LUND UNIVERSITY

Flytande golv på styrencellplast : skarvresning hos spånskivor

Nilsson, Lars-Olof

1979

Link to publication

Citation for published version (APA):
Nilsson, L.-O. (1979). *Flytande golv på styrencellplast : skarvresning hos spånskivor.* (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7001). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:
1

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

AVDELNINGEN FÖR BYGGNADSMATERIALLÄRA
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

FLYTANDE GOLV PÅ STYRENCELLPLAST. SKARVRESNING HOS SPÅNSKIVOR.

LARS-OLOF NILSSON

RAPPORT TVBM-7001
LUND 1979

CODEN:LUTVDG/(TVBM-7001)/1-46/(1979)

FLYTANDE GOLV PÅ STYRENCELLPLAST.
SKARVRESNING HOS SPÅNSKIVOR.

Uppdragsgivare: Svenska Spånskiveföreningen.

Slutrapport oktober 1979.

Lars-Olof Nilsson

Postadress:
Box 725
220 07 LUND

Gatuadress:
John Ericssons väg 1

Telefon:
046-10 74 15

INLEDNING

Golvkonstruktioner med betongplatta på mark har på senare år allt oftare utförts med överliggande värmeisolering. Den huvudsakliga orsaken till detta är att med värmeisoleringen under betongplattan upplevs golvet som kallt.

Golvkonstruktioner med uppreglade golv har drabbats av många problem i form av dålig lukt och mögelväxt. Med flytande golv av skivor på cellplast eller hård mineralull har fuktproblemen varit betydligt mindre.

Flytande golv av spånskivor på styrencellplast har dock drabbats av en del olägenheter, främst i form av skarvresning på så sätt att skarvarna syns igenom golvbeläggningen. Svenska Spånskiveföreningen har genom en enkät hos sina medlemmar inventerat problemets omfattning.

Avdelningen för Byggnadsmateriallära vid LTH har på uppdrag av Svenska Spånskiveföreningen sökt klargöra vilka skadeorsaker som kan vara aktuella och hur dessa lämpligen undvikes. Detta har genomförts i en mycket omfattande laboratorieundersökning, i vilken uppkommande välvningar av varierande fuktförändringar har studerats liksom inverkan av fogarnas styvhet.

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G SID

INLEDNING 1

1. BAKGRUND, FÖRUTSÄTTNINGAR 2
   1.1 Konstruktionen; fukt- & temperaturförhållanden 2
   1.2 Lagring 8
   1.3 Skadeenkät 10

2. LABORATORIEUNDERSÖKNING 12
   2.1 Material, uppläggning 12
   2.2 Grundläggande egenskaper hos skivor 14
      2.2.1 Jämviktsfuktkvot 14
      2.2.2 Längdsvällning 16
      2.2.3 Böjstyvhet och E-modul 18
   2.3 Välvning av fuktpåverkan 19
      2.3.1 Mätning av fri välvning 19
      2.3.2 Initialkrokighet 22
      2.3.3 Inverkan av fuktgradient 23
      2.3.4 Inverkan av golvlim, matta och ensidig uppfuktning 25
      2.3.5 Inverkan av ensidig uttorkning 28
      2.3.6 Övrigt 29
      2.3.7 Sammanfattning 31
   2.4 Inverkan av fogens styvhet 32
      2.4.1 Mätning av fogstyvhet 32
      2.4.2 Välvningsminskning 38
      2.4.3 Sammanfattning 40

3. SAMMANFATTNING, SLUTSATSER 41
   3.1 Konstruktion 42
   3.2 Lagring 44
   3.3 Montering 45
   3.4 Mattläggning 46

BILAGA 1 Mätresultat, välvningsmätningar

1. BAKGRUND & FÖRUTSÄTTNINGAR

För att få en bild av vilka fuktbelastningar som konstruktionstypen utsättes för, redovisas först hur konstruktionen fungerar ur fuktsynpunkt varefter förhållandena under lagring och läggning av spånskivorna tas upp. Avsnittet avslutas med en kort redogörelse för intressanta resultat av Spånskiveföreningens skadeenkät.

1.1 Konstruktionen och dess fukt- & temperaturförhållanden

Principutförandet och principiell fuktfördelning i en konstruktion med överliggande värmeisolering visas i figur 1.1.

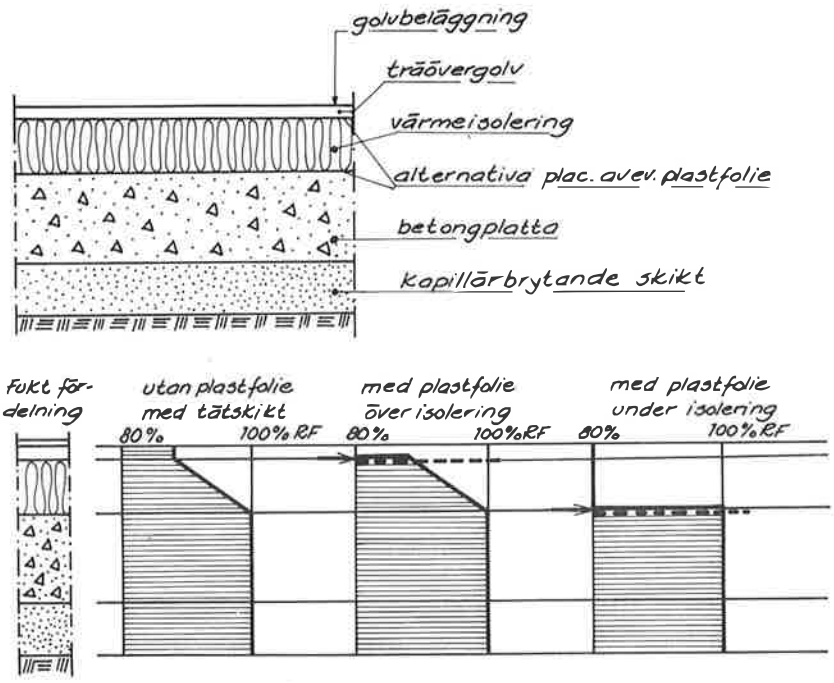


FIG 1.1 Golvkonstruktion och principiell fuktfördelning vid betongplatta med överliggande värmeisolering och tät plastmatta som golvbeläggning. (RF=relativ fuktighet)

Utan ångspärr bestäms fuktbelastningen på spånskivan nästan enbart av temperaturskillnaden mellan skiva och mark. Denna temperaturskillnad varierar under året och är olika på olika platser i en golvkonstruktion och olika från konstruktion till konstruktion.

Med en ångspärr, över eller under värmeisoleringen, minskar fuktbelastningen på spånskivan kraftigt, dock inverkar temperaturförhållandena något.

Temperaturfördelningen kan beräknas ur

$$\theta_x = \theta_{inne} - \frac{m_x}{m_{tot}}(\theta_{inne} - \theta_{mark}) \qquad (1)$$

där θ_x, θ_{inne}, θ_{mark} är temperaturen på djupet x i konstruktionen, innetemperaturen resp marktemperaturen, m_x är sammanlagda värmemotståndet ner till djupet x och m_{tot} är totala värmemotståndet hos konstruktionen.

På samma sätt kan ånghaltsfördelningen fås ur

$$C_x = C_{inne} + \frac{Z_x}{Z_{tot}}(C_{mark} - C_{inne}) \qquad (2)$$

där C är ånghalter och Z ångmotstånd.

Med ungefärliga värme- och ångmotstånd enligt tabell 1.1 och inneklimatet +20°C 40 % RF under hela året samt marktemperatur 12°C resp 17°C, som är rimliga ytterlighetsvärden vinter resp sommar, fås fuktfördelningen i spånskivan enligt tabell 1.2.

Beräkningarna är approximativa men visar den principiella inverkan av olika faktorer. Resultatet stämmer emellertid mycket väl med de få fältmätningar som utförts i några fall.
Fuktfördelningarna visas också i figur 1.2 och figur 1.3.

TABELL 1.1 Värme- och ångmotstånd, approximativa

Material	Värmemotstånd m (m^2 K/W)	Ångmotstånd Z (s/m)
PVC-matta	-	$\sim 1000 \cdot 10^3$
Spånskiva 16-22 mm	0,11-0,16	$\sim 50 \cdot 10^3$
Cellplast 6-8	1,5 -2,0	$\sim 100 \cdot 10^3$
Mineralull 6-8 cm	1,5 -2,0	$\sim 4 \cdot 10^3$
Polyetenfolie	-	$\sim 2000 \cdot 10^3$
Betong 10-20 cm	0,06-0,12	$\sim 100 \cdot 10^3$
Kap.bryt.skikt	0,2	~ 0

TABELL 1.2 Beräknade fuktfördelningar i spånskivan vid olika konstruktionsutformning

Ångspärr	Värmeisolering	PVC-matta	RF i spånskivan (ö.k.=överkant (u.k.=underkant)			
			"Vinter"		"Sommar"	
			ö.k.	u.k.	ö.k.	u.k.
Ingen	Cellplast	Utan	40	46	40	50
		Med	58	61	75	78
	Mineralull	Utan	40	49	40	55
		Med	59	62	78	81
Över/ Under	Cellplast/ Mineralull	Utan	40	42	40	42
		Med	47	49	54	55

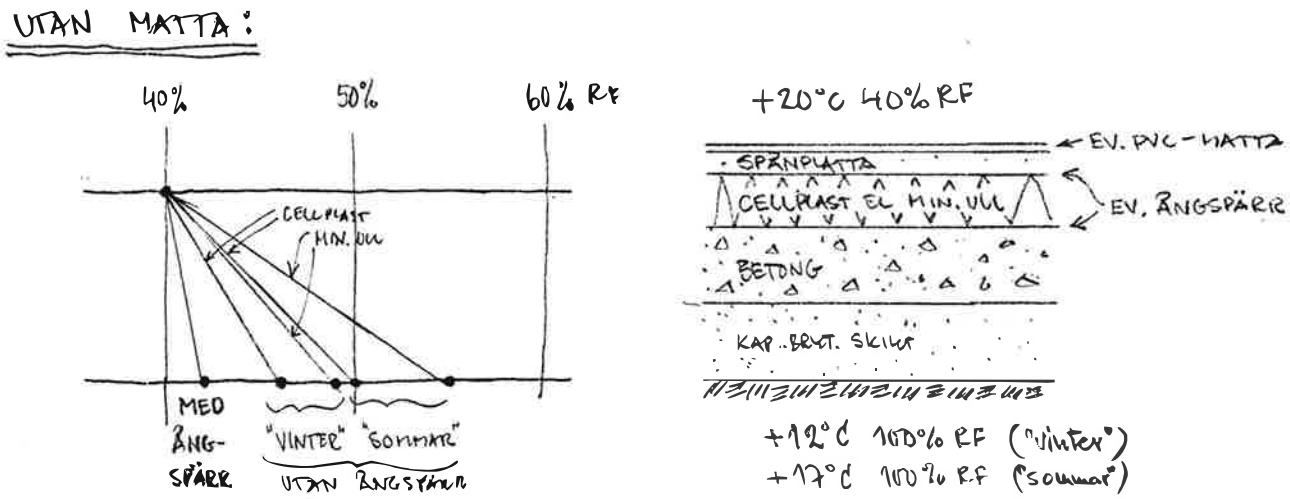


FIG 1.2 Fuktfördelning i spånskivan om tät golvbeläggning saknas.

Utan en tät golvbeläggning fås en, ibland relativt stor, fuktgradient över spånskivan. En ångspärr, över eller under värmeisoleringen spelar ingen roll, minskar fuktgradienten kraftigt.
Saknas ångspärren kommer fuktgradienten att variera med årstiden och läget i byggnaden. Störst fuktgradient fås på sensommaren mitt i huset och lägst på vintern nära betongplattans kant.

Om mineralull användes istället för cellplast, blir fuktgradienten något större eftersom mineralullen är betydligt mera genomsläpplig för vattenånga.

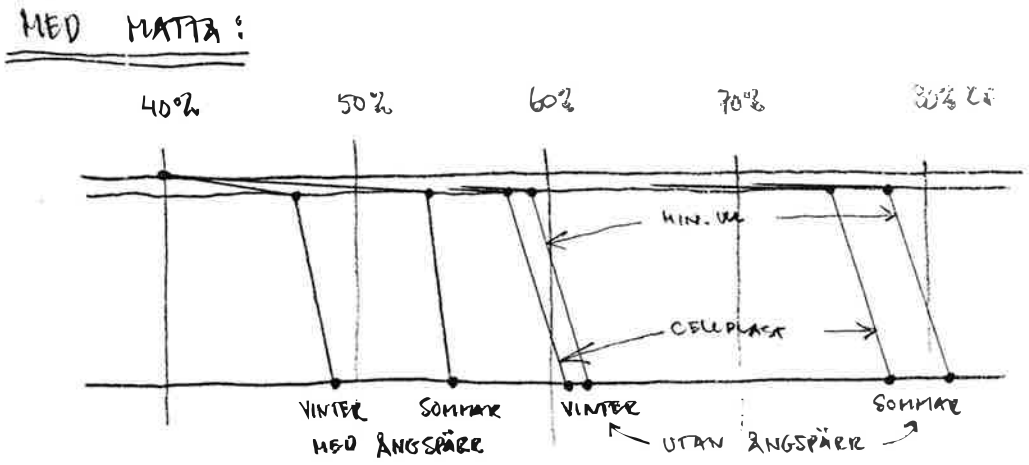


FIG 1.3 Fuktfördelning i spånskivan med tät golvbeläggning.

Med en tät golvbeläggning blir förhållandena helt annorlunda. Fuktgradienten blir nu mycket liten, bara 2-3 % RF skillnad mellan under- och överkant, beroende på att spånskivans ångtäthet är liten i förhållande till golvbeläggningens.

Däremot kommer fuktigheten att bli högre i spånskivan. Med ångspärr blir variationen under året omkring 45-55 % RF medan om ångspärr saknas kan fuktigheten stiga ända upp till omkring 80 % RF på sensommaren mitt i byggnaden. Inverkan av värmeisoleringstyp är liten.

Det som ovan sagts gäller fuktförhållandena efter relativt lång tid. Skarvresning uppkommer emellertid i en del fall mycket snabbt. Intressant är därför att uppskatta den tid som krävs för att ovanstående fuktbelastningar skall uppstå.

Den mängd fukt som måste tillföras spånskivan för att få t ex en fuktändring från 40 % RF till 50 % RF i en 16 mm:s skiva blir (u=fuktkvot, γ=densitet)

$$w = (u_{50\%} - u_{40\%}) \cdot \gamma \cdot d \cong 0{,}01 \cdot 700 \cdot 0{,}016 = 0{,}1 \text{ kg/m}^2$$

Fukttransport från betong och mark blir (t=tiden)

$$w \cong \frac{\Delta c}{Z} \cdot t$$

Med ångspärr blir tiden $t > \frac{0{,}1 \cdot 10^3 \cdot 2000 \cdot 10^3}{5}$ (s)>1 år!

Utan ångspärr fås t>1 mån för cellplastisolering och t>1 dygn för mineralullsisolering. Härvid har dock bortsetts från skarvar, vars inverkan är svårbedömd. Tiden som erfordras blir naturligtvis mycket kortare om den mängd fukt som behövs för skarvresning är mindre än i exemplet.

Med en fungerande ångspärr, dvs med ordentligt överlapp i skarvar och ej skadad under byggnadstiden, kan man helt bortse från fukt från betongplatta och mark vad gäller spånskivans skarvresning. Ångspärrens placering, över eller under värmeisoleringen, spelar heller ingen roll för spånskivan.

Ångspärrens placering bestäms istället av dels utförande av anslutning till eventuell ångspärr under ytterväggar och bärande mellanväggar som står på betongplattan och dels läggningsförfarandet så att ångspärren inte skadas.

Värmeisoleringens tjocklek har ingen större inverkan på fuktbelastningen på spånskivan om ångspärr använts. Utan ångspärr minskar fuktbelastningen med ökade isoleringstjocklek. SBN 75 23:422c ger dock en begränsning av värmemotståndet i yttre randfältet, motsvarande 7-8 cm cellplast, på tjälfarlig mark.

1.2 Lagring och montering

Vid en bedömning av fuktpåverkan under lagring på arbetsplatsen och vid montering gäller Spånskiveföreningens anvisningar som "bör-värde". Ur dessa kan hämtas bl a:

"Spånskivorna bör lagras inomhus och skall skyddas mot fukt och väta. Lämpligaste lagringsbetingelser är 15-25°C och 50-60 % relativ luftfuktighet."

"Nödvändig lagring utomhus skall göras så kortvarig som möjligt. Spånskivorna måste därvid täckas omsorgsfullt med t ex presenning så att de skyddas mot nederbörd."

"Spånskivorna bör före monteringen lagras i ca en vecka i den lokal, där de skall monteras eller i annan lokal med samma temperatur och luftfuktighet."

"Byggnaden skall vara väl uttorkad innan monteringen av spånskivorna påbörjas. Underliggande betong skall fuktisoleras med 0,2 mm plastfolie eller asfaltisolering."

