

Prevents mold growth on buildings

microfungi

## Kritiska fukttillstånd kopplat till mögelmodeller

Lars Wadsö, Byggnadsmaterial LTH

Methods: visual / microscope grading: Viitanen, Johnston

Problem: varying climate, especially drying periods

Test something new: isothermal calorimetry = mea. of process rate

recovers

recovers?

fungus respiration

predict mold growth from  $(T, RH, material)$  is complex.

Fuktcentrum Stockholm 24 april 2018

Prevents mold growth on buildings

microfungi

# Mögel

Methods: grad

Problem: varying climate, especially drying periods

Test something new: isothermal calorimetry = mea. of process rate

recovers

recovers?

fungus respiration

predict mold growth from  $(T, RH, material)$  is complex.

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

**Fuktskador – Ge inte husmöglet en chans!**



**MÖGELSANERING KRÄVER FACKKUNSKAP**



...lika sätt och Relita är experter på att finna möglet och dess uppkomst.

...änker att man har mögel i fastighet eller grund, ska man...

**Mögel**

Det krävs professionell kunskap och erfarenhet inom avfuktning och skadesanering för att kunna sanera mögel på rätt sätt. Vi ä...

Läs mer

Mögelanering

Meddelande

Företag

**SUSTEND**

**Svartmögel – en fiende som inte bör underskattas**

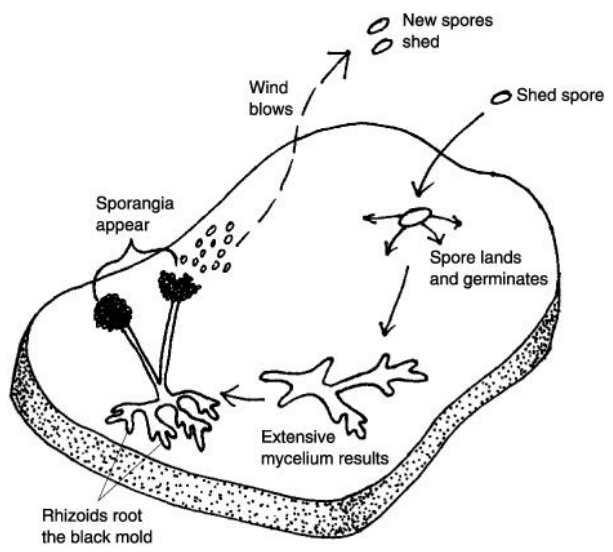
Svartmögel är en av de mest farliga svamparna som kan växa i våra bostäder. Den är mycket svår att avlägsna och kan orsaka allvariga hälsoproblem. För att undvika svartmögel är det viktigt att hålla en god luftfuktighet i bostaden och att snabbt åtgärda eventuella fuktproblem. Svartmögel växer ofta i skymrade och fuktiga miljöer, som i badrum, kök och i källare. Om du misstänker att du har svartmögel i din bostad, bör du kontakta en professionell svampsaneringsfirma för att få hjälp att identifiera och avlägsna möglet.

1) Svartmögel bildar sporsporer, gifter i gasform, som sprids via luften och kan leda till allergier och hälsobesvär, och i vissa fall även orsaka cancer.

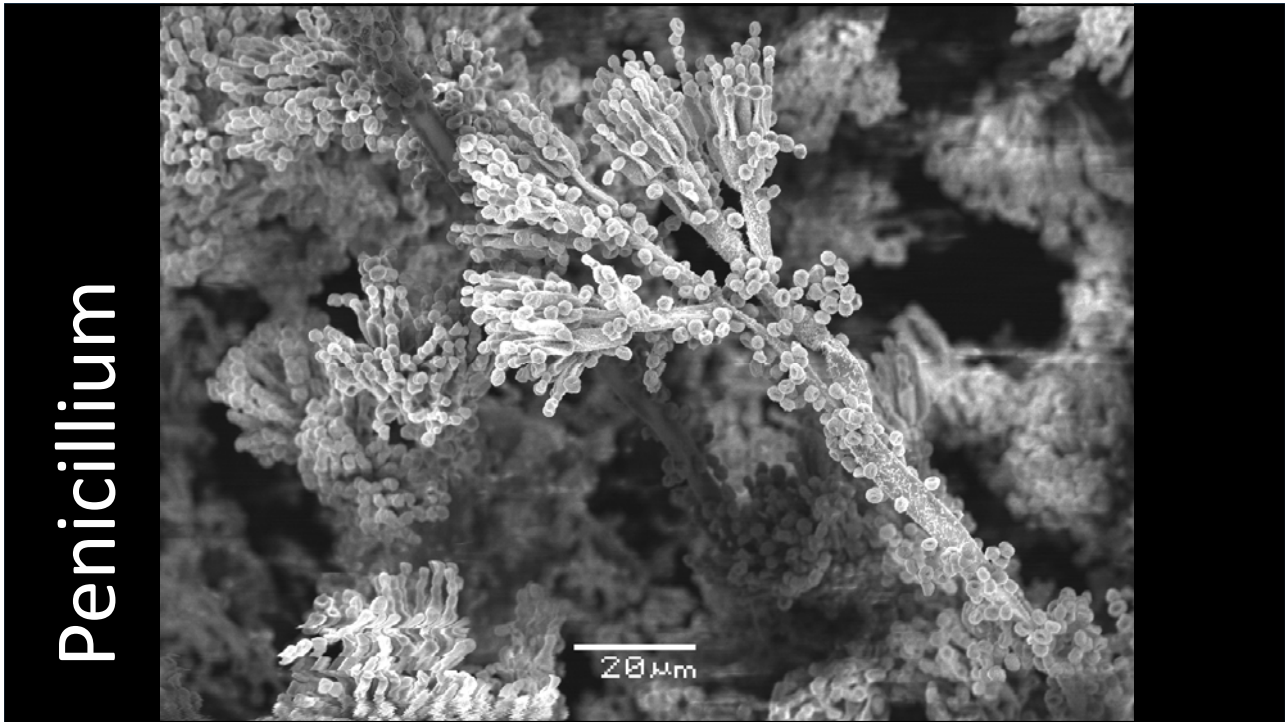
Hälsoproblem som kan orsakas av svartmögel: Allergier, astma, hudirritation, huvudvärk, trötthet, minnesförlust, depression, sömnlöshet, och i vissa fall även cancer.

