

# Fremtidens bygninger

## Energieffektivisering i et miljøperspektiv

Presentasjon for NVE  
25.juni 2010

Mads Mysen, SINTEF



**Klimautfordringen – Hvorfor tiltak i byggsektoren?**

**Hva er state-of-the-art?**

**Hvor skal vi innen 2020?**

**Hvordan komme dit?**

**Hvordan blir fremtidens klimavennlige bygninger?**

# CO<sub>2</sub>-utslipp fra bygningsmassen

Globalt representerer bygninger ca 40 % av alle klimagassutslipp

- I Europa ca 35 %
- Dersom “business as usual” vil klimagassutslippene i byggsektoren i Europa tilsvare 80 % av dagens totale utslipp i 2050



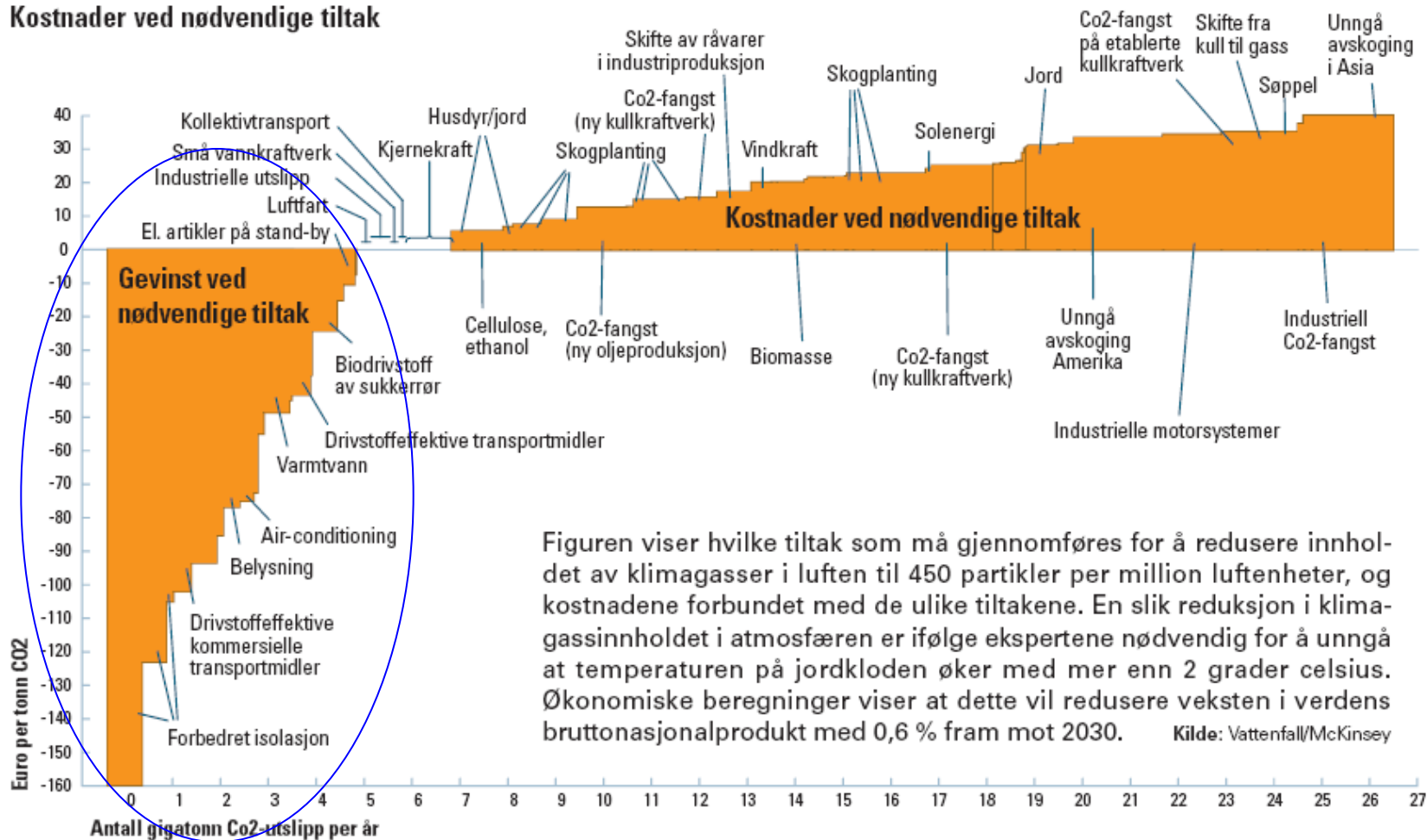
Kilde: Byggemiljø



Kilde: Bellona,  
Norsk Teknologi

# Hvor er det lønnsomt å ta kuttene?

## Kostnader ved nødvendige tiltak



Figuren viser hvilke tiltak som må gjennomføres for å redusere innholdet av klimagasser i luften til 450 partikler per million luftenheter, og kostnadene forbundet med de ulike tiltakene. En slik reduksjon i klimagassinnholdet i atmosfæren er ifølge ekspertene nødvendig for å unngå at temperaturen på jordkloden øker med mer enn 2 grader celsius. Økonomiske beregninger viser at dette vil redusere veksten i verdens bruttonasjonalprodukt med 0,6 % fram mot 2030. Kilde: Vattenfall/McKinsey

Kostnader ved ulike klimatiltak i Europa, 2020. Kilde: McKinsey (2008)



# Potensial for energieffektivisering

## – og reduksjon av klimagassutslipp fra norske bygg innen 2020

- Mulig å spare ca 12 TWh per år sammenlignet med “business as usual”
  - Tilsvarener energibruken i ca 600.000 boliger (dagens snittstandard)
- Frigjort/unngått energibruk kan benyttes til:
  - Elektrifisere bilparken, jernbane
  - Elektrifisere offshoreinstallasjoner