Fuktigheten utomhus och i ouppvärmda eller dåligt uppvärmda byggnader är mycket hög, jämför fig 1.4.

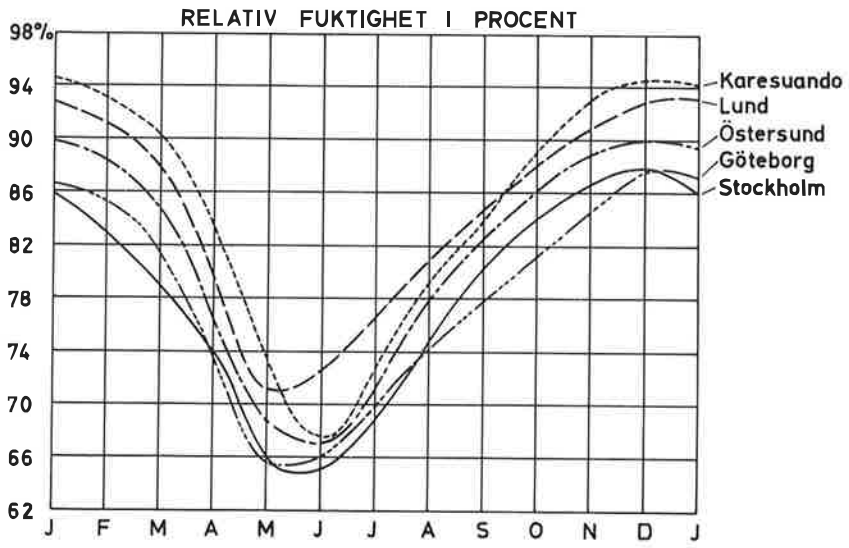


FIG 1.4 Relativa fuktighetens årsvariation i några svenska städer.

Lagring utomhus eller i dåligt uppvärmda lokaler ger därför oftast en fuktbelastning på långt över 70 % RF.

Många byggnadsmaterial innehåller stora mängder byggfukt, se exempel i tabell 1.3, som medför att klimatet under byggnadstiden under långa tidsperioder är mycket fuktigt. Ingående material i aktuell byggnad är därför en inverkande faktor på lagringsklimatet. Tabell 1.3 ger härvid en viss vägledning.

TABELL 1.3 Byggfukt i några byggnadsmaterial

Material	Fukthalt (ℓ/m^3)			
	vid inbyggnad	bindes kemiskt	jämviktsfukthalt vid ∿50 % RF	byggfukt att uttorka
Betong, K250	180	60	30	90
Lättbetong	100-200	-	20	80-180
Putsbruk	300	20	30	250
Tegelmurverk	80	-	10	70
Trä	60	-	40	20

1.3 Skadeenkät

För att införskaffa preciserade uppgifter om skadefall och skadeomfattning har Spånskiveföreningen gått ut till sina medlemmar och begärt in uppgifter om reklamationer i form av skarvresningar.

Det fullständiga materialet, vilket är mycket omfattande, redovisas ej här. Uppgifterna är mycket varierande och någon entydig tendens är svår att finna. Vissa intressanta svar har emellertid erhållits. En del av dessa redovisas nedan.

Sju fabrikanter har besvarat frågorna. Man har tillsammans 27 st reklamationsfall, avseende skarvresningar, för åren 1977-78. Reklamationsobjekten har en sammanlagd spånskiveyta av ca 35.000 m^2 varav ∿18.000 m^2 är skadade. Skadefrekvensen är mycket varierande, mellan 4 och 100 % av golvytan är skadad.

Skadeomfattningen är också mycket varierande mellan olika fabrikanter. En fabrikant har inte besvarat frågorna därför att man ....." endast har reklamationer på grund av tillverkningsfel".... En annan fabrikant redovisar skador på 96 % av sin levererade yta av 16 mm spånskivor!

Av de 27 fallen har 24 en konstruktion med platta på mark. I samtliga fall utom ett är värmeisoleringen cellplast, och av dessa har alla utom ett isoleringen ovanpå betongplattan. Cellplastfabrikaten är varierande medan densiteten oftast är 20 kg/m^3.

Ångspärr saknas bara i fyra fall av de 27; i ett femte uppges den vara skadad. Golvbeläggningen är PVC-matta i minst 21 av de 27 skadefallen.

Spånskivorna är spontade i 25 av de 27 fallen och tjocklekarna fördelas på 1 st 10 mm, 13 st 16 mm, 4 st 18 mm, 4 st 19 mm och 3 st 22 mm; i 2 fall saknas uppgift.

Leveransen till byggplatsen har som regel skett direkt från fabrik (19 av 27) och bara några gånger (7 av 27) från distributörns lager. Leveransen har ägt rum 0-8 veckor innan montering, i genomsnitt 3 veckor innan.

Lagringen på byggplatsen har varit utomhus i 16 fall, inomhus i 5 och för resten saknas uppgift. Utomhuslagringen benämnes oftast "god, skyddad", vilket troligtvis innebär skydd mot nederbörd. På frågan om lagringen skett enligt branschanvisningarna blir svaret nej i 12 fall av 18 svar.

Montering av skivorna har ägt rum vid en temperatur under 12°C i 7 fall av de 17 där svar föreligger. Branschanvisningarna avseende montering anses ha följts i något mer än hälften av fallen.

Skadorna är i samtliga fall, utom två, konkava (⌣) skarvresningar. Skarvresningar före mattläggning har varit något vanligare än efter. I ett fall uppges skarvresningarna ha kommit först 30 veckor efter mattläggning. I de svar där tiden angivits, är 2-4 veckor efter mattläggning mera "normalt".

2. LABORATORIEUNDERSÖKNING

Nedan redovisas det mycket omfattande laboratoriearbete som genomförts. Principiella uppläggningen och tillvägagångsättet beskrives noggrant och mätresultaten återges i diagram- och tabellform. Olika faktorers inverkan kommenteras därefter och avsnittet avslutas med en sammanfattning av laboratoriedelens resultat i punktform.

2.1 Uppläggning, material

För att laboratoriemässigt utreda vilka faktorer som inverkar på uppkomst av skarvresning, har frågeställningen uppdelats i två separata delar:

a) välvningar hos enstaka skivor av varierande fuktpåverkan
b) inverkan av fogens styvhet på skivans välvning

Förutom dessa två huvudavsnitt har också vissa grundegenskaper bestämts dels som en dokumentation och dels som ett underlag för bedömning, och eventuellt förklaring, av resultaten i huvudförsöken.

För laboratorieförsöken har material levererats från sju spånskivefabriker. I tabell 2.1 redovisas vilka skivor som tillhandahållits samt hur dessa betecknas i fortsättningen.

TABELL 2.1 Spånskivor levererade av olika fabrikanter

Fabrikant	Beteckning	Längd x bredd (m)	Tjocklekar (mm)	Anm
Södra Skogsägarnas AB	S	2,4 x 0,6	16, 19, 22	V313
AB Orsa Plattfabrik	Or	3,1 x 1,6	16, 19, 22	
Byggelit AB	By	2,4 x 1,2	16, 19, 22	
AB Karlstadplattan	Kp	2,4 x 0,6	16, 18, 22	
Ry AB	Ry	2,4 x 0,6	18	
Nya Broby Industrier AB	Br	2,4 x 0,6	22	
ASSI Laxåverken	A	2,4 x 0,6	16, 19, 22	

Samtliga leveranser har varit väl emballerade, men trots detta har en del skador uppkommit. Leveransen från Orsa Plattfabrik hade erhållit skador på uppallningen vilket resulterade i att skivorna ej legat plant under transport och lagring. Detta kan vara förklaringen till att just dessa skivor konstaterats ha relativt stor initialkrokighet, jfr välvningsmätningarna nedan.

Skivor, som använts i försöken, har kapats upp i tvärled till en bredd av 200 mm, varefter de klimatiserats i +20°C och 40 % RF innan några som helst mätningar utförts.

2.2 Grundläggande egenskaper hos skivor

De grundläggande egenskaper hos skivorna som i första hand är av intresse i samband med skarvresningar har bedömts vara jämviktsfuktkvot, längdsvällning och böjstyvhet.

2.2.1 Jämviktsfuktkvot

Utsågade bitar av de olika skivorna, i vikt varierande mellan 15 g och 60 g,har fuktkonditionerats i klimatrum med klimaten 19,5°± 0,5°C och 43 ± 3 % RF, 20,0 ± 0,5 °C och 67 ± 3 % RF samt +20 ± 1°C och 95 ± 5 % RF. Några provbitar har också konditionerats i ett klimatrum med låg temperatur, +4°C.

Sedan provbitarna kommit i fuktjämvikt med respektive klimat bestämdes fuktkvoten genom vägning före och efter torkning i ugn vid +105°C. Fuktkvoten uttrycks därvid i vikt-%, dvs fuktinnehåll i % av materialets torra vikt. Resultatet redovisas i tabell 2.2.

Den genomsnittliga jämviktsfuktkurvan för golvspånskivorna åskådliggöres i figur 2.1 där variationsområdet också markerats.

TABELL 2.2 Jämviktsfuktkvoter för golvspånskivor (genomsnitt 1-2 provkroppar)

Fabrikat	Tjocklek (mm)	Fuktkvot (vikt-%) i klimat 43 % RF	67 % RF	95 % RF	+4°C
s	16	9,1	11,7	20,4	-
Or	16	7,4	9,9	22,3	12,1
By	16	8,1	10,9	23,0	13,5
Kp	16	7,7	10,3	23,4	13,6
Ry	18	8,0	10,7	22,8	13,1
Br	22	8,3	10,6	22,5	-
A	22	8,3	11,1	-	-
A	19	8,2	11,8	24,2	-
A	16	7,9	10,8	23,4	-
Medelvärde $\bar{x} \pm 2s$		8,1±1,0	10,9±1,2	22,8±2,2	13,1±1,4

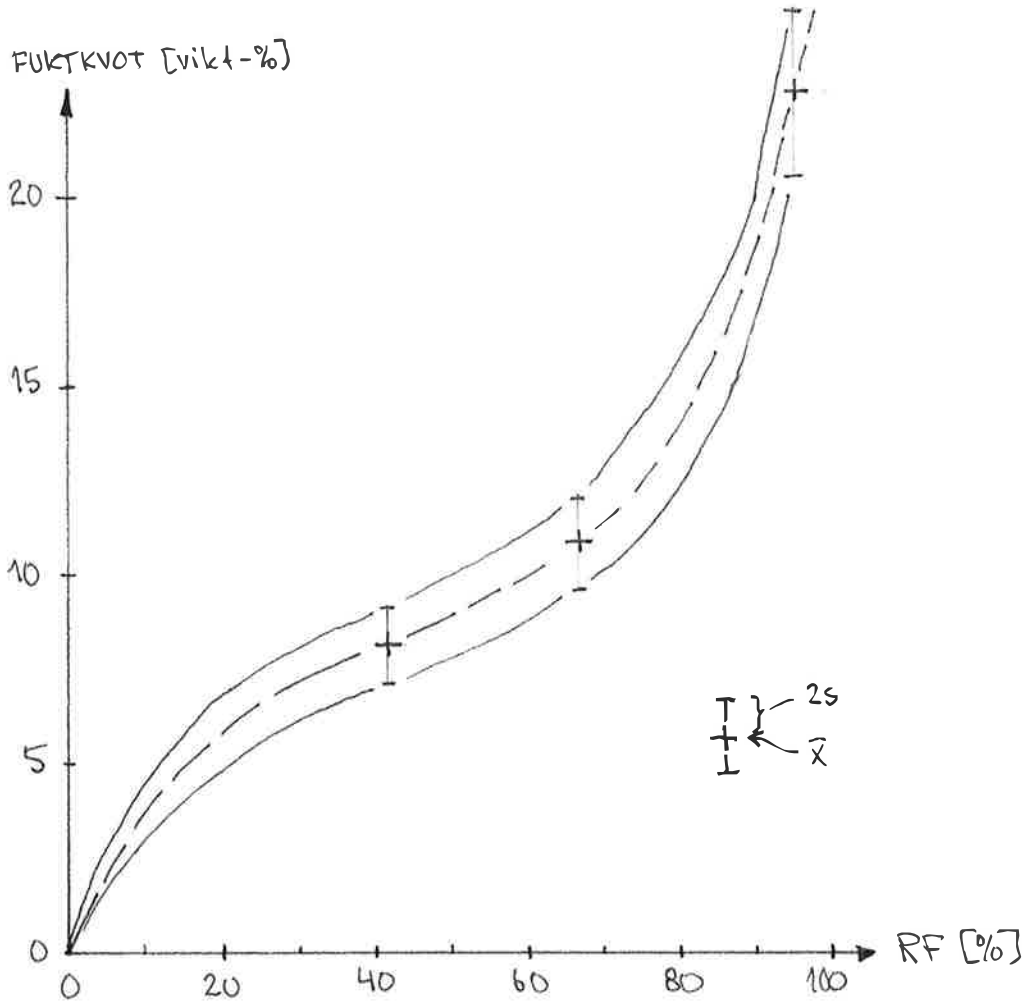


FIG 2.1 Jämviktsfuktkvoter, genomsnitts- och variationsområde

2.2.2 Längdsvällning

Tillsågade provkroppar med längd 250 mm och bredd 60 mm försågs med mässingsdubbar i ändarna. Av 16 mm ASSI-skivorna hyvlades också ytskikten respektive kärnan bort så att provkroppar representerande övre, undre ytskikt respektive kärnan erhölls. Efter konditionering i +20°C och 43 % RF mättes avståndet mellan mätdubbarna med en mätklocka med upplösningen 0,01 mm.

Hälften av provkropparna konditionerades därefter i 67 % RF och hälften i 95 % RF. Vikt- och längdändringar uppmättes vid några tillfällen. Avslutande mätning skedde efter 21 dygns konditionering i respektive klimat. Fullständig jämvikt hade därvid inte uppnåtts men exponeringstiden var densamma för alla provkroppar.
Resultatet redovisas i tabell 2.3 och fig 2.2.

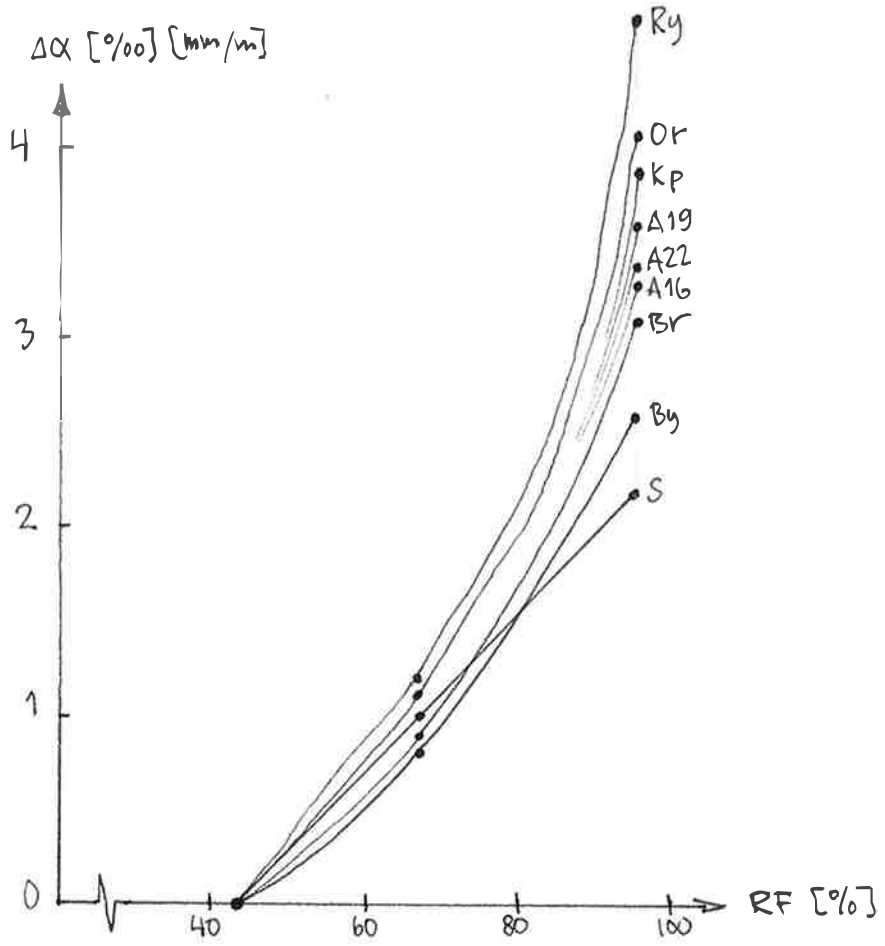


FIG 2.2 Längdsvällning från jämvikt med 43 % RF

TABELL 2.3 Längdsvällning från jämvikt med 43 % RF

Fabrikat	Tjocklek (mm)	Svällning (‰) = (mm/m) 43→67 %	43→95 % RF	Fuktkvotsökning (vikt-%) 43→67 % RF	43→95 % RF
S	16	1,0	2,2	1,7	7,6
Or	16	1,1	4,1	2,4	13,5
By	16	0,8	2,6	2,6	13,6
Kp	16	1,0	3,9	2,9	14,7
Ry	18	1,2	4,7	2,3	13,3
Br	22	0,9	3,1	2,1	11,1
A	22	1,0	3,4	2,6	11,4
A	19	1,0	3,6	2,6	12,2
A	16	0,9	3,3	2,9	13,9
Medelvärde $\bar{x}\pm 2s$		$1,0\pm0,2$	$3,4\pm1,5$	$2,5\pm0,8$	$12,4\pm4,2$
A16, kärna	10	0,8			
Övre ytskikt	4	1,3			
Undre "	4	1,2			

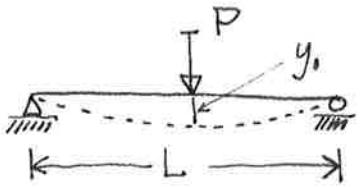
Uppmätta längdsvällningar mellan 43 och 67 % RF är i god överensstämmelse med uppgifterna i Spånskiveföreningens informationsblad, ca 1,2 mm/m mot här uppmätt $1,0\pm0,2$, dock med reservation för att fullständig jämvikt ej uppnåtts.

