

Fuktrisker på KL-trä som utsätts för yttre klimat under produktion
-fokus på mögel och uppfuktning

Erik Wiege (Polygon AK)
Johan Öberg (inbjuden av AK)
28 November 2018

En utmanande frågeställning

Hur mycket regn kan falla på KL-trä under produktion i svenskt klimat, utan ökande risk för mögel?

Innehåll

- Motiv och bakgrund till denna studie
- Hur fuktpåverkan kan och bör utvärderas
- Praktiska erfarenheter av projektering och produktion
- Resultat av studien

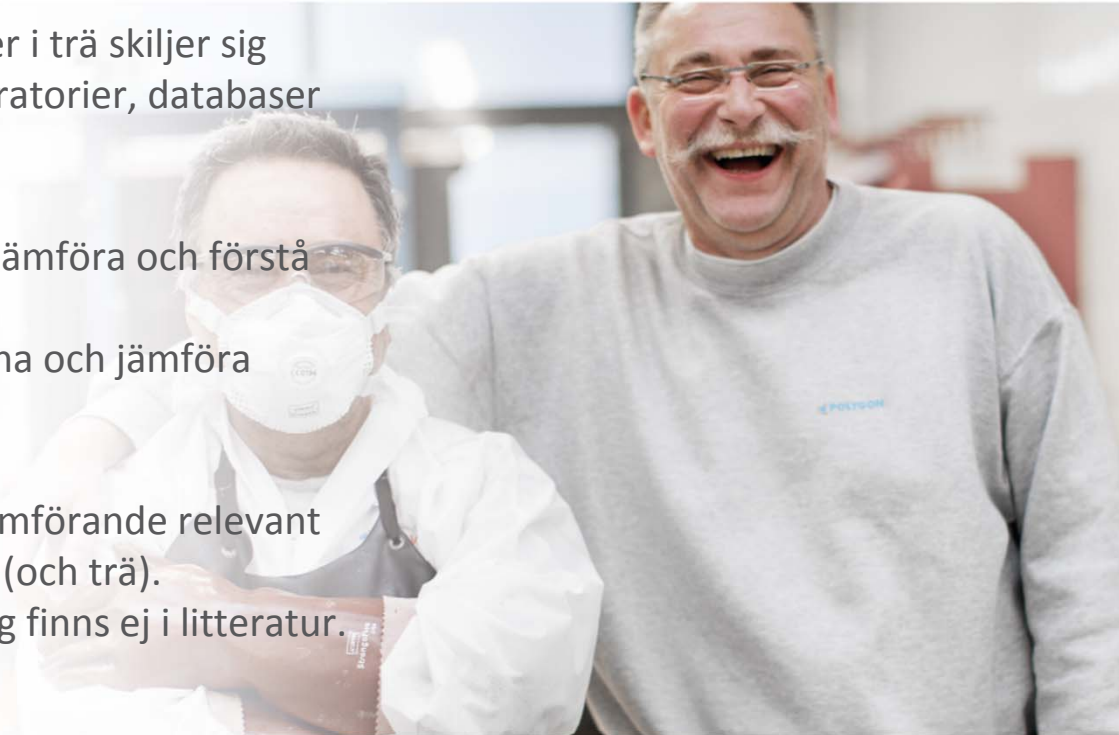
Motiv och bakgrund

- Presentationen baseras på resultaten av ett examensarbete vid KTH, genom Polygon AK.
- Vi ville undersöka hur KL-trä beter sig då det utsätts för fukt..
- Det finns många studier kring fukt och KL-trä, med stor variation i indata och metodik.
 - Det är inte klarlagt hur mycket vatten KL-trä klarar och när/om/hur det behöver skyddas.
- Genom litteraturstudier, beräkningar och simuleringar utvärderas fuktegenskaper hos KL-trä och jämförs delvis med mätningar.



Egenskaper och modeller (1)

- Många data kring fukttransporter i trä skiljer sig avsevärt mellan tillverkare, laboratorier, databaser och simuleringsverktyg.
- Det är en utmaning att ta fram, jämföra och förstå vilka fuktegenskaper som avses
 - lösningen blev att beräkna och jämföra fukttransporten.
- Resultaten blev en tabell med jämförande relevant indata för fuktberäkning i KL-trä (och trä).
 - Tidigare sammanställning finns ej i litteratur.



