

Preventy mold growth on building

Kritiska fuktillstånd kopplat till mögelmodeller

Lars Wadsö, Byggnadsmaterial LTH

Methods: Visual/microscopy grading: Vittaneri, Jansson

Problem: Varying climate, especially drying periods

Tackled this new: Isothermal calorimetry = mea. of process rate

fungel respiration

Preventy mold growth on building

Mögel

Methods: Visual/microscopy grading

Problem: Varying climate, especially drying periods

Tackled this new: Isothermal calorimetry = mea. of process rate

fungel respiration

Mold is a serious problem in the construction sector – and the mold is in most cases growing on wood or wood based materials.

MÖGELSANERING KRÄVER FACKKUNSK

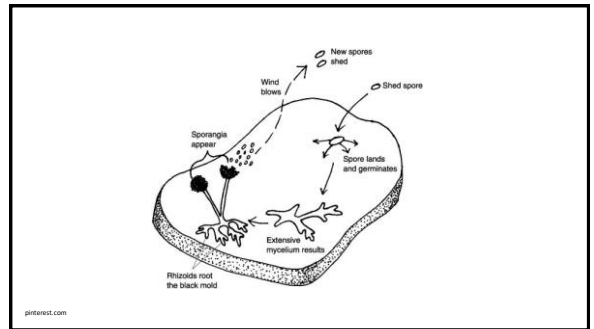
Fuktakador – Ge inte husmöglet en chans!

Mögel

Det krävs professionell kunskap och erfarenhet inom arkitektur och skadestämning för att få sevara möglet på rätt sätt. Vi...

Läs mer

Uppgrävning, Målfärdande, Strömslag



Vi vill inte ha mögel i våra byggnader

Missfärgning

Lukt

Hälsoeffekter

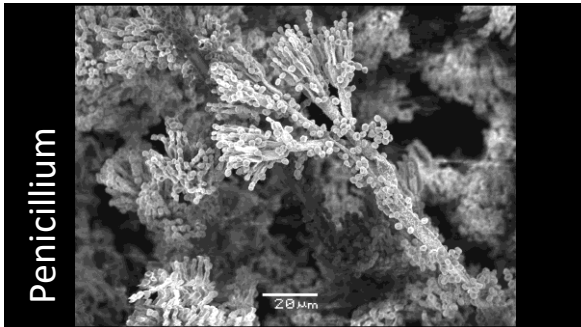
Vanliga typer (släkten) av mögel

Cladosporium

Aspergillus

Penicillium

Sachybotrus



- Vad kan vi göra för att minska mögelproblemen?

- Håll byggnader torra (under 75 eller 80% RF).

- Hur?

- För nya byggnader: designa dem med moderna simuleringsverktyg: byggnadsfysikprogram och mögelmodeller

Vad krävs för att det skall växa mögel?

1. Tillräckligt hög fuktighet

Vad påverkar hur snabbt det växer?

1. Temperatur
2. Näring
3. Ytstruktur

Vad spelar i stort sett ingen roll?

1. Sporer/hyfer (finns alltid)
2. Syre (finns överallt i byggnader)

Preventing mold growth on building components (Wardle) (Jansson)

Microfungi

Mögelmodeller

grading: Vittanen, Johnston

problem: Varying climate, especially drying periods

Researching new: Isothermal calorimetry = mea. of process rate

precursor media growth from (T, RH, material) IS complex.

fungel respiration

Vad är mögelmodeller?

