

# RAPPORT

Karin Brodin

## **Torrvirkesemballering**

### **Delrapport 2 Sträck- och krympfilms barriäregenskaper**

**Trätec**

Karin Brodin

**TORRVIRKESEMBALLERING**

**Delrapport 2 - Sträck- och krympfilms barriäregenskaper**

Trätec, Rapport P 9109059

ISSN 1102-1071

ISRN TRÄTEK-R--91/059--SE

Nyckelord

*conditioning  
lumber handling  
moisture content  
packaged lumber  
packaging  
transportation*

Stockholm september 1991

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. FÖRORD	3
2. SAMMANFATTNING	4
3. BAKGRUND	6
4. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	7
4.1 Belysningsförsöket	7
4.1.1 Belysning	7
4.1.2 Paketberedning	9
4.1.3 Försöksutförande	9
4.2 Klimatförsöket	10
4.2.1 Konditionering	10
4.2.2 Paketberedning	10
4.2.3 Försöksutförande	10
4.3 Emballage och emballering	11
4.3.1 Emballage	11
4.3.2 Emballering	11
5. RESULTAT	13
5.1 Belysningsförsöket	13
5.1.1 Fuktkvotsförändring för hela paket	13
5.1.2 Fuktkvotsförändring för nio provbrädor	13
5.1.3 Temperaturförändring i och invid paket	17
5.2 Klimatförsöket	21
5.2.1 Fuktkvotsförändring för hela paket	21
5.2.2 Fuktkvotsförändring för nio provbrädor	23
6. LITTERATUR	27

## **1. FÖRORD**

Denna rapport är den andra delrapporten av två rörande torrvirkesemballering. Den första delrapporten behandlade leverantörers och kunders problem vid torrvirkesemballering samt gav förslag till lösningar.

Denna rapport beskriver olika emballagematerials och emballeringsutförandens barriäregenskaper under skilda men väl kontrollerade klimatförhållanden. Resultaten visar att rätt utförd emballering, med vissa restriktioner, kan skydda torrvirke.

## 2. SAMMANFATTNING

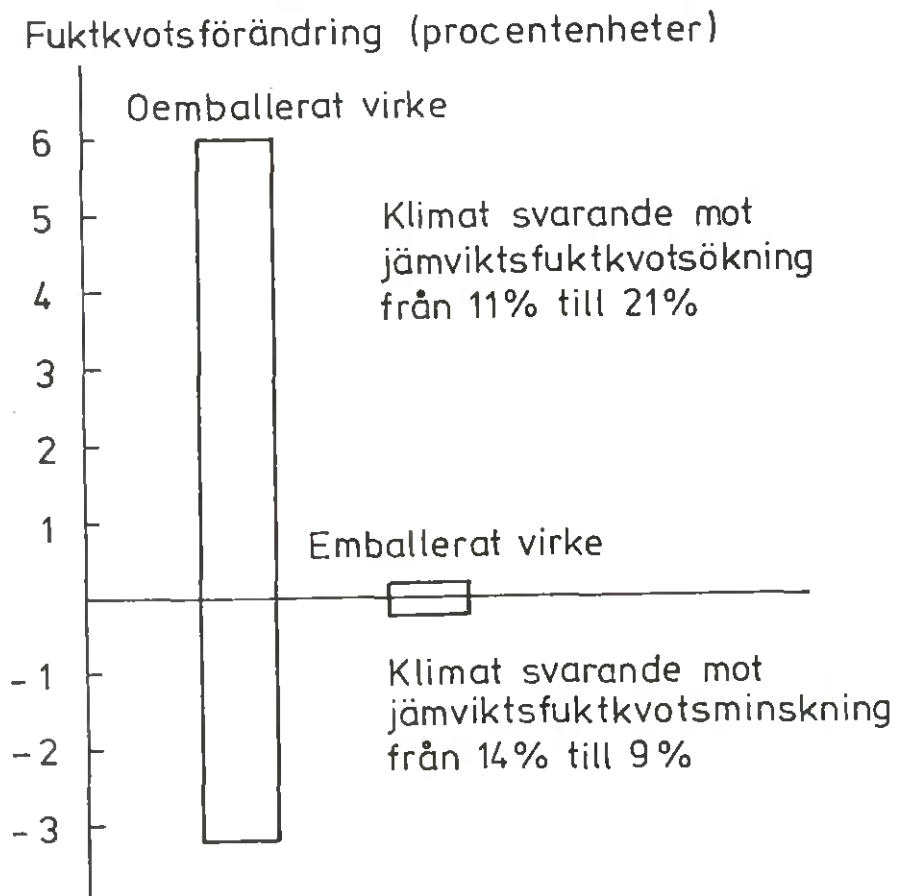
Sågat eller hyvlat virke som torkats till lägre (eller högre) jämviktsfuktkvot än vad som motsvaras av omgivande klimat måste skyddas för att bibehålla sin fuktkvot.

Eftersom konditionerade lokaler vanligen saknas, speciellt under transporter, måste virket skyddas mot oönskade fuktkvotsförändringar. Det kan gälla både mot uppfuktning och uttorkning. Detta skydd kan i dag åstadkommas genom att materialet emballeras runt om, d v s 6-sidigt.

Föreliggande modellförsök har utförts för att fastställa några olika emballagematerials och emballeringsutförandens egenskaper vad gäller att konstanthålla "emballerad fuktkvot".

Resultaten visar att virket inte kan skydda sig självt via ett omgivande yttre skikt av enbart virke. Beroende på det omgivande klimatet och exponeringstiden kommer nämligen allt virke i ett paket förr eller senare att antaga en mot det omgivande klimatet svarande jämviktsfuktkvot. Det extra nedtorkade virkespaketet måste därför emballeras 6-sidigt med lämpligt emballeringsmaterial och på lämpligt sätt.

Vid utförda klimatiförsök med olika emballagematerial och emballeringsutföranden befanns att fuktkvotsökningen och -minskningen oavsett emballagematerial och utförande endast uppgick till 0,1 respektive 0,2 procentenheter. Motsvarande ökning och minskning för oemballerat paket var 6,0 respektive 3,0 procentenheter.

