vand	1,0	200	200			
Primal AC-507 <sup>1)</sup>	1,05	2187	2083	1017	924	
Ammoniakvand 25%	0,9	8	9			
Formaldehyd 37%	1,09	16	15			
Vand	1,0	140	140			
Natrosol 250MP 2,5%	1,0	62	62	2	2	
Vand	1,0	400	400			
Nopco NDW	0,9	8	9	8	9	
<i>1) 2 delar 8 liter</i>						
TOTAL		4667	3716	2158	1231	
Fremstillet den: 76.03.09.	Machino	Dissolver	Fremstillet af	Ib Ras		
<u>SPESIFIKATIONER OG KONFERENSA</u>						
	Specif.	Milt	PPG	PVC	22 %	
RINGFRIND		10 µm	TORRENT, Vægt		46 %	
VECTFYLDE	1,26		TORRENT, Volumen		33 %	
VISKOSITET v. fremst.					REKKEVÆRNE ved 50 µm: 6,6 m <sup>2</sup> /l	
(Apparat)						

Projekt No. 50135  
 Prøve No.  
 Receipt dato 76.03.08.  
 Udkrovet af Ib R.

Tabell 2.5 Resultat av mätning av diffusionsmotstånd enligt den s k koppmetoden.

Färg	Diffusionsmotstånd	
	Zp m <sup>2</sup> sPa/kg	Zv s/m
Alkydfärg NIF 207 PVK 29, volymtorrhalt 56%, Glans 94	8,24 x 10 <sup>9</sup>	61,0 x 10 <sup>3</sup>
Akrylatlatexfärg, NIF 408 PVK 22, volym- torrhalt 33%, Glans 51	1,06 x 10 <sup>9</sup>	7,85 x 10 <sup>3</sup>

### 2.3

#### Fältförsök i Oxie 1973-82

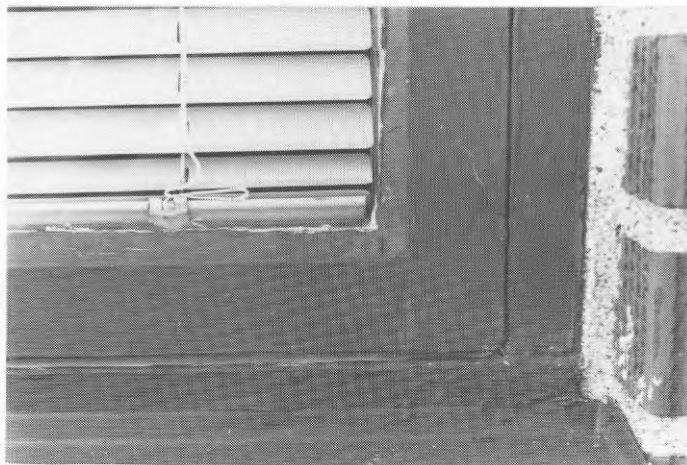
År 1973 utfördes provfogning av 10 st fönster på en villa i Oxie. Fönstren var utåtgående och var monterade 4-5 cm innanför fasadliv i en fasadmur av 2 ggr en halv sten tegel med mellanliggande mineralullsisolering. Huset är beläget på en kulle, starkt utsatt för blåst. Fönstren sitter i huvudsak i fasader åt S0 och NW. Huset uppfördes 1960. Fönstren målades utvändigt med vit alkydoljefärg och invändigt med vit alkydlack.

Under tiden 1960-72 ökade behovet av ommålning därigenom att avflagningar uppstod vid diskontinuiteterna i fönstrens nedre del i större och större omfattning. Sommaren 1973 skars fogarna i nedre karm- och båghörn i de mest utsatta fönstren upp till en fogbredd av 5 mm så att ett dike med triangulärt tvärsnitt bildades. Fogarna fylldes med en syntetisk, ojobaserad, skinnbildande fogmassa typ 3 och samtidigt utbildades droppkanter på bågbottenstycken och på sidobågstyckernas nedre ändar med fogmassa. Lagning av kittfog i hörn utfördes också med fogmassa. Därefter målades på nytt med samma vita alkydoljefärg. Med dessa åtgärder stoppades färgavflagningen på utsidan.

I samband med kulörbyte på fönstren sommaren 1978 skars fogarna upp på nytt och inspekterades. Fogmassan var då helt intakt och hade en mjuk kärna med hårdare partier runt om i tvärsnittet. Färgskiktet hade en nålfin spricka över fogmassan men sprickan hade ej spritt sig i massan. Färgen var icke avlagad vid fogarna. Fogdikena fylldes på nytt med liknande fogmassa (typ 1) och fönstren målades utvändigt med mörkbrun alkydoljefärg. Målningsförhållandena var ej idealiska då fönstren ej fått tillfälle att torka ut helt.

Under sommaren 1981 byttes fönstren i nordvästra fasaden. Färgen vid fogarna var då i stort sett oskadad men på några fönster hade bildats blåsor i färgen, troligen beroende på att målning skett på något fuktigt underlag. Ännu på sommaren 1982 var färgen vid fogarna i stort sett intakt i fasaden mot S0 och ej i behov av ommålning, se figur 2.2.

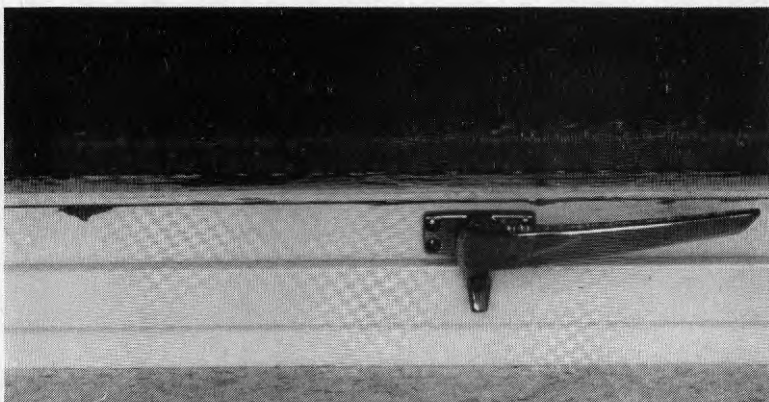
I villan i Oxie har också kunnat studeras inverkan av kondens mot glasets insidor. I flertalet fönster har uppstått skador på översidan av det yttre bågbottenstycket beroende på kondens mot det yttre glasets nedre del, se figur 2.3. Kondensvattnet tränger in i den springa mellan glas och trä som bildas när tryckkittet torkat och släppt. I badrummet stiger luftfuktigheten kraftigt vid duschning. Därvid kondenserar fukt mot innerglasets insida. Kondensvattnet tränger ned i springan vid glasningslistan och orsakar färgavflagningar, se figur 2.4.



Figur 2.2. Nedre hörn av fönster mot S0 på villan i Oxie. Bilden tagen i augusti 1982. Partierna kring fogarna i stort sett oskadade. Kraftig spricka i färgskiktet en bit upp i bågsidostycket, förmodligen beroende på en äldre skada. Färgskiktet har spruckit upp vid fönsterbleckets anslutning. Begynnande spricka i färg i bågfog och i bågsidostycke.



Figur 2.3 Färgavflagnig på yttre bågbottnestyckets översida i köksfönster mot sydost i villan i Oxie. Skadan orsakad av kondens mot insidan av det yttre glasets nedre del.



Figur 2.4 Färgavflagnig på trälist vid inre bågbottnestyckets översida i badrumsfönster åt sydost i villan i Oxie. Skadan orsakad av kondens mot det inre glasets nedre del.

## 2.4 Fältförsök i Malmö 1981-82

Ett liknande fältförsök som i 2.3 påbörjades på sydfasaden av fastigheten Grönekatan 34 i Malmö 1981-06-23. Denna fastighet uppfördes 1968.

Fönstren var målade med brun täckfärg. Vid besiktning konstaterades typiska målningsskador vid fogar i fönstrens nedre del.

1. Båghörnen hade skador, speciellt i bågbottenstycket vid anslutningen till bågsidostycket.
2. Karmbottenstycket hade liknande skador vid anslutningen till karmsidostycket. Fogen var här öppen med en springa på ett par mm.
3. Fönsterbleckets anslutning till karmbottenstycket och till karmsidostycke och utfyllnadsparti mellan karmsidostyckena hade gett upphov till skador. Springan mellan bleck och karmbottenstycke är fukt-sugande och vid karmsidostycke och mellanparti förekommer sugande ändträ.
4. Karmbottenstycket hade skador vid uppsprucken långsgående limfog samt i mindre omfattning på den nära horisontella ytan.

Nio av de 20 skadade fönstren på andra våningen fogades före ommålning. Lös färg skrapades bort och fogen i nedre båghörn och karmhörn skars upp så att ett triangulärt dike med 5 mm sidor bildades. Fogen vid bleckets överkant rensades upp med spetsigt verktyg så att en 2-3 mm fog bildades. Samma sak utfördes vid de ställen i karmbottenstycket där den långsgående limfogen hade öppnat sig. Sprickor i närheten av nedre hörn spacklades med fogmassa. Vid fogningen användes syntetisk, oljebaserad fogmassa typ 1. Första strykning med färg utfördes en dag efter fogningen. Efter torkning utföres en andra strykning. Färgen var Alcro Stugfärg Alkyd 170502 brun.

Vid besiktning 1982-07-07 konstaterades att sprickor förekom i hörnskarvarna både i båghörn och karmhörn i de fönster som inte hade fogats. I de fogade fönstren hade inga sprickor uppstått i hörnfogarna med ett undantag. I ett fönster hade en extremt stor rörelse uppstått i ett karmhörn, troligen beroende på rörelser i stommen. Här hade fogmassan en millimeterbred spricka. Inga fönster uppvisade några färgavflagningar av betydelse, vilket inte hindrar att sådana kan uppstå rätt snart vid de punkter där sprickor finns. Uppföljningen av detta försök bör fortsätta.



## 2.5 Fuktupptagningsförsök med träprismor vid LTH

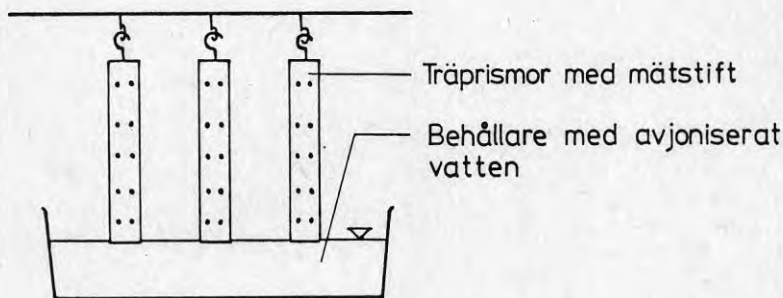
På ett flertal ställen i litteraturen har konstaterats vikten av att skydda ändträ mot vatteninsugning (jämför också avsnitt 1.7).

Med avsikt att undersöka olika behandlingars effektivitet i det avseendet genomfördes några enkla laboratorieförsök vid LTH. Dessa utfördes i nära samarbete med NIF.

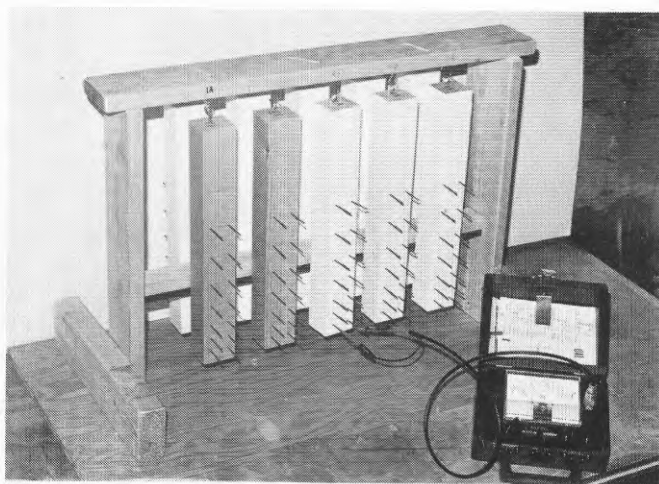
### 2.5.1 Metod

Ur samma furustycke utsågades tio prismor. Dessa hyv-lades till måtten 50x55x300 mm. Vissa bitar lämnades obehandlade medan i övrigt två olika färgsystem användes. Dessa var dels en akrylatlatexfärg och dels en alkydolfärg, se tabell 2.3-4 beträffande receptur. Den torra färgskiktstjockleken uppgick till  $50 \times 10^{-6}$  m. Ena ändytan lämnades alltid obehandlad. Den andra var i två fall obehandlad och i övriga fall antingen täckmålad (tjocklek  $200 \times 10^{-6}$  m) eller förseglad med ett ca 3 mm tjockt skikt av fogmassa. Två olika typer av fogmassa användes. Dels en akrylatbaserad (lös-ningsmedelslös) och dels en oljebaserad. Tillverkningen av träprismorna samt ytbehandlingen utfördes hos NIF.

Färg och fogmassor fick torka/härda i ca 4 respektive 3 månader. Därefter slogs isolerade stift in på olika nivåer på prismorna. Stiftet användes för resistansmätning av fuktinnehållet. Prismorna hängdes upp vertikalt med ena ändytan i kontakt med en vattenyta, se figur 2.5-6. Under en tid av fem veckor vägdes och mättes prismorna med jämna mellanrum. Därefter avbröts vattenexponeringen. Uttorkningsförloppet följdes på samma sätt genom vägning och fuktkvotsmätning.



Figur 2.5 Fuktupptagningsförsök med träprismor.



Figur 2.6 Försöksupställning med träprismor.

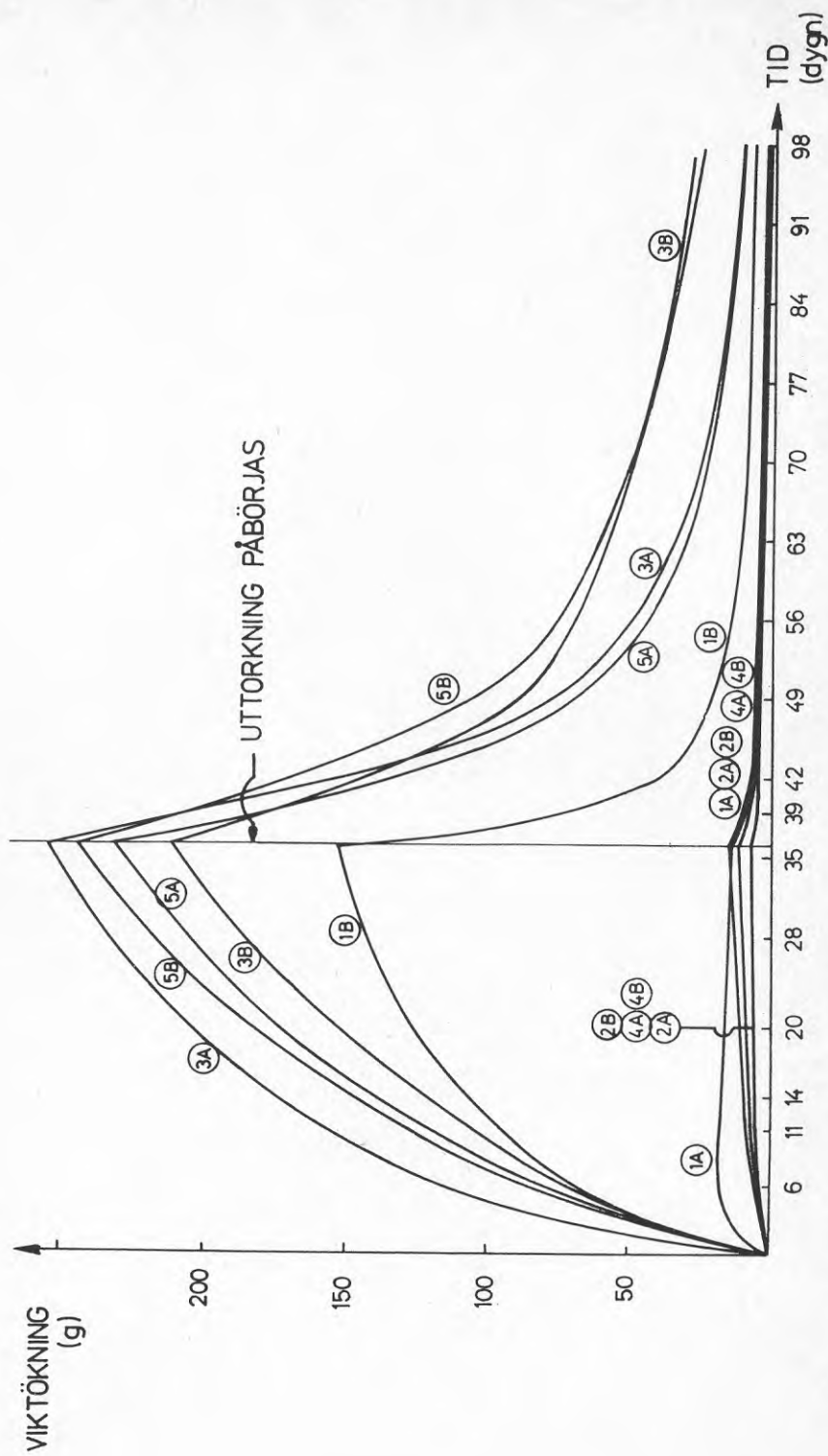
## 2.5.2 Resultat

Figur 2.7 visar uppfuktning och uttorkning som funktion av tiden för de på olika sätt behandlade träprismorna. Med beteckningarna 1A-5B i figuren avses materialkombinationer enligt tabell 2.6.