Svällningsmätningen på ytskiktet respektive kärna indikerar en mycket stor skillnad däremellan. Detta skulle innebära att en tjockleksskillnad mellan de båda ytskikten kan ha stor inverkan på krökning hos skivan vid ett fukttillskott. Bakom siffrorna ligger dock endast ett enkelt försök. En noggrannare undersökning borde genomföras.

2.2.3 Böjstyvhet och E-modul

Utsågade provkroppar med längd 0.6 m och bredd 60 mm konditionerades i klimatrum. Förutom att samtliga fabrikat lagrades i 43 % RF, konditionerades ASSI:s 16 mm:s skiva även i 67 % RF, 95 % RF samt +4°C.

Efter fuktkonditioneringen bestämdes böjstyvhet och elasticitetsmodul genom tre-punkts böjprov i "Alwetron dragprovningsmaskin" med 500N lastcell. Upplagsavstånden var 400 mm och deformationshastigheten 2 mm/min.



Balkteori $\Rightarrow$ $y_0 = \frac{P \cdot L^3}{48 EI}$

FIG 2.3 Belastningsfall vid böjstyvhetsbestämning.

Mätning av kraft och nedböjning ger, med känd balkteori och provkroppsdimension, böjstyvhet EI och elasticitetsmodulen E. Resultatet för olika fabrikat och klimat redovisas i tabell 2.4.

TABELL 2.4 Böjstyvhet och elasticitetsmodul vid böjning. Korttidslast.

Fabrikat (43 % RF)	Tjocklek (mm)	Böjstyvhet EI (MN m^2/m)	Elasticitetsmodul E (MPa)
S	16	$0.9 \cdot 10^{-3}$	2700
Or	16	0.9·	2600
By	16	1.2·	3500
Kp	16	1.2·	3500
Ry	18	1.3·	2700
Br	22	2.9·	3300
A	22	2.9·	3300
A	19	2.1·	3700
A	16	1.2·	3600
A (67 % RF)	16	1.0·	3000
A (95 % RF)	16	0.6·	1800
A (+4°C)	16	0.9·	2700

2.3 Välvning av fuktpåverkan

Laboratorieundersökningens huvudinriktning har varit att studera välvning hos spånskivor orsakad av fuktpåverkan av olika slag samt vilka faktorer som inverkar.

Målsättningen har varit att kartlägga kopplingen mellan å ena sidan klimat och klimatväxlingar på spånskivans båda sidor samt å andra sidan resulterande krökning av spånskivan vad gäller krökningens storlek, tidpunkt då maximal krökning inträffar, kvarstående krökning efter lång tid samt åtgärd för att minska krökningen.

För detta ändamål har den fria välvningen hos ca 80 st provkroppar uppmätts. Resultatet redovisas i följande avsnitt och kommenteras och analyseras därefter.

Resultatet av mindre, enkla försök presenteras också och avslutningsvis sammanfattas erhållna resultat.

En välvning betecknas positiv (+) eller konkav om den är sådan att, med golvspånskiva liggande rätvänd, kanterna lyfter (⌣). I motsatt fall, dvs om skivans mitt lyfter från underlaget betecknas välvningen negativ (-) eller konvex (⌢).

2.3.1 Mätning av fri välvning

Fri välvning, dvs utan inverkan av fogarna, har mätts på provkroppar utsågade tvärs spånskivorna så att längden blivit omkring 600 mm och bredden 200 mm. Provkopparna har kantförseglats med en uretanbaserad spackelfärg för att få en-dimensionell fukttransport. Därefter har provkropparna konditionerats i klimatrum med klimat enligt 2.2.1.

Initialkrokighet och krökningsförändringar har uppmätts med en mätbrygga av 400 mm:s längd innehållande en mätklocka graderad i 0.01 mm jfr figur 2.4.

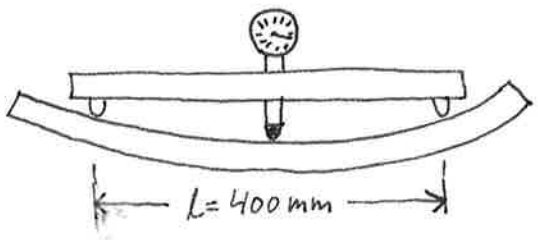


FIG. 2.4 Principiell utformning av mätbrygga för välvningsmätning.

Totalt har 17 st sådana mätbryggor använts, varför de har flyttats mellan olika provkroppar, detta dock utan att noggrannheten har nämnvärt försämrats.

Fuktpåverkan på provkropparna har uppnåtts på olika sätt. Flyttning från ett klimatrum till ett annat har gett ensidig uppfuktning underifrån om tät golvbeläggning applicerats. Ensidig uttorkning har erhållits genom att provkroppen, som lagrats i fuktig miljö, förseglats på alla sidor utom överytan med polyetenfolie.

För att kunna upprätthålla en fuktgradient över provkropparna, dvs olika fuktigheter över och undertill, har speciella klimatlådor med plats för vardera 9 provkroppar byggts. Klimatrummet där lådorna placerats har gett klimatet på ovansidan. Klimatet under skivorna har upprätthållits av mättade saltlösningar i exsickatorer inuti klimatlådorna, där också en fläkt placerats. Genom att välja olika salt har fuktigheten på undersidan kunnat fås till 58 % RF, 75 % RF och 100 % RF.

Som golvbeläggning har använts PVC-mattor, dels Tarkett Extra med skumbaksida och dels Forshaga Safir utan speciell baksida. Som golvlim har använts Bostik 34 som är vattendispergerat. För fixering av matta till spånskiva utan att tillföra vatten har använts dels häftklammer och dels kontaktlim Bostik Cementex P. Som tät golvbeläggning utan svällningsmothållande förmåga har tunn plastfolie, s k "Glad-pack" utnyttjats.

Nedan beskrives vilka faktorer som principiellt varierats i de olika provserierna. I bilaga 1 ges en noggrannare dokumentation av varje enskild provkropp, tillsammans med de viktigare mätresultaten. Påpekas bör att angivna mätdata uttrycker nivåskillnad i mm på 400 mm:s mätlängd. Siffrorna i bilaga 1 skall därför multipliceras med en faktor

$$\left(\frac{600}{400}\right)^2 = 2.25$$

Serie 11-19. Skivor A16 (ASSI 16 mm) utsatta för fuktgradient 43-58 % RF. Provkropp 19 belagd efter två dygn med pålimmad PVC-matta. Nr 11-13 belagda efter 16 dygn, 11 med vattenbaserat lim, 12 utan lim och 13 med kontaktlim.

Serie 21-29. Skivor av olika fabrikat och tjocklekar utsatta för fuktgradient 43-58 % RF.

Serie 31-34. Skivor A16 utsatta för fuktgradient 43-75 % RF (31 & 32) resp 43-100 % RF (33 & 34). Nr 31 & 33 belagda efter 16 dygn.

Serie 41-49. Skivor av olika fabrikat och tjocklekar belagda med pålimmad PVC-matta och samtidigt fuktbelastning av 67 % RF underifrån.

Serie 51-57. Skivor A16 belagda med golvbeläggning utan samtidig fuktbelastning underifrån (43 % RF). Varierande mängd vattenbaserat lim, nr 51 mycket lim, nr 52 normalt och nr 53 lite lim. Nr 54 är häftlimmad, dvs limmet har fått torka före applicering av matta. Provkropp nr 55 har belagts med "Glad-pack" och på nr 56 har mattan limmats med kontaktlim. På nr 57 har också kontaktlim använts men mattan har töjts 6 % före limning.

Serie 61-69. Skivor A16 belagda med golvbeläggning med samtidig fuktbelastning av 67 % RF underifrån. Nr 61-64 lika behandlade som 51-54. På nr 65 har PVC-mattan fixerats med häftklammer. Nr 66 har belagts med Forshaga Safir till skillnad från övriga, nr 67 har belagts med "Glad-pack". Nr 68 har belagts först efter 14 dygn och till nr 69 har kontaktlim använts.

Serie 71-73. Skivor A16 belagda samt samtidig fuktbelastning av 95 % RF underifrån. Nr 71 har matta limmad med vattenbaserat lim, nr 72 matta fäst med häftklammer och nr 73 mattan kontaktlimmad.

Serie 81-89. Skivor av olika fabrikat och tjocklekar fuktkonditionerade i 67 % RF. Därefter fuktisolerade på undersidan och flyttade till 43 % RF, dvs ensidig uttorkning från 67 % till 43 % RF.

Serie 91-99. Skivor av olika fabrikat och tjocklekar utsatta för ensidig uttorkning från 95 % till 43 % RF.

Serie 101-105. Skivor A16 utsatta för ensidig uttorkning. Nr 101-103 från 43 %, 67 % resp 95 % till +40°C och ca 20 % RF. Nr 104 från 95 till 67 % RF och 105 från +4°C till 43 % RF.

Serie 111-112. Skivor A16 fuktkonditionerade i 67 % RF (111) resp 95 % RF (112) och därefter belagda med PVC-matta som limmats med vattenbaserat lim. Fuktbelastningen underifrån ej ändrad.

Serie 121-123. Skivor A16 belagda med golvbeläggning med fuktbelastning av 67 % RF underifrån 5 tim efter applicering av matta (121), 1.5 tim efter (122) samt omedelbart efter applicering (123).

Det fullständiga mätresultatet från de flesta av ovanstående provserier åskådliggöres i figur 2.5-2.13 på följande sidor. Viktigare mätvärden återges i tabellform i bilaga 1. Välvningsvärdena skall, som ovan påpekats, multipliceras med 2.25 för att gälla nivåskillnad mellan skivkant och skivmitt på hela skivbredden 0.6 mm (bredare skivor ger en större faktor).

2.3.2 Initialkrokighet

På samtliga provkroppar har den ursprungliga krökningen uppmätts innan de utsattes för någon typ av ensidig fuktpåverkan. Resultatet sammanfattas i tabell 2.5.

TABELL 2.5 Initialkrokighet

Fabrikat	Tjocklek (mm)	Initialkrokighet (mm/0.6 m bredd) $\bar{x} \pm 2s$	n
A	16	0.41 ± 0.24	38
S	16	-1.74 ± 0.23	4
Or	16	1.01 ± 0.61	4
By	16	0.32 ± 0.16	4
Kp	16	0.32 ± 0.32	4
Ry	18	0.02 ± 0.47	4
Br	22	0.20 ± 0.11	4
A	22	-0.14 ± 0.15	4
A	19	0.09 ± 0.13	4

Initialkrokigheten är relativt liten för de flesta skivorna. Den stora krökningen hos fabrikat Orsa är troligen ett resultat av den ovan nämnda hanteringen under transport och lagring. S-skivan har emellertid uppvisat en mycket stor initialkrokighet åt "fel håll" (konvex) hos samtliga levererade skivor. Orsaken till detta har ej klarlagts.