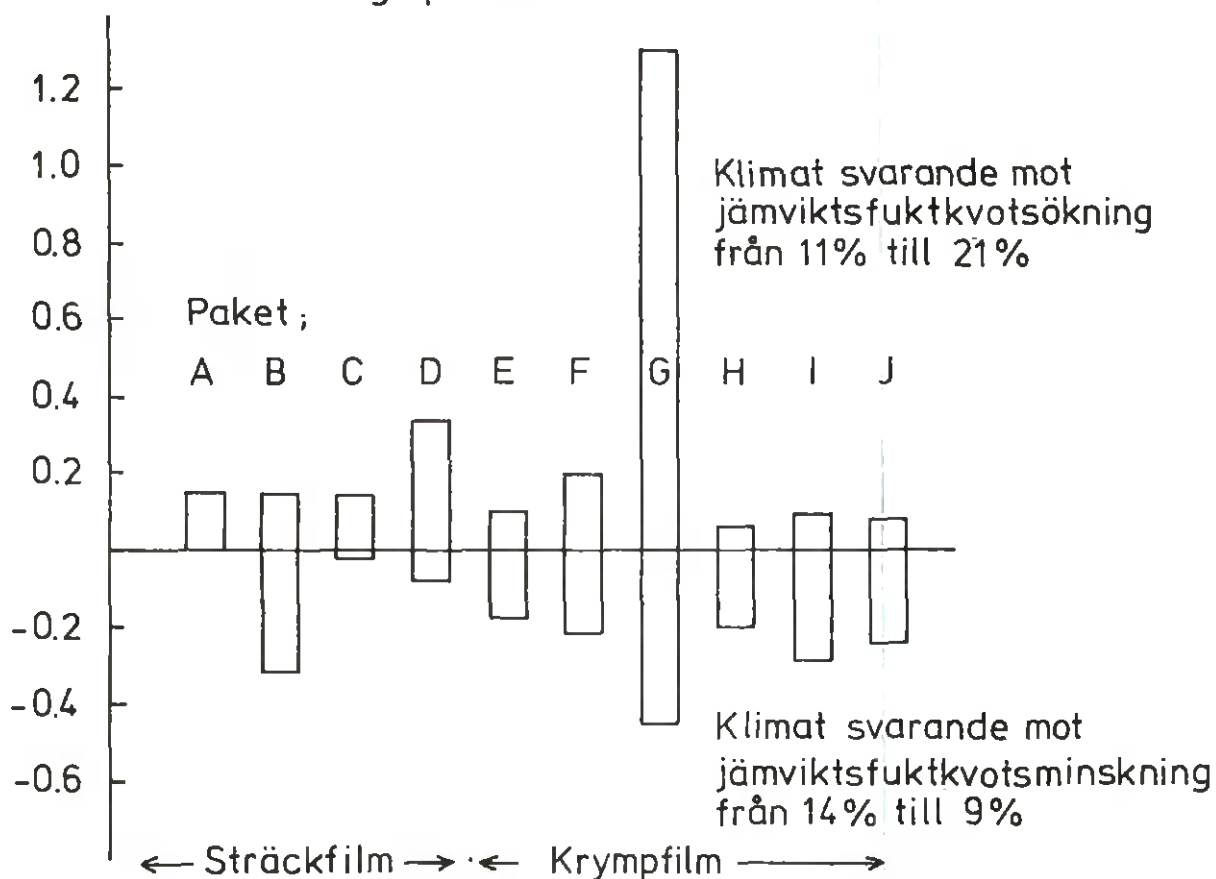


Vid utförda belysningsförsök befanns att de sträckfilmsemballerade paketen uppvisade en genomsnittligt lägre fuktkvotminskning (0,1 procentenheter) än de krympfilmsemballerade paketen (0,2 procentenheter).

Det torde därför ur solbestrålningssynpunkt vara något fördelaktigare att välja sträckfilm liksom det är det då det gäller att lagra extra nedtorkat virke i torrare klimat.

Då det gäller att lagra extra nedtorkat virke i fuktigare klimat, visar sig krympfilmsmaterialet något bättre. Det skall dock påpekas att skillnaderna mellan emballagematerialen och emballeringsutförandena i de avseenden som anges ovan är ringa.

Fuktkvotsförändring (procentenheter)



Följande allmänna råd för 6-sidigt emballerat material bör iakttas:

- Emballaget, om det är av plast, utgör ett fuktbarriärskydd och skall inte utsättas för mekaniska påfrestningar eller vårdslös hantering.
- Paketen skall inte läggas direkt på marken. Grus o dyl kan skada emballaget. Paketen skall i stället läggas plant och väl understött.
- Om emballaget har skadats tillses snarast att revor och hål lagas med t ex tejp.
- Paketen bör lagras under tak så torrt och så väl ventilerat som möjligt (konditionerad lokal ej nödvändig) och bör därvid även skyddas för solbestralning.
- Undvik att utsätta paketen för snabba och kraftiga temperaturväxlingar och se till att paketen har samma temperatur runt om.

### 3. BAKGRUND

Svensk sågverksindustri har under det senaste årtiondet alltmer börjat leverera extra nedtorkat virke till den vidareförädlade träindustrin. Se vidare //.

Förutom extra nedtorkning har inte sällan även en ämnesberedning gjorts i form av viss ändamålssortering, exaktkapning, profilerings, hyvling o s v. Allt för att det preparerade ämnet skall kunna tas direkt in i den vidareförädlade träindustrins produktionslinjer.

I ett avseende har detta varit förenat med ett visst problem, nämligen konstanthållningen av fuktinnehållet i det vidareförädlade ämnet.

En förändring av fuktinnehållet förorsakar inte bara eventuella deformationer, sprickor etc utan även dimensionsförändringar p g a krympning/svällning. Så t ex kan C-C-avståndet mellan två borrarade hål i ett ämne förändras så (p g a förändrat fuktinnehåll) att avståndet mellan hålen vid efterföljande montage inte passar.

Förändringen av fuktinnehållet i ett ämne styrs av exponeringstiden och det omgivande klimatet samt det barriärskydd man kunnat åstadkomma.

Då det gäller exponeringstiden har man kunnat utöva kontroll över denna. Så t ex har ett dåligt eller oemballerat extra nedtorkat material kunnat transporteras genom en uppfuktad klimatzon utan att någon nämnvärd fuktkvotsförändring ägt rum, under förutsättning att uppehållstiden i klimatzonen varit begränsad. Tidigare var detta, och är delvis fortfarande, ett vanligt praktiserat förfarande. Men riskerna är dock uppenbara för okontrollerbara fuktkvotsförändringar.

Den andra faktorn som påverkar är det omgivande klimatet. Här har man vanligen inte någon möjlighet att bemästra situationen med undantag för då virket förvaras i avfuktade och/eller tempererade lokaler för lagring eller transporter.

Den tredje påverkande faktorn berör det barriärskydd man kan åstadkomma. Här föreligger till skillnad mot då det gäller de två förstnämnda faktorerna helt klara möjligheter att säkerställa fuktinnehållet.

Att trä härvid kan skydda sig självt framgår tydligt då man klosslägger materialet. Endast i de yttre skikten sker inledningsvis en uppfuktning alternativt uttorkning. Men för att skydda hela materialmängden krävs ett externt barriärskydd.

Det är mot den bakgrunden och i syfte att utröna barriäregenskaperna hos några olika emballagematerial och emballeringsförfaranden med sträck- och krympfilm som denna undersökning gjorts.