Tabell 2.6 Materialkombinationer för träprismor vid fuktupptagningsförsök.

Prisma nr	Behandling	
	Sido ytor	Nedre yta
1A	obehandlat trä	fogmassa 1
1B	obehandlat trä	fogmassa 2
2A	akrylat NIF 408	akrylat NIF 408
2B	alkyd NIF 207	alkyd NIF 207
3A	akrylat NIF 408	obehandlat trä
3B	alkyd NIF 207	obehandlat trä
4A	akrylat NIF 408	fogmassa 1
4B	alkyd NIF 207	fogmassa 1
5A	akrylat NIF 408	fogmassa 2
5B	alkyd NIF 207	fogmassa 2

Efter relativt kort tid, 3-4 dygn, hade dock den akrylatbaserade fogmassan (fogmassa 2) i samtliga fall släppt från respektive ändträ. Detta kan ha berott på att svällningsrörelser uppstod i gränsskiktet mellan trä och fogmassa. Dessa rörelser gav upphov till skjuvspänningar vilka så småningom orsakade adhesionsbrotten. Detta medförde i sin tur att materialkombinationerna 5A och 5B kom att ungefär likställas med 3A respektive 3B och att 1B alltså blev en helt "naken" träbit.



Figur 2.7 Träprismornas viktändring som funktion av tiden. Den övre kurvskaran omfattar stolpar med intakt ändräsbehandling.

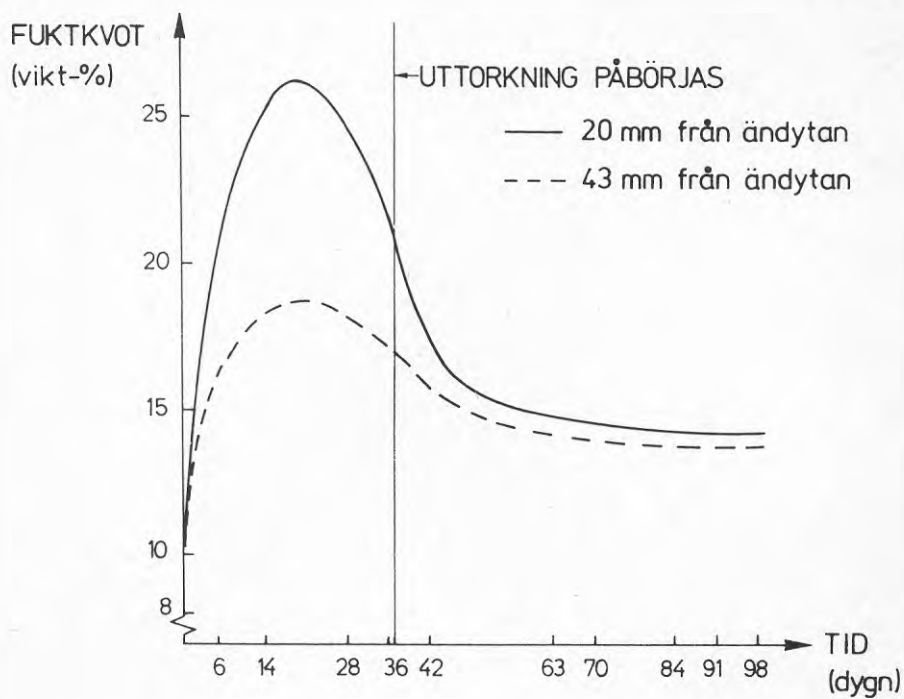
Figur 2.7 visar att materialkombinationerna kan inordnas i två grupper. En grupp med en mycket kraftig och en med en måttlig viktökning.

Till den förra gruppen hör naturligtvis de stolpar som saknar någon form av ändträbehandling. Efter det att den akrylatbaserade fogmassan släppt skulle således 3A kunna jämföras med 5A och 3B med 5B. Det finns inga större skillnader i viktökning för dessa fyra stolpar. Om man däremot betraktar uttorkningsförloppen så kan man konstatera att de stolpar, som målats med akrylatfärg uppvisar en snabbare viktminskning jämfört med de alkydfärgsmålade. Detta beror på att akrylatfärgen har en högre ånggenomsläpplighet, varigenom diffusionen vinkelrätt mot fiberriktningen ökar uttorkningshastigheten.

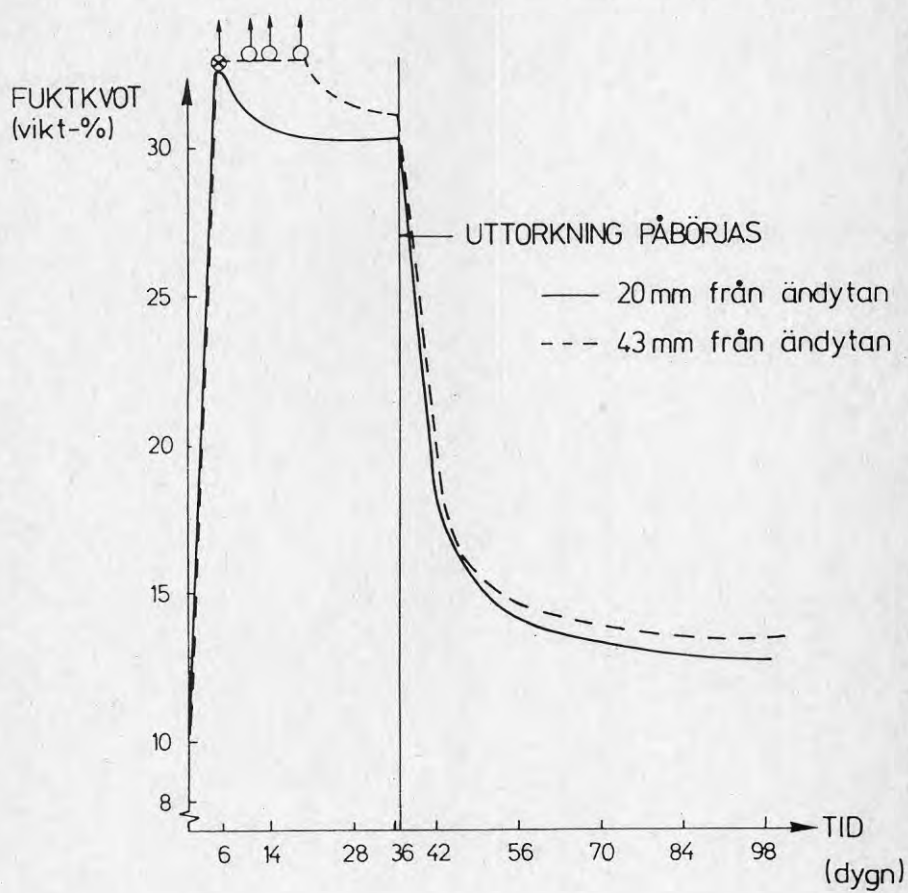
Den helt obehandlade stolpen, 1B, har en mindre viktökning jämfört med de tidigare nämnda. Detta kan sannolikt bero på att en uttorkning hela tiden sker tvärs fiberriktningen. Detta minskar i någon mån viktökningen. Då kontakten med vattenytan bryts sker en snabb uttorkning eftersom då även en fukttransport kan ske i fiberriktningen. Enligt Thunell (1952) är förhållandet mellan uttorkningshastigheterna i träets fiberriktning, radiell och tangentiell riktning 20:2:1.

De stolpar som har någon form av behandling på ändträ uppvisar som väntat en väsentligt mindre fuktackumulering. Försöksmaterialet är mycket begränsat. Det kan därför vara svårt att dra några generella slutsatser om vilken typ av ytbehandling som är att föredra. Man kan konstatera att stolpen 1A uppvisar ett kurvförlopp, som avviker från de övriga. En fuktupptagning har i ett tidigt skede skett via de längst ned belägna partierna av de obehandlade sidoytorna. Därefter kan eventuellt vattennivån i badet ha sänkts någon eller några mm. Detta har i sin tur medfört att kontakten med stolpens sidoytor har brutits, varvid en ångtransport tvärs fiberriktningen har sänkt vatteninnehållet.

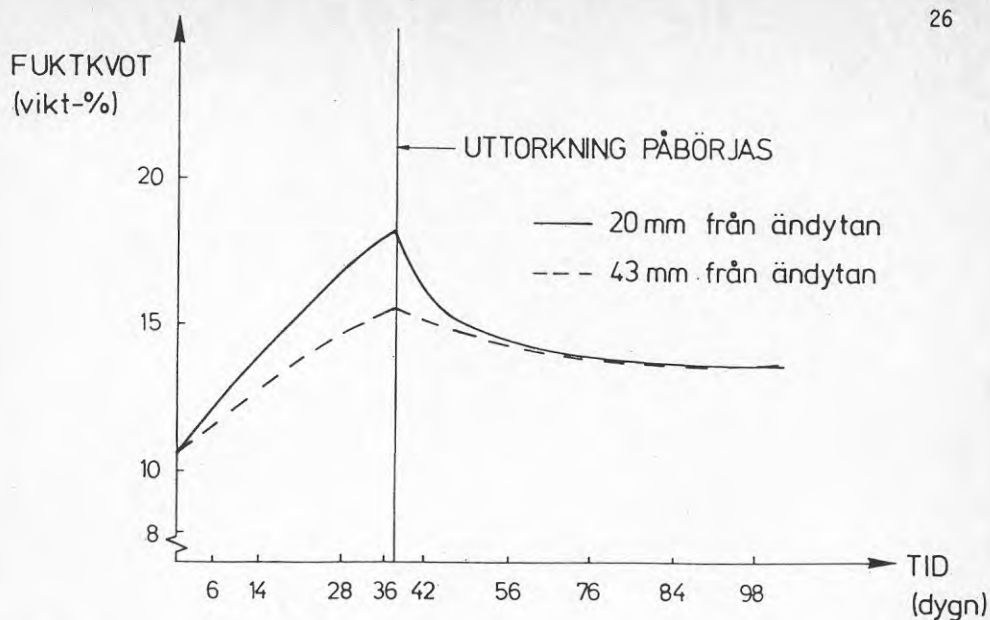
På figurerna 2.8-17 har fuktkvoten som funktion av tiden redovisats för olika materialkombinationer. I respektive figur framgår även fuktkvotnivåerna på olika avstånd från den nedre ändytan.



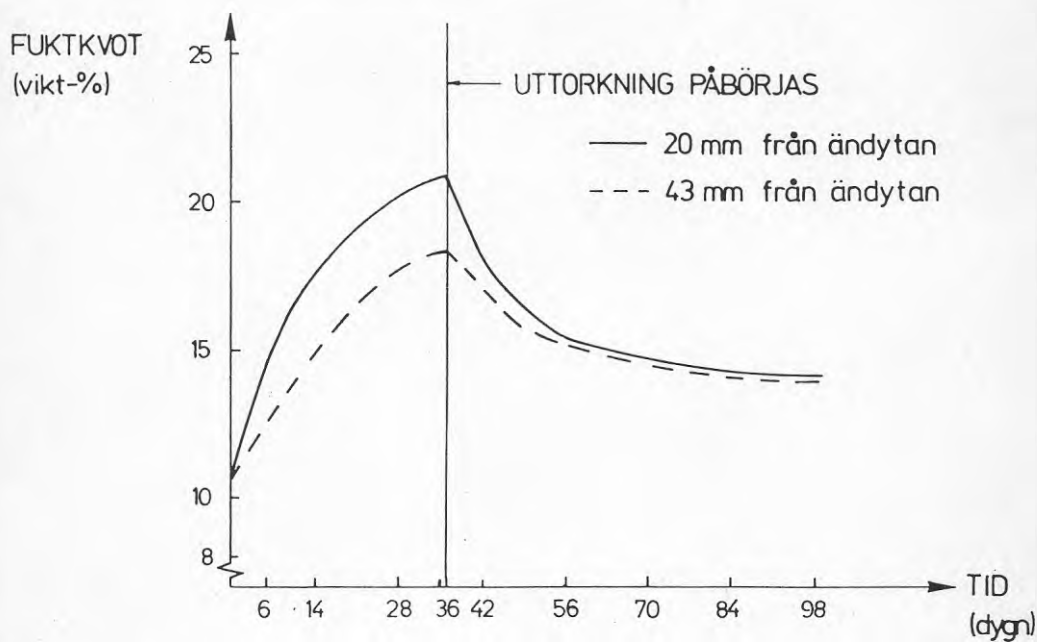
Figur 2.8 Fuktkvoten på två olika nivåer för träprisma nr 1A. Efter ca 20 dygn har vattnet troligen släppt kontakten med stolpens sidoytor. Detta förklarar den nedåtgående delen av kurvan.



Figur 2.9 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 1B.

