



# LUND UNIVERSITY

## Direktlimmat trägolv på betongunderlag - Teoretiska beräkningar av fuktbelastning från undergolvet

Sjöberg, Anders

2003

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Sjöberg, A. (2003). *Direktlimmat trägolv på betongunderlag - Teoretiska beräkningar av fuktbelastning från undergolvet*. (Rapport TVBM; Vol. 3112). 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



# **DIREKTLIMMAT TRÄGOLV PÅ BETONGUNDERLAG**

**Teoretiska beräkningar av fukt-  
belastning från undergolvet**

Anders Sjöberg

ISRN: LUTVDG/TVBM--03/3112--SE (1-15)

ISSN: 0348-7911 TVBM

Lunds Tekniska Högskola  
Byggnadsmaterial  
Box 118  
221 00 LUND

Tel: 046-2227415  
Fax: 046-2224427  
[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)  
[www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se)

## Förord

Allting började med att tre herrar kom på besök till högskolan en dag. Herrarna berättade då att deras respektive företag hade ett problem gemensamt. Alla behövde nämligen få reda på när man måste lägga in ett extra fuktskydd då de direktlimmade trägolv på betongunderlag.

Det bestämdes att högskolan skulle hjälpa dem att räkna ut hur fuktigt det blir i trägolvet när man gör på ett visst sätt. Forskarna på högskolan satte igång att räkna och räkna. När de till slut var färdiga med beräkningarna och visade resultatet svarade herrarna; ”- Oj, vad många siffror! Men om det är fuktigare i luften inomhus, hur blir det då då?”

Sagt och gjort, forskarna satte igång att räkna ut det också, och visade hur det blev teoretiskt sett. Men herrarna var fortfarande inte riktigt nöjda utan frågade nu ”- Men om vi använder en bättre betong, hur blir det då då?”.

Föreliggande rapport är det sammanlagda resultatet av alla de beräkningar som undertecknad i samråd med de andra forskarna på Chalmers och LTH har utfört på uppdrag åt de tre herrarna.

Herrarna som besökte Chalmers och initierade projektet var;

Hans Brännström från AB Gustaf Khärs  
Roger Hellstrand från Casco AB  
Patric Knutsson från Dexor AB

Undertecknad vill ta tillfället i akt och tacka Forskningsingenjör Bengt Hedberg för att ha gjort beräkningarna möjliga samt Tekn.Dr. Göran Hedenblad och Civ.Ing. Erik Mattson för grundarbetet att ta fram relevanta materialdata för betong.

Slutligen vill undertecknad rikta ett stort tack till Prof. Lars Olof Nilsson vars kunskap och goda råd varit avgörande för projektet.

Lund i juni 2003

Tekn.Dr. Anders Sjöberg

## Sammanfattning

Metodikerna att direktlimma trägolvet på betonggolvet börjar bli allt vanligare vid nybyggnation. Fuktskyddet som ofta utgörs av en PE folie när trägolvet lösläggts får då ordnas på annat sätt. Ofta väljs att stryka en fuktspärre direkt på betongen som på kort tid härdar till en mer eller mindre tät film. Trägolvet kan därefter limmas direkt ovanpå detta skikt.

Syftet med projektet är att teoretiskt utreda i vilka fall detta fuktskydd behövs vid direktlimning av en viss typ av trägolvet. I rapporten beskrivs en teoretisk parameterstudie utan praktiska verifieringsförsök. Beaktade parametrar i studiens beräkningar samt slutsatser är för respektive betongkvalitet:

### Normal husbyggnadsbetong (vct ~ 0,7)

- Tätheten hos trägolvet, varierats mellan fyra nivåer
- Fuktnivån i inomhusluften, varierats mellan två nivåer
- Fuktnivån i betongen, varierats mellan två nivåer
- Med och utan fuktskydd

Beräkningarna visar, med de valda förutsättningarna, att risknivån överskrids utan fuktspärre om luftens RF är 40%RF och betongens RF på mätdjupet är 90% och  $Z_{trä}$  över  $75 \cdot 10^3$  s/m respektive betongens RF är 85%RF och  $Z_{trä}$  över  $125 \cdot 10^3$  s/m. Om luftens RF är 60%RF överskrids risknivån om RF betongen är över 85% eller om  $Z_{trä}$  är över  $60 \cdot 10^3$  s/m vid 80%RF i betongen.

I praktiken kan det tolkas som att en fuktspärre behövs redan vid 80%RF i betongen om luftens RF är upp mot 60%RF för att inte risknivån skall riskeras att överskridas.

Om den valda fuktspärren används överskrids risknivån inte i något av de beräknade fallen.

### Byggfuktfri betong (vct ~ 0,4)

- Tätheten hos trägolvet, varierats mellan fyra nivåer
- Fuktnivån i inomhusluften, varierats mellan två nivåer
- Torktiden för betongen i 20°C och 40%RF, varierats 1 – 24 veckor

Beräkningarna visar, med de valda förutsättningarna, att risknivån kan överskridas i de fall då luftens RF är 60%RF om ekvivalenta uttorkningstiden för betongen inte varit tillräckligt lång. Trägolvet fuktnivå är 60%RF vid limning. Diffusionsöppen golvbeläggning av trä,  $50 \cdot 10^3$  s/m, behöver omkring 13 veckors ekvivalent torktid medan diffusionstät golvbeläggning av trä,  $150 \cdot 10^3$  s/m, behöver minst 17 veckors ekvivalent torktid.

Om luftens RF är 40%RF samt trägolvet fuktnivå också är 40%RF vid limning kan risknivån överskridas med diffusionstät golvbeläggning av trä,  $100-150 \cdot 10^3$  s/m. Betongens yta behöver torka minst två till tre veckor i gott torkklimat innan limning i detta fall.

