



# LUND UNIVERSITY

## En metod att bestämma fuktmotstånd hos färgskikt på trä. Ett delprojekt inom WoodBuild C

Nilsson, Lars-Olof; Nilsson, Bengt

2013

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Nilsson, L.-O., & Nilsson, B. (2013). *En metod att bestämma fuktmotstånd hos färgskikt på trä. Ett delprojekt inom WoodBuild C*. (Rapport TVBM; Vol. 3174). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*Total number of authors:*

2

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
LUNDS UNIVERSITET

---

Avd. Byggnadsmaterial

En metod att bestämma fuktmotstånd  
hos färgskikt på trä.  
Ett delprojekt inom WoodBuild C

Lars-Olof Nilsson

Bengt Nilsson

ISRN LUTVDG/TVBM--10/3174--SE(1-22)  
ISSN 0348-7911 TVBM

Lund University, Faculty of Engineering  
Laboratory of Building Materials  
Box 118  
SE-221 00 Lund, Sweden

Telephone: 46-46-2227415  
Telefax: 46-46-2224427  
[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)

---

## Förord

I delprojektet C, "Fukt i trä utomhus ovan mark", inom forskningsprogrammet WoodBuild har Avd Byggnadsmaterial vid LTH gjort en studie av en ny metod att bestämma fuktmotstånd hos färgskikt på träytor. SP-Träteknik i Skellefteå har tillhandahållit försöksmaterialet, en målad träbalk.

All provkroppstillverkning, provkroppspreparering och alla mätningar har utförts av laboratorieingenjör Bengt Nilsson.

## Tillkännagivande

Studien är en liten del av ett delprojekt inom WoodBuild, initierat inom ramen för Branschforsknings-programmet 2006-2012 för skogs- och träindustrin. Programmet finansieras gemensamt av staten, näringslivet och andra intressenter inom, eller med anknytning till, den svenska skogs- och träindustrin.

Lund i september 2013

Lars-Olof Nilsson

Professor, delprojektledare

Bengt Nilsson

Laboratorieingenjör

---

## Sammanfattning

Det är mycket sällsynt att man mäter fukttransportegenskaper hos färgskikt på trätor på ett vederhäftigt sätt. De traditionella metoder man använder ger antingen felaktiga resultat eller ger resultat som inte kvantifierar färgsystemets egentliga fukttransportegenskaper. Här har en ny metod använts för att försöka göra just detta.

Ur en målad träbalk sågades 8 mm tjocka målade och omålade trärandeller som placerades som lock på koppar innehållande olika mättade saltlösningar som ger RF i intervallet 75 till 100 %. Kopporna placerades i två olika klimat, med 55 respektive 90 % RF. Några randeller med målat och omålat ändträ ingick i undersökningen.

Ur viktändringar kvantifierades fuktflödet genom trärandellerna och det fuktberoende fuktmotståndet hos färgskikt plus träunderlag respektive träunderlag utvärderades. Genom att jämföra dessa fuktmotstånd i fuktintervall där RF-differensen över träunderlaget är detsamma i de båda fallen, kunde färgskiktets fuktmotstånd utvärderas som funktion av fuktnivån. Utvärderingen krävde ett passningsförfarande, som fungerade utmärkt.

Av resultaten framgår att fuktmotståndet hos det aktuella färgskiktet är starkt fuktberoende. Mellan de fuktigaste respektive torraste fuktintervallen där utvärdering gjorts skiljer det en faktor 4 i fuktmotstånd. Vid beräkningar av uppfuktnings- och uttorkningsförlopp måste sådana skillnader tas med. Det är inte lätt att göra i dagens beräkningsverktyg, där tunna skikt som regel ges ett konstant fuktmotstånd. Här krävs en utveckling av beräkningsverktygen.

---

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Kortfattad fuktteori.....	1
1.3	Traditionella mätmetoder för fuktmotstånd .....	3
1.4	Tidigare studier.....	3
<b>2</b>	<b>Mätprincip</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Mätförfarande</b>	<b>6</b>
3.1	Provrondeller .....	6
3.2	Koppmätningar .....	9
3.3	Viktförluster, i klimat med 55 % RF .....	11
3.4	Viktförluster, i klimat med 90 % RF .....	14
<b>4</b>	<b>Mätresultat och utvärdering</b>	<b>16</b>
4.1	Första, förenklad utvärdering .....	16
4.2	Korrekt utvärdering .....	18
<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Referenser</b>	<b>22</b>

---

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Delprojektet C inom forskningsprogrammet WoodBuild syftade till att utveckla ingenjörswerktyg för att kunna förutsäga fuktförhållanden i trä utomhus ovan mark. Sådant trä är så gott som alltid ytbehandlat vilket innebär att ett beräkningsverktyg måste innehålla möjligheten att ta hänsyn till fuktegenskaperna hos det aktuella ytskiktet. I delprojekt C identifierades behovet av en ny metod att bestämma fuktmotståndet hos färgskikt på trätytor.

## 1.2 Kortfattad fuktteori

Fuktegenskaper hos ett material kan beskrivas på en mängd olika sätt. Som regel, så länge det inte finns en temperaturgradient genom materialet, är de översättningsbara i varandra och därför beskrivs här bara ett sätt.

En fukttransportkoefficient som vanligen används i Sverige är  $\delta$  [ $\text{m}^2/\text{s}$ ] som definieras av följande fuktflödesekvation

$$J = -\delta(RF) \frac{\partial v}{\partial x} \quad (1)$$

där  $J$  är fuktflödet [ $\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$ ],  $v$  är ånghalten [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] och  $dv/dx$  är ånghaltsgradienten [ $\text{kg}/\text{m}^4$ ]. Fukttransportkoefficienten anges som  $\delta(RF)$ , där  $RF$  är relativa fuktigheten i en punkt i materialet, för att markera att den är starkt fuktberoende för de flesta material.

I figur 1.2a åskådliggörs en fuktberoende fukttransportkoefficient  $\delta(RF)$  rent principiellt.

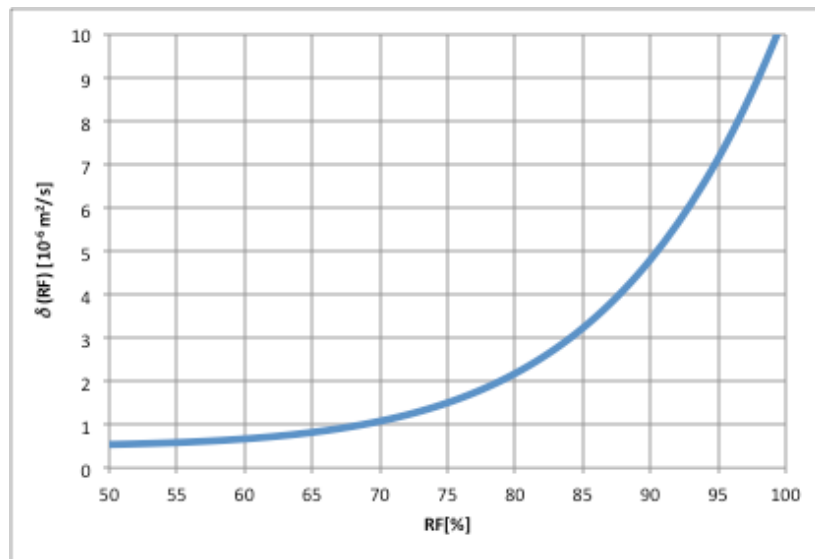


Fig. 1.2a Ett principiellt exempel på en fuktberoende fukttransportkoefficient  $\delta(\text{RF})$