  - Bli kvitt all oljefyring
  - Redusere behovet for utbygging av ny kostbar elproduksjon og varmeproduksjon
  - Eksportere elektrisitet til utlandet
- Energieffektivisering i byggsektoren vil også gi økt sysselsetting og verdiskaping



A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a dirt path winding through the center. The foliage is vibrant green, suggesting a healthy, mature forest. The path is slightly elevated and leads into the distance.

Hva er state-of-the-art?

# Klimavennlige bygninger: Utviklingen frem til i dag

- Årtusenskiftet:** “ingen” aktivitet/interesse i byggenæringen for å bygge særlig bedre enn minstekravene  
Tidligere var det gjennomført flere demonstrasjonsprosjekter, uten at dette ledet til noen endring
- 2000-2005:** Forskningsprosjekt om “lavenergiboliger”  
Planlegging/utredning/bygging av de første lavenergiboligene
- 2005:** Regjering ønsker lavenergistandard som minstekrav
- 2007:** “Lavenergi light” innført som minstestandard (med overgangsperiode på 2,5 år). Også krav til energiforsyning i nye bygninger
- 2008:** Klimaforliket peker på “passivhus“-standard som minstestandard i 2020
- 2009:** EU bestemmer at nye bygg skal være tilnærmet nullenergibygg innen 2020.
- 2009:** Over 3000 passivhus (enheter) under planlegging. I underkant av 50 passivhus (enheter) ferdigstilt  
20 aktører fra forskning, undervisning, byggenæring og forvaltning legger store ressurser i forskning, utvikling og implementering av “nullutslippsbygg” ([www.zeb.no](http://www.zeb.no))
- 2010:** Oslo bystyre vedtok 20. januar at alle kommunale nybygg som hovedregel skal bygges etter og tilfredsstillende krav til passivhusstandard fra 2014