Rekommendationen är att alltid använda fuktspärre om man inte är säker på att ovan förklarade villkor kommer att uppfyllas.

Samtliga resultat är beräknade och en direkt följd av gjorda antaganden. Beräkningsresultaten borde verifieras mot något experiment. Dessutom bör den valda risknivån 65%RF ifrågasättas om man accepterar ett inneklimat med 60%RF.

# Innehållsförteckning

<b>BAKGRUND</b>	<b>1</b>
<b>PROBLEMSTÄLLNING</b>	<b>1</b>
<b>SYFTE</b>	<b>2</b>
<b>BEGRÄNSNINGAR</b>	<b>2</b>
<b>BERÄKNINGSPROGRAM</b>	<b>3</b>
VADAU	3
<b>MATERIALDATA OCH INGÅNGSVÄRDEN</b>	<b>4</b>
Klimat	4
Trägol	5
Betong	6
Lim och tätskikt	7
Gränsvärde	7
<b>BERÄKNINGSRESULTAT</b>	<b>8</b>
Uttorkning	8
Omfördelning	10
Normal husbyggnadsbetong	10
Byggfuktfri betong	11
<b>KONKLUSION &amp; SLUTSATSER</b>	<b>12</b>
Normal husbyggnadsbetong	12
Byggfuktfri betong	13
<b>REFERENSER</b>	<b>15</b>
<b>BILAGA 1</b> Beräkningar av Normal husbyggnadsbetong [vct ~ 0,7]	
<b>BILAGA 2</b> Beräkningar av Byggfuktfri betong [vct ~ 0,4]	
<b>BILAGA 3</b> Indatafil DDXRT.DAT till VADAU	
<b>BILAGA 4</b> Matriser till VADAU	

## Bakgrund

På grund av krav på bland annat akustik och värmeledningsförmåga direktlimmas ibland trägolvet på betonggolvet. Fuktskyddet för trägolvet kan då inte ordnas med en PE folie som läggs ovanpå betongen utan måste ordnas på annat sätt.

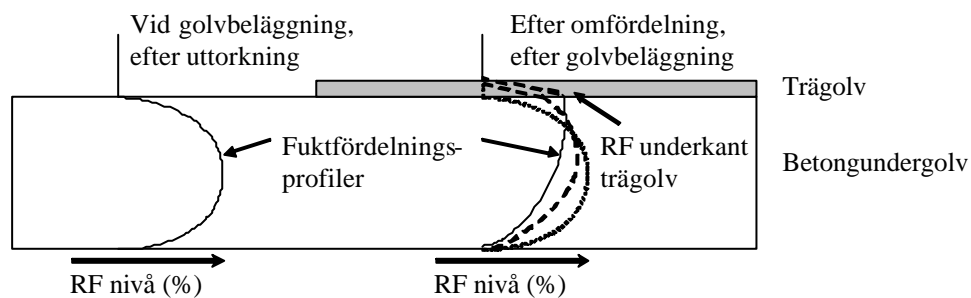
Ett sätt att klara fuktskyddet kan vara med en ”målningsbar” fuktspärr som stryks direkt på betongen. Preparatet härdar efter påstrykningen till en mer eller mindre tät film som minskar fukttransporten. Trägolvet kan efter avslutad härdning limmas direkt ovanpå detta skikt. Ett sådant preparat är DexorBond från Dexor AB.

Ett annat sätt att minska fuktbelastningen på trägolvetts undersida är att använda så kallad byggfuktfri betong. Det vill säga betong med lågt vct (vatten cement tal) som snabbt torkar till en låg fuktnivå. Sådan betong är dessutom tätare än vanlig betong vilket innebär att fukttransporten upp till trägolvet blir avsevärt mindre än normalt.

Projektet har utförts på uppdrag av AB Gustaf Kährs, Casco AB samt Dexor AB i samverkan.

## Problemställning

Fuktfördelningen av kvarvarande byggfukt varierar genom en betongplatta, se figur 1. När en mer eller mindre tät beläggning appliceras på ytan förändras fördelningen. Efter ett tag blir det som fuktigast i gränsskiktet mellan betong och beläggning, om beläggningen är tätare än betongen. Det kan i vissa fall bli så fuktigt i gränsskiktet att beläggningen tar skada av fukttillståndet.



Figur 1. Fuktfördelning vid golvbeläggning samt efter omfördelning.

## Syfte

Syftet med projektet är att teoretiskt utreda två frågeställningar med direktlimmat trägolv på betongunderlag.

Första frågeställningen är i vilka fall det behövs ett extra fuktskydd under trägolv från AB Gustaf Kährs, för att undvika skador orsakade av byggfukt i underlag av normal husbyggnadsbetong.

Andra frågeställningen är vilken ekvivalent uttorkningstid som behövs för byggfuktfri betong innan trägolvet limmas på.

Med ekvivalent torktid menas tiden för uttorkning vid 20°C och 40%RF efter 1 månad membranhärdning. Vid annat torkklimat måste den ekvivalenta torktiden beräknas.

Kravet är att en vald risknivå på 65%RF inte skall överskridas i underkant av trägolv från AB Gustaf Kährs på grund av omlagring av kvarvarande byggfukt.

## Begränsningar

Undersökningen är utförd som en teoretisk parameterstudie utan praktiska verifieringsförsök. Beräkningarna är utförda i två dimensioner men redovisas enbart i en dimension för åskådlighetens skull. Randeffekter på golven är dessutom försumbara och knappast intressanta för frågeställningen.