För ett materialskikt med en definierad tjocklek  $\Delta x$  [m] beskrivs fukttransportegenskaperna som ett fuktmotstånd  $Z$  [s/m] som alltså definieras av  $Z = \Delta x / \delta$  [s/m]. Fuktmotståndet  $Z(\text{RF})$  är naturligtvis också starkt fuktberoende eftersom  $\delta(\text{RF})$  är det. Därför måste fuktmotståndet  $Z(\text{RF})$  definieras i det aktuella fuktintervallet  $(\text{RF}_0, \text{RF}_1)$ , som ges av RF på ömse sidor om skiktet,  $\text{RF}_0$  respektive  $\text{RF}_1$ . Fuktmotståndet blir då

$$Z(\text{RF}_0, \text{RF}_1) = \frac{\Delta x}{\bar{\delta}(\text{RF}_0, \text{RF}_1)} \quad (2)$$

där  $\bar{\delta}(\text{RF}_0, \text{RF}_1)$  är medelvärdet av fukttransportkoefficienten i fuktintervallet  $(\text{RF}_0, \text{RF}_1)$ .

Fuktmotståndet för ett 1 mm tjockt skikt av materialet med fukttransportkoefficient enligt figur 1.2a visas i figur 1.2b som funktion av RF på den ena sidan, för två RF-nivåer på den andra sidan.



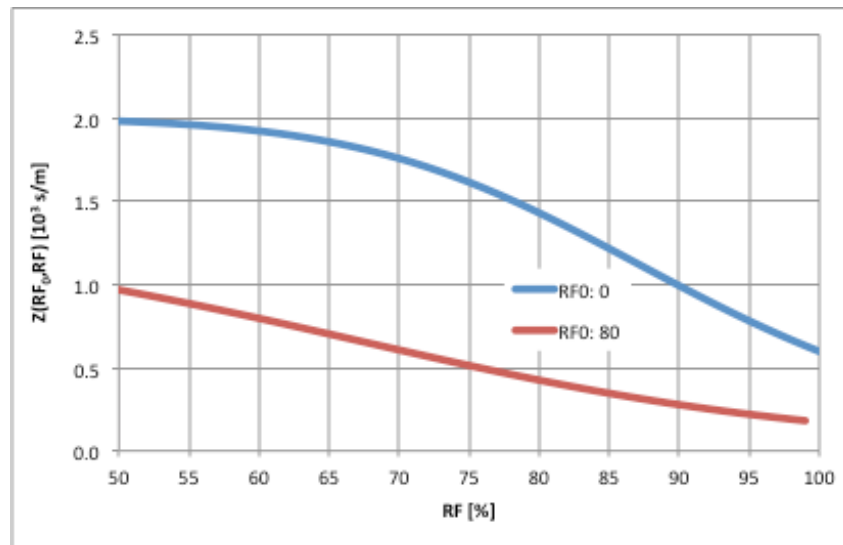


Fig. 1.2b Fuktberoende fuktmotstånd  $Z(RF_0, RF_1)$  hos ett 1 mm tjockt material med fukttransportkoefficient  $\delta(RF)$  enligt figur 1.1, för RF på ena sidan  $RF_0=0$  respektive 80 %, som funktion av RF på andra sidan.

Fuktmotståndets absolutvärde hos ett materialskikt är alltså högst olika beroende på vilka klimatförhållanden man har på de båda sidorna. Detta måste man beakta när man mäter fuktflöde genom en kombination av ett ytskikt och ett underlag.

### 1.3 Traditionella mätmetoder för fuktmotstånd

Traditionellt mäter man fuktmotstånd hos ytskikt genom att antingen tillverka ett skikt med definierad tjocklek av ytskiktetsmaterial eller genom att belägga ett underlag med ytskiktet och i båda fallen bestämma det stationära fuktflödet genom skiktet respektive kombinationen ytskikt/underlag. I det senare fallet gör man som regel en separat mätning av underlagets fuktmotstånd vilket subtraheras från fuktmotståndet hos kombinationen ytskikt/underlag. Detta förfarande är emellertid inte korrekt, se nedan.

Icke-stationära metoder, t ex standardmetoden SS-EN 927-5:2007, jämför vattenabsorption med och utan ytbehandling. Med sådana metoder är det dock svårt att kvantifiera fukttransportegenskaperna hos själva färgsystemet.

### 1.4 Tidigare studier

Fuktmotstånd hos färgskikt avsedda för trätytor har studerats av många, med traditionell koppmetod. Undersökningar av fuktmotstånd hos färgskikt applicerade på ett träunderlag är mer sällsynta, bortsett från de där man helt enkelt subtraherat fuktmotståndet hos underlaget från en separat mätning. Många undersökningar använder icke-stationära sorptionsmetoder där vattenabsorption med och utan ytbehandling jämförs, se t ex Ekstedt (2002).

---

Hjort & Norling (1991) och Hjort (1997, 1998ab) använde ett helt annat angreppssätt. Fuktflödet genom färgsystemet mättes på traditionellt vis, men efter mätningen togs ett fuktprov i träunderlaget precis under färgsystemet. På detta fuktprov mättes relativa fuktigheten RF. På så sätt kunde man bestämma den faktiska RF-differensen över färgsystemet och utvärdera fuktmotståndet hos detta.

## 2 Mätprincip

I den nu aktuella studien har ett nytt förfaringsätt prövats. Fuktmotståndet hos kombinationer av träunderlag och färgskikt har bestämts på traditionellt sätt, men i ett stort fuktintervall för att kvantifiera fuktberoendet. Samtidigt har det fuktberoende fuktmotståndet hos underlaget bestämts på samma sätt. Därefter har mätresultaten utvärderats på ett nytt sätt genom att fuktberoendet hos fuktmotstånden hos underlaget och ytskiktet beaktats. Principen framgår av figur 1.5.

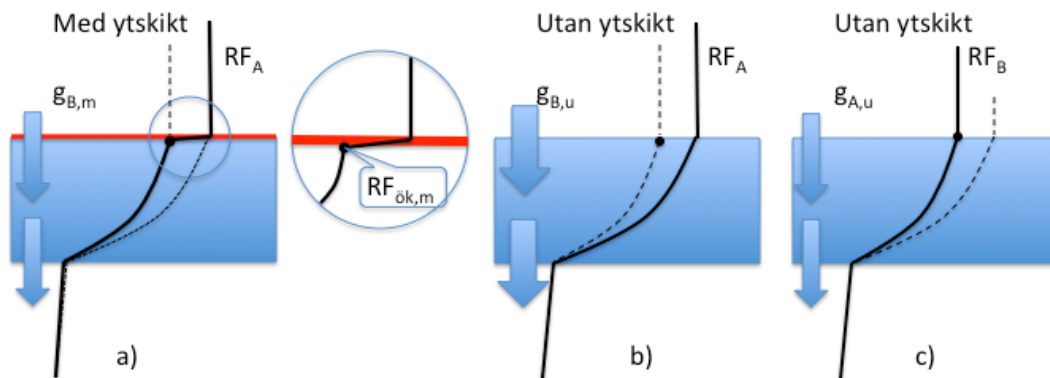


Fig. 2.1 Fuktfördelning i underlag och ytskikt under de olika mätförhållandena.