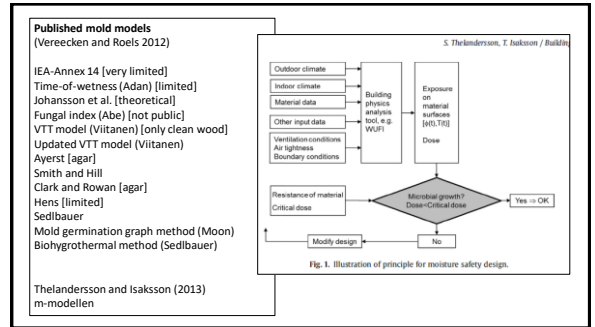
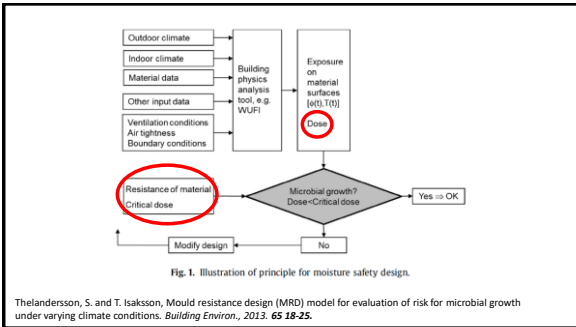
Simuleringsverktyg som med mikroklimat och materialegenskaper som indata kan förutsäga om/när det kommer att mögla på en yta.

Vad är mögelmodeller?

Simuleringsverktyg som med mikroklimat och materialegenskaper som indata kan förutsäga om/när det kommer att mögla på en yta.

```

    graph LR
      A[Klimatdata] --> B[Mikroklimat-simulering (WUFI, Delphine)]
      C[Byggnadsdata] --> B
      B --> D[Mikroklimat: temperatur, relativ fuktighet]
      E[Mätning av mikroklimat] --> D
      D --> F[Mögelmodell]
      G[Mätning/bestämning] --> H[Material-egenskap]
      H --> F
      F --> I[Ja]
      F --> J[Nej]
  
```



VTT-modell (Viitanen)

Empirisk korrelation mellan exponering och mögelpåväxt i lab.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{1}{7 \cdot \exp(-0.68 \ln T - 13.9 \ln RH + 0.14W - 0.33SQ + 66.02)} k_1 k_2$$

M mögelindex
 k_1, k_2 materialparametrar
 T temperatur
 RH relativ fuktighet
 W träslag (0=furu, 1=gran)
 SQ ytkvalitet (0=sågad, 1=torkad)

Hukka, A. and H. Viitanen, A mathematical model of mould growth on a wooden material. *Wood Sci. Technol.*, 1999. **33** 475-485.

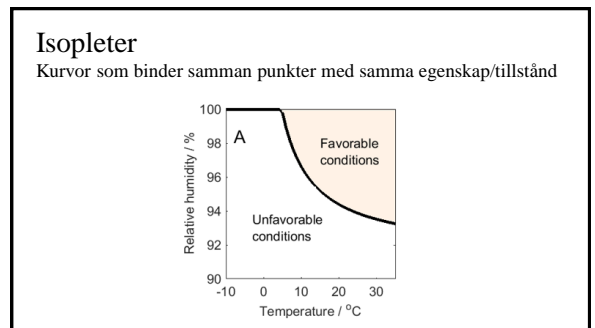
Viitanens mögelindex M

- 0 no growth
- 1 some growth detected only with microscopy
- 2 moderate growth detected with microscopy (coverage more than 10%)
- 3 some growth detected visually
- 4 visually detected coverage more than 10%
- 5 visually detected coverage more than 50%
- 6 visually detected coverage 100%

State-of-the-art: Hur kvantifierar vi "mögel"?

0	1	2	3	4
				Mögel!

Johansson (2014) Determination of the Critical Moisture Level for Mould Growth on Building Materials, PhD-thesis, Building Physics, Lund University, Sweden



Biohygrothermal model (IBP, Sedlbauer, WUFI)

Teoretisk modell baserad på isopleter för olika materialgrupper.

Sporgroning (dagar)

Mycelietillväxt (mm/d)

	Substrate group		
	0: Optimum culture medium	I: Biologically recyclable building materials	II: Biologically adverse recyclable building materials
Spor germination			
Mycelial growth			

MRD (Thelandersson och Isaksson LTH)

Modell baserad på mätningar under konstant och varierande klimat.