Beaktade parametrar i studiens beräkningar är:

- Tätheten hos trägolvet, varierats mellan fyra nivåer
- Fuktnivån i inomhusluften, varierats mellan två nivåer
- Fuktnivå i normal husbyggnadsbetong, varierats mellan två nivåer
- Med och utan fuktskydd på normal husbyggnadsbetong
- Torktid för byggfuktfri betong, varierats 1 – 24 veckor

Resultat och gränsvärden i rapporten är endast avsedda att användas för ovan angivna material. Risknivån som används är anpassat för uppdragsgivarens produkter, enligt deras egna uppgifter, och kan inte utan vidare översättas till andra tillverkarens produkter. AB Gustaf Kährs har exempelvis genom utformningen av sina produkter tagit särskild hänsyn till effekten av fuktbehandlingar hos träet.

Utredningen begränsar sig till det isoterma fallet, den behandlar alltså inte golv med golvvärme.

# Beräkningsprogram

Beräkningarna är utförda med beräkningsprogrammet VADAU som utvecklats av Hedberg (1988) på Institutionen för byggnadsmaterial på Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

## VADAU

Beräkningsprogrammet VADAU bygger på finit framåtberäkning i två dimensioner. Fuktttransporten beräknas med en term för diffusion och en term för vätsketransport.

$$q = -D_v \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{k_p}{h} \frac{\partial P_w}{\partial x}$$

$q_{air}$	kg/(m <sup>2</sup> ·s)	flöde
$D$	m <sup>2</sup> /s	diffusionskoefficient
$v$	kg/m <sup>3</sup> <sub>air</sub>	ånghalt
$x$	m	längd / tjocklek
$k_p$	kg/m	vätskepermeabilitet
?	Ns/m <sup>2</sup>	dynamisk viskositet
$P_w$	Pa	porvattentryck

I programmet kan materialdata väljas fuktberoende. Indatafilen DDXRT.DAT som beskriver dessa materialdata tillsammans med generella beräkningsförutsättningar visas i bilaga 3.

Beräkningen av fuktfördelning sker genom flöden mellan angränsande celler i en matris med 20×20 positioner. Indata för denna beräkning sker genom flertalet matriser som visas i bilaga 4. Dessa matriser är:

IMA.DAT anger materialtyper i de olika cellerna, hänvisar till beskrivna material i DDXRT.  
IXY.DAT anger geometrin, dvs cellernas storlek i X- och Y-led.

ISR.DAT anger startpotentialer för RF.

IMR.DAT anger arbetsnoder för RF, dvs styr hur beräkningen av flöden sker mellan celler.

IST.DAT anger startpotentialer för temperatur.

IMT.DAT anger arbetsnoder för temperatur.

Utdata från VADAU består av RF-värden presenterade i en matris med 20×20 positioner. 12 st matriserna genereras med jämnt fördelade tidsintervall över den totala beräkningstiden.

```

C:\Program Files\BHAB\DDDW\ddxrt.exe
UaDau RT 2Dim_Forward_Difference Method (c) ELO 3.0
Loading file ist
Loading file isr
Loading file ima
Loading file ix9
Loading file imt
Loading file imr
Loading file ddxrt.dat
Ts:12.573978 sek Per:103070 Tber:1236840 ROW:=6 COL:=-2
Start
Y:0 D:14 H:23 M:59 S:59 Count :103070 Step :1
Y:0 D:29 H:23 M:59 S:59 Count :206140 Step :2
Y:0 D:44 H:23 M:59 S:59 Count :309210 Step :3
Y:0 D:59 H:23 M:59 S:59 Count :412280 Step :4
Y:0 D:74 H:23 M:59 S:59 Count :515350 Step :5
Y:0 D:89 H:23 M:59 S:59 Count :618420 Step :6
Y:0 D:104 H:23 M:59 S:59 Count :721490 Step :7
Y:0 D:119 H:23 M:59 S:59 Count :824560 Step :8
Y:0 D:134 H:23 M:59 S:59 Count :927630 Step :9
Y:0 D:149 H:23 M:59 S:59 Count :1030700 Step :10
Y:0 D:164 H:23 M:59 S:59 Count :1133770 Step :11

```

Figur 2. Beräkningsfönster för VADAU visat efter elva av de tolv beräkningsstegen som var och en genererar en utdatamatrix.

Beräknade fuktprofiler efter uttorkning av betongplattan ligger till grund för omfördelningen av kvarvarande byggfukt, det vill säga att beräkningarna görs i två steg: först uttorkning till en viss fuktnivå på nominellt mätdjup (20% av plattjocklek) eller under en viss tid (1 – 24 veckor). Därefter beräknas omfördelning av kvarvarande byggfukt efter limning av trägolvet.

## Materialdata och ingångsvärden

Uppgifter om trägolven, limmets samt spärrskiktets täthet mot fuktransport, ånggenomgångsmotstånd (Z), har erhållits från respektive företag. Övriga materialdata och ingångsvärden som behövts till beräkningarna har beräknats, antagits eller återfunnits i litteraturen.

### Klimat

Temperaturen har varit konstant +20°C i samtliga beräkningar. Fuktnivån i rumsluften har varit 40%RF under uttorkningen innan golvbeläggning. Därefter var fuktnivån i rumsluften 40% respektive 60%RF i olika beräkningsfall. Trägolvet har haft samma begynnelsefuktnivå som rumsluften i de olika beräkningsfallen, det vill säga 40% respektive 60%RF.

## Trägolv

För parameterstudien valdes fyra nivåer på ånggenomgångsmotstånd hos trägolv. De fyra nivåerna representerar den variation av träslag och olika tjocklekar som används för trägolv. AB Gustaf Kährs har dock inte produkter med alla dessa fuktmotstånd.