**Är svartmögel skadligt?**

Hälsoproblem som kan orsakas av svartmögel: Allergier, astma, hudirritation, huvudvärk, trötthet, minnesförlust, depression, sömnlöshet, och i vissa fall även cancer.



pinterest.com



Vi vill inte ha mögel i våra byggnader

Missfärgning

Lukt

Hälsoeffekter





## Vanliga typer (släkten) av mögel

*Cladosporium*

*Aspergillus*

*Penicillium*

*Stachybotrus*



### 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)

- Vad kan vi göra för att minska mögelproblemen?

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



- Hur?

- En möjlighet för nya byggnader: designa dem med moderna simulerings-verktyg (byggnadsfysikprogram och mögelmodeller)

Prevents mold growth on building components Wadsö & Johnston

microfungi

Met

# Mögelmodeller

grading: Viitanen, Johnston

Problem: varying climate, especially drying periods

prevents mold growth from (T, RH, materials) B Complex.

Test something new: isothermal calorimetry = meas. of process rate

recovers

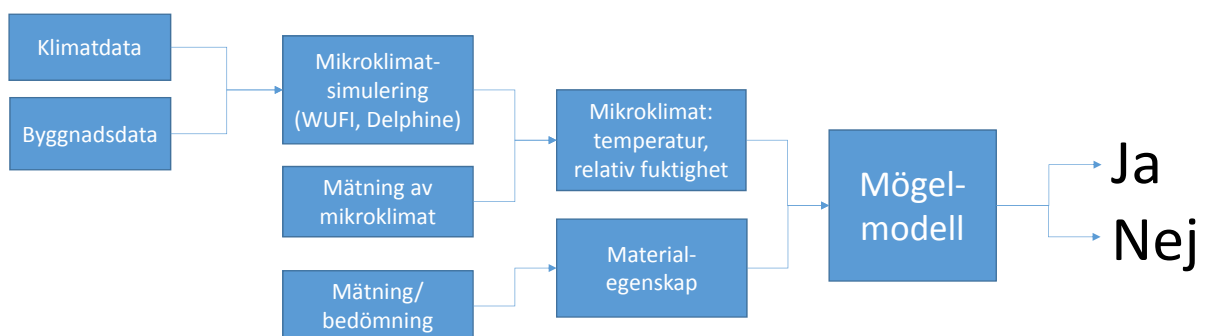
recovers?