Egenskaper och modeller (2)

Source and notes	Theoretical framework	Density, ρ (kg/m3)	Porosity (m3/m3)	Specific heat capacity – dry (J/kgK)	Thermal conductivity y (W/mK)	Water vapour resistance factor my	Water Absorption Coefficient (kg/m2s ^{1/2})	Sorption (EMC, % @% RH)	Moisture transport coeff. (diffusivity vapor and liquid)	Capillary absorption (kg/m3)
a) Mundt Petersen et al. (2013) Ch. 9.1.	Simulation	455	0,73	1500	0,09	130				
b) Alsayegh et al. (2013)	Experiments	401			0,103	20-264 ¹⁾	0,00168	7.95@50% 11.05@70% 19.8@90% 22.35@95%	Permeance ranging from 0.3e-12 to 16 e-12 kg/sm.Pa for RH25-90%	

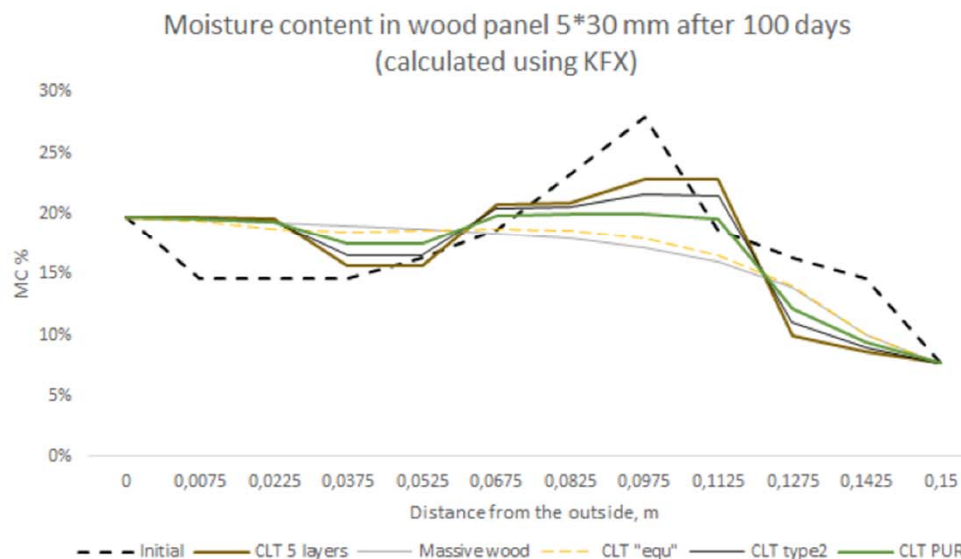
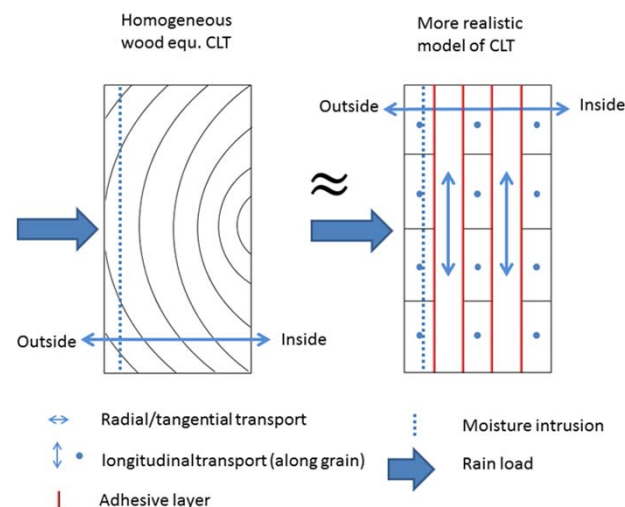
Source and notes	Theoretical framework	Density, ρ (kg/m3)	Porosity (m3/m3)	Specific heat capacity – dry (J/kgK)	Thermal conductivity y (W/mK)	Water vapour resistance factor my	Water Absorption Coefficient (kg/m2s ^{1/2})	Sorption (EMC, % @% RH)	Moisture transport coeff. (diffusivity vapor and liquid)	Capillary absorption (kg/m3)	
a) Mundt Petersen et al. (2013) Ch. 9.1.	Simulation	455	0,73	1500	0,09	130					
b) Alsayegh et al. (2013)	Experiments	401			0,103	20-264 ¹⁾	0,00168	7.95@50% 11.05@70% 19.8@90% 22.35@95%	Permeance ranging from 0.3e-12 to 16 e-12 kg/sm.Pa for RH25-90%		
								8@50%	7.59*10 ⁻¹³	12.7*10 ⁻¹³	25.2*10 ⁻¹³