Övriga materialegenskaper som används vid beräkningen har utvärderats med hjälp av Nilsson (1988). Dessa materialegenskaper är sorptionsisoterm, diffusionskoefficient ( $D_v$ ) samt koefficient för vätskepermeabilitet ( $k_p$ ), se tabell 1 – 3 nedan.

Tabell 1. Sorptionsisoterm vid ca 20°C [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] Densitet 500  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

RF	20	40	60	70	80	90	95
Trä [alla]	34	51	68	79	93	116	134

Tabell 2. Diffusionskoefficient,  $D_v$  [ $\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ]

RF	20	40	60	70	80	90	95
Trä [ $Z=50 \cdot 10^3$ ]	0,06	0,12	0,22	0,35	0,66	1,32	1,87
Trä [ $Z=75 \cdot 10^3$ ]	0,04	0,07	0,14	0,22	0,42	0,85	1,25
Trä [ $Z=100 \cdot 10^3$ ]	0,02	0,04	0,10	0,16	0,32	0,66	0,99
Trä [ $Z=150 \cdot 10^3$ ]	0,01	0,03	0,07	0,12	0,26	0,53	0,78

Tabell 3. Koefficient för vätskepermeabilitet,  $k_p$  [ $\text{kg}/\text{m}$ ]

RF	10	30	50	70	85	95	99
Trä [alla]	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26

Koefficient för vätskepermeabilitet ( $k_p$ ) har valts så låg (i princip =0) att all fukttransport sker som ”diffusion” av vattenånga.

## Betong

Materialdata för betongen har tagits fram med utgång från data publicerade av Hedenblad (1996). Hedenblads betong var dock en gammal välhydratiserad betong medan undersökningen syftar på att studera effekter av en nyligen gjuten betong. Värdena som använts i beräkningarna har därför modifierats för att motsvara en nyligen gjuten betong enligt Mattson (2001), se tabell 4 – 6 nedan.

Tabell 4. Sorptionsisoterm vid ca 20°C

	30	60	80	88	92	96	99
Btg [vct 0,7]	27	47	74	88	103	120	140
Btg [vct 0,4]	27	47	74	88	103	120	140

Tabell 5. Diffusionskoefficient,  $D_v$  [ $\cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s]

	10	30	50	70	85	95	99
Btg [vct 0,7]	0,30	0,30	0,30	0,41	1,2	7,4	7,6
Btg [vct 0,4]	0,25	0,25	0,25	0,28	0,57	1,6	2,25

Tabell 6. Koefficient för vätskepermeabilitet,  $k_p$  [kg/m]

RF	10	30	50	70	85	95	99
Btg [vct 0,7]	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26
Btg [vct 0,4]	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26

Koefficient för vätskepermeabilitet ( $k_p$ ) har valts så låg (i princip =0) att all fukttransport sker som ”diffussion” av vattenånga.

## Lim och tätskikt

Ånggenomstånd hos limfilm,  $Z_{\text{lim}}$ , är  $25 \cdot 10^3$  s/m enligt uppgift från Casco AB.

Ånggenomstånd hos fuktspärren DexorBond,  $Z_{\text{spärr}}$ , är  $300 \cdot 10^3$  s/m enligt uppgift från Dexor AB.

Övriga materialegenskaper som används vid beräkningen har utvärderats och valts för att återspegla beteendet hos lim och spärrskikt samtidigt som möjliggöra beräkningar med VADAU. Se tabell 7 – 9 nedan.

Tabell 7. Sorptionsisoterm vid ca 20°C

RF	10	30	50	70	85	95	99
Lim	10	30	50	70	85	95	99
Lim + Spärr	10	30	50	70	85	95	99

Tabell 8. Diffusionskoefficient,  $D_v$  [ $\cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s]

RF	20	40	60	70	80	90	95
Lim	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Lim + Spärr	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154

Tabell 9. Koefficient för vätskepermeabilitet,  $k_p$  [kg/m]

RF	10	30	50	70	85	95	99
Lim	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26
Lim + Spärr	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26	1e-26

Koefficient för vätskepermeabilitet ( $k_p$ ) har valts så låg (i princip =0) att all fukttransport sker som ”diffusion”.

## Gränsvärde

Enligt uppdragsgivarna föreligger risk för fuktskada i konstruktionen om fuktfördelningen i underkant av trägolvet överskrider en viss nivå. Den kritiska nivån i studien har valts till 65%RF med tanke på de ingående materialens beskaffenhet.