## **4. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING**

För att utröna vilken inverkan solljuset och klimatet i övrigt har på emballerade virkespakets fuktvariationer delades laborieförsöken upp i två delar. Den första delen - kallad belysningsförsöket - simulerade solljusets inverkan av värme och ljus på paketen och därmed på fuktinnehållet.

Den andra delen - kallad klimadförsöket - avsåg att kontrollera omgivande klimats påverkan på paketens fuktinnehåll. Både inverkan av fuktigare och torrare klimat undersöktes.

Totalt provades tio varianter av emballagematerial, fyra sträckfilmsvarianter och sex krympfilmsvarianter. Dessutom fanns oemballerat paket med som referenspaket.

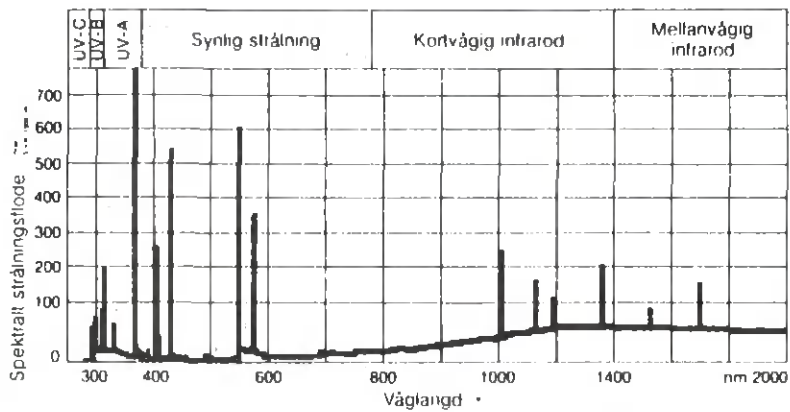
### **4.1 Belysningsförsöket**

#### **4.1.1 Belysning**

För att simulera lagring av emballerat, snickeritorrt virke utomhus under tre soliga dygn i södra Sverige på våren, iordningställdes en försöksutrustning enligt följande:

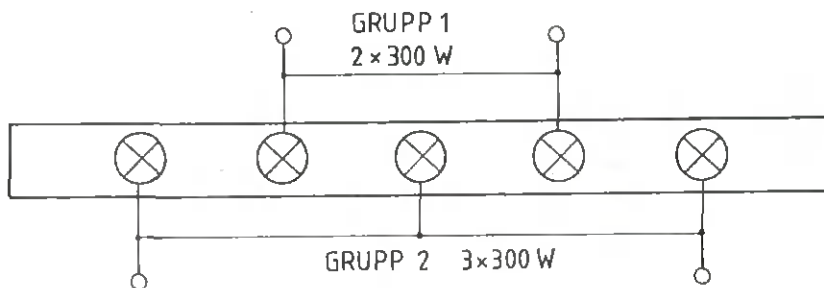
På en ramp av 1,1 m längd monterades fem stycken UV-lampor. Dessa lampor alstrade en strålning mycket lik solens UV-strålar med UV-C och den skadliga delen av UV-R bortfiltrerade. Varje lampa hade en strålningseffekt på 300 W/m<sup>2</sup> på 0,5 m avstånd rakt framför lampan. Lampornas spektrala strålningsfördelning framgår av figur 1.





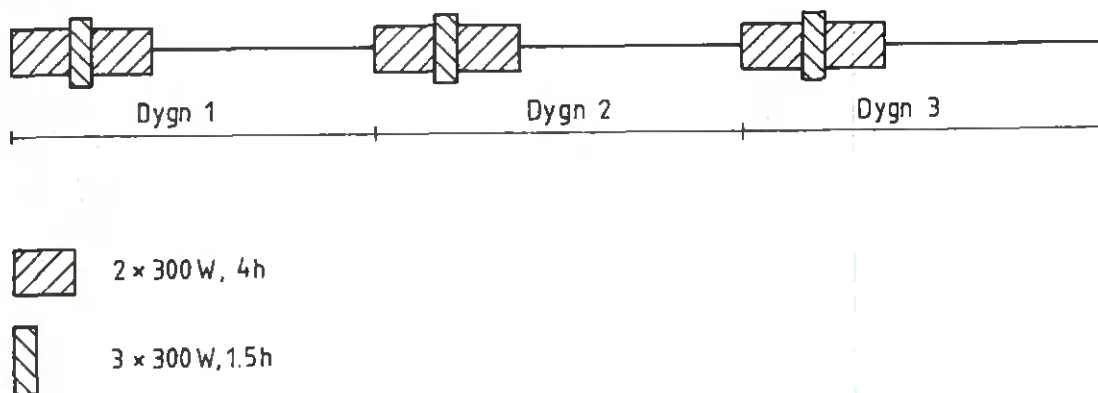
Figur 1. UV-lampornas spektrala strålningsfördelning (Osram).

För att efterlikna solinstrålningens intensitet under dygnet sammankopplades lamporna enligt figur 2 med ett inbördes avstånd på 183 mm i två grupper med var sin timer.



Figur 2. UV-lampornas sammankoppling i belysningsrampen.

Den mot de emballerade paketen instrålade energin från lamporna kan därmed jämföras med den normala solenergin som skulle ha belyst paketen tre dygn vid klart väder. I figur 3 visas belysningsschemat. Grupp 1 (2 lampor) var först tänd under fyra timmar med effekten 600 W, vilket gav 2,4 kWh, varefter den släcktes och grupp 2 (3 lampor) tändes. Denna grupp gav med 900 W under 1,5 timmar 1,35 kWh. Därpå tändes ånyo grupp 1 och lyste under ytterligare 4 timmar. Total energimängd per dygn var alltså 6,15 kWh under totalt 9,5 timmar. Detta schema upprepades under tre dygn.



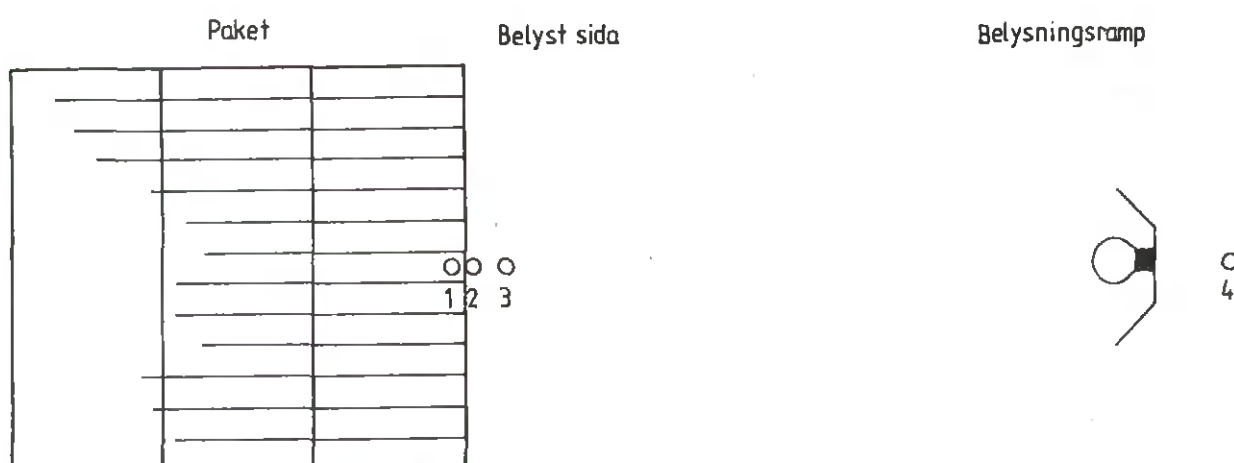
Figur 3. Belysningsschema.