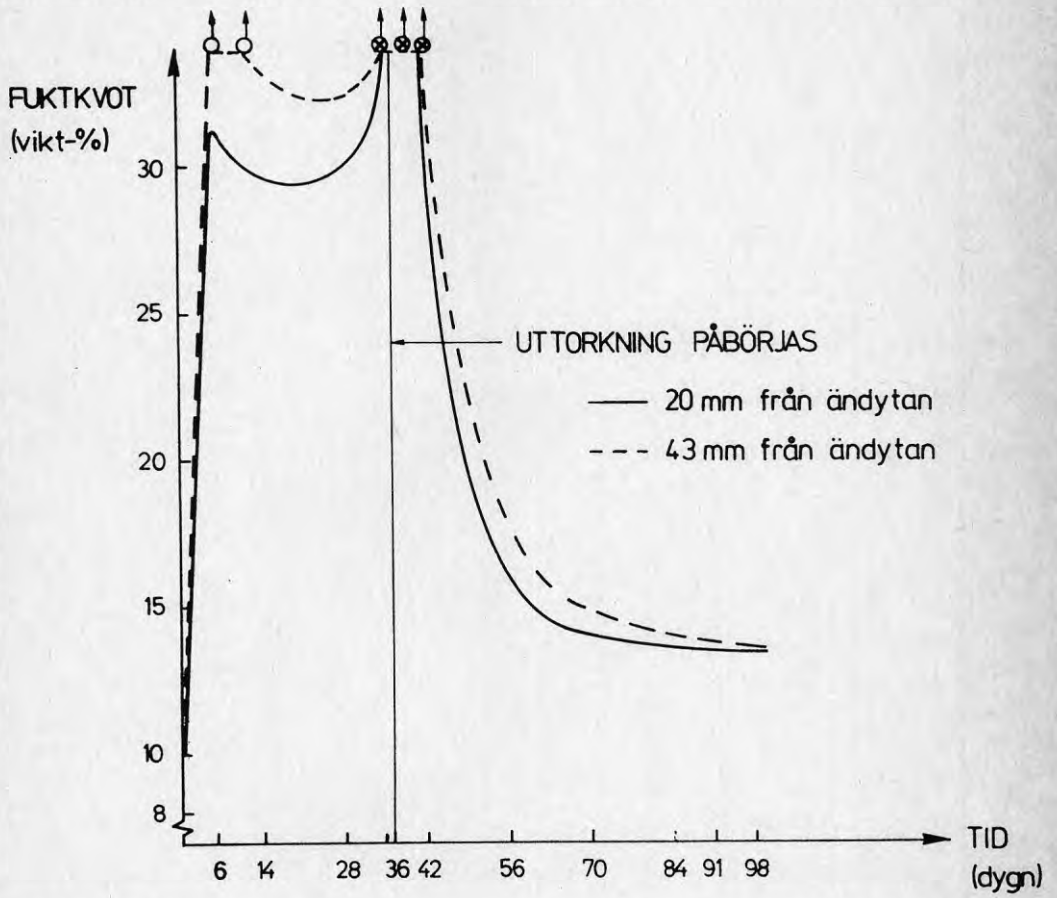


Figur 2.10 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 2A.

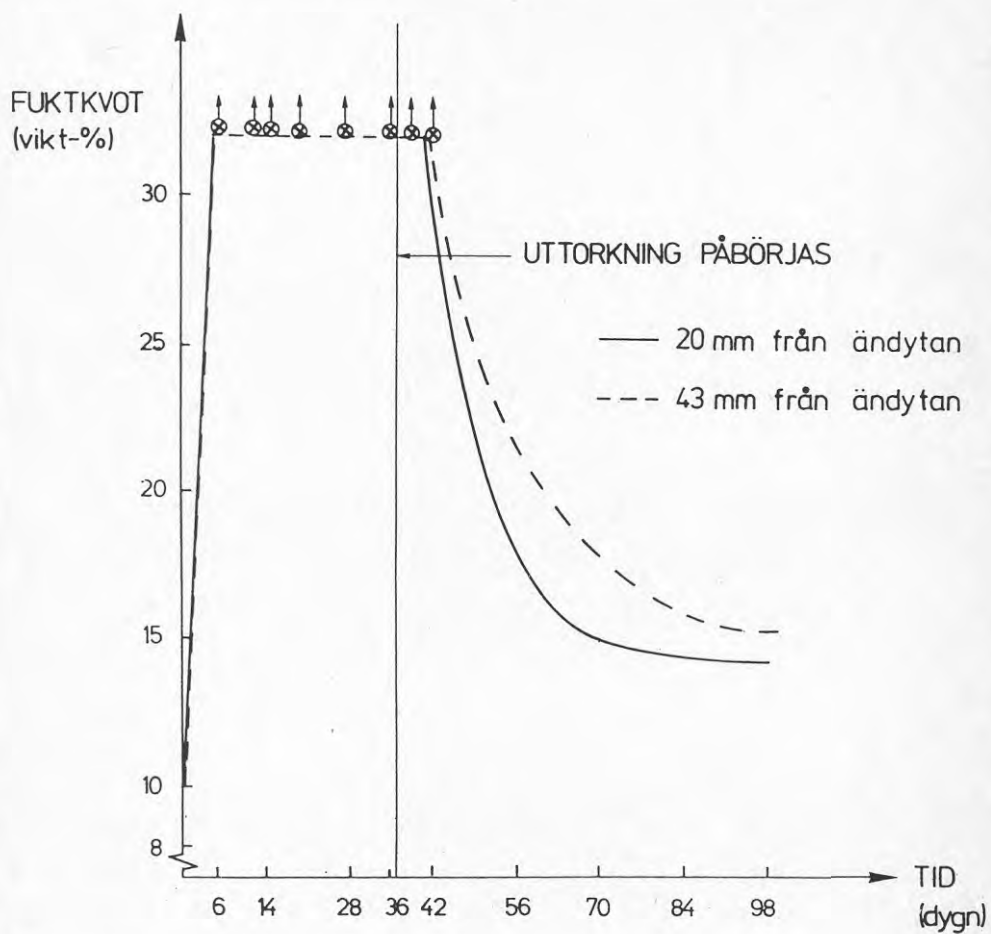


Figur 2.11 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 2B.

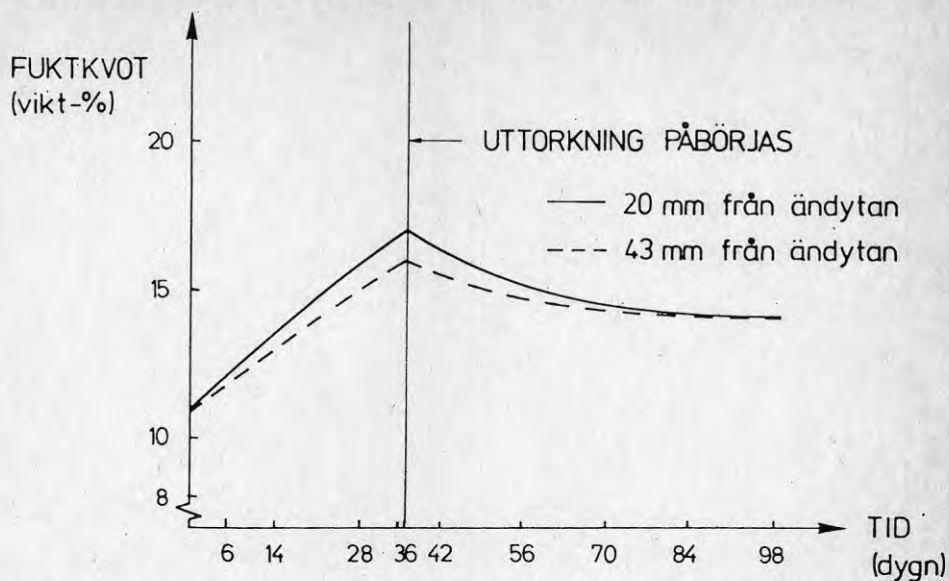




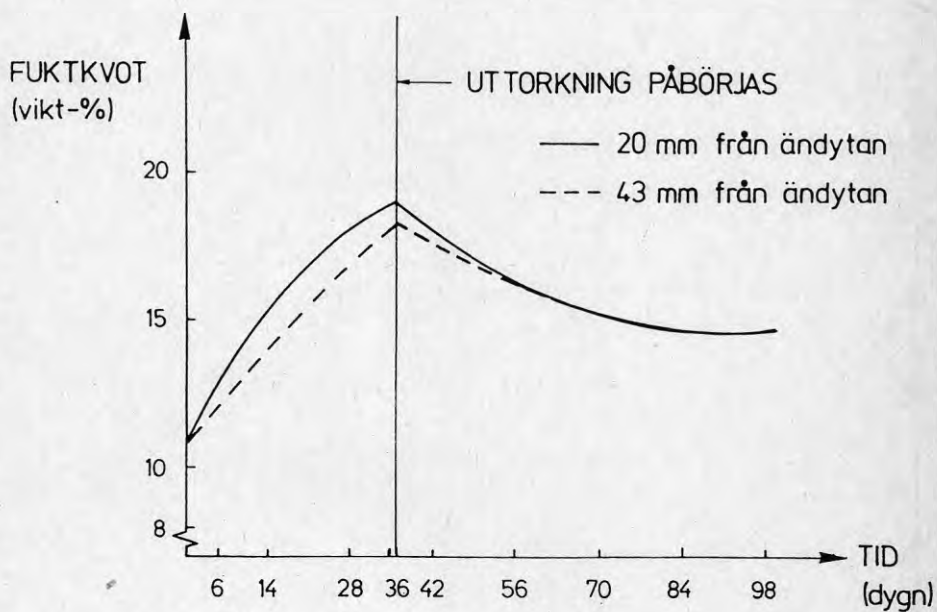
Figur 2.12 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 3A.



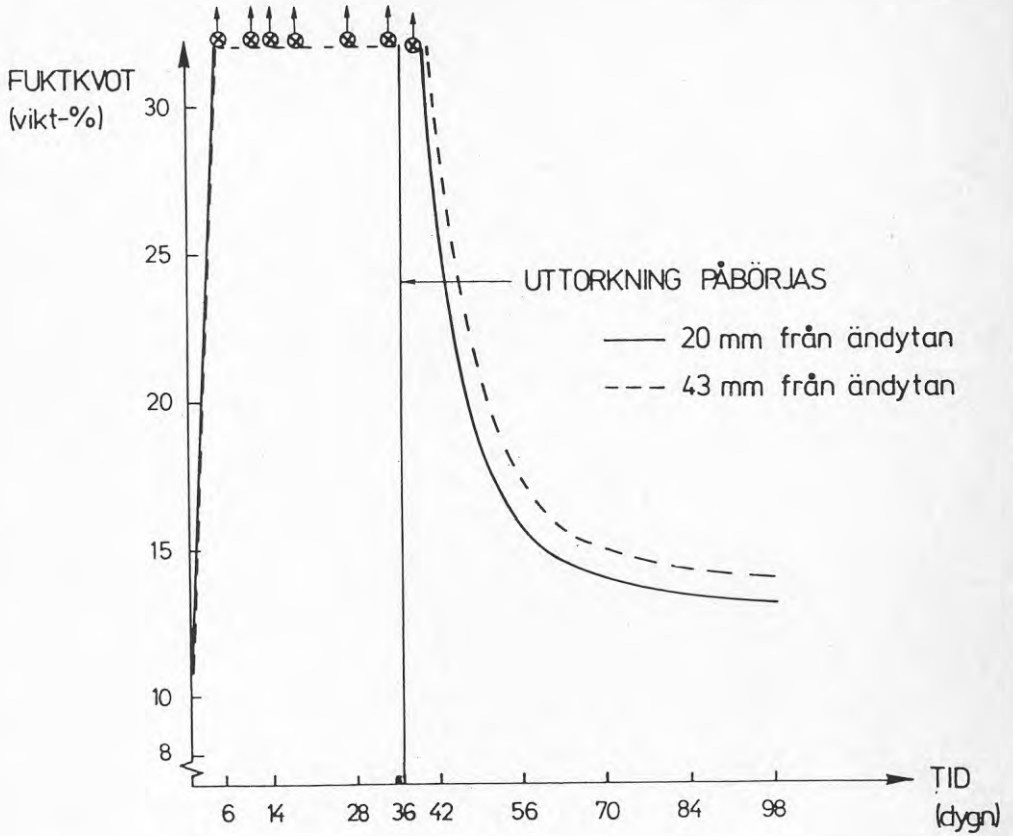
Figur 2.13 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 3B.



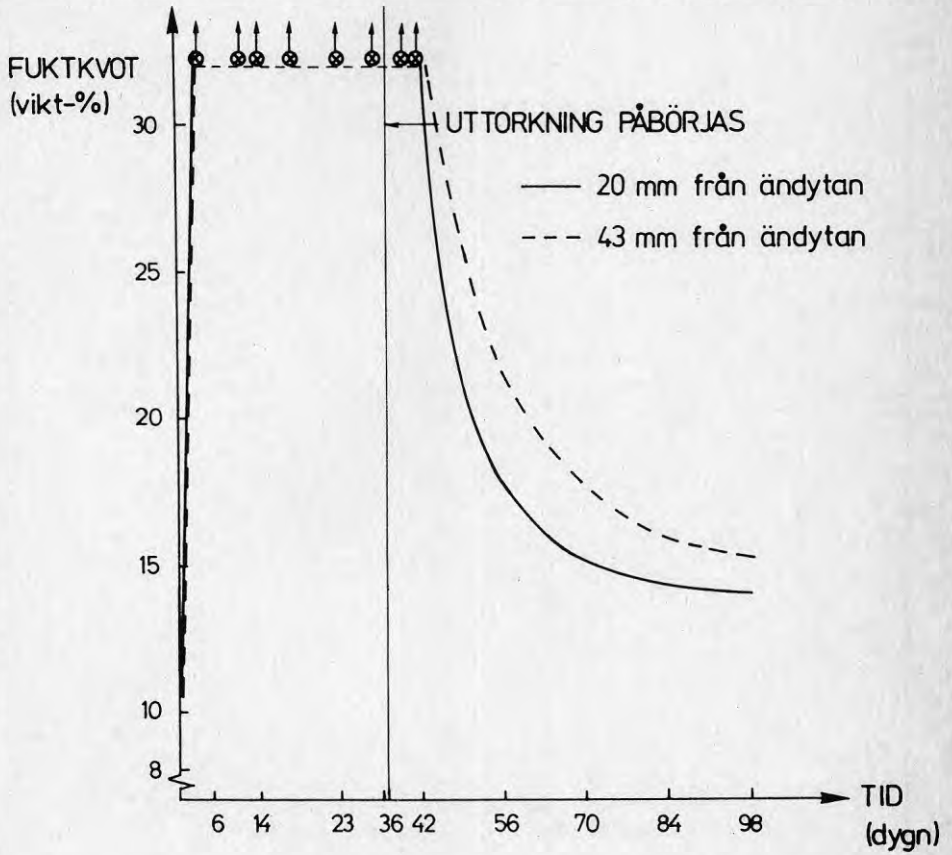
Figur 2.14 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 4A.



Figur 2.15 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 4B.



Figur 2.16 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 5A.



Figur 2.17 Fuktkvoter på två olika nivåer för träprisma nr 5B.

Figur 2.8 kan jämföras med figur 2.9. Eftersom den akrylatbaserade fogmassan släppte mot ändträytorna i samtliga fall (jämför ovan) gäller värdena i 2.9 en helt obehandlad furustolpe. En mycket snabb ökning av fuktkvoten till nivåer över fibermättnadspunkten har skett.

Figur 2.8 visar att den oljebaserade fogmassan i mycket stor omfattning har förhindrat detta förlopp. Vatten har här endast kommit in i träet via sidoytorna, som längst ned kan ha varit i viss kontakt med vattnet. Uttorkningsförloppen är dessutom snarlika. Redan efter ca 10 dygns uttorkning är fuktkvoterna i båda fallen nere i ca 12%. Detta visar att en fuktdiffusion har skett i sidled i den ändförseglade stolpen.

Figur 2.10 kan jämföras med figur 2.11. Här har det något oväntade förhållandet uppstått att fuktupptagningen har varit något större genom den tätare alkylatfärgen! Eventuellt kan någon defekt i färgskiktet eller träet ha spelat ett spratt?

För de enbart sidobehandlade stolparna, figur 2.12 och 2.13, gäller som väntat att en mycket snabb fuktupptagning har skett. Den akryllatexmålade stolpen visar som väntat, ett något snabbare uttorkningsförlopp.

Figur 2.14 och 2.15 visar mycket likartade förlopp. Eventuellt är t o m fuktaccumuleringen något större i den alkydmålade stolpen. Skillnaden är dock marginell.

Figur 2.16 - 2.12 visar resultatet från stolpar som från början varit ändförseglade med akrylatfogmassan. Eftersom denna släppte efter mycket kort tid kan figur 2.16 jämföras med figur 2.12 och figur 2.17 med figur 2.13. Resultatet av fuktkvotmätningarna är nära nog identiska.

