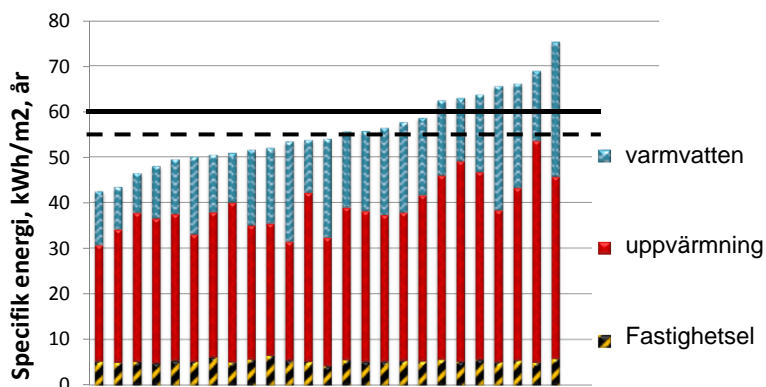



Reliability of Energy Efficient Building Retrofitting -
Probability Assessment of Performance and Cost (RAP-RETRO)

Hur kan vi projektera
energieffektiviserandeåtgärder på
ett tillförlitligt sätt?

Angela Sasic Kalagasidis

Uppmätta värden i 25 nybyggda
och likadana hus



EBC  **Annex 55 – RAP-RETRO**

Energy in Buildings and Communities Programme

EBC – Energy in Buildings and Communities är ett program inom International Energy Agency (IEA), som bedriver forskning och utveckling mot nära-noll energianvändning och koldioxidutsläpp i den byggda miljön.





























IEA Annex 55 eller RAP-RETRO
Reliability of Energy Efficient Building Retrofitting - Probability Assessment of Performance and Cost

Operating agent
Prof. Carl-Eric Hagertoft, Chalmers

Från Sverige: IVL, LTH, SP och Chalmers

www.iea-ebc.org/projects/ongoing-projects/

Member countries

-  Australia
-  Austria
-  Belgium
-  Canada
-  Czech Republic
-  Denmark
-  Finland
-  France
-  Germany
-  Greece
-  Hungary
-  Ireland
-  Italy
-  Japan
-  Republic of Korea
-  Luxembourg
-  The Netherlands
-  New Zealand
-  Norway
-  Poland
-  Portugal
-  Slovak Republic
-  Spain
-  Sweden
-  Switzerland
-  Turkey
-  United Kingdom
-  United States

+Brazil and Estonia

CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Anzela Sasic Kalaeasidis, FC infodag, Stockholm 2014

Bakgrund till RAP-RETRO

- Stor behov och omfattning av renovering av den byggda miljön
- **Mer i fokus:** energikrav och lönsamhet
- **Mindre i fokus:** tilläggsisolering och byte av luft- och ångtäthet resulterar i ett annat klimatskal
- Resultat - ofta bra men ibland också misslyckande

CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

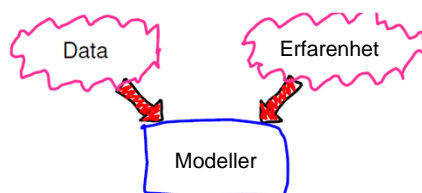
Anzela Sasic Kalaeasidis, FC infodag, Stockholm 2014

Utmaningar med renoveringsprojekt

- Kombination av nya och gamla byggmaterial och byggtekniker är oundviklig vid renovering - många unika renoveringsfall
- Generellt – mindre kunskap, färre beprövade exempel, mm
- Flera behöver agera som experter

En expert...

Har kunskap och metoder för att förutse och förebygga möjliga komplikationer med renovering under projekteringsfas

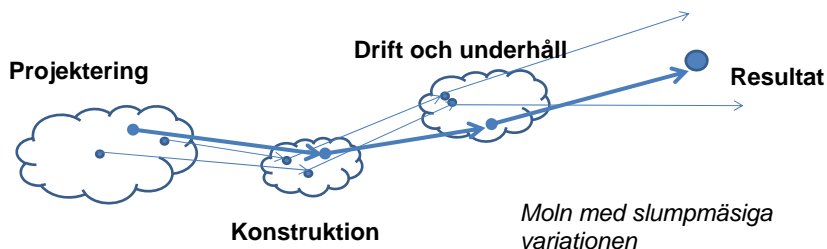


Man ska hantera osäkerhet

Varför?

