

MÅSTE FÖNSTERVIRKE KOMMA FRÅN NORRA SVERIGE, OCH VAD BETYDER YTBEHANDLINGEN?

EXAMENSARBETE UTFÖRT AV

MARIA PAULSON
GÖTEBORG OKTOBER 1996

Nyckelord:

fukt

färg

fönster

deformation

trä

Examensarbete E-96:2

Arb.nr 582

ISSN 1104-893x

ISRN:LUTVDG/TVBK--5082--SE

ISSN 0349-4969

Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Byggnadsmaterial
412 96 Göteborg
Sverige

Tel: (+46) 031 77210 00
Fax: (+46) 031 772 22 96

Lunds Tekniska Högskola
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Box 118
221 00 Lund
Sverige

Tel: (+46) 046 222 95 03
Fax: (+46) 046 222 42 12

ABSTRACT

Pine (*Pinus sylvestris*) from middle and southern Sweden for window frames has been compared with respect to moisture transfer characteristics, knot penetration, and deformation. The influence of some coating systems on window frames has also been studied.

Among the investigated types of wood, there was no difference of importance between wood from Västervik (Småland) and Rättvik (Dalarna) with annual ring width of 1 mm, and treated with the same coating. The coating has the greatest importance in this investigation. Especially the treatment with Chinese tung oil was of vital importance.

Keywords: window, pinewood, growing site, width of annual ring, coating, moisture content, vapour transmission, deformation

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

sid

FÖRORD

SAMMANFATTNING 1

EXTENDED ABSTRACT 2

BETECKNINGAR 4

1. INLEDNING 5

1.1 BAKGRUND 5

1.2 SYFTE 5

1.3 GENOMFÖRANDE 5

2. MATERIAL 6

2.1 VIRKESTYPER 6

2.2 FÄRGTYPER 7

2.3 MATERIAL TILL FUKTEGENSKAPSTEST 7

2.4 MATERIAL TILL DENSITETSMÄTNING 7

2.5 MATERIAL TILL FUNKTIONSTEST 8

3. METOD - GENOMFÖRANDE 10

3.1 FUKTEGENSKAPSTEST 10

3.1.1 Fukttransportförmåga enligt koppmetoden 10

3.1.1.1 Försöksuppställning 11

3.1.1.2 Genomförande 12

3.1.2 Fuktbindningsförmåga-Sorptionsisoterm 14

3.1.3 Densitetsmätning 14

3.2 FUNKTIONSTEST ENLIGT L-JOINTMETODEN 16

3.2.1 Försöksuppställning 16

3.2.2 Genomförande 17

3.2.2.1 Klimatbelastning 17

3.2.2.2 Fuktkvotsmätning	19
3.2.2.3 Skaderegistrering	19
3.2.2.4 Deformationsmätning	20
4. RESULTAT	22
4.1 FUKTEGENSKAPSTEST	22
4.1.1 Fukttransportförmåga	22
4.1.1.1 Samband växtort-fuktkvot	25
4.1.1.2 Samband årsringsbredd-fuktkvot	25
4.1.1.3 Samband växtort-ånggenomsläpplighet	26
4.1.1.4 Samband årsringsbredd-ånggenomsläpplighet	26
4.1.2 Fuktbindningsförmåga-Sorptionsisoterm	26
4.1.2.1 Samband årsringsbredd-fuktkvot	26
4.1.2.2 Samband växtort - fuktkvot	26
4.1.2.3 Samband densitet - årsringsbredd - växtort	27
4.2 FUNKTIONSTEST	28
4.2.1 Fuktkvotsmätning	28
4.2.1.1 Samband virkestyp-fuktkvot	29
4.2.1.2 Samband ytbehandling-fuktkvot	29
4.2.1.3 Samband skador-fuktkvot	30
4.2.1.4 Samband klimat-fuktkvot	30
4.2.2 Skador	31
4.2.2.1 Sprucken fog	31
4.2.2.2 Kvistgenomslag	32
4.2.2.3 Annan färgskada	34
4.2.2.4 Annan träskada	34
4.2.3 Deformationsmätning	35
4.2.3.1 Samband virkestyp-deformationer	36
4.2.3.2 Samband ytbehandling-deformationer	36
5. DISKUSSION	37
5.1 VIRKESKVALITET	38
5.1.1 Växtort	38
5.1.2 Årsringsbredd	39
5.2 YTBEHANDLING	39
5.3 JÄMFÖRELSE MELLAN TVÅ VANLIGA FÖNSTERTYPER	41
5.4 KONSTRUKTION	42
5.5 FÖRSLAG PÅ FÖRBÄTTRINGAR	42
5.6 UNDERSÖKNINGSMETODER	42
5.6.1 Koppförsök	42
5.6.2 L-jointtest	42

6. SLUTSATSER	44
7. REFERENSER	45

APPENDIX A FÄRGFAKTA-PRODUKTBLAD

APPENDIX B VÄDERSTATISTIK

APPENDIX C KALIBRERING AV RF-GIVARE

APPENDIX D DENSITETSBERÄKNINGAR

APPENDIX E RF-FÖRDELNING GENOM PROVBIT

APPENDIX F UTDRAG UR VALFRID KARLSON INREDNINGS OCH
FULLÄNDNINGSARBETEN 1915

FÖRORD

Måste fönstervirke komma från mellan eller norra Sverige för att fönstren skall bli bra? Hur viktigt är valet av ytbehandling? Detta undrade bland andra Södra Timber som initierade examensarbetet. Det har genomförts på Institutionen för Byggnadsmaterial, Chalmers Tekniska Högskola, under våren och sommaren -96, med Stefan Hjort som handledare. Det har examinerats på Avdelningen för Bärande Konstruktioner, Lunds Tekniska Högskola av Tomas Alsmarker. Kontaktperson på Södra Timber har varit Thomas Thörqvist och trämaterialiet har tillhandahållits av RM snickerier AB i Vimmerby.

Jag vill tacka alla de på Institutionen för Byggnadsmaterial, CTH, som givit mig mycket hjälp och goda råd. Speciellt min handledare Stefan Hjort som har varit ett stort stöd. Många värdefulla synpunkter har jag också fått från Tomas Alsmarker, Thomas Thörnqvist, Rune Rydell, och Torbjörn Elowson.

Till sist vill jag tacka Anders !

Göteborg i oktober 1996

Maria Paulson

SAMMANFATTNING

Bakgrunden till arbetet är att de flesta träfönstertillverkare använder furuvirke från mellan och norra Sverige. Det sydsvenska furuvirket anses ha för dålig kvalitet och därför inte lämpligt till fönster. Södra Timber menar dock att virke från södra Sverige, rätt sorterat, lämpar sig lika bra som virke från mellan och norra Sverige till fönstertillverkning.

Målet med detta examensarbete har varit att undersöka om det finns några betydelsefulla skillnader mellan virke från mellan (Rättviksområdet) och södra (Västerviksområdet) Sverige för aktuell tillämpning. I målsättningen har också ingått att undersöka några olika ytbehandlingar på fönsterbågar.

Två olika typer av undersökningar gjordes:

- Ett funktionstest där förändringar i funktionen hos fönsterbåghörn utsatta för klimatbelastning har genomförts. Bågarna har varit målade med tre olika färgsystem. Följande parametrar studerades: fuktupptagning, färgskador, träskador, kvistgenomslag och klimatrelaterade deformationer.
- Fukttransportegenskaper har undersökts vid koppförsök. Dessutom har sorptionskurvor framtagits.

De viktigaste resultaten av undersökta virkestyper och ytbehandlingar är:

- Virke från Rättvik med årsringsbredd 1 mm är mindre genomsläppligt för fukt än virke från Västervik med både årsringsbredder på 1 och 2 mm.
- Sorptionskurvan för virke från Rättvik 1 mm ligger lägre än kurvorna för virke från Västervik 1 och 2 mm, vilka sammanfaller.
- Fuktkvoten vid klimatexponering i funktionstestet var lägst hos båghörn av virke från Västervik behandlade med kinesisk träolja, grundade med tvåkomponents polyuretangrundfärg och målade med alkydoljefärg.
- Fuktkvoten vid klimatexponering i funktionstestet var högst hos båghörn av virke från Rättvik grundade med tvåkomponent polyuretangrundfärg och målade med alkydoljefärg. Orsaken är att de inte behandlats med kinesisk träolja.
- Minst deformationer efter klimatexponering i funktionstesten hade båghörn av virke från Västervik behandlade med kinesisk träolja, grundade med tvåkomponents polyuretangrundfärg och målade med alkydoljefärg.
- Mest deformationer efter klimatexponering i funktionstesten hade båghörn av virke från Rättvik grundade med tvåkomponent polyuretangrundfärg och målade med alkydoljefärg. Orsaken är att de inte behandlats med kinesisk träolja.

Följande slutsatser kan dras av genomförda undersökningar:

- Det tycks inte vara någon avgörande skillnad mellan de undersökta virkena med årsringsbredd 1 mm från Västervik och Rättvik.
- Ytbehandlingen har den största betydelsen för resultaten i denna undersökning. Speciellt behandlingen med kinesisk träolja har haft en positiv inverkan.

EXTENDED ABSTRACT

During the last decades windows made of wood have been a building element with lots of problems. Damage caused by rot fungi have been found in houses from the sixties and seventies, while many older houses have undamaged windows. There has been much speculation about the reason for this problem. Does it depend on the quality of the wood, the painting or the construction, or is it maybe a combination of all these factors? The quality of the wood is said to depend on the the annual ring width, which depends on the growing site and forest management. The time of felling, selection method, and the transportation, storing and drying of wood may also be other factors of influence.

Some people say that the growing site is the most important factor for the wood quality. Most of the window manufacturers in Sweden use pine from the northern part of Sweden. They think that wood from the southern part of Sweden has too wide annual rings and poor quality in general.

The aim of this investigation was to study if there were any differences of importance for this purpose between wood from the northern (Rättvik), and southern (Västervik), parts of Sweden. Another aim was to study the differences with respect to moisture uptake etc. between some coating systems on window frames.

Three different types of wood have been included in the test:

- Pine from Västervik with annual ring width of 2 mm (Vvik 2)
- Pine from Rättvik with annual ring width of 1 mm (Rvik 1)
- Pine from Västervik with annual ring width of 1 mm (Vvik 1)

Three different types of coatings have been included in the test:

- Chinese tung oil (priming oil) + polyurethane primer + alkyd oil paint (In Figure 1: china+pr+alk)
- Chinese tung oil (priming oil) + linseed oil paint (In Figure 1: china+lin)
- Polyurethane primer + alkyd oil paint (In Figure 1: pr+alk)

Two different types of testmethods have been used:

- A full scale test, L-joint method (European standard EN 330 1993) where window frames (L-joints) were exposed to climatic cycles and the following parameters were studied: variation of moisture content, damage to paint, damage to wood, knot penetration and deformations.
- Moisture transfer characteristics of have been studied with the cup method and sorption curves for the wood material have been constructed.

Among the results for the investigated types of wood the following can be mentioned:

- The moisture flow and the vapour transmission through the sample in the cup method are less for wood from Rättvik, 1 mm, than for wood from Västervik, 1mm. An explanation for this can be that the wood from Rättvik contains more lignin than wood from Västervik, and lignin is the least hygroscopic part of the woodcell. (Thörnqvist 1996) and (Nilsson 1988)
- The sorption curve is lower for the wood from Rättvik 1 mm than for the wood from Västervik, both 1 and 2 mm, which are the same.
- The lowest moisture content (9-13 %) in the L-joint test was obtained for window frames made of wood from Västervik 1 mm, and treated with Chinese tung oil (priming oil) +

primer + alkyd oil paint, see Figure 1. The wood from Rättvik 1 mm with the same coating has a higher level of moisture content. The reason for this can be that the wood from southern Sweden has a higher proportion of late wood than wood from northern Sweden, with same annual ring width, and the late wood has lower permeability. (Thörnqvist 1990 & 1992)

- The highest moisture content (11-24 %) in the L-joint test was obtained for window frames made of wood from Rättvik 1 mm, and treated with primer + alkyd oil paint. The reason for the high moisture content values are the lack of treatment with priming tung oil, see Figure 1.
- The least deformed window frames in the L-joint test were window frames from Västervik 1, mm, treated with Chinese tung oil (priming oil) + primer + alkyd oil paint.
- The most deformed window frames in the L-joint test, were window frames from Rättvik 1, mm, treated with primer + alkyd oil paint. The reason for the larger deformation is the lack of treatment with priming tung oil.

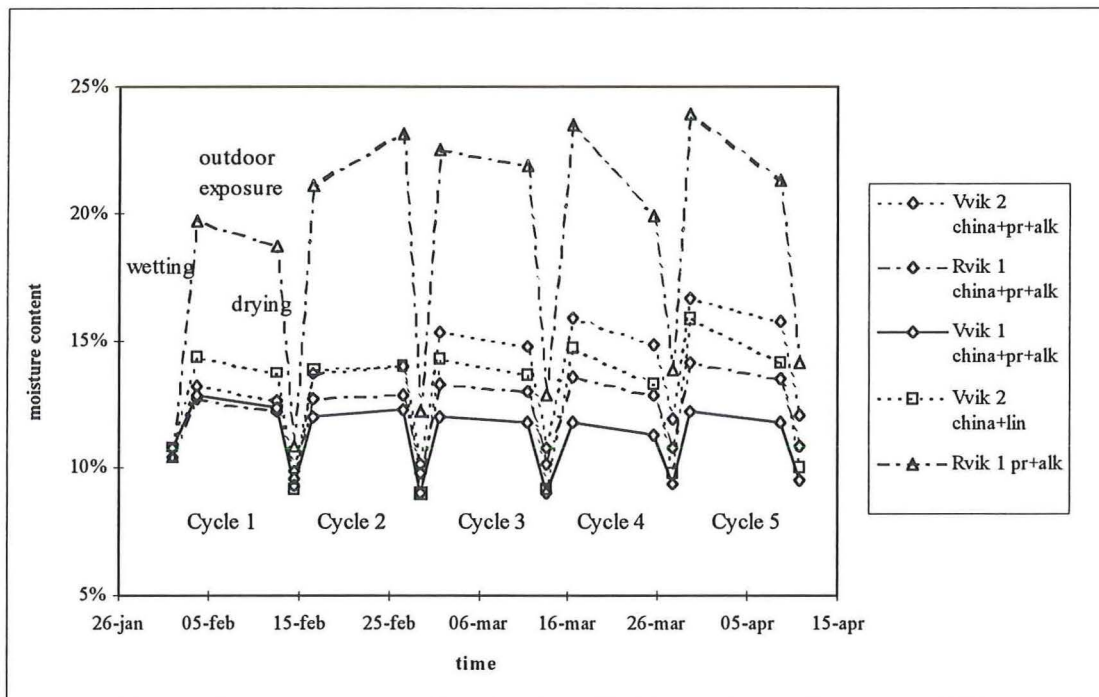


Figure 1 Variation in moisture content during the climate cycles which the window frames were exposed to.

Conclusions:

- Among the investigated types of wood, there seems to be no difference of importance with respect to moisture content, damage of paint, damage of wood, knot penetration and deformations between wood from Västervik 1 mm and Rättvik 1 mm, treated with the same coating.
- The results of the investigation show that the coating, especially the treatment with Chinese tung oil were of crucial importance with respect to moisture content, damage of paint, damage of wood, knot penetration and deformations.

BETECKNINGAR

c	ånghalt	kg/m^3
c_m	mättnadsånghalt	kg/m^3
m	massa	kg
q_m	fuktföde	$\text{kg/m}^2\text{s}$
RF	relativ fuktighet	
t	tid	s
u	fuktkvot	kg/kg
x	lägeskoordinat	m
δ	ånggenomsläplighet	m^2/s
ϕ	relativ fuktighet	

1. INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Under de senaste årtiondena har fönster varit en problemdrabbad byggnadsdel. Rötskador har upptäckts på fönster i hus byggda på 60-talet och framåt, medan många hus som är betydligt äldre har friska fönster. Orsaken till detta har diskuterats och utretts mycket: Beror det på virkeskvaliteten, ytbehandlingen, konstruktionen eller är det de yttre betingelserna som har ändrats? Eller beror det kanske på alla faktorerna i högre eller mindre grad? Virkeskvaliteten beror på bl a densitet, årsringsbredd, växtplats, skötsel, urval, avverkningstid, virkeshantering, torkningssätt, mm. De flesta träfönstertillverkare använder furuvirke från mellan eller norra Sverige, eftersom det sydsvenska furuvirket anses ha sämre kvalitet och därför inte är lämpligt för fönstertillverkning. Södra Timber anser dock att deras virke från södra Sverige, rätt sorterat, lämpar sig lika bra som mellansvenskt och norrländskt virke. I ett pågående projekt med flervåningshus av trä på Wälludden i Växjö har därför Södra Timber låtit RM Snickerier AB i Vimmerby tillverka fönster av virke från Västervik. Det finns också intresse av att vidareutveckla satsningen på träfönster i konkurrens med aluminiumfönster och andra alternativ.

1.2 SYFTE

Syftet med detta examensarbete har dels varit att undersöka om det finns några betydelsefulla skillnader mellan furuvirke från Dalarna (Rättviksområdet) och Småland (Västerviksområdet) avsett för utomhussnickerier, dels att studera eventuella skillnader mellan några olika färgsystem på fönsterbågar.

1.3 GENOMFÖRANDE

Betydelsefulla skillnader hos virkestyperna kan vara deras fuktegenskaper, beständighet mot mikrobiell nedbrytning och formförändringar. Det är också intressant att studera vilka funktionsegenskaper en färdig båge får. Två olika typer av undersökningar har gjorts:

- Fuktegenskapstest, där fukttransportegenskaper hos obehandlat virke har undersökts vid sk koppförsök. Dessutom har sorptionskurvor framtagits.
- Funktionstest, sk L-jointtest, där förändringar i funktionen hos båghörn utsatta för klimatbelastning har undersökts. Bågarna har varit målade med tre olika färgsystem. Följande parametrar har studerats: fuktupptagning, färgskador, träskador, kvistgenomslag och deformationer. Normalt studeras den mikrobiella nedbrytningen i L-jointtest, med det har inte gjorts här eftersom tiden för ett examensarbete är för kort för att studera mikrobiell nedbrytning av ved.

2. MATERIAL

2.1 VIRKESTYPER

Furuvirke (*Pinus sylvestris*) avsett för fönster från två olika växtorter har studerats:

- Det ena virket kommer från Västerviksområdet i Småland och har levererats av Södra Timber. Det är det virke som fönsterfabriken RM Snickerier AB i Vimmerby har använt i tillverkningen av fönster till Wälluddenprojektet, Växjö.
- Det andra virket kommer från Rättviksområdet i Dalarna och är det virke som fönsterfabriken normalt använder i sin produktion.

De två virkespartierna är sorterade för fönstertillverkning. Fakta om virkespartierna enligt Södra Timber presenteras i nedanstående tabell:

Tabell 2-1 Fakta om virkespartierna

	“Rvik”	“Vvik”
Växtställe:	Södra Dalarna, Rättviksomr.	Västervik - Vimmerby
Jordmån:	Sandjord	Sandjord / Berg
Sågning:	Fyrsågning, centrumutbyte, mörghukvet	Fyrsågning, centrumutbyte, ej mörghnära ved, se Fig. 2-1
Sortering:	o/s, I-III	o/s, I-III
Avverkningstid:	uppgift saknas	okt -nov
Andel kärna:	60-70 % kärna	50-60 % kärna
Kvistar:	o/s kvist, viss andel svartkvist.	o/s kvist, hög andel frisk kvist. *
Lagring och torkning:	Landlagrat. Nedtorkat i ett steg till 10-12 % fuktkvot	Landlagrat, ej bevattnat. Nedtorkat till 20 % fuktkvot, därefter nedtorkat till 10-12 % fuktkvot i ett andra steg.
Årsringstäthet:	0,5-1 mm	1-3 mm

* Vid undersökning av kvistarna stämde detta inte helt. Se kap 4.2.2.2

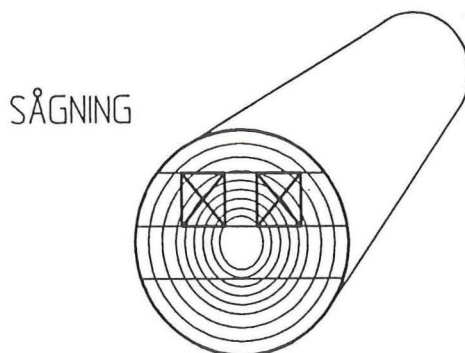


Fig. 2-1 Sågning av Västerviksvirket

Ur de två virkespartierna har tre virkestyper valts ut till testerna:

Tabell 2-2 Virkestyper till testerna

Virkesbeteckning:	Beskrivning:
Vvik 2	Fönstervirke från Västerviksområdet med årsringsbredd 2 mm $\pm$ 1mm
Rvik 1	Fönstervirke från Rättviksområdet med årsringsbredd 0,5 - 1 mm.
Vvik 1	Fönstervirke från Västerviksområdet med årsringsbredd 1 mm.

De två första grupperna är utvalda så att virkestypens årsringsbredd är representativ för det virke som används i fönstertillverkningen. Den tredje gruppen har använts för att kunna utesluta eventuella skillnader i mätresultaten beroende på olika årsringsbredd. Inverkan av olika växtort kan jämföras mellan Rvik 1 och Vvik 1, och inverkan av olika årsringsbredd kan jämföras mellan Vvik 2 och Vvik 1.

2.2 FÄRGTYPER

För att undersöka ytbehandlingens betydelse testades tre olika färgsystem:

Tabell 2-3 Testade färgsystem

Färgbeteckning:	Beskrivning:
kina+gr+alk	Behandling med kinesisk träolja Jupex 45, från Wibo Färg AB. Grundning med US grund och målning med RS 70 alkydoljefärg, båda från Akzo Nobel. Detta färgsystem används på fönstren i Wälluddenprojektet.
kina+lin	Behandling med kinesisk träolja Jupex 45, från Wibo Färg AB, och målning med linoljefärg 2ggr, Nordsjö 65000. Detta färgsystem används av fönsterfabriken i vissa beställningar
gr+alk	Grundning med US grund och målning med RS 70 alkydoljefärg, båda från Akzo Nobel. Det är det färgsystem som normalt används av fönsterfabriken.