### 2.5.3 Diskussion

Ovanstående resultat visar att man på olika sätt kan minska fuktupptagningen via ändträ (figur 2.10 - 11, 2.14 - 15). En ändträbehandling med målarfärg eller lämplig fogmassa reducerar uppsugningen högst väsentligt.

Vissa faktorer talar dock för att en för ändamålet lämplig fogmassa i detta fall är ett bättre alternativ. Om nämligen fuktupptagningen, t ex via någon defekt, blir större än vad som ovan uppmätts ökar träets svällningsrörelse i tvärlöd. Detta har för vissa färgtyper lett till en sprickbildning. Detta medför samtidigt en ännu större fuktanrikning. En fogmassa har

här större möjligheter att följa de rörelser som eventuellt kan uppstå.

Det i försöken inträffade bortfallet av akrylatfogmassan motsvaras ej av erfarenheter från praktiskt bruk av sådana fogmassor. Det inträffade beror sannolikt på att fuktbelastningar i försöket var extrem.

En annan intressant iakttagelse gäller de båda färgtyperna. Skillnader vad gäller fuktupptagning och uttorkning hos de med olika färger målade stolparna är synnerligen marginella! Den viktigaste faktorn verkar i stället vara hur man skyddar ändträet mot vattensugning.

## 2.6 Utomhusexponering av provbågar vid LTH

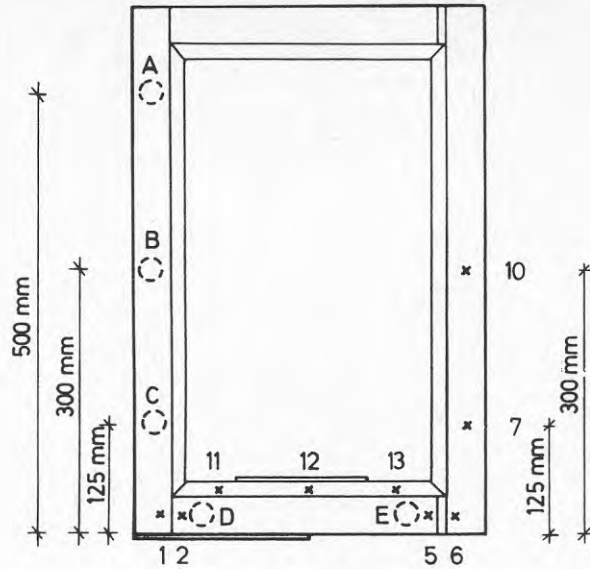
Man kan i ett laboratorium via experiment undersöka hur olika materialkombinationer fungerar i ett visst avseende. När det gäller fönster och de belastningar dessa utsätts för är samverkan mellan olika faktorer oftast av mycket komplex natur. De ingående delmaterialen åldras samtidigt som fukt- och temperaturvariationer sker i och kring materialen.

Via kontrollerade utomhusförsök kan man ibland, t o m ganska snabbt, få viktig information beträffande lämpligheten i olika materialkombinationer och konstruktiva utformningar, se t ex Burström (1982). Mot denna bakgrund utfördes och utförs på LTH vissa utomhusexponeringar av provbågar .

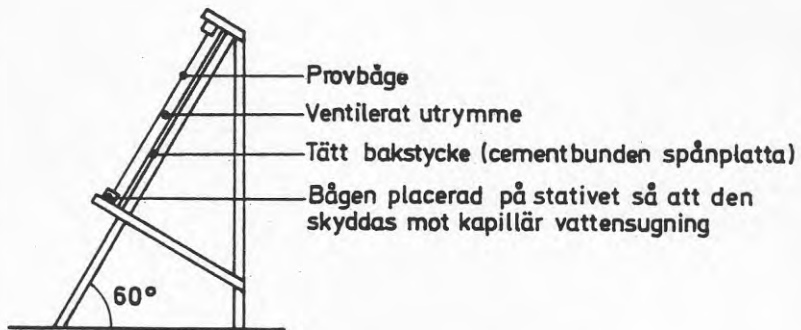
### 2.6.1 Metod

16 st provbågar av speciell utformning tillverkades, jämför kapitel 2.2 och figur 2.1. I 4 av provbågarna slogs stift in för mätning av fuktkvoten med resistansmätare. Stiftens placering framgår av figur 2.18. Stiftet var isolerat med undantag av spetsen. Detta möjliggjorde mätning av fuktnivån på olika djup i bågen.

Bågarna utplacerades 81-01-16 på en särskilt uppbyggd ställning på LTH:s tak, figur 2.19. Tiden mellan tillverkningen av bågarna på Torups snickerifabrik och utplaceringen uppgick till ca 1,5 månader.



Figur 2.18 Mätpunkternas placering på provbågarna. Bågen sedd framifrån. De streckade cirklarna visar provtagningsställena för bestämning av fuktkvoter enligt torrviktsmetoden.



Figur 2.19 Stativ för utomhusexponering av provbågar.



Som framgår av figur 2.19 är bågarnas ovandel skyddad mot nederbörd. Detta gäller även bågarnas baksida. Lutningen på 60° mot horisontalplanet accelererar dels den klimatiska åldringen av färgskikt och fogmassor och dels fuktbelastningen på bågarna. Även ett stilla vertikalt fallande regn får här en effekt av slagregnsbelastning. Vidare kan snö i viss mån bli kvarliggande på de nedre partierna av bågarna. I samband med snösmältning ökar då fuktbelastningen markant. På grund av att provfönstren ej är monterad i fasaden av ett hus sker ingen uppvärmning från baksidan. Därför angrips de mera av rimfrost och dagg än normalt monterade fönster.

Med jämna tidsintervall utfördes mätningar av fuktkvoten i bågarnas olika delar. Mätningarna utfördes med hjälp av fuktkvotmätare DELMHORST RC-1B. Samtidigt gjordes okulärbesiktning och noteringar om eventuella sprickbildningar. Efter 16 månaders utomhusexponering togs från baksidan av bågarna prover från träet. På dessa bestämdes fuktkvoten med hjälp av torrviktsmetoden.

## 2.6.2 Resultat

Mätdata för provbågarna utomhus finns sammanfattade i tabell 2.7 - 10. Värdena har korrigerats till samma temperatur (+20°C). Dessutom har korrigerings utförts med hänsyn tagen till mätinstrumentets felvisning (enligt Hajek, 1973).

Värdena kan jämföras på många olika sätt. Punkt 10, t ex, motsvarar en mätpunkt där inga diskontinuiteter finns i färgskiktet. Mätvärdena visar att uppfuktningförloppet går långsammare i bågarna som målats med alkydoljefärg. Efter drygt 1/2 år har dock skillnaderna i fukttinnehåll utjämnats. Därefter finns inga större skillnader i fuktkvot mellan bågar ytbehandlade med olika färgtyper. Däremot finns en tendens till ökat fukttinnehåll i bågar som glasats med den akrylatbaserade fogmassan.

Mätpunkt 7 ligger, jämfört med punkt 10, 175 mm närmare bågbottnestycket. Med något undantag är fuktkvoten i punkt 7 högre jämfört med fuktkvoten i punkt 10. Eventuellt kan diskontinuiteter i bågens nedre hörn ha bidragat till detta.

Eftersom fuktskadefrekvensen är störst i fönsterbågarnas nedre delar har det speciella fuktskyddet koncentrerats till dessa partier, jämför figur 2.1. Man kan få en uppfattning om effektiviteten hos fuktskyddet genom att jämföra olika mätpunkter med varandra. Punkt 1 kan jämföras med punkt 2 och 6, punkt 2 med 5 och punkt 5 med 6.

I figurerna 2.20 - 23 har fuktkvoten som funktion av tiden sammanställts för olika mätpunkter.

Tabell 2.7 Fuktkvoter (vikt-%, korrigerade värden) i provbåge nr 114 (alkydoljefärg och fogmassa 1). Värden inom parentes är osäkra.

Mätpkt Datum	7	10	11	12	13	1	6	2	5
810116	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	8,4	7,8	8,4	8,4
810130	9,1	8,6	9,2	9,1	9,4	10,0	(37,7)	10,3	10,3
810226	10,2	8,8	11,7	9,7	12,6	17,7	24,5	12,7	19,8
810402	12,2	8,8	14,5	11,3	15,2	(34,7)	(31,0)	(35,0)	(30,9)
810521	13,7	10,2	16,0	13,0	14,5	23,3	18,6	21,2	16,0
810618	15,2	12,0	16,3	14,9	16,7	20,0	19,2	13,8	18,0
810730	16,2	14,9	17,1	15,5	16,3	22,5	22,8	25,9	22,5
810827	17,3	14,6	19,2	16,3	18,6	20,8	19,7	20,0	16,0
820401	28,8	15,5	19,6	26,5	20,2	(35,1)	16,7	14,3	(33)
820514	18,8	16,4	16,1	22,5	16,5	14,9	16,3	15,6	(33)
820526	27,0	15,8	28,5	24,4	25,7	(33)	(32,3)	(38)	(31)
820713	19,5	12,7	16,1	16,6	15,9	17,8	16,3	22,7	(19,7)
820909	16,6	12,4	16,5	15,3	18,1	22,6	21,4	(31,9)	27

Tabell 2.8 Fuktkvoter (vikt-%, korrigerade värden) i provbåge nr 124 (alkydoljefärg och fogmassa 2). Värden inom parentes är osäkra.

Mätpkt Datum	7	10	11	12	13	1	6	2	5
810116	8,5	8,6	7,8	7,8	7,7	8,4	8,2	8,5	7,7
810130	9,7	9,8	9,6	9,4	9,6	11,7	21,7	9,6	9,5
810226	10,4	10,2	10,5	9,9	11,3	22,5	21,6	17,0	13,3
810402	12,4	10,2	13,2	10,0	12,8	(33,5)	(33,6)	(31,2)	25,6
810521	14,0	11,8	13,8	11,1	12,8	16,2	18,2	14,7	15,7
810618	15,8	13,9	16,2	13,1	15,1	18,5	18,7	17,2	18,6
810730	16,7	14,1	15,2	13,0	15,0	20,8	21,3	22,5	23,1
810827	18,5	15,7	17,3	14,9	16,8	20,0	19,0	20,0	19,2
820401	17,6	20,5	15,8	14,9	16,1	18,7	(32,5)	(33)	(36)
820514	18,2	17,3	15,7	18,7	21,0	20,7	(34)	11,3	(33)
820526	22,5	21,3	21,8	19,0	20,7	24,0	(34)	31,7	(33)
820713	(33)	20,5	11,7	11,5	11,4	17,1	20,4	16,7	19,4
820909	24,0	16,3	13,4	12,8	12,9	21,1	20,3	21,5	24,2

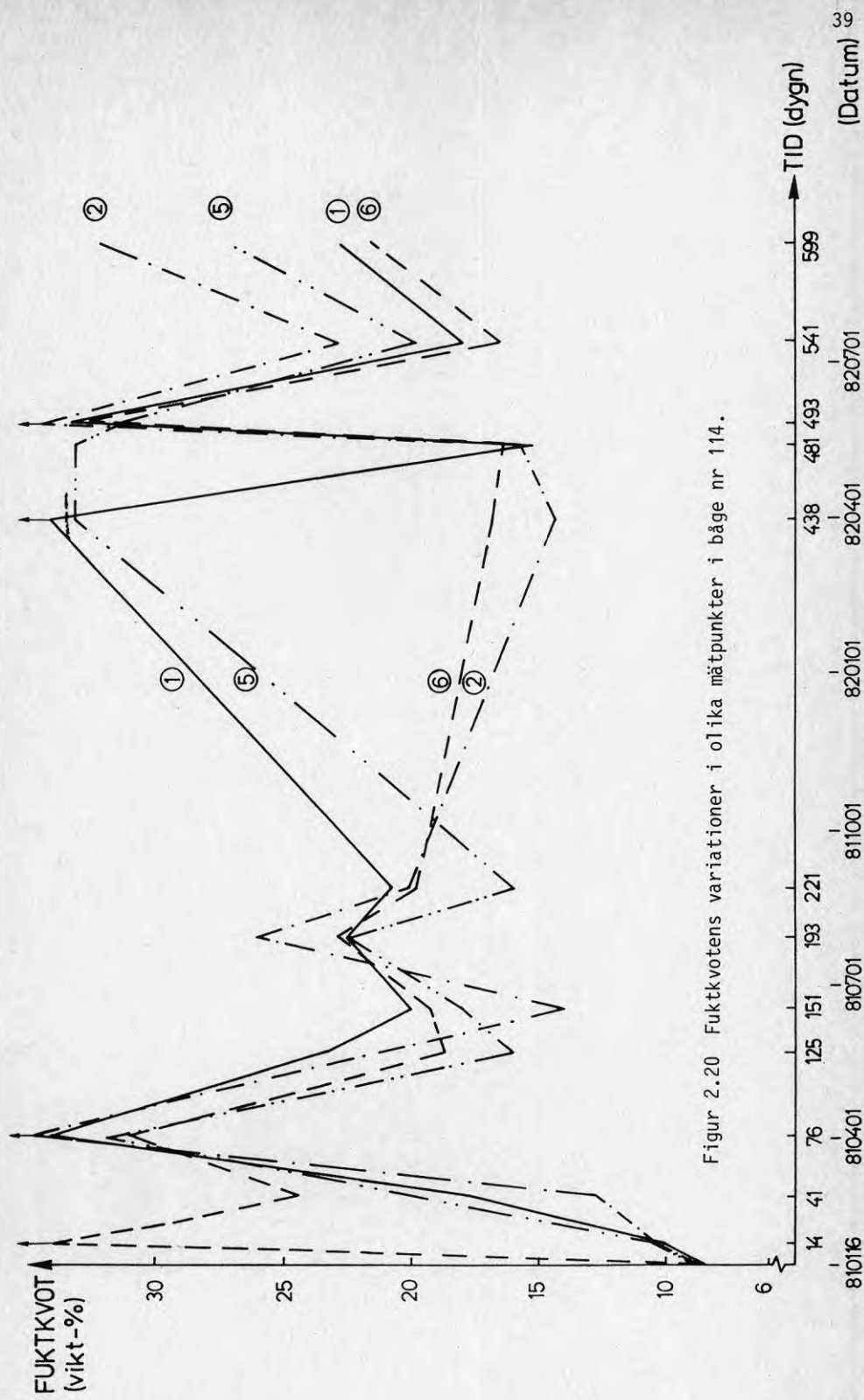
Tabell 2.9 Fuktkvoter (vikt-%, korrigerade värden) i provbåge nr 214 (akrylatfärg och fogmassa 1). Värden inom parentes är osäkra.