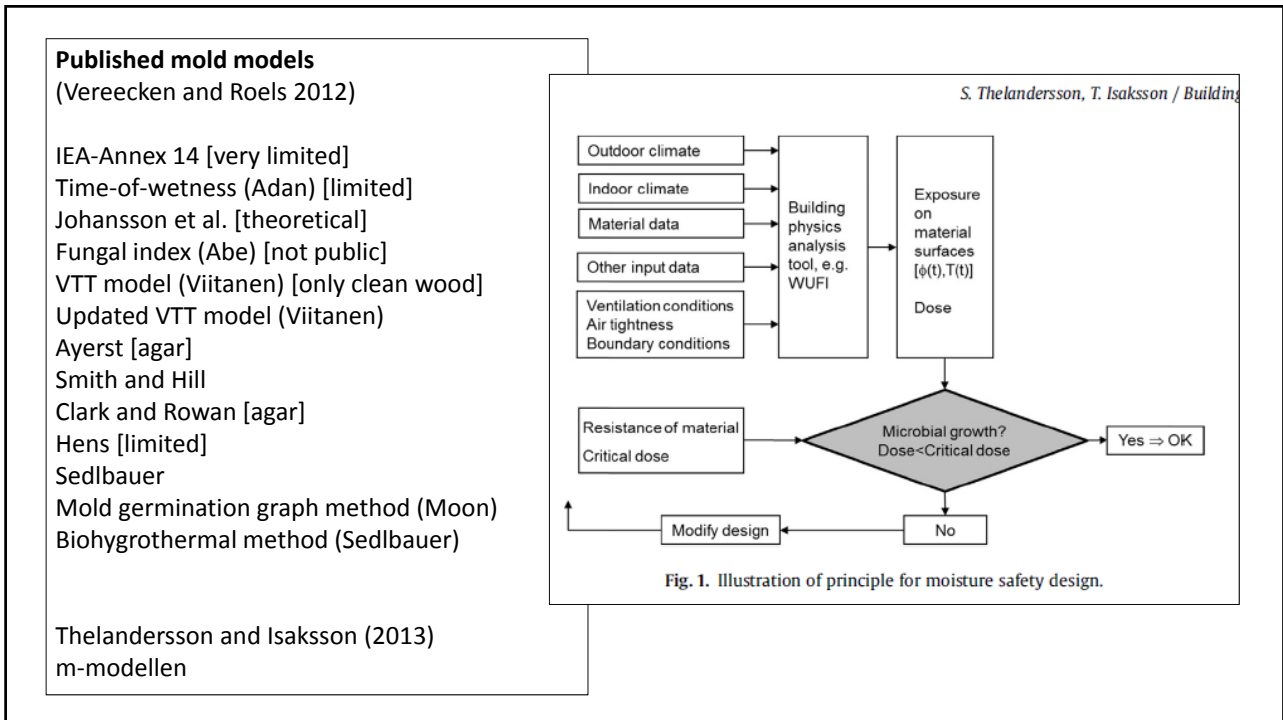
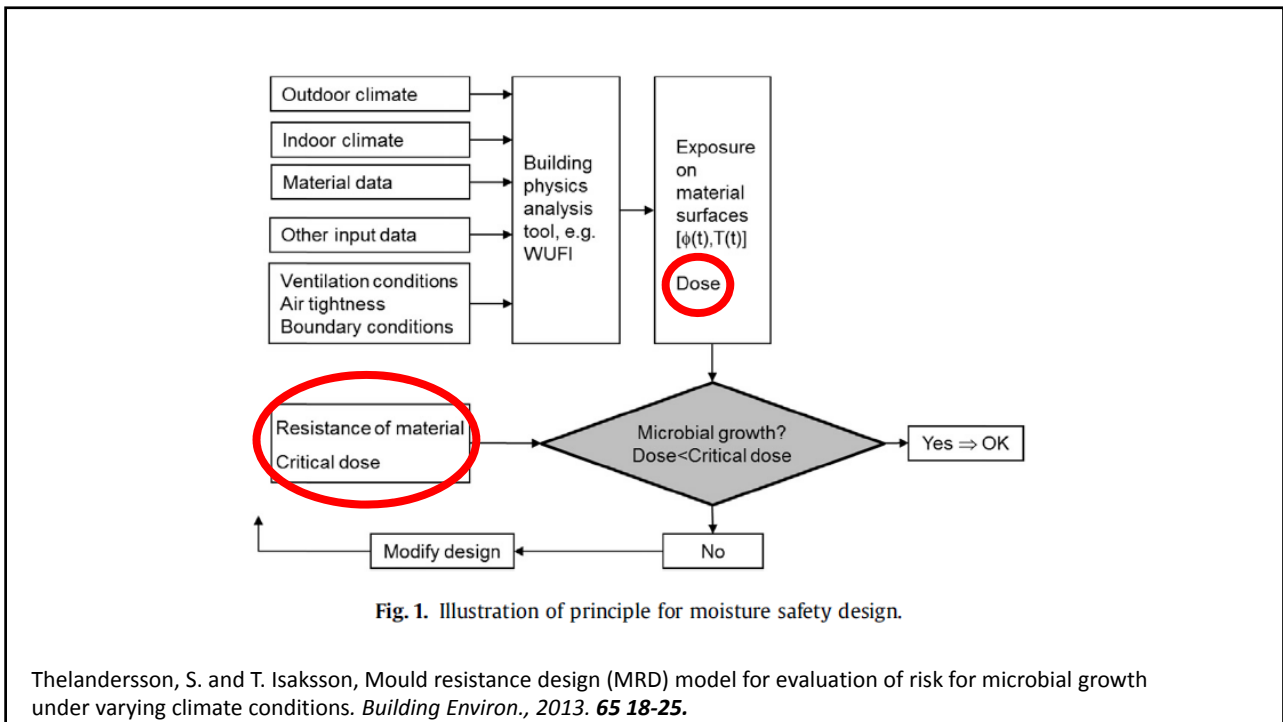
fungus respiration

## 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?





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: How do we quantify "mold"?

