

Byggnadsfysikaliska risker i samband med att energieffektivisera miljonprogrammet

Carl-Eric Hagentoft



Chalmers



Gamla och nya byggnader!

Trend: Renovering och passivhus

Potential enligt IEA för energibesparing på
20-60% uppvärmning av bostäder (enligt IEA)

Sverige:

Uppgradering till lågenergihus

-37 TWh

Till dagens standard

-15 TWh



Viktigaste funktionskraven

- Innemiljö - luftkvalitet
- Termisk komfort

Samhällets/ekonomins krav

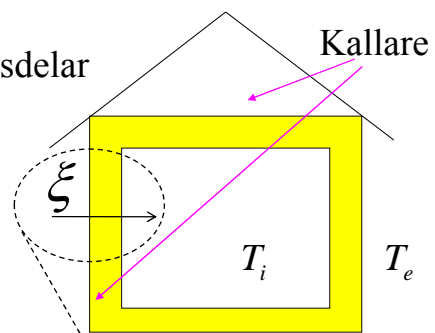
- Energi <----- För mycket i fokus?
- Beständighet

Funktionskrav:

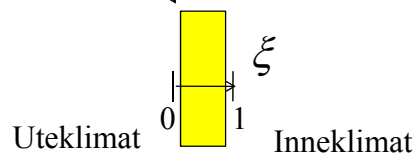
- Värmeskydd
- Vindskydd
- Regnskydd
- Fuktsäkerhet
- Lufttäthet
- Tjälskydd
- ...

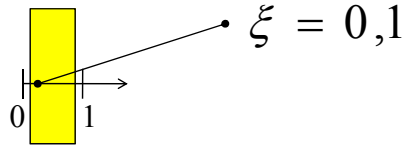
Energieffektivt klimatskal → Känsligare byggnadsdelar
 “JAS-effekten”

Allt måste göras med god kvalitet och uppföljning!
 Högre RF, svårare för att torka ut, känsligare för luftläckage, Mer kondens på utsidan – alger/påväxt....



$$T = T_e + \xi \cdot (T_i - T_e)$$

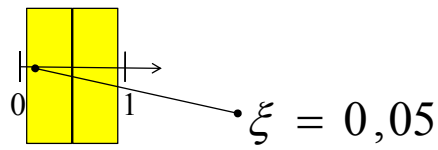




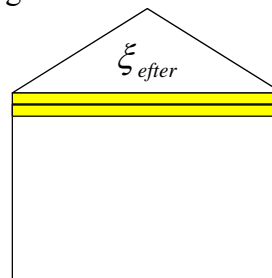
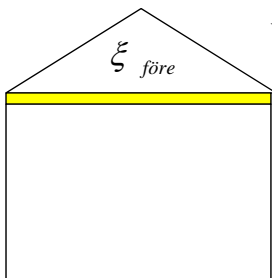
Samma punkt men
mer isolering på
insidan

Det blir kallare!

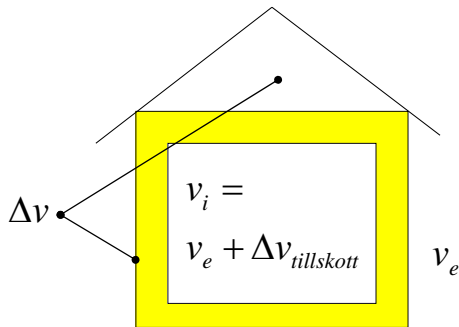
$$\Delta T = \Delta \xi \cdot (T_i - T_e)$$



Exempel: Tilläggsisolering av
vindsbjälklag



Lokalt fuktillskott, Δv , i konstruktionen



Ren diffusion och konvektion
(fixa transportegenskaper):

$$\Delta v = \xi_v \cdot \Delta v_{fuktillskott}$$

Läckage och kapillärsugning
ökar det lokala fuktillskottet

Påverkan på RH

Förenklad analys baserad på månadsmedelvärden för temperatur, uteånghalt och lokalt fuktillskott (i byggnadsdelar)