#### 4.1.2 Paketberedning

Virket som ingick i modellpaketen utgjordes av gran, råplan 22 x 95 mm, längd 1,1 m. Detta virke klimatiserades under längre tid i 80 % RF, 20 °C svarande mot ca 16 % fuktkvot. Varje bräda vägdes efter klimatiseringsperioden och numrerades samt lades samman i paket, tre brädor brett och tretton brädor högt. Därpå bandades och emballerades paketen med olika emballeringsmaterial och lades tillbaka i klimatkammaren.

#### 4.1.3 Försöksutförande

Ett paket i taget togs därefter ut ur klimatkammaren och placerades i ett rum med temperaturen 20 °C. Belysningsrampen ställdes längs med och 0,5 m ifrån paketets ena långsida. För att kunna registrera de temperaturvariationer som uppstod p g a belysningen monterades fyra stycken termoelement (koppar-konstantan) kopplade till en skrivare, se figur 4. Givare 1 placerades 10 mm in i paketet i den sjunde brädan på höjden. Givare 2 placerades på plasten, skyddad från direkt strålning på samma höjd som givare 1. Givare 3 placerades 25 mm framför paketet, också den skyddad från direkt strålning. Givare 4 placerades i samma höjdläge, men bakom belysningsrampen, som de övriga tre och registrerade rumstemperaturen.



Figur 4. Givarplacering.

Därefter kopplades belysningsrampen in och försöket med ett paket i taget pågick i tre dygn. Efter dessa dygn bröts paketet och varje bräda vägdes ånyo. Torrviktsprov togs på nio brädor - de tre översta, de tre i mitten (sjunde lagret) och de tre understa. Alla värden noterades i protokoll och utvärderades.

## 4.2 Klimatförsöket

### 4.2.1 Konditionering

Virke för två försöksserier placerades i två olika klimat under en längre tid - ca nio veckor. Den ena serien konditionerades till jämvikt med 14 % fuktkvot och den andra serien till jämvikt med 11 % fuktkvot.

### 4.2.2 Paketberedning

Brädorna, gran råplan 22 x 95 mm, längd 1,1 m, paketerades efter vägning och numrering för ena serien - 14 % fuktkvot - tre i bredd och tretton i höjd, och för andra serien - 11 % fuktkvot - tre i bredd och elva i höjd. Därpå emballerades samtliga paket. Pakethöjden reducerades till elva brädor p g a emballeringstekniska svårigheter vid krympfilmsemballeringen.

### 4.2.3 Försöksutförande

Försöksserie "14 %" placerades i ett klimat 50 % RF, 20 °C motsvarande 9 % fuktkvot och försöksserie "11 %" i ett klimat 90 % RF, 20 °C motsvarande 21 % fuktkvot.

Försöksperioden var 1,5 månad - ca 7 veckor. Placeringen av paketen i klimatrumsen noterades. Efter försöksperioden bröts paketen och varje bräda vägdes ånyo. Torrviktsprov togs på nio bitar per paket - de tre översta, de tre i mittenskiktet och de tre understa. Samtliga värden protokollfördes.

### 4.3 Emballage och emballering

#### 4.3.1 Emballage

I undersökningen har två typer av emballage använts, nämligen krympfilm och sträckfilm.

Fem olika krympfilmer och en typ av sträckfilm ingick. Nedan följer en redogörelse för de olika polymererna. Se även tabell 1.

#### Sträckfilm:

**LLDPE** Linjär lågdensitetspolyeten, två tjocklekar - 15  $\mu\text{m}$  och 25  $\mu\text{m}$ , transparent termoplast.

#### Krympfilm:

**LDPE** Lågdensitetspolyeten, två tjocklekar - 100  $\mu\text{m}$  och 200  $\mu\text{m}$ , transparent termoplast.

**MDPE** Mediumdensitetspolyeten, 100  $\mu\text{m}$ , transparent termoplast.

**EVA** Eten-vinylacetat, 100  $\mu\text{m}$ , transparent termoplast (elastomer).

**LDPE** Med silikon, 100  $\mu\text{m}$ , transparent termoplast (god värmebeständighet).

**LDPE** Med UV-absorber, 100  $\mu\text{m}$ , blåtonad termoplast.

#### 4.3.2 Emballering

Krympfilm i slangform trädde manuellt på paketen och emballageändarna svetsades ihop varpå paketen skickades igenom en krympugn.

Sträckfilmen virades på med hjälp av en horisontellt arbetande sträckfilningsmaskin av typ Rolle PTK 600 manual. 15  $\mu\text{ms}$ -filmen applicerades dels tre varv, dels sju varv. 25  $\mu\text{ms}$ -filmen applicerades dels 3 varv, dels 4 varv. Ändarna förseglades med lika många lager som antalet varv. Dessa lager tejpades fast.

De oemballerade referenspaketen bandades med samma typ av plastband som de emballerade paketen.

Tabell 1. De tio olika emballerade paketen emballerades med sträck- och krympfilm, samt kodades enligt följande.

	Försökskodning
Sträckfilm 4 v x 25 $\mu\text{m}$ = 100 $\mu\text{m}$ LLDPE	A
3 v x 25 $\mu\text{m}$ = 75 $\mu\text{m}$ LLDPE	B
7 v x 15 $\mu\text{m}$ = 105 $\mu\text{m}$ LLDPE	C
3 v x 15 $\mu\text{m}$ = 45 $\mu\text{m}$ LLDPE	D
Krympfilm 100 $\mu\text{m}$ LDPE	E
200 $\mu\text{m}$ LDPE	F
100 $\mu\text{m}$ EVA	G
100 $\mu\text{m}$ MDPE	H
100 $\mu\text{m}$ LDPE - Silikon, experimentfilm	I
100 $\mu\text{m}$ LDPE - UV-absorber, experimentfilm	J
Oemballerat referenspaket	K

## 5. RESULTAT

### 5.1 Belysningsförsöket

Avsikten med belysningsförsöket var att registrera den uttorkning som kunde äga rum i de olika emballerade paketen under helt likartade och mycket noggranna och kontrollerbara förhållanden. Allt i avsikt att finna de olika emballagematerialen och emballeringsutförandenas barriäregenskaper vid praktisk tillämpning.

