

**INSTITUTO DE LA INGENIERIA DE ESPAÑA**

**Comité de Edificación**

**Madrid, 16 de abril 2010**



# **BUILDING ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE**

**Jørgen Nielsen**  
**Danish Building Research Institute**

# Three key questions



What will happen to our climate?

What can we do to reduce the changes?

What can we do to adapt to the unavoidable changes?

# Three main subjects



The development of  
climate models

The reduction of  
future climate  
change

Adaptation to  
climate change



# On the development of climate models

- A matter of meteorologists
- Simulations with a very complex set of parameters
- Assessment reports from the Intergovernmental Panel of Climate Change, IPCC
- From global to regional parameters – downscaling
- Great uncertainty

Gives us a starting point, but

Do we get the relevant and necessary information ?

# On the reduction of future climate change



- Part of the IPCC consensus is that global warming is man made and associated to our emission of green house gasses, mainly CO<sub>2</sub>
- This brings our energy production into focus, especially the burning of oil and coal
- Three driving forces for a change
  - contribute to a reduction of global warming
  - contribute to a sustainable production of energy
  - save money on the energy consumption

Tools have been developed, research is running,  
innovation is accelerating



# On the adaptation to climate change

Adaptation to climate change means

- to take advantage of,
- to avoid the consequence of, or
- to reduce the consequence of  
the unavoidable changes of our climate

This is a challenge which only recently has become into focus in Denmark.



## Danish strategy for adaptation to a changing climate

March 2008

The Danish Government

## Sectors



- Health
- Coastal management - dikes, ports
- **Buildings and infrastructure**
- Water supply
- Energy supply
- Agriculture and forestry
- Fisheries
- Nature management
- Land use planning
- Rescue preparedness
- Insurance aspects



# Agenda

- Adaptation to climate change – a challenge to buildings
- New requirements - how?
- Vulnerability in DK
- Concluding remarks



# A challenge to buildings – How ?



- A great part of the value of our infrastructure is made up of buildings
- A building is expected to last for about a hundred years
- Requirements, based on future climate, decide which performance we shall design for today (new buildings)
- Existing buildings shall be upgraded
- Knowledge about future climate, and of the influence of individual climate parameters on the performance of our buildings, is essential for clients, designers, constructors and managers

Therefore, it is important for us NOW if the climate is changing

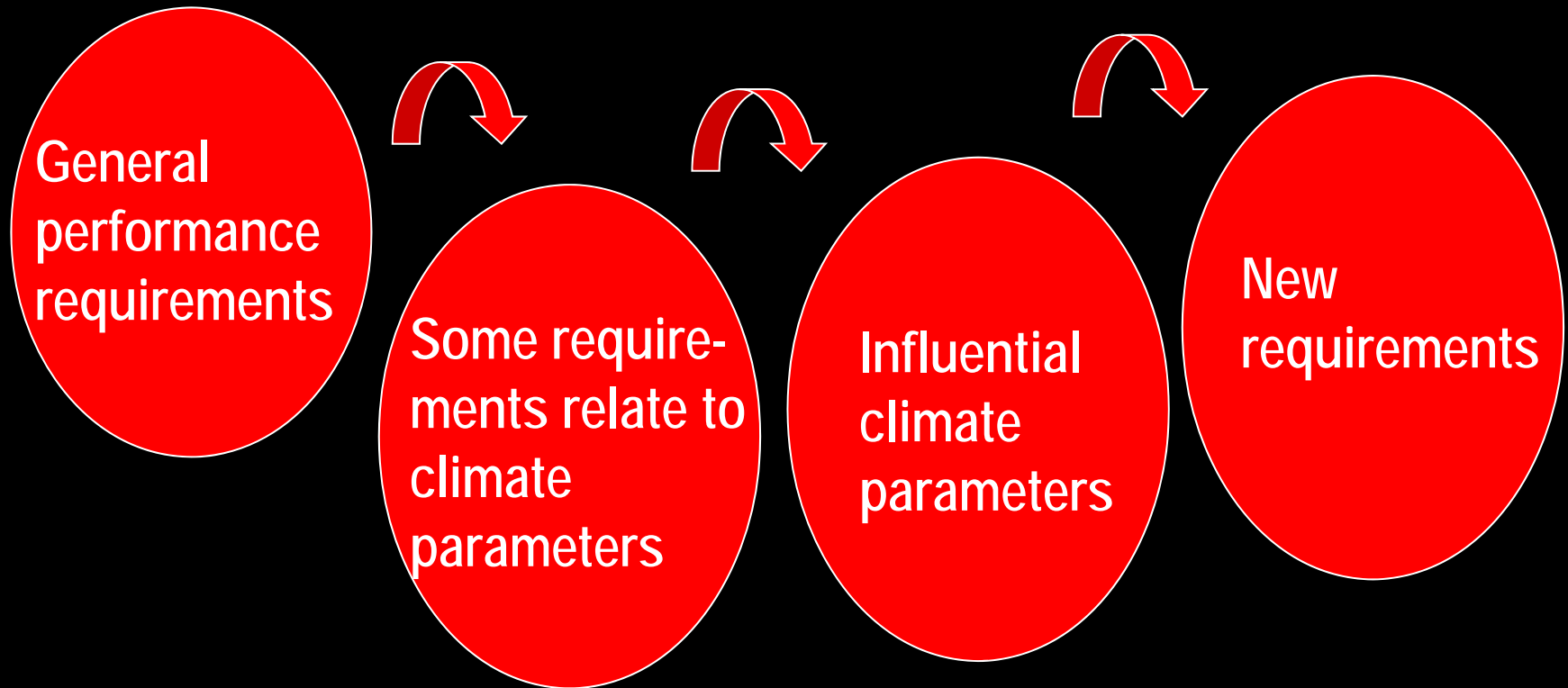


# New requirements - how?

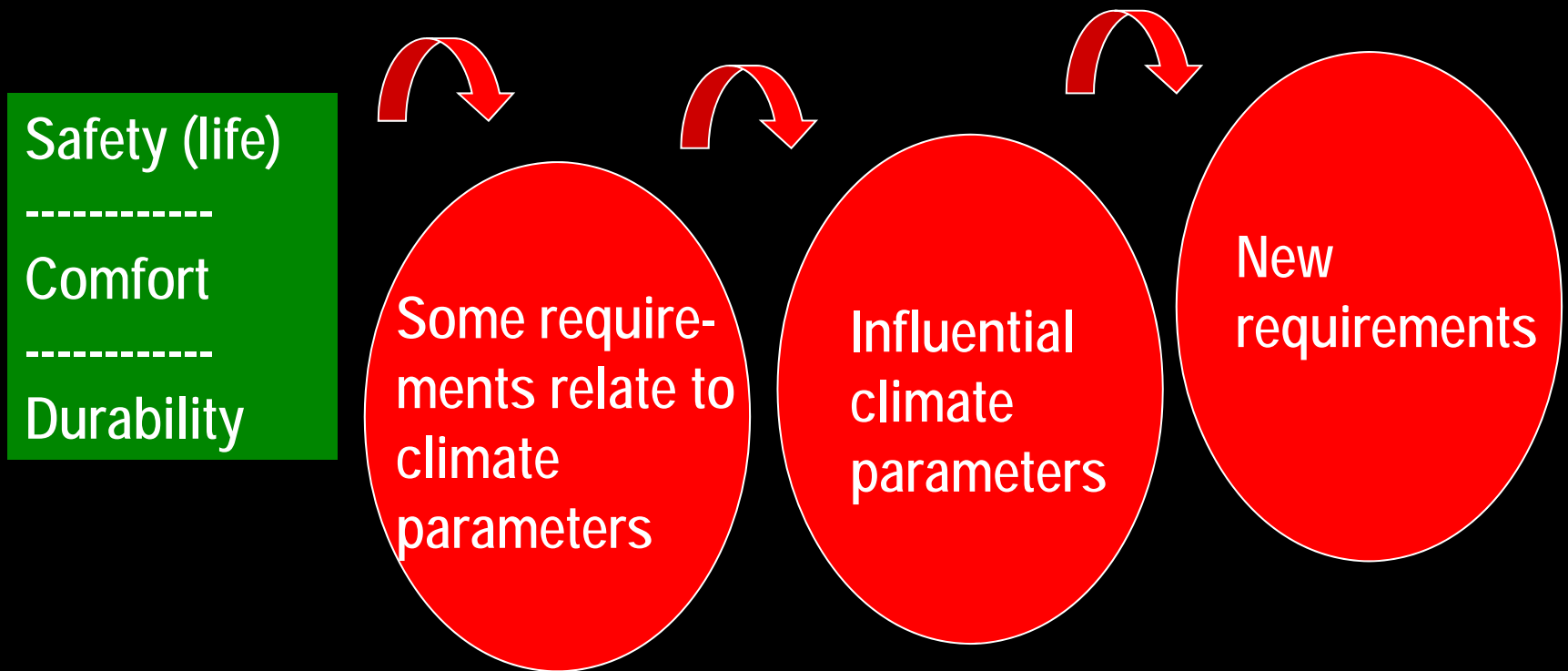
- How can we in a systematic way evaluate the impact on our buildings?
- Which are the important climate parameters?

The performance concept is used as a starting point

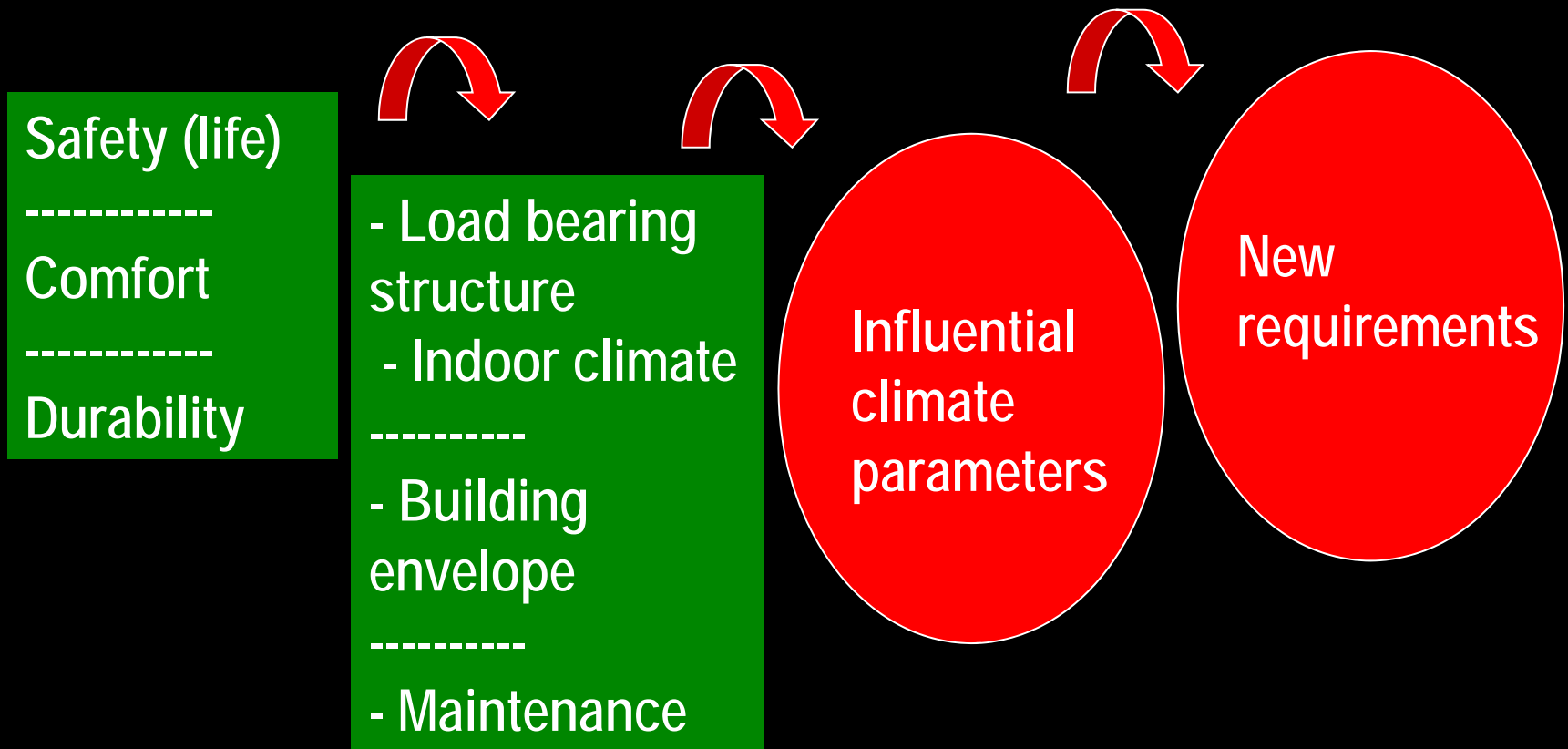
# The performance concept - as a starting point



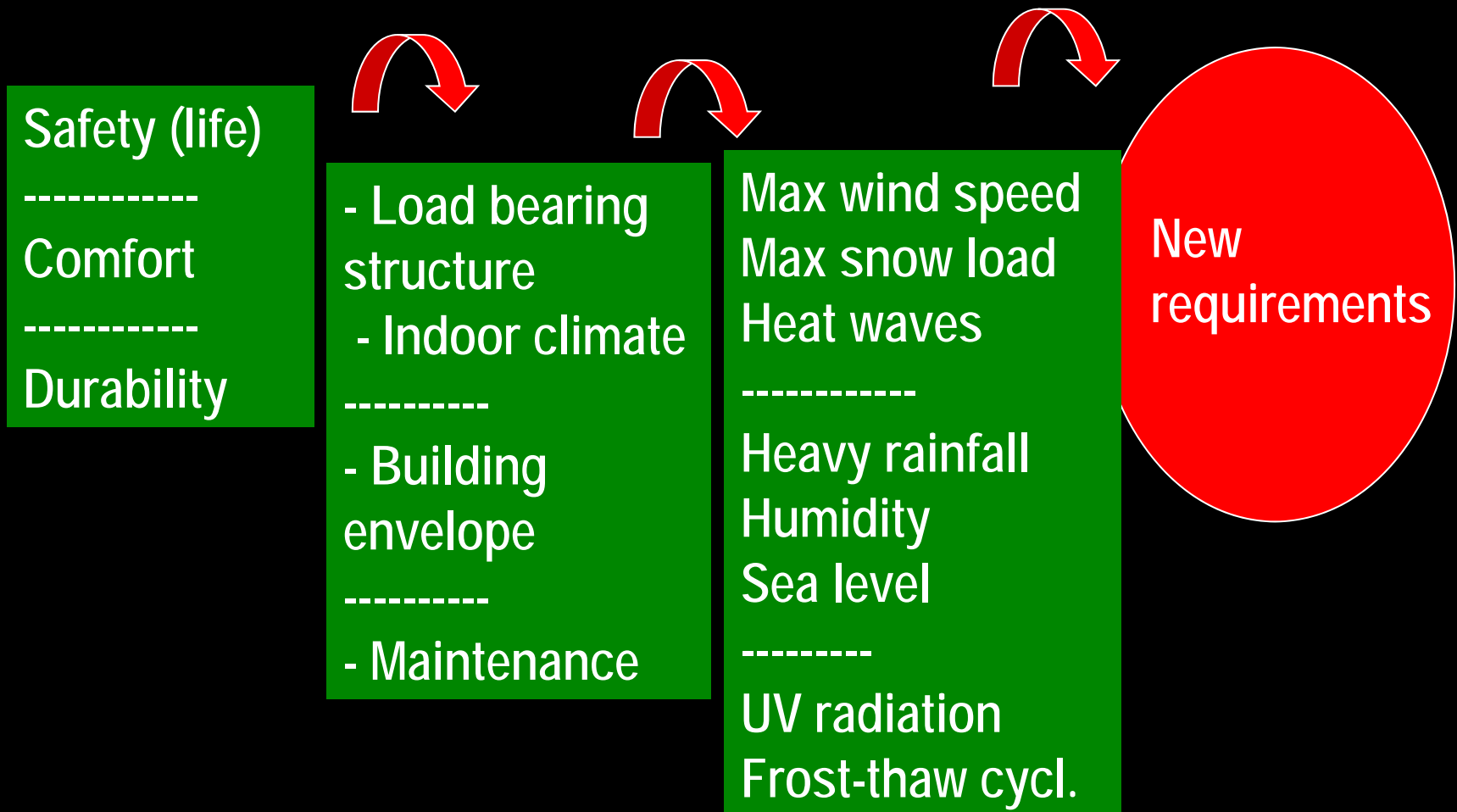
# Risk management



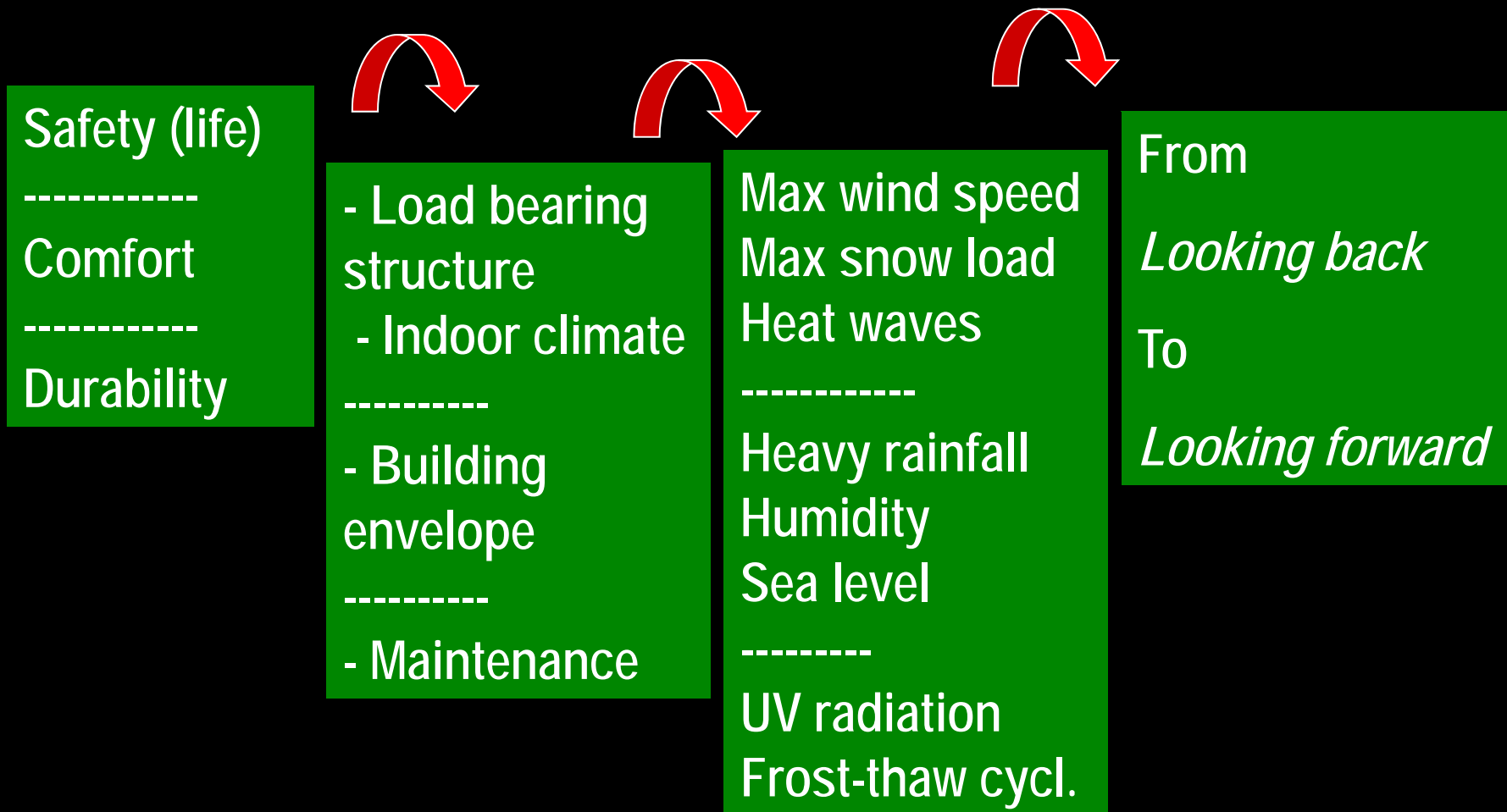
# Climate relevant requirements



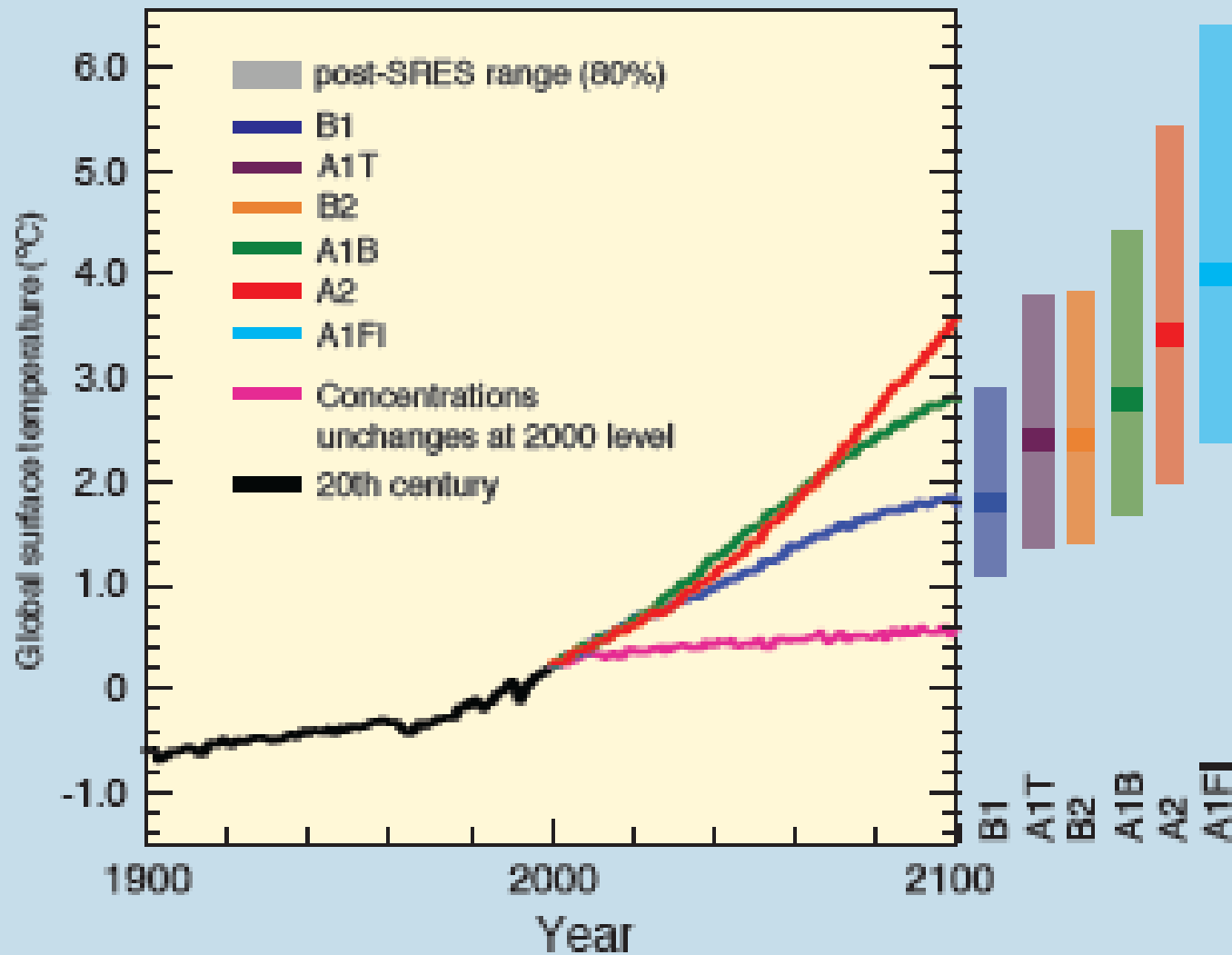
# Influential climate parameters



# New requirements



# Looking forward







# Vulnerability in DK

- Extreme storms
- Extreme snowfall
- Higher temperatures
- Heavy rain
- Increased winter humidity (combined with higher temperatures)

Storm  
Esbjerg, DK  
1999



Storm 1999



Tornado  
Karup, DK  
2002

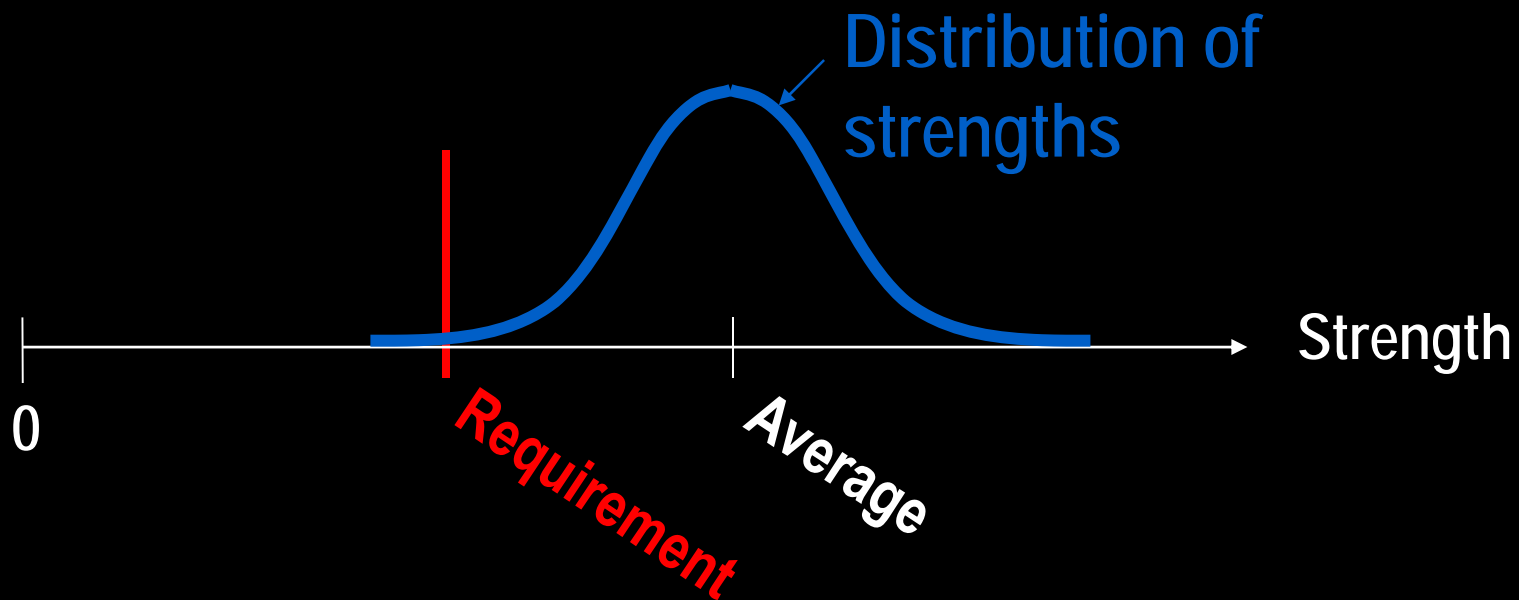




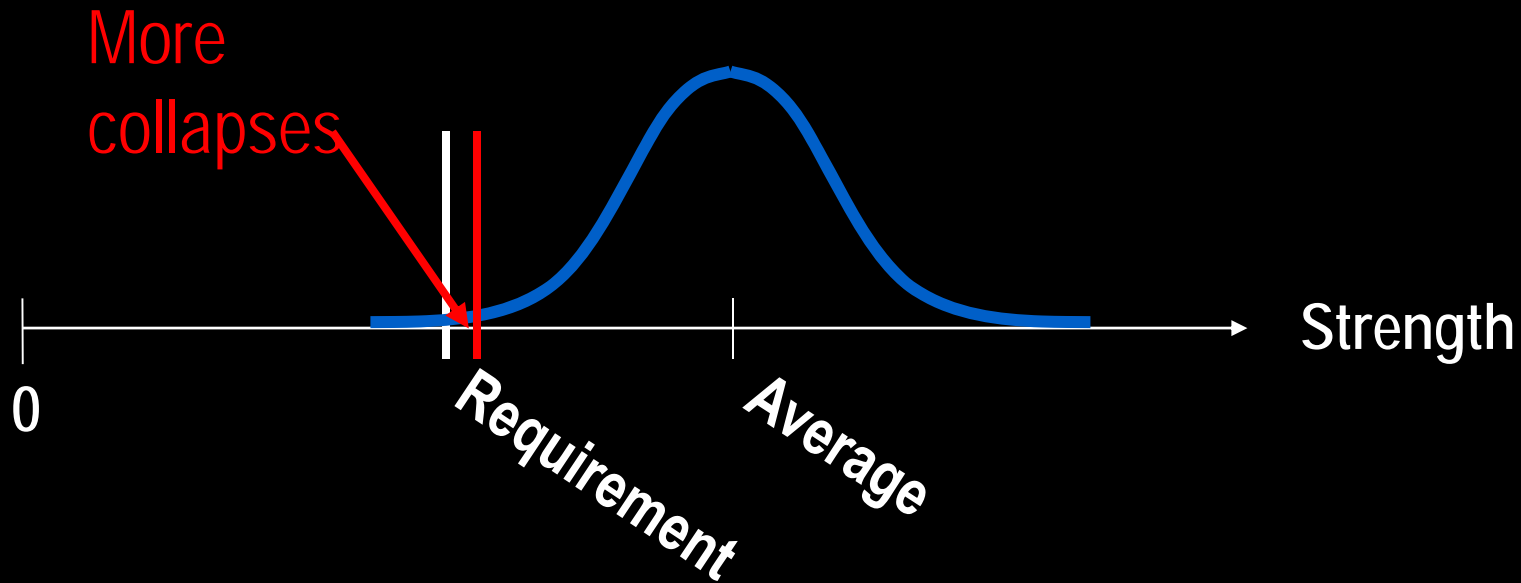
# Storm 1999



# A high safety margin for structural strength



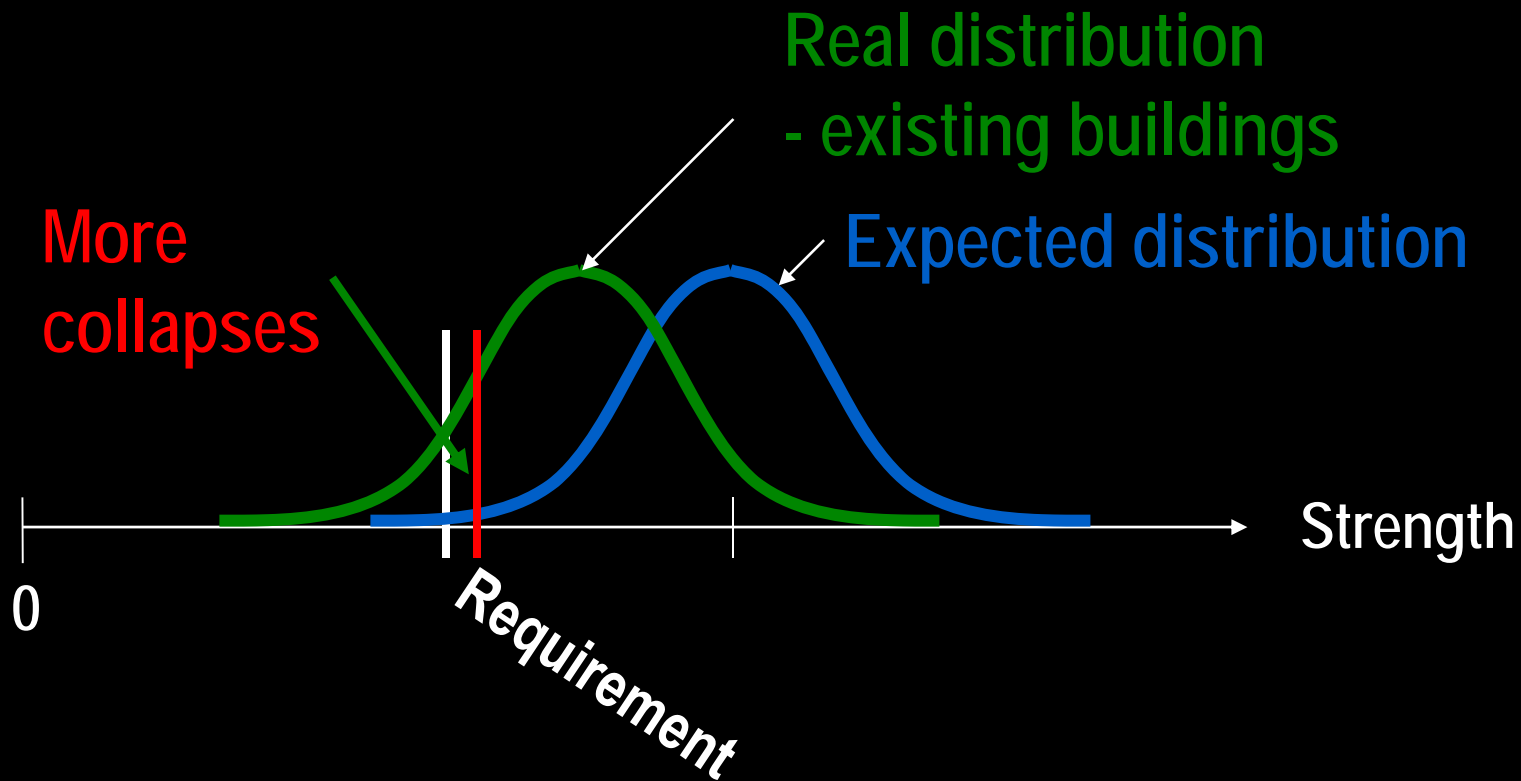
# Moderate consequences of slightly increased loads







# More weak buildings than expected



# Storm



- Extreme storms may increase 10 %

## *Items of concern*

- Weak, existing buildings need strengthening
- Quality assurance and maybe slightly stronger structure for new buildings
- Chop threatening trees down before the storm comes

# Snowfalls 2007 og 2010

## Great media interest

Morgenavisen Jyllands-Posten, søndag

25-02-07

Bladgruppe: Landsdækkende dagblade  
 Oplagstal: 214000  
 Læserstal: 804019  
 Udgivelsesområde: Landsdækkende

### Ekstremt vejr truer tage

**Sammenstyrtninger:** En ekstrem vejsituation med store mængder sne og en hård vind har få sportshaller og varehuset Bilka i Århus til at bryde sammen.

AF HELLE TOURBAARD

Store mængder sne, hård vind og smarte tagkonstruktioner har i tidligere søgret for at få flere tage til at brase sammen på en række store bygninger rundt omkring i landet.

Forleden gik det ud over kæmpehallen Gigantium i Aalborg og Thyhallen i Thisted. Sider, kollapsede dele af taget på gokartbanen Racehall i Hasselager uden for Århus, og natten til søndag var det et Bilka-varehus, der mistede dele af sit tag.

Høje, skævtstående ved Statens Byggeforskningsinstitut Jørgen Nielsen kan det være svært at afgøre, om sammenstyrtningerne skyldes svage konstruktioner eller de ekstreme vejrforhold, som landet har været udsat for i de seneste døgn.

»Vejret har været ekstremt. Det er kommet store mængder sne, og det har blåst kraftigt i flere døgn, samtidig med at vinden har gjort sneen bevægelig, så vinden kan blæse rundt på den. Det har betydet direkte nedbør, der giver et ujævnt tryk, fordi de ligger skævt sortet på taget,« siger han.

Jørgen Nielsen peger på, at især store konstruktioner med en svag bue eller et lav kip er udsatte over for drivende snedriver.

»Den slags konstruktioner er mere sårbare over for en tung snedrivning end enkeltstøt. Men man kan ikke udelukke en generel udfordring, fordi mange forskellige forhold har betydning. F.eks. er det afgørende, om bygningen ligger i løv eller i halvbygge, så der er mulighed for drivende snedriver,« fortæller han.

**Berevnen**

Jørgen Nielsen anbefaler, at hvis man er ansvarlig for en hal eller bygning, er det tag med en buekonstruktion og et stort spænd og er i tvivl om, at taget kan bære, får undersøgt konstruktionen berevnet ud det rådgivende ingeniørfirma, der har foretaget beregningerne.

»Dæfter må man så vurdere, hvor meget sne, der ligger på taget, og om man er tæt på grænsen. Kan man ikke det, er det ikke andet at gå



Ingen kom til skade, da dele af Bilkas tag i Tilst ved Århus styrtede sammen natten til søndag. Foto: Casper Dahlhoff

tidig med at der falder islag eller regn.

»Vindet bliver blæst i sneen, som bliver tung, og med de store mængder vi har fået, kan det på galt på vandrette flader, hvor tagkonstruktionen er af træ eller stål. F.eks. i forbindelse med en tilbygning, som det er tilfældet i Bilka og i Thyhallen,« siger han.

At der er kommet usædvanligt meget sne på én gang, kan vagthavende meteorolog Jørn Thomsen, DMI, bekræfte.

»Flere steder har man fået op i mere en halv meter. Det er rigtig meget, ikke mindst i kombination med en hård vind, der har fået sneen til at flyve sammen i driver,« siger han.

Umiddelbart kan man af-

FAKTA

#### VEJRUDSIGTEN

→ **Søndag:** Svagt og klart vejr med regn af og til ture mellem 1 og 5 grader varme og let til frisk og sydvest. Om natten ligeledes nordvest mest so stede stunder.

→ **Mandag:** Svagt med regn eller slud af og til. D mellem 2 og 5 grader og svagt til fris vind fra en drejer til nord og nordvest. Til natten mest klart mellem plus 2 og minus 3.

→ **Tirsdag:** Fintest mest klart og overgang til et disigt regn i de sydvesterlige egne. Dagtemperatur og 5 grader og frisk vind fra nordvest, der drøj Om natten regn eller mæske slud eller tåne ser tulle.

→ **Onsdag:** Byger, men også mulighed for sol. D mellem 3 og 8 grader, om natten mellem 1 og 5 vind til kuling, der aftager.

### Taget brasede sammen på kæmpe Aalborg-hal

Lidt i otte i går morges bragede sneen igennem taget på kæmpehallen Gigantium i Aalborg.

Sneen lavede et cirka 25 kvadratmeter stort hul i konstruktionen over et omklædningsrum og ind til selve 'storhallen'.

»Der har været sne masser af gange, uden der er sket noget ved det. Så teknikkerne er ved at regne på, hvad der gik galt denne gang,« forklarer lederen af Gigantium, Jørgen Smed.

I går eftermiddag lå der stadig store mængder sne rundt omkring på bygningen. Samtidig lovede vejrudsigten yderligere snevejr. Derfor frygter Jørgen Smed flere ulykker.



STYRT Det kraftige snefald fik taget på Gigantium i Aalborg til at falde sammen. Foto: Mick Anderson/Polfoto

Statens Byggeforskningsinstitut.

Ekstra Bladet, Søndag

25-02-07

Bladgruppe: Landsdækkende dagblade  
 Oplagstal: 145141  
 Læserstal: 542000  
 Udgivelsesområde: Landsdækkende

# HAL-KOLLAS UNDER SNE



Tunge snedriver på taget er en trussel mod mange haller

Spærrede sportshallen, fordi den tyngt: sne var ved at få taget til at bryde sammen

February  
2006





# Snow

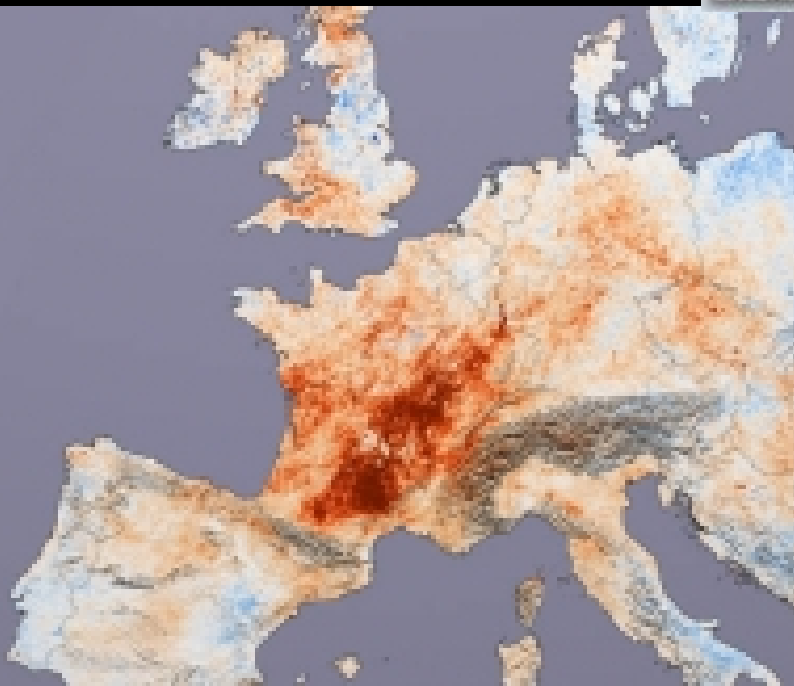


- No data for future snowfall is available

## *Items of concern*

- Extreme snowfall may increase - at least for a period of time
- People should be aware of large amounts of snow on the roof

Higher temperatures



# Higher temperatures



- More and longer lasting heat waves
- Milder winters

## *Items of concern*

- Risk of lives (elderly and weak people)
- Uncontrolled installation of air condition equipment

## *Opportunities*

- Better integration of indoor and outdoor areas
- Less energy consumption for heating



Heavy rain





# Risky design



Illustrations from  
BYG-Erfa blad 07 10 30

# Heavy rain



- An increasing number of heavy rainfall
- Increasing sea level

## *Items of concern*

- Water shall efficiently be drained away from buildings
- Stop water from coming back in from the sewer system
- The sewer system
- Take increased sea level into account

# Increased winter humidity

- More humid winters
- Winter temperatures increases
- *Items of concern*
- Better protection (indoor climate) against mould and house-dust mites





# Risk based investments

	Small uncertainty on climate data	Large uncertainty on climate data
Small investment in relation to the potential benefit	Go for it	Maybe
Large investment in relation to the potential benefit	Maybe	Wait

# Main challenges (1)



The development of  
climate models

- Less uncertainty
- More relevant parameters

# Main challenges (2)



The reduction of  
future climate  
change

- Reduce the need for energy
- Develop alternative energy sources



# Main challenges (3)



- Get an overview of climate parameters of interest
- Evaluate risks
- Keep eye open for cheap improvements towards future performance requirements

Adaptation to  
climate change



# Research needs

- How to base building regulations on future conditions?
- How to identify buildings which need to be strengthened?
- How will the future climate influence the deterioration of different building materials?



# Conclusions

- Building performance criteria seem to be an adequate starting point for the development of a strategy for adaptation to climate change
- The uncertainty associated to the relevant climate parameters is in itself a problem
- The building sector should be more active in presenting needs for specific climate related data



Thank you for your attention

# 6th Nordic Conference



6th Nordic Conference on Construction Economics and Organisation  
Copenhagen 13-15 April 2011



Papers are invited that explore the implications of new challenges facing construction economics and organisation under changing societal conditions (<http://www.sbi.dk/6nordic>)