# Klimavennlige bygninger: Utviklingen videre fremover

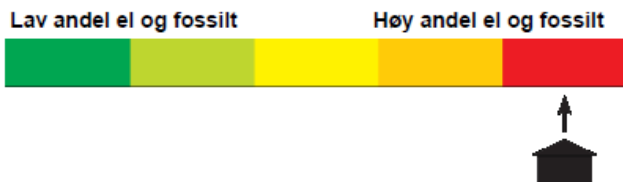
- **2010:** Videre skjerping av energikravene for næringsbygg kommer 1. juli
- **2012-2015:** Ny teknisk forskrift (TEK) med skjerpede energikrav kan forventes
- **2020:** Passivhusstandard som minstestandard i nye bygg? Eller “Near Zero Energy Buildings”?
  - Strenge krav også ved rehab?



# Energimerking



## OPPVARMINGSMERKE



Oppvarmingsmerket forteller hvor stor andel av oppvarmingsbehovet (til romoppvarming og varmtvann) som kan dekkes av annet enn elektrisitet, olje eller gass. Grønn farge betyr en lav andel, mens rød farge betyr høy andel. Oppvarmingsmerket skal stimulere til økt bruk av varmepumper, solenergi, biobrensel og fjernvarme.

For mer informasjon, vennligst se [www.energimerking.no/oppvarmingsmerket](http://www.energimerking.no/oppvarmingsmerket)

- Beregnet levert energi i kWh/m<sup>2</sup>/år

# State-of-the-art i Norge - nye næringsbygg

Aibel bygget: =107 (målt)



Bellonas nye kontorlokaler, ferdigstilles i 2010. Ambisjon levert energi: snitt 80 kWh/m<sup>2</sup>år.

Illustrasjon:  
LPO Arkitekter



Prof. Brocks gate 2, Trondheim. Beregnet levert energi: snitt 94 kWh/m<sup>2</sup>år. Ferdigstilt 2009. Illustrasjon: PKA Arkitekter



Storøya grendesenter barnehage, Bærum. Passivhusnivå, beregnet levert energi: snitt 65 kWh/m<sup>2</sup>år. Illustrasjon: Arkitektkontor Kvadrat AS



Sparebank 1, Midt-Norge, Trondheim. Beregnet levert energi: snitt 102 kWh/m<sup>2</sup>år. Ferdigstilles i 2010. Illustrasjon: Agraff.AS

# State-of-the-art i Norge

## - Rehabilitering næringsbygg

- Ingen rehabiliterte bygg med høye energiambisjoner så langt i Norge (?)





Hvor skal vi innen 2020?



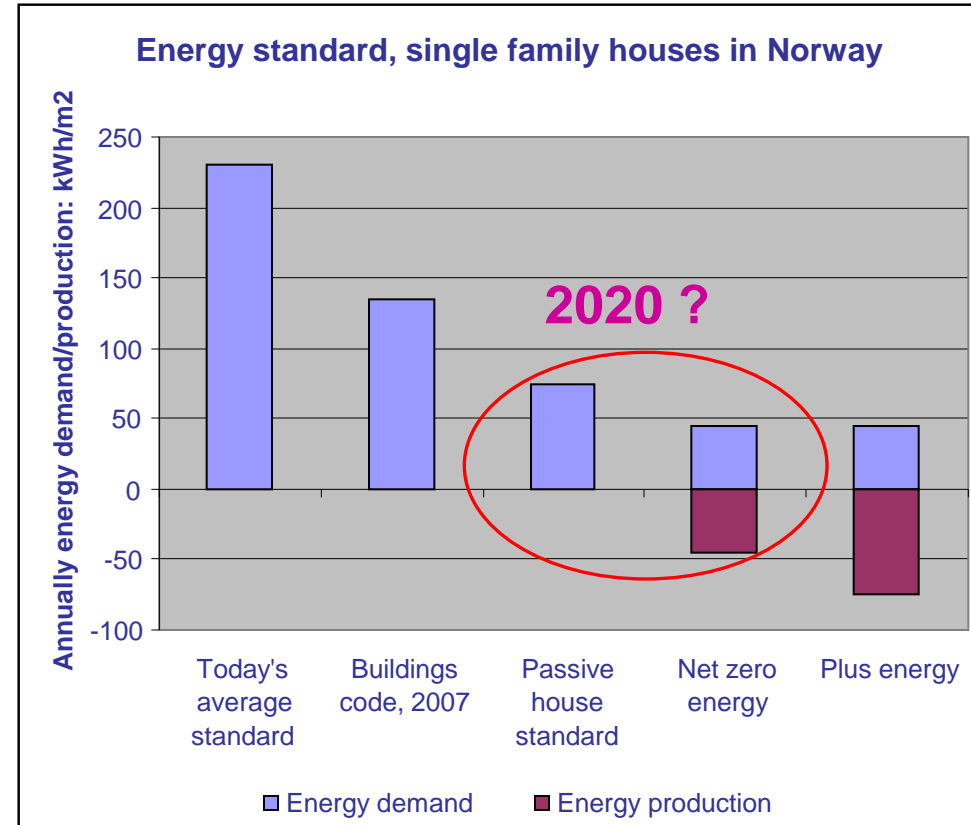
# Føringer for fremtidens energipolitikk i Norge