Principen innebär att fuktmotståndet hos ytskiktet erhålls som skillnaden mellan

- fuktmotståndet hos ytskikt plus underlag (fall a i figur 2.1) och
- fuktmotståndet hos enbart underlag, men vid samma fuktfördelning i underlaget i de båda fallen (fall c) i figur 2.1)!

Genom att bestämma dessa båda fuktmotstånd i ett stort fuktintervall kan fuktberoendet hos fuktmotståndet hos färgsystemet utvärderas.

## 3 Mätförfarande

### 3.1 Provrondeller

SP-Trätec i Skellefteå tillhandhöll en målad träbalk med tvärsnittsmåttet 45 x 300 mm, för uttagning av provrondeller. Ett tvärsnitt visas i figur 3.1

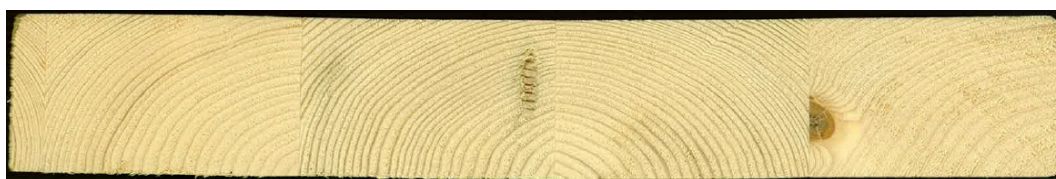


Fig. 3.1 Tvärsnitt av balken för provuttag

Ur denna balk sågades rondeller med en tjocklek av ca 8 mm och en diameter av ca 63-64 mm, dels från ytskiktet med färg och dels innanför ytskiktet, utan färg. Rondellernas mått, vikt och diameter framgår av tabell 3.1. Provkroppsbezeichnung innehåller en första bokstav som anger om rondellen har ett färgskikt (F) på ena sidan eller är obehandlad (U). De därpå följande siffrorna anger den RF i % som respektive rondell ska exponeras för på ena sidan. N betyder att rondellen ska monteras i en omvänd kopp. Sista siffran (1-3) anger rondellnummer.

TABELL 3.1 Provrondeller parallellt med fiberriktningen  
(F= med Färg; U=Utan färg)

Provkropp	Diameter Ø1 (mm)	Diameter Ø2 (mm)	Tjocklek h1 (mm)	Tjocklek h2 (mm)	massa (g)	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )
F75-1	63.30	63.88	7.97	8.06	11.687	459
F75-2	62.83	63.80	8.09	7.96	11.633	460
F75-3	63.59	63.99	8.00	8.07	11.627	453
U75-1	63.62	63.43	7.48	7.48	11.137	470
U75-2	62.86	62.86	7.53	7.47	10.93	470
U75-3	63.08	63.05	7.46	7.48	10.82	464
F85-1	63.75	63.94	8.32	8.26	12.532	472
F85-2	63.31	63.85	8.32	8.25	10.842	412
F85-3	63.42	63.43	8.02	7.98	11.594	459
U85-1	63.60	63.65	7.55	7.58	10.949	455
U85-2	63.34	64.31	7.56	7.52	11.354	471

U85-3	63.89	64.16	7.52	7.56	11.055	455
F94-1	64.13	64.15	8.27	8.26	11.796	442
F94-2	63.86	63.77	8.23	8.20	12.105	461
F94-3	63.40	63.76	8.29	8.26	12.051	459
U94-1	63.46	63.15	7.18	7.31	10.897	478
U94-2	63.80	63.22	8.40	8.57	12.061	449
U94-3	63.14	63.14	7.93	7.94	9.976	402
F97-1	62.95	63.11	8.08	7.91	11.831	474
F97-2	63.41	62.96	8.40	8.34	12.798	488
F97-3	63.06	63.75	8.22	8.42	12.749	485
U97-1	63.10	63.46	8.58	8.56	12.207	453
U97-2	63.82	63.96	8.51	8.62	12.513	456
U97-3	63.14	63.22	8.56	8.56	12.284	458
F100-1	63.74	64.08	8.49	8.37	13.077	484
F100-2	63.84	63.32	8.01	8.02	11.715	460
F100-3	63.24	63.54	8.32	8.34	12.483	475
U100-1	64.17	63.78	8.13	8.27	12.529	475
U100-2	64.07	64.20	8.28	8.24	12.467	467
U100-3	63.57	64.16	8.25	8.25	12.221	462
FN100-1	64.02	63.20	8.32	8.31	12.458	471
FN100-2	63.54	63.01	8.29	8.40	12.731	485
FN100-3	63.38	63.88	8.30	8.26	12.768	485
UN100-1	63.75	64.50	8.29	8.23	11.975	449
UN100-2	63.87	63.79	8.26	8.37	10.798	406
UN100-3	63.31	62.91	7.98	7.99	9.972	399

För att kunna erhålla rondeller med ändträ med samma mått limmades två, 8 mm tjocka skivor, ihop. Ur dessa skivor sågades sedan rondeller med diametern ca 64 mm. På samma sätt togs här rondeller från delen närmast änden, med färgskikt, och från delen strax innanför, utan färg. Den målade änden av balken var snedsågad, se figur 3.2, så fiberriktningen i rondellerna var inte helt vinkelräta mot rondellens plan. Vinkeln var ca 45°.

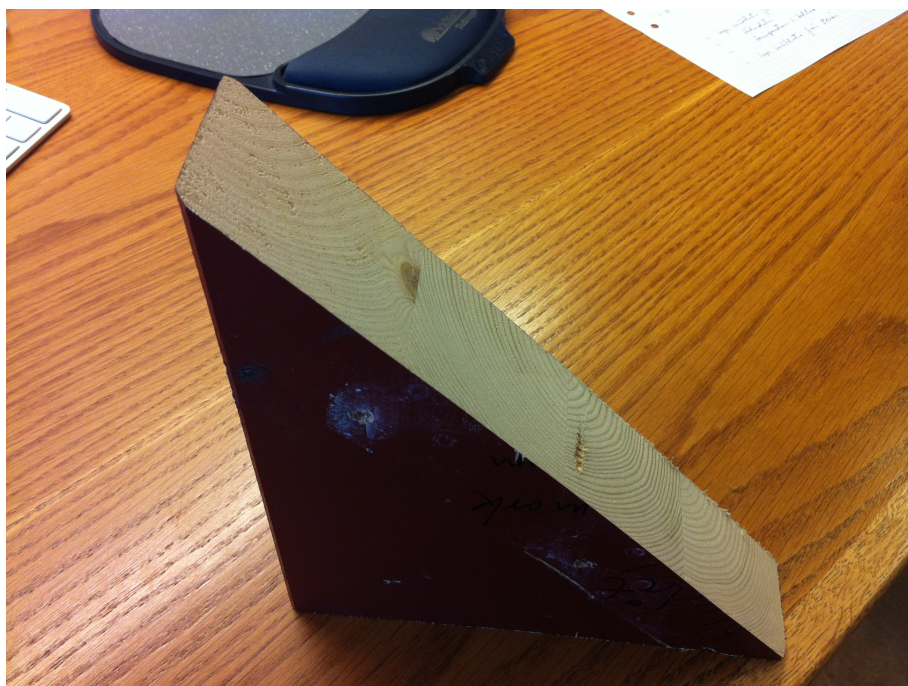


Fig. 3.2 Den snedsågade balkänden

Ändrärondellernas mått och diameter framgår av tabell 3.2, med fyra tjockleksmätningar eftersom de är hoplimmade av två delar, två höjder per del. Enbart två rondeller med färgskikt på ändträ kunde erhållas ur den aktuella balken.