Johanssons metod

Fig. 4. Model response vs. test response for cyclic temperature with steady change between 22 and 5 °C and with constant relative humidity 90% (Test 5 in Table 3).

m-modellen (Skanska, SBUF-projekt 12894 Utveckling och validering av modell för att prediktera mögelväxt i byggnader slutdatum 31 dec 2017)

Modell baserad på Viitanens resultat och Skanskas mätningar.

- Fältmätningar på sex olika material under 2.5 år på 12 platser.
- Klimatkammarmätningar på RISE
- Kalorimetermätningar på LTH
- Analys och utveckling av m-modellen
- Implementering som allmänt tillgängligt simuleringsverktyg (på gång)

Byggnadsmaterial LTH (Lars Wadsö, Yujing Li, Sanne Johansson)
 RISE (Pernilla Johansson)
 Byggnadsfysik LTH (Jesper Arfvidsson)

m-modellen (Skanska, SBUF-projekt 12894 Utveckling och validering av modell för att prediktera mögelväxt i byggnader slutdatum 31 dec 2017)

Modell baserad på Viitanens resultat och Skanskas mätningar.

m-modellen arbetar samtidigt med sex olika tidsskalor så att den både kan hantera mögelväxt orsakad av korta händelser med hög RF och långa perioder av lägre RF.

Teoretiskt exempel: 20 °C och en RF som växlar mellan 70 och 95%

Ogynnsamma perioder (A)

Gynnsamma perioder (B)

m (mögelindex) (C)

Figure 2. Results when temperature is constant at 20 °C and the RH fluctuates between 70 and 95%. Only the results that change appreciably from zero are labeled.

Teoretiskt exempel med korta och långa tidsskalor

Den mest kritiska faktorn: hur hantera torra perioder?

m-modellen: minskning/nollställning vid längre torra perioder

Ursprungligen minskning i två steg baserat på resultat från Viitanen.

Just nu: endast nollställning efter tre veckor eftersom det ger i stort sett samma resultat som den mer komplicerade tidigare modellen.

RF växlar mellan 70% och ökande nivåer (80, 84, 90, 95%)

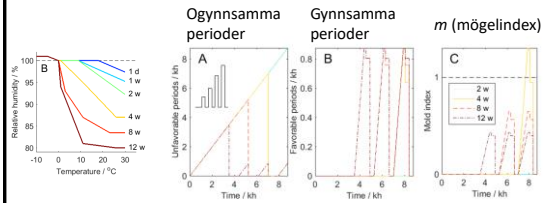
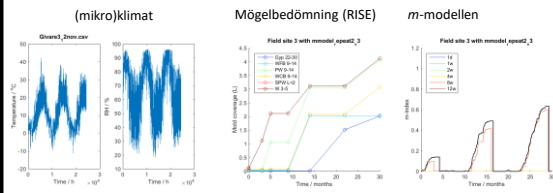
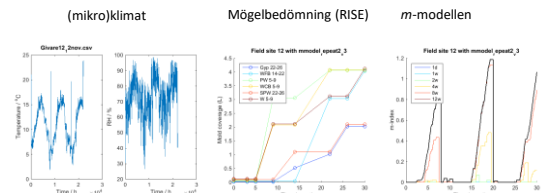


Figure 3. Results when temperature is constant at 20 °C and the RH fluctuates between 70 and 80, 84, 90 and 95% (see insert in A). Legends for the four highest time scales is given in C.

Fältmätningar under 2.5 år: testplats 3



Fältmätningar under 2.5 år: testplats 12



Materials mögelbenägenhet ('mold susceptibility')

Ett av projektets huvudmål var att bestämma materialens kritiska *m*-värden, dvs de *m*-värden vid vilket de börjar mögla. Detta mål har inte kunnat uppfyllas.

Materialen börjar mögla i samma ordning på alla test-platser, men de gör det vid olika *m*-värden på olika testplatser.