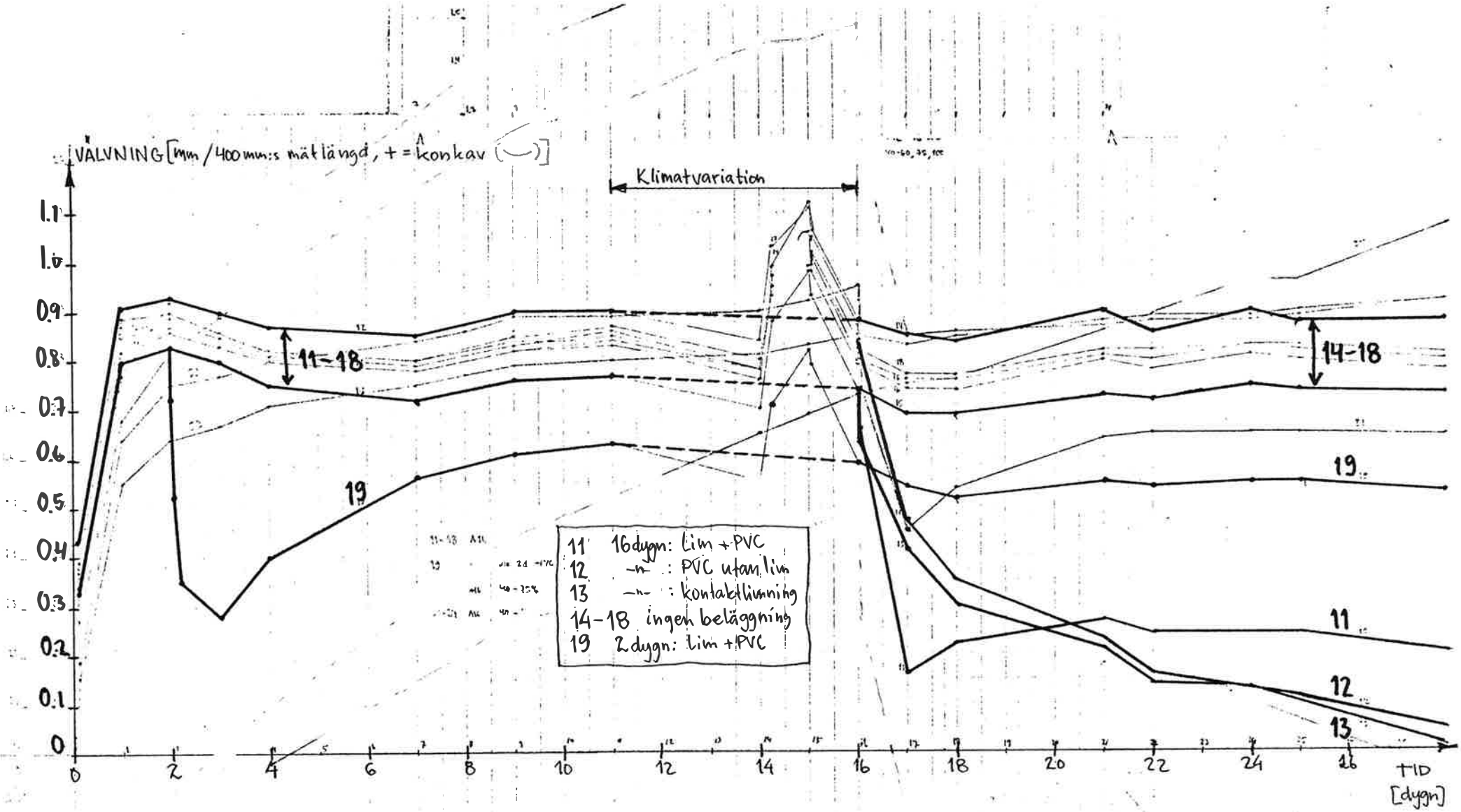


FIG 2.5 SERIE 11-19. Fuktgradient 43% — 58% RF. Skivor ÄSSI 16mm

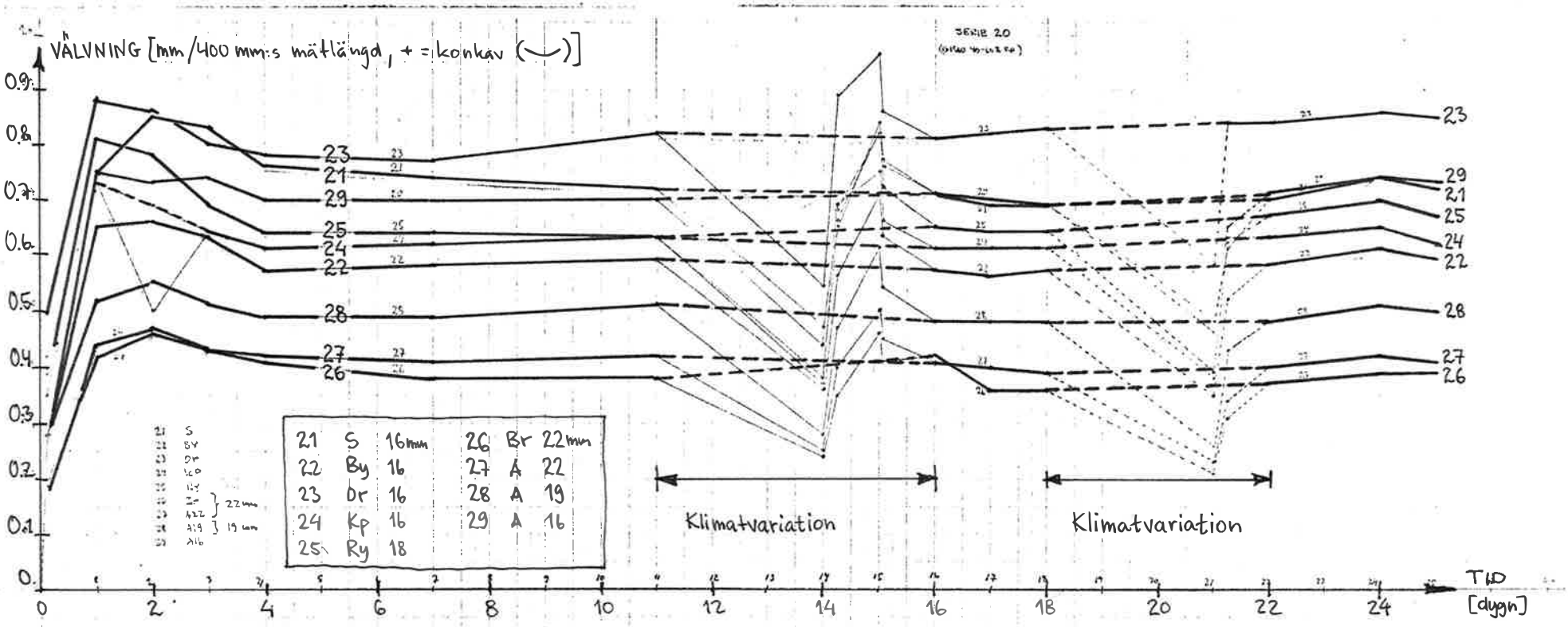


FIG 2.6 SERIE 21-29. Fuktgradient 43% - 58% RF. Olika fabrikat & tjocklekar

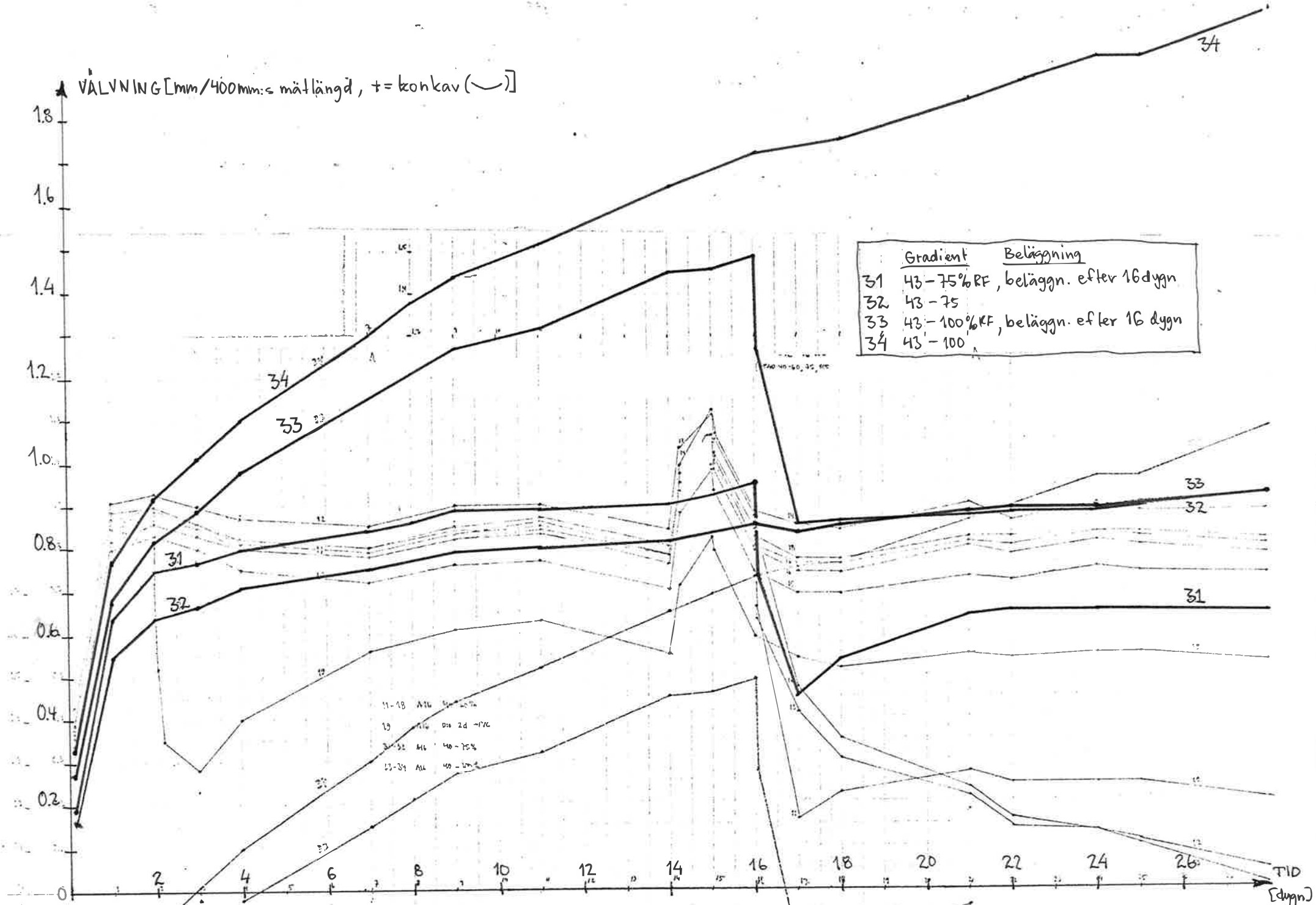


FIG 2.7 SERIE 31-34 Fuktgradient 43% – 75%RF resp 100% RF. Skivor ASSI 16 mm

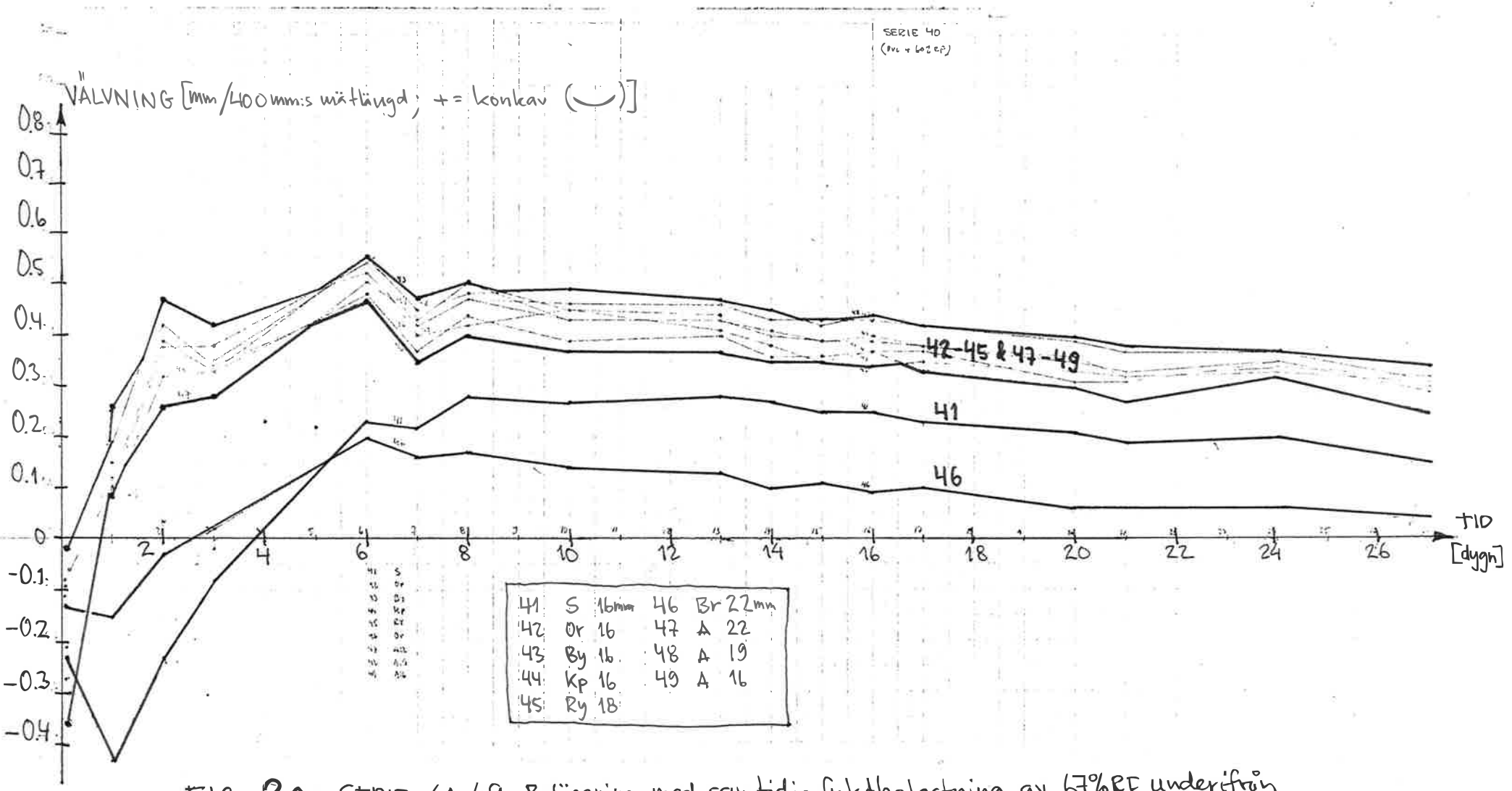


FIG 2.8 SERIE 41-49. Beläggning med samtidig fuktbelastning av 67%RF underifrån
Olika fabrikat & tjocklekar

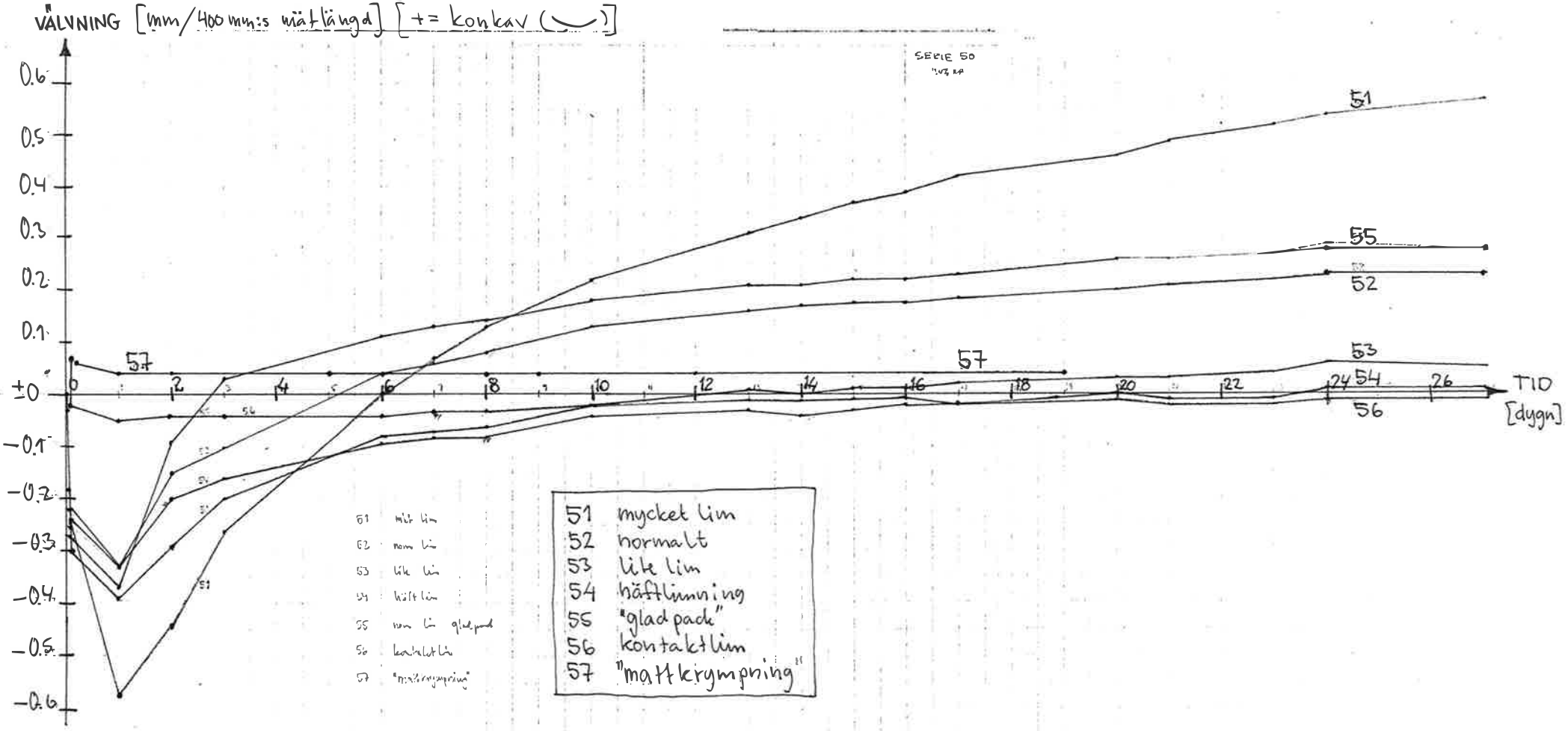


FIG **2.9** SERIE 51-57. Beläggning utan fuktbelastning underifrån. Skivor ASSI 16mm

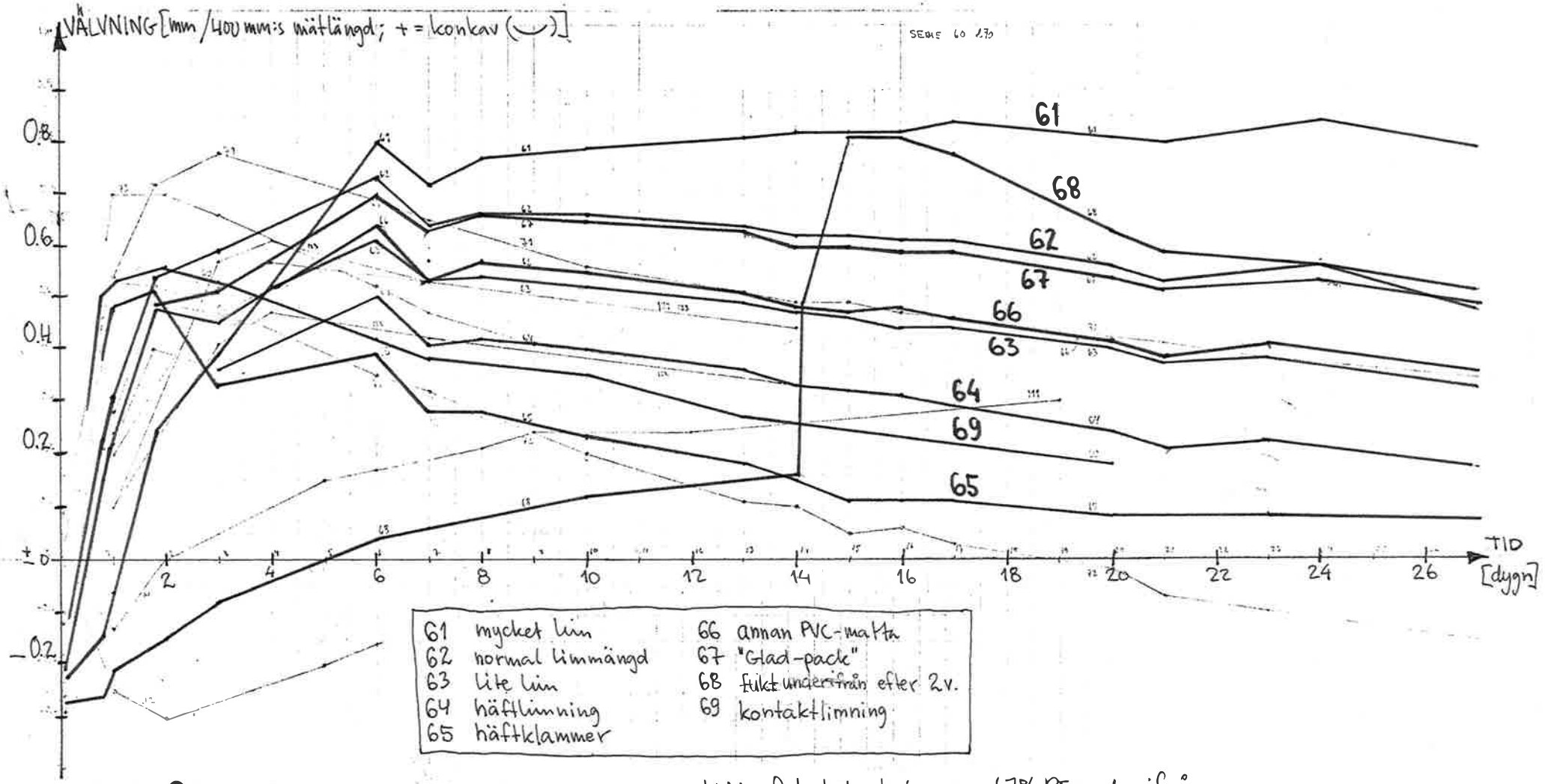


FIG 2.10. SERIE 61-69 Beläggning med samtidig fuktbelastning av 67% RF underifrån.