Provkroppsbeteckningen innehåller en första bokstav som anger om rondellen har ett färgskikt (F) på ena sidan eller är obehandlad (U). EG betyder End Grain, dvs ändträ. Nästa siffra (1-3) anger rondellnummer. De därpå följande siffrorna (85) anger att dessa rondeller ska exponeras för 85 % RF på ena sidan.

TABELL 3.2 Provrondeller tvärs fiberriktningen  
(F= med Färg; U=Utan färg)

Provkropp	Diameter Ø1 (mm)	Diameter Ø2 (mm)	Tjocklek h1 (mm)	Tjocklek h2 (mm)	Tjocklek h3 (mm)	Tjocklek h4 (mm)
FEG-1-85	64.19	64.35	6.94	7.09	7.29	7.62
FEG-2-85	64.58	64.69	7.72	8.08	7.70	7.51
UEG-1-85	64.10	64.26	8.10	8.11	8.20	8.22
UEG-2-85	63.98	63.78	8.23	8.21	8.11	8.04
UEG-3-85	63.41	63.92	7.82	7.82	8.14	8.10

## 3.2 Koppmätningar

Polyetenkoppar försågs med skålar med mättade saltlösningar som ger RF=75 (NaCl), 85 (KCl), 94 (KNO<sub>3</sub>), 97 (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) respektive 100 % (rent vatten).

Rondellerna monterades i polyetenkopparna med tätningsmassa 3M 5200 Marine Adhesive Sealant, se figur 3.3.



Fig. 3.3 Insidan av en målad rondell med tätningsmassa, formad efter koppens övre del

Avståndet mellan saltlösningens överyta och rondellens undersida var 15 mm vid försöksstart. Saltlösningens överyta hade en diameter på 44 mm, dvs något mindre än diametern hos rondellen.

Kopparna placerades sedan i ett klimatrum med klimatet 20°C och 55 % RF, se figur 3.4.

En del av de koppar som skulle exponeras för 100 % RF och innehöll vatten hängdes upp och ner för att eliminera effekten av fuktmotståndet hos luftskiktet mellan saltlösningen och rondellens inre yta, se figur 3.5.

Samtliga rondeller med färgskikt har detta monterat inåt i koppen, dvs mot den högre RF.



Fig. 3.4 Koppar exponerade i klimatrum med 55 % RF



Fig. 3.5 Omvända koppar innehållande vatten, exponerade i klimatrum med 55 % RF



### 3.3 Viktförluster, i klimat med 55 % RF

Kopparna vägdes regelbundet, sammanlagt vid tio tillfällen under en 48-dygnspanning. Ur dessa vägningar erhöles viktskillnader som ett mått på fuktflödet ut ur kopparna, genom trärandellerna. Viktförlusterna i gram per dygn visas i figur 3.6 - 3.9.

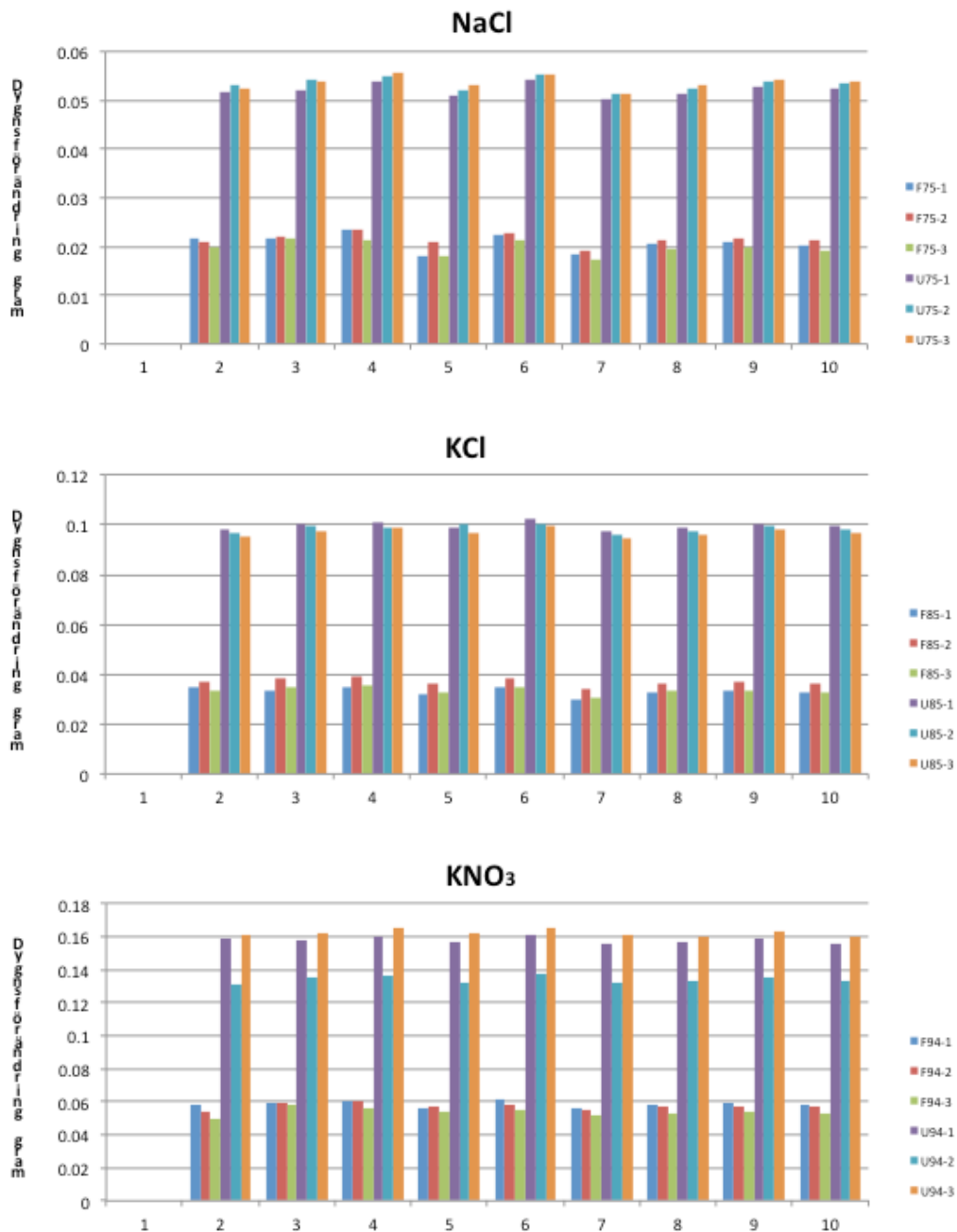


Fig. 3.6 Viktändring (gram/dygn) hos koppar med inre RF 75 (upptill), 85 (mellan) respektive 94 % (nedtill), exponerade i klimatrums med 55 % RF