Mer produktinformation om färgerna finns i appendix A

2.3 MATERIAL TILL FUKTEGENSKAPSTEST

Till koppförsöken användes provbitar med dimensionen 1 × 9 × 39 cm. De var framhyvlade ur karmämnen och var i det närmaste kvistfria. Både kärna och splint fanns i materialet. Från respektive virkestyp testades fyra provbitar. De var omålade och för att förhindra läckage under försöken var kanterna förseglade med en epoximassa. Före försökens start konditionerades provbitarna i 20 °C, 50 % RF ca två månader. Det motsvarar en fuktkvot på ca 10 %

2.4 MATERIAL TILL DENSITETSMÄTNING

Till densitetsmätning togs tre provbitar ur varje virkestyp. Provbitarna var av samma typ som de till koppförsöken. Ur varje provbit togs två mindre provbitar som testades. Både kärna och splint fanns i materialet och andelen kärna /splint registrerades. Virket var konditionerat i 20 °C och 50 % RF under ca fem månader.

2.5 MATERIAL TILL FUNKTIONSTEST

Till funktionstestet tillverkade fönsterfabriken (RM Snickerier AB) 15 stycken båghörn till respektive testgrupp. Totalt testades 75 båghörn. Båghörnen bestod av 20 cm långa bågstycken med dimensionen 3,5×3,5 cm, se Fig. 2-2. Fuktkvoten hos träet innan hopsättning var ca 12 %. Hopfogningen skedde på samma sätt som de brukar göra, dvs bottenbågstycket och sidobågstycket limmas, slås ihop och stiftas. Ytbehandlingen gjordes efter hopfogningen, och det innebär att kontaktytorna i fogen var obehandlade. Ytterändarna på båghörnen förseglades med epoxi. Före försökens start konditionerades båghörnen i 20 °C, 50 % RF ca en månad. Använda virkestyper och färgsystem framgår av nedanstående tabell:

Tabell 2-4 Testgrupper till L-jointtest

Grupp nr	Testgrupps-beteckning:	Beskrivning:
1	Vvik 2 kina+gr+alk	Vvik 2 mm, behandlade med kinesisk träolja Jupex 45 från Wibo Färg AB. De är grundade med US grund och målade med RS 70 alkydolfärg. Båda från Akzo Nobel. Detta är båghörn tillverkade av samma virke och behandlat med samma färgsystem som på "Wälluddenfönstren"
2	Rvik 1 kina+gr+alk	Rvik 1 mm med samma behandling som första gruppen.
3	Vvik 1 kina+gr+alk	Vvik 1 mm med samma behandling som första gruppen.
4	Vvik 2 kina + lin	Vvik 2 mm behandlade med kinesisk träolja Jupex 45 och målade med linolfärg 2 ggr, Nordsjö 65000
5	Rvik 1 gr+alk	Rvik 1 mm grundade med US grund och målade med RS 70 alkydolfärg. Båda från Akzo Nobel. Dvs utan kinesisk grundolja. Detta är båghörn tillverkade av det virke och behandlade med det färgsystem som fönsterfabriken normalt använder i sin produktion

För att testa de olika virkestyperna med samma ytbehandling jämfördes de tre första grupperna. För att kunna testa olika ytbehandling på samma virkestyp tillkom på önskemål från bl a fönsterfabriken den fjärde och femte gruppen. Den första och fjärde gruppens ytbehandlingar kan jämföras, likaså den andra och femte gruppens ytbehandlingar.

Vid leverans av båghörnen var gruppen med linolfärg, Vvik 2 kina+lin, knottrig och ojämn i ytskiktet. Den sista gruppen, Rvik 1 gr+alk, såg bäst ut i ytbehandlingen. Alla bågarna hade märken efter att ha legat vid torkningen. Hopfogningen i hörnet med stift var i vissa fall ganska lös.

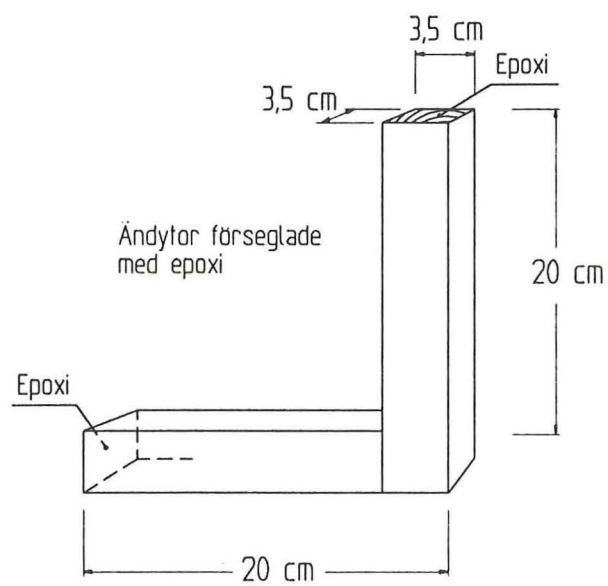


Fig. 2-2 Dimensioner på båghörn till L-jointtest

3. METOD - GENOMFÖRANDE

3.1 FUKTEGENSKAPSTEST

För att kunna undersöka de olika virkestypernas fuktegenskaper och eventuellt finna förklaringar till resultaten vid L-joint-testen studerades följande:

- Fukttransportförmågan hos materialet. Den kan uttryckas på olika sätt och det finns olika metoder att mäta den. I detta arbete har sk koppförsök gjorts, och ånggenomsläppligheten, δ (m^2/s), har beräknats.
- Fuktbindningsförmågan hos materialet. Den beskriver sambandet mellan relativ fuktighet, och träets fuktkvot vid jämvikt. Resultatet redovisas i en sorptionskurva, eller jämviktsfuktkurva, d v s fuktkvot som funktion av relativ fuktighet (RF).

3.1.1 Fukttransportförmåga enligt koppmetoden

I koppförsök placeras en tunn skiva av materialet som lock på en kopp. Genom att skapa olika relativ fuktighet under och över provet fås ett fuktflöde, q_m , som funktion av viktändringen, se Fig. 3-2. Med kännedom om skillnaden i ånghalt över och under materialet, och fuktflödet, kan ånggenomsläppligheten, δ , beräknas enligt Ficks första lag:

$$q_m = -\delta \frac{dc}{dx} \quad [kg/m^2 s] \Rightarrow \delta = -q_m \frac{dx}{dc} = -q_m \frac{1}{c_m} \times \frac{1}{\frac{d\Phi}{dx}} \quad [m^2/s] \quad (\text{Ekv 3-1})$$

q_m	stationärt fuktflöde	($kg/m^2 s$)
δ	ånggenomsläpplighet	(m^2/s)
dc	skillnad i ånghalt	(kg/m^3)
dx	skiktjocklek	(m)
c_m	mättnadsånghalt	(kg/m^3)
$\frac{d\Phi}{dx}$	lutning på RF-fördelningskurvan för materialet, se Fig. 3-1	

Den relativa fuktighetens fördelning genom provbiten fås genom att efter försöket strimla provbiten tunnt och mäta RF på varje strimla. Därefter kan en kurva ritas upp med RF på olika djup i provbiten och lutningen avläsas, se Fig. 3-1.

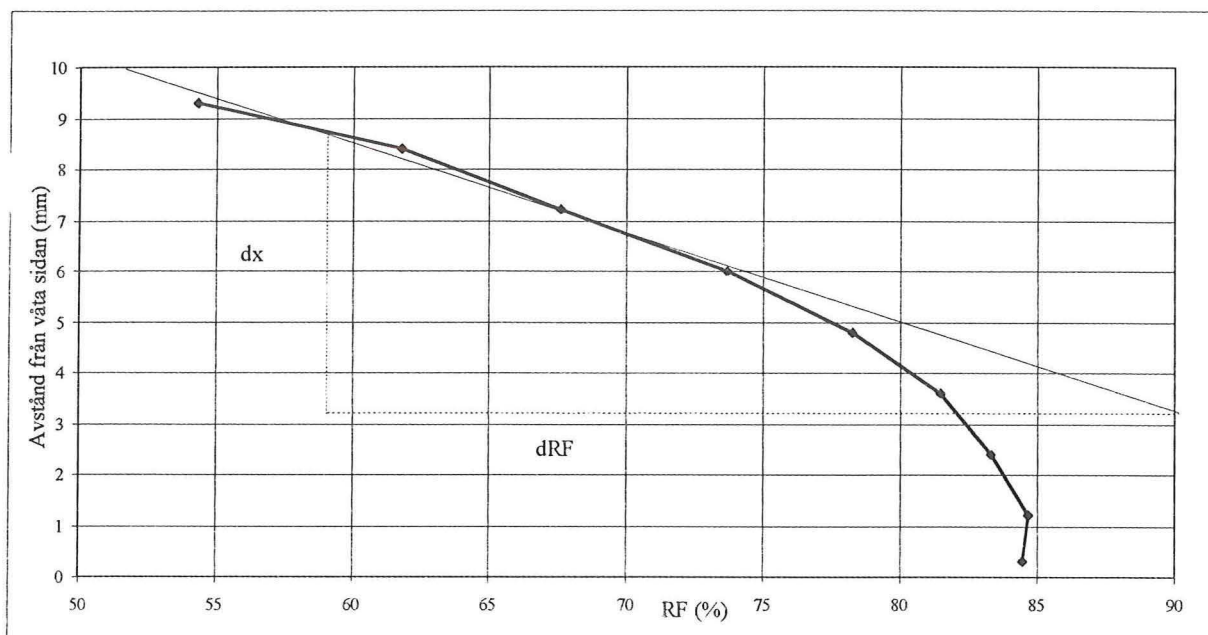


Fig. 3-1 Exempel på RF-fördelning genom en provbit med kurvlutningen $\frac{d\Phi}{dx}$ inritad

Lutningen på kurvan $\frac{d\Phi}{dx}$ avläses i några olika intervall av RF och ånggenomsläppligheten beräknas som ett medelvärde för aktuellt intervall. Som resultat ritas en kurva med ånggenomsläppligheten som funktion av RF upp för varje provbit. Ånggenomsläppligheten, δ , är inte konstant utan ökar med ökande fuktighet i materialet.

3.1.1.1 Försöksuppställning

Koppen fylldes med 1 liter destillerat vatten och provbiten placerades på koppen. Vattennivån var då ca 3.5 cm under provet. Kanterna runt koppen tätades med aluminiumbelagd asfalttejp. Se Fig. 3-2 nedan.

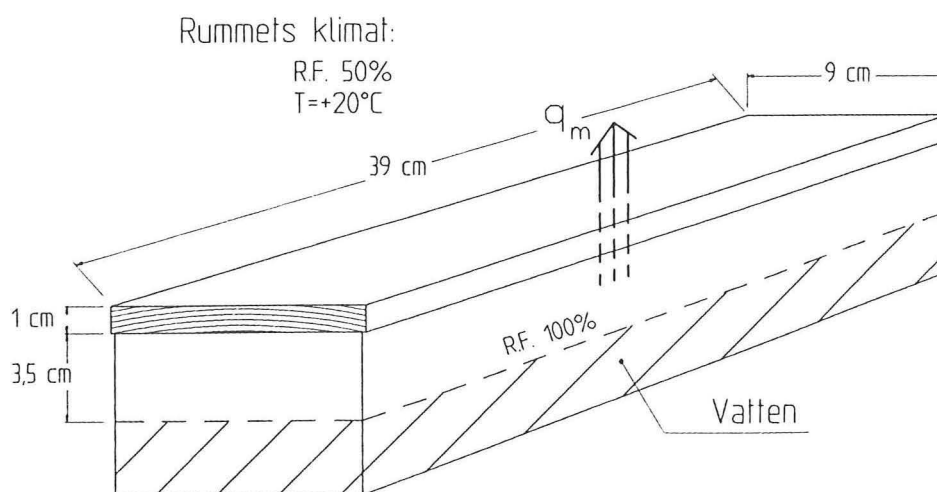


Fig. 3-2 Försöksuppställning vid koppförsök.

3.1.1.2 Genomförande

Fyra provbitar ur varje virkestyp testades och först preparerades två koppar och efter ca tre veckor de två andra. Kopparna förvarades i klimatrum med 20 °C och 50 % RF. Med vatten i koppen blir RF under provet följaktligen 100 %, och flödet genom provbiten går från koppen och ut i omgivande luft, se Fig. 3-2. Kopparna vägdes minst 2 gånger i veckan och viktnedskningen och fuktflödet, tvärs fiberriktningen, q_m beräknades. När fuktflödet var stationärt avslutades koppförsöken genom att provbiten demonterades från koppen. Eftersom försöken avslutades vid samma tid för alla kopparna i provgruppen pågick försöket under 2 respektive 1 månader. I varje provbit hyvlades ett 2 cm brett spår i 0,6 mm skikt. Hyvelspånet från de yttre skikten stoppades i var sitt provrör och hyvelspånen från de inre skikten stoppades två och två i ett provrör, se Fig. 3-3, 3-4 och 3-7.

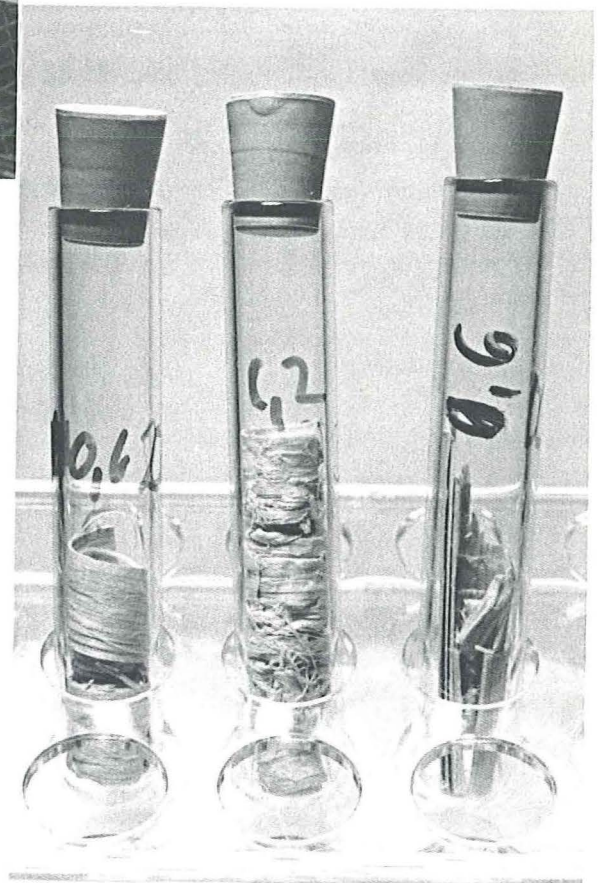
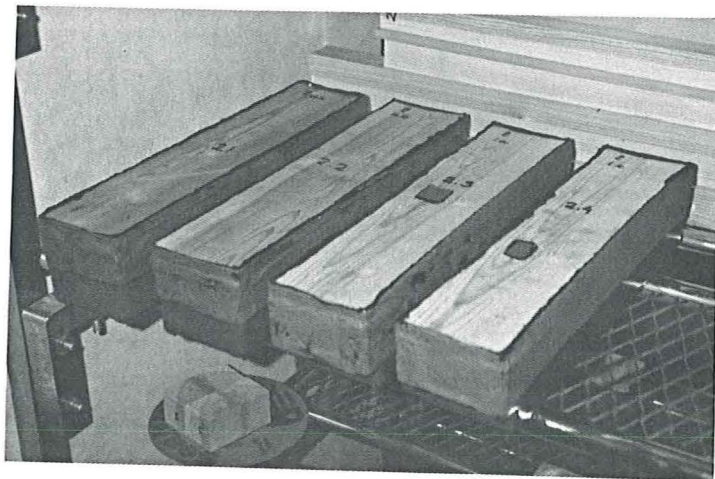


Fig. 3-3 Koppförsök i klimatrum och hyvlade skikt i provrör

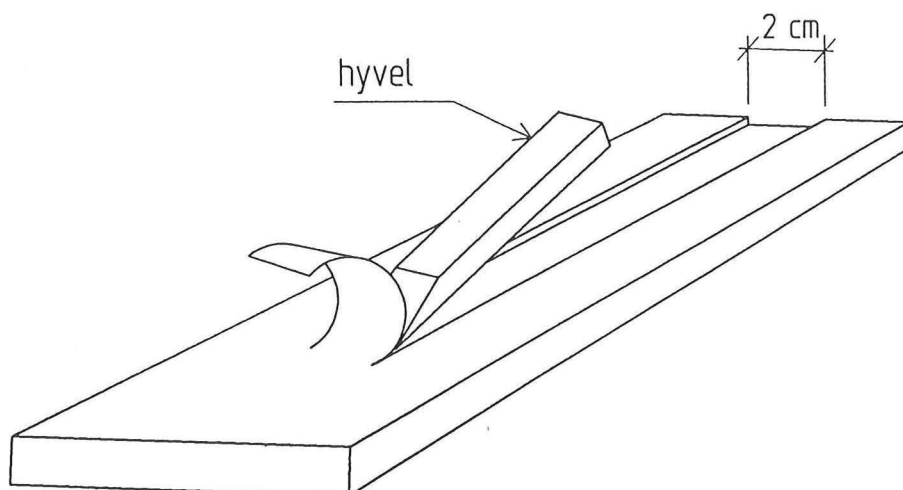


Fig. 3-4 Hyvling av provbit efter koppförsök

På de olika skikten i provbiten mättes sedan RF genom att en RF-givare (Vaisela HMP 36) applicerades i provrören. Efter ett dygn avlästes RF med ett avläsningsinstrument (Vaisela HMI 31) och värdena korrigerades enligt en kalibreringskurva, se appendix C.

Mät noggrannheten var $\pm 2\%$. RF-fördelningen genom provbitarna ritades upp, och ånggenomsläppligheten beräknades enligt ekvation 3-1. RF-fördelningarna för alla provbitarna finns i appendix D.

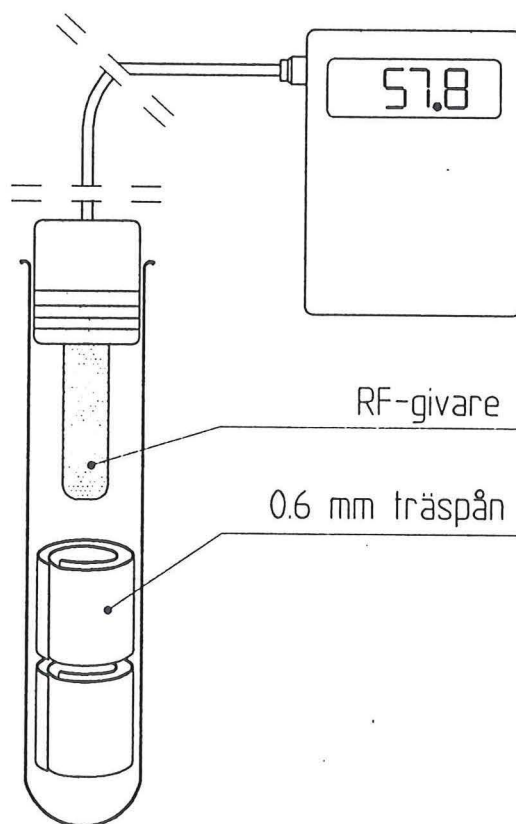


Fig. 3-5 RF mäts på hyvlad strimla av provbit i koppförsök

3.1.2 Fuktbindningsförmåga-Sorptionsisoterm

Efter koppförsökens avslutning, d v s hyvling och RF-mätning, beräknades fuktkvoten hos provbitarna genom att väga spånen före och efter uttorkning i 105 °C, se Fig. 3-6. Med kännedom om RF och fuktkvot för varje spån i provbiten plottades värdena i ett diagram. För att kunna jämföra de plottade värdena och få sorptionskurvor gjordes kurvanpassning enligt en exponentiell regressionsmodell för respektive virkestyp. Se kap 4.2. I detta fallet är det sorptionskurvorna för absorption som fås, eftersom proven fuktats upp.

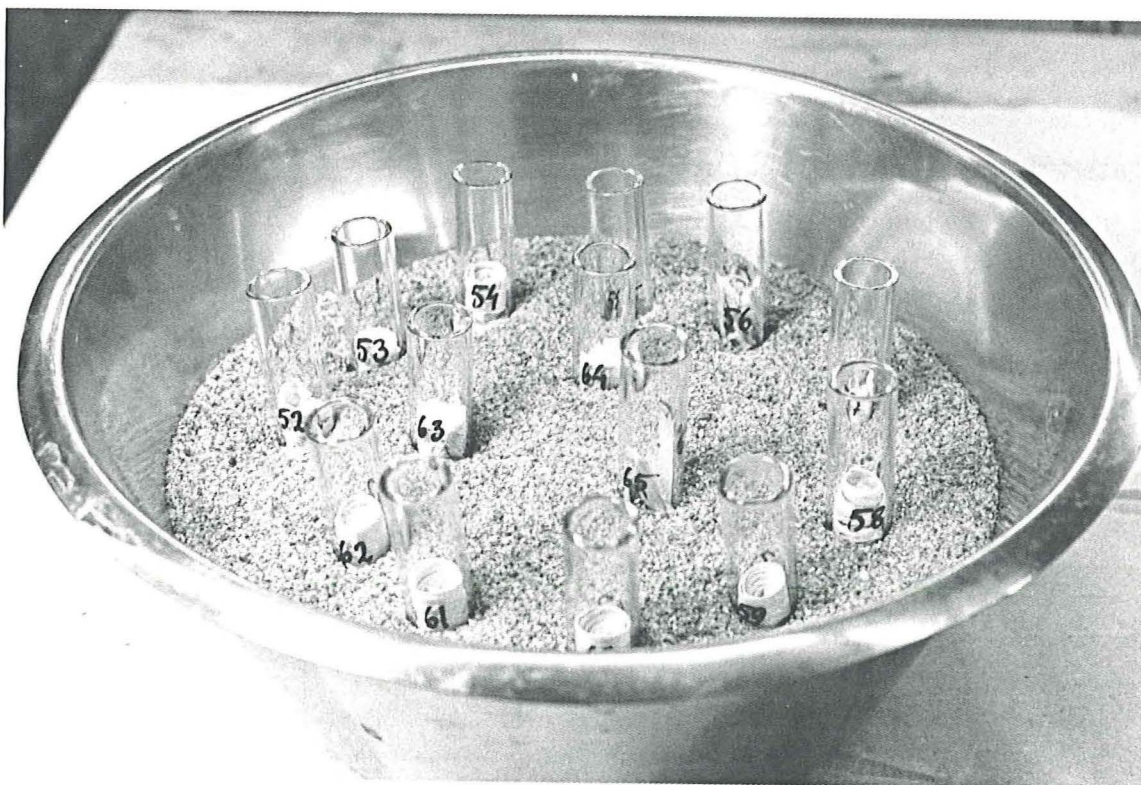


Fig. 3-6 Torkning av de hyvlade skikten.