**Table 4**  
Rating scale for the assessment of mould. The analysis is performed in microscope at 40x magnification. The growth may not be visible to the naked eye. The illustrations are intended to give an idea of how each rating might look like.

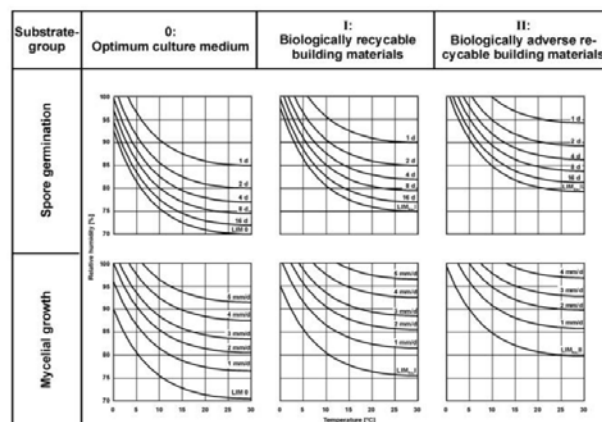
Rating	Description of extent of growth
0	No mould growth.
1	Initial growth, one or a few hyphae and no conidiophores.
2	Sparse but clearly established growth; often conidiophores are beginning to develop.
3	Patchy, heavy growth with many well-developed conidiophores.
4	Heavy growth over more or less the entire surface.

Mold!

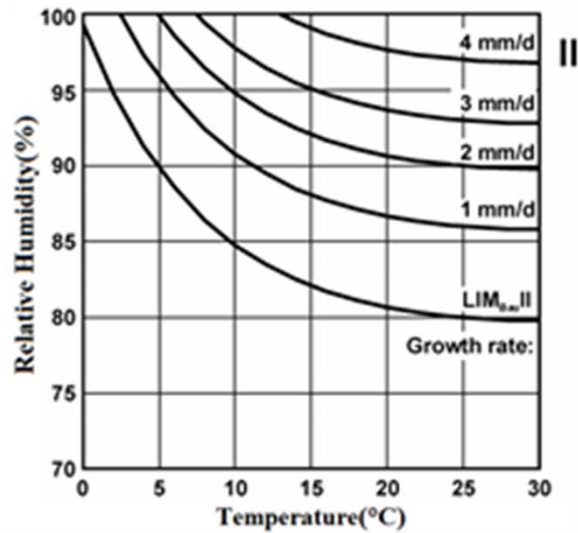
Johansson (2014) Determination of the Critical Moisture Level for Mould Growth on Building Materials, PhD-thesis, Building Physics, Lund University, Sweden

Biohygrothermal model (IBP, Sedlbauer)

Teoretisk modell baserad på isopleter för olika materialgrupper.



Isopleter = kurvor som binder samman punkter med samma egenskap/tillstånd (i detta fall hastigheten hos mögeltillväxt)

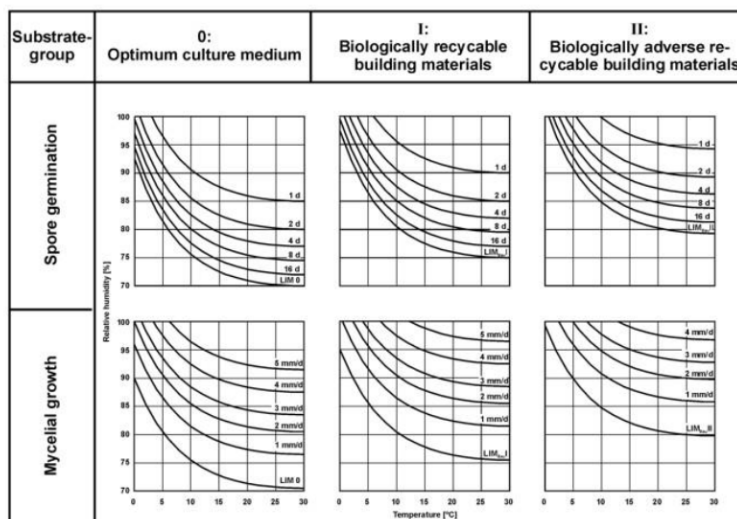


Biohygrothermal model (IBP, Sedlbauer, WUFI)

Teoretisk modell baserad på isopleter för olika materialgrupper.

Sporgroning  
(dagar)

Mycelietillväxt  
(mm/d)



### MRD (Thelandersson och Isaksson LTH)

Modell baserad på mätningar under konstant och varierande klimat.