Slutsats: *m*-modellen beskriver inte detta tillräckligt bra eller projektets upplägg klarar inte av att bestämma detta.

Preventing mold growth on building components (Wadzi & Jansson)

microfungi: **Varför är det svårt att göra mögelmodeller?**

Problem: Varying climate especially drying periods

growth from (T, RH, moisture) is complex.

Something new: rather than calorimetry = mean of process rate

fungus respiration

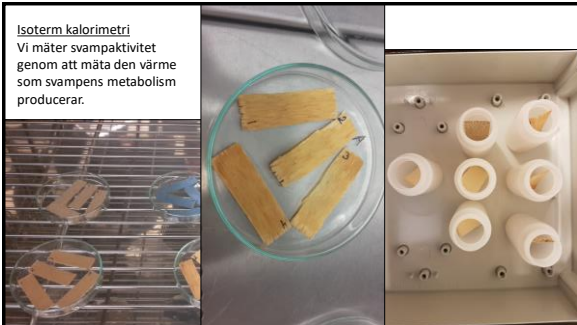
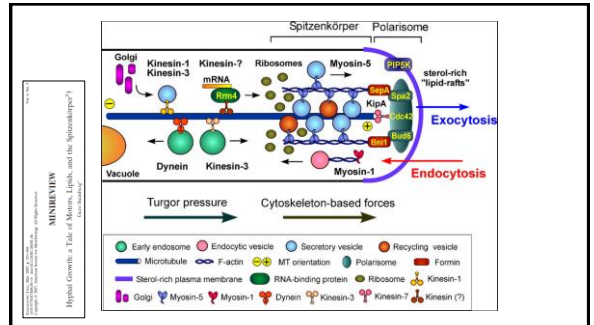
Huvudproblemet är att det är svårt att förutse hur mögel reagerar på varierande mikroklimat, framförallt hur de reagerar på torra perioder.

De flesta tester är gjorda på konstanta klimat.

Vissa tester är gjorda på varierande klimat, typiskt klimat som byter mellan två nivåer som 80 och 90% RH, men det finns oändliga möjligheter för klimatet att variera.

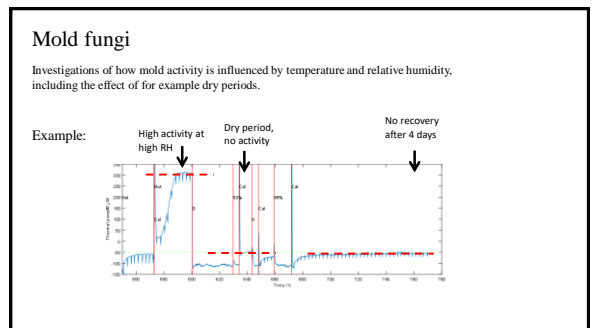
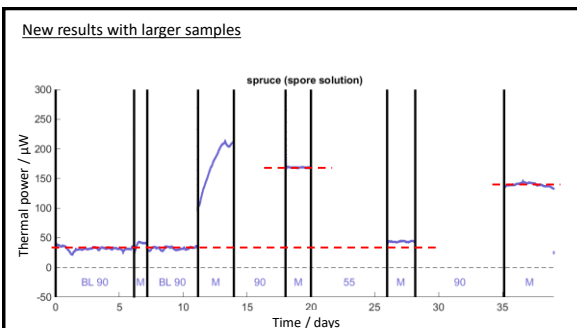
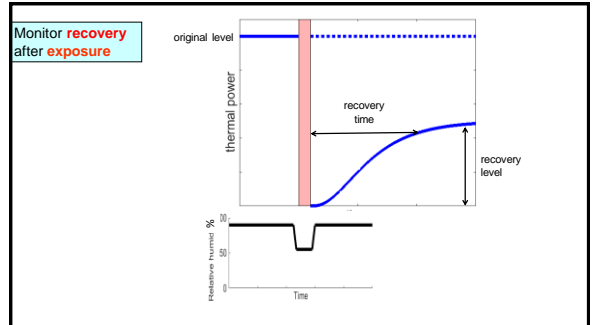
Vi vet idag inte så mycket om hur mögel klarar torra perioder. Vi vet t ex inte vilka delar av mycelet som återväxer efter en torrperiod (eller när det istället är nya sporer som gror).