3.1.3 Densitetsmätning

För att undersöka sambandet mellan densitet och årsringsbredd-växtort bestämdes densiteten hos träprover av de tre virkestyperna. Bitarna vägdes och dimensionen bestämdes med ett skjutmått och densiteten beräknades. Även årsringsbredden mättes och andelen kärna uppskattades. Därefter torkades bitarna ut och fuktkvoten beräknades till drygt 10 %

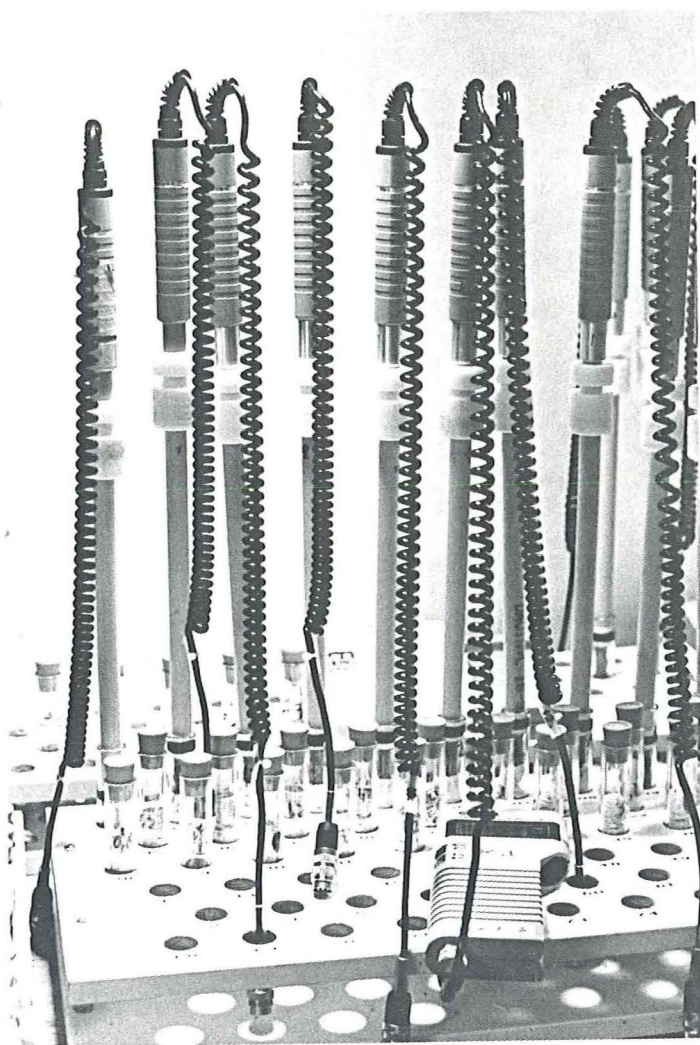
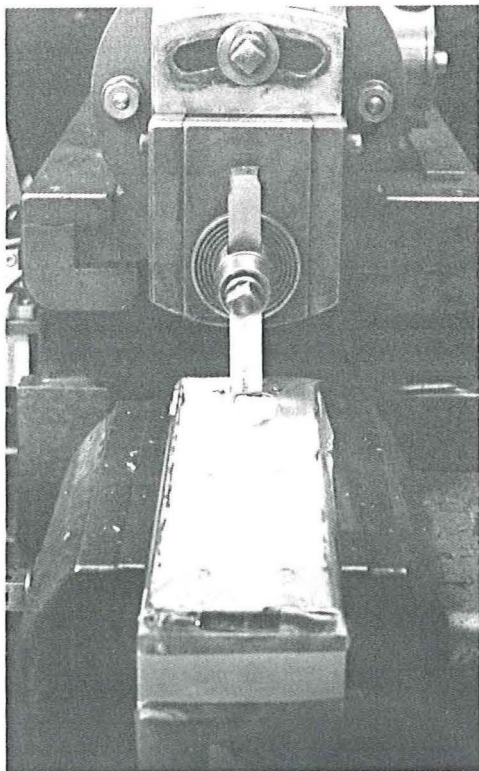


Fig. 3-7 Bilder på hyvling och RF mätning av provbitarna i koppförsöken

3.2 FUNKTIONSTEST ENLIGT L-JOINTMETODEN

För att testa en del av slutfunktionen gjordes ett modifierat sk L-joint-test. Med "L-joint" avses båghörn på fönster, och de är intressanta att studera eftersom det är där som skador oftast uppträder. Testet finns beskrivet i följande referenser: J.K. Carey (1982), E.R. Miller (1983), J.Boxall and E.R. Miller (1984), J.Boxall and E.R. Miller (1987), J.Boxall, J.K Carey and E.R. Miller (1992) och svensk standard SS-EN 330 fastställd 1993.

I Miller m fl:s rapporter testas fuktupptagning och mikrobiell utveckling på båghörn, med och utan ändträbehandling. I mitt fall har testet begränsats till att undersöka fuktupptagning och skador på ytbehandlade båghörn utsatta för klimatcykler.

3.2.1 Försökupställning

Försöksmaterialet beskrivs i kap 2.5. De konditionerade båghörnen placerades i fyra träställningar på ett slumpmässigt sätt. Mellan cyklerna byttes placeringen. Båghörnen lutade 10° inåt i ställningen för att en vattenansamling skulle åstadkommas i innerhörnet vid fogen, se Fig. 3-8.

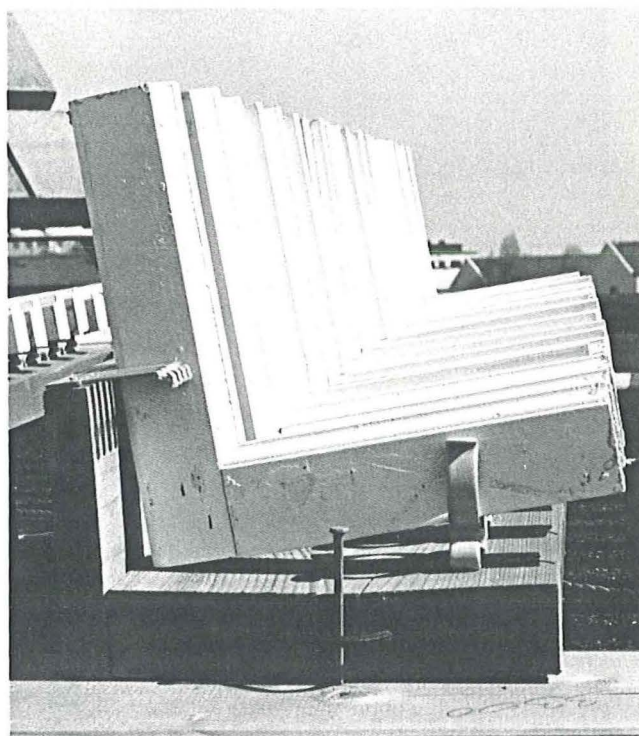
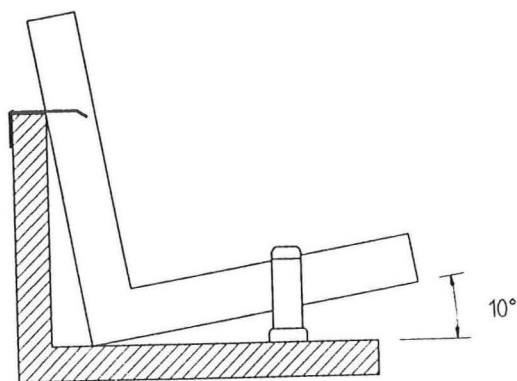


Fig. 3-8 L-jointens placering i ställning sett från sidan

3.2.2 Genomförande

3.2.2.1 Klimatbelastning

I varje grupp testades 14 av de 15 båghörnen. Ett båghörn i varje grupp förvarades i klimatrums som referensexemplar, de övriga utsattes för fem stycken 14 - dagars klimatcykler. Cyklerna skulle efterlikna de fuktrörelser som uppkommer under verkliga förhållanden, och de bestod av följande moment:

1. Uppfuktning, vilket innebar en simulerad regnbelastning på ca 9,5 mm / 15 min. Båghörnen placerades i en duschanordning som "regnade" 15 min / h under 2 dygn, se Fig. 3-9.
Vattnets temperatur var 20 °C
2. Väderexponering utomhus på taket till väg o vattenbyggnadshuset, Chalmers, under 10 dygn, se Fig. 3-10. Båghörnen placerades på taket i söderläge. Utomhusexponeringen skedde under februari till april. För att undersöka klimatets inverkan på båghörnen gjordes väderobservationer under utomhusexponeringen. En termohygrograf för registrering av RF och temperatur placerades vid båghörnen och antal soltimmar och nederbördsmängd uppskattades varje dag, se appendix B.
3. Torkning i värmeskåp 45 °C under 2 dygn, se Fig. 3.11

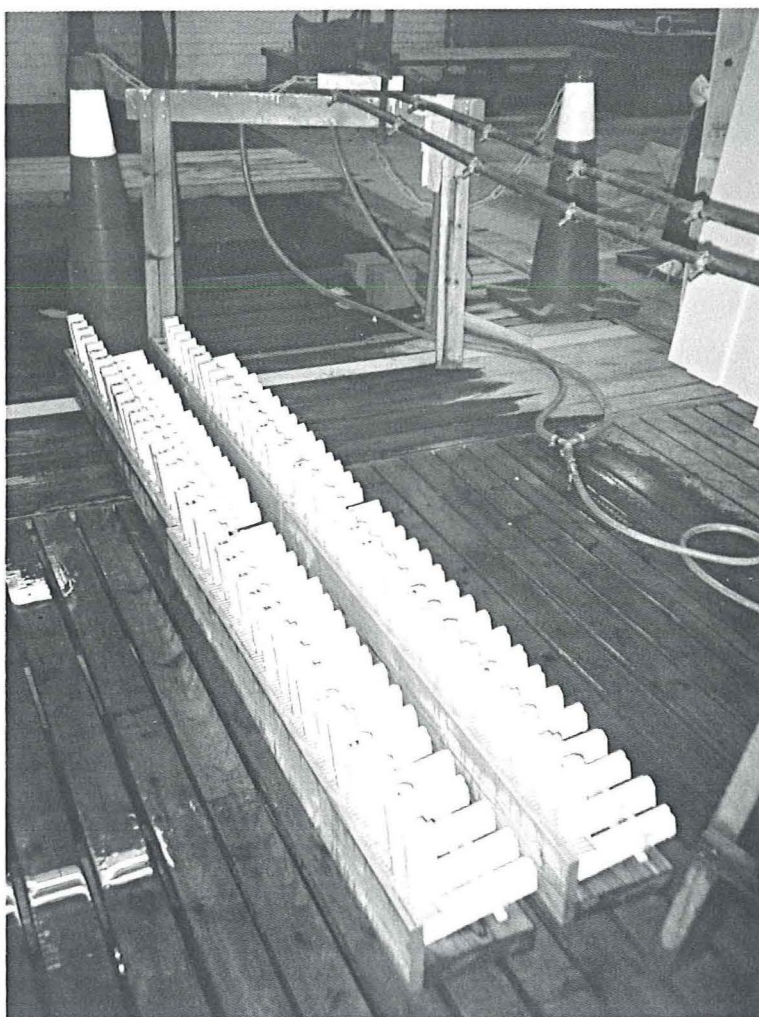


Fig. 3-9 Uppfuktning av båghörnen i två dygn

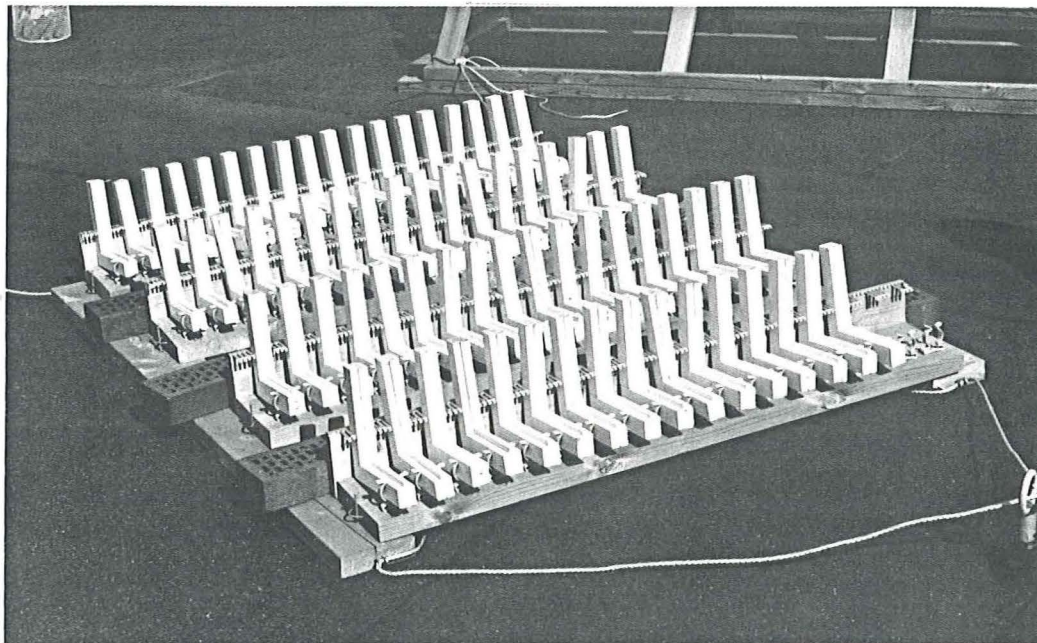


Fig. 3-10 Väderexponering av båghörnen i tio dygn



Fig. 3-11 Torkning av båghörnen i två dygn

3.2.2.2 Fuktkvotsmätning

Av intresse för funktionen är bl a hur fuktkvoten varierar under klimatcyklerna. Förändringar i fuktkvoten kan ge upphov till sprickor och formförändringar. Eftersom risken för röta i trä ligger vid 30 % fuktkvot är det därför viktigt att fuktkvoten hålls på en låg nivå. Bitarna vägdes före provningen och sedan efter varje moment i cykeln för att mäta fuktupptagningen. När de fem klimatcyklerna var genomförda beräknades fuktkvoten under varje cykel för alla båghörnen. För att bestämma ett båghörns aktuella fuktkvot vid ett visst fukttillstånd användes formeln:

$$u = \frac{m_x (u_{start} + 1)}{m_{start}} - 1 \quad (\text{Ekv 3-2})$$

u	aktuell fuktkvot	[%]
m_x	aktuell vikt vid fukttillståndet x	[kg]
u_{start}	antagen startfuktkvot, se nedan	[%]
m_{start}	bågens startvikt	[kg]

Startfuktkvoten bestämdes genom att efter avslutade försök torka ut en båge i varje grupp vid 105 °C, och beräkna fuktkvoten. För Västerviksvirket blev det 10,8 % och för Rättviksvirket 10,4 %. Att startfuktkvoterna blir olika verkar rimligt eftersom enligt fuktegenskapstestet har virkestyperna olika sorptionskurvor och därmed får de också olika startfuktkvoter. Se kap 4.3. och Fig. 4-5.

Vid slutet på varje moment i cykeln beräknades fuktkvoten för 14 bågar i varje grupp, och medelfuktvariationen bestämdes, se Fig. 4.7. Hos de referensbågar som förvarats i klimatrum i fem månader, har fuktkvoten stigit ca 0,1 %-enhet, vilket kan tolkas som att båghörnen var konditionerade före start.

3.2.2.3 Skaderegistrering

Efter varje cykel registrerades skador på båghörnen. De skador som undersöktes var: sprucken färg i fogen, kvistgenomslag, annan färgskada och annan träskada. Öppna sprickor i hörnfogen kan förorsaka rötskador genom att fritt vatten tränger in och sugs upp av ändträet. Vid torkning krymper kvistarna mindre än veden runtomkring och skjuter fram ur ytan och vatten kan då tränga in.

De fogar som hade sprucken färg när alla cykler var genomförda graderades enligt:

- 1 = liten spricka (knappt synlig),
- 2 = medel (0,5 -1 mm),
- 3 = större spricka (> 1 mm).

Kvistegenomslagen, d v s synliga kvistar efter alla cykler graderades enligt:

- 1 = sluten kvist (synlig kvist under färgskikt)
- 2 = något öppen kvist (färgen har släppt något)
- 3 = mycket öppen kvist (färgen har släppt men kvisten har inte vandrat ut långt)

Efter hela försöket avlägsnades färgskiktet för att kunna räkna totala antalet kvistar i bågar. Dessutom registrerades om kvisten var död eller frisk, eller om kvisten lämnat ett hål. Död

kvist är en svartfärgad torrkvist som ofta sitter löst i det omgivande träet, och som kan falla ur vid tex hyvling. Frisk kvist, eller grönkvist, är utan rötangrepp och är sammanvuxen med omgivande trä. (T. Hansson 1996) Om samma kvist har orsakat skada på flera ställen på båghörnet räknades kvisten så många gånger som den givit skada.

3.2.2.4 Deformationsmätning

Båghörnet placerades på ett plant underlag och mellanrummet mellan båghörnet och underlaget mättes på fyra mätpunkter med en mätkil, se Fig. 3-12. Mätningen skedde före och efter hela försöket och förändringar i formen kunde då studeras. Dessutom mättes förändring av vinkeln mellan bågbenen före och efter försöket, se Fig. 3-13.

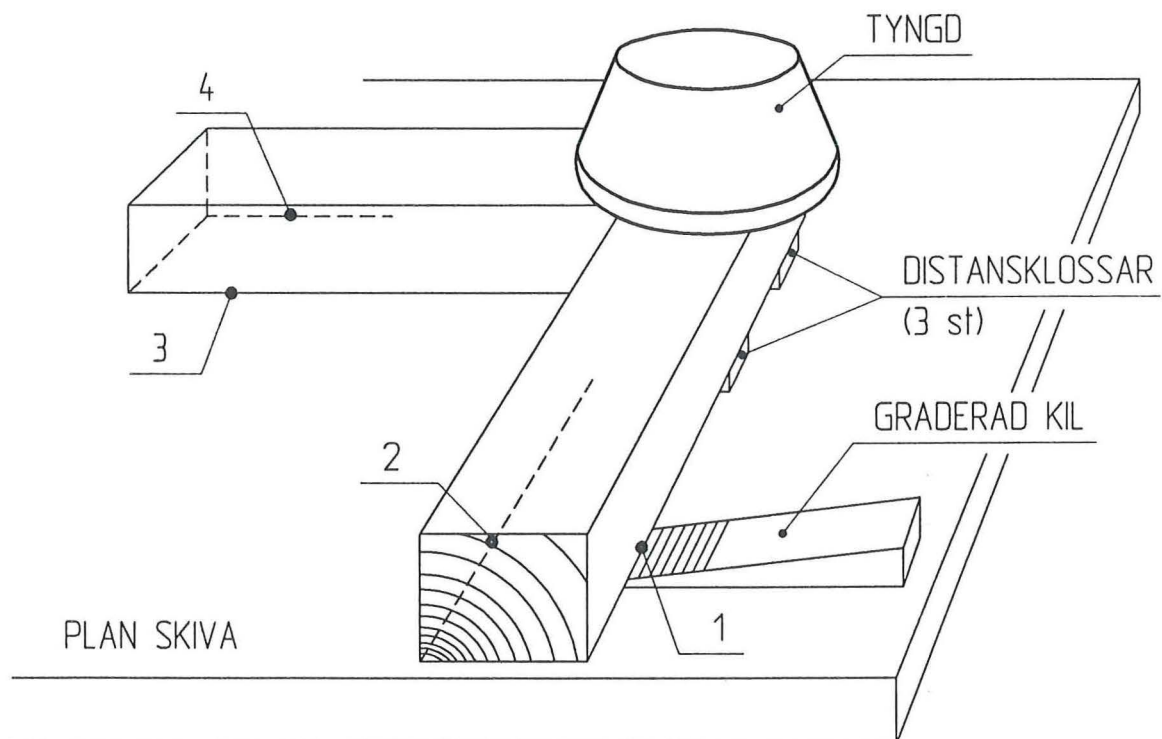


Fig. 3-12 Deformationsmätning på båghörn

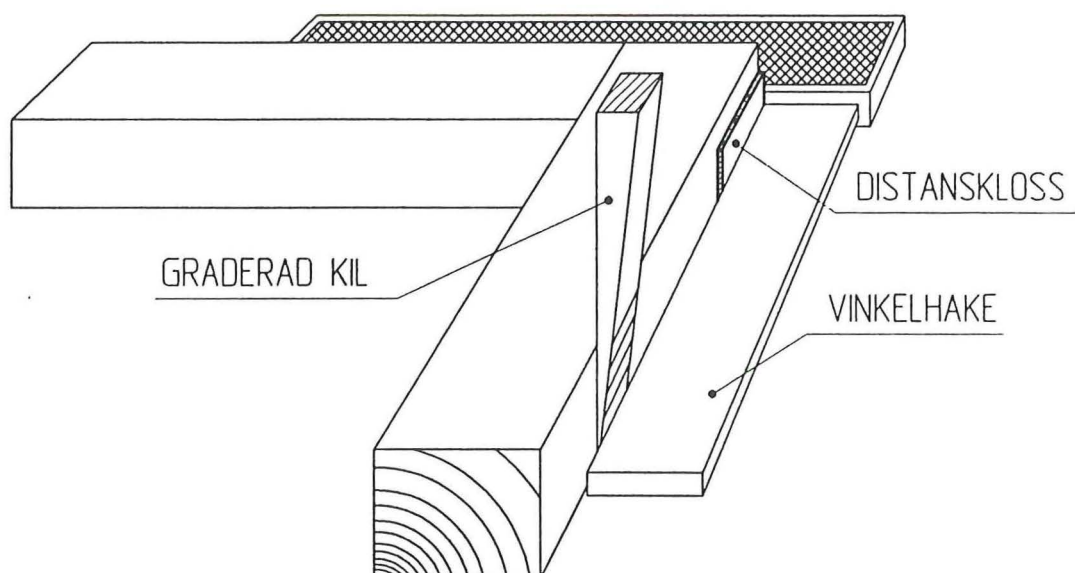


Fig. 3-13 Vinkelmätning på båghörn

4. RESULTAT

4.1 FUKTEGENSKAPSTEST

4.1.1 Fukttransportförmåga

Fukttransportförmågan beräknades enligt kap 3.1.1.