Modeller är inte exakta
Otillräcklig med data
Inbyggd variabilitet
Erfarenhet är subjektivt

Probabilistiskt tillvägagångssätt



Exempel på slumpmässiga variationer:

Utförandet, inomhus fuktkällor, värme tillskott, vädring, väder, material egenskaper, exponering för sporer, brukarnas beteende, ...

Resultat av en probabilistisk modellering

OK
Renoveringsmål uppfyllda



Inte OK
Renovering misslyckad



PÅLITLIGHET = Antal lyckade fall av alla fall

RISK = Antal misslyckade fall av alla fall

$$P \% + R \% = 100 \%$$

När behövs probabilistisk analys?

- För ranking av flera renoveringstekniker
- När kostnad för sanering av misslyckad renovering är hög
- Vetenskaplig trovärdighet är viktig
- Skyldighet att ange vad som är känt och hur väl den är känd
- När man vill lära sig hur lyckad en renoveringsteknik kan bli
- ...

Syfte och aktiviteter inom RAP-RETRO

Utforma byggnadsfysikaliska metoder som underlättar att uppsätta energimål vid renovering uppnås och att önskade effekter, som minskad livslängd hos konstruktioner eller negativa effekter på boende, undviks.

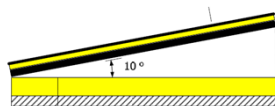
Insamling av data	Probabilistiska modeller	Tillvägagångs sätt	Praxis och riktlinjer
<ul style="list-style-type: none"> • Klimatdata • Fuktkällor • Vädringsgrad • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Att kombinera ingångsdata • Att välja antal simuleringar • Stoppkriterier • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Kvalitativ analys • Kvantitativ analys • Prestanda kriterier • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • När behövs det probabilistisk modellering • Kartläggning av byggtkniker • ...

Inspirerande fallstudier

- Danmark
 - Friliggande villa
- Portugal
 - Socialt boende
- Sverige, Sigtuna
 - Flerbostadshus



Exempel: tilläggsisolering av kallvindar i flerbostadshus i Sigtuna (påhittat fall)



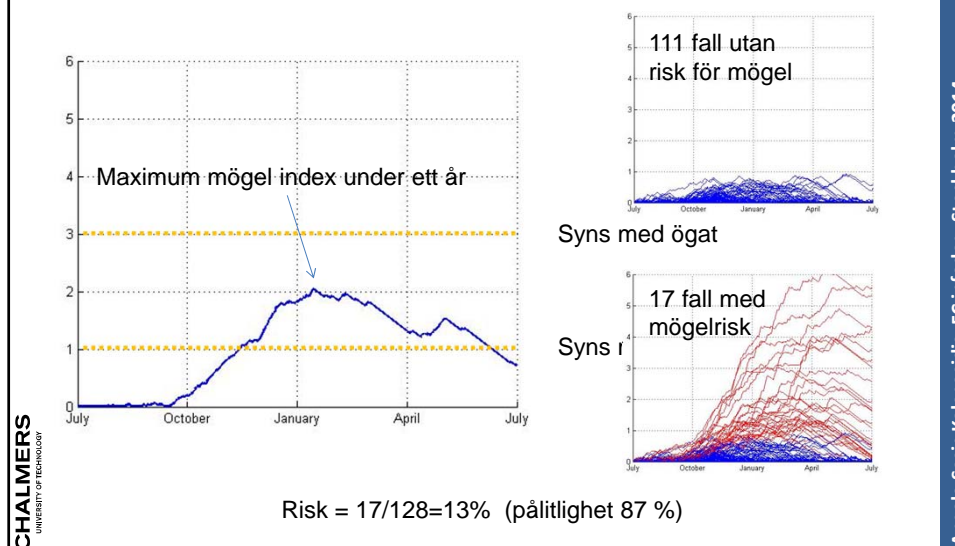
Renoveringsmål

- Minska värmeförluster genom taket med 50%
- Inget mögelpåväxt på underlagstaket