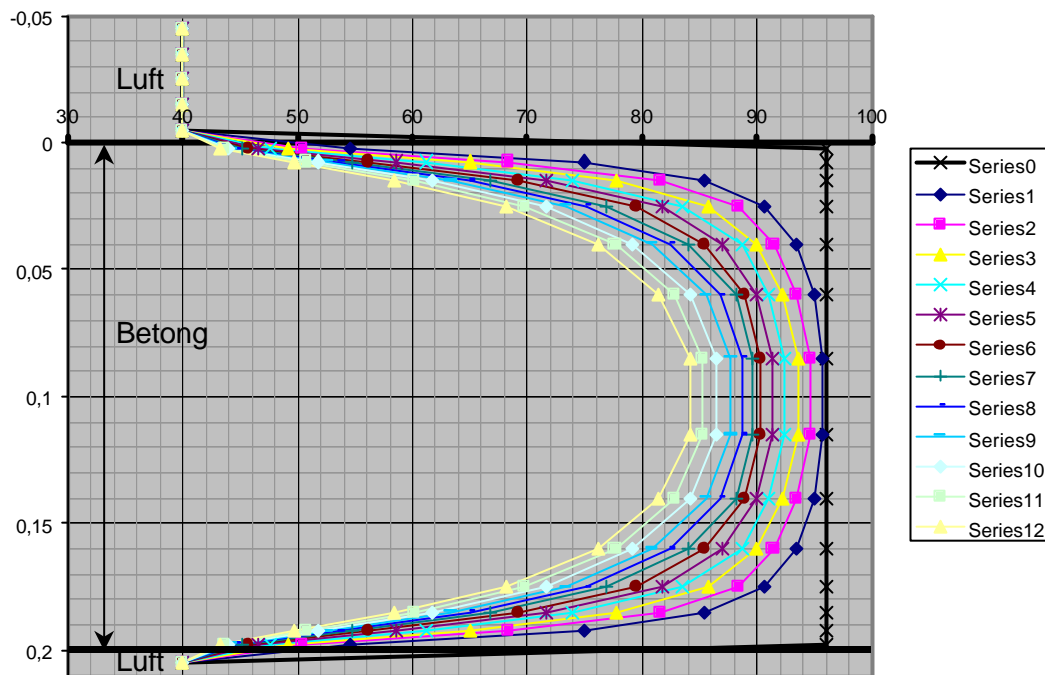
Riskenivån kan inte utan vidare översättas till andra produkter och konstruktioner då exempelvis AB Gustaf Kährs har utformat sina produkter med hänsyn till effekten av fuktbelastade rörelser hos träet.

# Beräkningsresultat

## Uttorkning

Uttorkningen har beräknats för en betongplatta med tjocklek 200 mm som torkar dubbelsidig. Detta motsvarar också en 100 mm tjock betongplatta som torkar enkelsidigt.

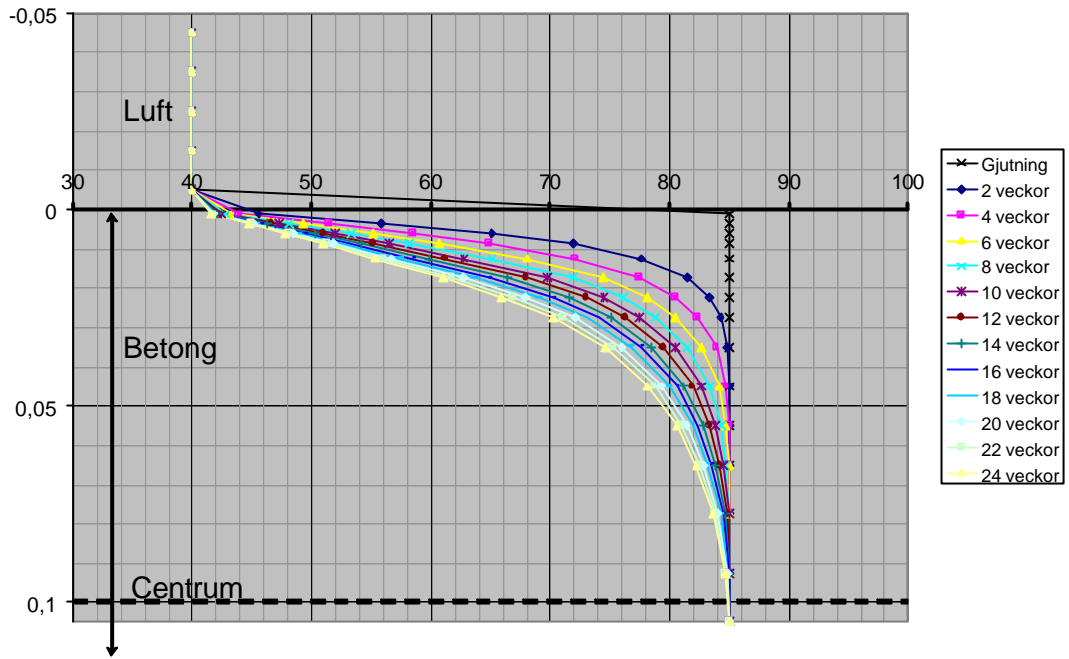
Fuktprofilerna beräknades genom att först ansätta en självuttorkning och sedan beräkna dubbelsidig uttorkning av plattan. Profiler genom plattan efter olika uttorkningstider visas i figur 3 och 4. Självuttorkning till 85%RF är antagen för betong med vct 0,4 samt till 96%RF för betong med vct 0,7.



Figur 3. Dubbelsidig uttorkning av "normal husbyggnadsbetong" med vct ca 0,7.

Fuktnivån på  $0,2 \times$  plattans tjocklek (0,04m i figuren ovan) är den fuktnivå betongplattan ställer in sig mot då omfördelning sker utan fortsatt uttorkning. Ofta anges detta värde som den aktuella fuktnivån vid dubbelsidig uttorkning av konstruktionen.

Fuktfördelning som representeras av serie tre i figur 3 har används som ingångsdata för de beräkningar där omfördelning av kvarvarande byggfukt sker från 90%RF. Serie 6 har använts då omfördelning sker från 85%RF samt serie 9 för omfördelning från 80%RF.