$$RH = \frac{v_e + \Delta v}{v_s (T_e + \xi \cdot (T_i - T_e))}$$

Konstruktions/system-
parametrar

$\xi \downarrow$	$RH \uparrow$
$\Delta v \uparrow$	$RH \uparrow$

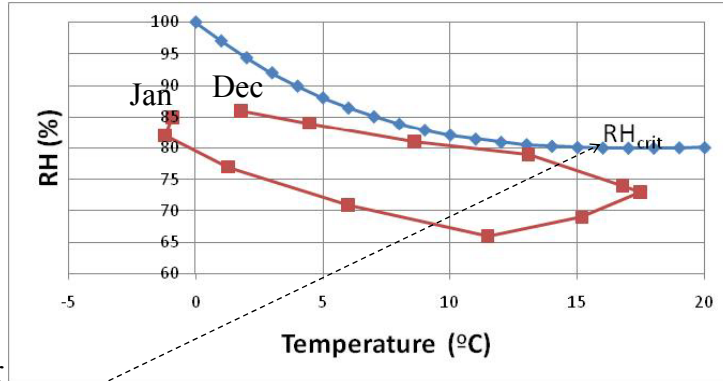
Klimatparametrar

T_e
v_e

Innetemperatur
Fuktillskott

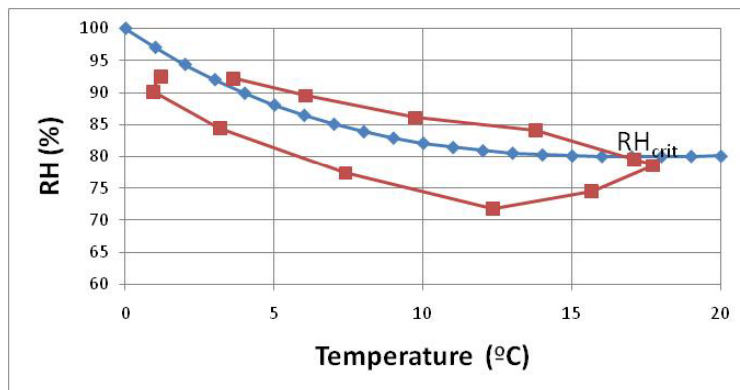
T_i
$\Delta v_{fuktillskott}$

Fall -Uteluft:
 $\xi = 0$
 $\Delta v = 0$

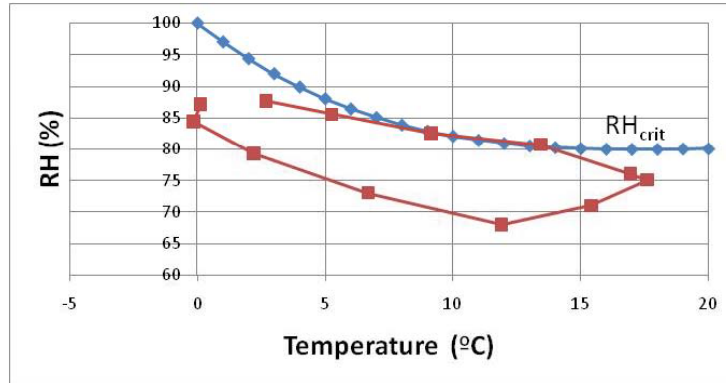


Göteborgsväder
 Jämförelse med
 kritisk RF för
 mögelpåväxt

Fall:
 $\xi = 0,1$
 $\Delta v = 1 \text{ g/m}^3$



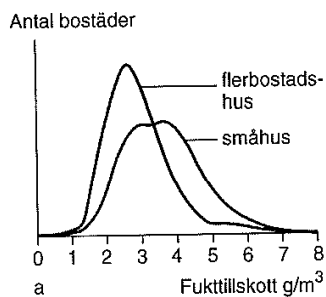
Fall:
 $\xi = 0,05$
 $\Delta v = 0,4 \text{ g/m}^3$



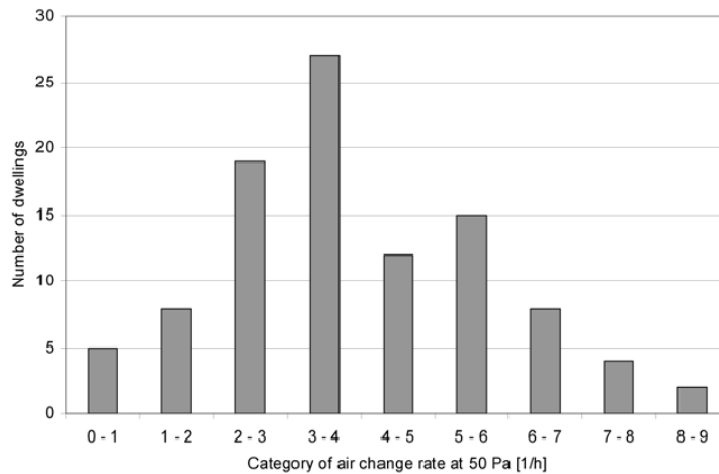
Nivån av fukttillskottet inomhus är betydelsefull!
 Hur stort är det? – Stora variationer!