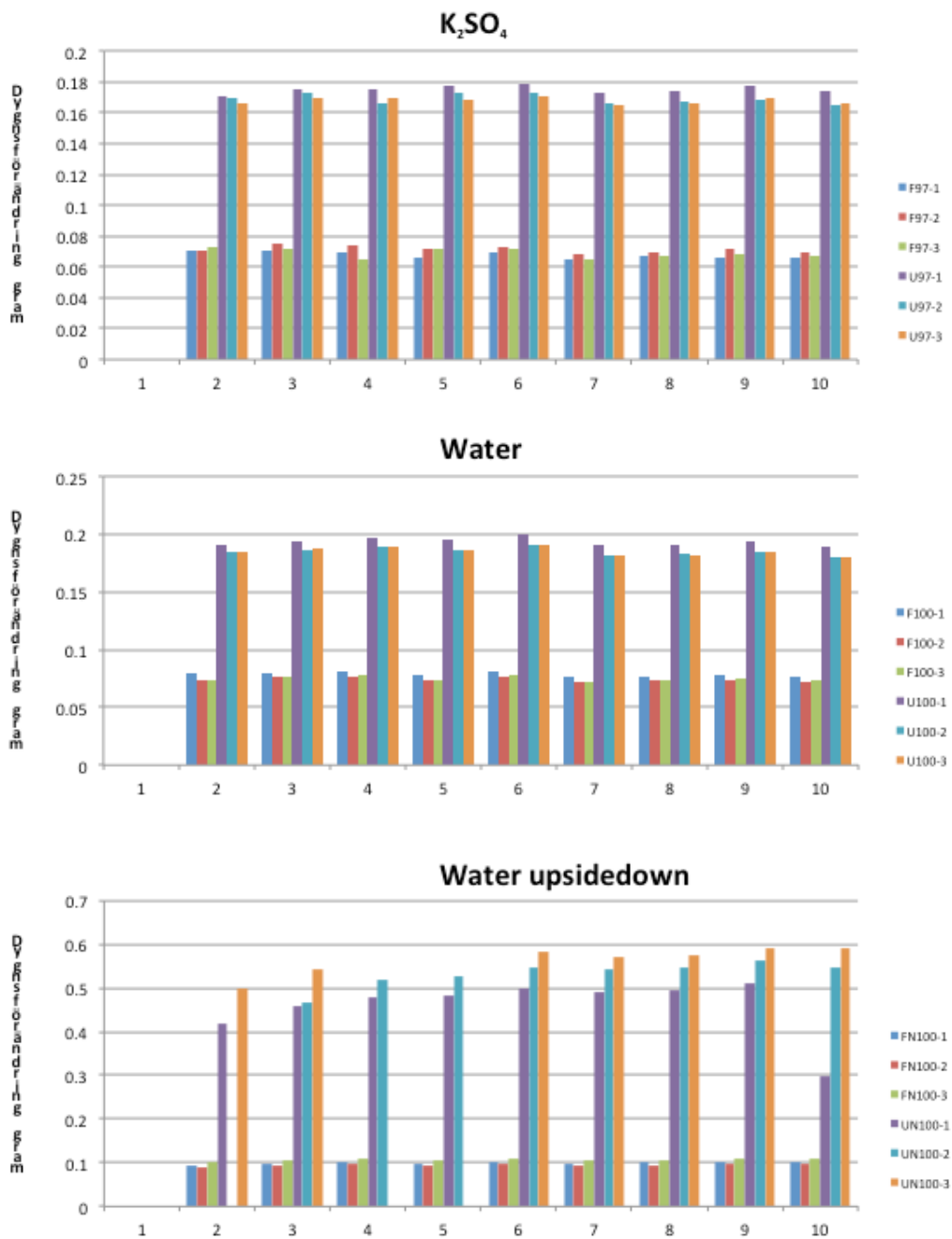


Fig. 3.7 Viktändring (gram/dygn) hos koppar med inre RF 97 (upptill), 100 % (mellan) respektive direktkontakt med vatten (nedtill), exponerade i klimatrums med 55 % RF

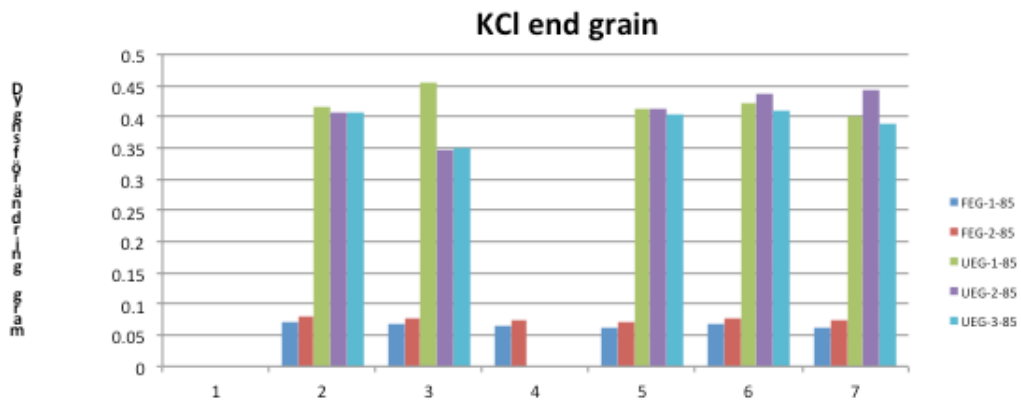


Fig. 3.8 Viktändring (gram/dygn) hos koppar med ändträrondeller med inre 85 %, exponerade i klimatrum med 55 % RF

Som framgår av diagrammen blev spridningen mellan de tre rondellerna i respektive serie relativt liten. Stationärt flöde erhöles efter några få mättillfällen utom hos de omvända kopparna där stationära förhållanden uppnåddes efter 5-6 mättillfällen.

Kopparna med ändträrondeller läckte vatten eftersom rondellerna svälde kraftigt och kupade sig. Förnyad tätning löste problemet och stationärt flöde erhöles snabbt, se figur 3.8.

### 3.4 Viktförluster, i klimat med 90 % RF

Efter den första periodens vägningar, då stationärt flöde uppnåtts, flyttades de koppar till en klimatkammare med högre RF (90 %) som hade en RF inne i koppen som var större än 90 %. RF-differensen över rondellerna blev då mindre, varvid flödet minskade successivt.

Viktändringarna efter ändring av omgivande klimat till 90 % RF framgår av figur 3.9 - 3.10.