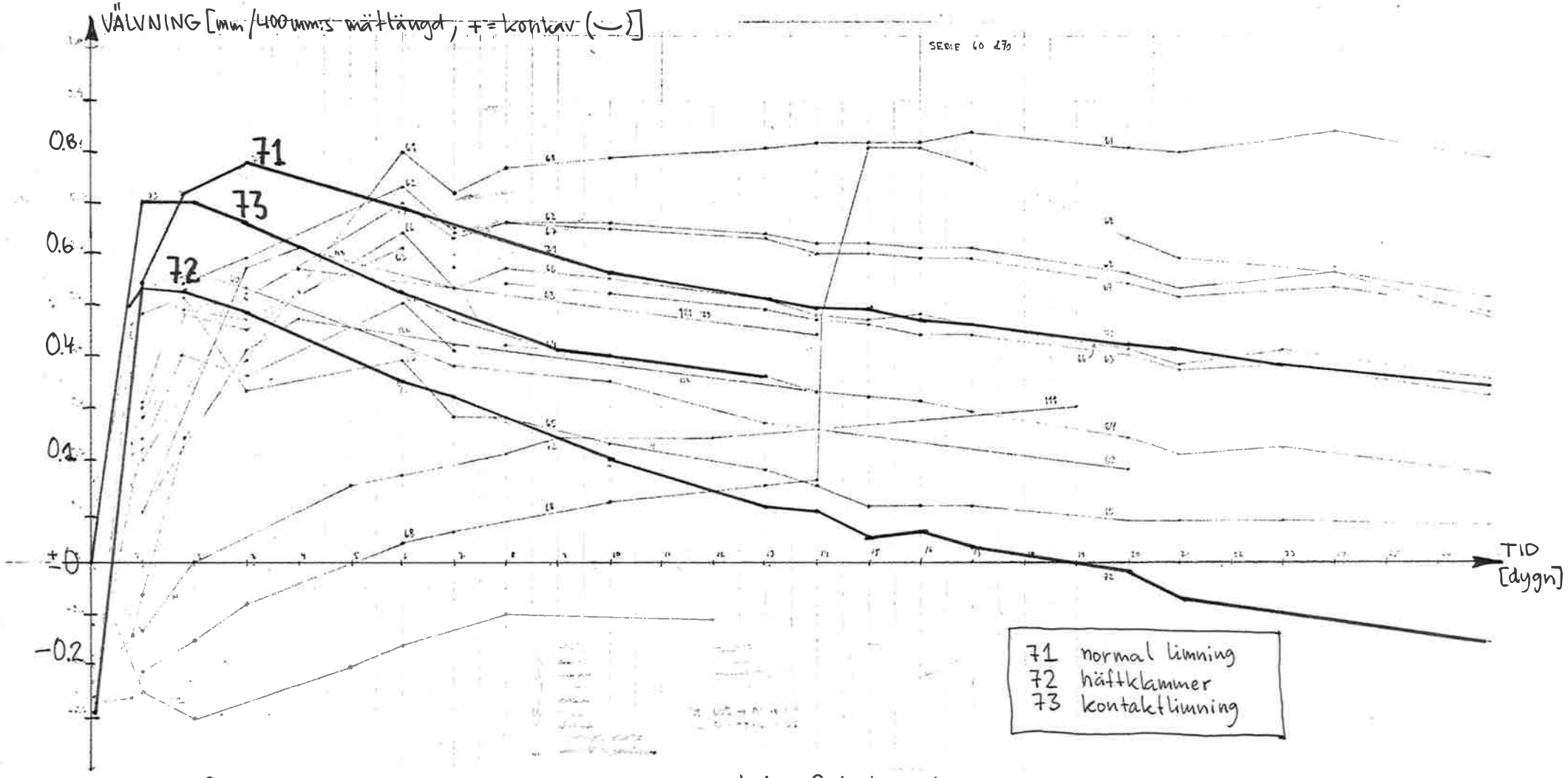


FIG 2.11 SERIE 71-73 Beläggning och samtidig fuktbelastning av 95% RF underifrån.

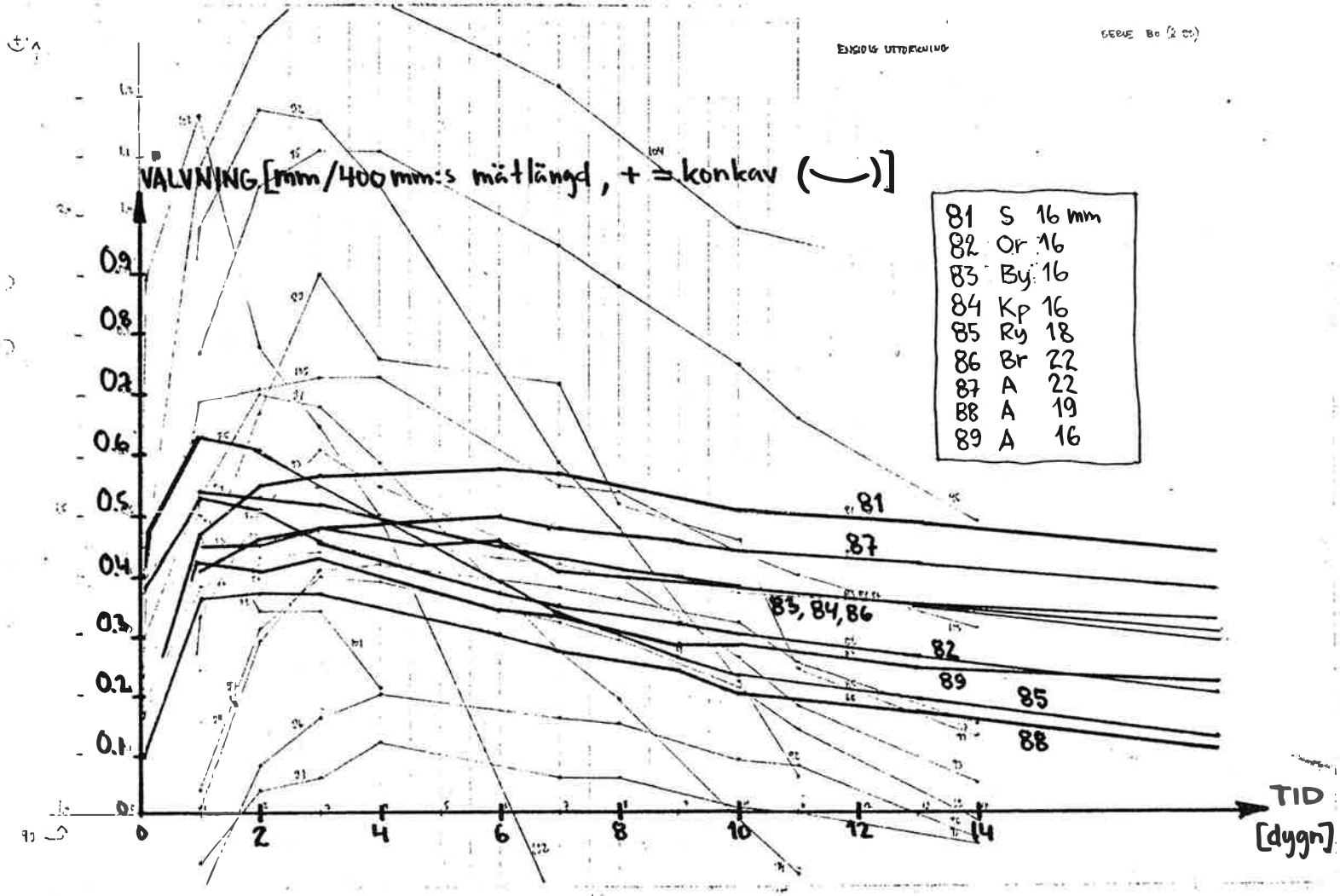


FIG 2.12 SERIE 81-89. Ensidig uttorkning från 67% till 43% RF.
Olika fabrikat & tjocklekar

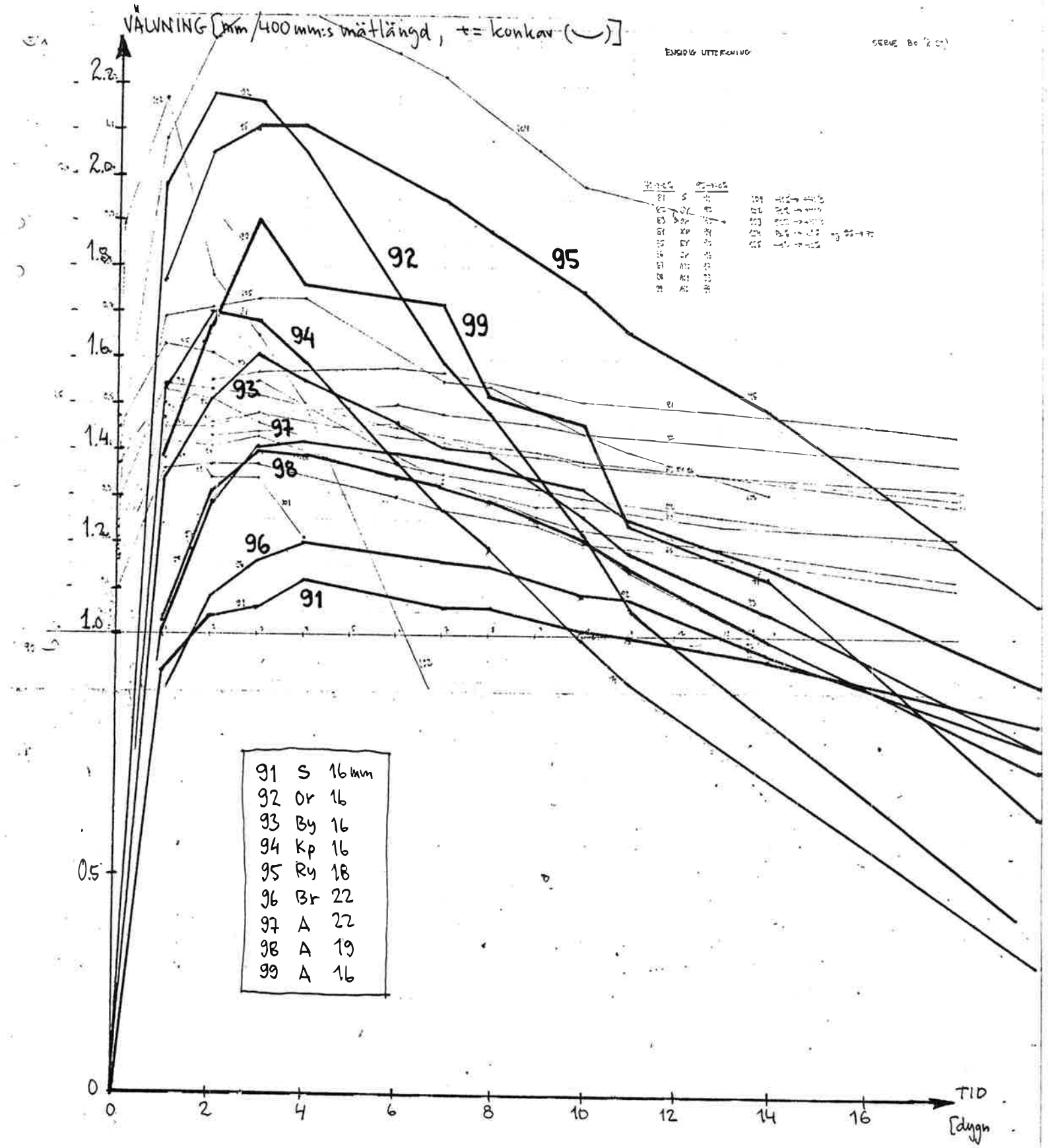
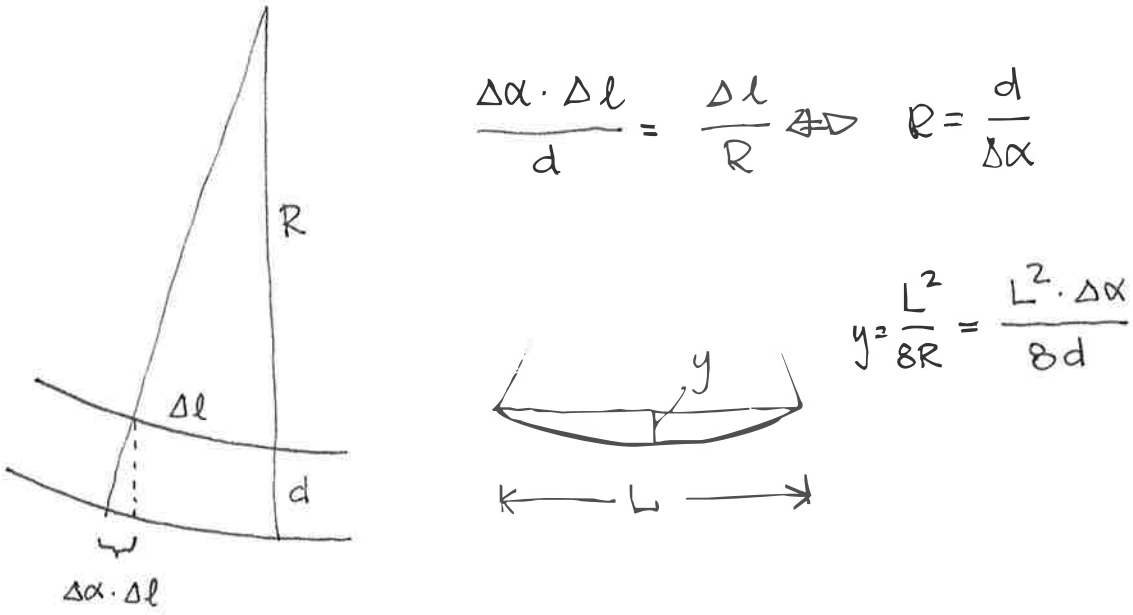


FIG 2.13 SERIE 91-99 Ensidig uttorkning från 95% till 43% RF.
Olika fabrikat & tjocklekar

2.3.3 Gradient

En fuktgradient över en spånskiva, så att undersidan är fuktigare än översidan, medför en svällning av undersidan i förhållande till översidan, med en krökning som följd. Förhållandet sedan en linjär fuktgradient utbildats helt åskådliggörs principiellt i figur 2.14.



$$\frac{\Delta\alpha \cdot \Delta l}{d} = \frac{\Delta l}{R} \Leftrightarrow R = \frac{d}{\Delta\alpha}$$

$$y = \frac{L^2}{8R} = \frac{L^2 \cdot \Delta\alpha}{8d}$$

FIG 2.14 Välvning av fuktgradient.

Krökningen av en fuktgradient bör alltså öka med ökande längdsvällning och minska med ökande skivtjocklek. Detta stämmer väl med resultaten i serie 11-19 och 21-29. I tabell 2.6 jämföres uppmätta värden med beräknade. Härvid förutsättes att svällningen enligt figur 2.2 är linjär mellan 43 och 67 % RF.

TABELL 2.6 Jämförelse mellan uppmätt och beräknad krökning p g a fuktgradient.

Fabrikat	Tjocklek (mm)	Svällning (°/oo) $\Delta\alpha_{43-67}$	$\sim\Delta\alpha_{43-58}$	Välvning (mm/0.6 m:s bredd) Beräknad	Uppmätt
S	16	1.0	0.63	1.8	1.6
Or	16	1.1	0.69	1.9	1.9
By	16	0.8	0.50	1.4	1.3
Kp	16	1.0	0.63	1.8	1.4
Ry	18	1.2	0.75	1.9	1.5
Br	22	0.9	0.56	1.2	0.9
A	22	1.0	0.63	1.3	0.9
A	19	1.0	0.63	1.5	1.1
A	16	0.9	0.56	1.6	1.8±0.2

Välvningen beräknad på detta sätt överskattar den verkliga välvningen. Speciellt gäller detta vid större fuktgradienter där uppmätta värden bara blir hälften så stora som de som beräknas enligt ovanstående. Försöken har emellertid inte nått jämviktsläget varför de verkliga krökningarna kommer att vara större än vad som här redovisas.

Resultatet av välvningsmätningarna då skivorna utsättes för en fuktgradient sammanfattas i tabell 2.7.