- Sorptionsisotermer jämförs.
- Fukttransportkoefficienter jämförs (särskilt komplicerat i höga RF med övergång till vätsketransport).
- En jämförande tabell har tagits fram baserad på urval av ett 20-tal olika referenser.

Source and notes	Theoretical framework	Density, ρ (kg/m3)	Porosity (m3/m3)	Specific heat capacity – dry (J/kgK)	Thermal conductivity y (W/mK)	Water vapour resistance factor my	Water Absorption Coefficient (kg/m2s ^{1/2})	Sorption (EMC, % @% RH)	Moisture transport coeff. (diffusivity vapor and liquid)	Capillary absorption (kg/m3)
a) Bani et al. (2008)	Simulation	300					0.8 function of relative humidity + 0.0258			
b) Hirt et al. (2012)	Technical data		1800	0.1-0.12						
c) Gani et al. (2012)	Technical data	300-400			0.11	20-1000 ¹⁾			Refer to figure 2 in source originating from the IBC data on CLT	
d) Bani et al. (2010)	Experiments	330								
e) Wang & Ge (2010)	Experiments	336	0.73	2000	0.12	275 (max)	0.2 dry material only		Refer to fig. 6 in source based on other data e.g. the IBC data	100 (max) 0.4 (min) 100% Distribution function based on the study by IBC and Langer. Refer to fig. 6 in source
f) Srinivasan et al. (2012)	Experiments	422 (max)							Refer to table 1 in source for data on wood, plastic and polystyrene on no. 02, 04, 06	100 (max) 0.4 (min)
g) Gani et al. (2012)	Experiments								Refer to figure 2.3 in source for data on pure sorption systems. Refer to 2.7 for sorption data	
h) Srinivasan et al. (2012)	Experiments	422	0.73	1800	0.12	30				
i) VUUT et al. (2010)	Experiments	410	0.74	1200	0.0922-0.0822-0.0722-0.0622-0.0522-0.0422-0.0322-0.0222-0.0122	1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000	0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168	Defined in table 2.1 in source	A general equation for secondary transport defined for moisture content. Based on secondary diffusion and moisture content. The term is an approximation.	275 (max) 0.4 (min)
j) VUUT et al. (2010)	Experiments	422	0.7	1800	0.11-0.12-0.13-0.14-0.15-0.16-0.17-0.18-0.19-0.20	1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000-1000	0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168-0.00168	Defined in table 2.1 in source	A general equation for secondary transport defined for moisture content. Based on secondary diffusion and moisture content. The term is an approximation.	275 (max) 0.4 (min)

Egenskaper och modeller (3)

- Jämförelse av massivt trä, skiktat trä och indata med varandra och andra studier, genom simulering
- Simulering med WUFI(™) och KFX (1-dim!)
- Vår modell består av 5 eller 7 lager trä.
- Klimat enligt GBG, LUN, BER, KRA, vår/höst.
- Med/utan regn, med/utan ventilerat väderskydd.



Egenskaper och modeller (4)

- **De flesta tillgängliga simuleringsmodeller av KL-trä utgör endast ett modifierat homogent material.**
 - Studien av KL-trä med flera lager är relevant främst för uttorkningsförlopp och fördelning av fuktprofilen, då limmet kan fungera som en “fuktbroms”.
- **Väderskydd ingår sällan i simulering och beräkning.**
 - Studien utvärderar dels modifiering av ytors egenskaper och orientering respektive ett separat, ventilerat, “väderskydd”.