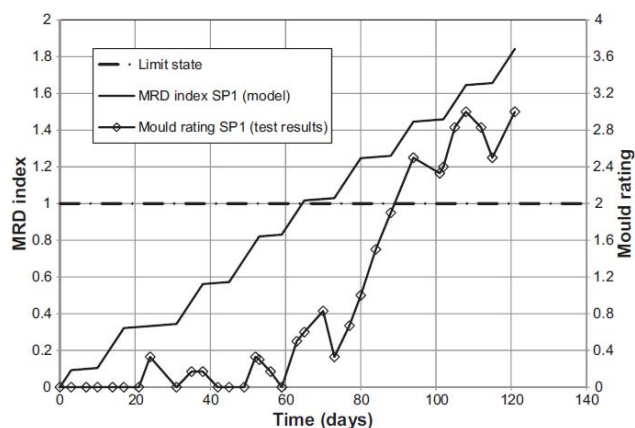


Fig. 8. Model response vs. test response for cyclic temperature with weekly change between 22 and 5 °C and with constant relative humidity 90% (Test 5 in Table 3).

Johanssons  
metod

### 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.

1. Fältmätningar på sex olika material under 2.5 år på 12 platser.
2. Klimatkammarmätningar på RISE
3. Kalorimetermätningar på LTH
4. Analys och utveckling av *m*-modellen
5. Implementering i WUFI och som allmänt tillgängligt simuleringsverktyg (på gång)

Byggnadsmaterial LTH (Lars Wadsö, Sanne Johansson)

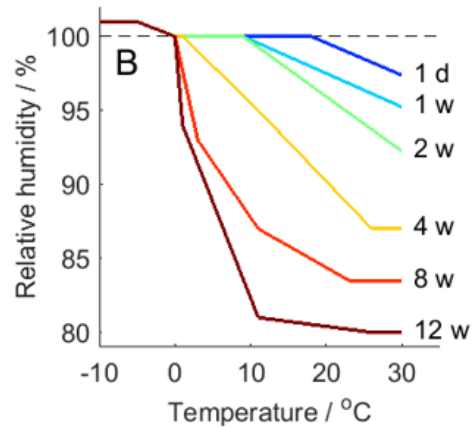
RISE (Pernilla Johansson)

Byggnadsfysik LTH (Jesper Arfvidsson)

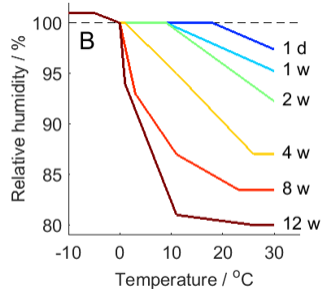
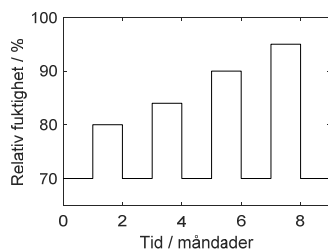
*m*-modellen (Skanska, SBUF-projekt 12894 Utveckling och validering av modell för att prediktera mögelväxt i byggnader slutdatum 31 dec 2017)

Modell baserad på Viitanens resultat och Skanskas mätningar.

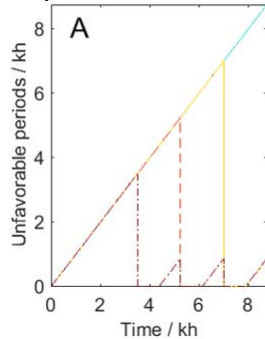
*m*-modellen arbetar samtidigt med sex olika tidsskalor/isopleter så att den både kan hantera mögeltillväxt orsakad av korta händelser med hög RF och långa perioder av lägre RF.



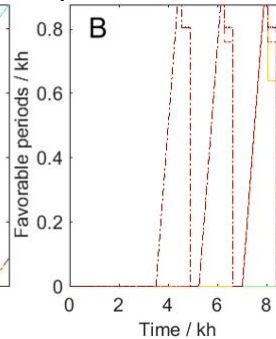
RF växlar mellan 70% och ökande nivåer (80, 84, 90, 95%)



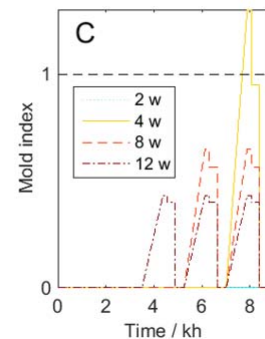
Ogynnsamma  
perioder



Gynnsamma  
perioder



*m* (mögelindex)



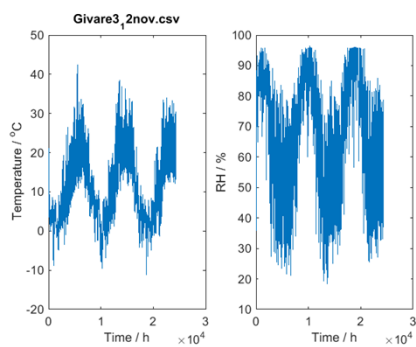
### Den mest kritiska faktorn: hur hantera torra perioder?

*m*-modellen: minskning+nollställning vid längre torra perioder

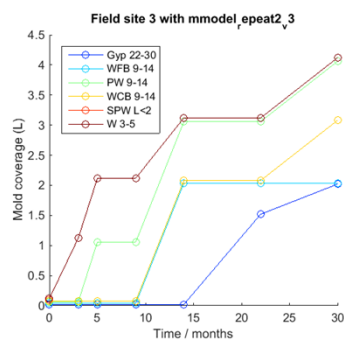
Minskning i två steg baserat på resultat från Viitanen.