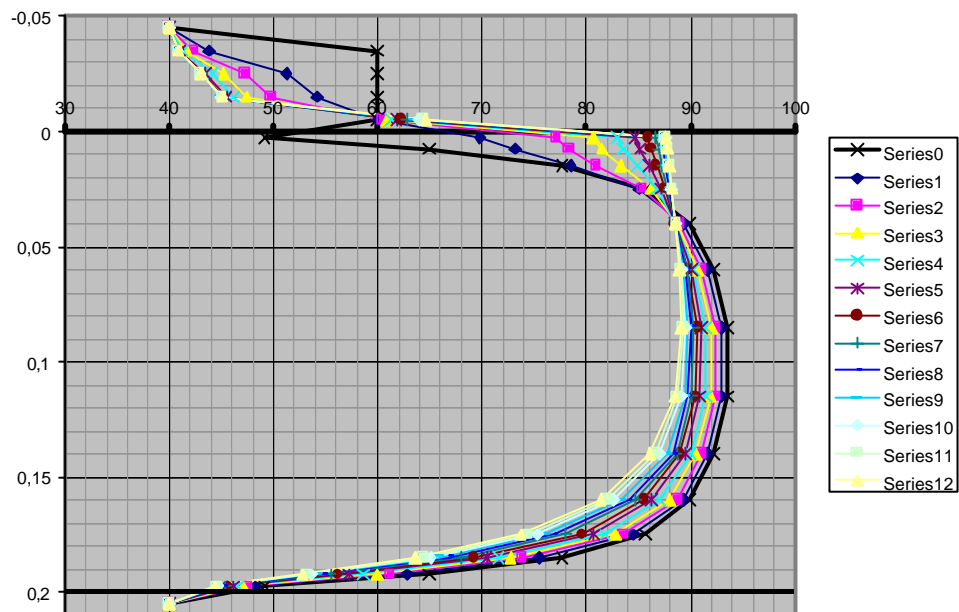
Figur 4. Dubbelsidig uttorkning av byggfukt under 24v, "byggfuktfri betong".

## Omfördelning

I beräkningar av omfördelning av kvarvarande byggfukt i betongplattan ansätts fukt-fördelningar, som tidigare beräknats, som ingångsvärde. Därefter limmades trägolv på betongen. I dessa beräkningar ansätts övriga ingångsdata så att inverkan på fuktfördelningen vid limning av trägolv kan utvärderas.

## Normal husbyggnadsbetong

I figur 5 visas beräkningsresultaten från omfördelningen av kvarvarande byggfukt vid 90%RF på nominellt mätdjup. På betongen har "öppet" trägolv ( $Z_{\text{trä}} = 50 \cdot 10^3 \text{ s/m}$ ) limmats på en fuktspärr ( $Z_{\text{spärr+lim}} = 325 \cdot 10^3 \text{ s/m}$ ). Totala tiden som redovisas är 6 månader, varje serie motsvarar därmed ungefär två veckor.



Figur 5. Limmat trägolv med spärrskikt. 6 mån omfördelning och uttorkning av kvarvarande byggfukt i 40% RF klimat. 90%RF vid golvbeläggning.

Samtliga beräkningar för normal husbyggnadsbetong med de olika faktorerna redovisas med motsvarande grafer i bilaga 1.



## Konklusion & Slutsatser

Fuktnivån som presenteras är medelvärde för trägolvens understa beräkningscell, denna cell är 4 mm tjock. Eftersom fuktprofilen i samtliga fall ökar i trägolven ned mot betongen innebär det att värdet i gränsskiktet är något högre än det redovisade.

Resultaten är beräknade och en direkt följd av gjorda antaganden. Beräkningsresultaten borde verifieras mot något experiment. Ett sådant experiment kräver dock minst 10-12 månader om det skall utföras i fullskala.

Den valda risknivån 65%RF måste ifrågasättas om man accepterar ett inneklimat med 60%RF. Skillnaden mellan omgivningen och risknivån är då så knapp att ett mycket litet fukttillskott från betongunderlaget höjer trägolvens fuktfördelning över risknivån.

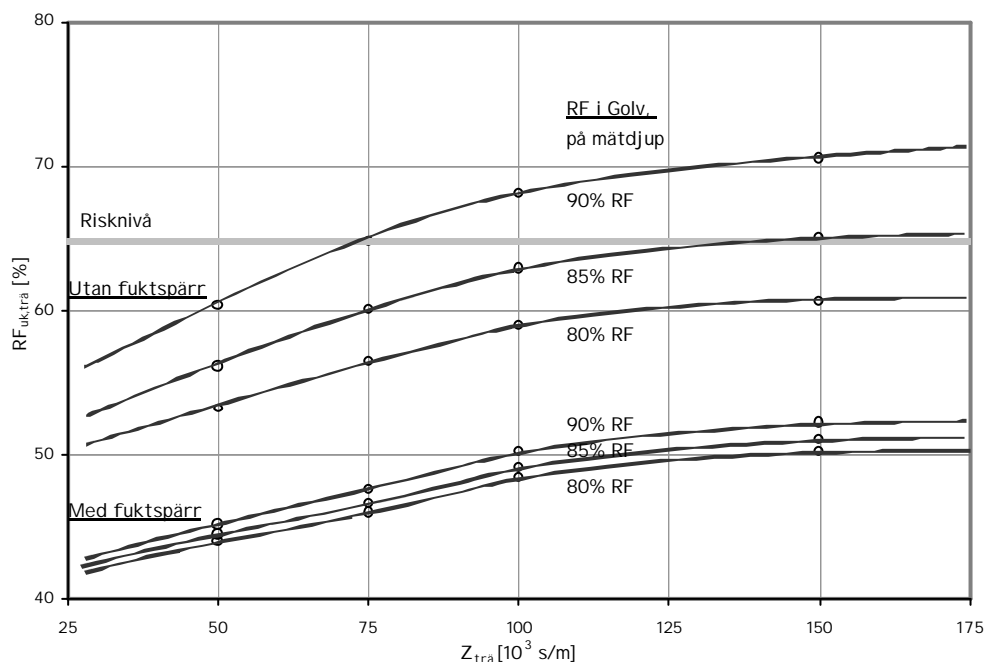
Man borde utreda närmare dels vilket inneklimat som verkligen kan förväntas och dels hur stor fuktpåverkan olika typer av trägolv verkligen tål.