Praktiska erfarenheter



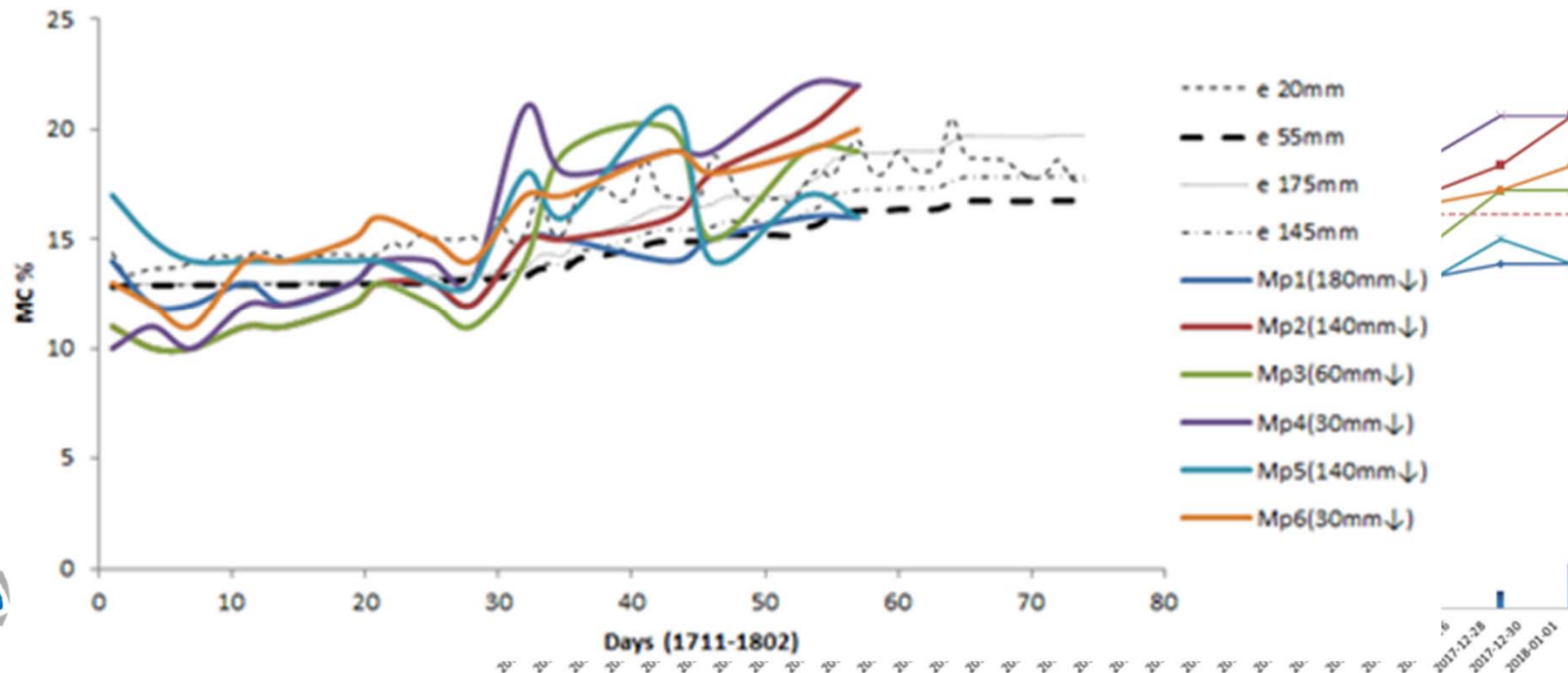
Always By Your Side.