Av resultaten framgår att samtliga provade emballagematerial dämpar uttorkningen. För de olika emballerade paketen har sålunda uppmätts en fuktkvotminskning på 0,1 - 0,3 procentenheter medan det oemballerade referenspaketet uppvisar en fuktkvotminskning på 1,2 procentenheter.

Minskningarna är såsom de uppmätts starkt signifikanta och skillnaden mellan emballerade och oemballerade paket mycket tydlig.

De sträckfilmsemballerade paketen uppvisade den genomsnittligt lägsta fuktkvotminskningen eller 0,1 procentenheter medan de krympfilmsemballerade paketen i genomsnitt uppvisar dubbla eller 0,2 procentenheters fuktkvotminskning.

#### 5.1.1 Fuktkvotsförändring för hela paket

De i varje paket ingående 39 provbrädorna vägdes dels före, dels efter belysningsförsöket. Resultaten härav finns sammanställda för varje paket i tabell 2. Som en följd av skillnader av de i paketen ingående brädornas densitet och fukttinnehåll uppgick före belysningsförsöket paketens nettovikt till 40,1 - 43,5 kg eller per provbräda till ca 1,1 kg. Se tabell 2.

Viktminskningen för de emballerade paketen uppgick i genomsnitt till 60 g medan den för det oemballerade paketet uppgick till 440 g. Detta motsvarar en fuktkvotminskning av 0,1 - 0,3 procentenheter för de emballerade paketen och 1,2 procentenheter för det oemballerade paketet. Se tabell 2. Fuktkvoten var för de 11 provpaketen före belysningsförsöket i genomsnitt 15,6 % som en följd av en längre tids konditionering i klimatkammare med 80 % RF och 20 °C.

#### 5.1.2 Fuktkvotsförändring för nio provbrädor

I de 11 modellpaketen uppmättes fuktkvoten efter belysningsförsöket hos 9 provbrädor i varje paket medelst torrviktsmetoden samt beräknades fuktkvoten före och efter belysningsförsöket genom att de 9 provbrädornas vikt bestämdes såväl före som efter belysningsförsöket. Fuktkvoten för de 9 provbrädorna före belysningsförsöket fick även gälla för hela paketets fuktkvot före försöket.

För de 9 provbrädorna uppmättes en fuktkvotminskning på 0,1 - 0,5 procentenheter för provbrädor ur de emballerade paketen. Detta ska jämföras med de 0,1 - 0,3 procent-

Tabell 2. Paketvikt före och efter belysningsförsök.

Paket	Före belysningsförsök		Efter belysningsförsök	
	Paketets nettovikt (g)	Paketets fuktkvot <sup>1)</sup> (%)	Paketets viktminskning (g)	Paketets fuktkvotminskning (procentenheter)
A	43.495,2	15,9	38,0	0,1
B	42.188,3	16,1	49,0	0,1
C	42.804,6	16,1	39,8	0,1
D	41.776,3	16,2	48,1	0,1
E	42.325,6	15,5	64,7	0,2
F	40.865,1	15,5	74,0	0,2
G	40.129,4	15,5	30,3	0,1
H	43.406,1	15,2	92,9	0,3
I	42.745,8	15,0	76,0	0,2
J	42.963,6	15,1	101,8	0,3
K	43.399,1	15,3	440,1	1,2

1) Torrviktsprov på nio provkroppar ur paketet.

enheter som uppmättes för hela paketet. Motsvarande fuktkvotminskning för det oemballerade paketet var 1,9 respektive 1,2 procentenheter.

Skillnaden i fuktkvotminskning sammanhänger med de 9 provbrädornas placering i modellpaketet. De 9 provbrädornas position och nummer i modellpaketet var:

Topplag	37	38	39	
Mittlag	19	20	21	Belyst sida
Bottenlag	1	2	3	

Tabell 3 ger en detaljerad redovisning av fuktkvotsförändringen varvid fuktkvotminskningen redovisas i promilleenheter.

Om medelvärdet av fuktkvotminskningen för de emballerade paketen bildas fås som resultat (uttryckt i promilleenheter) för de nio brädorna enligt ovan:

Topplag	4,1 (37)	2,9 (38)	1,7 (39)
Mittlag	1,1 (19)	0,6 (20)	2,3 (21)
Bottenlag	1,9 (1)	1,3 (2)	3,1 (3)

Härav framgår att provbräda nr 20 som ligger centralt i paketet uppvisar den minsta fuktkvotminskningen. Något annat har ej heller varit att vänta. Vidare kan konstateras att brädorna 2 och 19 som också ligger skyddade för värmestrålning och ävenledes omges av andra brädor uppvisar den närmast lägsta fuktkvotminskningen.

För det oemballerade paketet erhålls följande resultat (uttryckt i promilleenheter):

Topplag	30 (37)	28 (38)	33 (39)
Mittlag	11 (19)	5 (20)	14 (21)
Bottenlag	25 (1)	9 (2)	20 (3)



Tabell 3. Fuktkvotsförändring vid belysningsförsök.

Paket	Fuktkvotsminskning			Paket		
	9 bräder, individuellt (promilleenheter)	9 brädor, medel (procentenheter)	Paket			
A	Topplag	3	3	2	0,18	0,10
	Mittlag	0	0	2		
	Bottenlag	2	1	3		
B		2	1	1	0,14	0,14
		1	0	0		
		2	3	3		
C		2	0	0	0,08	0,11
		0	0	2		
		0	0	3		
D		2	2	1	0,14	0,13
		1	1	1		
		2	1	2		
E		4	3	1	0,22	0,18
		2	1	2		
		3	1	3		
F		6	4	1	0,26	0,21
		1	1	3		
		2	2	3		
G		3	2	2	0,18	0,09
		1	0	3		
		2	1	2		
H		7	5	5	0,33	0,25
		2	1	2		
		3	2	3		
I		5	4	4	0,27	0,20
		2	1	3		
		1	1	3		
J		7	5	0	0,31	0,27
		1	1	5		
		2	1	6		
K		30	28	33	1,94	1,17
		11	5	14		
		25	9	20		

Även här kan konstateras att provbräda nr 20 som ligger centralt i paketet uppvisar den lägsta fuktkvotsminskningen, liksom brädorna 2 och 19 har den närmast lägsta fuktkvotsminskningen. Den kraftigaste fuktkvotsminskningen uppvisar det översta laget, speciellt den bräda (39) som ligger närmast ljuskällan.