Fältnätning
 2000 svenska
 bostäder

Figur 51.6. a. Fukttillskott.
 b. Fuktproduktion i småhus
 och flerbostadshus. Mätningar
 av Statens institut för
 byggnadsforskning.
 Tolstoy (1993)



Lufttäthet i 100 byggnader – Stora variationer
– Fuktkonvention ökar lokalt fuktillskott



International Energy Agency

EXCO Energy Conservation in Buildings and Community Systems

Proposal for a new annex within IEA-EXCO:



**Reliability of Energy Efficient Building Retrofitting -
Probability Assessment of Performance and Cost (RAP-RETRO)**

The RAP-RETRO *mission* is to answer the following question:

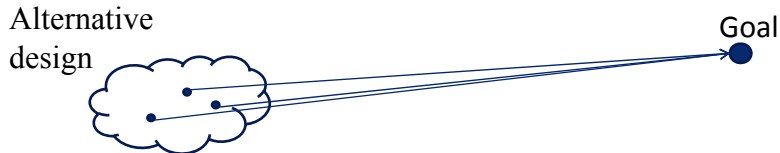
How do we design and realize robust retrofitting with low energy demand and life cycle costs, while controlling risk levels for performance failure?

Start: Spring 2010 (4 years in total)

Difficult to design for 100% safety!

We can not double the thickness of the beam
-as in structural engineering!

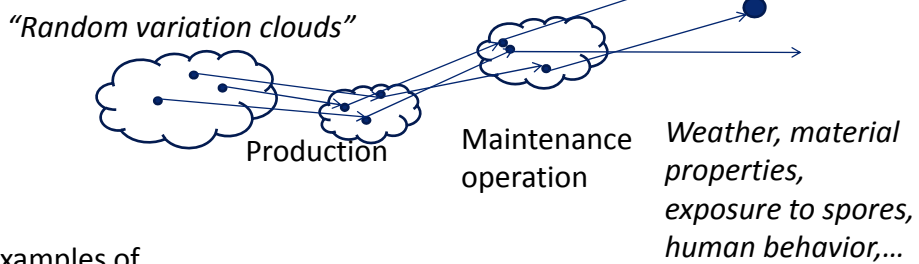
Deterministic approach



(Except if we accept poor energy efficiency!)

We must design as safe as possible –
accounting for the all uncertainties and for what might can happen!

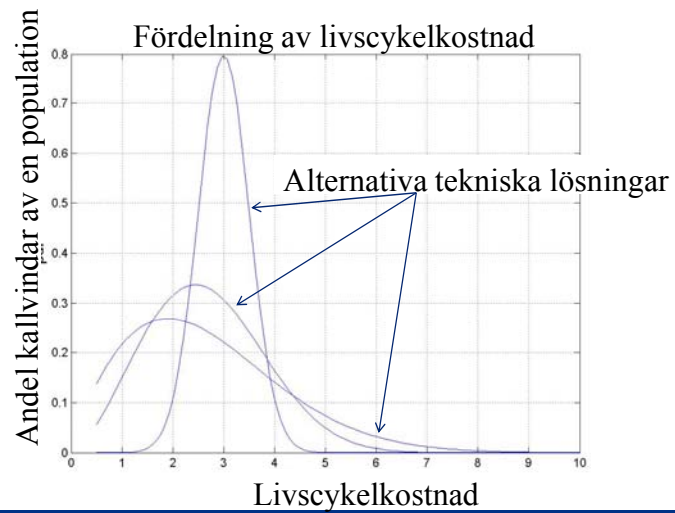
Probabilistic approach



Examples of
random variations in:

- Workmanship*
- initial conditions of material,...*
- Indoor moisture sources, internal gains*
- airing, aging of material,*
- cracks in façades,...*

Verkligheten är inte deterministisk!
Konsekvenser av ökade fuktighet – reparationer mm.



Riskbedömning – ett viktigt steg
för att undvika överraskningar!



Tack!