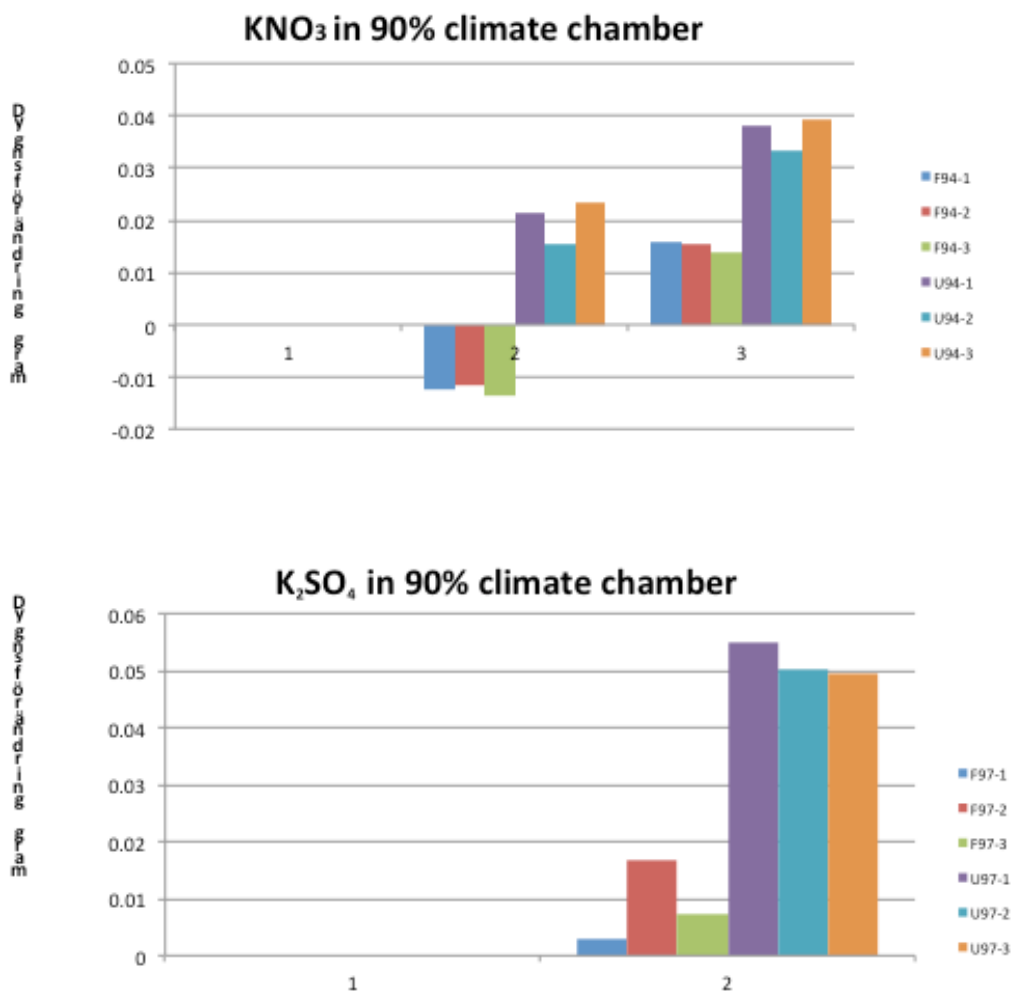


Fig. 3.9 Viktändring (gram/dygn) hos koppar med inre RF=94 % (överst) respektive 97 % (underst), exponerade i klimatkammare med 90 % RF

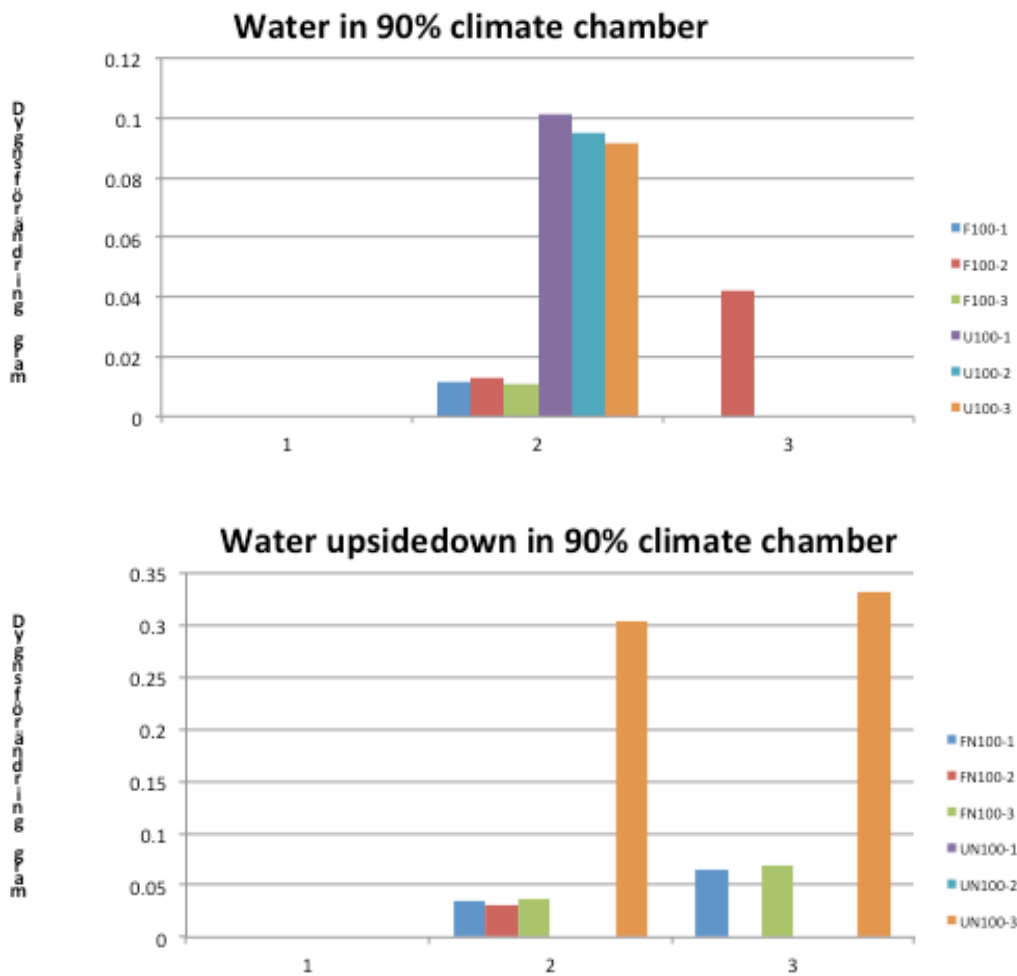


Fig. 3.10 Viktändring (gram/dygn) hos koppar med inre RF = 100 % (överst) respektive direktkontakt med vatten (underst), exponerade i klimatkammare med 90 % RF

## 4 Mätresultat och utvärdering

### 4.1 Första, förenklad utvärdering

Viktändringar hos kopparna räknas om till fuktflöden. Med flödet och luftskiktets tjocklek  $\Delta x_{air}$  kan RF-differensen mellan saltlösningens yta och trärandellens inre yta beräknas.