LÖSNING: modeller baserade på mögel-fysiologi

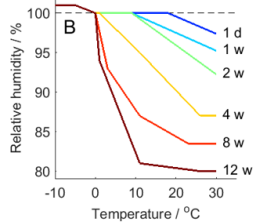


Isoterm kalorimetri

Vi mäter svampaktivitet genom att mäta den värme som svampens metabolism producerar.



Modellerna (och kanske verkligheten) kan vara mycket känsliga för små skillnader i mikroklimat



Det är inte triviale att mäta RF under långa tider så noga som vi skulle behöva göra för att få bra indata till våra mögelmodeller.

Troligtvis är många publicerade RF-mätningar (även i lab) osäkra (kanske $\pm 5\%$ RF).

”Samma material” kan uppträda på olika sätt

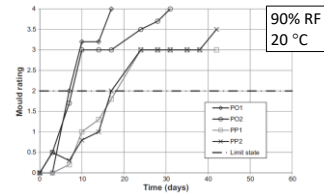


Fig. 12. Results from tests of mould development for different types of pine specimens, see also Table 2.

The landersson, S. and T. Isaksson, Mould resistance design (MRD) model for evaluation of risk for microbial growth under varying climate conditions. Building Environ., 2013. 65:18-25.

LÖSNING: enkla tester av mögelbenägenhet

Hur bedömer vi om vi har mögel eller ej?

Även skalor som är så lika som Viitanens 0-6 och Johanssons 0-4 är inte jämförbara eftersom de bygger på olika sätt att bestämma hur mycket mögel det är på en yta.

Vissa mögel är färglösa under lång tid, dvs de kan växa på en yta utan att vi kan se det med blotta ögat.

Inga av de bedömningsmetoder som vi använder har att göra med hur farlig svampen är (hälsoeffekter), ett område som vi inte vet så mycket om.

De bedömningsmetoder som används idag:

- kräver att man tar ut ett prov från sin exponeringsplats för att kunna göra mögelbedömningen; dvs vi stör troligtvis svampen genom att göra mätningen.
- Är mycket arbetskrävande.

På grund av ovanstående är det svårt att korrelera mögelbedömningar till mikroklimat.

LÖSNING: nya kontinuerliga+oförstörande metoder att kvantifiera ytmögel

Preventing mold growth on building components (Wadri) (Jansson)

microfungi

Vad kan man ha dagens mögelmodeller till?

Method

Problem: Varying climate, especially drying periods

growth from (T, RH, material) IS complex.

Something new: Isothermal calorimetry = mea. of process rate

IL

respiration? fungal respiration

Vad kan man ha dagens mögelmodeller till?

1. Man kan ha dem för att öka sin förståelse för vilka klimatscenarier som ger mögeltillväxt.
2. Man kan ha dem till att jämföra olika designfall, så att man kan välja det som har minst "risk för mögel".
3. Man kan använda dem för att bedöma om man kommer att få mögel i enkla fall (klart "fuktiga" och klart "torra").

Man kan inte använda dem för att men någon större säkerhet bedöma om man i framtiden kommer att få mögel i konstruktioner som inte är klart "fuktiga" eller klart "torra".

Preventing mold growth on building components (Wadri) (Jansson)

microfungi

f(T, RH)

Method

Problem

Something new: Isothermal calorimetry = mea. of process rate

IL

respiration? fungal respiration

SBUF-projektet slutrapporteras under början av 2018

m-modellen kommer snart att finnas som en plug-in i WUFI och som en fri post-processor