Så är även förhållandena för de emballerade paketen med undantag för bräda nr 39 som tvärt emot uppvisar den lägsta fuktkvotsminskningen i det översta laget. Skälet härtill är att luften mellan virke och emballage på den belysta sidan av paketet uppvärms och bringas i rotation runt i paketet. Förutom den uttorkning som sker av bräda 39 förorsakar den varma fuktiga uppåtgående luftströmmen ävenledes en viss uppfuktning av bräda 39. Efter den belysta sidan får vi då en mot botten av paketet minskande fuktkvot liksom vi får en på toppen av paketet minskande fuktkvot mot den ej belysta sidan allteftersom den cirkulerande varma luftens fuktighet utfälls.

Denna omlagring av fukt inom ett sexsidigt emballerat paket bör noggrant beaktas vid all lagring av virke som emballerats med transparent emballage då det utsätts för UV-strålning såsom fallet är vid solbestralning. Det finns därför klara skäl att ej utsätta transparent emballerade paket för solbestralning.

### 5.1.3 Temperaturförändring i och invid paket

Vid belysningsförsöket registrerades temperaturen i fyra punkter; mitt i paketet, på det belysta emballaget, 25 mm framför det belysta emballaget samt i rummet bakom belysningsrampen.

Den omgivande rumstemperaturen var vid första cykelns början strax under 20 °C för att under cykeln öka med 6-7 °C efter 5,5 timmar.

Som exempelvis framgår av diagram 1, som redovisar temperaturförloppet för paket G (emballagerad 100 µm EVA) ökade rumstemperaturen något cykelstart för cykelstart.

Av intresse att notera är dock den maximala temperaturhöjningen över rumstemperaturen som uppmätts efter 5,5 timmar (4 timmar med 600 W följt av 1,5 timmar med 900 W) i de tre ovan nämnda punkterna. Se tabell 4.

Resultaten härav visar på en genomsnittligt lägre temperaturhöjning i de sträckfilms-emballerade paketen än i de krympfilms-emballerade, med åtföljande lägre fuktkvotsminskning.

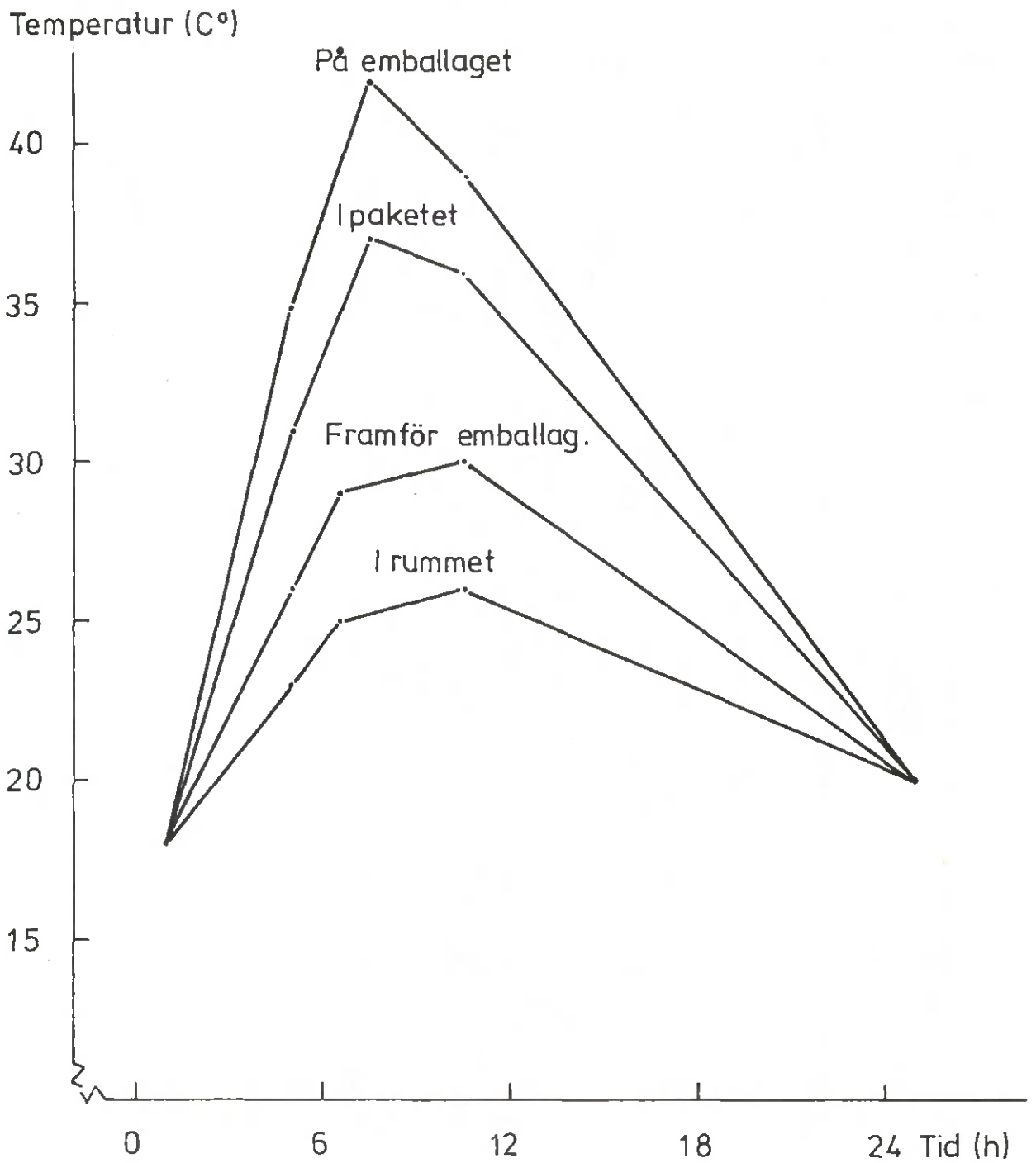


Diagram 1. Temperaturförloppet under en cykel för de fyra mätpunkterna.

Tabell 4. Medelvärde av maximal temperaturhöjning över rumstemperatur efter 5,5 timmars belysning för tre belysningscykler.

Paket	Temperaturhöjning °C					
	I paketet		På emballaget		Framför emballaget	
A	11,0		12,0		3,3	
B	12,3		14,7		3,3	
C	13,0		14,3		2,3	
D	14,3	12,7	15,0	14,0	4,0	3,2
E	14,3		17,0		4,7	
F	16,3		20,7		5,0	
G	12,7		16,7		4,7	
H	16,0		18,3		4,3	
I	16,0		17,0		4,7	
J	19,3	15,8	19,7	18,2	5,7	4,9
K	14,0	14,0	-	-	5,0	5,0

Emballage	Temperaturhöjning °C		
	I paketet	På emballaget	Framför emballaget
Sträckfilm	12,7	14,0	3,2
Krympfilm	15,8	18,2	4,9
Oemballerat	14,0	-	5,0

Av de sträckfilmsemballerade paketen är det de två ca 100  $\mu\text{m}$  tjocka emballagen (4 x 25  $\mu\text{m}$  respektive 7 x 15  $\mu\text{m}$ ) som gett det allra bästa skyddet mot fuktkvotsminskning.