Vägning av kopparna gav resultatet att viktnedgången var lägst hos Rvik 1 mm och störst hos Vvik 2 mm, utom för ett prov av Vvik 1 mm som minskade mest. Se Fig. 4-1 nedan.

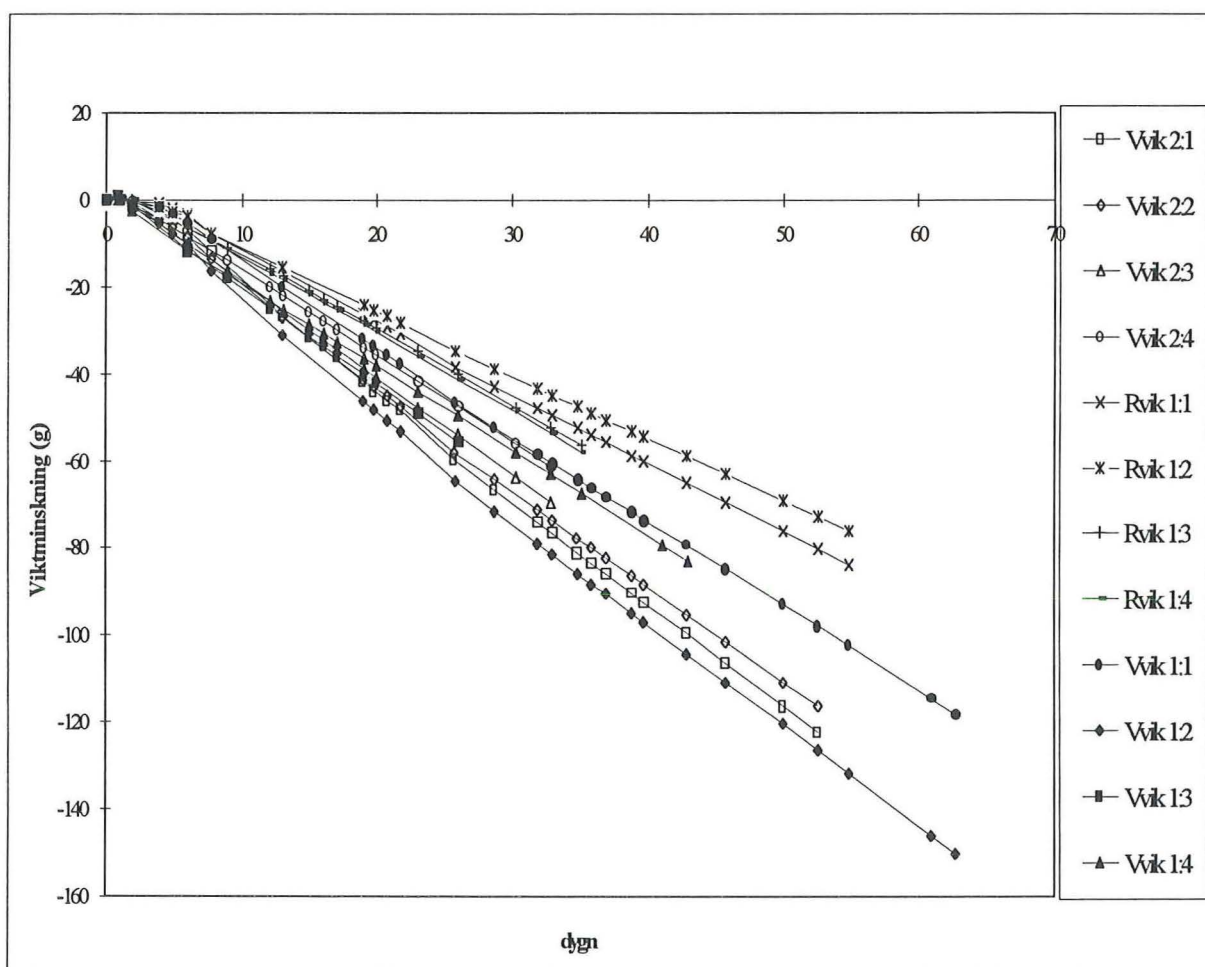


Fig. 4-1 Viktnedgång hos de fyra kopparna i varje grupp vid koppförsöken. Försöken pågick under en respektive två månader, och de avslutades vid något olika tidpunkter.

Flödet genom provbitarna beräknades och efter ca 1 månad var det stationärt.

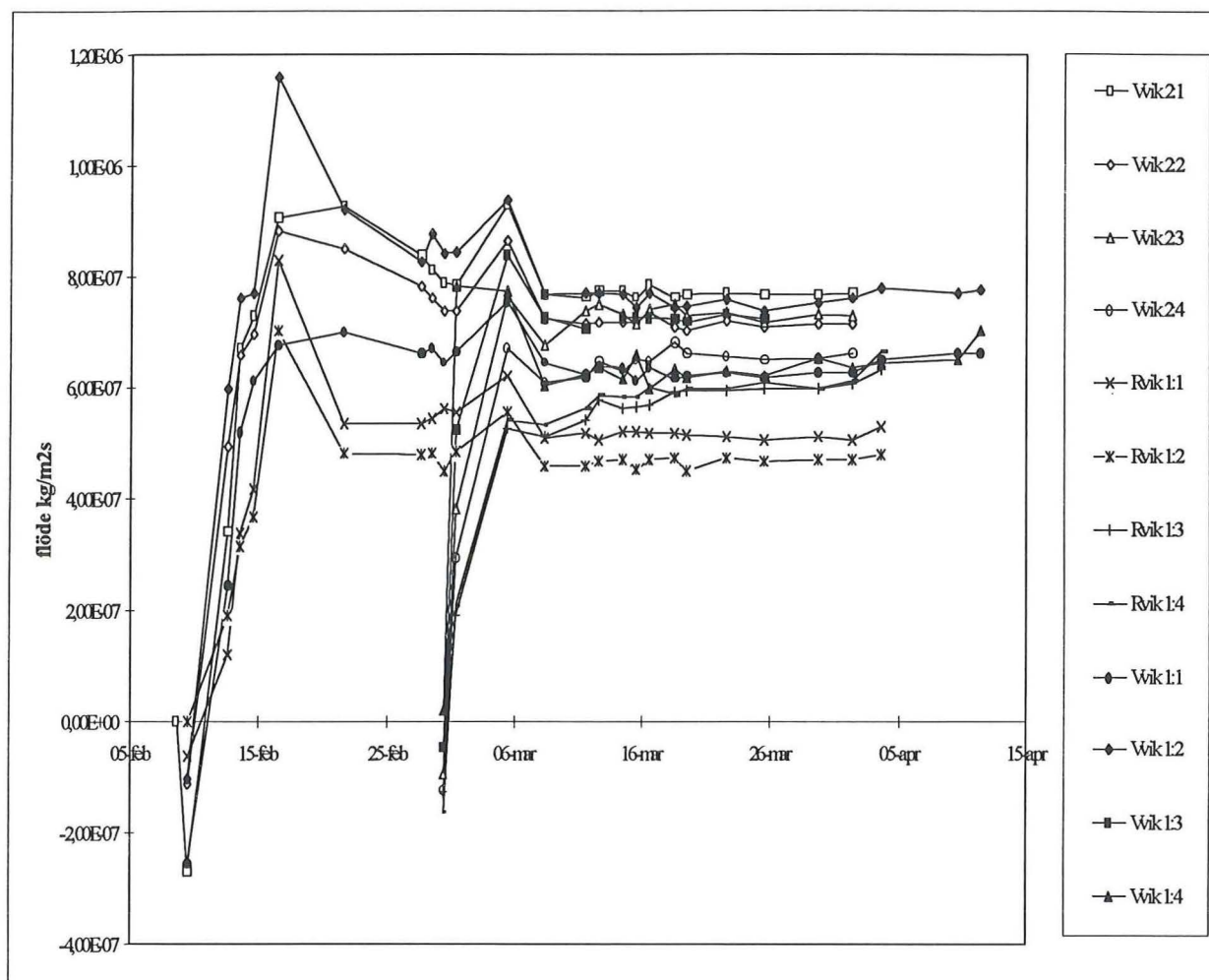


Fig. 4-2 Flödet hos de tre virkesgrupperna under försökstiden. Observera att enligt kap 3.1.1.2 startade hälften av försöken den 8/2 och hälften den 27/2.

Medelflödet under den stationära perioden, från 8 mars till avslutningen av försöken, beräknades:

Tabell 4-1 Medelflödet hos kopparna

	Vvik 2	Rvik 1	Vvik 1
Medelflöde kg/m ² s	$7,147 \times 10^{-7}$	$5,371 \times 10^{-7}$	$6,711 \times 10^{-7}$

De uppmätta RF-värdena för varje skikt i provbiten ritades upp i ett diagram. Dock togs värdena från en provbit i Rvik 1 och en i Vvik 1 ej med p g a tekniska problem.

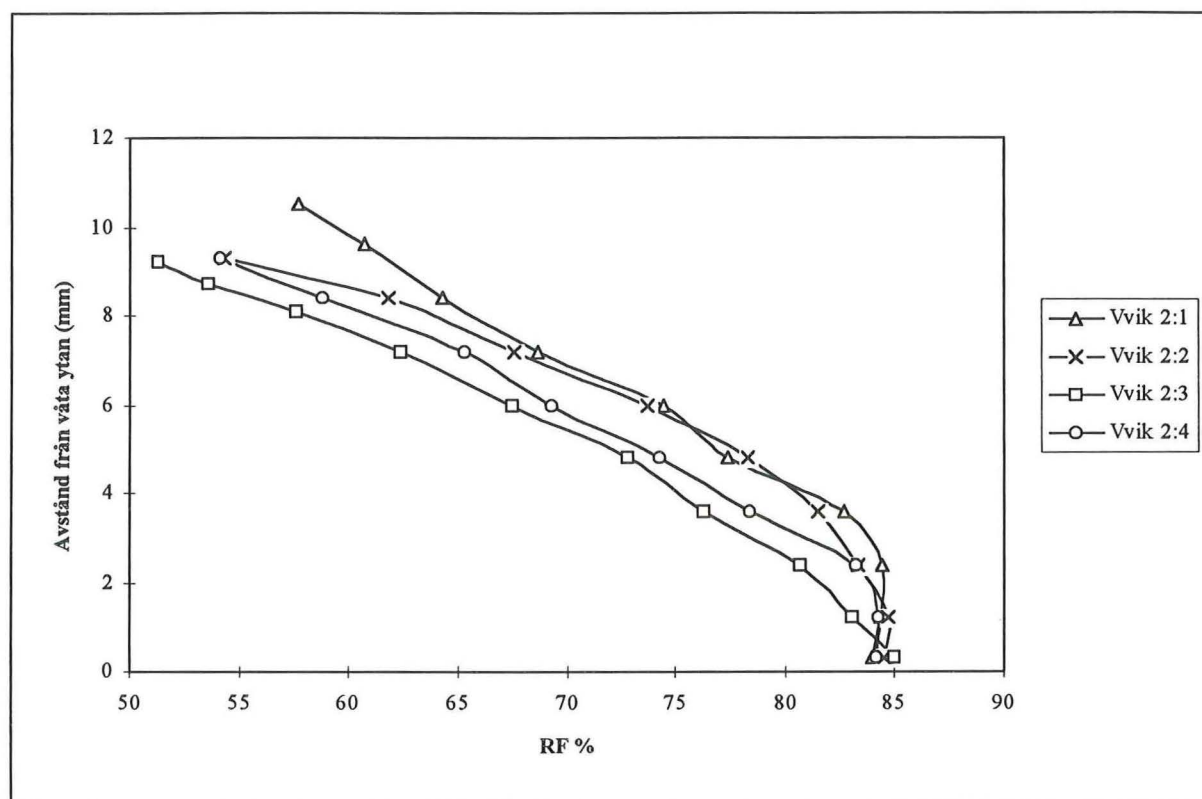


Fig. 4-3 RF-fördelningen genom fyra provbitar av Västerviksvirke 2 mm vid koppförsök. Till vänster i diagrammet ses den sida av provet som varit ut mot klimatet 50 % RF, och till höger den sida som varit ned mot 100 % RF.

De två översta kurvorna i diagrammet ovan (Fig. 4-3) visar Vvik 2:1 och Vvik 2:2 som under koppförsöken har stått ca 2 månader i klimatrum och de två nedersta kurvorna visar Vvik 2:3 och Vvik 2:4 som har stått i ca 1 månad. Detta visar att de träprover i koppförsöken som stått längst får en relativ fuktighet på omkring 84 % några mm in i provet på sidan mot 100 % RF. De får också en högre RF genom hela provet, medan de prover som stått kortare tid har avtagande RF genom hela provet och en lägre nivå på RF. RF-fördelningskurvor för alla de testade virkestyperna finns i appendix E

Ånggenomsläppligheten, δ , för virkestyperna beräknades enligt ekvation 3-1 och en kurva med δ som funktion av RF ritades upp för varje provbit.

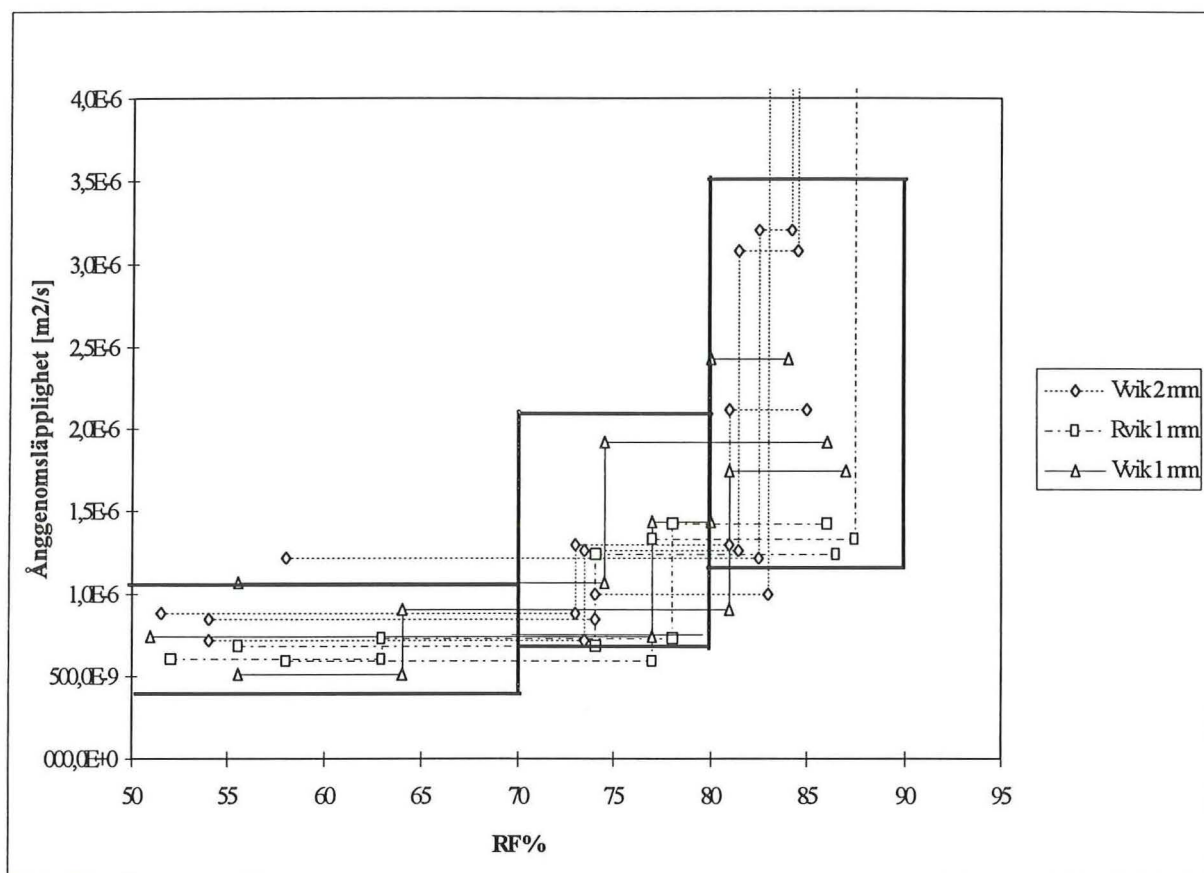


Fig. 4-4 Ånggenomsläppligheten δ .

Diagrammet ovan är svårtolkat, men man kan observera att kurvorna för Vvik 2 mm ligger över och till vänster om Vvik 1 mm och Rvik 1 mm. Det innebär att Vvik 2 mm-virket har högre ånggenomsläpplighet, vid samma RF, än de andra virkestyperna. Man ser också skillnad på de prover som stått i 2 mån och de som stått i 1 mån. Hos de som stått i 2 månader går δ mot oändligheten vid höga RF. De inritade områdena är hämtade från fukthandbokens tabell (Nevander, Elmarsson 1994) över δ för fur i olika intervall av RF. De erhållna värdena på ånggenomsläpplighet stämmer väl överens med fukthandbokens värden.

4.1.1.1 Samband växtort-fuktföde

Vid en jämförelse av virke med samma årsringsbredd och olika växtort har Vvik 1 högre fuktföde än Rvik 1, se Fig. 4-2

4.1.1.2 Samband årsringsbredd-fuktföde

Hos virke från samma växtort med olika årsringsbredd har Vvik 2 mm något högre fuktföde än Vvik 1 mm, se Fig. 4-2.

4.1.1.3 Samband växtort-ånggenomsläpplighet

Vid en jämförelse av virke med samma årsringsbredd och olika växtort är det svårt att se någon skillnad på ånggenomsläppligheten, se Fig. 4-4.

4.1.1.4 Samband årsringsbredd-ånggenomsläpplighet

Hos virke från samma växtort har Vvik 2 mm något högre ånggenomsläpplighet än Vvik 1 mm, se Fig. 4-4.

4.1.2 Fuktbindningsförmåga-Sorptionsisoterm

Med kännedom om RF och fuktkvot för de obehandlade provbitarna i koppförsöken ritades sorptionskurvor upp enligt kap 3.1.2.

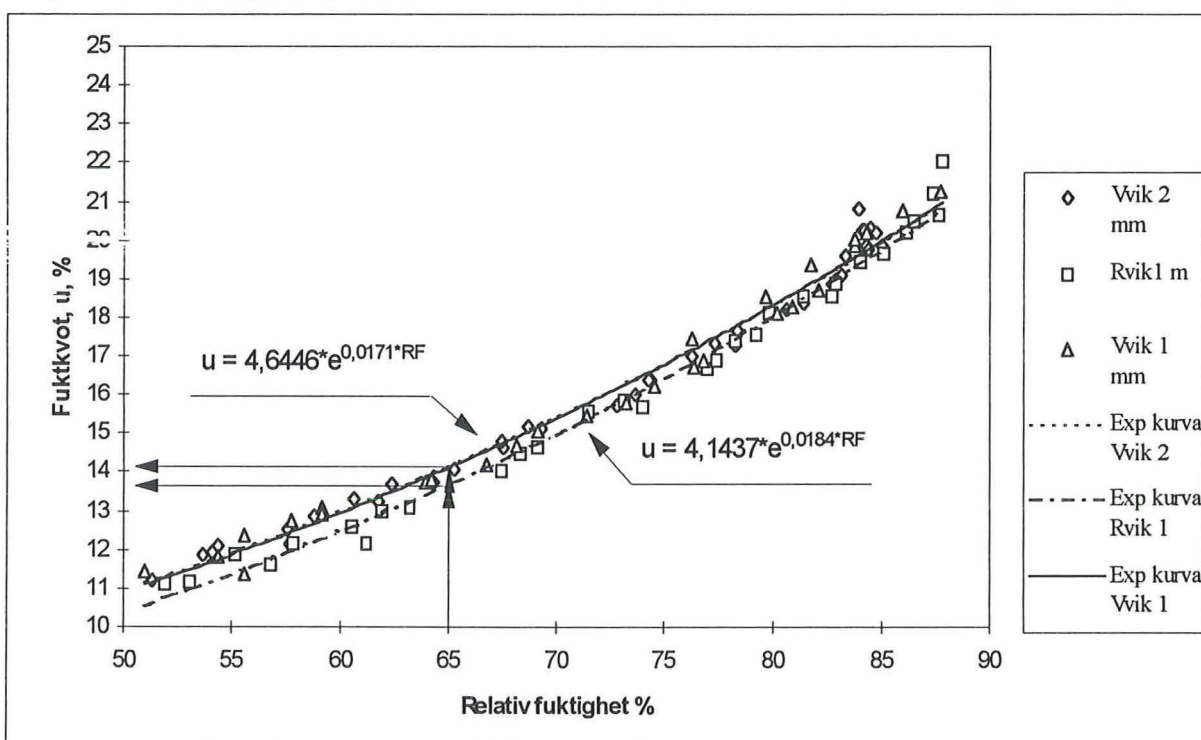


Fig. 4-5 Sambandet relativ fuktighet och fuktkvot för virkestyperna. Sorptionskurvorna för virkestyperna är exponentiella kurvanpassningar av värdena, och ekvationerna uttrycker de anpassade kurvornas ekvationer. Pilarna visar vilken fuktkvot som motsvarar 65 % relativ fuktighet.

4.1.2.1 Samband årsringsbredd-fuktkvot

Vid en jämförelse av sorptionskurvorna för de tre virkestyperna visade det sig att de båda kurvorna för Vvik, 1 och 2 mm, sammanföll, se Fig. 4-5. Det är alltså ingen skillnad i fuktbindningsegenskaper hos de virkestyper från Västervik med olika årsringsbredder som undersökts.

4.1.2.2 Samband växtort - fuktkvot

Vid en jämförelse av sorptionskurvorna för virkestyperna med 1 mm årsringsbredd från olika växtorter visade det sig att kurvan för Vvik 1 mm låg över Rvik 1 mm, se Fig. 4-5.

Västerviksvirket har alltså högre fuktkvot än Rättviksvirket vid samma relativa fuktighet, vid t ex 65 % RF är fuktkvoten för Vvik 1 och 2 mm ca 14,1 % och för Rvik ca 13,7 %. Men omvänt vid en viss fuktkvot t ex 12 % har Rättviksvirket 57,8 % RF och Västerviksvirket 55,5 % RF.