Praktiska erfarenheter (1)

- “Kanthypotesen”
- Mätning under ett par månader på KL-trä utomhus i Göteborg
 - Mätning jämförs med en enkel simuleringsmodell med vatteninträngning

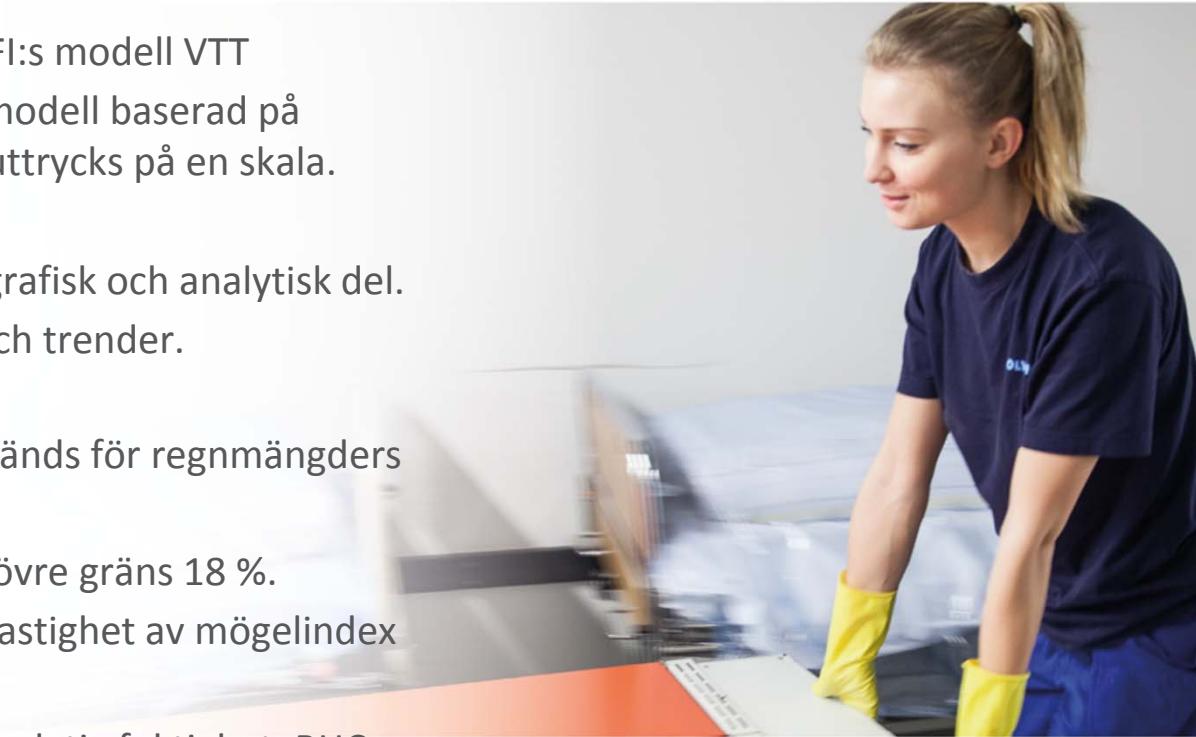


Floor# 4 measurements compared to simulation



Resultat och slutsatser

- Mögel utvärderas med WUFI:s modell VTT
 - Vanligt förekommande modell baserad på laboratorieförsök. Risk uttrycks på en skala.
- Eget hjälpmedel (MIRHT) - grafisk och analytisk del.
 - Platser, regn, perioder och trender.
- En uppsättning kriterier används för regnmängders betydelse:
 - Fuktkvot; genomsnittlig övre gräns 18 %.
 - Mögelindex och tillväxthastighet av mögelindex (relativt studerade fall).
 - Överskridande av kritisk relativ fuktighet, RHC.