TABELL 2.7 Inverkan av fuktgradient

Skiva	Välvning (mm/0.6 m:s bredd) efter ca 1 mån	
	Fuktgradient	Efter mattläggning
16 mm	43-58 % RF: 1.3-1.9	Efter 2 dygn: ~1.2 Efter 16 dygn: ~0.5 (utan lim <0.1)
	43-75 % RF: >2.1	Efter 16 dygn: ~1.4
	43-100 % RF:>>4.7	Efter 16 dygn: >2.1
22 mm	43-58 % RF: <1.0	

En så liten fuktgradient som 43 % till 58 % RF över en 16 mm:s skiva ger stora välvningar. Tjockare skivor minskar välvningen. Större fuktgradient ökar naturligtvis välvningen.

En utjämning av fuktgradienten till nästan noll genom att applicera en tät PVC-matta borde minska krökningen mycket kraftigt. En minskning erhålles men krökningen återgår helt bara om vattenbaserat lim inte används. Återgången är bättre om mattläggning inte sker dygnen efter montering av skivor (i en konstruktion där fuktgradient uppkommer).

2.3.4 Golvlim, matta och ensidig uppfuktning underifrån

De golvlim som idag används för att applicera mattor på underlag av spånskivor är vattenbaserade. Vattenhalten är ca 50 %. Spånskivor betraktas vid limning som ett "sugande" material, vilket innebär att man rekommenderar en s k "våtlimning", dvs mattan lägges ned i detta våta limmet så snart detta spridits ut. Limmet får inte någon större chans att torka.

Effekten av detta vattentillskott blir en snabb och stor fuktbelastning på spånskivornas överyta med en välvning som följd. Detta har studerats i serie 41-49, 51-57, 61-69 och 71-73, vars resultat sammanfattas i tabell 2.8.

Fukttillskottet från limmet ger omedelbart en konvex (⌒) krökning på upp till 1.3 mm nivåskillnad på 0.6 m:s bredd. Det finns stora variationer mellan olika fabrikat och tjocklekar, jfr tabell 2.9.

Successivt återgår den konvexa krökningen för att bli en större eller mindre konkav krökning beroende på olika faktorer. Lite lim, häftlimning och kontaktlim ger ingen konkav krökning alls om skivorna inte får något fukttillskott underifrån. Normal limmängd, och i högre grad stor limmängd. ger kvarstående konkav krökning utan någon annan fuktpåverkan än från limmet.

Om det samtidigt med limningen blir en fuktbelastning underifrån återgår den konvexa krökningen inom något eller några dygn till att bli en maximal krökning åt andra hållet, en konkav.

Vid stora limmängder bibehålles den maximala, konkava krökningen, medan i övriga fall det sker en återgång som efter en månad kan vara fullständig men oftast inte är det. Mängden vattenbaserat lim synes ha avgörande inverkan, medan storleken av fuktbelastningen underifrån huvudsakligen påverkar tidsförloppet.

TABELL 2.8 Inverkan av golvlim, matta och ensidig uppfuktning underifrån.

Lim och limningssätt	Fuktbelastning underifrån	Välvning (mm/0.6 m:s bredd) efter ca 1 mån
Vattenbaserat lim:		
Mycket ($570-580$ g/m^2)	43 % RF	∿1.5 (successivt ökande)
	67 % RF	∿1.8 (inom en vecka)
Normalt ($220-260$ g/m^2)	43 % RF	0.6-0.7 (olika mattor + "Glad pack")
	67 % RF	∿0.3 S 16 mm ∿0.1 Br 22 mm 0.5-1.1 övriga fabr & tjl; olika mattor och "Glad pack"(reproducerbarheten är dålig)
	95 % RF	∿0.7
Lite ($130-140$ g/m^2)	43 % RF	0.2
	67 % RF	0.7
Häftlimning	43 % RF	0.1
	67 % RF	0.3
Utan vatten:		
Kontaktlim	43 % RF	<0.1 (6 % mattkrympning ingår)
	67 % RF	<0.4
	95 % RF	<0.3
Häftklammer	67 % RF	0.2
	95 % RF	-0.4

TABELL 2.9 Konvex, omedelbar krökning av vatten från golvlim. Serie 41-49.

Fabrikat	Tjocklek	Tid (h) efter limning	Välvning (maximal konvex) (mm/0.6 m:s bredd)
S	16	20	-1.0 (3h:-0.5)
Or	16	3	-0.7
By	16	2	-0.2
Kp	16	2	-0.1
Ry	18	2	-1.4
Br	22	20	-0.3 (3h:-0.3)
A	22	3	-0.1
A	19	3	-0.2
A	16	3	-0.5

Mattans styvhet och svällningsåterhållande förmåga verkar vara så liten att den inte har någon märkbar effekt. Tunn plastfolie ("Glad-pack") i stället för PVC-matta visar detta mycket tydligt.
Försök (nr 57) att töja en PVC-matta 6 % och sedan limma fast den med kontaktlim innan töjningen tillåtes återgå, ger också en sådan indikation även om inte hela töjningen om 6 % är återgående. Extremfall med starkt krympande mattor kan dock ge en välvning.

Om fuktbelastningen uppkommer först två veckor efter mattläggning (provkropp nr 68) blir den kvarstående krökningen inte annorlunda, åtminstone inte om limmängden är normal.

Effekten av vattenstillskott från golvlim kan förklaras på följande sätt. Tillskottet innebär en mycket stor och snabb fuktbelastning lokalt på ytskiktet, varvid detta strävar efter att svälla. Övriga skivan håller i viss mån emot denna svällning, dock inte helt vilket den konvexa krökningen visar, varför ytskiktet istället utsättes för en tryckkraft. Denna tryckkraft kan ge upphov till en plastisk, icke återgående hoptryckning av ytskiktet. När sedan fukten utjämnats i skivan uppkommer istället en dragkraft i det hoptryckta ytskiktet med en konkav krökning som följd.

De resulterande kvarstående krökningen bestäms alltså av hur stor den plastiska hoptryckningen av ytskiktet blir av fuktbelastningen från limmet. Fuktbelastningen underifrån påverkar primärt bara tidsförloppet, men en mycket stor fuktbelastningen kan naturligtvis ha samma effekt som den från golvlimmet.

2.3.5 Ensidig uttorkning

Uttorkning åt ett håll ger naturligtvis en krympning hos den sida som torkat med en åtföljande konkav krökning om skivorna torkar uppåt. Efterhand som uttorkningen fortskrider utjämnas fuktskillnaderna i skivan. Krympningsskillnaden minskar också och därmed även krökningen.

Krökningen storlek bestäms av den fuktgradient som uppkommer inuti skivan och den "krympningsgradient" detta ger upphov till. Viktiga faktorer bör alltså vara klimatändringen från lagring till uttorkning samt skivans uppbyggnad i olika täta skikt.

Ensidig uttorkning under olika betingelser har studerats i serie 81-89, 91-99 och 101-105. Resultatet sammanfattas i tabell 2.10. Någon entydig inverkan av olika fabrikat och tjocklekar har inte erhållits varför för detta hänvisas till bilaga 1 eller fig 2.12 och 2.13. Exempelvis har S-skivan näst störst krökning av alla vid uttorkning från 67 % RF men minst krökning vid uttorkning från 95 % RF.

TABELL 2.10 Inverkan av ensidig uttorkning.

Från	Till	Välvning (mm/0.6 m:s bredd) Maximalt	Efter 3 veckor
+20°C 95 % RF	67 % RF	2.9	1.4
	43 % RF	3.6±0.9	1.6±0.6
	+40°C	11.3	3.2 (1 vecka)
+20°C 67 % RF	43 % RF	1.1±0.3	0.6±0.3
	+40°C	2.6	-0.4 (1 vecka)
+20°C 43 % RF	+40°C	1.1	-1.0 (1 vecka)
"+4°C"	43 % RF	1.6	0.3

Krökning p g a ensidig uttorkning förefaller återgå helt så småningom men fortfarande efter tre veckor är krökningarna stora. Vid höga temperaturer blir uttorkningen så snabb att troligen plastiska deformationer uppkommer i ytskiktet. Den konkava krökningen övergår nämligen i dessa fall till att bli en konvex krökning.

2.3.6 Övrigt

Två mindre laboratorieförsök har genomförts för att undersöka ett par hypoteser som framkastats. Bakgrunden, tillvägagångssättet och resultatet redovisas nedan.

Om cellplastskivorna lagras utomhus vintertid är de nedkylda och då de tages in i en fuktig byggnad för montering av golvet är det risk för kondens på cellplastskivorna. En omedelbar läggning av spånskivor ovanpå cellplasten skulle då kunna innebära att spånskivorna erhöll ett fukttillskott på undersidan med en konkav krökning som följd.

Detta har undersökts i ett mycket enkelt försök med avsikt att uppskatta kondensmängden. En cellplastskiva har lagrats i ett klimatrum med +4°C. Före och efter flyttning av skivan till ett annat klimatrum med +20°C och 67 % RF har skivan vägts varvid viktsökningen motsvarar kondensmängden. Per ytenhet av cellplastskivan erhölls en viktsökning som motsvarar 3.4 g vatten per m^2, och denna avdunstar efter kort tid. Spånskiva som lades ovanpå fick ingen krökning.

Det förefaller troligt att ovanstående misstanke är ogrundad. Cellplast har en mycket liten värmekapacitet varför ytan snabbt värms upp då temperaturen höjs, varvid kondensmöjligheten är borta. Bara under någon minut sker det kondens i försöket. Därefter fås ingen viktsökning.

En annan tanke har varit att en spånskiva skulle absorbera fukt snabbare från sidan i fogen än underifrån därför att ytskiktet är tätare. Skivan skulle därför få en tjocklekssvällning som är störst nära skivkanten och därmed se ut som om den krökt sig.

För att undersöka detta har tjocklekssvällningen uppmätts med mikrometer på en provkropp av fabrikat By 16 mm som kantförseglats mot fukttransport längs ena kanten, se figur 2.15.

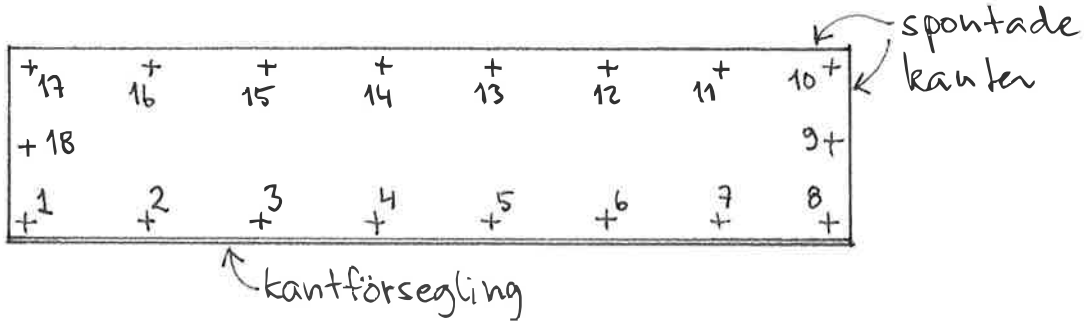


FIG 2.15 Provkropp med mätpunkter för tjocklekssvällning.

Provkroppen har, efter lagring i 43 % RF, kanförsegling och en första tjockleksmätning, flyttats till 67 % RF, varvid tjockleksvällningen uppmätts vid några tillfällen. Resultatet sammanfattas i tabell 2.11.

TABELL 2.11 Tjockleksvällning.

Mätpunkt	Tjockleksvällning (mm) efter		
	1 dygn	4 dygn	7 dygn
Intill hörn (pkt 10 & 17)	0.08-0.09	0.16-0.17	0.18
Intill fri kant (pkt 1, 8, 9, 11-16, 18)	0.05-0.08	0.13-0.15	0.17-0.18
Intill kantförsegling (pkt 2-7)	0.02-0.04	0.07-0.11	0.10-0.15

Av resultaten framgår att den beskrivna effekten finns. Tjockleksvällningen efter 4 dygns fuktbelastning är nästan dubbelt så stor intill skivkanten som längre in på skivan. Skillnaden är emellertid mindre än 0.1 mm och har knappast någon betydelse i praktiken.

2.3.7 Sammanfattning

Kopplingen mellan en fuktpåverkan och därav resulterande krökning har ganska väl dokumenterats i ovan beskrivna laboratorieförsök. Naturligtvis har några frågor lämnats obesvarade, men för att klarlägga allt fordras en undersökning av långt större omfattning.

Välvningsmätningarna har visat att stora konkava krökningar uppkommer av

- en fuktgradient mindre än 40-60 % RF över en 16 mm:s skiva. Större fuktgradient ger större krökning medan tjockare skiva ger mindre. Krökningen är kvarstående men om gradienten försvinner, minskar krökningen.
- ett fukttillskott från ett vattenbaserat golvlim. Större limmängd ger större krökning som blir kvarstående.
- ensidig uppfuktning underifrån. Krökningen uppkommer omedelbart vid en fuktändring och återgår långsamt. Golvbeläggningen har härvid ingen svällningshindrande förmåga utan inverkar enbart genom sin täthet för fukt så att en ensidig uppfuktning inte övergår till att bli en fuktgradient.
- ensidig uttorkning, speciellt vid förhöjd temperatur. Krökningen blir större ju större skillnaden är mellan lagrings- och uttorkningsklimat. Krökningen återgår normalt inom en månad.

Skivtjockleken inverkar gynnsamt i första hand på krökning av fuktgradient. Skivor av olika fabrikat reagerar olika på olika fuktpåverkan men någon entydig gradering finns inte. Ett fabrikat som är "sämst" i ett avseende kan vara "bäst" i ett annat.

Krökningsändringar är mycket snabba och stora förändringar uppkommer inom ett dygn efter det att ena sidan av en spånskiva fått en ändrad fuktpåverkan. Tillfälliga krökningar kräver därför relativt små mängder fukt. För att kvarstå, fordras normalt att också fuktbelastningen kvarstår.

2.4 Inverkan av fogens styvhet

Den fria välvningen, som bestämts ovan, motverkas av limfogen mellan spånskivor så att den resulterande välvningen blir mindre. Hur stor effekt fogen har bestäms av dess styvhet.

Nedan redovisas mätningar av fogstyvheten för olika fabrikat och limningsutförande samt beräkningar och försök som visar fogens återhållande effekt på välvningen.

2.4.1 Mätning av fogstyvhet

Styvheten hos en fog anges lämpligast med

$$k = M/\theta \quad (Nm/m)$$

dvs hur stort moment M som måste appliceras över fogen för att det skall bli en vinkeländring θ i fogen, se fig 2.16.

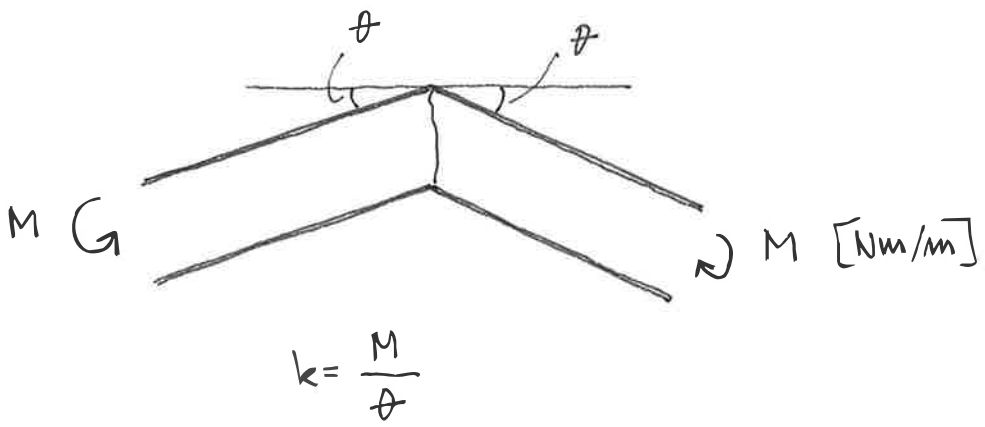
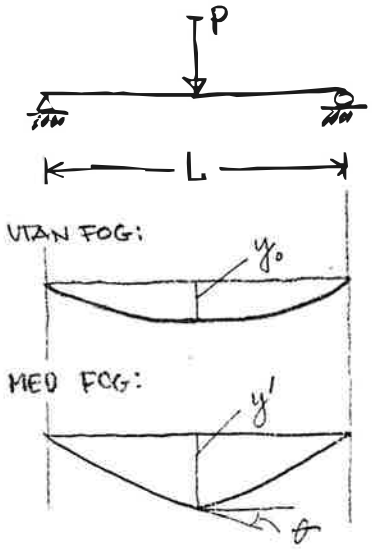


FIG 2.16 Definition av fogstyvhet k (Nm/m).

Vinkeln θ är alltså bara hälften av den totala vinkeländringen 2θ i fogen; detta för att kunna jämföra θ med vinkeländringen vid en fri välvning.