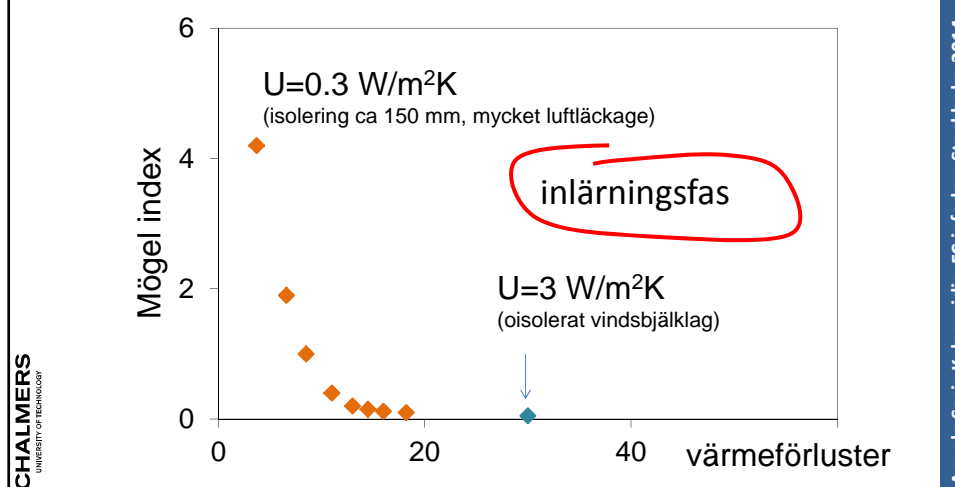
Renoveringsalternativ

- Isolera endast vindsbjälklag eller också tak?
- Ventilera mer eller mindre?
- Lufttäta eller inte vindsbjälklag?

Mögel index som prestanda kriterium



Samband mellan värmeförluster och mögelindex

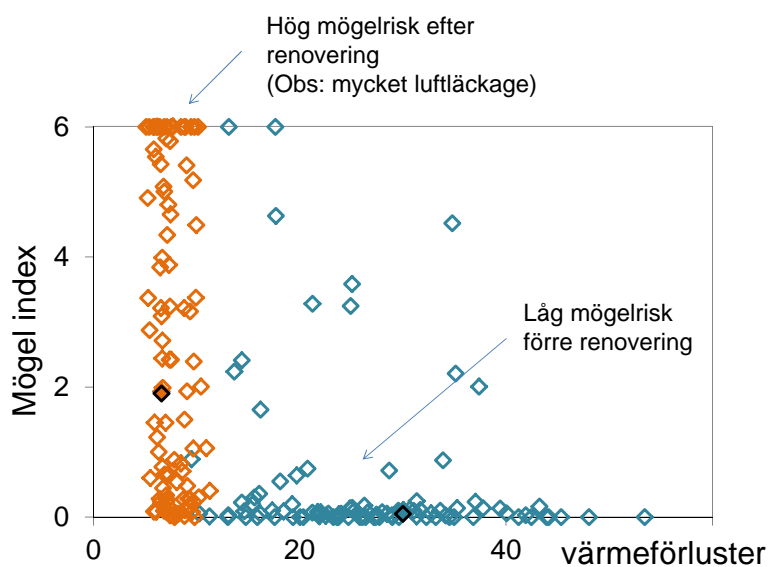


Renoveringsutfall för ett bostadsområde med 237 kallvindar i Sigtuna (påhittat fall)