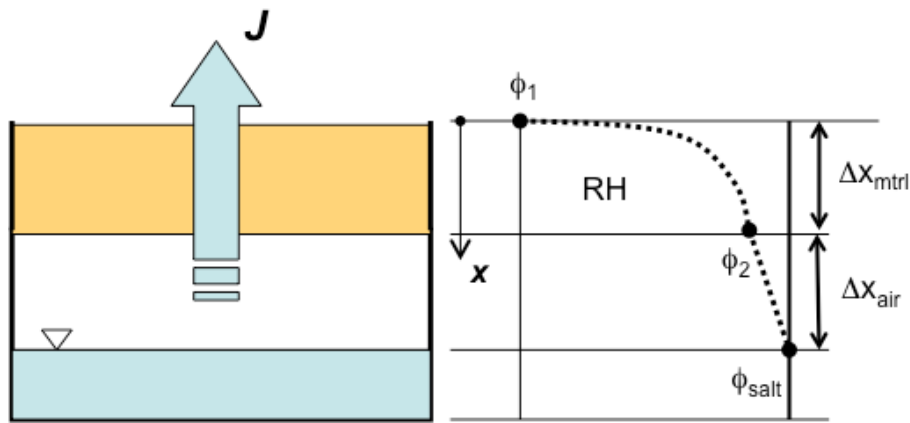


Fig. 4.1 Korrektion av RF på den inre materialytan p g a fuktmotståndet hos luftskiktet

RF  $\phi_2$  på den inre materialytan kan beräknas ur

$$J = D_v \frac{\Delta v_{air}}{\Delta x_{air}} = D_v \frac{\Delta \phi_{air} \cdot v_s}{\Delta x_{air}} = D_v \frac{(\phi_{salt} - \phi_2) \cdot v_s}{\Delta x_{air}} \quad \text{vilket ger} \quad (3)$$

$$\phi_2 = \phi_{salt} - \frac{J \cdot \Delta x_{air}}{D_v \cdot v_s} = \phi_{salt} - \Delta \phi_{air}$$

där  $D_v = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  är fukttransportkoefficienten för vattenånga i luft.

På så sätt erhålls RF på trärandellens insida och därmed RF-differensen över trärandellen. Med denna och temperaturnivån erhålls ånghaltsdifferensen. Ur ånghaltsdifferensen och fuktflödet utvärderas sedan fuktmotståndet för respektive RF-intervall.

$$J = \frac{\Delta v_{mtrl}}{Z_{mtrl}} = \frac{\Delta \phi_{mtrl} \cdot v_s}{Z_{mtrl}} = \frac{(\phi_2 - \phi_1) \cdot v_s}{Z_{mtrl}} \quad \text{vilket ger} \quad (4)$$

$$Z_{mtrl}(\phi_1, \phi_2) = \frac{(\phi_2 - \phi_1) \cdot v_s}{J}$$

Resultaten framgår av tabell 4.1

TABELL 4.1 Första utvärdering av stationära flöden och fuktmotstånd

	Vikt- ändr.	g/dygn		Flöde J	RF <sub>s</sub> alt	RF <sub>2</sub> på insidan	Z <sub>rondell</sub>	Z <sub>färg,0</sub>
Med färg	MV	SD	SD/ MV	kg/m <sup>2</sup> s	%	%	ks/m	ks/m
F75	0.0204	0.0009	0.05	7.46E-08	75	74.997	46.39	28.51
F85	0.0340	0.0021	0.06	1.24E-07	85	84.996	41.78	27.32
F94	0.0564	0.0028	0.05	2.06E-07	94	93.993	32.79	20.56
F97	0.0681	0.0020	0.03	2.49E-07	97	96.991	29.22	17.53
F100	0.0752	0.0023	0.03	2.74E-07	100	99.990	28.37	16.95
FN100	0.1011	0.0062	0.06	3.69E-07	100	100.000	21.10	17.07
Utan färg								
U75	0.0530	0.0007	0.01	1.94E-07	75	74.993	17.87	
U85	0.0983	0.0013	0.01	3.59E-07	85	84.988	14.46	
U94	0.1511	0.0028	0.02	5.51E-07	94	93.981	12.23	
U97	0.1702	0.0043	0.03	6.21E-07	97	96.978	11.69	
U100	0.1866	0.0052	0.03	6.81E-07	100	99.976	11.42	
UN100	0.5299	0.0639	0.12	1.93E-06	100	100.000	4.03	
Ändrä- färg								
FEG-85	0.0698	0.0069	0.10	2.51E-07	85	84.991	20.65	17.12
Ändrä- utan								
UEG-85	0.4074	0.0173	0.04	1.47E-06	85	84.949	3.53	

Fuktmotstånden hos rondellerna med och utan färg visas i figur 4.1.

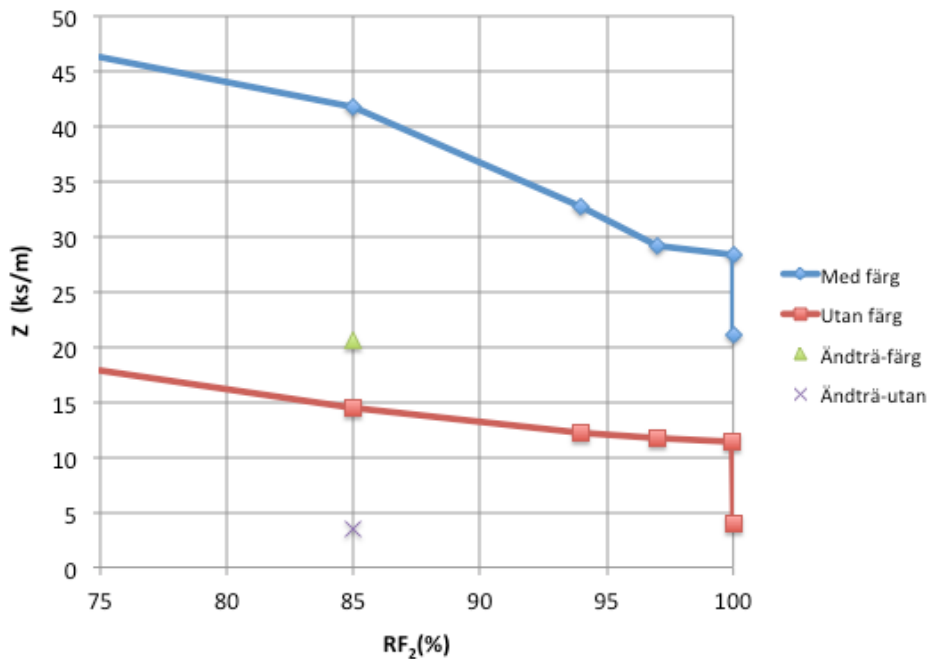


Fig. 4.2 Fuktmotstånd hos rondeller med respektive utan färgskikt

Observera att fuktmotståndet  $Z_{färg,0}$  i den sista kolumnen i tabell 4.1 är det felaktigt utvärderade "fuktmotståndet" som skillnaden mellan fuktmotstånden med och utan färgskikt på respektive rad.

$$Z_{färg,0} = Z_{rondell,färg}(RF_1, RF_2) - Z_{rondell,utan}(RF_1, RF_2) \quad (5)$$

En korrekt utvärdering görs nedan.