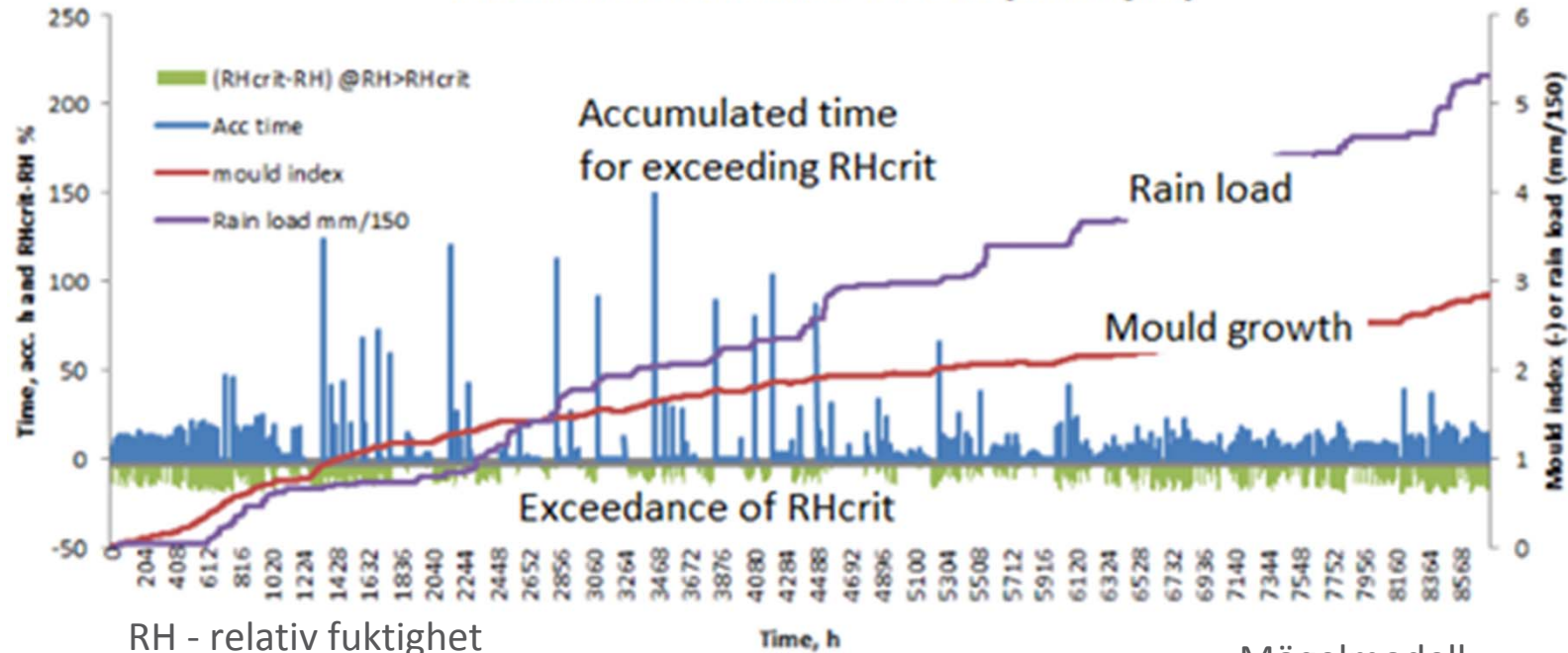


Always By Your Side.

Utvärdering - mögel

MIRHT

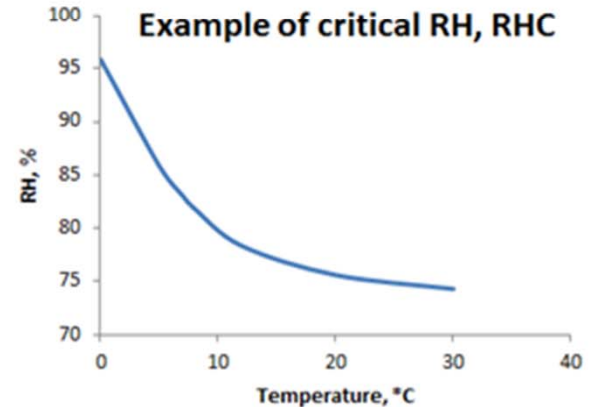
Mould index and RH > RHcrit (example)