## EU:

- Redusere klimagassutslippene og energibruken med 20 %, samt innfase 20 prosent mer fornybar energi innen 2020
- EUs fornybardirektiv vil både sette krav til ny fornybar energi, men krever i praksis også energieffektivisering
- Revidert EU-Bygningsenergidirektiv (EPBD) fra 2012:
  - alle bygg i 2020 skal være tilnærmet selvforsynte med energi ("nullenergibygge")
  - offentlig sektor skal eie og leie bygninger med tilnærmet "nullenergistandard" etter 2018
  - krav til vesentlig bruk av fornybar energi

## Norge:

- Klimaforliket på Stortinget i februar 2008 : *Det skal vurderes å innføre passivhusstandard for nybygg i 2020.*
- Varslet trinnvis skjerping av energikravene i tekniske forskrifter



# Hva er et “passivhus”?

- Passivhus har et vesentlig lavere oppvarmings- og energibehov enn nye boliger (iht dagens minstekrav), dvs ca 50 % lavere energibehov, og ca 25 % av varmebehovet
- Pga lavt effektbehov til romoppvarming vil passivhus kunne ha langt enklere og billigere varmeanlegg
- Passivhus har godt inneklima
- Passivhus skal i tillegg til å ha lavt energibehov også ha miljøvennlig energiforsyning (dvs lite elektrisitet og fossilt)