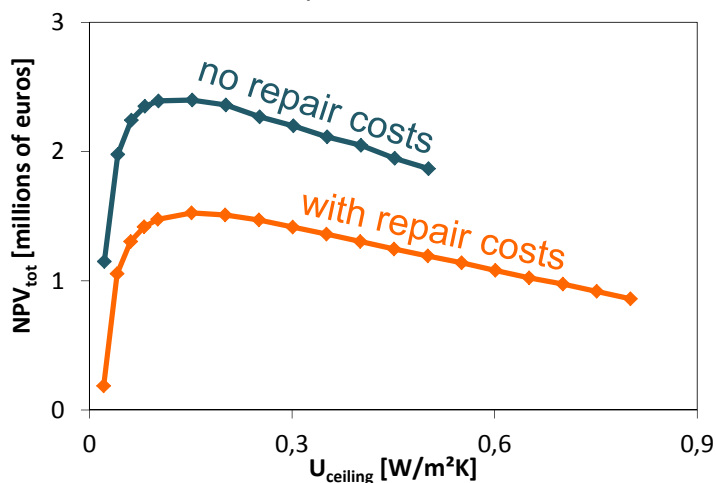
	medel	min	max
○ Byggnadshöjd (m)	6	4	8
○ Takarea (m ²)	125	50	200
○ Orientering (°)	90	0	180
○ Takfots öppning (m ² /m)	2.5	0.1	5
○ Takföts längd (m)	13.5	7	20
○ Takisolering (m ² K/W)	0.5	0	1
○ Luftläckage (cm ² /m ²)	30	10	50
○ U vindsbjälklag (W/m ² K)	3	1	5
○ Inomhus temp (°C)	20	18	22
○ Fukttillskott (g/m ³)	5	2.5	7.5

Resultat för hela området



Exempel på ekonomisk optimering

Nuvärdet utan och med reparationskostnader



Allmän tillgänglig beräkningsverktyg Enkel Attic (www.byggnadsteknologi.se)

Deterministic Simulation

Height of building [m]	5
Area of ceiling and roof A [m ²]	220
Venting area per meter eave Ave [m ²]	0.02
Length of building (eave side) L [m]	20
Thickness of wooden underlay d [m]	0.022
Vapour diffusion coefficient of wood v [m ² /s]	1e-6
Initial relative humidity of wood RHwi [-]	0.7
Thermal conductivity of roof wood [W/mK]	0.13
Thermal resistance of roof insulation Rr [m ² K/W]	0
Leakage area per m ² of ceiling Ac [m ² /m ²]	3e-5
U-value of the ceiling Uc [W/m ² K]	0.2
Indoor temperature Ti [°C]	21
Indoor moisture supply [kg/m ³]	0.002
Orientation of one of eave sides (0-180) [deg]	90
Year of climate data (1-30) [-]	30

Probabilistic Simulation

U (4 8) [m]	Number of Simulations 10
U (50 200) [m ²]	
U (0.001 0.05) [m ²]	
U (7 20) [m]	
U (0.01 0.02) [m]	
N (1e-6 2e-7) [m ² /s]	U: Uniform distribution
U (0.5 0.9) [-]	N: Normal distribution
N (0.13 0.02) [W/mK]	
U (0 1) [m ² K/W]	
U (0.001 0.05) [m ² /m ²]	
U (1 5) [W/m ² K]	
N (20 1.5) [°C]	
N (0.005 0.002) [kg/m ³]	
U (0 180) [deg]	
U (1 30) [-]	

Plotting Results

Temperature on the surface
 Profile CDF

RH on the surface
 Profile CDF

Mould Index
 Profile CDF

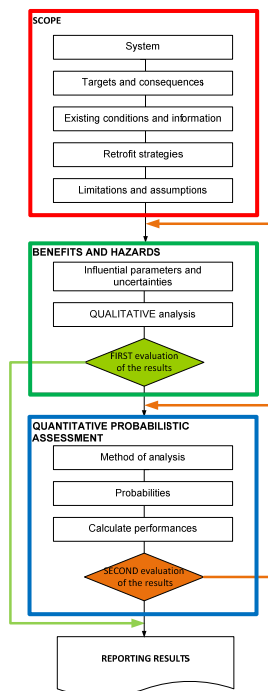
Heat flow through the floor
 Profile CDF