## Normal husbyggnadsbetong

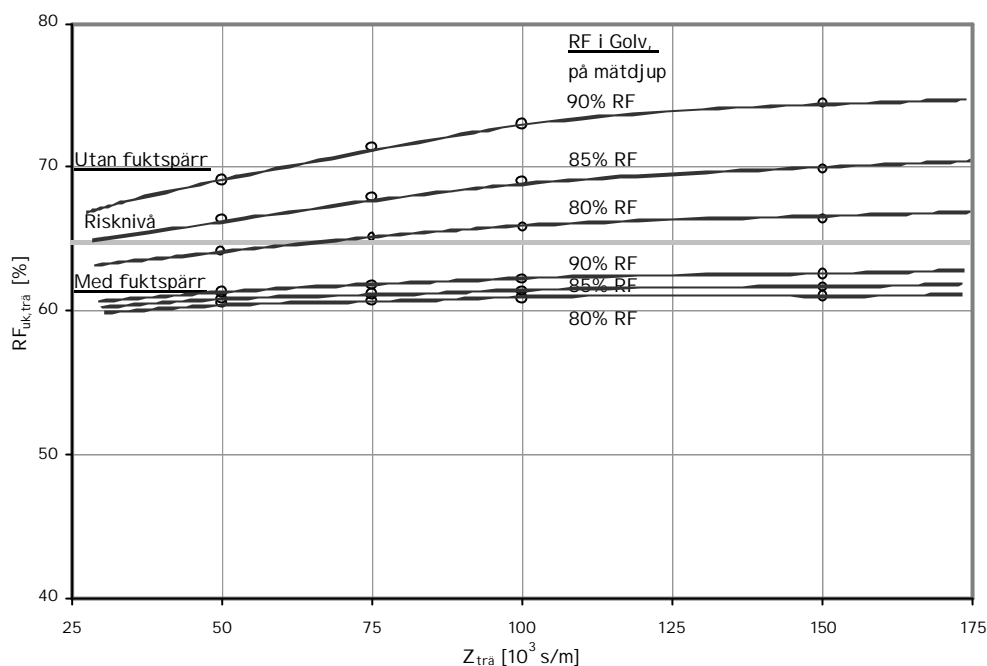
Beräkningarna visar, med de valda förutsättningarna, att risknivån överskrids utan fuktspärr om luftens RF är 40%RF och betongens RF på mätdjupet är 90% och  $Z_{trä}$  över  $75 \cdot 10^3$  s/m respektive betongens RF är 85%RF och  $Z_{trä}$  över  $125 \cdot 10^3$  s/m, se figur 7 nedan.

Om luftens RF är 60%RF överskrids risknivån om RF i betongen är över 85% eller om  $Z_{trä}$  är över  $60 \cdot 10^3$  s/m vid 80%RF i betongen, se figur 8 nedan. I praktiken kan det tolkas som att en fuktspärr behövs redan vid 80%RF i betongen om luftens RF är upp mot 60%RF för att inte risknivån skall riskeras att överskridas.

Om den valda fuktspärren används överskrids risknivån inte i något av de beräknade fallen.



Figur 7. Fuktillstånd i underkant trägolv efter 6 månaders omlagring av kvarvarande byggfukt. Rums-klimat är konstant 40%RF under omlagringen.



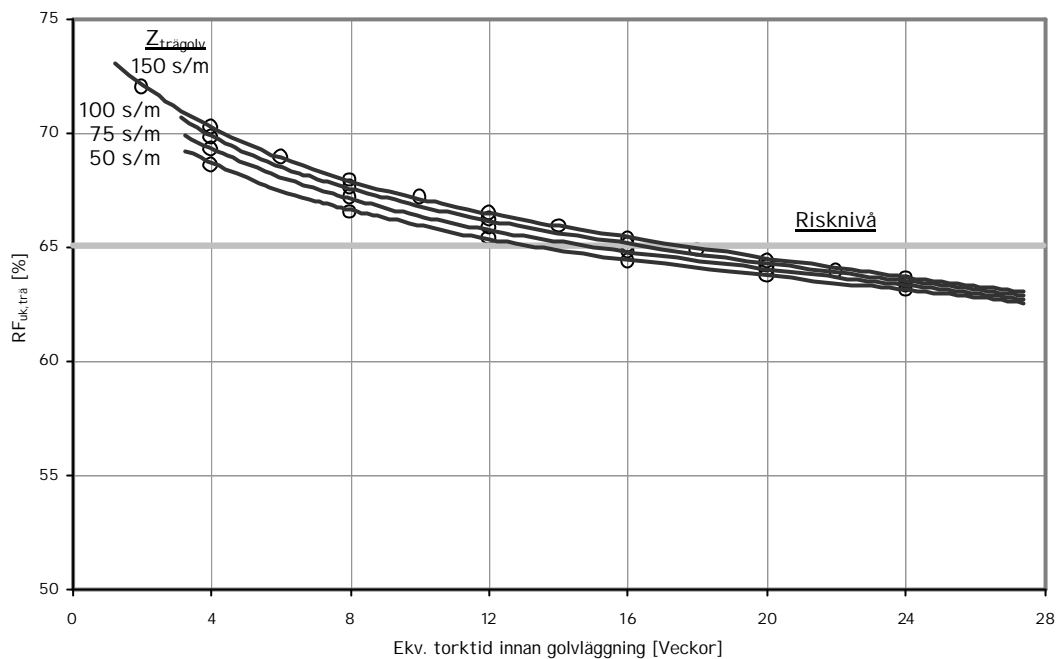
Figur 8. Fukttillstånd i underkant trägolvet efter 6 månaders omlagring av kvarvarande byggfukt. Rumsklimat är konstant 60%RF under omlagringen.