Mätpkt Datum	7	10	11	12	13	1	6	2	5
810116	8,4	8,5	7,7	7,7	7,7	8,2	7,8	7,7	7,7
810130	13,2	13,8	11,6	10,7	11,8	(40)	(50)	18,2	(33)
810226	18,2	16,8	16,7	15,6	17,1	(39)	24,5	13,8	(30)
810402	20,1	17,7	16,0	16,3	18,6	(36)	17,0	(34)	(30)
810521	14,0	13,2	13,7	12,3	13,8	18,2	11,5	23,9	16,5
810618	15,7	15,2	15,8	14,5	16,1	18,0	16,4	14,3	16,6
810730	18,3	15,1	15,4	13,9	15,5	20,3	21,2	21,7	26,4
810827	20,2	16,4	17,2	15,1	16,8	20,0	18,8	19,5	20,1
820401	15,7	18,3	20,3	17,0	19,6	(38)	16,8	(33)	(33)
820514	(37)	14,6	16,5	14,3	18,2	23,7	26,3	20,3	(31)
820526	(33)	17,1	29,0	14,0	17,0	24,0	27,3	29,5	(31)
820713	26,2	12,7	12,2	10,0	12,0	16,9	12,5	17,4	18,9
820909	24,7	12,3	12,3	11,7	12,5	23,2	23,9	24,0	24,7

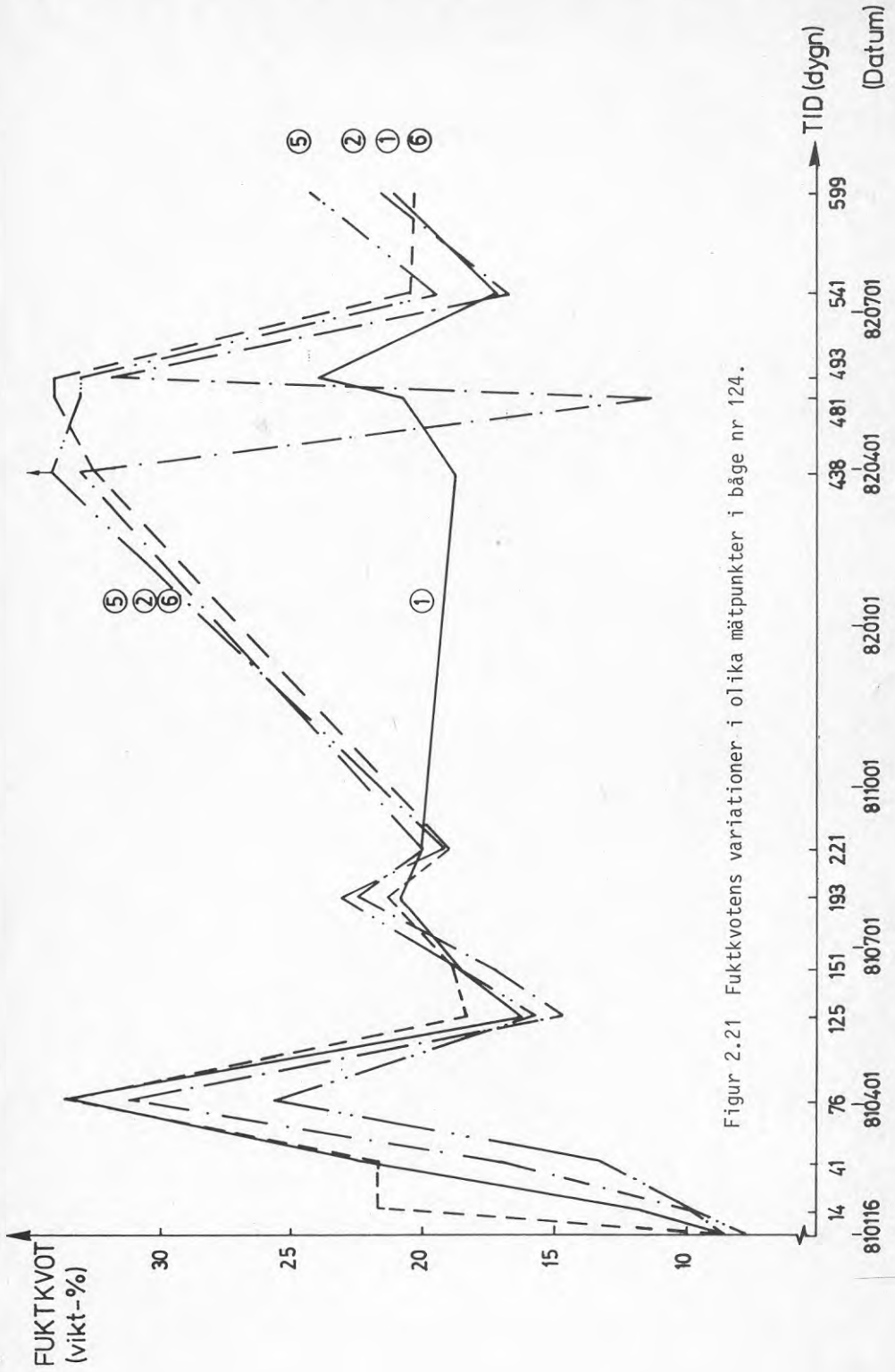
Tabell 2.10 Fuktkvoter (vikt-%, korrigerade värden) i provbåge nr 224 (akrylatfärg och fogmassa 2). Värden inom parentes är osäkra.

Mätpkt Datum	7	10	11	12	13	1	6	2	5
810116	8,6	8,5	7,7	7,7	7,7	7,8	8,2	8,5	8,2
810130	15,4	15,0	9,9	9,9	13,2	15,2	(70)	12,4	25,2
810226	16,9	18,2	14,1	14,0	15,9	23,3	(36)	16,9	22,6
810402	19,9	18,7	15,8	14,7	16,5	29,9	(31,3)	(32)	28,5
810521	13,8	13,7	13,7	12,3	12,6	12,7	14,8	15,7	15,3
810618	16,1	15,4	15,3	14,0	15,0	16,8	26,1	16,5	18,8
810730	16,6	15,5	15,6	14,1	14,9	24,2	19,8	19,5	19,3
810827	18,2	16,8	15,7	14,5	11,6	30,4	19,5	17,3	20,2
810401	(43)	18,5	24,0	20,6	21,8	(35)	(36)	17,1	20,2
820514	(36)	22,5	23,5	15,9	16,4	16,8	16,5	(34)	(31)
820526	21,5	18,3	21,5	18,6	19,4	28,5	25,8	(33)	24,8
820713	14,2	14,0	14,4	12,1	12,2	16,1	14,0	20,4	14,4
820909	16,2	14,5	15,0	12,3	14,4	21,6	21,7	25,7	19,3

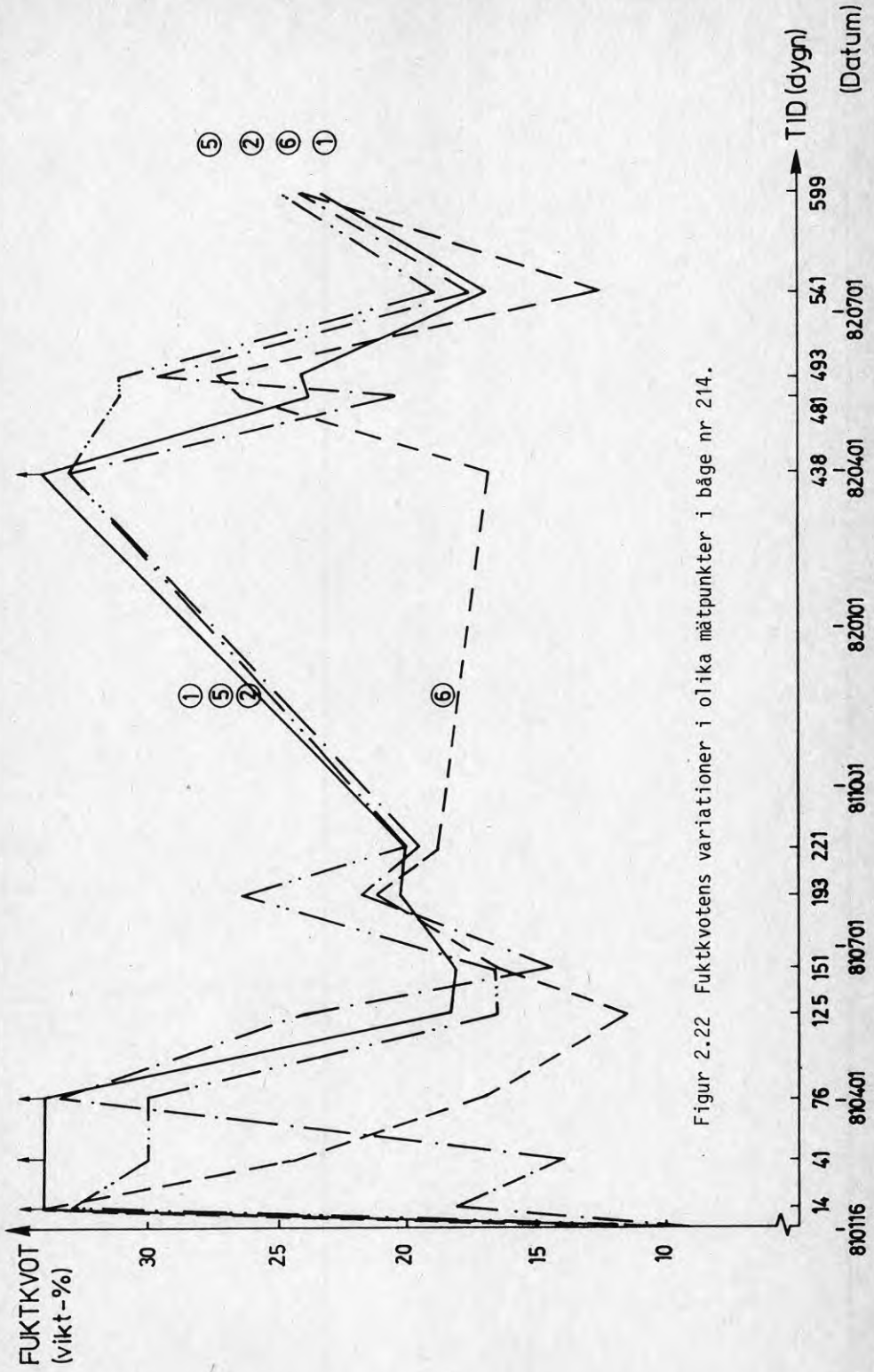
I dessa figurer har vissa punkter med höga fukt-tillstånd försetts med en pilmarkering. Detta gäller värden större än 34 vikt-%. Vid dessa nivåer är de uppmätta värdena mycket osäkra och försök till en exakt angivelse är därför meningslös. Det är svårt att dra några entydiga slutsatser av mätvärdena. Man kan dock konstatera att den snabbaste ökningen av fukttinnehållet efter utplaceringen 81-01-16 har i samtliga fall skett i mät punkt 6. Denna har det sämsta skyddet mot fuktupptagning via ändträet. Fuktkvoterna har snabbt nått nivåer över fiber mättnadspunktens fuktkvot.



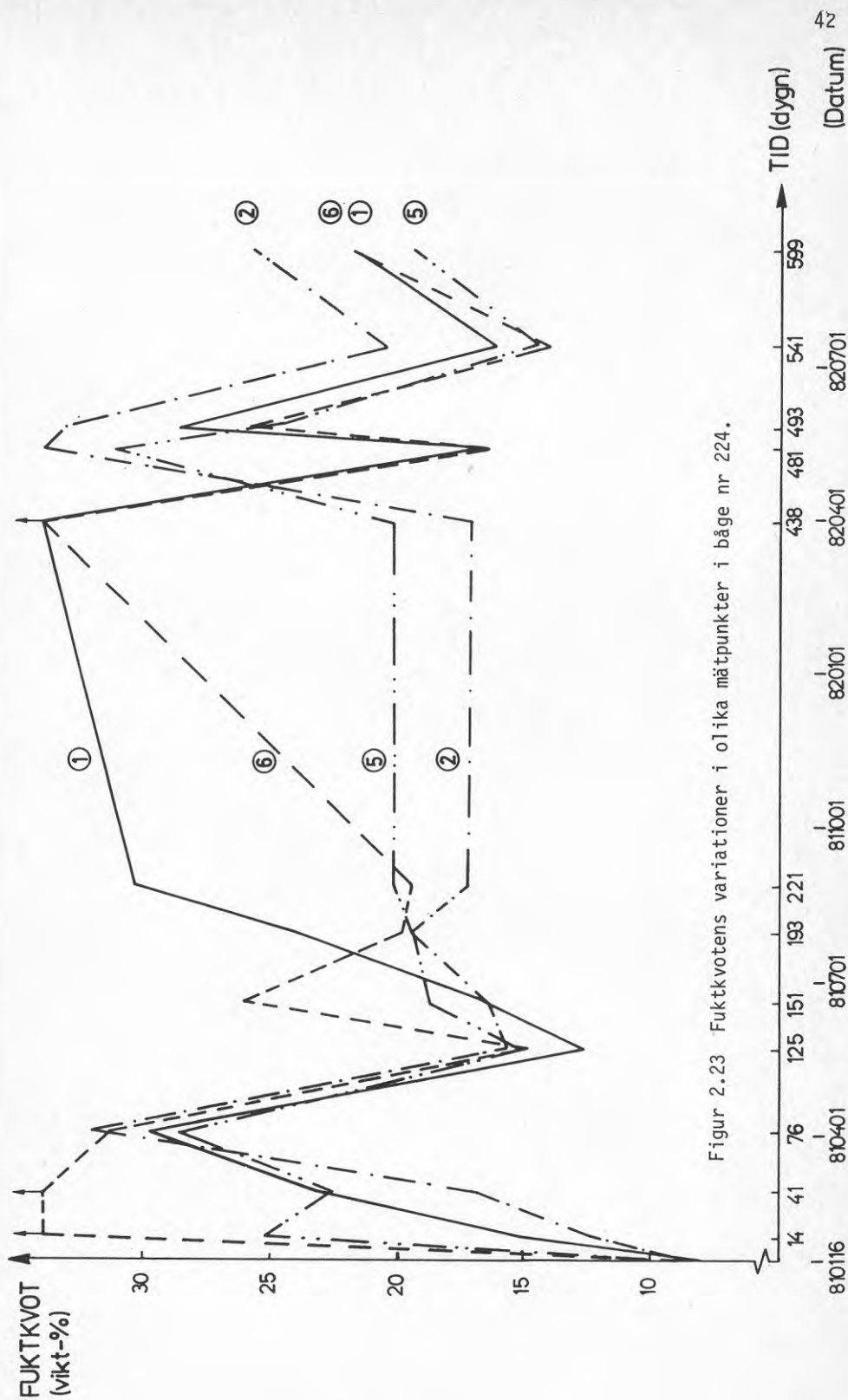
Figur 2.20 Fuktkvotens variationer i olika mätpunkter i båge nr 114.



Figur 2.21 Fuktkvotens variationer i olika mätpunkter i bäge nr 124.



Figur 2.22 Fuktkvotens variationer i olika mätpunkter i bäge nr 214.



Figur 2.23 Fuktkvotens variationer i olika mätpunkter i bäge nr 224.



Under de första månaderna utomhus har fuktinnehållet successivt ökat i samtliga mätpunkter. Den påföljande våren och försommaren har medfört en uttorkning ned till ca 15-18% fuktkvot. Uppfuktnings/uttorkningsförloppet har därefter upprepats.

Sett under hela tidsperioden borde punkt 1 ha haft ett bättre fuktskydd än punkt 6, och punkt 5 bättre än punkt 2. Detta har dock ej genomgående kunnat dokumenteras. Fogmassan i fogen och fogmassan i droppnåsan kan påverka resultatet. Vindriktningen i kombination med nederbörd kan ha inverkan, liksom variationer i träkvalitet, ytbehandling m m. Dessutom är fuktbelastningen så långvarig och kraftig att skillnader som beror på konstruktionsdetaljer kan ha blivit dolda.

I samband med mätningen med träfuktmätaren 82-05-26 utborrades från baksidan av bågarna ett antal provbitar. På dessa bestämdes fuktkvoten enligt torrviktsmetoden. Provtagningsställena framgår av figur 2.18. Resultaten framgår av tabell 2.11. I denna finns i förekommande fall även de korrigerade värdena erhållna med hjälp av träfuktmätaren.

För bågarna nr 114 och 224 är som synes överensstämmelsen relativt god mellan de båda metoderna. För övriga bågar är överensstämmelsen mindre bra. Detta gäller speciellt för mätpunkter i bågarnas nedre partier. Här kan samma reservationer föreligga som vid jämförelserna mellan punkt mätpunkterna 1, 2, 5 och 6 ovan.