RH - relativ fuktighet
 RHC - kritisk RH

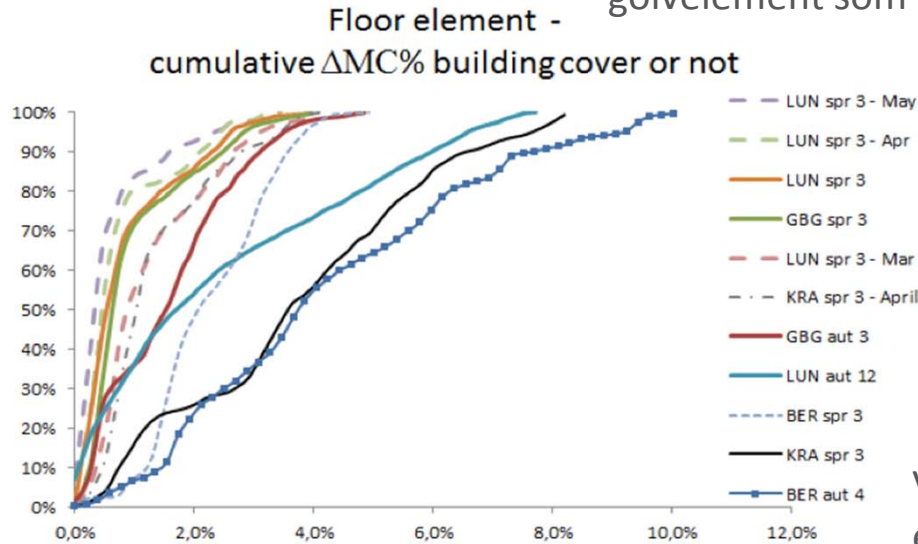
Mögelmodell

Example of critical RH, RHC

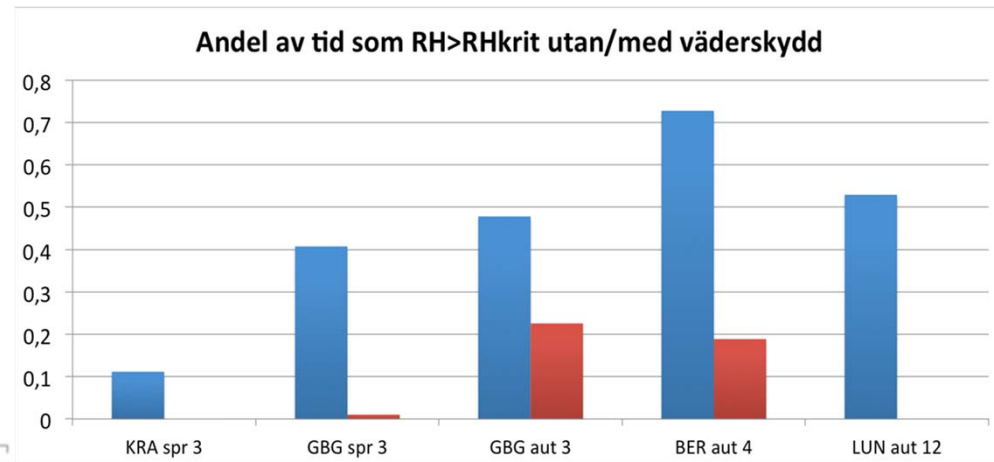
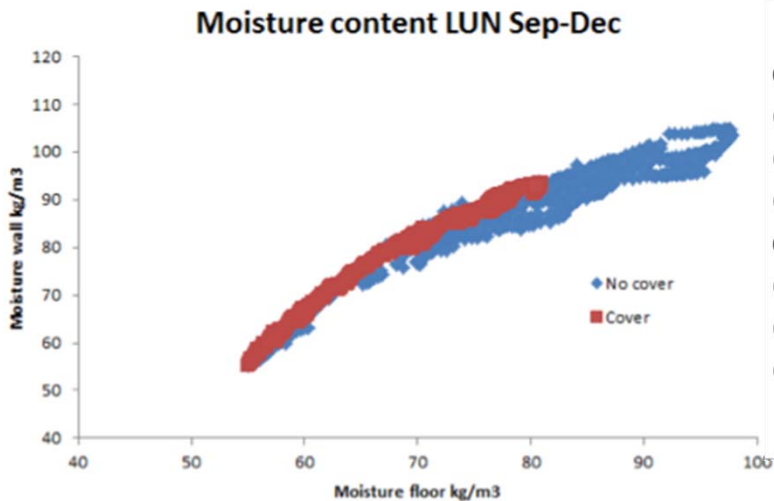


Utvärdering - fukt med/utan väderskydd (urval)

Väderskyddets påverkan (differensfuktkvot %) på ett golvelement som utsätts för yttre klimat