4.1.2.3 Samband densitet - årsringsbredd - växtort

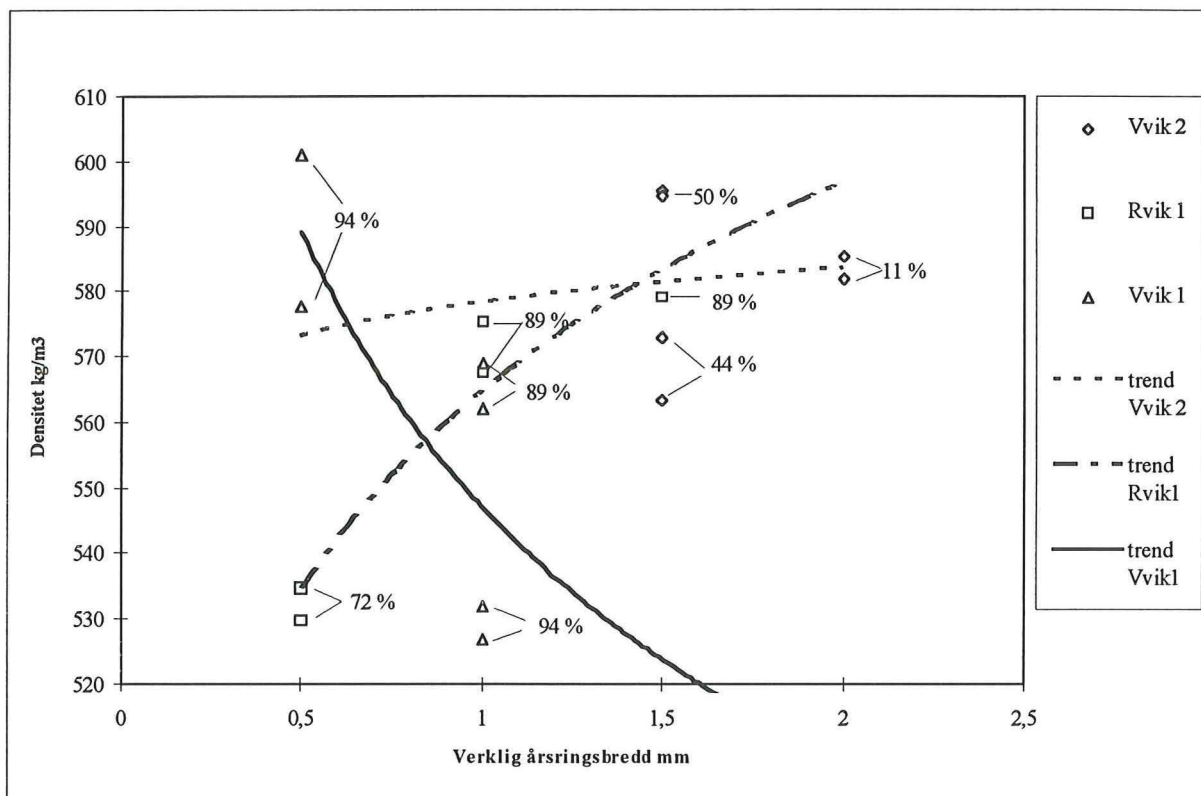


Fig. 4-6 Densitet-årsringsbredd hos virkesgrupperna vid ca 10 % fuktkvot. Procenttalen anger andel kärna i provbiten.

Med så få provbitar av varje material, se kap 2.4, är det svårt att se några samband i Fig. 4-6. Försök till kurvanpassning har gjorts men med så få värden är det inte möjligt att se någon entydig trend. De anpassade trendkurvorna visar att hos Vvik 1 ger ökad årsringsbredd minskad densitet, och hos både Rvik 1 och Vvik 2 ökar densiteten med ökad årsringsbredd, vilket inte är troligt om ett större antal prover studerats.

4.2 FUNKTIONSTEST

4.2.1 Fuktkvotsmätning

Fuktkvoten beräknades enligt kap 3.2.2.2. Medelvärdet av fuktkvoten för de 14 bågarna i varje grupp ritades upp i ett diagram, se nedan.

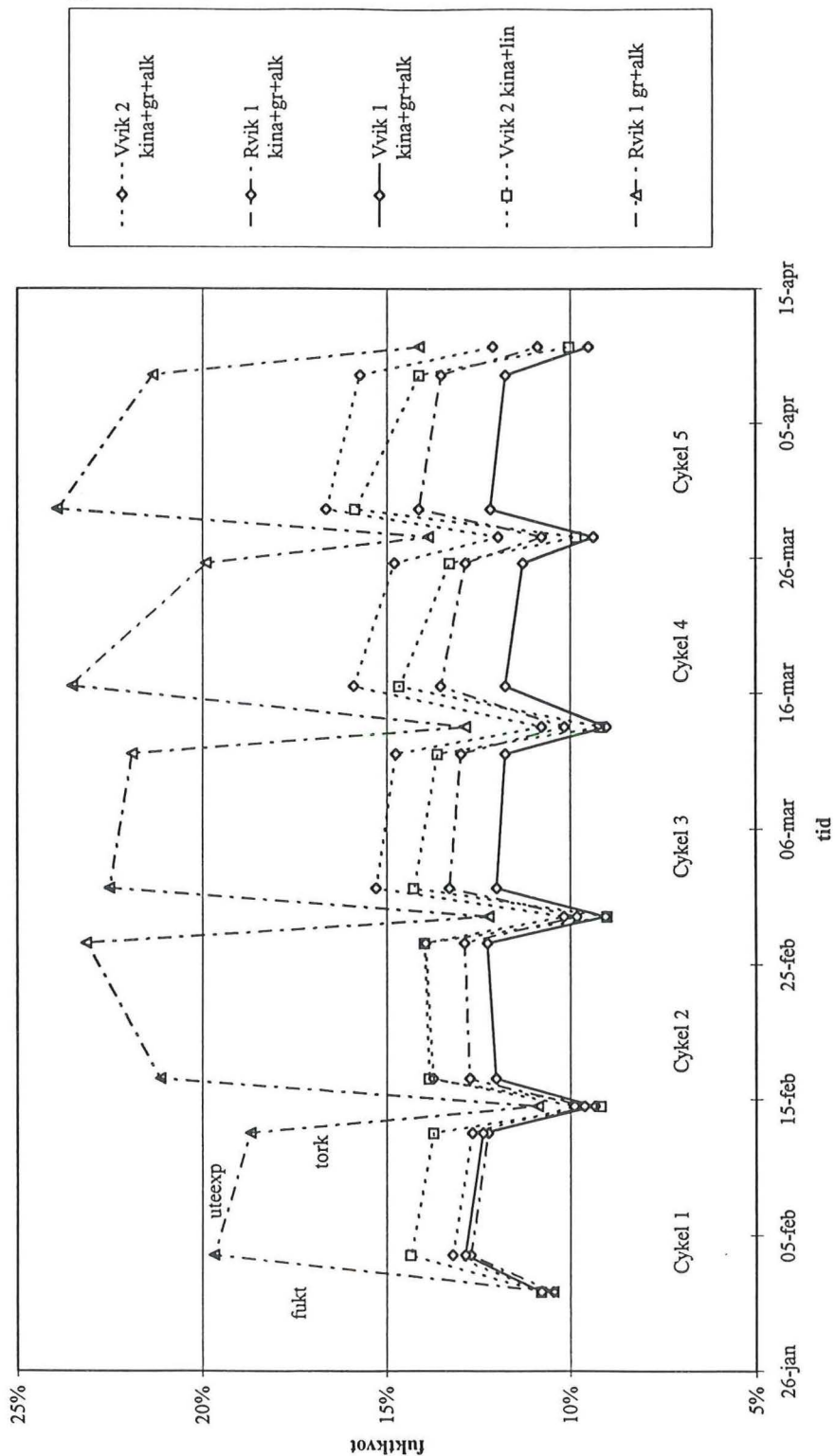


Fig. 4-7 Alla båggrupper medelfuktkvotsvariation under de 5 klimatcyklerna.

För att undersöka spridningen i fuktkvot hos de 14 båghörnen efter sista uppfuktningen beräknades standardavvikelsen.

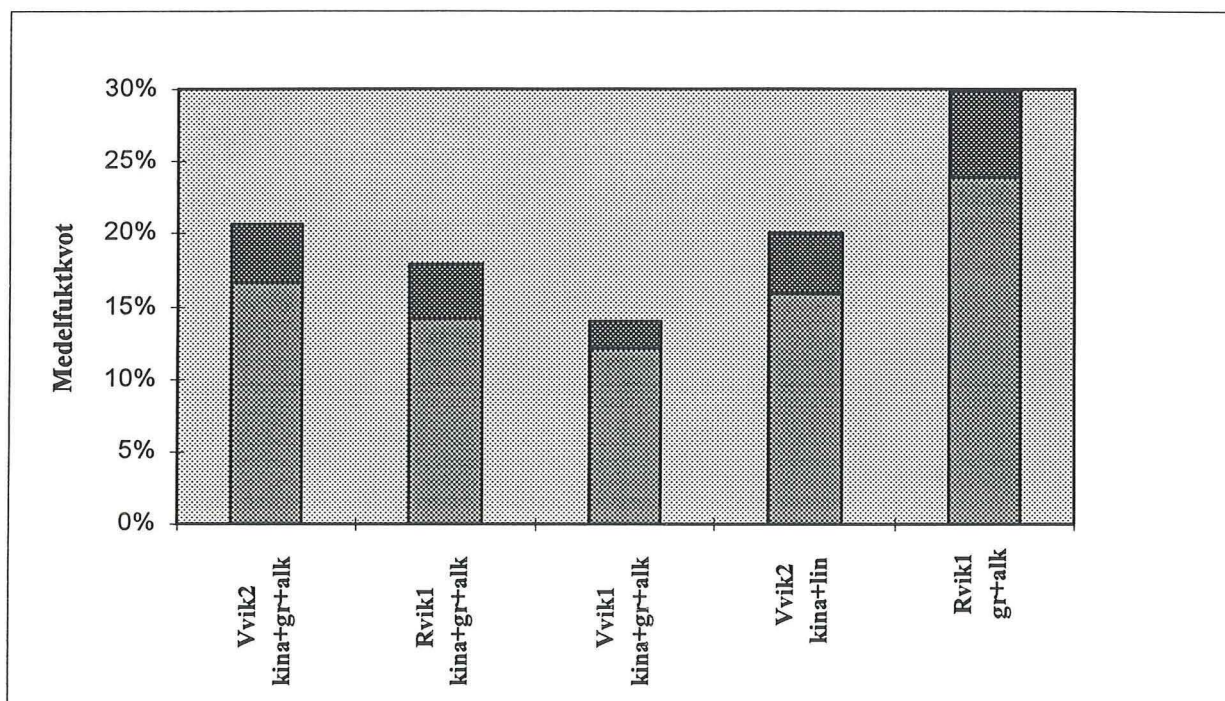


Fig. 4-8 Medelfuktkvoten efter sista uppfuktningen (cykel 5) med standardavvikelsen ovanpå staplarna.

4.2.1.1 Samband virkestyp-fuktkvot

Vid en jämförelse av de tre virkesgrupperna med samma ytbehandling, dvs Vvik 1 och 2 mm och Rvik 1 mm, med kinesisk träolja, grundbehandling och alkydolfärg framgick att de får olika fuktkvot under klimatcyklerna, se Fig. 4-7.

I Fig. 4-7 framgår att Vvik 1 mm fuktas upp till 12-13 % fuktkvot, Rvik 1 mm till 13-14 %, och Vvik 2 mm till 13-17 %. Vvik 1 mm torkar ut till 9-10 % fuktkvot, Rvik 1 mm till 10-11 %, och Vvik 2 mm till 10-12 %.

Årsringsbredden har alltså betydelse för hur stor fuktkvoten blir i bågen, i detta fallet har Vvik 1 mm lägre fuktkvot än Vvik 2 mm. Även växtort har betydelse, i detta fallet har Vvik1 mm lägre fuktkvot än Rvik 1 mm.

4.2.1.2 Samband ytbehandling-fuktkvot

För att kunna jämföra ytbehandlingens betydelse har två virkestyper Rvik 1 mm och Vvik 2 mm fått två olika ytbehandlingar vardera. Rvik 1 mm har behandlats med dels kinesisk träolja, grundning och alkydolfärg, och dels enbart grundning och alkydolfärg. Vvik 2 mm har behandlats med dels kinesisk träolja, grundning och alkydolfärg, och dels kinesisk träolja och linolfärg.

I Fig. 4-7 framgår att Rvik 1 mm behandlad med kinesisk träolja, grundning och alkydolfärg, får en fuktkvot på ca 13-14 % vid uppfuktning, medan Rvik 1 mm utan kinesisk träolja får en fuktkvot vid uppfuktning på 20-24 %. De torkar ut till 10-11 % , respektive 11-14 % fuktkvot.

I Fig. 4-7 kan också ses att Vvik 2 mm behandlad med kinesisk träolja och linoljefärg, får en fuktkvot vid uppfuktning på 14-16 %, medan Vvik 2 mm behandlad med kinesisk träolja, grundning och alkydoljefärg får en fuktkvot på 13-17 %.

Vid uttorkning blir fuktkvoterna 9-10 % resp 10-12 %. Båghörnen med linoljefärg torkar ut till samma fuktkvot som Vvik 1 mm med kinaolja och alkydoljefärg, dvs den grupp som hade lägst fuktkvot totalt. Linoljefärgsbehandlade bågar torkar ut till samma fuktkvot kring 9% i varje cykel, medan de andra gruppernas uttorkningsfuktkvot ökar något vid varje cykel.

Vid en jämförelse av samma virkesgrupp med olika ytbehandling påvisas betydande skillnader i fuktkvot under klimatcyklerna. Ytbehandlingen är således mycket viktig för fuktkvoten i träet, speciellt grundbehandlingen.

4.2.1.3 Samband skador-fuktkvot

De skador som har uppkommit på båghörnen t ex att färgskiktet spruckit i fogen, som är det vanligaste, har också påverkat fuktkvoten. Sprickorna är graderade enligt kap 3.2.2.3. Mer om skadorna redovisas i kap 4.2.2

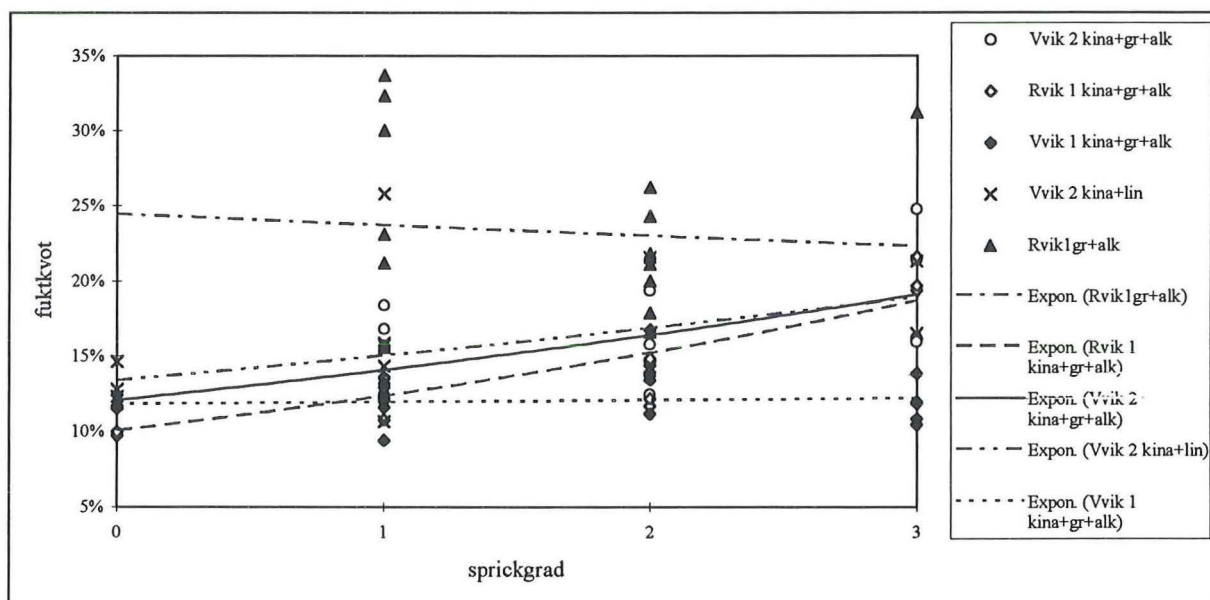


Fig. 4-9 Sambandet mellan sprickgrad i fogen och fuktkvot hos båghörnen efter sista cykeln. Kurvorna är exponentiella kurvanpassningar av de plottade värdena.

Hos Vvik 2 kina+gr+alk, Rvik 1 kina+gr+alk och Vvik 2 kina+lin ökade fuktkvoten när sprickan i färgskiktet vid fogen ökade. Hos Vvik 1 kina+gr+alk höll sig fuktkvoten på en konstant nivå på ca 12 % vid alla sprickgrader, och hos Rvik 1 gr+alk var fuktkvoten hög, ca 24 %, redan vid små sprickor och avtog sedan något vid större sprickor.

4.2.1.4 Samband klimat-fuktkvot

Klimatets påverkan på fuktkvoten kan utläsas i Fig. 4-7. Som exempel var det under period 2 mest dimmigt och regn/snö och fuktkvoten ökade. Under period 4 var det torrt och soligt och fuktkvoten minskade. I appendix B finns väderobservationerna redovisade.

4.2.2 Skador

Hur skadorna är mätta och graderade redovisas i kap 3.2.2.3. Totalt sett efter alla cykler såg grupp 5 dvs Rvik 1 grundning+alkydolefärg bäst ut i ytskiktet, men de såg också bäst ut vid start. Kanske berodde detta på att denna grupp är den som fönsterfabriken normalt tillverkar. Gruppen Vvik 2 kina+lin såg sämst ut, men fick ändå inte sämst resultat.

4.2.2.1 Sprucken fog

Den vanligaste skadan var att färgen sprack i hörnfogen på grund av fuktrörelser i träet. De spruckna fogarna graderades efter hela försöket i tre olika skadegrader enligt 3.2.2.3:

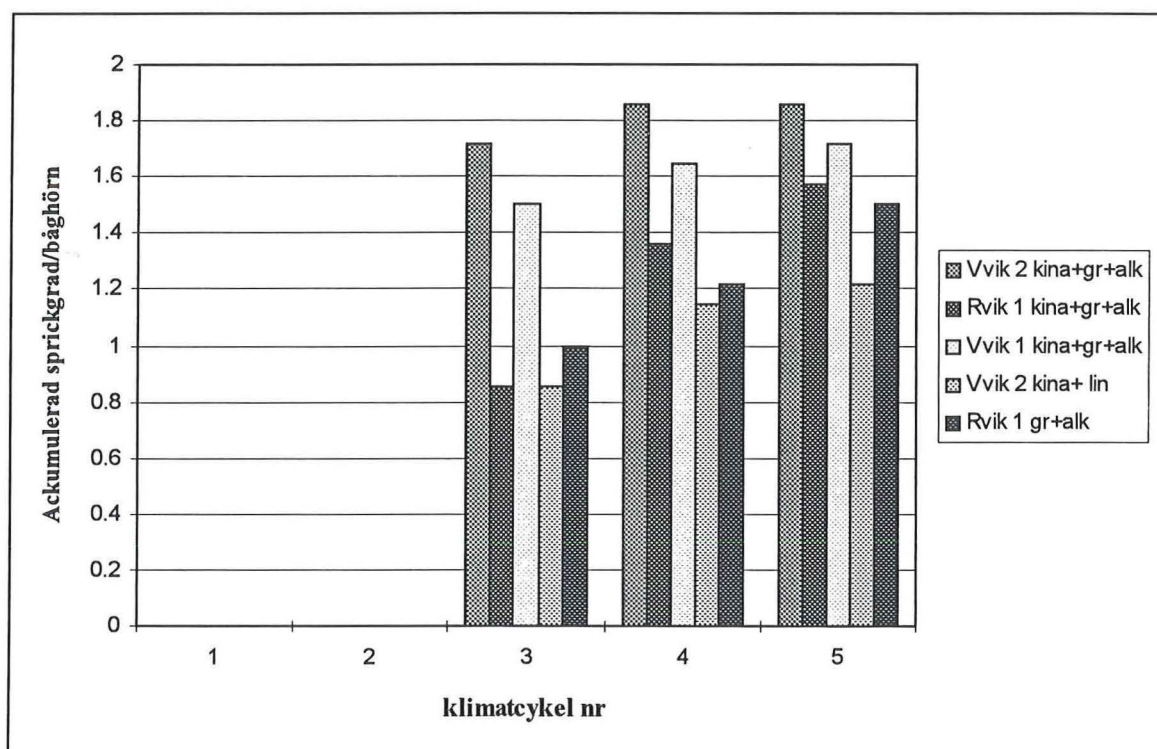


Fig. 4-10 Ackumulerad genomsnittlig sprickgrad vid fogen för varje testgrupp.

Sprickgraden är medelvärde för den sammanlagda skadegraden för de 14 bågarna. Först efter cykel nr 3 uppkom sprickor, dvs efter 20 dagars klimatsimulering, och efter fem cykler närmade sig alla båggrupperna en hög sprickgrad.

Andel bågar med sprucken fog efter hela försöket var:

Tabell 4-2 Andel bågar med sprucken fog

Vvik 2 kina+gr+alk	Rvik 1 kina+gr+alk	Vvik 1 kina+gr+alk	Vvik 2 kina+lin	Rvik 1 gr+alk
14/14	13/14	12/14	10/14	13/14

4.2.2.2 Kvistgenomslag

En annan skada var kvistgenomslag på de ytbehandlade bågarna. Här redovisas graden av kvistgenomslag för båggrupperna efter alla fem cyklerna. De är graderade enligt kap 3.2.2.3:

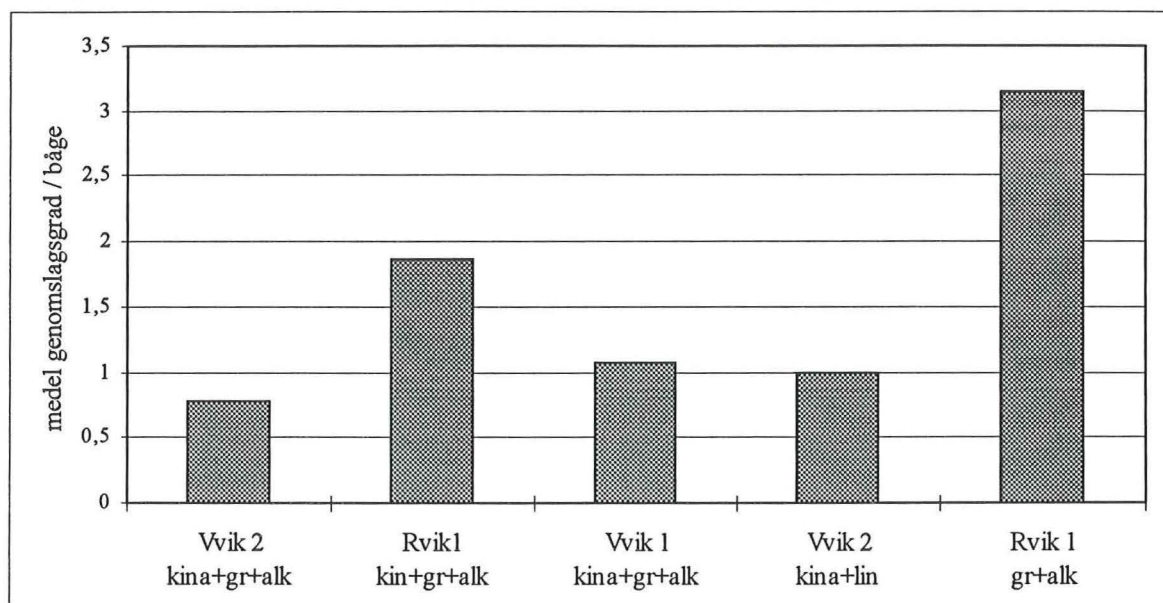


Fig. 4-11 Genomsnittliga graden av kvistgenomslag för de 14 båg hörnen i varje testgrupp efter sista cykeln.