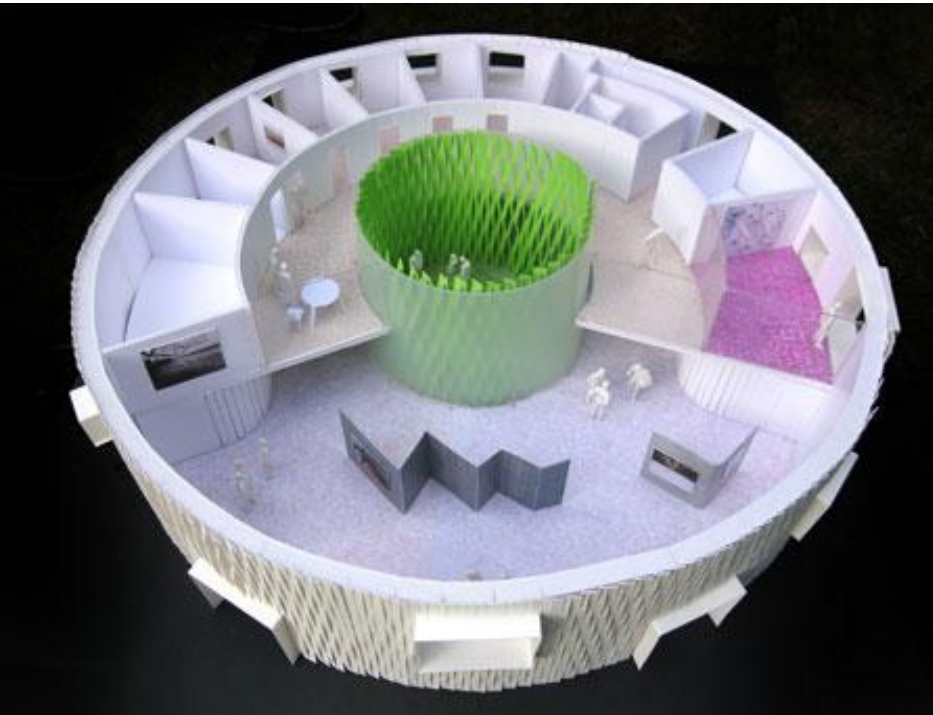


Passivhus i Alingsås, Sverige. Rehabilitering



Løvåshagen, Bergen. Passivhus

# Hva er passivhus – yrkesbygg?



Kilde: Kjellgren Kaminsky Architecture



Kilde: Herreros Arquitectos

# Passivhuskriterier for yrkesbygg!

SINTEF Byggforsk

TOR HELGE DOKKA, MICHAEL KLINSKI, MATTHIAS HAASE OG MADIS MYSEN

## Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – Yrkesbygg

Prosjektrapport 42

2009



 SINTEF

1. Bakgrunn
2. Overordnede kriterier
  - Oppvarmingsbehov
  - Kjølebehov
  - Varmetapstall
  - CO<sub>2</sub>-utslipp og fornybar energi
3. Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall
4. Anbefalinger for luftkvalitet og termisk komfort
5. Krav til dokumentasjon

<http://www.sintef.no/Byggforsk/Bygninger>



# Energibehov, varmetapstall, CO<sub>2</sub>-utslipp

Byggkategori	Årlig energibehov		Varmetapstall, $H'$	CO <sub>2</sub> -utslipp, $m''$
	oppvarming	kjøling(netto)	W/( m <sup>2</sup> ·K)	kg/( m <sup>2</sup> ·år)
Barnehage	25 kWh/m <sup>2</sup> år	0 kWh/m <sup>2</sup> år	0,55	20
Kontorbygg	15 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,50	25
Skolebygg	15 kWh/m <sup>2</sup> år	0 kWh/m <sup>2</sup> år	0,50	20
Universitet- og høgskolebygg	15 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,50	30
Sykehus	20 kWh/m <sup>2</sup> år	20 kWh/m <sup>2</sup> år	0,75	60
Sykehjem	15 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,65	45
Hoteller	20 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,65	40
Idrettsbygg	25 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,70	30
Forretningsbygg	20 kWh/m <sup>2</sup> år	20 kWh/m <sup>2</sup> år	0,65	40
Kulturbygg	25 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,50	25
Lett industri/verksted	25 kWh/m <sup>2</sup> år	10 kWh/m <sup>2</sup> år	0,55	25

# VEDLEGG D:

## Bestemmelse av kriterier for energiytelse

### ■ D.4 Kontorbygg

- Komponentverdier for å nå oppvarmingsbehov på 15kWh/m<sup>2</sup>år

Komponenter:		Komponentverdier
	U-verdi yttervegg	0,12 W/m <sup>2</sup> K
	U-verdi gulv	0,08 W/m <sup>2</sup> K
	U-verdi yttertak	0,09 W/m <sup>2</sup> K
	U-verdi vinduer	0,80 W/m <sup>2</sup> K
	Varmegjenvinning ( $\eta$ )	80 %
$\Psi''$	Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m <sup>2</sup> K

# Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall

Egenskap	Verdi
<i>U</i> -verdi yttervegg	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
<i>U</i> -verdi gulv	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
<i>U</i> -verdi tak	$\leq 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
<b><i>U</i>-verdi vindu</b>	<b><math>\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>
<b><i>U</i>-verdi dør</b>	<b><math>\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>
Normalisert kuldebroverdi, $\psi''$	$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Virkningsgrad varmegjenvinner, $\eta_T$	$\geq 80 \%$
<b>SFP-faktor ventilasjonsanlegg</b>	<b><math>\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})</math></b>
Lekkasjetall ved 50 Pa, $n_{50}$	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$

# Anbefalinger for luftkvalitet og termisk komfort

## ■ Luftkvalitet

- Maksimale CO<sub>2</sub>-nivå - 1000 ppm ved dimensjonerende personbelastning

## ■ Termisk komfort sommer

- Operativ temperatur skal ikke overskride 26 °C mer enn 50 timer i et normalår



# Interne varmetilskudd

Byggkategori	Belysning	Utstyr	Personer	Internvarme (snitt)
Barnehage	6 W/m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup>	6 W/m <sup>2</sup>	4.2 W/m <sup>2</sup>
Kontorbygg	5 W/m <sup>2</sup>	6 W/m <sup>2</sup>	4 W/m <sup>2</sup>	5.4 W/m <sup>2</sup>
Skolebygg	6 W/m <sup>2</sup>	4 W/m <sup>2</sup>	12 W/m <sup>2</sup>	5.4 W/m <sup>2</sup>
Universitets- og høgskolebygg	6 W/m <sup>2</sup>	5 W/m <sup>2</sup>	6 W/m <sup>2</sup>	6.1 W/m <sup>2</sup>
Sykehus	5 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup>	10.7 W/m <sup>2</sup>
Sykehjem	5 W/m <sup>2</sup>	4 W/m <sup>2</sup>	3 W/m <sup>2</sup>	9.0 W/m <sup>2</sup>
Hoteller	5 W/m <sup>2</sup>	1 W/m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup>	6.0 W/m <sup>2</sup>
Idrettsbygg	6 W/m <sup>2</sup>	1 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	5.0 W/m <sup>2</sup>
Forretningsbygg	11 W/m <sup>2</sup>	1 W/m <sup>2</sup>	7 W/m <sup>2</sup>	8.1 W/m <sup>2</sup>
Kulturbygg	6 W/m <sup>2</sup>	1 W/m <sup>2</sup>	3.2 W/m <sup>2</sup>	3.3 W/m <sup>2</sup>
Lett industri, verksted	6 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup>	4.8 W/m <sup>2</sup>

# Krav til dokumentasjon

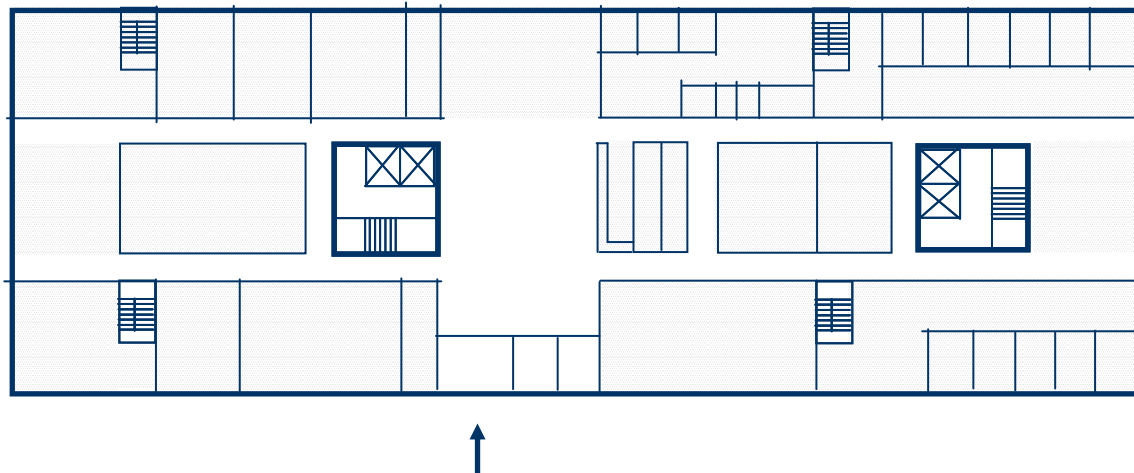
- Dokumentasjon av inngangsdata
  - Tillegg J NS 3031
- Dokumentasjon av beregninger og resultater
  - Varmetapsbudsjett
  - Årlig netto energibudsjett
  - Årlig levert energi fordelt på ulike energivarer
  - Årlig CO<sub>2</sub>-utslipp
  - Beregning av normalisert kuldebroverdi
- Dokumentasjon av lufttetthet
  - Ihht. NS EN 13829