Väderskyddets påverkan (fukthalt kg/m³) på ett KL-element som utsätts för yttre klimat



Checklista fuktsäkerhet

- Beställ KL-trä med låg målfuktkvot (12%)
 - Ytbehandla utsatta element, tejpa ev skarvar.
 - Planera för vattenavledning av ytor (sluttning, dränering)
 - "Fönsterboxar" av plywood som skyddar ändträ/genomföring
 - Planera för korta byggtider
 - Förmonterade fuktskydd/plast på ytor
 - Begränsa öppna hål, trapphus och övergångar till olika material med skarvar.
 - Kontrollerat klimat så fort som möjligt.
-
- Mer om fuktsäkerhet, se rapport s. 7.5
<http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1222631&dswid=-3910>

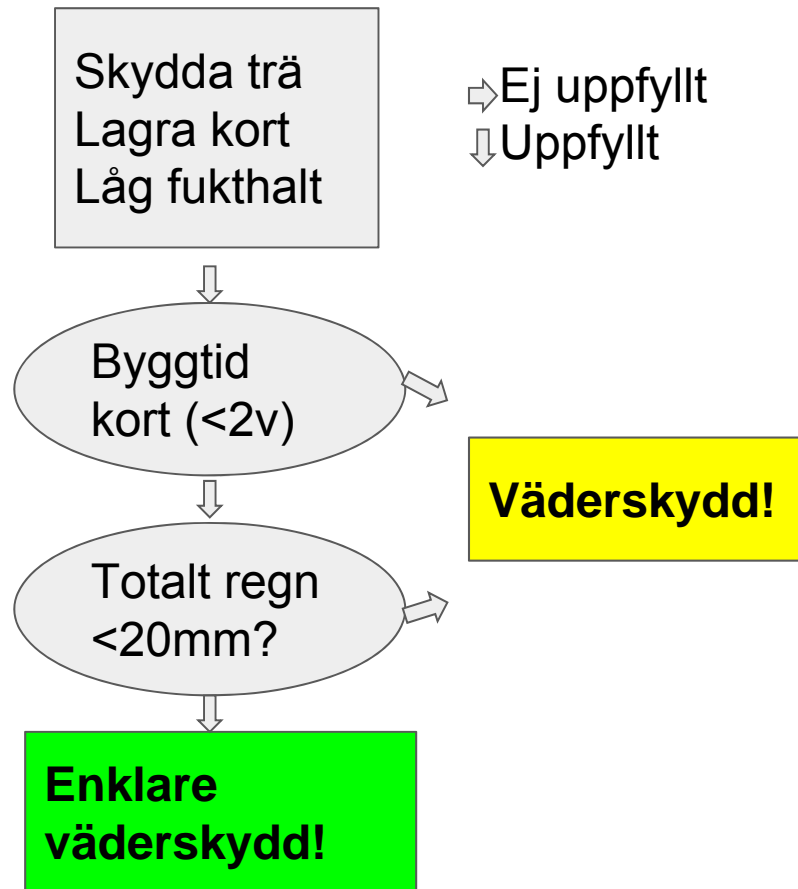
Några slutsatser...

- Beakta olika lager i KL-trä.
- Mögelrisk störst i Bergen sedan Lund, Göteborg och sist Kiruna
- Höst värre än vår för mögeltillväxt och regnmängderna styr fuktkvoten!
- En våt yta på sommaren kan vara värre än på hösten! (fuktflöde inåt)
- Inget undersökt fall med väderskydd ger relevant mögelrisk!

Vad vill vi förmedla?

- **Korta** byggtider (möjlighet att bygga snabbt finns!).
- Det är mycket **osäkert** att bygga utan skydd, oavsett plats och kraven på efterföljande torkning ökar.
- Stor **fuktlagring** är möjlig i trä, men KL-trä blir snabbt blöt och torkar långsamt. Limmet har betydelse!
- **Mögel bör inte tillåtas uppkomma och höga fuktinnehåll alltid undvikas.**

Rekommenderad fuktsäkerhetsstrategi



Överväg alltid väderskydd:

- RF > 75%
- totalt regn > 30-40 mm (oavsett byggtid)
- på hösten

Divider slide