### Fältmätningar under 2.5 år: testplats 3

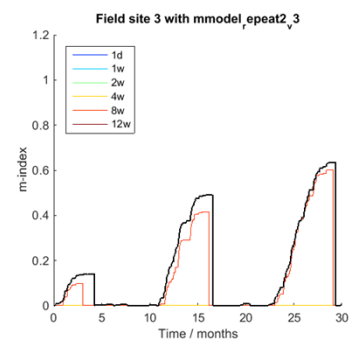
#### (mikro)klimat



#### Mögelbedömning (RISE)



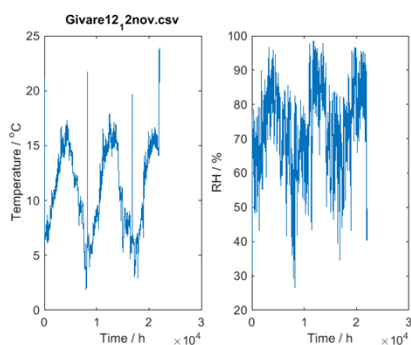
#### *m*-modellen



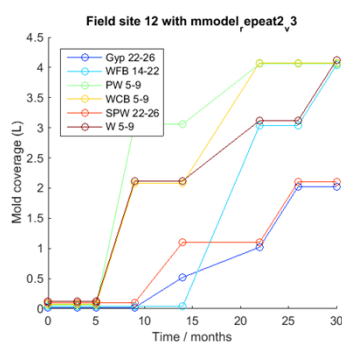


## Fältmätningar under 2.5 år: testplats 12

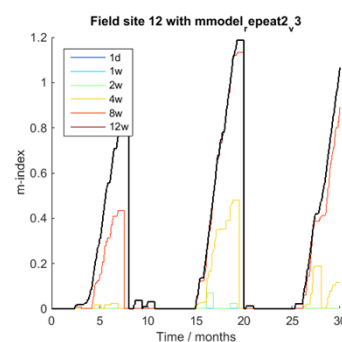
(mikro)klimat



Mögelbedömning (RISE)



*m*-modellen



## 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.

Prevents mold growth on building components Wadsö & Jansson

microfungi

Met

## Varför är det svårt att göra mögelm modeller?

Problem: varying climate, especially drying periods

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

Test something new: isothermal calorimetry = mea. of process rate

recovers

recovers?

fungus respiration

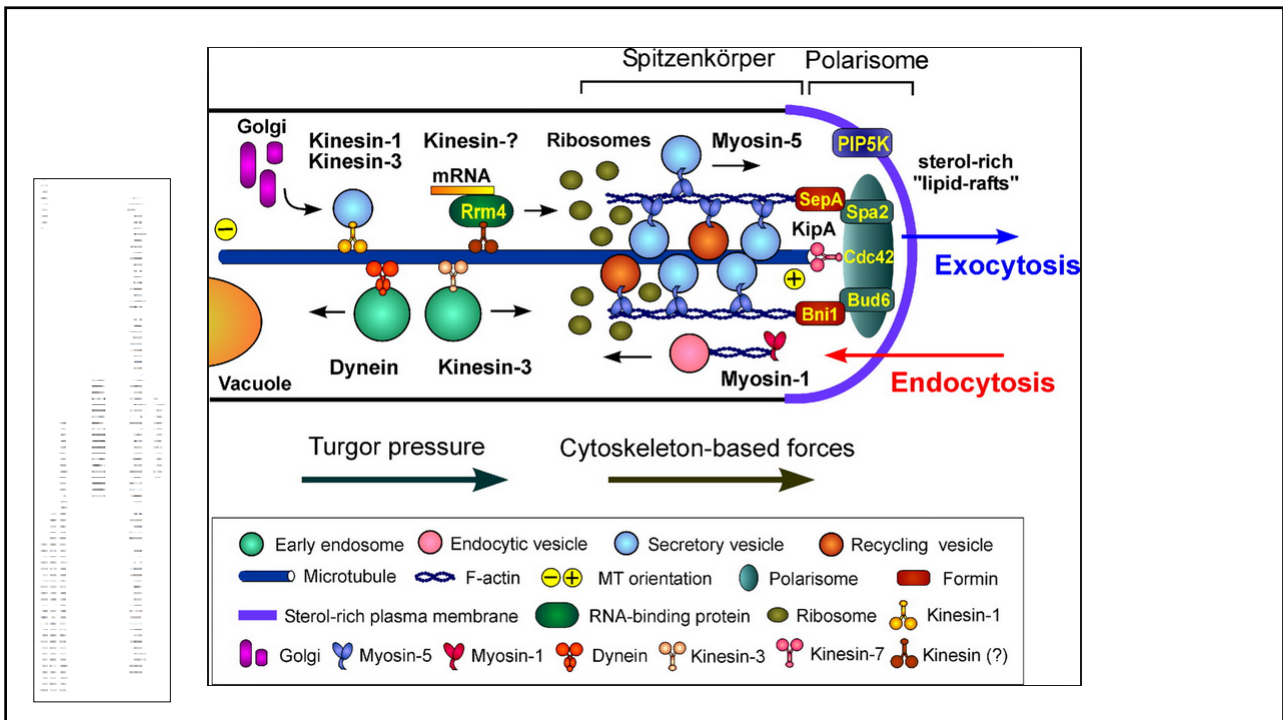
Huvudproblemet är att det är svårt att förutse hur mögel reagerar på varierande mikroklimat, framförallt hur de reagerar på torra perioder.