Rvik 1 gr+alk hade högsta sammanlagda kvistgenomslagsgrad, se Fig. 4-11 ovan. Näst högst kvistgenomslagsgrad hade Rvik 1 kina + gr + alk, och minst genomslagsgrad hade Vvik 2 gr+kina+alk.

Enligt kap 3.2.2.1 avlägsnades sedan färgen på bågarna för att totala antalet kvistar skulle kunna räknas. Dessutom registrerades då om kvisten var frisk eller död.

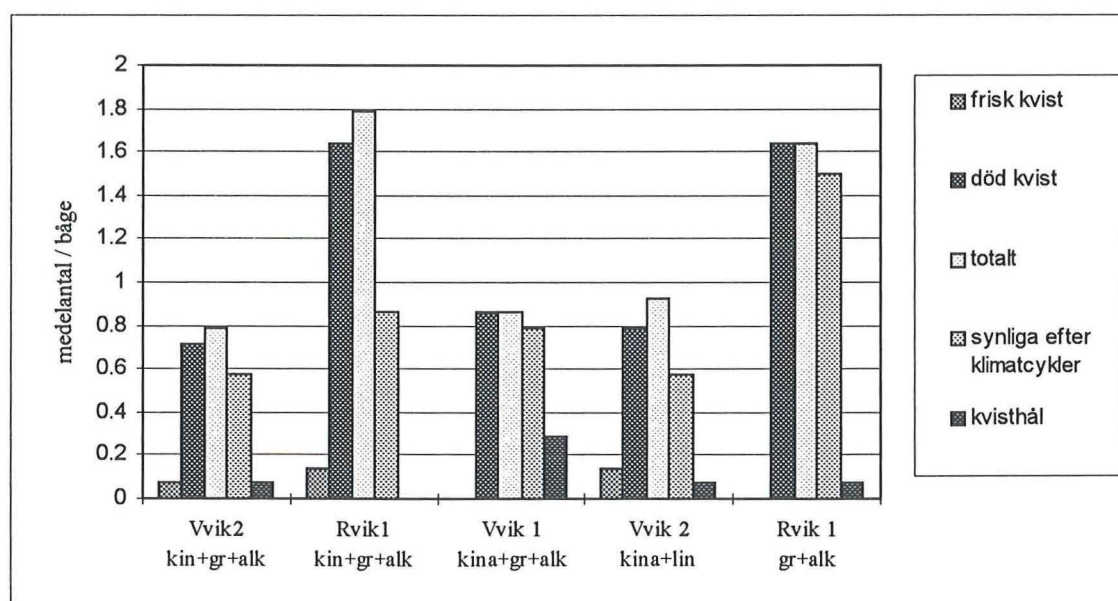


Fig. 4-12 Medelantalet kvistar per testgrupp. (14 båg ar per testgrupp)

Jämförelsen i Fig. 4-12 visar att Rvik 1 mm med grundning + alkydoljefärg hade flest synliga kvistar efter klimatcyklerna. Minst antal synliga kvistar hade Vvik 2 mm oberoende av ytbehandling.

Andel död och frisk kvist hos de olika virkestyperna efter avlägsnad ytbehandling redovisas i följande tabell:

Tabell 4-3 Andel död och frisk kvist hos båghörnen

Virkestyp	Andel frisk kvist hos 14 bågar	Andel död kvist hos 14 bågar	Totala antalet kvistar hos 14 bågar	Medelantal kvistar totalt per båge
Vvik 1	0 %	100 %	12	0,86
Vvik 2 Medelvärde av två testgrupper	13 %	87 %	12	0,86
Rvik 1 Medelvärde av två testgrupper	4 %	96 %	24	1,71

Antal kvistar som är synliga genom färgskiktet på båghörnen efter fem klimatcykler jämfört med totala antalet kvistar efter att färgen avlägsnats redovisas i följande tabell:

Tabell 4-4 Antal synliga kvistar av totala antalet på båghörnen

Virkestyp Medelvärde av 14 bågar	Medelantal kvistar synliga genom färgskiktet	Medelantal kvistar efter avskrapad färg	Antal synliga / totala antalet kvistar
Vvik 2 kina+gr+alk	0,57	0,79	73 %
Rvik 1 kina+gr+alk	0,86	1,79	48 %
Vvik 1 kina+gr+alk	0,79	0,86	92 %
Vvik 2 kina+lin	0,57	0,93	62 %
Rvik 1 gr+alk	1,5	1,64	91 %

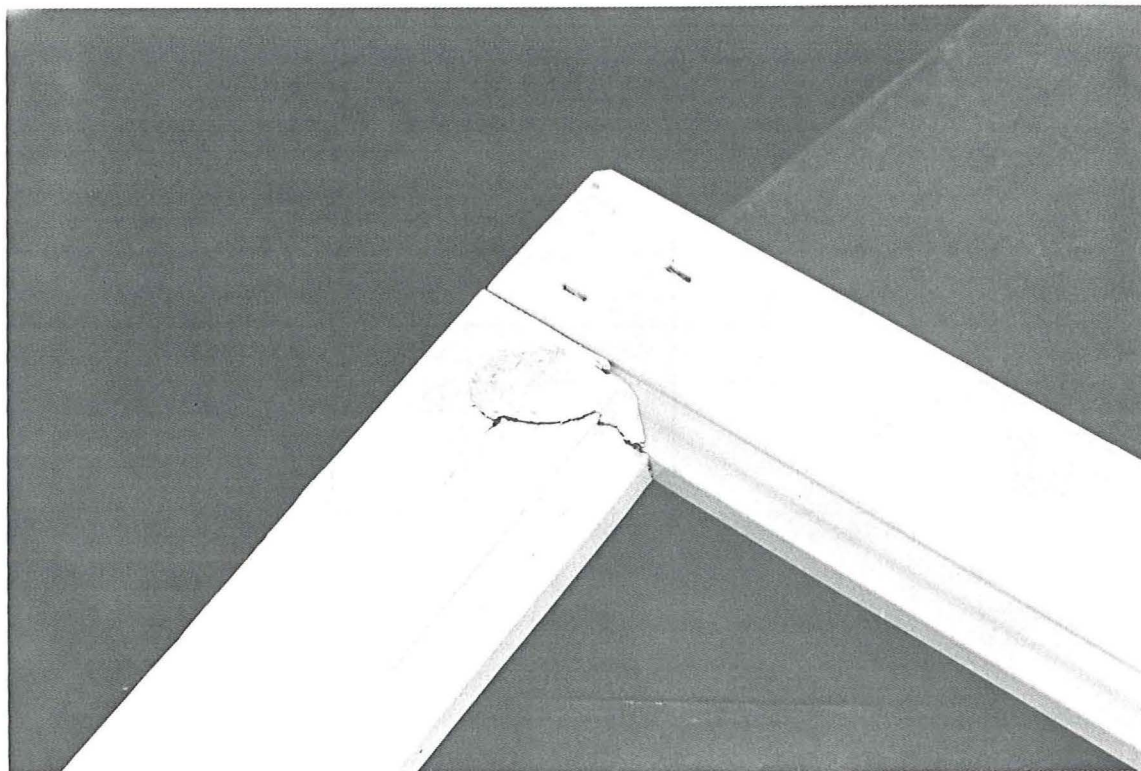


Fig. 4-13 Båghörn med utkrupen kvist vid hörnfogen. Denna skada klassades som grad 3 dvs mycket öppen kvist.

4.2.2.3 Annan färgskada

Andra färgskador var t ex småsprickor.

Tabell 4-5 Andel bågar med annan färgskada

Vvik 2 kina+gr+alk	Rvik 1 kina+gr+alk	Vvik 1 kina+gr+alk	Vvik 2 kina+lin	Rvik 1 gr+alk
2/14	5/14	3/14	6/14	3/14

Avskavd färg förekom också, men det berodde på behandlingen vid i- och urtagning i ställningarna.

Gruppen Vvik 2 med kinaolja och linolfjärg hade dåligt ytskikt vid leverans.

4.2.2.4 Annan träskada

Andra träskador som t ex kvisthål, lösa fogar, samt flisor var oftast initialskador.

Tabell 4-6 Andel bågar med sådan annan träskada

Vvik 2 kina+gr+alk	Rvik 1 kina+gr+alk	Vvik 1 kina+gr+alk	Vvik 2 kina+lin	Rvik 1 gr+alk
4/14	5/14	2/14	2/14	5/14

4.2.3 Deformationsmätning

Metoden för deformationsmätning dvs ändring i form och vinkel mellan bågbenen beskrivs i kap

3.2.2.4

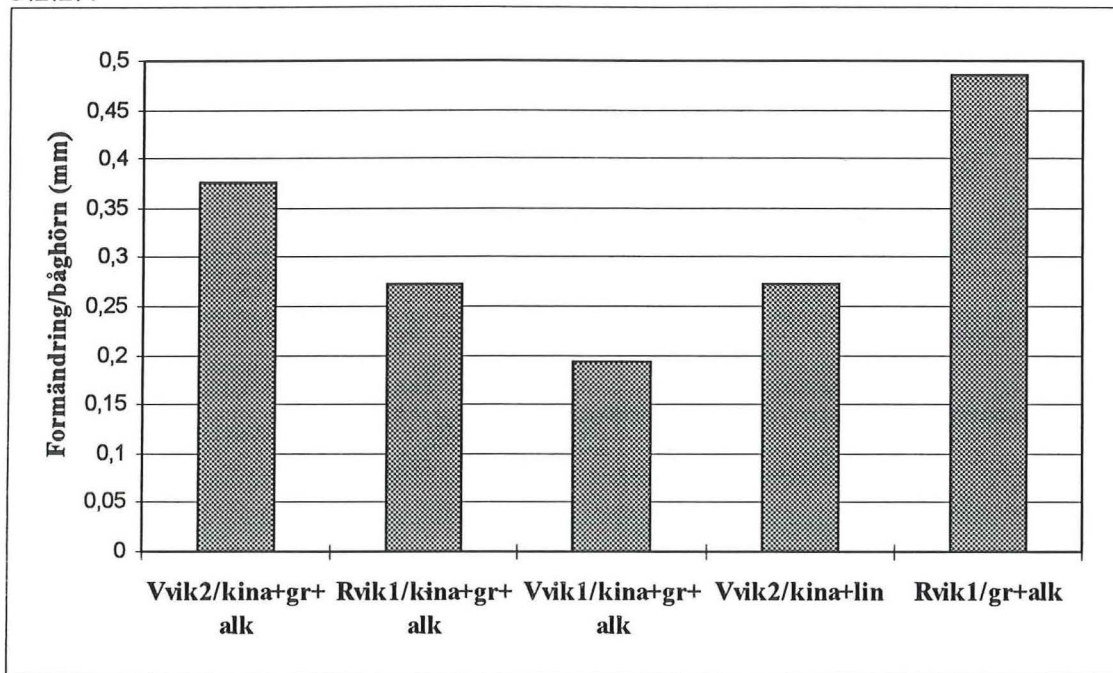


Fig. 4-14 Genomsnittliga formändringen i mm hos de 14 bågarna i varje testgrupp. Dvs medelvärdet av alla fyra mätpunkterna.

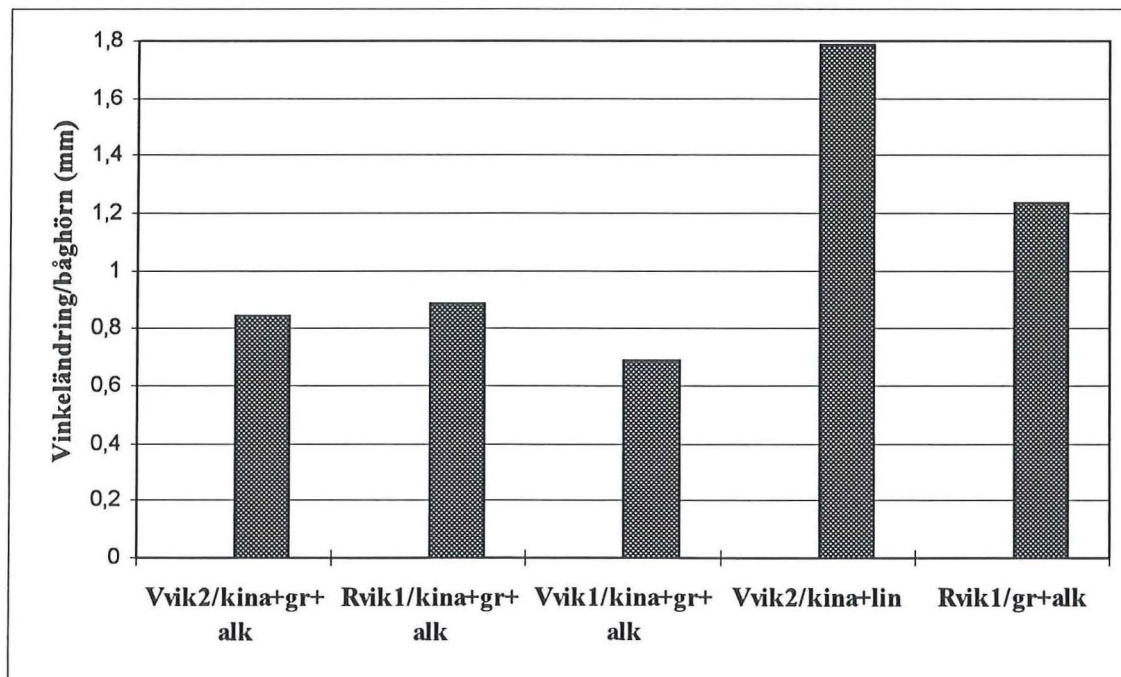


Fig. 4-15 Genomsnittliga vinkeländringen i mm för varje testgrupp.

4.2.3.1 Samband virkestyp-deformationer

Hos de tre testgrupperna med samma ytbehandling kan följande observeras:

- Formändring, se Fig. 4-14: Vvik 1 hade minst formändring och Vvik 2 hade störst.
- Vinkeländring, se Fig. 4-15: Vvik 1 hade minst vinkeländring och Rvik 1 hade störst, men endast något större än Vvik 2.

4.2.3.2 Samband ytbehandling-deformationer

När det gäller sambandet ytbehandling-formändring kan följande observeras i Fig. 4-14:

- Hos Vvik 2 med olika ytbehandling hade gruppen med kina + lin mindre formändring än gruppen med kina+gr+alk.
- Hos Rvik 1 med olika ytbehandling hade gruppen med kina+gr+alk mindre formändring än gr+alk, dvs utan behandling med kinesisk träolja.

När det gäller sambandet ytbehandling-vinkeländring kan följande observeras i Fig. 4-15:

- Hos Vvik 2 med olika ytbehandling hade gruppen med kina+gr+alk mindre vinkeländring än kina + lin som hade den högsta vinkeländringen av alla båghörnen.
- Hos Rvik 1 med olika ytbehandling hade gruppen med kina+gr+alk mindre vinkeländring än gr+alk, dvs utan behandling med kinesisk träolja.

5. DISKUSSION

I inledningen diskuterades om och isåfall orsaken till att fönster var bättre förr. Denna undersökning har koncentrerats till att göra en begränsad undersökning av träkvalitetens och ytbehandlings betydelse. Av undersökningsresultaten som diskuteras nedan framgår att färgvalet är av överordnad betydelse framför undersökta träkvaliteter.

Resultaten har sammanställts i tabellform för att underlätta jämförelse och diskussion. Tabell 5-1 visar alla resultat från L-jointtesten och Tabell 5-2 visar resultat från koppförsöken. De övriga tabellerna är sammanställda för att jämföra virkeskvalitet, ytbehandling och vanliga fönstertyper, dessutom diskuteras konstruktion och undersökningsmetoder. Försöksmaterialet beskrivs i kap 2, undersökningsmetoder i kap 3 och resultaten finns i kap 4. De skuggade rutorna i följande tabeller visar lägsta, och också bästa värde för respektive parameter. Vissa parametrar saknar skuggning eftersom det är svårt att veta vad som är det mest fördelaktiga resultatet. (Från L-jointtesten redovisas de värden som registrerades efter det att sista cykeln var avslutad, dvs efter sista uttorkningen, där inte annat anges)

Tabell 5-1 Sammanställning av resultaten från L-jointtesten.

Medelvärde av 14 bågar	Vvik 2 kina+gr +alk	Rvik 1 kina+gr +alk	Vvik 1 kina+gr +alk	Vvik 2 kina+lin	Rvik 1 Gr+alk
Fuktkvot efter sista uppfuktningen se kap 4.2.1	16,7 %	14,1 %	12,2 %	15,9 %	23,9 %
Fuktkvot efter sista uttorkningen se kap 4.2.1	12,1 %	10,9 %	9,5 %	10,0 %	14,1 %
Sprickgrad i fogen se kap 3.2.2.3 och 4.2.2.1	1,86	1,57	1,71	1,21	1,5
Kvistar synliga av totalt se kap 4.2.2.2	73 %	48 %	92 %	62 %	91 %
Kvistgenomslagsgrad se kap 3.2.2.3	0,79	1,86	1,07	1	3,14
Antal kvistar totalt (efter borttagen färg) se kap 4.2.2.2	0,79	1,79	0,86	0,93	1,64
Andel död kvist av totalt se kap 4.2.2.2	91 %	92 %	100 %	85 %	100 %
Formändring (mm) se kap 3.2.2.4 och 4.2.3	0,38	0,27	0,19	0,27	0,49
Vinkeländring (mm) se kap 3.2.2.4 och 4.2.3	0,84	0,89	0,69	1,79	1,23

5.1 VIRKESKVALITET

Både årsringsbredd och växtort har haft inverkan på resultaten i undersökningen. Nedan följer de undersökta virkestypernas fuktegenskaper och densitet från koppförsöken.

Tabell 5-2 Jämförelse av obehandlat virke från olika växtort och med olika årsringsbredd

	Vvik 2	Rvik 1	Vvik 1
Flöde*10⁻⁷ (kg/m²s)	7,147	5,371	6,711
Ånggenomsläpplighetskurva	högst	lägre	lägre
Sorptionskurva	högre än Rvik 1 och samma som Vvik 1	lägst av alla kurvor	högre än Rvik 1 och samma som Vvik 2
Fuktkvot vid 65 % RF	14,1	13,7	14,1
Medeldensitet kg/m³ vid ca 10 % fuktkvot dock få provbitar !	582	561	561

Vid L-jointtesten gjordes en jämförelse mellan de olika virkestyperna med samma ytbehandling.

Tabell 5-3 Jämförelse mellan de olika virkestyperna. Alla båghörn är behandlade med kinesisk grundolja, grundning och alkydoljefärg

Medelvärde av 14 bågar	Vvik 2	Rvik 1	Vvik 1
Fuktkvot efter sista uppfuktningen	16,7 %	14,1 %	12,2 %
Fuktkvot efter sista uttorkningen	12,1 %	10,9 %	9,5 %
Sprickgrad i fogen	1,86	1,57	1,71
Kvistar synliga av totalt	73 %	48 %	92 %
Andel död kvist	91 %	92 %	100 %
Kvistgenomslagsgrad se kap 4.2.	0,79	1,86	1,07
Antal kvistar	0,79	1,79	0,86
Formändring mm	0,38	0,27	0,19
Vinkeländring mm	0,84	0,89	0,69

5.1.1 Växtort

Av Tabell 5-2 framgår att flödet och sorptionskurvan är lägre hos obehandlat virke från Rvik än Vvik med årsringsbredd 1 mm. Den utvärderade skillnaden i ånggenomsläpplighet mellan dessa virkestyper är dock mycket liten. Sorptionskurvans utseende är starkare kopplad till växtorten än till årsringsbredden i det undersökta materialet, se kap 4.1.2, Fig. 4-5. En förklaring till detta kan vara att Rättviksvirket innehåller mer lignin (Thörnqvist 1996). I cellväggen är hemicellulosan mest hygroskopisk och ligninet minst hygroskopiskt (Nilsson 1988).

Tabell 5-3 visar att vid L-jointtesten har Vvik 1 lägre fuktkvot än Rvik 1, både vid uppfuktning och uttorkning. Vad detta beror på har inte kunnat fastställas inom ramen för detta examensarbete. Det är dock inte troligt att det har att göra med fukttransportförmågan eftersom någon skillnad inte kunde iakttas vid koppförsöken. Skillnaden i fuktkvot mellan uppfuktning och uttorkning är mindre hos Vvik 1 än Rvik 1 vilket innebär mindre fuktrörelser hos Vvik 1. Vvik 1 har också mindre form- och vinkeländring än Rvik 1.

I det utvalda virket som använts vid L-jointtesten har Rvik 1 mer kvist än Vvik 1. Vvik 1 har större andel död kvist, se Tabell 5-3. Att Rättviksvirket har mer kvistar kan bero på att virket var mörghukvet, vilket innebär större andel kärna men också mer kvist i virket. Vid sågningen av Västerviksvirket togs den mörghukna veden inte med, utan den innehåller mer splint men färre kvistar än Rättviksvirket. Den friska kvisten sitter fast i omgivande trä medan den döda kvisten ofta sitter löst och vid fuktrörelser rör den sig mindre än veden omkring och kan därför vandra ut och orsaka skada på ytskiktet. Detta kan öka risken fuktinträning och eventuellt mikrobiella angrepp. I det undersökta materialet är andelen död kvist hög, dvs mellan 90 och 100 % av antal observerade kvistar. I denna undersökning kan ett möjligt samband mellan kvistgenomslagsgrad och fuktkvot observeras i Tabell 5-3, där Vvik 1 både har lägre kvistgenomslagsgrad och lägre fuktkvot än Rvik 1.