## 4.2 Korrekt utvärdering

Det verkliga fuktmotståndet hos färgskiktet ska, teoretiskt, erhållas ur skillnaden i fuktmotstånd hos en målad rondell och en omålad, där fuktmotståndet hos den senare måste vara i ett korrekt RF-intervall. Det korrekta intervallet är mellan  $RF_1$ , på den torra sidan, och  $RF$  i gränsskiktet mellan färgskikt och träunderlag. Detta visas i figur 2.1 och ges av

$$Z_{färg}(RF, RF_2) = Z_{rondell,färg}(RF_1, RF_2) - Z_{rondell,utan}(RF_1, RF) \quad (6)$$

där  $RF$  är relativa fuktigheten i gränssytan mellan färgskikt och träunderlag. Denna är okänd men skulle kunna beräknas ur  $RF$ -fördelningen i materialkombinationen färgskikt/träunderlag



$$RF = RF_1 + \frac{Z_{rondell, utan}(RF_1, RF)}{Z_{rondell, färg}(RF_1, RF_2)}(RF_2 - RF_1) \quad (7)$$

RF i gränsytan färgskikt/träunderlag i ekvationen beror på fuktmotståndet hos träunderlaget i RF-intervallet  $(RF_1, RF)$ . Det innebär att RF måste beräknas genom ett passningsförfarande; ett RF väljs som ger ett fuktmotstånd i intervallet  $(RF_1, RF)$  så att ekvation (7) ger samma RF!

För denna passning är det enklast om fuktmotståndet hos träondellen kan uttryckas med en ekvation. Värdena i tabell 4.1 åskådliggörs i figur 4.3 tillsammans med ett polynom.

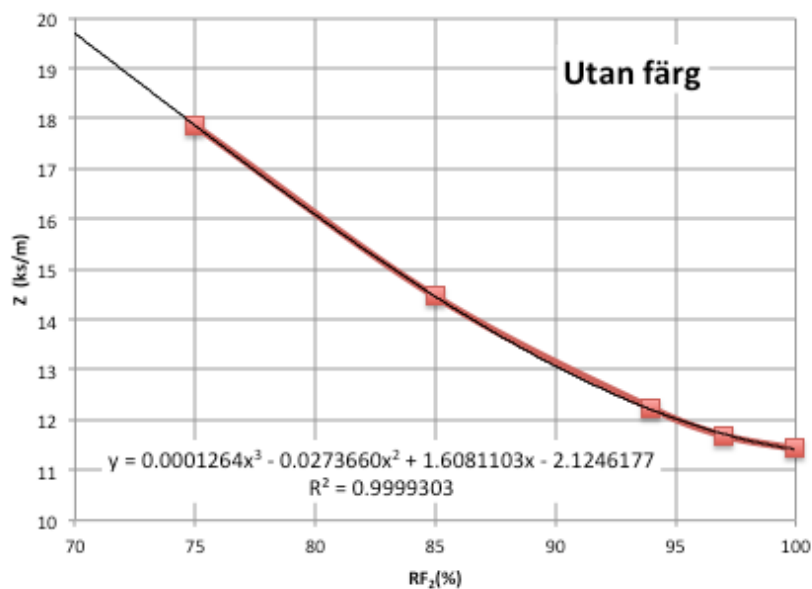


Fig. 4.3 Fuktmotståndet hos rondeller utan färgskikt som funktion av RF på den fuktiga sidan

Med detta polynom görs sedan en passningsberäkning för varje rondell med färg och fuktmotståndet hos färgskiktet utvärderas med ekvation (6). Resultatet visas i tabell 4.3 och figur 4.4.

Tabell 4.2 Korrekt utvärdering av fuktmotstånd hos färgskikt på träunderlag

RF <sub>1</sub> (%)	RF <sub>2</sub> (%)	Z <sub>rondell, färg</sub> (ks/m)	RF (%)	Z <sub>rondell</sub> (ks/m)	Z <sub>färg</sub> (ks/m)
55	74.997	46.39	64.4	21.70	24.69
55	84.996	41.78	69.3	19.96	21.82
55	93.993	32.79	75.9	17.55	15.24
55	96.991	29.22	78.8	16.51	12.71
55	99.990	28.37	80.3	15.99	12.38
55	100.000	21.10	85.5	14.32	6.78

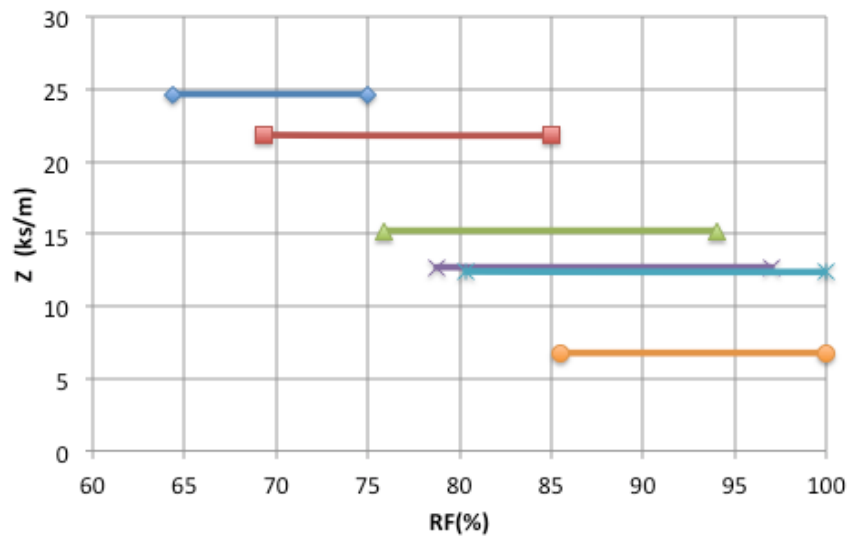


Fig. 4.4 4.2 Korrekt utvärderade fuktmotstånd hos färgskikt på träunderlag

---

## 5 Slutsatser

Av resultaten framgår att fuktmotståndet hos det aktuella färgskiktet är starkt fuktberoende. Mellan de fuktigaste respektive torraste fuktintervallen där utvärdering gjorts skiljer det en faktor 4 i fuktmotstånd. Vid beräkningar av uppfuktnings- och uttorkningsförlopp måste sådana skillnader tas med. Det är inte lätt att göra i dagens beräkningsverktyg, där tunna skikt som regel ges ett konstant fuktmotstånd.

Den använda metoden för utvärdering av det fuktberoende fuktmotståndet hos färgskiktet fungerar bra. För att täcka in ett större RF-intervall kunde man ha valt större RF-intervall (lägre RF) för rondeller utan färg och tunnare rondeller i de fuktiga RF-intervall. Detta rekommenderas vid framtida mätningar av fuktmotstånd hos ytskikt på underlag.

---

## 6 Referenser

Ekstedt, J. (2002) Studies on the barrier properties of exterior wood coatings. Rapport TRITA-BYMA 2002:5, Avd. Byggnadsmaterial, KTH, Stockholm.

Hjort, S. & Norling, K. (1991) Fukttransportegenskaper för fyra olika färgsystem på trä. Publikation P-91:7. Arb.nr. 447. Byggnadsmaterial, Chalmers.

Hjort, S. (1997) Moisture Transport Properties of Painted Wood; Measuring Methods and Measurements. 15th SLF-Kongress, Norge 1997.

Hjort, S. (1998a) The Measurement of the Moisture Transport Properties of Painted Wood – Part I, Surface Coatings International, June 1998. Pp. 269-276.

Hjort, S. (1998b) Moisture Transport Properties of Painted Wood; Measuring Methods and Measurements. The Journal of the Oil and Colour Chemists' Association, Vol. 81, No. 6, 1998.

Svensk Standard SS-EN 927-5:2007. Färg och lack – Färger och färgsystem för målning på trä utomhus. Del 5: Bestämning av vattenpermeabilitet. Utgåva 2. SIS Förlag AB, Stockholm 2007