Fogstyvheten kan bestämmas genom att göra två olika trepunkts böjförsök, ett med fog och ett utan fog, jfr figur 2.17.



$$M = \frac{P \cdot L}{4}$$

$$\theta = \frac{2}{L}(y' - y_o) \quad , \text{ för } P_{UTAN} = P_{MED}$$

$$k = \frac{M}{\theta}$$

FIG 2.17 Försök för mätning av fogstyvhet.

Sådana försök har utförts på samma sätt som beskrivits under pkt 2.2.3, men med fogade provkroppar med olika variabler. För varje variabel har en utsågad 20 cm bred skiva hoplimmats. Före provning har denna sågats upp i tre 60 mm breda provkroppar varvid randstörning vid skivans kanter eliminerats. Totalt har 3 x 43 = 129 provkroppar provats. Använt lim är Cascol 3304.

Limfogens styvhetstillväxt har studerats genom att utföra provningarna 2 veckor, 1 dygn resp 2 tim efter limning. Inverkan av spånskivans fukttillstånd har bestämts genom att limma ihop skivor som först lagrats i 67 % RF, 95 % RF resp +4°C.

Skivor av olika fabrikat och tjocklekar har limmats med olika grad av noggrannhet, här rubricerade "dålig", "bra", "utmärkt".

En "dålig" limning innebär underskott av lim, endast en limsträng, så som är fallet om skivorna limmas med båda skivorna liggande, se figur 2.18.

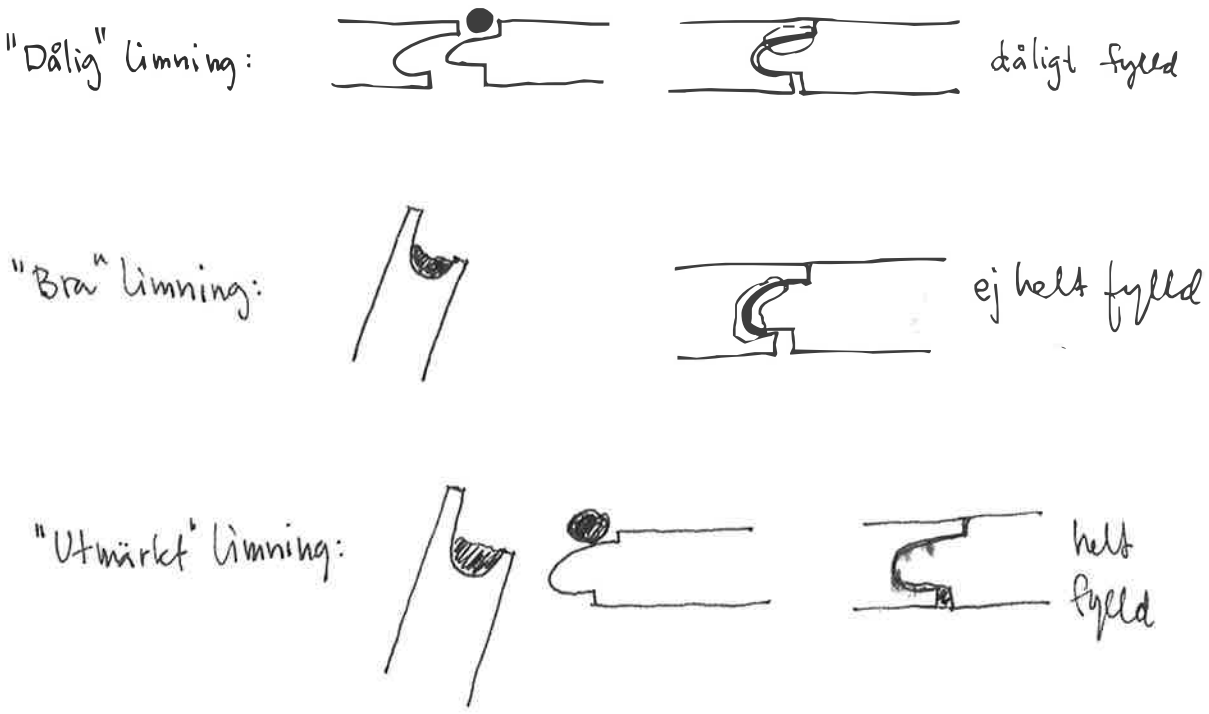


FIG 2.18 Definition av limningsutförande.

En "bra" limning innebär att den ena skivan reses och dess spont fylles med en limsträng. En "utmärkt" limning innebär att fogen är helt fylld med lim.

Resultatet av styvhetsmätningarna redovisas i tabell 2.12-2.14, där förutom fogstyvheten k också anges en faktor F, som användes i nästa avsnitt. Faktorn F är styvhetsförhållandet mellan limfogen och övriga skivan

$$F = \frac{k \cdot L}{2EI}$$

där L är bredden hos respektive skivfabrikat, dvs 0.6 m för alla utom By (1.2 m) och Orsa (1.6 m).

TABELL 2.12 Fogstyvhetens tillväxt med tiden, skivor ASSI 16 mm.

Provserie	Tid från limning	"Bra" limning		"Dålig" limning	
		k(kNm/m)	F	k(kNm/m)	F
11-12	2 veckor	19	4.5	4.2	1.0
13-14	1 dygn	8.8	2.1	3.1	0.7
15-16	2 tim	3.2	0.8	1.7	0.4

Efter ett dygn har en "bra" limfog uppnått omkring hälften av sin möjliga styvhet medan styvheten efter två timmar är mycket liten. En "dålig" fog har en något snabbare tillväxt men är hela tiden mycket vekare än den "bra". Styvheten efter två veckor är mindre än 1/4 av styvheten hos den "bra".

TABELL 2.13 Fogstyvhetens påverkan av fukttillståndet, skivor ASSI 16 mm.

Provserie	Skivornas lagringsklimat	"Bra" limning		"Dålig" limning	
		k(kNm/m)	F	k(kNm/m)	F
41 & 44	+4°C	3.7	1.2	2.3	0.8
42 & 45	+20°C 67 % RF	7.7	2.2	2.5	0.7
43 & 46	95 % RF	0	0	1.4	0.7
11-12	43 % RF	19	4.5	4.2	1.0

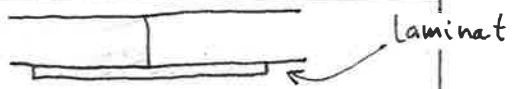
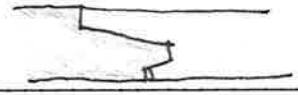
Redan en ökning av fuktigheten till 65-70 % RF ger en mycket drastisk minskning av limfogens styvhet. Minskningen är mer än 50 %. Högre fukttillstånd i skivorna ger nästan ingen styvhet alls; några provkroppar gick sönder av egenvikten.

Vid en jämförelse mellan fogstyvheter vid olika skivtjocklekar är skillnaden inte nämnvärt stor. Resultaten i tabell 2.14 indikerar att den tjockare skivans fog har större styvhet absolut sett, men i förhållande till skivans styvhet än den sämre.

Klart styvast fog av de olika fabrikaten har S och Orsa vid ett bra limningsutförande. Orsas och Brobys fogutformning är sådan att det är svårt att få ett dåligt limningsutförande. Även om limmängden är liten fås en stor styvhet. Med hänsyn tagen till skivans styvhet har Orsa den relativt sett styvaste fogen vid ett dåligt utförande.

De ovan redovisade fogstyvheterna gäller vid små vinkeländringar i fogen. Vid större vinkeländringar minskar fogstyvheten som regel något. Detta gäller emellertid inte vid en dålig limning av fabrikat Ry, vars fogutformning är sådan att styvheten ökar kraftigt vid större vinkeländringar, dvs då ordentlig anliggning fås i fogen.

TABELL 2.14 Fogstyvheter för olika fogutformning och limningsutförande.

Fabrikat	Tjocklek (mm)	"Utmärkt" limning k(kNm/m)	F	"Bra" limning k(kNm/m)	F	"Dålig" limning k(kNm/m)	F	Principiell fogutformning
S	16	∞	∞	∞	∞	9.7	3.2	
Or	16	270	270	∞	∞	27	27	
By	16	30	15	67	34	4.3	2.2	
Kp	16	17	4.3	25	6.1	3.5	0.9	
Ry	18	51	11	81	18	6.3	1.4	
Br	22	100	10	33	3.4	34	3.5	
A	22	74	7.6	42	4.3	9.7	1.0	
A	19	61	8.6	21	3.0	9.8	1.4	—"—
A	16	45	11	21	5.1	5.0	1.2	—"—

De uppmätta fogstyvheterna får inte tillmätas alltför stor vikt. De är bara en grov jämförelse och limningssätten är naturligtvis svåra att reproducera. De indikationer som nämnts ovan är emellertid tydliga.

En iakttagelse som bör nämnas är att not och spont på de i undersökningen ingående skivorna som regel inte passar perfekt. En nivåskillnad på 0.1-0.5 mm förekommer, vilken i praktiken kräver en spackling. Endast denna effekt kan i vissa fall göra att skarvarna syns igenom mattan.

Krypningen i fogen, dvs den tidsberoende vinkeländringen under en belastning, har uppskattats i ett enkelt försök. Provkropparna i serie 13 och 14 har efter den tidigare provningen belastats ånyo i ett tre-punkts böjprov under 36 dygn. Vinkeländringen före och efter krypförsöket har uppmätts och ur den aktuella belastningen kan fogstyvheten k och relativa styvhetsfaktorn F beräknas. Resultatet återges i tabell 2.15.

TABELL 2.15 Fogstyvhet efter långtidsbelastning, skivor ASSI 16 mm. Belastning 2 dygn efter limning.

Böjmoment över limfog (Nm/m)	"Bra" limning k(kNm/m)	F	"Dålig" limning k(kNm/m)	F
8	1.3	0.3	1.1	0.3
16	1.7	0.4	1.2	0.3
32	1.7	0.4	-	-
Jämförelse korttid:	8.8	2.1	3.1	0.7

Den välvningsmothållande förmågan hos limfogen försämras alltså markant om belastningen är långvarig. Försöket är emellertid av typen "förförsök" och en kvantifiering av olika faktorers inverkan fordrar en större försöksserie.

2.4.2 Välvningsminskning

Effekten av mothållande förmåga hos limfogen kan uttryckas genom att ange den verkliga vinkeländringen θ i förhållande till vinkeländringen θ_{fri} vid fri välvning av en skiva. Man kan visa att detta förhållande blir

$$\frac{\theta}{\theta_{fri}} = \frac{1}{1 + F} = \frac{1}{1 + \frac{kL}{2EI}}$$

där F är den i förra avsnittet redovisade faktorn som anger förhållandet mellan styvheten hos fog och styvhet hos skiva. L är skivans hela bredd. Om faktor F t ex antar värden större än 1.0 motsvarar det att fogens styvhet minskar välvningen så att vinkeländringen blir mindre än hälften av den fria.

F=2.0 innebär att bara en tredjedel av den fria krökningen kommer att kvarstå. Denna relativa styvhet har samtliga fabrikat med ett bra limningsutförande, utom första dygnet efter limning eller om skivorna är fuktiga vid limning. Även vid dåligt limningsutförande uppnås denna styvhet i högsta grad av fabrikat Orsa, men också Broby och S-skivan samt kanske By, medan övriga har en sämre styvhet.

En längre tids belastning förefaller emellertid att minska styvheten, dvs öka vinkeländringen, radikalt. Samtliga fogutformningar, möjligen med undantag av Orsas, får därför antas kunna få en låg styvhet vid ett dåligt limningsutförande och kanske också vid ett bättre.

En viss indikation i denna riktning ger en försöksserie som utförts med välvnings- och vinkelmätningar på hoplimmade skivor, en hel + två halvor enligt figur 2.19.

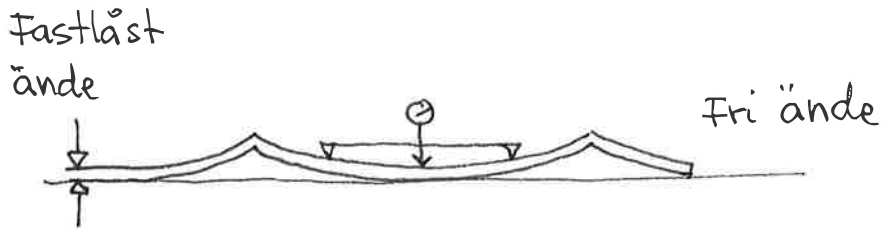


FIG 2.19 Försöksuppställning serie F3 & F4.

Två provkroppar, F3 och F4, tillverkades av skivor A16 med 200 mm:s bredd, genom att två halva skivor limmades fast på en hel skiva så att två limfogar erhölls. Limningen utfördes "bra" (F3) respektive "dåligt" (F4) på ett plant underlag. 6 dagar efter limning applicerades en PVC-matta med ett vattenbaserat lim och skivorna låstes fast i en ända för att förhindra vinkeländring i en punkt som motsvarar skivmitt hos en intilliggande skiva. Direkt därefter utsattes provkropparna för en fuktbelastning av 67 % RF underifrån. Mätresultatet redovisas i tabell 2.16, där resultaten från provkroppar 49,62, 66, 67 och 121-123 också ges som en jämförelse. Dessa har behandlats ungefär lika som F3 och F4 så när som på att deras välvning varit fri.

TABELL 2.16 Välvning och samtidig fogstyvhet.

Provkropp nr	Limning	Initialkrokighet (mm/0.6 m:s bredd)	Välvning (mm/0.6 mm:s bredd, 1mån) Förändring	Inkl. init.krok.h.
F3	"Bra"	+0.7	+0.6	+1.3
F4	"Dålig"	+0.4	+0.7	+1.1
Jämförande, friavälvning: 49,62,66,67,121-123		$\bar{x} \pm 2s$	0.9 ± 0.2	

Välvningsförändringen 0.6-0.7 mm i förhållande till den fria ∿0.9 mm betyder en inverkan av fogstyvheten motsvarande

$$F \cong \frac{1}{0.65/0.9} - 1 \cong 0.4$$

vilket är vad som uppmätts för långtidsbelastning, jfr tabell 2.15.

På provkropp nr F3 uppmättes vinkeländringen till $\theta \approx 0.01$, vilket motsvarar en välvning av ∿1.3 mm på 0.6 m:s bredd. Denna vinkeländring var mycket tydlig och fullt tillräcklig för att i ett praktiskt fall rubriceras som "skarvresning".

2.4.3 Sammanfattning

Mätning av fogstyvheten har gett en relativt god uppfattning om i vilken utsträckning limfogen kan förhindra eller minska en skarvresning. Limfogarnas funktion under längre tids belastning är emellertid bara delvis undersökt varför här föreligger en osäkerhet.

De viktigaste resultaten kan sammanfattas i följande punkter:

- Fogens styvhet är relativ låg första dygnet efter limning och alltså speciellt känslig för en skarvresning som kommer så tidigt.
- Om skivorna lagrats i fuktig miljö fås en stor försämring av styvheten.
- Av de olika fabrikaten har S och Orsa klart störst styvhet vid ett bra limningsutförande, medan fogutformningen hos Orsa och Broby är sådan att ett dåligt limningsutförande inte ger lika dålig styvhet som hos övriga fabrikat.
- Vid en jämförelse mellan styvhet hos fog och styvhet hos skiva, är fabrikat Orsa klart överlägset.
- Den välvningsmothållande förmågan hos limfogen försämras mycket kraftigt vid en långvarig belastning.

Dessa resultat betyder i princip att en bra utförd limfog, med torra skivkanter, vilka fått härda några dygn,kan kraftigt reducera en skarvresning som inte är alltför långvarig. I övriga fall är limfogens inverkan begränsad.

3. SAMMANFATTNING, SLUTSATSER

Av det föregående framgår ganska klart att alla typer av ensidig fuktpåverkan på en spånskiva ger upphov till större eller mindre skarvresningar och storleken av dessa kan kvantifieras om aktuell fuktpåverkan är känd.

För att förklara det exakta orsakssammanhanget i ett specifikt skadefall, måste därför uppgifter finnas om vilka fuktförändringar skivorna utsatts för. Sådana uppgifter saknas naturligtvis för det mesta och att i efterhand få vetskap om någon olämplig hantering eller lagring kan vara mycket svårt.

Säkra uppgifter om konstruktionens funktionssätt kan emellertid fås genom fukt- och temperaturmätningar och en viss uppskattning kan därur också göras avseende den ungefärliga fukthistorien från det att golvet monterats. Tiden dessförinnan får däremot betraktas som "osäker".

Detaljuppgifterna om de i 1.3 redovisade skadefallen är för knapphändiga för att säkra slutsatser om skadeorsaken skall kunna dragas i varje enskilt fall. Därtill erfordras noggrannare mätningar och en bättre inventering.

Nedan diskuteras olika möjliga skadeorsaker i olika skeden av skivornas behandling, från lagring hos distributör till färdig konstruktion. Vissa förutsättningar blir naturligtvis en bedömningsfråga och något kan ha förbisetts.

3.1 Konstruktion, material

Då ett skadefall inträffat kan konstruktionen och ingående material kontrolleras relativt väl, varvid direkta felaktigheter hos dessa omedelbart bör upptäckas eller indikeras av mätningar.