De två 3-varviga sträckfilmsemballagen (3 x 15  $\mu\text{m}$  respektive 3 x 25  $\mu\text{m}$ ) uppvisar samma fuktkvotsminskning men jämförelsevis en något större fuktkvotsminskning än de med flera varv sträckfilm emballerade paketen.

Följande slutsatser skulle kunna dras ur detta, nämligen:

- Att vid lika antal varv, i detta fall 3, har filmtjockleken inget avgörande inflytande på fuktkvotsminskningen.
- Att med ökande antal varv, upp till en viss tjocklek, i detta fall 100  $\mu\text{m}$ , fås en reducerande fuktkvotsminskning.

## 5.2 Klimatförsöket

Avsikten med klimatförsöket var att registrera den uttorkning och uppfuktning som kunde äga rum i de olika emballerade paketen under helt likartade och mycket noggranna och kontrollerbara förhållanden. Allt i avsikt att finna de olika emballagematerialens och emballeringsutförandenas barriäregenskaper vid praktisk tillämpning.

Av resultaten framgår att samtliga provade emballagematerial dämpar uttorkningen och uppfuktningen. För de olika emballerade paketen har sålunda uppmätts en fuktkvotminskning på 0,1 - 0,3 procentenheter respektive en fuktkvotsökning på 0,1 - 0,2 procentenheter medan det oemballerade referenspaketet uppvisar en fuktkvotminskning på 3,2 procentenheter respektive en fuktkvotsökning på 6,0 procentenheter.

Minskningarna och ökningarna är såsom de uppmätts starkt signifikanta och skillnaden mellan emballerade och oemballerade paket mycket tydlig.

De sträckfilmsemballerade paketen uppvisar den genomsnittligt lägsta fuktkvotminskningen eller 0,1 procentenheter medan de krympfilmsemballerade paketen i genomsnitt uppvisar det dubbla eller 0,2 procentenheters fuktkvotminskning.

Vad gäller fuktkvotsökningen råder det omvända förhållandet. Här uppvisar de krympfilmsemballerade paketen en genomsnittligt lägsta fuktkvotsökning eller 0,1 procentenheter medan de streckfilmsemballerade paketen i genomsnitt uppvisar det dubbla eller 0,2 procentenheters fuktkvotsökning.

### 5.2.1 Fuktkvotsförändring för hela paket

De i varje paket ingående 39 och 33 provbrädorna för uttorknings- respektive uppfuktningförsöken vägdes dels före, dels efter klimatförsöket. Resultaten härav finns sammanställda för varje paket i tabell 5 och 6. Som en följd av skillnader av de i paketen ingående brädornas densitet, fukttinnehåll samt antal uppgick före klimatförsöket paketens nettovikt till 41,8 - 44,4 kg respektive 33,2 - 38,7 kg eller per provbräda till ca 1,1 kg. Se tabell 5 och 6.

Viktminskningen vid uttorkningsförsöket för de emballerade paketen uppgick till i genomsnitt 75 g medan den för det oemballerade paketet uppgick till 1.195 g. Detta motsvarar en fuktkvotminskning av 0,0 - 0,5 procentenheter för de emballerade paketen och 3,2 procentenheter för det oemballerade paketet. Se tabell 5.

Fuktkvoten för de 10 provpaketen för emballering var före klimatförsöket i genomsnitt 14,1 % som en följd av en längre tids konditionering i klimatkammare. Uttorkning skedde i klimat till i nivå med jämviktsfuktkvot 9 %.

Viktökningen vid uppfuktningförsöket för de emballerade paketen uppgick till i genomsnitt 45 g (paket G undantaget p g a skada) medan den för det oemballerade paketet uppgick till 1.850 g. Detta motsvarar en fuktkvotsökning av 0,1 - 0,3 procentenheter för de emballerade paketen och 6,1 procentenheter för det oemballerade paketet. Se tabell 6.

Tabell 5. Paketvikt före och efter klimatförsök, vid uttorkning.

Paket	Före klimatförsök		Efter klimatförsök	
	Paketets nettovikt <sup>1)</sup> (g)	Paketets fuktkvot <sup>2)</sup> (%)	Paketets viktminskning (g)	Paketets fuktkvotsminskning (procentenheter)
A	43.521,7	14,09	- 0,3	- 0,00
B	43.712,8	14,32	121,8	0,32
C	43.031,9	14,41	6,4	0,02
D	44.226,9	13,98	30,2	0,08
E	41.759,7	13,50	65,9	0,18
F	43.485,5	13,51	78,9	0,21
G	43.867,6	14,05	172,5	0,45
H	43.384,4	13,93	74,3	0,20
I	44.375,4	14,07	112,1	0,29
J	43.672,8	14,09	86,2	0,23
K	43.829,8	16,58	1.195,2	3,18

1) 39 bräddor/paket.

2) Torrviktsprov på nio provkroppar ur paketet.

Tabell 6. Paketvikt före och efter klimatförsök, vid uppfuktning.

Paket	Före klimatförsök		Efter klimatförsök	
	Paketets nettovikt <sup>1)</sup> (g)	Paketets fuktkvot <sup>2)</sup> (%)	Paketets viktökning (g)	Paketets fuktkvotökning (procentenheter)
A	34.229,3	11,91	42,9	0,14
B	35.285,6	11,74	44,7	0,14
C	34.368,5	11,42	36,1	0,12
D	35.487,5	11,34	104,1	0,33
E	38.685,3	11,35	34,3	0,10
F	38.668,7	11,34	70,2	0,20
G	36.405,6	11,18	421,2	1,29
H	33.207,1	11,89	18,6	0,06
I	33.880,6	11,69	28,6	0,09
J	35.085,8	11,50	25,9	0,08
K	34.262,6	12,04	1.849,7	6,05

1) 33 bräddor/paket.

2) Torrviktsprov på nio provkroppar ur paketet.

Fuktkvoten för de 10 provpaketen för emballering var före klimatförsöket i genomsnitt 11,5% som en följd av en längre tids konditionering i klimatkammare. Uppfuktning skedde i klimat till i nivå med jämviktsfuktkvot 21 %.

### 5.2.2 Fuktkvotsförändring för nio provbrädor

I de 11 + 11 modellpaketen uppmättes fuktkvoten efter uttorknings- respektive uppfuktningsförsöken hos 9 provbrädor ur varje paket medelst torrviktsmetoden samt beräknades fuktkvoten före och efter försöken genom att de 9 provbrädornas vikt bestämdes såväl före som efter försöken.

Fuktkvoten för de 9 provbrädorna för uttorkningsförsöket fick även gälla för hela paketets fuktkvot före försöket. För de 9 provbrädorna ur paketen för uttorkningsförsöket uppmättes en fuktkvotminskning på 0,1 - 0,6 procentenheter för provbrädor ur de emballerade paketen. Detta skall jämföras med de 0,0 - 0,5 procentenheter som uppmättes för hela paketen. Motsvarande fuktkvotminskning för det oemballerade paketet var 4,2 respektive 3,2 procentenheter.

För de 9 provbrädorna ur paketen för uppfuktningsförsöket uppmättes en fuktkvotsökning på 0,1 - 0,4 procentenheter för provbrädor ur de emballerade paketen. Detta skall jämföras med de 0,1 - 0,3 procentenheter som uppmättes för hela paketen. Motsvarande fuktkvotsökning för de oemballerade paketen var 7,5 respektive 6,1 procentenheter. Skillnaden i fuktkvotminskning respektive fuktkvotsökning sammanhänger med de 9 provbrädornas placering i modellpaketet. De 9 provbrädornas position och nr i modellpaketet framgår av tidigare visad figur.

#### Fuktkvotminskning

Av tabell 7 framgår en detaljerad redovisning av fuktkvotsförändringarna vid uttorkningsförsöket. Om medelvärdet av fuktkvotminskningen för de emballerade paketen bildas fås som resultat (uttryckt i promilleenheter):

Topplag	2,1 (37)	1,6 (38)	2,4 (39)
Mittlag	2,1 (19)	2,0 (20)	1,6 (21)
Bottenlag	2,9 (1)	2,8 (2)	2,9 (3)

Härav framgår att provbrädorna i mittlaget uppvisade den genomsnittligt minsta fuktkvotminskningen, omgivna av skyddande lag som de är.

För det oemballerade paketet erhöles följande fuktkvotminskning (uttryckt i promilleenheter):

Topplag	49 (37)	52 (38)	50 (39)
Mittlag	37 (19)	18 (20)	29 (21)
Bottenlag	55 (1)	40 (2)	48 (3)



Tabell 7. Fuktkvotsförändring vid klimatförsök, uttorkning.

Paket		Fuktkvotsminskning 9 bräddor, individuellt (promilleenheter)			9 bräddor, medel (procentenheter)	Paket
A	Topplag	1	0	0	0,06	- 0,00
	Mittlag	0	1	0		
	Bottenlag	1	1	1		
B		2	2	1	0,29	0,32
		6	3	5		
		2	3	2		
C		0	0	0	0,04	0,02
		0	0	1		
		1	2	0		
D		0	1	1	0,11	0,08
		0	0	0		
		4	2	2		
E		8	4	3	0,26	0,18
		4	1	1		
		2	0	0		
F		0	3	5	0,22	0,21
		1	4	0		
		3	3	1		
G <sup>1)</sup>		4	2	4	0,56	0,45
		5	5	3		
		10	8	9		
H		2	1	3	0,19	0,20
		1	0	2		
		2	1	5		
I		2	2	3	0,31	0,29
		2	5	2		
		3	4	5		
J		2	1	3	0,22	0,23
		2	1	2		
		1	4	4		
K		49	52	50	4,20	3,18
		37	18	29		
		55	40	48		

1) Emballaget något trasigt.

Även här kan konstateras att provbrädorna i mittlaget uppvisade den genomsnittligt minsta fuktkvotsminskningen, omgivna av skyddande lag som även de är.

#### Fuktkvotsökning

Av tabell 8 framgår en detaljerad redovisning av fuktkvotsförändringarna vid uppfuktningförsöket. Om medelvärdet av fuktkvotsökning för de emballerade paketen bildas fås som resultat (uttryckt i promilleenheter):

Topplag	2,1 (31)	1,5 (32)	1,4 (33)
Mittlag	1,2 (16)	0,8 (17)	1,0 (18)
Bottenlag	3,1 (1)	2,3 (2)	2,4 (3)

Härav framgår att provbrädorna i mittlaget uppvisade den genomsnittligt minsta fuktkvotsökningen, skyddade som de är av omgivande lag.

För det oemballerade paketet erhöles följande resultat (uttryckt i promilleenheter):

Topplag	93 (31)	82 (32)	88 (33)
Mittlag	56 (16)	32 (17)	49 (18)
Bottenlag	96 (1)	90 (2)	92 (3)

Även här kan återigen konstateras att provbrädorna i mittlaget uppvisade den genomsnittligt minsta fuktkvotsökningen av samma skäl som ovan anförts.

Det förhållandet att trävaror som omges av skyddande lag trävaror inte ändrar sitt fuktinnehåll nämnvärt, sett över en viss tid, är ju känt. Detta bör dock inte utnyttjas så att omgivande trävaror ges denna skyddande uppgift relativt omslutna trävaror.

Tabell 8. Fuktkvotsförändring vid klimatförsök, uppfuktning.

Paket		Fuktkvotsökning 9 bräddor, individuellt (promilleenheter)			9 bräddor, medel (procentenheter)	Paket
A	Topplag	2	2	2	0,17	0,14
	Mittlag	1	1	1		
	Bottenlag	2	2	2		
B		3	2	2	0,19	0,14
		2	1	1		
		2	2	2		
C		2	2	2	0,16	0,12
		1	0	1		
		2	2	2		
D		4	3	4	0,38	0,33
		3	2	2		
		8	4	4		
E (furu)		2	3	1	0,19	0,10
		1	2	2		
		1	3	2		
F (furu)		2	2	1	0,23	0,20
		3	2	1		
		5	3	2		
G <sup>1)</sup>		18	13	15	1,68	1,29
		11	7	10		
		28	24	25		
H		5	0	0	0,11	0,06
		1	0	0		
		1	2	1		
I		0	0	0	0,21	0,09
		0	0	1		
		8	3	7		
J		1	1	2	0,12	0,08
		0	0	1		
		2	2	2		
K		93	82	88	7,53	6,05
		56	32	49		
		96	90	92		

1) Emballaget något trasigt.

## 5. LITTERATUR

- Brodin, K. m fl (1988): Torrvirkesemballering. Delrapport 1 - Leverantörers och kunders problem vid torrvirkesemballering samt förslag till lösningar. TräteknikCentrum, Rapport P 8803021.
- Tronstad, S. (1980): Krympeplastemballering av hovellast. NTI, Intern rapport.
- Sandqvist, I. m fl (1976): Leverans av snickeritorrt virke från sågverk. STFI-meddelande serie A nr 375.

Detta digitala dokument  
skapades med anslag från  
**Stiftelsen Nils och Dorthi  
Troëdssons forskningsfond**

**Träte**

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM  
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67  
Telefon: 08-14 53 00  
Telefax: 08-11 61 88  
Huvudenhet med kansli

Åsensvägen 9, 553 31 JÖNKÖPING  
Telefon: 036-12 60 41  
Telefax: 036-16 87 98

Skeria 2, 931 87 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Bockholmsvägen  
Telefon: 0910-652 00  
Telefax: 0910-652 65