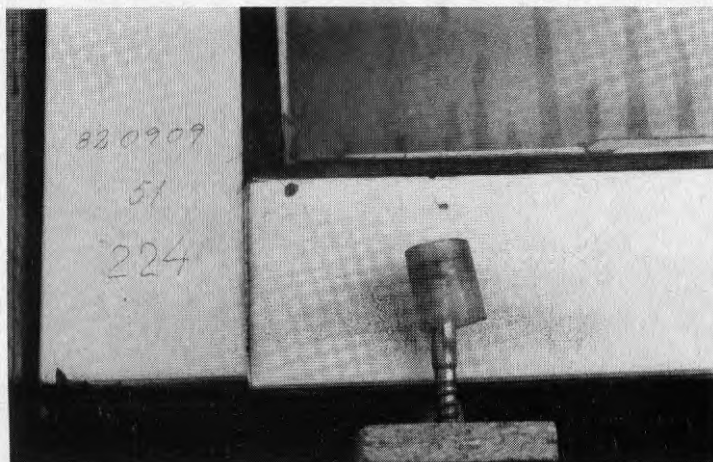
Tabell 2.11 Fuktkvot i bågar bestämd enligt torrviktsmetod (T) och med fuktmätare (F), viktsprocent.  
Siffror inom parentes osäkra.

Mätpunkter enligt torr- viktsmetod (T)	A	B	C	D	E
Motsvarande punkter, träfuktmätare (F)	-	10	7	2	5
Båge 114	T 23,8 F -	15,9 15,8	26,4 27,0	34,0 (38)	28,3 (31)
Båge 124	T 16,5 F -	19,6 21,3	32,3 22,5	26,6 (32)	25,4 (33)
Båge 214	T 18,3 F -	15,0 17,1	19,2 (33)	18,4 29,5	19,4 (31)
Båge 224	T 15,3 F -	14,5 18,3	16,6 21,5	23,0 (33)	21,5 24,8

Förutom de rena mätningarna av fuktinnehållet utfördes regelbundet okulärbesiktning och ibland fotografering av fönsterbågarna. Redan efter ca 3 månader hade en spricka uppstått i färgskiktet i tre av bågarnas nedre vänstra hörn, d v s det hörn som hade en konventionell utformning. Den V-formade fogmassefogen i högra hörnen har hittills (september 1982) ej visat några sprickbildningar.

De höga fuktkvoterna i de nedre partierna innebär samtidigt en kraftig svällning av träet. Bågbottenstyckets svällning skedde i radiell/tangentiell led och motsvarande rörelse i bågsidostycket skedde i fiberriktningen. Olikheter i träets fuktbetingade rörelser i dessa riktningar gav upphov till en "tandning" av underkanten. Där den akrylatbaserade fogmassan används som droppnäsä innebär detta att vidhäftningsbrott uppstod, se figur 2.24.

Efter drygt ett års utomhusexponering uppstod någon form av svamppåväxt på de akrylatmålade bågarnas nedre ytor, jämför även kapitel 2.10. Den oljebaserade fogmassan uppvisade även någon form av påväxt.



Figur 2.24. Hörn av båge 224, målad med akryllatexfärg, fotograferad 1982-09-09. Fogen mellan bågstyckena har spruckit upp. På grund av bottenstyckets svällning har droppnäsan av fogmassa lossnat från ändträet i bågsidestycket. Vid skruven finns ett angrepp av svamp, troligen *Aureobasidium pullulans*.

## 2.7 Slagregnsförsök med provbågar vid LTH

För att på ett accelererat sätt kunna studera fuktskyddet hos bågarna utsattes två bågar för slagregns-påverkan. De båda bågarna betecknades 111 respektive 121. Det betyder att dessa bågar hade ytbehandlats med alkyd(olja)färgen och att både den oljebaserade (1) och den akrylatbaserade (2) fogmassan testades.

Bågarna hade innan provningsstart förvarats ca 10 månader i laboratoriet. Detta hade medfört en viss uttorkning av bågträet. Denna innebär i sin tur att en liten spricka hade uppstått i färgskiktet i bågarnas nedre vänstra hörn, d v s i de på konventionellt sätt utformade hörnen. För båge nr 121 gällde dessutom att små sprickor hade uppstått i fogmassan i samtliga hörn (jämför också avsnitt 2.8).

Bågarna monterades vertikalt i ett klimatrums (+20°/65% RF) och begöts därefter med slagregn, se figur 2.25. Slagregnsintensiteten var 1,78 kg/m<sup>2</sup>h.



Figur 2.25 Försöksuppställning vid slagregnsförsök.

Efter ca två dygns slagregnsbegjutning mättes fuktnivån med fuktkvotmätaren. Av tabell 2.12 framgår de erhållna fuktkvoterna för de olika mätpunkterna. Mätpunkternas placering visas i figur 2.18. Mätstiften är inslagna från bågarnas baksida.

Tabell 2.12 Fuktkvot i bågar i slagregnsförsöket, viktsprocent.

Båge nr		121	111
Mätpunkt			
1	Före	8,5	8,5
	Efter	(36,5)	(34,0)
2	Före	8,8	8,2
	Efter	(30,5)	(31,0)
5	Före	8,9	8,2
	Efter	(14,2)	(30,0)
6	Före	8,8	9,0
	Efter	14	26,5
7	Före	8,9	9,2
	Efter	9,6	9,3
10	Före	8,7	9,1
	Efter	8,7	9,2
11	Före	8,0	8,0
	Efter	9,0	8,7
12	Före	8,0	7,9
	Efter	8,2	8,8
13	Före	7,9	7,9
	Efter	8,2	8,3

Tabellens "Före" och "Efter" visar fuktkvoter innan slagregnsbelastningen påbörjades respektive efter 2 dygns slagregnsbelastning. Vissa värden anges som ungefärliga. Detta gäller i de fall då fuktkvoterna ligger kring eller strax över fibermättnadspunktens fuktkvot (=30-34%). Vid denna nivå försämras mätinstrumentens noggrannhet.

Tabellens värden visar ett mycket tydligt mönster. Punkterna 1 och 2 har båda erhållit en kraftig höjning av fukttinnehållet. Detta sammanhänger primärt med den spricka som uppstått i färgskiktet i det nedre vänstra hörnet (jämför ovan). I båge nr 121 fanns dessutom en kohesionsspricka i glasningsfogens samtliga hörn. Detta kan självfallet ha bidragit till det höga fukttillståndet. Dock visar den, förutom färgsprickan, intakta bågen 111 att en spricka i färgskiktet i sig är tillräcklig för att en stor ökning av fukttinnehållet skall äga rum.

I hörnet vid mätpunkterna 5 och 6 har en mycket måttlig fuktkvotshöjning skett i båge nr 111. För båge 121 gäller dock att fuktkvoten har ökat radikalt i motsvarande punkter. Detta måste bero på att adhesionsbrottet i V-fogen har försämrat fuktskyddet högst väsentligt. En jämförelse mellan mätpunkterna 1 och 6 respektive 2 och 5 visar ungefär jämförbara värden d v s den dåliga V-fogen utgör ingen förbättring jämfört med en konventionellt utförd hörnsammansättning.

Slutsatser rörande "droppnäsans" inverkan på fuktskyddet är svåra att dra. Däremot framgår klart att glasningsfogen fungerat oklanderligt. Fuktkvotnivåerna för mätpunkterna 11-13 ligger ungefär konstant trots slagregnsbelastningen. Samma förhållande gäller för punkterna 7 och 10.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att fuktpåkänningarna som väntat är klart störst i bågarnas nedre delar. Dessutom kan man med en lämplig fogmassa och med en lämpligt utförd V-fog i hörnsammansättningarna högst väsentligt förbättra bågarnas skydd mot nederbörd. Det är anmärkningsvärt hur snabbt uppfuktningen sker vid oskyddade hörnfogar.

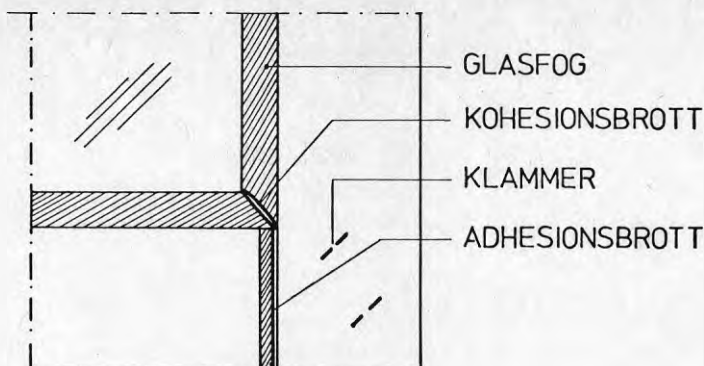
## 2.8 Torkförsök med provbågar vid LTH

Av det totala antalet tillverkade provbågar (16 st) har 6 stycken efter tillverkningen i november 1980 förvarats i laboratoriet på LTH. Medelklimatet kan där uppskattas till ca +21°C/40 % RF. I november 1982 gjordes en okulärbesiktning av bågarnas kondition. Det kunde då konstateras att samtliga bågar, som glasats med fogmassa 1 var utan anmärkning.

För övriga bågar, d v s de som glasats med den akrylatbaserade fogmassan (nr 2) gällde att olika former av brott hade uppstått i fogmassefogarna. I glasfogens samtliga hörn hade en spricka uppstått i ungefär 45° vinkel mot bågstyckena, se figur 2.26. I V-fogen hade i samtliga fall adhesionsbrott uppstått mot sidobågstyckena i fogens hela djup.

I samband med okulärbesiktningen mättes även fuktinnehållet i bågträet. Mätning med träfuktmätare gav fuktkvotsvärden i intervallet 8-9%. Desorptionsisotermen för trä visar att 40 % RF ungefär svarar mot fuktkvoten 9 %.

Vid leverans av bågarna kan antas att dessa hade fuktkvoten ca 12%. Bågarna är i hörnen limmade och fixerade med två klammer. Avståndet från V-fogens ena kant (figur 2.26) är ca 20 mm.



Figur 2.26 Skador på fogmassetätningar i bågar med fogmassa nr 2.

Om vi antar att krympningen tvärs fiberriktningen i bågsidostycket sker i en riktning mellan tangentiell och radiell orientering blir den maximala fuktbe-  
tingade rörelsen från helt torrt trä till fiber-  
mättnadspunktens fuktkvot ca 6 % (egentligen  $(7,7 + 4)/2$  %).

Längdändringen i fiberriktningen försummas. Krymp-  
ningen vinkelrätt mot fiberriktningen då fuktkvoten  
ändras från 12 till 9% blir då  $(12-9) \times 6 \times 20/32 \times 100 = 0,1$  mm.

Ovanstående resonemang visar alltså att fogmassan ut-  
sätts för en relativt måttlig töjning då träet tor-  
kar. I glasfogens hörn sker denna deformation i två  
mot varandra vinkelräta riktningar. Den beräknade rö-  
relsen understiger dock väsentligt fogmassans rö-  
relseupptagande förmåga som är av storleksordningen  
10%. Fogmassans egen krympning på ca 15% och fogens  
utformning medför emellertid att risken för kohe-  
sions och adhesionsbrott ökar.

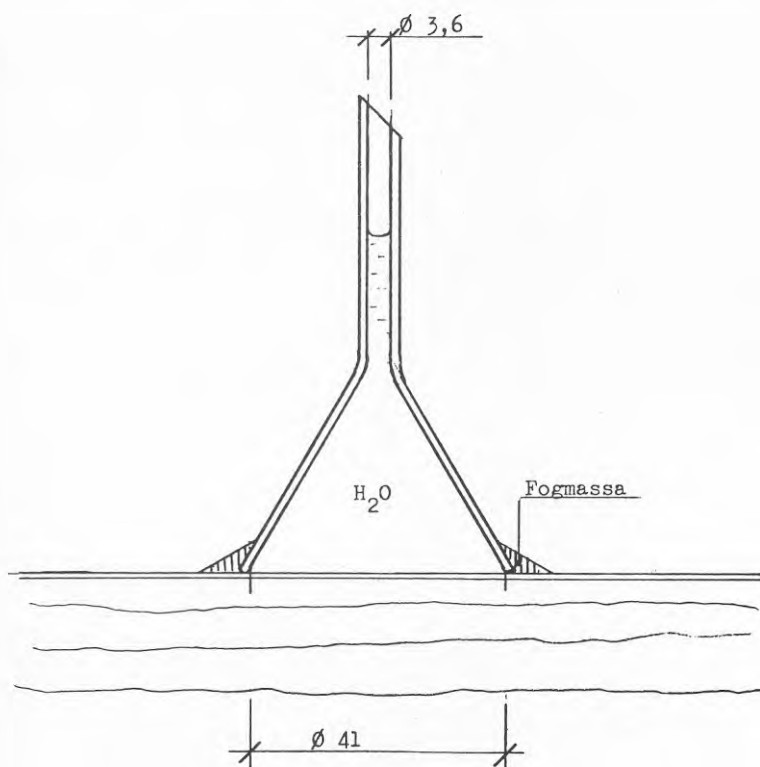
De bågar som exponerats utomhus uppvisar ej ovan-  
stående skadebild. Detta beror sannolikt på att båg-  
träet ute har fuktats upp jämfört med tillverknings-  
tillfället, och på att fogmassan uppvisar mindre  
krympning på grund av viss vattenabsorption.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att fogmassa nr  
1 har fungerat bra då bågarna har torkat. Fogmassa nr  
2 däremot har en rörelseupptagande förmåga som är  
något i underkant för de använda dimensionerna i  
provbågarna. Det kan därför finnas anledning att vid  
nyttillverkning av fönster öka fogbredden i båghörnen  
så att den blir av samma storleksordning som vid fo-  
gen mellan glas och trä.

## 2.9

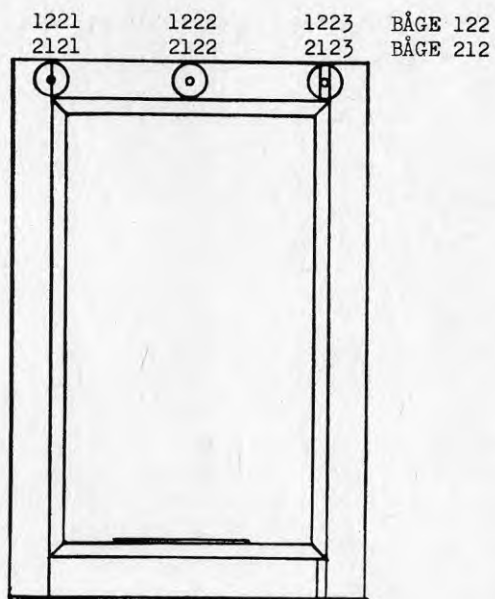
Undersökning av provbågarnas  
vattentäthet

Av de bågar som förvarats på laboratoriet vid LTH (se 2.8) användes bågar nr 122 och 212 till en undersökning av vattentäthet. Bågarna lades upp horisontellt med utsidan uppåt och glastrattar enligt Figur 2.27 applicerades i de punkter som framgår av Figur 2.28. Vatten, tillsatt med vätmedel för att underlätta påfyllningen, hölls i trattarna och vattenytans sjunkning i tratten observerades. I de punkter där läckaget var stort gjordes avläsning efter hand som tratten tömdes. Slutavläsning gjordes efter 11 timmar då de små läckagen avlästes. Resultatet framgår av Tabell 2.13.



Figur 2.27 Glastratt för vattentäthetsprov





Figur 2.28. Placering av glastrattar vid vattentäthetsprov

Tabell 2.13 Vattenläckage i bågar vid provning med trattmetod ml/h. Värdena är ungefärliga.