De flesta tester är gjorda på konstanta klimat.

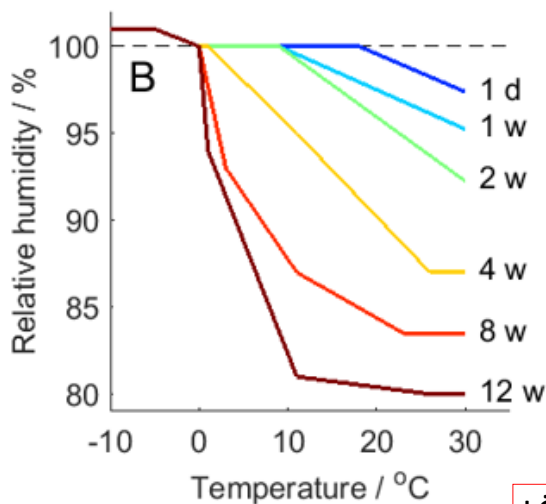
Vissa tester är gjorda på varierande klimat, typiskt klimat som byter mellan två nivåer som 80 och 90% RF, men det finns oändliga möjligheter för klimatet att variera.

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



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



Det är inte trivialt 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 ±5% RF).

LÖSNING: bättre mätningar (inte trivialt)

## ”Samma material” kan uppträda på olika sätt

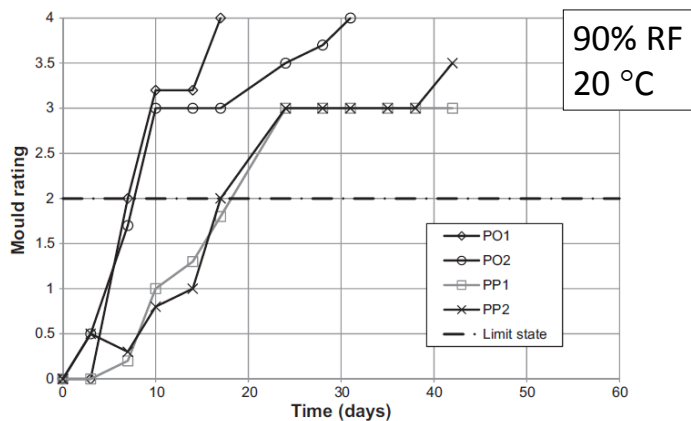


Fig. 12. Results from tests of mould development for different types of pine specimens, see also Table 2.

LÖSNING: enkla tester av mögelbenägenhet

Thelandersson, 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.

## 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 och oförstörande metoder att kvantifiera mögel



### 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 bedömma om man kommer att få mögel i enkla fall (klart "fuktiga" och klart "torra").

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



Prevents mold growth on building components Wadsö & Jansson

microfungi f(T)

Methods gra

Problem

# SBUF-projektet slutrapporteras under början av 2018

Test something new: isothermal calorimetry = mea. of process rate

especially during periods L is complex.