## Byggfuktfri betong

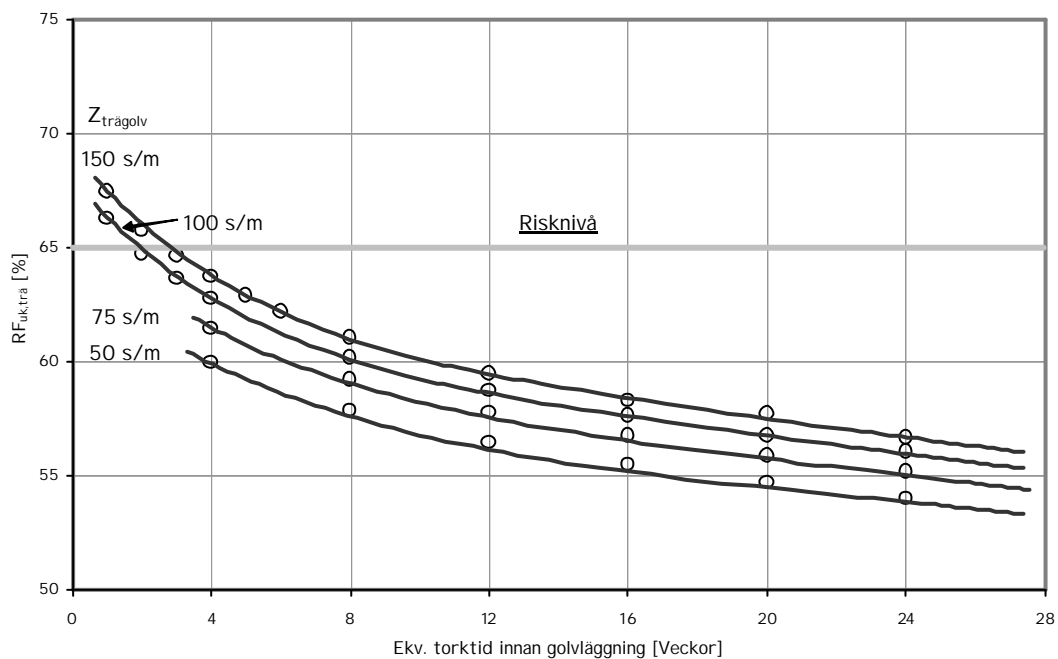
Fuktnivån som presenteras i figur 9 och 10 är medelvärde för trägolvet understa beräkningscell, denna cell är 4 mm tjock. Fuktprofilen ökar i samtliga fall i trägolvet ned mot betongen. Detta innebär att det verkliga värdet i gränsskiktet mellan trägolvet och betongen är mellan 0,5 – 2,0 %RF högre än det som redovisas i figurerna.

Beräkningarna visar, med de valda förutsättningarna, att risknivån kan överskridas då luftens RF är 60%RF om ekvivalent uttorkningstiden (vid 20°C och 40%RF) för låg-vct-betongen inte varit tillräckligt lång. Trägolvet fuktnivå är 60%RF vid limning. Diffusionsöppen golvbeläggning av trä,  $50 \cdot 10^3$  s/m, behöver omkring 13 veckors ekvivalent torktid medan diffusionstät golvbeläggning av trä,  $150 \cdot 10^3$  s/m, behöver minst 17 veckors ekvivalent torktid enligt kurvorna i figur 9.

Om luftens RF är 40%RF samt trägolvet fuktnivå också är 40%RF vid limning kan risknivån överskridas med diffusionstät golvbeläggning av trä,  $100$ - $150 \cdot 10^3$  s/m, enligt figur 10. Betongens yta behöver torka minst två till tre veckor i gott torkklimat innan limning i detta fall.



Figur 9. Fukttillstånd i underkant träggolv efter 6 månaders omlagring av kvarvarande byggfukt som funktion av ekvivalent torktid vid 20°C och 40%RF efter 1 månad membranhärdning, innan golvbeläggning. Rums klimat är konstant 60%RF under omlagringen.



Figur 10. Fukttillstånd i underkant träggolv efter 6 månaders omlagring av kvarvarande byggfukt som funktion av ekvivalent torktid vid 20°C och 40%RF efter 1 månad membranhärdning, innan golvbeläggning. Rums klimat är konstant 40%RF under omlagringen.

## Referenser

Hedberg, B. 1988. Differentiell Data Diffusion, simpla beräkningsmodeller för 2-dimensionella flöden. Institutionen för Byggnadsmaterial, Chalmers tekniska Högskola, Göteborg. Programmanual 94 sidor.

Hedenblad, G. 1996. Materialdata för fukttransportberäkningar. Byggeforskningsrådet, Stockholm. T19:1996. 55 sidor.

Mattson, E. 2001. Mätning och beräkning av uttorkningsförloppet för betongbjälklag med golvvärme. Institutionen för Byggnadsmaterial, Chalmers tekniska Högskola, Göteborg. E-01:2. 55 sidor.

Nilsson, L-O. 1988. Fukttransportegenskaper hos trä och träbaserade skivor – en byggnadsfysikalisk inventering och analys av kunskaper och kunskapsbehov. Institutionen för Byggnadsmaterial, Chalmers tekniska Högskola, Göteborg. P-88:4. 129 sidor.