Punkt	Läckage	Anmärkning
1221	8	Spricka i färg vid fog
1222	0.01	
1223	70	Adhensionsbrott vid fogmassa
2121	500	Spricka i färg vid fog
2122	0.04	
2123	0.02	Massafogen oskadad

Resultatet pekar med all önskvärd tydlighet på vikten av täta hörnfogar. Det är möjligt att en modifierad trattmetod kan vara ett komplement till andra metoder för accelererad provning av träfönster.

#### 2.10 Undersökningar vid NIF 1981-82

De fyra provbågar nr 113, 123, 213 och 223 som överlämnades till NIF ställdes upp utomhus vid laboratorierna i Hörsholm 1981-02-17 med utsidan vänd mot söder och med lutning 45° mot horisontalplanet.

Från ett utgångsläge med en fuktkvot av 7-8 % skedde under de två första månaderna en viss uppfuktning som sedan avstannade under sommaren. På grund av lutningen fungerade inte droppnäsorna av fogmassa som avsetts, varför stora fukthalter uppstod i bågsidostyckenas nedre ändar. Det visade sig även att akrylatfogmassan (typ 2) gav ett något sämre skydd mot uppfuktning än den oljebaserade. Färgtypen tycktes ha mindre betydelse för uppfuktningen under denna period.

Bågarnas övre del var under de fem första månaderna skyddade av en bräda. Som framgår av Figur 2.29 ökade fuktkvoten obetydligt här. När bågarna flyttades till en ställning utan skyddande bräda steg fuktkvoten snabbt till värden av samma storleksordning som i underkant. Fuktkvoten mitt på höjden i bågsidostyckena var markant lägre än vid hörnen.

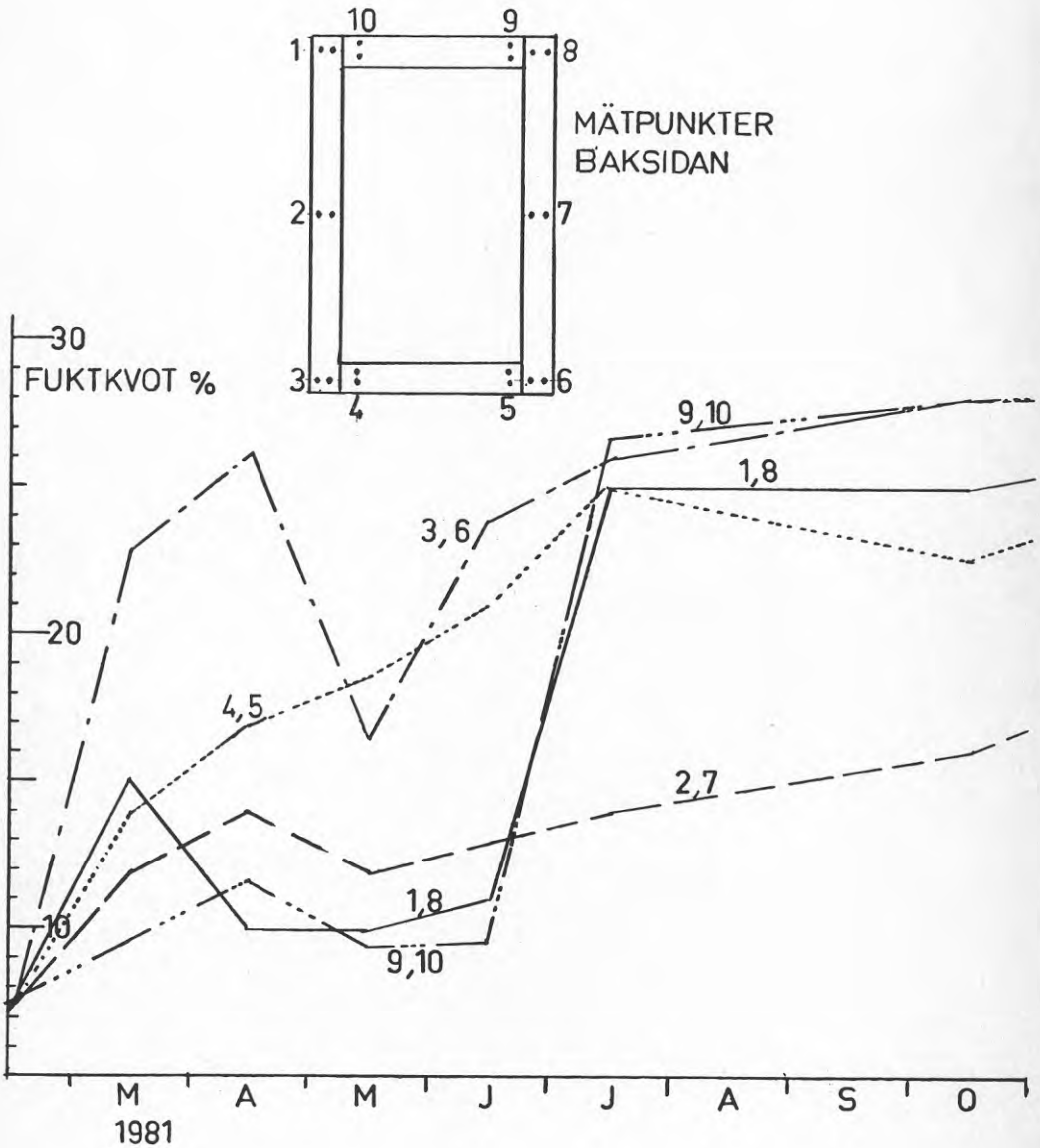
Under hösten 1981 steg fuktkvoten ganska långsamt men under vintern var fönstren tidvis belagda med snö som kunde ligga kvar tack vare att lutningen inte var mera än 45° mot horisontalplanet, se Figur 2.30. Under denna period steg fuktkvoten mycket kraftigt. I mitten av mars togs prover av trä i bågsidostycken ur två av bågarna 80 mm uppifrån respektive nedifrån på framsidan. Efter torkning i 19 timmar i 105°C fastställdes fuktkvoten genom vägning. Det akrylatbehandlade fönstret hade 78 % fuktkvot i övre delen och 119 % i nedre. Motsvarande siffror för det alkydmålade fönstret var 93 % respektive 128 %.

På grund av den kraftiga fuktbelastningen från snön påverkades också fogmassorna. Nedtill på det ena fönstret hade den oljebaserade fogmassan börjat släppa mot glaset. Droppnåsan av oljebaserad fogmassa hade också släppt på ett parti.

På grund av träets stora svällning tvärs fibrerna hade tandningar på 2-3 mm uppstått i samtliga båg-hörn, se Figur 2.31. Den fogmassa som utgör droppnåsa hade icke kunnat ta upp denna rörelse vid hörn utan massafog utan att släppa från ändträet i bågsidostycket vid hörnfogen.

Samtliga fogar i hörn med fogmassa var intakta. Fogmassorna var starkt nedsmutsade. Den oljebaserade fogmassan var fläckig och en mikroskopisk undersökning visade fullt utbildade hyfer av mögelsvamp. Inga sprickor eller släppor i färgen konstaterades på bågarnas ytor, förutom de som uppstått vid fuktmätningarna.

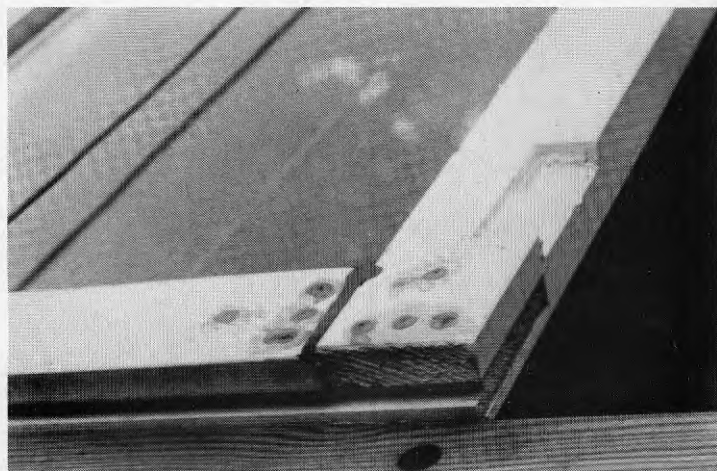
På ett av de akrylatbehandlade fönstren konstaterades svampbildning i form av svarta prickar. En undersökning i svepelektronmikroskop gav vid handen att svampen troligen var *Aureobasidium pullulans*, en icke primärt träförstörande svamp.



Figur 2.29 Fuktkvot i bäge 213 under utomhusexponeringens början vid NIF. Borttagningen av det övre skyddet i juni har gett stort utslag vid punkterna 1, 8, 9 och 10.



Figur 2.30 Provställning vid NIF, Hörsholm, belagd med snö. Fotot taget 1982.01.08.



Figur 2.31 Nedre hörn av båge 223, fotograferat 1982-09-13. Träets svällning har gett upphov till tandningar. Urtaget i båg-sidostycket härrör från fuktbestämning enligt torrviktsmetoden.

Den höga fukthalten i träet sjönk långsamt. I början av juni 1982 låg vid de flesta mätpunkterna fuktkvoten högt över fibermättnadspunkten. Ytterligare uttorkning skedde under sommaren. Den 12 juni togs nya prover av träet omedelbart ovanför de tidigare provställena. Fuktkvoten fastställdes ånyo med torrviktsmetoden. Akrylatfönstrets övre del hade 37 % fuktkvot och den nedre 30 %. Värdena för alkydfönstret var 26 % respektive 44 %. Vid mätningar med Protimeter den 13/9 1982 låg de flesta mätpunkterna i bågarnas framsida över fibermättnadspunkten. Vid en jämförande mätning på baksidan visade den något lägre värden. Skillnaden tros bero på nederbörd i form av regn och dagg som påverkar bågarna mycket vid den lutning som de står placerade i. I de bågstycken som hade högst fuktkvot var träet uppmjukat.

För att kontrollera ytbehandlingens vattenavvisande förmåga efter åldring testades träbitar som åldrats utomhus i 1 1/2 år tillsammans med provbågarna. En trätt anslöts till träbitarnas utsida och fylldes med vatten.

Som referens användes en icke åldrad, obehandlad träbit. Vatteninträningen blev på 24 timmar för det obehandlade träet  $0,032 \text{ l/m}^2 \times \text{h}$ . Motsvarande värde för akryllatex - respektive alkydbehandlat trä blev  $0,004$  respektive  $0,001 \text{ l/m}^2 \times \text{h}$ . Ytbehandling hade alltså upprätthållit en betydande vattenavvisande förmåga, jämfört med obehandlat trä.

## 3 FÖRSLAG OCH KOMMENTARER

## 3.1 Provisoriska rekommendationer för åtgärder vid ommålning

På basis av hittills framkomna erfarenheter kan här ges provisoriska rekommendationer till åtgärder i vissa fall vid ommålning av fönster.

Förekommer koncentrerade avflagningar av färgskikt på utsidan och bortfall av kitt i fönstrens nedre del utan att träet har angripits av röta bör följande utföras före målning.

Efter sedvanlig kontroll av träets fuktkvot skrapas all lös färg bort och ytorna renslipas. Löst kitt avlägsnas.

Alla fogar mellan trästycken i fönstrets nedre del och vid fönsterbleck skäres upp så att ett triangulärt dike med minst 5 mm sida bildas. Eventuella sprickor i träet vidgas med ett spetsigt verktyg till en bredd av 2-3 mm. Alla skarpa kanter där färgen inte täcker rundas av. Tomma kittfogar, uppskurna fogar och sprickor fylls med fogmassa sedan en eventuell grundning utförts enligt fogmassetillverkarens anvisningar. Droppnåsan nedtill på bågarna förses med en sträng av fogmassa enligt Figur 3.1.

Förekommer färgavflagningar på bågbottnestycken vid glasens insidor bör man försöka åtgärda detta så att man så mycket som möjligt närmar sig den utformning som framgår av Figur 3.2. Om detta stöter på svårigheter bör man åtminstone lägga en triangulär sträng med fogmassa vid glasets anslutning till träet. Tvärsnittsmåttet i denna fogsträng bör helst vara cirka 5 mm men estetiska hänsyn kan göra att man måste minska tvärsnittet.

Efter läggning av fogmassan ska denna ges erforderlig tid att härda innan målning sker, varvid massan övermålas.

### 3.2 Förslag till åtgärder vid nytillverkning av fönster

Vid tillverkning av fönster av oimpregnerad splintved av furu, där fönstren inte skall vara plåtklädda, bör man i fönstrens nedre del i möjligaste mån undvika diskontinuiteter i ytor utsatta för nederbörd eller kondens. De som inte går att undvika måste skyddas mot kapillär vatteninträning. Fogar trä-trä, trä-glas och trä-metall bör utföras med fogmassa. Översida av karmbottenstycke skyddas med starkt lutande fönsterbleck som dräneras och luftas. Bågbottnestyckenas översida utföres med lutning från glasinvidsidan. Horisontella drivvattenrännor undviks. Droppnäsor skyddas med en sträng av fogmassa. Skarpa kanter på träprofiler undviks. Vid ytbehandlingen övermålas även fogmassan. Fogmassan bör ha en kulör som så nära som möjligt liknar ytbehandlingen.

Förslag till utförande av fönstrets nedre del framgår av Figur 3.1 och 3.2. Med hänsyn till att konstruktionen såvitt bekant är delvis ny bör den testas i slagregnsapparat för att undersöka om den är säker mot vatteninträning i fogen mellan båge och karmbottenstycke.

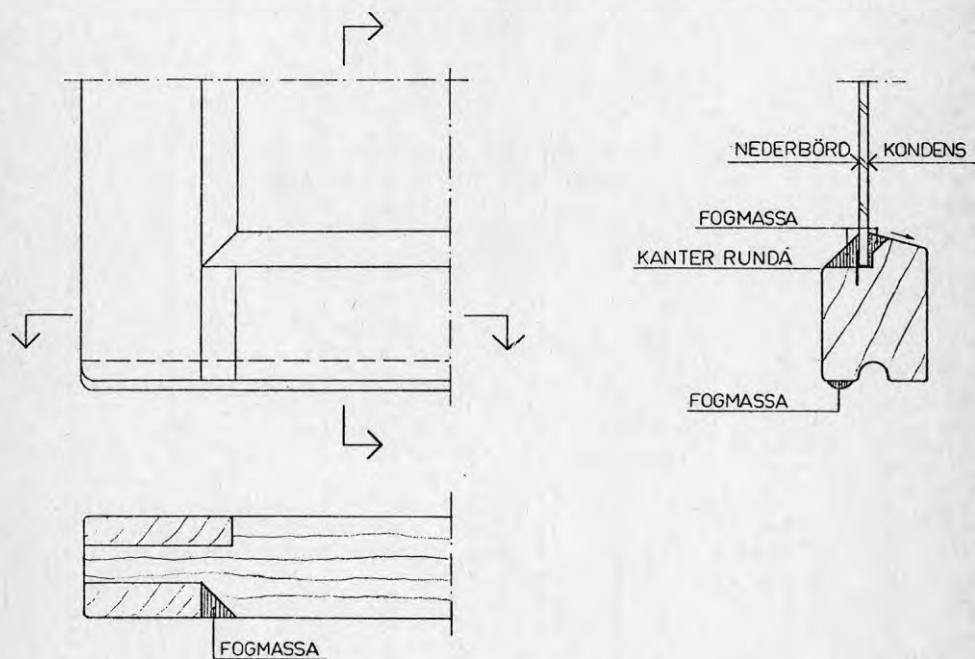
### 3.3 Kommentarer

Ett träfönster utsätts för angrepp av fukt i olika form som t ex tinande snö och rimfrost, regn, dagg, kondens och luftfuktighet. Av dessa olika former syns tinande snö ha större betydelse än vad man hittills har uppmärksammat, se 2.10 och Hasselblad & Andersson (1972). De allvarligaste angreppen sker av fukt i vätskefas vid de diskontinuiteter som finns i fönsterkonstruktionens nedre del. Speciellt kraftig uppfuktning sker där det förekommer oskyddat ändträ som t ex i uppspruckna hörnfogar. Den uppsugna fukten har svårt att passera ut genom ytbehandlingen, speciellt om denna är av en tätare typ, utan att skador uppstår.