recovers IL

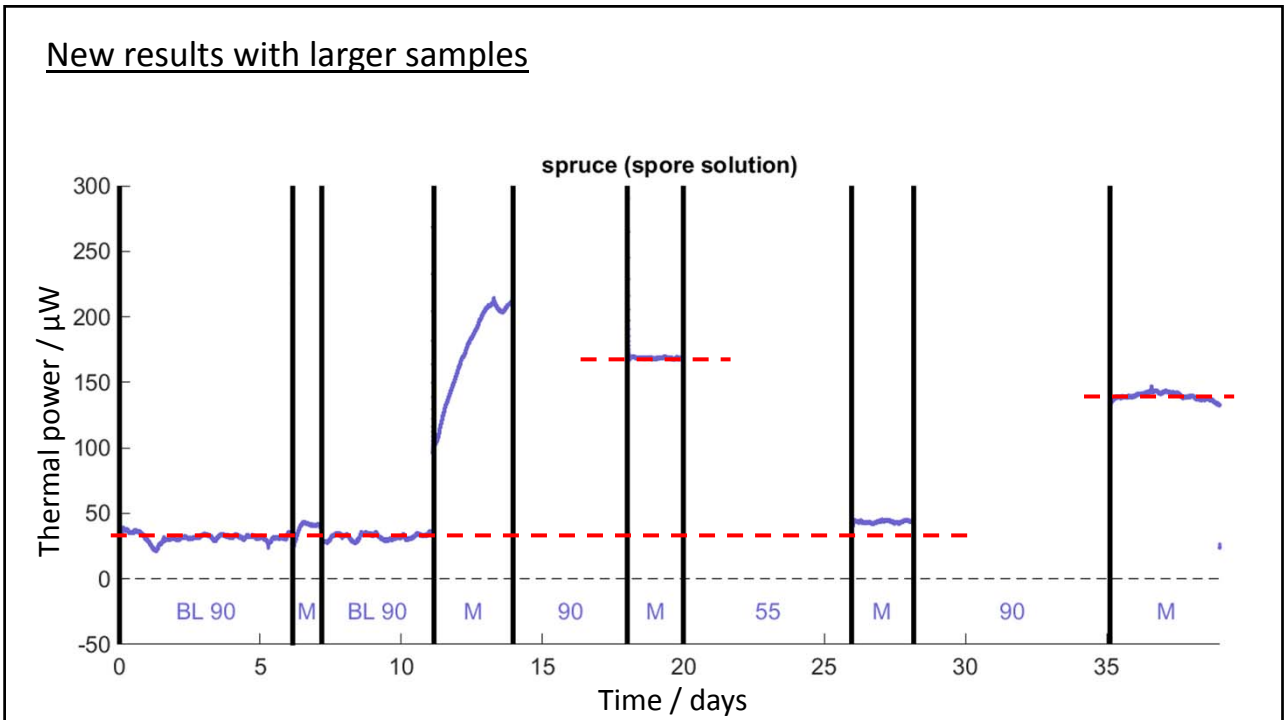
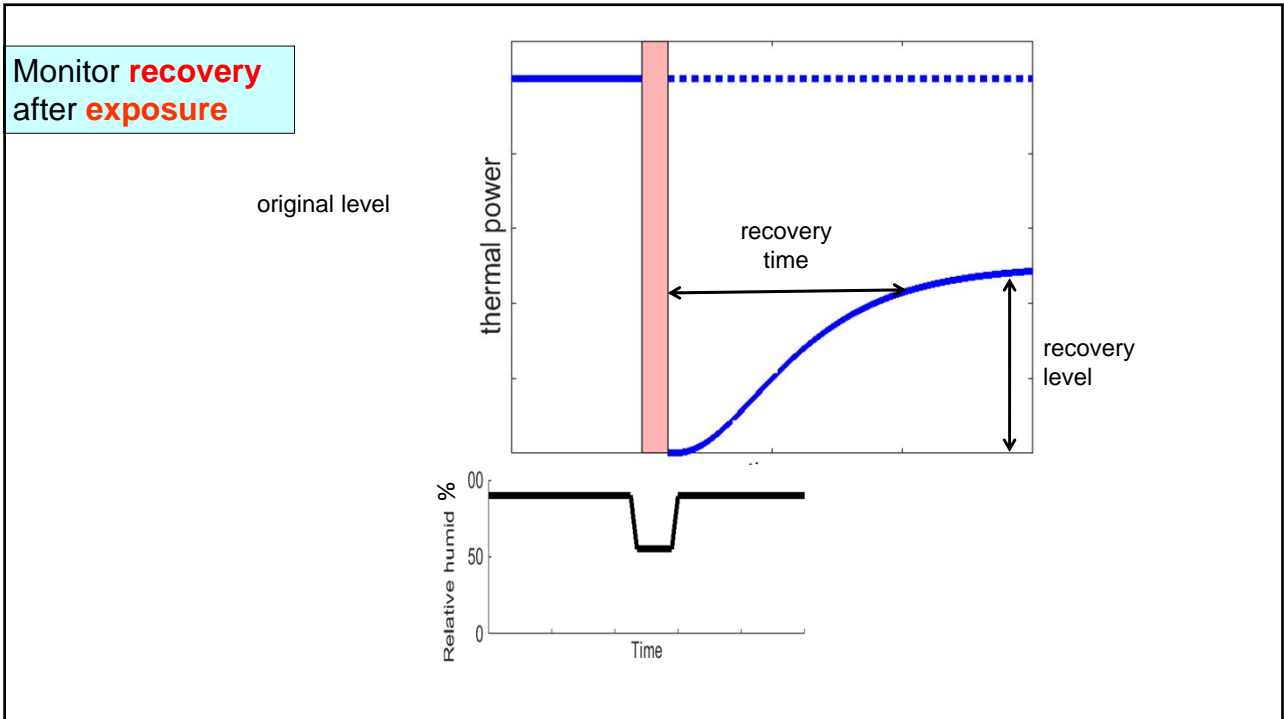
recovers?

fungus respiration

### Isoterm kalorimetri

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





# Mold fungi

Investigations of how mold activity is influenced by temperature and relative humidity, including the effect of for example dry periods.

Example:

