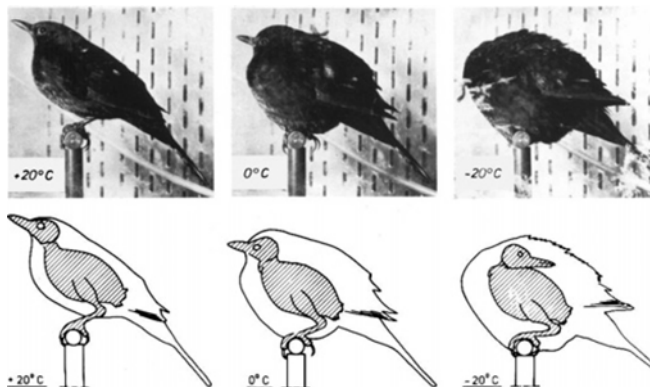


## Bedre enn TEK – hva er fremtidens laveergihus

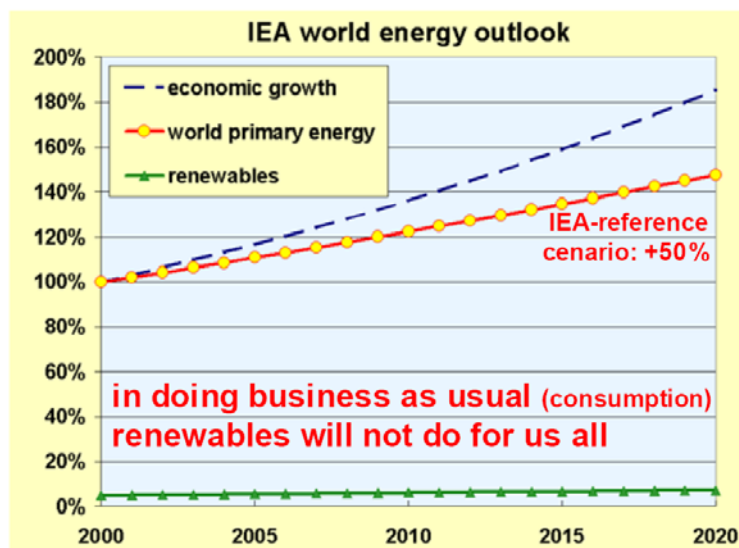
### Lavenergibygg – Passivhus - Konstruksjonsløsninger-



Illustrasjon: B. Kaufmann, Passivhaus inst.

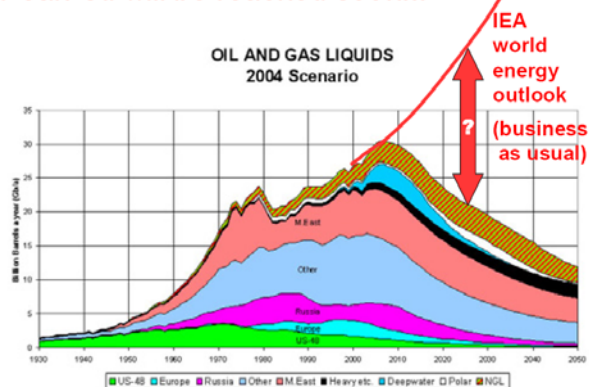
Dr.ing og Byggmester Tor Helge Dokka  
SINTEF Byggforsk AS

## Hvorfor må energibruken ned?



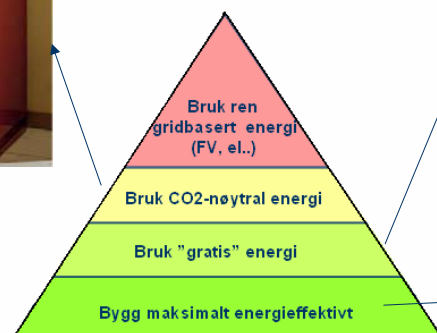
## Hvorfor må energibruken ned?

Peak Oil will be reached soon...



- Reference scenario IEA: 50 % økning i klimagassutslipp innen 2030
- Alternativt IEA scenario (fornybare og energisparing): 40 % økning.
- Hva må vi gjøre: Redusere utslipp med ca. 70 % innen 2050.
- Vil kreve enorme endringer for å få til dette, men det er mulig.

## Hva må vi gjøre?



## Hva er et passivhus?

### Tysk definisjon:

- Årlig oppvarmingsbehov  $\leq 15$  kWh/m<sup>2</sup>år
- Installert oppvarmingseffekt  $\leq 10$  W/m<sup>2</sup>
- Primærenergibehov  $\leq 120$  kWh/m<sup>2</sup>år (multipliserer strøm med 2.5)
- Likt krav for alle bolig- og byggtypen
- Prinsipp: Alt varmebehov kan dekkes av ventilasjonsanlegget (intet konvensjonelt varmeanlegg!)



## Hva er et passivhus?

### Mulig norsk/nordisk definisjon:

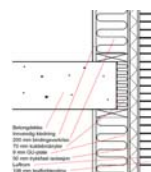
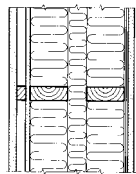
- $Q_{\text{oppv}} \leq 15$  kWh/m<sup>2</sup>år for østlandet, sørlandet, sørvestlandet (og dalstroka innafør). Årsmiddeltemp  $> 5$  °C
- Mulig litt høyere minstekrav ( $Q_{\text{oppv}} > 15$  kWh/m<sup>2</sup>år) for eneboliger under 200 m<sup>2</sup>
- Samme krav til bygningsstandard, men justert minstekrav for energi- og effekt i kaldere strøk av landet
- Det vil bli et omformulert norsk/nordisk krav til "primærenergi" som vil sette et minimumskrav til fornybar energi
- Mindre fokus på bruk av luftvarme, forenklete/kosteffektive vannbårne systemer mer aktuelt



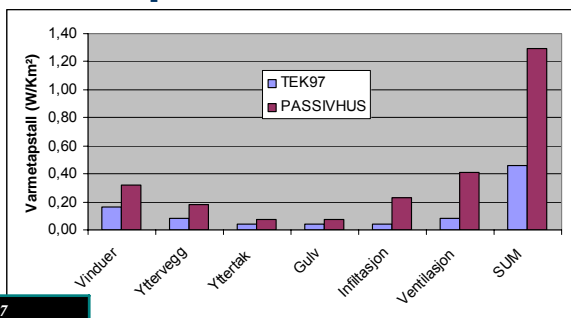
## Hva er et passivhus?

### Komponentkrav:

- Balansert vent med over 75 % virkningsgrad (sertifisert)
- Spesifikk vifteeffekt < 1.5 kW/m<sup>3</sup>/s
- U-verdi opake konstruksjoner < 0.15 => 0.07-0.10 W/m<sup>2</sup>K
- U-verdi vinduer og dører < 0.80 W/m<sup>2</sup>K
- Luftlekkasjer: N50 < 0.6 ach@50 Pa
- Neglisjerbare kuldebroer:  $\psi''$  < 0.01 W/m<sup>2</sup>K



## Varmebalansen til et passivhus



	Passivhus	TEK97
Vinduer	0.80 W/m <sup>2</sup> K	0.80 W/m <sup>2</sup> K
Yttervegg	0.10 W/m <sup>2</sup> K	0.10 W/m <sup>2</sup> K
Yttertak	0.09 W/m <sup>2</sup> K	0.09 W/m <sup>2</sup> K
Gulv	0.09 W/m <sup>2</sup> K	0.09 W/m <sup>2</sup> K
Infiltrasjon	0.05 oms/t	0.05 oms/t
Ventilasjon	0.5 oms/t / 80 %	0.5 oms/t / 80 %

Åpning av to vinduer i et passivhus gir 300-500 m<sup>3</sup>/h => 1.0-1.7 W/Km<sup>2</sup>

## Komfort og inneklima i passivhus

- Ventilasjonsanlegget sikrer et hygienisk luftskifte til en hver tid
- Ingen luftlekkasjer og kontrollert innblåsning eliminerer trekkproblemer
- Høye overflatetemperaturer på vinduer hindrer kaldras og kaldstråling og gir møbleringsfrihet
- Generelt høy strålingstemperatur gir mulighet for lavere lufttemperatur, som gir bedre opplevd luftkvalitet



## Sommerkomfort i passivhus

- Sommerkomfort i passivhus er ofte bedre enn i konvensjonelle bygg (isolerer varmen ute)
- Men:
  - Balansert ventilasjon har liten eller ingen effekt
  - Åpning av vinduer punkterer klimaskjermen, og gjør isoleringsnivå uviktig
- For alle boliger er det en fordel med:
  - Fornuftig fasadedesign
  - Effektiv solskjerming
  - Utnyttelse av termisk masse
  - Effektiv krysslufing (naturlig ventilasjon)

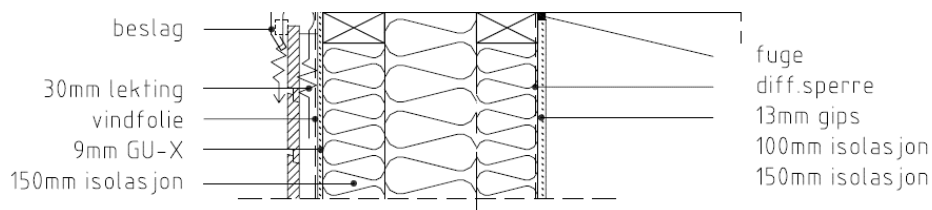


## Er det økt risiko for fukt/muggproblemer i passivhus?

Årsak til fukt/muggproblemer	Risiko i Passivhus
Høy luftfuktighet inne	Mindre risiko pga. balansert ventilasjon
Fuktkonveksjon inn i konstruksjoner	Mindre risiko pga. tetthetskrav
Overflatekondens/sverting på overflater	Eliminert i passivhus
Lekkasje i bad og i takkonstruksjoner	Samme som i andre, men viktig med KS
Innbygging av fukt i byggefase	Større pga. tregere uttørring, meget viktig med KS i byggefase

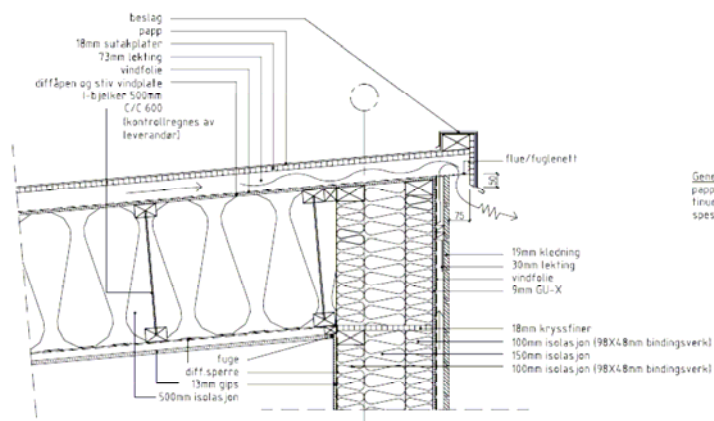
Konkl.: Passivhus er bygningsfysisk robuste bygg, men krever god KS.

## Ytterveggskonstruksjon



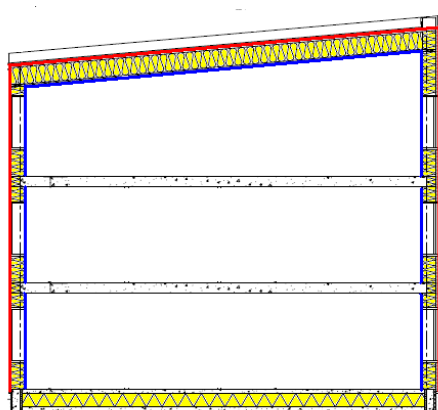
Figur : ABO Arkitekter (Løvåshagen, Bybo AS)

## Yttertakskonstruksjon



Figur : ABO Arkitekter (Løvshagen, Bybo AS)

## Prinsipp luftlekkasje-eliminering



Rødblyantprinsippet



### I fremtiden:

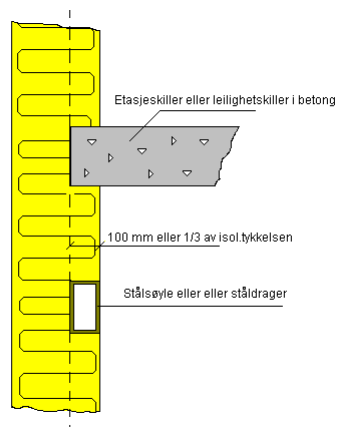
- Minimalisering av fugemasse og skum
- Bruk av dytting og tape, sammen med klemte skjøter.
- Mansjettløsninger for tekniske gjennomføringer (rør, kanaler, el).
- Med nye produkter blir det relativt enkelt å oppnå passivhuskrav (N50 = 0.6 oms/t)

bad planning = bad quality



Foto: NEI Detmold

## Prinsipp kuldebroeliminering



Utfordringer:  
-Fundament  
-Parkeringskjellere

Normalisert kuldebroverdi:  $\psi'' < 0.01 \text{ W/m}^2\text{K}$

# PASSIVHUS NORDEN 2008

## Passivhus og:

Norden 2020 Klimascenarier  
Nullutslipp Sol og bioenergi  
Arkitektur Forbildeprosjekter  
Standarder Sertifisering  
Teknologi Nye produkter  
Markedsføring Innovative aktører

Trondheim 2.-3. april 2008



<http://www.passivhusnorden.no/no/>



Teknologi og samfunn

17

## NOR ONE: Første PHPP sertifiserte eneboligen i Norge



Teknologi og samfunn

18

## Lindås park



## Leilighetskompleks Ölsbundt, Østerrike

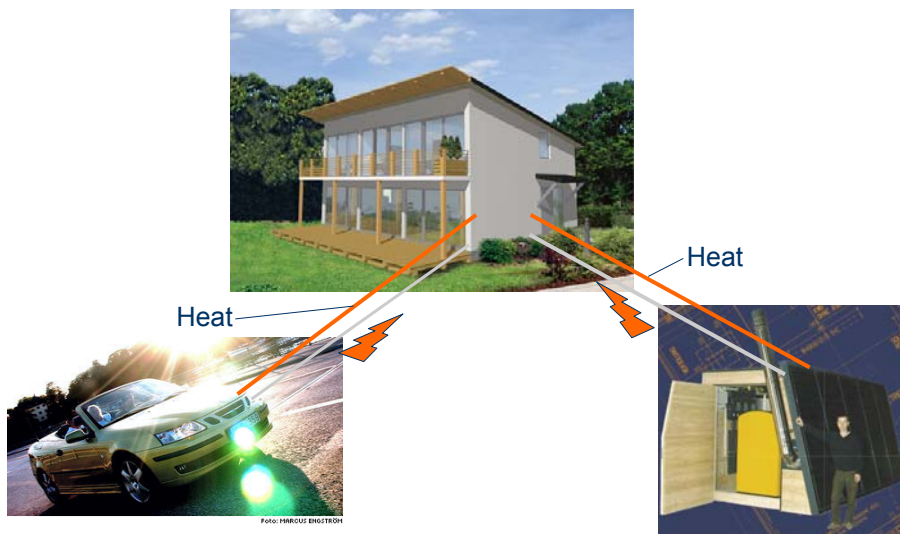


## Løvåshagen i Bergen



- 80 leiligheter i Fyllingsdalen utenfor Bergen
- 28 passivhus i 2 hus
- Snittstørrelse på ca. 80 m<sup>2</sup> - fra 75 til 89 m<sup>2</sup>
- Årsmiddeltemperatur i Bergen: 7.8°C
- Dimensjonerende vinter: -10 °C.
- Årsmidlere horisontal stråling: 87 W/m<sup>2</sup>

## The zero carbon future



# Konklusjoner