Buttons: Load the Weather Data, Run the Attic Model

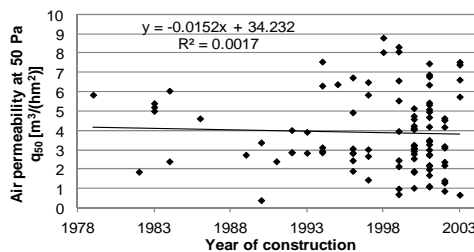
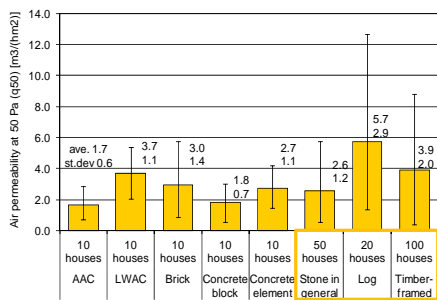
Building Physics Research Group - Chalmers University of Technology

Ramverket för probabilistisk riskbedömning

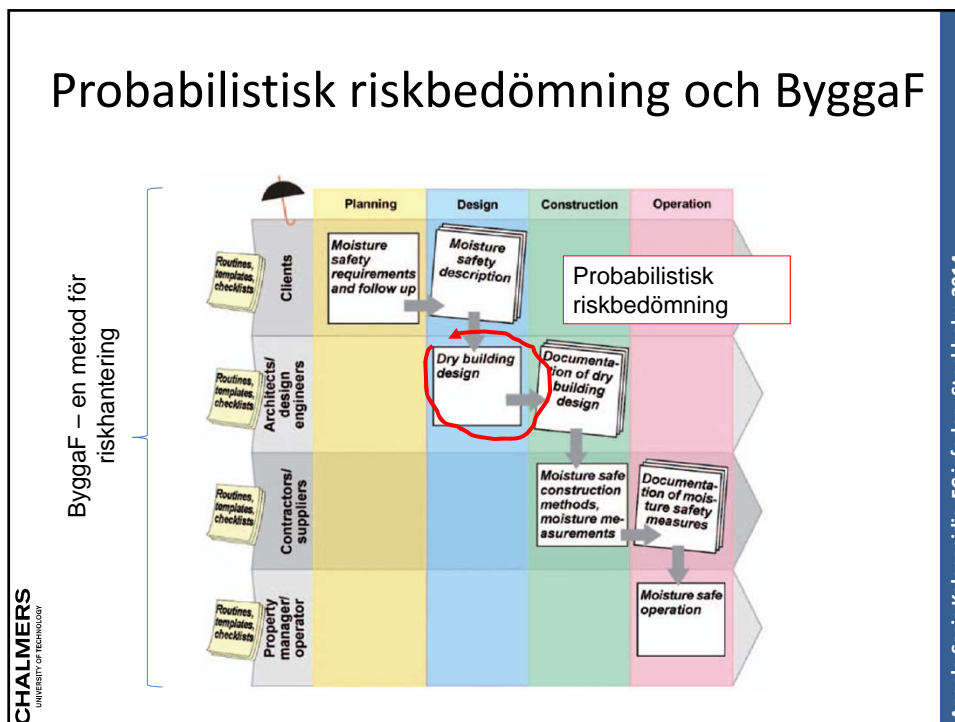
- Insamling av data och information
- Val av prestanda kriterier
- Kvalitativ analys – systemtenkande
- Kvantitativ analys – probabilistisk modellering
- Analys av resultat
- Rapportering



Exempel på ingångsdata för analys Lufttätet av klimatskal – beskrivning och korrelationer



Probabilistisk riskbedömning och ByggaF



Rapporterna kommer att finnas tillgängliga under slutet av 2014!

Föreläsningar inom FC utbildningsprogram

Bilder och input från
 Carl-Eric Hagentoft
 Andreas Holm
 Achilles Kharagiozis
 Carsten Rode
 Hans Janssen
 Nuno Ramos