Konstruktionsfel som ensamma kan ge skarvresningar är, med bakgrund av vad som redovisats i avsnitt 1.1 och 2.3, utelämnande av ångspärr eller en skadad sådan, vilket resulterar i att en fuktgradient uppkommer över spånskivan. Detta kan emellertid bara inträffa om golvbeläggning saknas eller är ånggenomsläpplig, t ex textilmatta.

Storleken av den inverkan en dålig ångspärr, eller ingen alls, har, beror av många faktorer förutom ångspärrens täthet. Skarvresningarna blir större sommartid, mitt i byggnaden, med mineralull i stället för cellplast, vid dåligt kapillärbrytande skikt osv.

Om golvbeläggningen har applicerats och är tät, blir inverkan på sikt av en dålig ångspärr betydligt mindre vad gäller skarvresning på grund av en fuktgradient.
Direkt efter montering av golvet fås emellertid en ensidig uppfuktning underifrån som kan vara mycket stor om ångspärren är dålig eller saknas. Detta gäller speciellt sommartid och mitt i huset då betongplattan är varmast.

Ett visst fukttillskott kan också tänkas om byggnaden värmts upp och betongplattan inte fått torka. Plattan är då både varm och fuktig vilket ger en ensidig fuktbelastning på spånskivan. Svårigheten att värma byggnaden utan att värma betongen innan cellplastisoleringen lagts är uppenbar.

Konstruktionen fordrar alltså en hel och ordentligt skarvad ångspärr. Placeringen över eller under värmeisoleringen har ingen betydelse ur fuktsynpunkt för spånskivorna. Likaså typen av värmeisolering, cellplast eller mineralull, spelar någon större roll ur fuktsynpunkt om bara ångspärren är hel.

Skarvresning som uppkommit p g a en fuktgradient orsakad av otät ångspärr, bör successivt försvinna om en golvbeläggning appliceras såvida inte limfogarna hårdnat i det resta läget.

Materialfel, förutom initialkrokighet och dålig passform i spontade fogar, har inte speciellt undersökts då levererade skivor befunnits sakna detta. Fabrikationsfel som skulle kunna tänkas bidraga till skarvresning är om övre och undre ytskiktet får olika egenskaper, t ex genom olika tjocklek, vid tillverkning. En fuktändring behöver härvid inte vara ensidig får att ge välvning och välvning skulle kunna fås åt båda håll av denna orsak.

Materialfel, på övriga i konstruktionen ingående material, som kan bidraga till skarvresning är, förutom fel på ångspärren, mindre troliga. Krympning hos matta t ex måste vara extremt stor för att vara av betydelse.

3.2 Lagring

Spånskivor som lagrats fuktigt under någon period före montage riskerar alltid att utsättas för ensidig uttorkning med åtföljande skarvresning. Då skivorna läggs på cellplast, fungerar denna som en viss spärr mot uttorkning nedåt. Uttorkningen sker i huvudsak uppåt speciellt naturligtvis om byggtorkar användes, kanske med värmetillförsel.

Gränsen för olämpligt lagringsklimat ligger i storleksordningen 65 % RF, vilket alltid överskrides vid utomhuslagring och många gånger också vid lagring i kallager.

Tillfällig lagring i ett fuktigare klimat än 65 % RF ger naturligtvis inte upphov till skarvresning senare. Avgörande är, förutom fuktigheten, också lagringstiden och hur skivorna är staplade och förpackade.
En förpackning med skivor som ligger tätt ihop medför att det krävs lång lagringstid i fuktigt klimat för att alla skivorna skall hinna ta upp någon fukt.
Skivor utlagda för konditionering en och en påverkas naturligtvis mycket snabbare.

Lagring inomhus i den byggnad de senare skall byggas in i, kan innebära högst varierande fuktpåverkan beroende på byggnadens utformning och ingående material samt i vilket skede av byggandet som lagringen påbörjas.

Spånskiveföreningens anvisningar om lagring och montering, vilka redovisats i avsnitt 1.2, är väsentliga att följa. Det kan emellertid diskuteras om inte vissa förstärkningar bör göras. Att "byggnaden skall vara väl uttorkad innan monteringen påbörjas" är viktigt, men detta krav borde gälla även under lagringen en vecka före monteringen, vilket inte uttryckligen sägs. En konditionering under en vecka i en fuktig, ej uttorkad byggnad är förkastlig.

Lagring av cellplastskivor, så att kondensrisk skulle uppstå, har inte befunnits vara särdeles allvarsamt, annat än möjligen i verkliga extremfall.

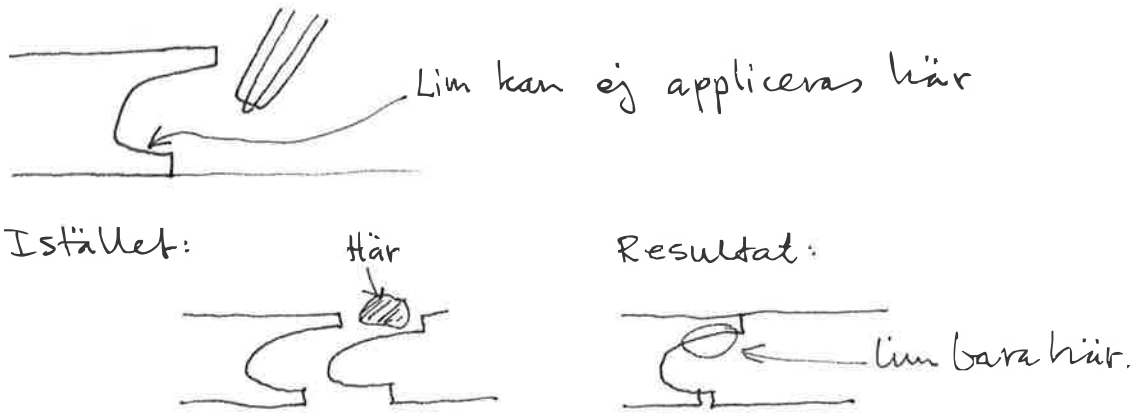
3.3 Montering

Ingen faktor har upptäckts som i samband med montering av spånskivor på isoleringsskivor ensam skulle kunna orsaka skarvresning. Den primära orsaken, om resning senare skulle uppkomma, har antingen funnits redan innan montering eller tillkommit efteråt.

Vissa faktorer i samband med skivornas montering inverkar emellertid på storleken av en skarvresning som uppkommer av andra orsaker. Det innebär t ex att om skivorna någonstans monterats med direkt anliggning mot omgivande väggar blir skarvresning av en fuktsvällning större p g a den tryckkraft i skivornas plan som då uppkommer. Excentricitet i fogar p g a dålig limning förstärker effekten ytterligare.

Den väsentligaste faktorn i samband med montering är emellertid limningen av fogarna. Skulle skivorna vara fuktiga eller en eventuell skarvresning komma snabbt efter montering, är inte ens ett bra limningsutförande tillräckligt för att förhindra en kraftig och kvarvarande välvning. I övriga fall kan ett bra limningsutförande bli direkt avgörande genom att, om inte helt förhindra så i alla fall kraftigt minska, den uppkommande välvningen.

Den spontade fogen har emellertid en sådan utformning att limningutförandet lätt kan bli dåligt. Om inte varje skiva reses vid påförande av lim och beroende på i vilket hörn av ett rum monteringen påbörjas, blir svårigheterna stora att applicera tillräckligt mycket lim för att få fogen helt fylld. Svårigheterna åskådliggöres i figur nedan.



Skulle skivorna däremot vändas upp och ned elimineras problemet helt. En översyn av den spontade limfogens utformning förefaller vara på sin plats.

3.4 Mattläggning

Det fukttillskott som fås av ett vattenbaserat golvlim ger upphov till välvningar. Dessa blir först konvexa och, beroende på främst limmängd och fuktbelastning underifrån, återgår sedan till att bli mer eller mindre konkava. Samtidig fuktbelastning underifrån ger en snabb, stor skarvresning medan utan denna belastning kommer skarvresningen långsammare och kan med små limmängder utebli helt.

Stora mängder vattenbaserat lim, i försöken överdrivet stora, kan ensamt orsaka mycket stora konkava välvningar, som dessutom blir kvarstående. Normala limmängder (220-260g/m^2) ger betydligt mindre skarvresningar men dock fortfarande stora.

I försöken har bara ett lim använts. Andra limtyper och limfabrikat kan vara bättre eller sämre i detta avseende, vilket bör kontrolleras.

I limfabrikanternas limningsanvisningar betraktas spånskiva som ett "sugande" underlag, vilket innebär att man föreslår våtlimning. Om man istället kunde rubricera spånskiva som "icke sugande" skulle häftlimning användas, med mindre fukttillskott och mindre välvning som följd. Möjligheterna att utföra häftlimning istället för våtlimning på spånskiva måste naturligtvis beaktas med avseende på även andra effekter.

SERIE 11-19 Skivor A16, fuktgradient 43-58 % RF.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
11	+0.35	+0.86	16	+0.81	+0.20	0	16d: lim+PVC
12	+0.34	+0.93	16	+0.87	+0.01	-	16d: PVC utan lim
13	+0.30	+0.90	16	+0.84	+0.04	-	16d: kontaktlim +PVC
14	+0.31	+0.90			+0.88	0	
15	+0.21	+0.83			+0.73	0	
16	+0.22	+0.87			+0.78	0	
17	+0.33	+0.89			+0.80	0	
18	+0.35	+0.88			+0.81	0	
19	+0.28	+0.93	3	+0.28	+0.53	0	2d: lim+PVC
$\bar{x} \pm 2s$	$+0.30 \pm 0.10$	$+0.89 \pm 0.06$			14-18: $+0.80 \pm 0.10$		

SERIE 21-29 Olika fabrikat och tjocklekar, fuktgradient 43-58 % RF.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	∿1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm	
21	-0.69	+0.85	+0.72	0	S	16 mm
22	+0.18	+0.66	+0.59	0	By	16
23	+0.76	+0.86	+0.85	0	Or	16
24	+0.36	+0.69	+0.62	0	Kp	16
25	+0.11	+0.78	+0.67	0	Ry	18
26	+0.13	+0.47	+0.39	0	Br	22
27	± 0.00	+0.46	+0.41	0	A	22
28	-0.12	+0.55	+0.50	0	A	19
29	+0.31	+0.73	+0.73	0	A	16
$\bar{x} \pm 2s$		$+0.76 \pm 0.16$	$+0.70 \pm 0.18$			

SERIE 31-34 Skivor A16, fuktgradient 43-75 % RF resp 43-95 % RF.							
Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿1 mån	Tendens +ökande Okonstant -minskande	Anm
31	+0.29	+0.75	16	+0.95	+0.64	0	16d: lim+PVC
32	+0.20	+0.64	16	+0.85	+0.92	+	43-75 % RF
33	+0.02	+0.82	16	+1.49	+0.92	+	16d: lim+PVC
34	+0.10	+0.92	16	+1.73	+2.07	++	43-100 % RF

SERIE 41-49 Olika fabrikat & tjocklek, beläggning + samtidig fuktbelastning av 67 % RF underifrån.							
Provkropp	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿1 mån	Tendens +ökande Okonstant -minskande	Anm
41	-0.79	-0.23	6	+0.23	+0.15	-	S 16 mm
42	+0.44	+0.39	6	+0.48	+0.30	-	Or 16
43	+0.11	+0.38	6	+0.54	+0.31	-	By 16
44	+0.08	+0.50	6	+0.55	+0.30	-	Kp 16
45	-0.16	+0.42	6	+0.47	+0.34	-	Ry 18
46	+0.14	-0.03	6	+0.20	+0.03	-	Br 22
47	-0.14	+0.26	6	+0.50	+0.31	-	A 22
48	+0.02	+0.32	6	+0.55	+0.29	-	A 19
49	+0.16	+0.39	6	+0.54	+0.23	-	A 16
$\bar{x} \pm 2s$ (exkl 41 & 46)		$+0.38 \pm 0.15$		$+0.52 \pm 0.06$	$+0.30 \pm 0.06$		Limmängd: $223 \pm 20 g/m^2$

SERIE 51-57 Skivor A16, beläggning, ingen fuktbelastning.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	∿1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
51	+0.21	-0.44	+0.65	++	mycket lim, limmängd 570 g/m^2
52	+0.14	-0.15	+0.27	+	normal limmängd 220g/m^2
53	+0.22	-0.29	+0.08	+	liten limmängd 140
54	+0.26	-0.20	+0.04	0	häftlimning, 45 min torktid 230g/m^2
55	+0.07	-0.09	+0.32	+	beläggning: "Glad-pack" 240g/m^2
56	+0.11	-0.04	±0.00	0	kontaktlim
57	-0.02	+0.04	+0.04	0	PVC-matta töjd 6 % +kontaktlim

SERIE 61-69 Skivor A16, beläggning, fuktbelastning underifrån av 67 % RF.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
61	+0.09	+0.24	6	+0.80	+0.80	0	mycket lim 80g/m^2
62	+0.03	+0.54	6	+0.73	+0.51	-	normalt 230g/m
63	+0.10	+0.49	6	+0.61	+0.30	-	lite 130g/m
64	+0.07	+0.40	6	+0.50	+0.14		häftlimn 230g/m
65	+0.05	+0.51	6	+0.39	+0.07	0	häftklammer i st f lim
66	+0.16	+0.48	6	+0.64	+0.33	-	PVC: Forshaga 260g/m
67	+0.11	+0.49	6	+0.70	+0.47	-	"Glad-pack"
68	+0.08	-0.15	16	+0.81	+0.09	-	67 % RF efter 14d 210g/m
69	+0.23	+0.56	6	+0.42	+0.18	-	kontaktlim

SERIE 71-73 Skivor A16, beläggning, fuktbelastning underifrån av 95 % RF.						
Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
71	+0.10	+0.72			+0.33	-	normalt 250g/m
72	+0.11	+0.52			-0.16	-	häftklammer i st f lim
73	+0.17	+0.70	13	+0.36	-	-	kontaktlim

SERIE 81-89 Olika fabrikat & tjocklekar, ensidig uttorkning från 67%→43% RF.					
Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn (dygn) (mm)	∿3 veck	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
81	-0.91	+0.55	+0.43	-	S 16 mm
82	+0.52	+0.51	+0.17	-	Or 16
83	+0.21	+0.45	+0.28	-	By 16
84	+0.05	+0.53	+0.26	-	Kp 16
85	-0.17	+0.61	+0.10	-	Ry 18
86	+0.05	+0.43	+0.31	-	Br 22
87	±0.00	+0.46	+0.36	-	A 22
88	-0.03	+0.37	+0.08	-	A 19
89	+0.27	+0.41	+0.21	-	A 16
$\bar{X} \pm 2s$		+0.48 ±0.15	+0.24 ±0.12		

SERIE 91-99 Olika fabrikat & tjocklekar, ensidig uttorkning från 96%→43% RF.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	∿3 veck	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
91	-0.70	+1.04	3	+1.06	+0.82	-	S 16 mm
92	+0.10	+2.18	3	+2.16	+0.35	---	Or 16
93	+0.05	+1.51	3	+1.61	+0.75	--	By 16
94	+0.19	+1.70	3	+1.68	+0.26	---	Kp 16
95	+0.26	+2.05	3	+2.11	+1.09	--	Ry 18
96	+0.05	+1.08	3	+1.16	+0.75	--	Br 22
97	-0.08	+1.29	3	+1.41	+0.89	-	A 22
98	-0.02	+1.31	3	+1.40	+0.69	--	A 19
99	+0.08	+1.67	3	+1.90	+0.59	--	A 16

SERIE 101-105 Skivor A16, ensidig uttorkning, varierande klimat.

Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter (dygn)	(mm)	(dygn)	(mm)	(dygn)	(mm)	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
101	+0.37	1	+0.50			7	-0.43	--	43% RF → 40°C
102	+0.31	1	+1.17			7	-0.18	---	67% RF → 40°C
103	-0.62	1	+5.01			7	+1.43	---	95% RF 40°C
104	-0.13	2	+1.30	3	+1.38	20	+0.62	--	95% RF → 67% RF
105	+0.01	2	+0.71	3	+0.73	20	+0.14	-	+4°C→43%RF

SERIE 111-112 Skivor A16, beläggning av fuktiga skivor.						
Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
111	+0.01	±0.00	19	+0.30	+	67% RF före & efter
112	+0.19	-0.30	11	-0.11	0	95% RF före & efter

SERIE 121-123 Skivor A16, beläggning, fuktbelastning underifrån av 67 % RF efter olika lång tid.							
Provkropp nr	Initial-krokighet (mm)	Förändring (mm) efter 2 dygn	(dygn)	(mm)	~1 mån	Tendens +ökande 0konstant -minskande	Anm
121	+0.16	+0.36	6	+0.54	+0.44	-	67% RF efter 5 tim
122	+0.25	+0.25	6	+0.44	+0.33	-	67% RF efter 1.5 tim
123	+0.09	+0.33	6	+0.56	+0.44	-	67% RF omedelbart