5.1.2 Årsringsbredd

I koppförsöken med det obehandlade virket visade det sig att Vvik 1 har lägre flöde och ånggenomsläpplighet än Vvik 2, enligt Tabell 5-2. Detta kan bero på att när årsringsbredden ökar så ökar andelen vårved som är mer permeabel medan andelen sommarved är konstant. Däremot syns ingen skillnad i sorptionskurvan, se Fig. 4-5

I L-jointtesten med det behandlade virket har Vvik 1 lägre fuktkvot än Vvik 2 både vid sista uppfuktning och torkning enligt Tabell 5-3. Dessutom är skillnaden i fuktkvot mellan uppfuktning och uttorkning mindre hos Vvik 1 än Vvik 2 vilket innebär mindre fuktrörelser hos Vvik 1. Vvik 1 har också lägst sprickgrad samt minst form- och vinkeländring. Vvik 2 har dock minst kvistskador. Det är här svårt att se något samband mellan kvistar och fuktkvot.

Av egen erfarenhet vet jag att det finns gamla fönsterbågar (50-100 år) med 5-6 mm breda årsringar och även kvistar i skarven mellan två spröjs. Att de klarat sig så länge kan bero på dess placering i norrläge, samt impregnering med linolja. Men att man alltid var noggrann med att välja ut det tätaste virket är kanske inte helt sant. I appendix F finns utdrag ur Valfrid Karlson byggnadslära, Inrednings och fulländningsarbeten från 1915. Där beskrivs hur materialet till snickerier skulle väljas ut. (Björk, C & Kallstenius, P & Reppen, L, 1988)

5.2 YTBEHANDLING

Ytbehandlingen har haft stor betydelse för resultaten. I denna undersökning testades båghörn tillverkade och ytbehandlade enligt RM snickeriers metod, dvs utan ändträbehandling. I Tabell 5-4 jämförs ytbehandlig med dels alkydjelfärg och dels linoljefärg på bågar av virke från Västervik. Tabell 5-5 visar på betydelsen av impregnering med träolja på bågar av virke från Rättvik.

Tabell 5-4 Jämförelse av olika ytbehandling på bågar av Vvik 2

Medelvärde av 14 bågar	Kina+gr+alk	Kina+lin
Fuktkvot efter sista uppfuktningen	16,7 %	15,9 %
Fuktkvot efter sista uttorkningen	12,1 %	10,0 %
Sprickgrad i fogen	1,86	1,21
Kvistar synliga av totalt	73 %	62 %
Kvistgenomslagsgrad	0,79	1
Andel död kvist	91 %	85 %
Antal kvistar totalt	0,79	0,93
Formändring mm	0,38	0,27
Vinkeländring mm	0,84	1,79

Tabell 5-4 visar att bågar med linoljefärg klarar sig bättre hos alla undersökta parametrar utom kvistgenomslagsgraden och vinkeländringen. Man hade kunnat förvänta sig att andelen kvist hade varit lika för de båda grupperna eftersom det är "samma" virke. De observerade skillnaderna är troligen orsakade av att provmaterialet inte är tillräckligt stort. Att kvistgenomslagsgraden blev högre hos gruppen med linoljefärg än hos gruppen med alkydoljefärg, trots att fuktkvoten var lägre hos linoljegruppen, kan förklaras av skillnaden i död kvist: linoljefärgsgruppen hade i genomsnitt 0,79 st död kvist/båge medan gruppen med alkydoljefärg hade 0,72 st död kvist/båge.

När det gäller skillnad i fuktkvot är det inte så stor skillnad efter uppfuktning som efter uttorkning där bågar med linoljefärg torkar ut mer och till samma fuktkvot efter varje cykel än bågar med alkydoljefärg, se Fig. 4-7. Observera att bågar med linoljefärg har större differens i fuktkvot mellan uppfuktning och uttorkning än bågar med alkydoljefärg.

Att gamla fönster målade med linoljefärg klarat sig så bra kan delvis bero på att färgen innehöll blyvitt, som är förbjudet nu. Blyvitt är ett pigment som är starkt fungicid, dvs förhindrar rötsvampar att växa. Dessutom ger det färgen goda mekaniska egenskaper.

Tabell 5-5 Jämförelse av olika ytbehandling på bågar av Rvik 1

Medelvärde av 14 bågar	Kina+gr+alk	Gr+alk
Fuktkvot efter sista uppfuktningen	14,1 %	23,9 %
Fuktkvot efter sista uttorkningen	10,9 %	14,1 %
Sprickgrad i fogen	1,57	1,5
Kvistar synliga av totalt	48 %	91 %
Kvistgenomslagsgrad	1,86	3,14
Andel död kvist av totalt	92 %	100 %
Antal kvistar totalt	1,79	1,64
Formändring mm	0,27	0,49
Vinkeländring mm	0,89	1,23

Ovanstående sammanställning i tabell 5-5 visar på betydelsen av att grunda bågar med kinesisk träolja. I alla avseenden utom sprickgraden har bågar av Rvik 1 behandlade med kinesisk träolja och ytbehandlade med grundning och alkydoljefärg bättre värden än Rvik 1 med enbart grundning och alkydoljefärg.

Viktigast är skillnaderna i fuktkvot efter uppfuktning där bågar utan kinaolja får en fuktkvot på ca 24 %, medan bågar med kinaolja får ca 14 %. Den sammanlagda kvistgenomslagsgraden per båge är markant högre hos bågar utan kinaolja, trots att den gruppen har färre kvistar totalt. Även här har de båda testgrupperna olika antal kvistar trots att de är tagna ur samma virkesparti men detta beror troligtvis på att provmaterialet inte är tillräckligt stort.

Att sprickan i fogen är mindre hos gruppen utan kinaolja kan bero på att bågar i den gruppen hade en liten springa i fogen redan vid leverans och att den inte ändrat sig så mycket. I Fig. 4-9 ses sambandet fogspricka- fuktkvot och den visar att en liten spricka hos bågar av Rvik 1 utan kinaolja ger en fuktkvot på närmare 25 % efter uppfuktning, medan motsvarande spricka hos Rvik 1 med kinaolja ger en fuktkvot på ca 10 %. Förklaring till detta kan vara att den kinesiska träoljan hindrar vatten från att tränga in i träet även om det blir en skada i färgskiktet.

5.3 JÄMFÖRELSE MELLAN TVÅ VANLIGA FÖNSTERTYPER

Denna jämförelse i Tabell 5-6 är egentligen som att jämföra äpplen och päron eftersom fönstertyperna både har olika virke och ytbehandling. Men eftersom båda produkterna tillverkas av RM snickerier är det intressant att jämföra dem. Västerviksvirke med ca 2 mm årsringsbredd och ytbehandling med kinesisk grundolja, grundning och alkydoljefärg är den kombination som används på fönstren i Wälluddenprojektet. Virke från Rättvik med ca 1 mm årsringsbredd och ytbehandling med grundning och alkydoljefärg är den kombination som normalt används i fönstertillverkningen.

Tabell 5-6 Jämförelse av "Wälluddenfönster" och RMs "vanliga fönster"

Medelvärde av 14 bågar	Vvik 2 med kina+gr+alk	Rvik 1 med gr+alk
Fuktkvot efter sista uppfuktningen	17 %	24 %
Fuktkvot efter sista uttorkningen	12,1 %	14,1 %
Sprickgrad i fogen	1,86	1,5
Kvistar synliga av totalt	73 %	91 %
Kvistgenomslagsgrad	0,79	3,14
Andel död kvist	91 %	100 %
Antal kvistar totalt	0,79	1,64
Formändring mm	0,38	0,49
Vinkeländring mm	0,84	1,24

Denna sammanställning i tabell 5-6 visar att bågar av Vvik 2 behandlade med kinesisk träolja och ytbehandlade med grundning och alkydoljefärg har bättre värden på alla de undersökta parametrarna, utom sprickgraden, än Rvik 1 med grundning och alkydoljefärg. Detta beror på ytbehandlingen och inte på virkestypen eftersom en jämförelse mellan Rvik 1 och Vvik 2 med samma ytbehandling inte uppvisar så stora skillnader, se Tabell 5-3. Tvärtom uppvisar där Rvik 1 bättre värden på alla parametrar utom kvistgenomslagsgraden och vinkeländringen än

Vvik 2. Förklaring till att sprickgraden var lägre hos Rvik 1 gr+alk än hos Vvik 2 kina+gr+alk kan vara att bågarna av Rvik 1 gr+alk vid leverans inte var helt täta i färgskiktet i fogen och att sprickan sedan inte har utvidgats så mycket. Detta trots att vinkeländringen är ganska stor.

5.4 KONSTRUKTION

Hur ett fönster är konstruerat har stor betydelse för fönstrets beständighet. En dålig konstruktion kan inte uppvägas av ett bra virkesval eller ett bra färgsystem och vice versa. Denna studie har inte haft som mål att jämföra olika fönsterkonstruktioner, och det är inte heller hela fönsterkonstruktionen som har undersökts. Många fler faktorer spelar roll som t ex målningsteknik, glasning och kitt, väderstreck, vattenavrinning, placering och montering i fasaden. Ändå finns vissa synpunkter på den undersökta fönsterbågskonstruktionen. Att bågarna är profilerade är bra eftersom det för in ljuset på ett behagligt sätt. Även att bågarna inte har en aluminiumkant på utsidan är bra eftersom fukt annars lätt samlas där och skadat trä är svårt att upptäcka under en sådan kant.

5.5 FÖRSLAG PÅ FÖRBÄTTRINGAR

- Att inte stifta ihop bågdelarna eftersom det i kombination med ett dåligt lim kan ge en vinglig båge, och om inte färgen täcker stiften kan det vara en väg in för fukt. Vid en eventuell renovering av bågen i ett senare skede är det svårt att få ut stiften utan att skada träet. Alternativet kan vara träplugg.
- För att skydda träet mot fuktinträngning hade det bästa varit att behandla ändträet med träolja innan limning och hopsättning av fogen. Det kan dock vara svårt att få vattenbaserade limmer att fästa på oljat trä.
- Förbättra målningstekniken av linoljefärgen eftersom den inte var bra på testbåghörnen.

5.6 UNDERSÖKNINGSMETODER

5.6.1 Koppförsök

För att få fram träets fukttransportegenskaper är koppförsök en bra metod. Metoden att hyvla provbiten i tunna skikt för att mäta RF-fördelningen genom materialet och sedan kunna räkna ut ånggenomsläppligheten på flera ställen i provbiten är utvecklad på Institutionen för byggnadsmaterial, CTH. Under försökets gång kom det fram att skillnader kunde observeras på de prover som stått i 2 mån jämfört med de som stått i 1 mån. Se kap 3.1.1.2, Fig. 4.3 och appendix E. RF-fördelningen i materialet är olika och de prover som stått längst hade högre RF genom provet, samt en konstant nivå på RF några mm in från våta ytan. Ånggenomsläppligheten hos de som stått i 2 månader gick mot oändligheten vid höga RF. Förklaring till detta är att det även sker kapillärtransport vid höga RF och att fukttillståndet hos provbitarna tydligen inte hade stabiliserats efter 1 månad, även om flödet var konstant.

En undersökning av andel kärna/splint och andel vårved/sommarved hos testbitarna hade givit bättre underlag för diskussionen. Även en densitetsmätning på fler provbitar hade varit intressant.

5.6.2 L-jointtest

Den modifierade L-jointmetoden fungerade bra, även om den krävde mycket arbete med att flytta 70 bågar mellan uteexponering på taket, duschning i källaren och torkning i ugn. Det är

en bra metod för att undersöka påverkan på fönsterbågar utsatta för förhållanden som är nära verkliga förhållanden. En viktig aspekt är dock att försöket endast pågick i 10 veckor och de resultat som framkom visar på vissa skillnader i virke och ytbehandling, men vilka resultat som skulle erhållits om försöket pågått längre är svårt att förutsäga. Men eftersom hela arbetets tidsram var 15 veckor och varje cykel tog två veckor var detta vad som hanns med. För att jämförelsen skulle bli mer heltäckande borde dels större försöksmaterial och dels fler kombinationer virke-ytbehandling undersökts. T ex olika årsringsbredd också på rättviksvirke och fler grupper med andra årsringsbredder. Dessutom kunde urvalet av virke varit mer specificerat, men det var en tanke med arbetet att testa det virke som verkligen används i fönsterproduktionen. Det hade även varit intressant att studera andel sommarved/vårved och andel kärna/splint hos båghörnen, men även det har legat utanför tidsramen för detta arbete.



Fig. 5-1 Exempel på deformationer vid långtidstest (Fönstret på bilden har inget med testmaterialet att göra)

6. SLUTSATSER

På arbetets frågeställning om fönstervirke måste komma från mellan eller norra Sverige blir svaret att det inte tycks vara några väsentliga skillnader på de undersökta virkestyperna med årsringsbredd 1 mm från Västervik och Rättvik.

Årsringsbredden har viss betydelse då virke från Västervik med 1 mm årsringsbredd får lägre fuktkvot och mindre deformationer än virke från Västervik med 2 mm årsringsbredd.

Ytbehandlingen har den största betydelsen för resultaten i denna undersökning. Speciellt behandlingen med kinesisk träolja då fönsterbågar av virke från Rättvik behandlade med kinesisk träolja får lägre fuktkvot, kvistgenomslag och mindre deformationer jämfört med fönsterbågar som inte behandlats med kinesisk träolja. Liknande resultat ifråga om träolja skulle troligtvis också fås med virke från Västervik.

Eftersom ytbehandlingen varit avgörande för resultaten i undersökningen, medan skillnaderna hos de olika virkestyperna har varit små kan ett mindre bra virke kompenseras med ett bra färgval.

Hur skall man göra för att det skall bli så bra som möjligt?

Med tanke på de problem som visat sig på fönster under de senaste decennierna finns det vissa saker man kan tänka på:

- Undvik kvistar, framförallt i fogar.
- Behandling av ändträ med penetrerande träolja före hopfogning.
- Behandling av hela fönsterbågen med penetrerande träolja före målning.
- Om Västerviksvirke används så välj i första hand årsringar kring 1 mm.
- Undvik sammanfogning av bågarna med stift på ytterbågen eftersom det kan ge en ranglig båge och om färgen täcker dåligt finns det risk för fuktinträngning. En eventuell framtida renovering försvåras också.
- Välj en konstruktion på fönster-vägg så att vatten kan rinna av.

7. REFERENSER

- Björk, C. & Kallstenius, P & Reppen, L, 1988, Sekelskiftets byggt teknik, Om arkitekten Valfrid Karlson, Byggnadsverk och läroböcker, Svensk byggtjänst, Stockholm.
- Boxall, J & Carey, J K & Miller, E R, 1992, The effectiveness of end-grain sealers in improving paint performance on softwood joinery - Part 3: Influence of coating type and wood species on moisture content and fungal colonisation, Holz als Roh-und Werkstoff 50 (1992) 227-232.
- Boxall, J & Miller, E R, 1987, The effectiveness of end-grain sealers in improving paint performance on softwood joinery - L-joint after 4 years natural weathering, Holz als Roh-und Werkstoff 45 (1987) 69-74.
- Boxall, J & Miller, E R, 1984, The effectiveness of end-grain sealers in improving paint performance on softwood joinery, Holz als Roh-und Werkstoff 42 (1984) 27-34
- Carey, J K, 1982, Assessing the performance of preservative treatments for wooden joinery, Holz als Roh-und Werkstoff 40 (1982) 269-274
- European standard EN 330, 1993, Svensk standard SS-EN 330, 1993, Wood preservatives-Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative for use under coating and exposed out-of-ground contact: L-joint method
- Grönlund, A. & Rydell, R., 1983, Analys av rötskadade fönster, STFI-meddelande serie A nr 811, Träteknikcentrum, Skellefteå.
- Hansson, T., 1996, Egenskaper hos furu och gran, Träinformation nr 3 (1996) 12-18.
- Hansson, T., 1996, Produkter av trä, Träinformation nr 3 (1996) 19-22.
- Miller, E R, 1983, Prediction of performance of exterior wood coatings, JOCCA 10 (1983) 308-315
- Nevander L. E., Elmarsson B., 1994, Fuktteknik , Svensk byggtjänst.
- Nilsson, L-O, 1988, Egenskaper hos trä och träbaserade skivor-en byggnadsfysikalisk inventering och analys av kunskaper och kunskapsbehov. Publikation P-88:4, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för byggnadsmaterial, Göteborg.
- Rydell, R, 1981, Samband mellan årsringsbredd och egenskaper för fönsterverke. Litteraturgenomgång och slutsatser, STFI-meddelande serie A nr 719
- Rydell, R, 1982, Samband mellan densitet och årsringsbredd samt några andra egenskaper hos svensk furu, STFI-meddelande serie A nr 763

Rydell, R. & Gustafsson, L. & Segerdahl, T. 1988, Förändringar i hantering och urval av virke från skog till byggarbetsplats under 1900-talet. Rapport 1 8806045, Träteknikcentrum, Stockholm.

Thörnqvist, T. m fl, 1987, Vedegenskaper och mikrobiella angrepp i och på byggnadsvirke, Litteraturstudie. Rapport R10:1987, Statens råd för byggforskning, Stockholm.

Thörnqvist, T, 1990, Ungdomsved i barrträd, Rapport nr 10, Sveriges Lantbruksuniversitet, inst för Skog-Industri-Marknad Studier, Uppsala.

Thörnqvist, T, 1990, Trä och kvalitet, Rapport R77:1990, Statens råd för byggforskning, Stockholm.

Thörnqvist, T, 1992, Några egenskaper hos sydsvenskt virke, Södra paper 1/93, Södra Timber, Växjö.

Thörnqvist, T, 1996, Personlig kommunikation.

Öqvist, H, 1988, Utomhusvirkets beständighet-Fältförsök: Ovanjordsexponering av träpaneler, Rapport nr 204, Sveriges Lantbruksuniversitet, inst för virkeslära, Uppsala.

JUPEX 45 KINESISK TRÄOLJA**ANVÄNDNINGSSOMRÅDE**

För behandling av allt slags trä ute och inne.
Som träolja, grundering eller ytbehandling.

PRODUKTEGENSKAPER

Kinesisk Träolja eller Tungoil, som är det huvudsakliga bindemedlet i **JUPEX 45**, är den enda naturprodukt som kan jämföras med fabriksstillverkade bindemedel vad beträffar vatten- och alkaliebeständighet.

Oljan utvinns genom pressning av nötterna från Tungträdet (*Aluritis Fortii*) och har tack vare en kemisk reaktion torkegenskaper och låg ytspänning som ingen annan oljeprodukt kan uppvisa.

Den är helt oöverträffad när det gäller penetration på djupet av träytan där den torkar och därmed upphäver träets kapilärsugning vilket innebär att man får ett vattenavvisande och mycket formstabilt virke.

JUPEX 45 Kinesisk Träolja förstärker träets egenskaper och fungerar utmärkt som grundering före ytbehandling med linolje-, alkyd- eller akrylatfärger.

Vid applicering skall oljan påföras flödigt en gång tills träet är mättat - men övermätta inte eftersom det kan ge ett sämre fäste för efterföljande behandlingar.

Om träytan suger ojämnt och upplevs som flammig efter tork och den inte skall övermålas med täckande färger kan ytterligare ett tunt skikt påföras.

Undvik att arbeta i direkt solljus och tänk på självantändningsrisken i papper och trassel.

TEKNISK INFORMATION

Bindemedel:	Vegetabiliska oljor (huvudsakligen Tungoil)
Volymtorrhalt:	Min. 52%
Lösningsmedel:	N-Paraffin ca. 45-50%
Åtgång:	3-6m ² /liter beroende på virkets porositet
Torktid:	Ca. 3-4 timmar vid 13°C
Brandskydd:	Självantändningsrisk i trasor

LINOLJEFÄRG UTOMHUSBRUK

Materialbeskrivning och användningsområde

Linoljefärg är en utomhusfärg av "gammaldags" typ baserad på svensk rå kallpressad linolja. Den innehåller mögelskydd och är avsedd för målning av träfasader, fönsterbågar, karmar, foder m.m.

Målningsanvisning

Rör om färgen väl. Underlaget skall vara rent och torrt. Fukthalten i träet får inte överstiga 15%. På nytt trä erfordras tre strykningar. Vid första strykningen förtunnas färgen med 40% lacknafta, vid mellanstrykning 20% lacknafta. Vid färdigstrykning användes färgen oförtunnad. Tidigare målad yta, olje- eller alkydfärg, rengöres och mätteras med Nordsjö Målartvätt. Mögel- eller algbevuxna ytor saneras med Nordsjö Mögel- eller Algtvätt. Löst sittande färg avlägsnas genom skrapning. Trärena ytor pågrundas och mellanstrykes som obehandlat trä. Färdigstryk med oförtunnad oljefärg.

OBS! Linoljefärg skall appliceras i tunna skikt för att undvika rynktork.

Rostskador på spikhuvud, beslag och andra ståldetaljer skrapas, stålborstas och grundas med Bexur Mönja.

Nordsjö Linoljefärg uppfyller Riksantikvarieämbetets krav på linoljefärg.



TEKNISKA DATA

Användningsområde:	Utomhus
Bindemedelstyp:	Svensk rå kallpressad linolja
Glans (SIS 184184):	Blank
Densitet:	1,5
Färgåtgång:	12-15 m ² /liter
Torktid (Vid 23°C och 50% relativ luftfuktighet):	24-36 timmar
Pigment:	Titandioxid, kulörta pigment, zinkvitt
Torrhalt:	95% volym
Rengöring av verktyg	Lacknafta
Förpackning:	1 o 5 liter vit, dessutom 10 liter

Förvaras oåtkomligt för barn. Sörj för god ventilation. Risk för självantändning av trasor, trassel m.m.

Denna deklaration gäller för vit färg. För andra kulörer kan siffervärdena variera.

PROD.NR 65000 Vit, 65001 Eng. rött, 65002 Guldocker, 65003 Järnoxidsvart, 65004 Grönnumbra

Nordsjö's datablad är utgivna enbart i rådgivande syfte. Värdena gäller för normala omständigheter och kan därför variera med t ex appliceringsätt, temperatur etc. Vi förbehåller oss rätten till ändringar utan föregående information.