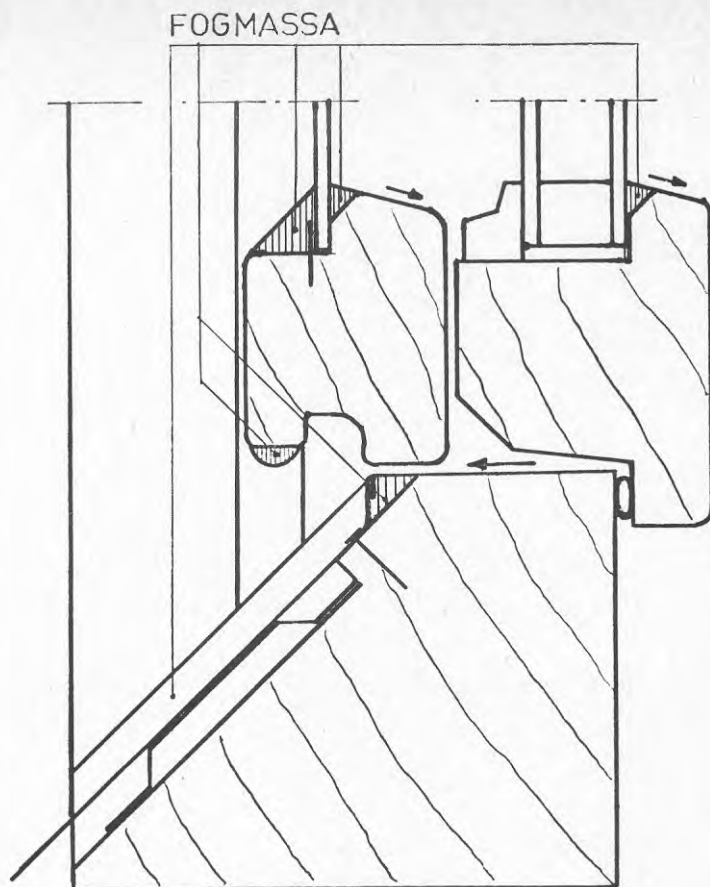
Fogmassor kan användas som skydd mot inträngning av fukt vid diskontinuiteterna i fönstret. De plastiska fogmassor som använts i dessa undersökningar bör övermålas, speciellt de oljebaserade, då dessa annars har en viss tendens att släppa mot glas. Dessutom har det visat sig att missfärgningar av olika slag kan uppstå på fogmassans yta. Med hänsyn till att färgskiktet kan spricka, bör fogmassan ha kulör så nära färgen som möjligt.

Vid all målning av fönster bör i första hand oskyddat ändträ ges en noggrann behandling.





Figur 3.1 Principförslag till utformning av hörn i ytterbåge i nyproducerade träfönster.



Figur 3.2 Principförslag till utformning av bågbottenstycken och karmbottenstycke i nyproducerade inåtgående träfönster. Konstruktionen bör slagregnprovas.

Den utomhusexponering av nyttillverkade provbågar som utförts har inte ännu lett fram till resultat som helt återspeglar de skador som inträffar i fönster på befintliga hus. Det är osäkert om den fria uppställningen i en lutande ställning ger en relevant bild av verkligheten i en husfasad. En alltför stor lutning ger kraftigt ökad påverkan av nederbörd. Detta kan ha medfört att årsmedelfuktkvoten ligger betydligt högre än vad som normalt förekommer vid byggnader. Det kan också ha medfört att uttorkning ej har skett i den omfattning som normalt sker. Uttorkningen vid förvaringen av några av bågarna på laboratoriet gav utslag i form av sprickbildning i båghörn. Detta ger en antydan om att det kan vara lämpligt att vid accelererad provning förvara bågarna växelvis i utomhusklimat och i torkskåp så att fuktcyklerna blir fullt utbildade.

Det är möjligt att de målningsskador som konstaterats i praktiken ofta beror på mycket ytliga, snabba uppfuktningar som sker i närheten av diskontinuiteterna, samtidigt som träet i övrigt påverkas mera långsamt. Undersökningen av vattentätheten i kapitel 2.9 tyder på detta.

Med ledning av utförda försök och iakttagelser av inträffade skador kan det anses sannolikt att en uppsprucken fog i ett båg- eller karmhörn kan medföra stora och snabba lokala växlingar i träets fuktkvot intill fogen. De rörelser som därvid sker medverkar till sprickbildning i färgskiktet. I extrema fall kan sprickorna i fogarna leda till röta i de anslutande trästyckena.

#### 3.4 Förslag till fortsatta undersökningar

Det försök som påbörjats i detta projekt vid fastigheten Grönegatan 34 i Malmö och utomhusförsöken med provbågar vid LTH och NIF bör fortsättas så att långtidserfarenhet av den tillämpade metoden erhålles.

Fältundersökningar i större skala bör företas på lämpliga fastigheter där färgavflagning har uppstått på utsidan av de nedre hörnen.

Försöken bör läggas upp så att vartannat fönster fogas och förbereds så som angetts i 3.1 och vartannat behandlas på traditionellt sätt.

Nederbördens inverkan på fukttillståndet i och intill diskontinuiteterna i träfönster bör studeras på befintliga byggnader. Speciellt bör inverkan av tinande snö studeras där sådan kan ansamlas vid fönstrets nedre del.

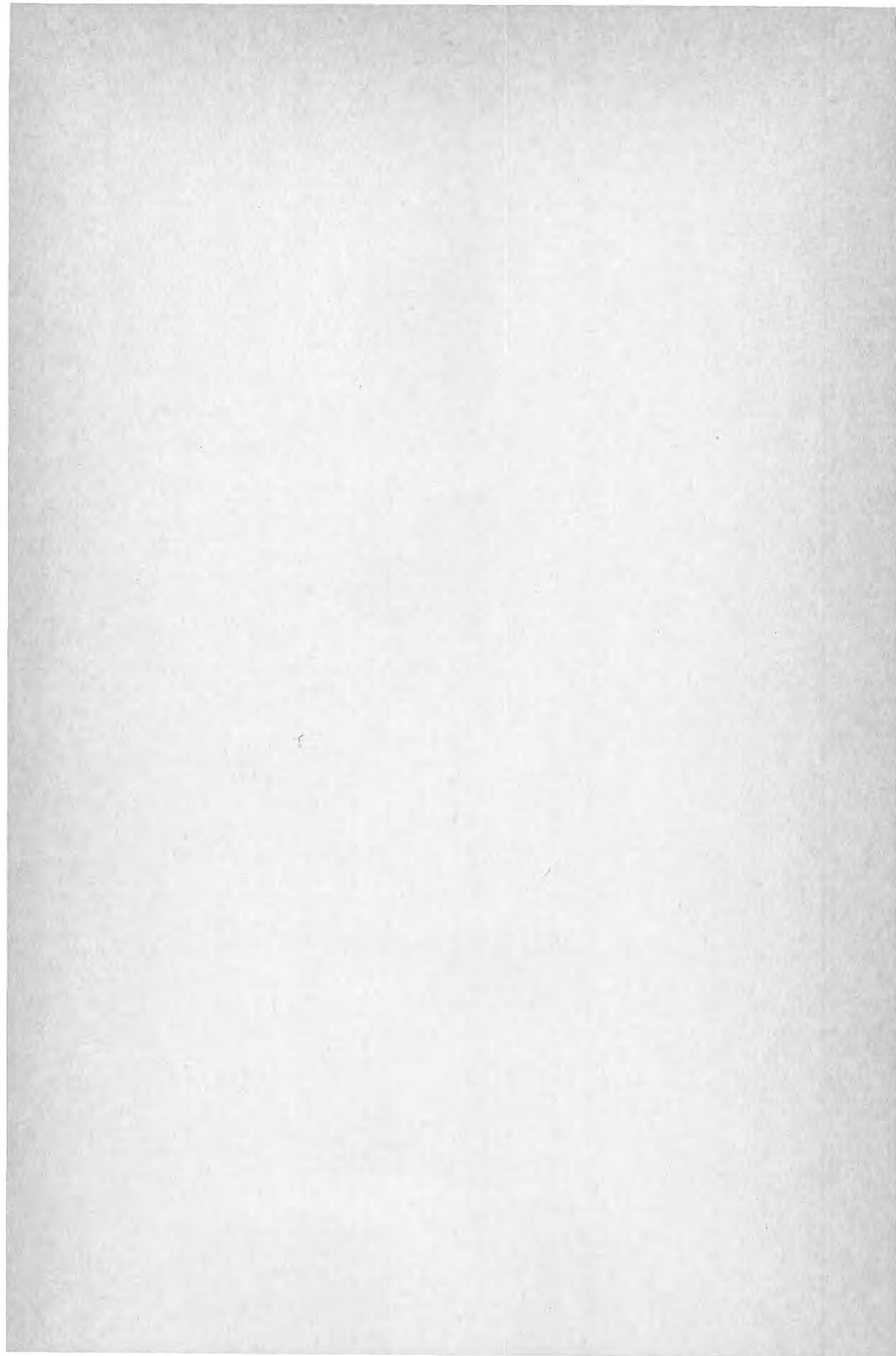
Försök med nytillverkade fönster med detaljer enligt 3.2 bör utföras.

Påbörjade utomhusförsök med provbågar bör kompletteras med växelvis förvaring i torkskåp för att utröna effekten av större variationer i fukttillståndet.

## LITTERATUR

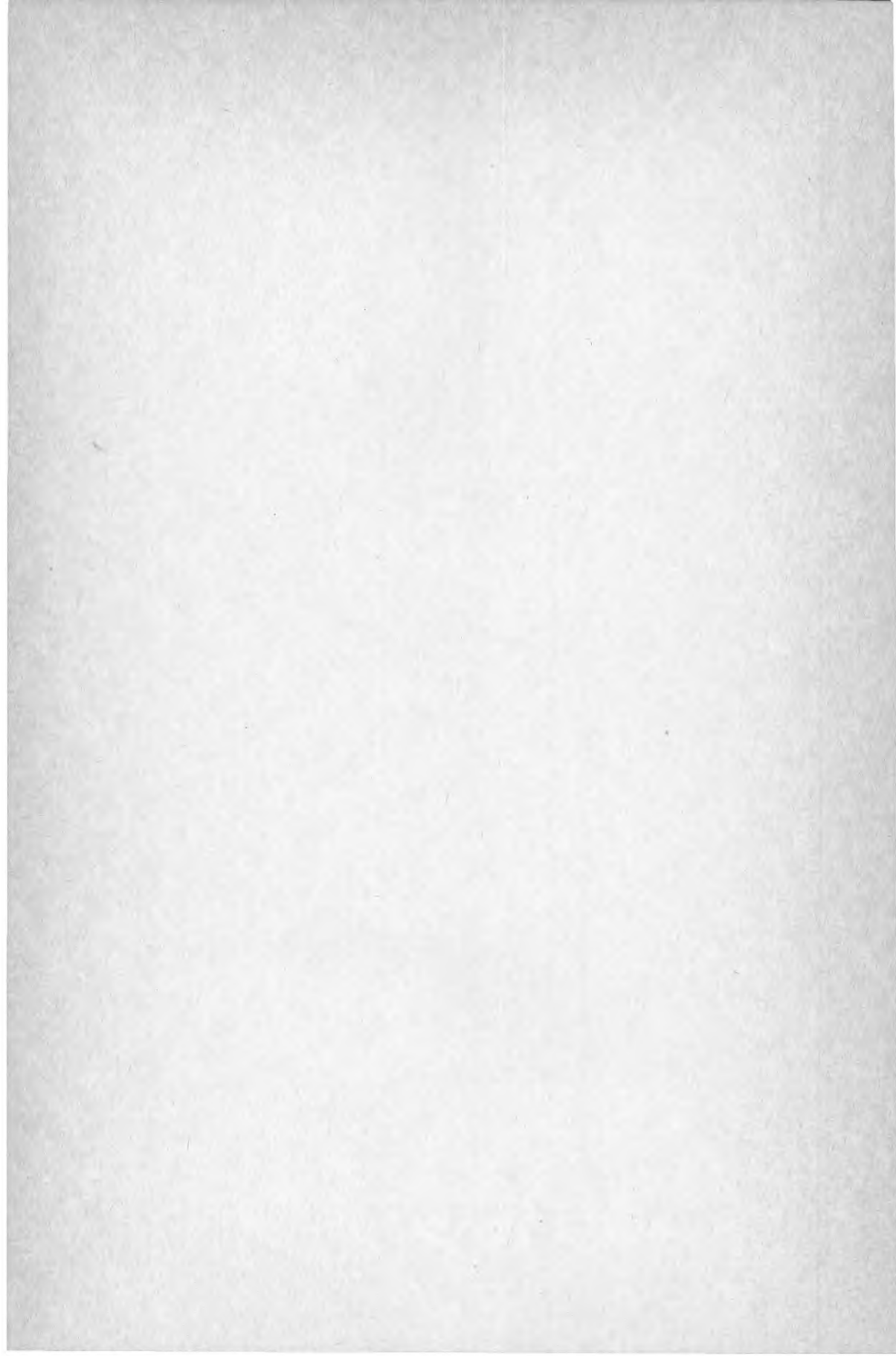
- Andersson, A-C, Gaffner, D, 1980, Fukt i fönster (Lunds Tekniska Högskola), Lund.
- Berntsson, L, 1982, Ytbehandling och impregnering av bruk och betong. Byggforskning 8:1982, Stockholm.
- Burström, P G, 1982, Materialproblem vid enkelglasning av fönster. (Lunds Tekniska Högskola), Lund.
- Hajek, B, 1973, Elektriska fuktkvotsmätare. (Svenska Träforskningsinstitutet), Stockholm.
- Bjerking, SE, 1979, Fönster (Statens Råd för byggnadsforskning), Rapport R150:1979, Stockholm.
- Hasselblad V, Andersson K A, 1972, Fogar i betongelementfasader, (Statens Råd för byggnadsforskning), Rapport R42:1972, Stockholm.
- Huldén, M, Hansen, C M, 1981, Fukttransport i målat trä. Del 1. Permeabilitet - Ändräsbehandling, (Nordiska Institutet för Färgforskning), Hörsholm.
- Johansson, F, 1969, Färgskikt och fukt (Statens Institut för Byggnadsforskning), Stockholm. Rapport 47:1969.
- Lindberg, B, Nilsson, E, 1978, Ytbehandling av trä, (Nordiska Institutet för Färgforskning), Köpenhamn.
- Nevander, L E, Elmarsson, B, 1981, Fukthandbok, (AB Svensk Byggtjänst), Stockholm.
- Nilsson, E, Hansen, C M, 1979, Moisture movement in painted wood, (Nordiska Institutet för färgforskning), Hörsholm.
- Sandström, P, Öberg, M, 1979, Studium av invändig ytkondens på fönster, (Kungliga Tekniska Högskolan), Stockholm.
- Thunell, B, 1952, Trä, dess byggnad och felaktigheter, (Byggstandardiseringen), Stockholm.
- Walter, A H, 1969, Ytbehandlingsteknik, (Lunds Tekniska Högskola), Lund.













**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
800479-2 från Statens råd för byggnadsforskning  
till AB Skånska Cementgjuteriet, Tekniska  
avdelningen, Malmö.**

**R141: 1983**

**ISBN 91-540-4033-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700841**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

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

**Cirka pris: 25 kr exkl moms**