US-Grund

9108

61651

Tvåkomponent polyuretgrundfärg för in- och utvändiga snickerier.

Speciellt lämplig vid risk för överabsorption av impregneringsvätska.

Produktdata:

Prod.nr	Kulör	Bindemedel	Lev.visk	Torrhalt	Dens.	Glans	Innehåll	Brandf. klass
61651	vit	Polyester som med härdaren isocyanat bildar en polyuretan	ca 23" inkl härdare	ca 60 vikt% inkl härdare	ca 1,46	matt	Butylacetat Xylen	2 a

Blandningsföreskrifter:

Produkt	Härdare	Förtunning	Appl.visk	Brukstid
61651 12 lit	55916 5 lit	62163 användes normalt oförtunnad	ca 23"	ca 8 tim

Torktid:

Anm: US-Grund skall torkas vid lägst 18°C.

Temperatur	20°C	40°C	60°C	80°C	IRM	Pålagd mängd
Slipbar	ca 16 tim	4-5 tim				ca 110 gr/m ²
Staplingsbar	ca 16 tim	4-5 tim				

Ovan angivna torktider gäller under förutsättning att luftväxlingen är så anpassad, att lösningsmedlen successivt bortföres, så att dessa inte hindrar härdningen. Efter nedkylning till 35°C kan målade ytor staplas mot varandra.

RS 70**9108****11452**

Lufttorkande färg avsedd för industriell målning av snickerier för in- och utvändigt bruk.

Som grundfärg skall US-Grund 61651 användas.

Färgsystemet är lämpligt för vaccumimpregnerat virke.

RS 70 är en oxidativt torkande produkt, varför risk föreligger för självantändning av sprutdamm och spill om inte detta dagligen tages om hand och förvaras i slutna kärl eller dylikt.

Produktdata:

Prod.nr	Kulör	Bindemedel	Lev.visk	Torrhalt	Dens.	Glans	Innehåll	Brandf. klass
11452	0502Y	Alkyd	ca 150"	ca 65 vikt%	ca 1,12	ca 70	Lacknafta	2 a

Applicering:

Förtunning	Sprutning	
	Konventionell	Luftlös
62101	Kall 10 – 15% förtunning Varm 0 – 5% förtunning	Kall 5 – 10% förtunning Varm 0 – 5% förtunning

Torktid:

Anm: RS 70 skall torkas vid lägst 18°C.

Temperatur	20°C	40°C	60°C	80°C	IRM	Pålagd mängd
Hanterbar	ca 5 tim	ca 3 tim				ca 110 gr/m ²
Staplingsbar	ca 16 tim	ca 6 tim				

Ovan angivna torktider gäller under förutsättning att luftväxlingen är så anpassad, att lösningsmedlen successivt bortföres, så att dessa inte hindrar härdningen. Efter nedkyllning till 35°C kan målade ytor staplas mot varandra.

APPENDIX B

VÄDERSTATISTIK

KLIMATDATA FÖR UTOMHUSEXPONERING AV L-JOINTS

Period	Temp	RF	Soltimmar	Nederbörd
3/2 - 12/2	I början av perioden -5 till -15 °C, i slutet -5 till 10 °C	RF på natten 80 %, RF på dagen mellan 55 och 70 %	4/2 till 8/2 sammanlagt 32 soltimmar, sedan mulet resten av perioden	Uppehåll i början av perioden, 5/2 lätt snö, 12/2 2 cm snö
16/2 - 26/2	I början av perioden 0 till -15 °C, i mitten mellan -5 och -10 °C, i slutet mellan -5 och 0 °C.	Stora variationer : mellan 35 och 90 % RF. På nätterna 65% , blåsiga kalla dagar 35-40 %	Sammanlagt 42 timmar, resten mulet eller sol bakom moln.	Sammanlagt några cm snö och 1,5 dag med dimma/regn
1/3-11/3	I början av perioden som kallast -10 °C, annars på nätterna -5, på dagarna 0 till 5 °C.	På nätterna 80-100 % RF, på dagarna 50-70 % RF, som lägst 33 % RF.	57 soltimmar, resten mulet eller sol bakom moln.	Sammanlagt några cm snö, annars uppehåll
15/3-25/3	Tre första dygnen kring 0 °C på dagar och nätter, sedan som kallast -5 °C, och som varmast 10 °C.	Tre första dygnen kring 65 % RF hela dygnet, sedan 80-100 % RF på nätterna, och på dagarna som lägst 40%RF	Tre första dygnen helt mulet, sedan soligt och klart hela perioden. ca 54 soltimmar.	Ingen nederbörd under hela perioden. Torrt.
29/3-8/4	Fyra första dygnen kring 0 °C på dagar och nätter, sedan som kallast -5 °C, och som varmast 20 °C.	Sju första dygnen mellan 40 och 60 % RF på dagarna mellan 90 och 100 % RF på natten. Sedan 30 % på dagen och 70 % på natten	Tre första dygnen helt mulet, sedan soligt eller soldis hela perioden. ca 60 soltimmar.	Tre första dygnen lite regn/snö, annars uppehåll.

APPENDIX C

KALIBRERING AV RF-MÄTARE

Vid mätning av fuktprofilen genom provbiten mättes RF i varje hyvlat skikt i provbiten. De uppmätta värdena på RF korrigerades enligt en kalibreringskurva. Dvs det fel som varje RF-givare visar är tidigare undersökt och en kalibreringskurva för varje givare är gjord. Med Sond menas givare, Meas är uppmätt värde, och Corr är korrigerat värde. De högsta värdena överst i tabellerna är RF mot våta sidan i koppen 100 % RF och de låga är ut mot omgivande klimat 50 % RF.

Grupp 1: Västervik 2 mm

1.1			1.2		
Sond	RH (%)		Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr	no	Meas	Corr
6	85.8	84.0	16	80.5	84.5
7	81.8	84.3	17	78.4	84.7
8	77.9	84.4	6	85.2	83.3
9	76.2	82.7	7	79.2	81.5
10	72.0	77.4	8	72.0	78.3
11	68.7	74.4	9	67.8	73.7
12	65.4	68.7	10	62.8	67.6
13	60.0	64.3	11	56.5	61.8
14	55.2	60.7	12	52.3	54.3
15	54.4	57.7			

1.3			1.4		
Sond	RH (%)		Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr	no	Meas	Corr
13	78.0	85.0	11	78.1	84.1
14	75.3	83.0	12	79.5	84.2
15	75.2	80.7	13	76.4	83.2
16	73.4	76.3	14	71.2	78.4
17	67.3	72.8	15	69.4	74.3
6	71.0	67.5	16	67.3	69.3
7	61.7	62.4	17	60.4	65.3
8	52.1	57.6	14	53.5	58.8
9	49.2	53.6	15	51.2	54.1
10	47.5	51.3			

APPENDIX C

FORTS. KALIBRERING AV RF-MÄTARE

Grupp 2: Rättvik 1 mm

2.1			2.2		
Sond	RH (%)		Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr	no	Meas	Corr
6	89.2	87.8	16	83.0	87.4
7	84.8	87.6	17	79.7	86.1
8	78.6	85.1	1	78.6	87.0
9	76.2	82.7	2	76.5	81.9
10	73.8	79.3	3	72.4	78.5
11	71.2	77.0	4	68.3	73.2
12	67.9	71.5	5	62.3	66.1
13	64.2	69.2	1	54.1	61.2
14	55.1	60.6	2	50.4	53.0
15	54.6	57.9			
2.3			2.4		
Sond	RH (%)		Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr	no	Meas	Corr
3	79.9	86.5	12	75.5	79.8
4	77.3	82.9	13	77.2	84.1
5	74.7	79.9	14	73.9	81.4
6	79.9	77.4	15	73.0	78.3
7	72.4	74.1	16	70.6	73.1
8	61.6	67.5	17	63.2	68.3
9	56.9	61.9	1	56.0	63.2
10	51.4	55.5	2	52.3	55.1
11	51.7	56.8	3	47.7	51.9

APPENDIX C

FORTS. KALIBRERING AV RF-MÄTARE

Grupp 3: Västervik 1 mm

3.1				3.2		
Sond	RH (%)			Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr		no	Meas	Corr
4	78.6	84.3		14	79.6	87.7
5	80.2	86.0		15	76.2	81.8
6	85.6	83.8		16	76.3	79.7
7	78.7	80.9		17	70.6	76.3
8	70.2	76.4		1	66.7	74.5
9	67.4	73.2		2	64.9	69.1
10	63.4	68.2		3	59.1	64.2
11	58.7	64.0		4	55.4	59.2
12	55.5	57.8		5	52.9	55.6
13	52.4	55.6				

3.3				3.4		
Sond	RH (%)			Sond	RH (%)	
no	Meas	Corr		no	Meas	Corr
1	76.8	85.1		6	85.6	83.8
2	83.2	89.3		7	79.8	82.1
3	76.2	82.5		8	73.9	80.2
4	78.4	84.1		9	70.7	76.8
5	75.8	81.1		10	66.4	71.4
6	80.4	78.0		11	61.4	66.8
7	74.5	76.3		12	56.7	59.2
8	66.8	72.9		13	51.3	54.4
9	65.5	71.2		14	46.5	51.0
10	62.2	67.0				
11	61.4	66.8				
12	62.1	65.1				
13	58.2	62.3				
14	56.2	61.8				
15	55.4	58.8				
16	56	56.3				

APPENDIX D

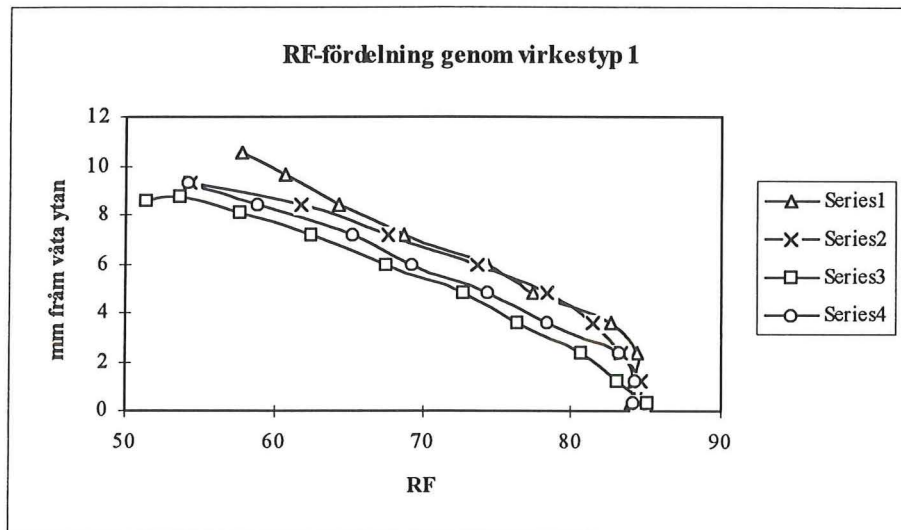
DENSITETSBERÄKNINGAR MED FUKTKVOTER OCH ANDEL KÄRNA

Virkestyp	provbit nr	volym m3	vikt kg	densitet kg/m3	medel- densitet	årsrings- bredd mm	andel kärna %	fuktkvot %
Vvik 2	111	3.965E-05	0.02307	581.90479	582.31816	2	11	9.7962722
	112	4.053E-05	0.02373	585.43106		2	11	10.198062
	121	4.007E-05	0.02296	573.04766		1.5	44	10.278746
	122	4.08E-05	0.02299	563.52506		1.5	44	10.091344
	131	4.079E-05	0.02429	595.47274		1.5	50	10.004117
	132	3.98E-05	0.02366	594.52767		1.5	50	10.101437
Rvik 1	211	3.988E-05	0.02309	578.98978	560.96207	1.5	89	10.177566
	212	3.987E-05	0.02309	579.10301		1.5	89	10.177566
	221	3.888E-05	0.02237	575.37013		1	89	10.102816
	222	3.995E-05	0.02268	567.76458		1	89	9.9206349
	231	4.051E-05	0.02146	529.7592		0.5	72	9.5526561
	232	4.157E-05	0.02223	534.7857		0.5	72	9.4916779
Vvik 1	311	4.115E-05	0.02168	526.85204	561.39303	1	94	9.7785978
	312	4.12E-05	0.02191	531.79353		1	94	9.8128708
	321	4.161E-05	0.02404	577.70683		0.5	94	9.6505824
	322	3.975E-05	0.02389	600.95087		0.5	94	9.7530347
	331	4.015E-05	0.02285	569.07094		1	89	9.8030635
	332	4.062E-05	0.02283	561.98394		1	89	9.8554534

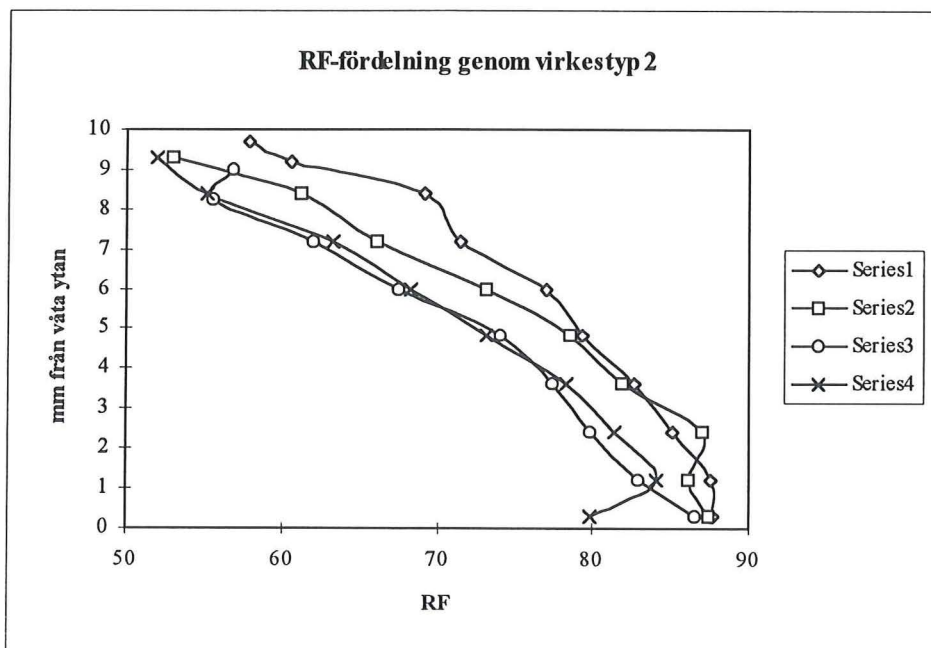
APPENDIX E

RF-X FÖRDELNING FÖR TESTBITARNA I KOPPFÖRSÖKEN

GRUPP 1: VÄSTERVIK 2 mm



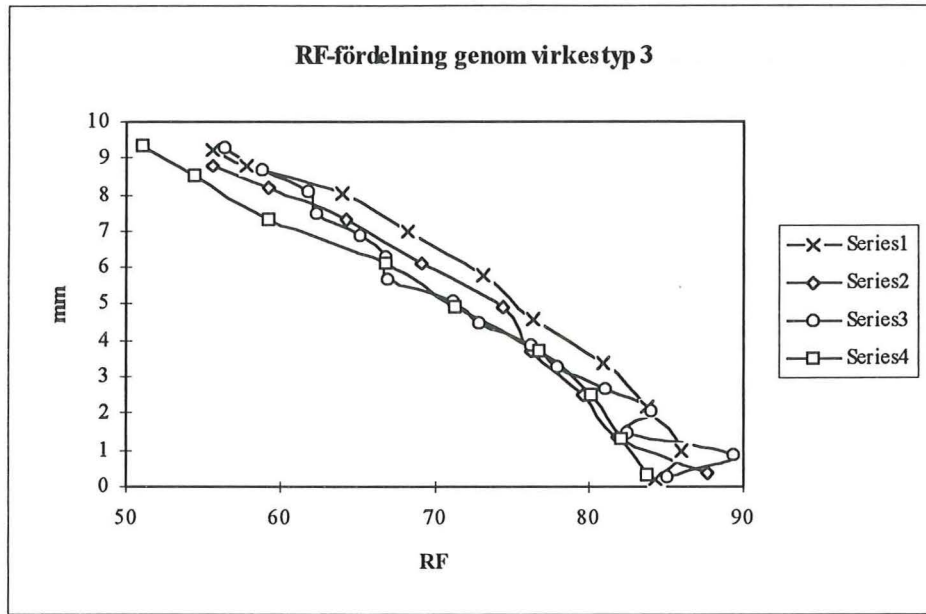
GRUPP 2: RÄTTVIK 1 mm



APPENDIX E

RF-X FÖRDELNING FÖR TESTBITARNA I KOPPFÖRSÖKEN

GRUPP 3 VÄSTERVIK 1 mm



APPENDIX F

UTDRAG UR VALFRID KARLSON BYGGNADSLÄRA

INREDNINGS OCH FULLÄNDNINGSARBETEN 1915

Snickeriarbeten

Inredningsarbeten av trä utförs av snickare och benämns snickeri- eller snickeriarbeten. Hit räknas fönster, dörrar, portar, panel, socklar, taklister, fasta skåp, hyllor och bänkar, en del trappor, räcken och ledstänger, parkettgolv m m. Gränsen mellan snickare- och timmermansarbeten är ofta svår att bestämma. Tydligt särskiljande är, att de förra kan sammanfogas genom limning, vilket inte är brukligt för de senare.

Material och utförande i allmänhet

Byggnadssnickeri utförs i regel av furu. Där större styrka och varaktighet krävs begagnas ek, och för utseendets skull används såväl ek som andra finare och dyrbarare träslag, såsom valnöt, mahogny m fl. Dessa brukar dock oftast utgöra endast en tunn beläggning, fanér, eller tunna, profilerade lister, lagda på stomme av furu.

I snickeriarbeten tas materialets hållfasthet mindre i anspråk. Viktigare är däremot att arbetet bibehåller form och mått. Olägenheterna av träets kastning, svällning och krympning kan upphävas eller mildras genom dels val av lämpligt och gott virke, dels lämplig användning och sammansättning av detsamma.

Kärnträ och sådant med täta årsringar sväller och krymper mindre än den lösare splintveden. Krokvoxet och vresigt trä kastar sig lätt skevt. Kvistar kan åstadkomma sprickor, och då de vid torkning krymper mindre än den lösare veden omkring, händer lätt att de skjuter fram ur ytan. Trä i tjocka stycken får oftast sprickor vid torkning.

För att bibehålla form och mått på snickeriarbetet kan beträffande materialet iakttas:

Trä till snickeri bör vara friskt, fullmoget, rakvoxet, finfibrigt samt vinterfällt. Det bör vara fritt från röta, rödved, sprickor, blåyta, torr- eller rötqvistar och i allmänhet från sådana kvistar, som vållar rubbningar i materialet. Det bör i möjligaste mån innehålla kärnved och inte splint- eller ytved samt bör vid användningen vara fullt torrt.

För övrigt gäller:

- 1 Hela stycken av större tjocklek eller bredd bör sammanlimmas av mindre delar, varvid iakttas att kärnsida vänds mot ytsida eller, där så lämpar sig, att de olika lagren läggs på olika led.
- 2 Arbeten med större ytor, såsom dörrar och panel, bör utföras antingen i fyllningar och ram-

stycken, sammanfogade sinsemellan genom spontning, varvid fyllningen kan fritt röra sig i spontan, eller också av på vanligt sätt spontade bräder eller plank.

- 3 Särskilt rakvoxet och kvistfritt trä bör utväljas till sådana delar, som är bestämmande för formen, såsom fönsterbågar, fönster- och dörrkarmar, samt ramstycken till karmar, dörrar och panel.
- 4 Kvistar bör alltid borttas från ytor, som skall sammanlimmas, och i regel även från ytor, som skall bli synliga. De ersätts där med ilimmade stycken av annat trä.

För att hindra snickeri att skadas av fukt från nytt murverk kan man:

- a) låta murverket torka ut så mycket som möjligt innan snickeriet uppsätts;
- b) isolera träets mot muren vända ytor, varvid karmar bestryks med varm trätjära och panel eller foder med varm karbolineum 1-2 gånger, eller också läggs impregnerad papp mellan trä och mur; samt
- c) för snickeri av större utsträckning, t ex panel, lämna ett tunt luftrum mellan trä och vägg, varvid detta mellanrum alltid genom små öppningar måste stå i sådan förbindelse med rums-luften, att denna kan cirkulera genom mellanrummet.

Allt snickeri, som sedan skall oljemålas, bör före uppsättningen grundas med kokt linolja eller helst tunn oljefärg.

Fönster

Då fönstrens huvuduppgift är att släppa in ljus till en byggnads inre, består de av glas insatt i ramar av trä, järn eller sten. Vanligen vill man även kunna genom fönstren införa luft, då så erfordras, och gör dem för den skull så att de kan öppnas och stängas. Härvid måste man dock tillse att de blir möjligast täta, så att de, när de är stängda, isolerar mot kölden och hindrar regn eller snö att tränga in.

I allmänhet sätts fönstren lodrätt i ytterväggarna eller i vindskupor. Undantagsvis eller, där särskilda omständigheter så påfordrar, sätts de vågrätt eller lutande i taket, *takfönster*. Vågräta takfönster är i regel endast inre fönster med lutande eller lodräta yttre fönster därovanför.

MÅSTE FÖNSTERVIRKE KOMMA FRÅN NORRA SVERIGE, OCH VAD BETYDER YTBEHANDLINGEN?

EXAMENSARBETE UTFÖRT AV

MARIA PAULSON
GÖTEBORG OKTOBER 1996

Nyckelord:

fukt
färg
fönster
deformation
trä

Examensarbete E-96:2
Arb.nr 582
ISSN 1104-893x

Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Byggnadsmaterial
412 96 Göteborg
Sverige

Tel: (+46) 031 77210 00
Fax: (+46) 031 772 22 96

ISRN:LUTVDG/TVBK--5082--SE

ISSN 0349-4969

Lunds Tekniska Högskola
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Box 118
221 00 Lund
Sverige

Tel: (+46) 046 222 95 03
Fax: (+46) 046 222 42 12



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

INSTITUTIONEN FÖR BYGGNADSMATERIAL

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, DEPARTMENT OF BUILDING MATERIALS, GÖTEBORG SWEDEN

P-96:2

**MÅSTE FÖNSTERVIRKE KOMMA
FRÅN NORRA SVERIGE, OCH VAD
BETYDER YTBEHANDLINGEN?**

Maria Paulson