# VEDLEGG D:

## Bestemmelse av kriterier for energiytelse

### ■ D.4 Kontorbygg

- Modell av typisk etasje i kontorbygg
- Dimensjoner 20 x 60 m.
- Totalt BRA på 3600 m<sup>2</sup> over 3 etasjer.



# VEDLEGG D:

## Bestemmelse av kriterier for energiytelse

### ■ D.4 Kontorbygg

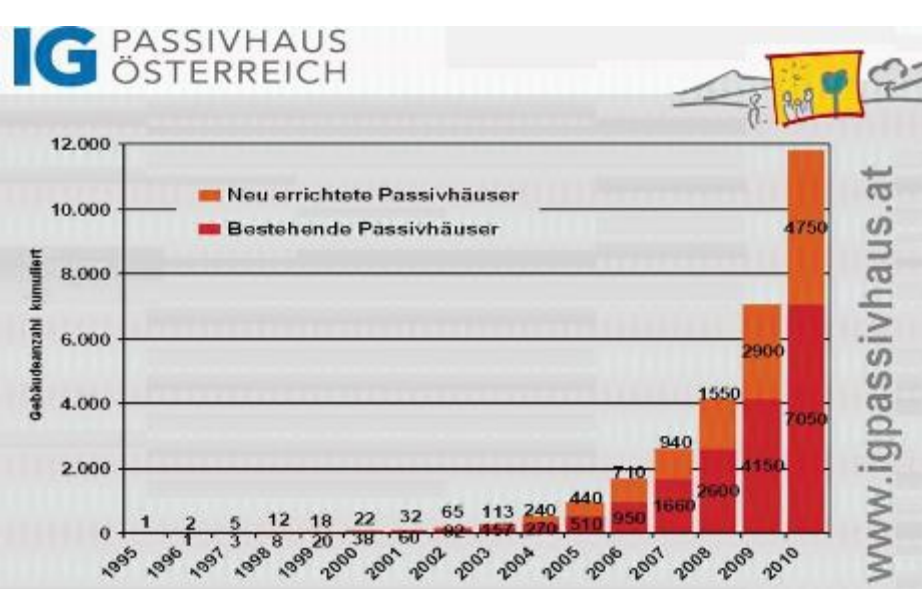
#### ■ Simulert netto energibudsjett for kontorbygget

Energi-post	Energibudsjett	
	Energi- bruk	Spesifikk energi- bruk
Romoppvarming	53644 kWh	14.9 kWh/m <sup>2</sup>
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0.0 kWh/m <sup>2</sup>
Oppvarming av tappevann	18040 kWh	5.0 kWh/m <sup>2</sup>
Vifter (ventilasjon)	32229 kWh	9.0 kWh/m <sup>2</sup>
Pumper	0 kWh	0.0 kWh/m <sup>2</sup>
Belysning	56376 kWh	15.7 kWh/m <sup>2</sup>
Teknisk utstyr	67651 kWh	18.8 kWh/m <sup>2</sup>
Romkjøling	0 kWh	0.0 kWh/m <sup>2</sup>
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	29688 kWh	8.2 kWh/m <sup>2</sup>
Total	257629 kWh	71.6 kWh/m <sup>2</sup>

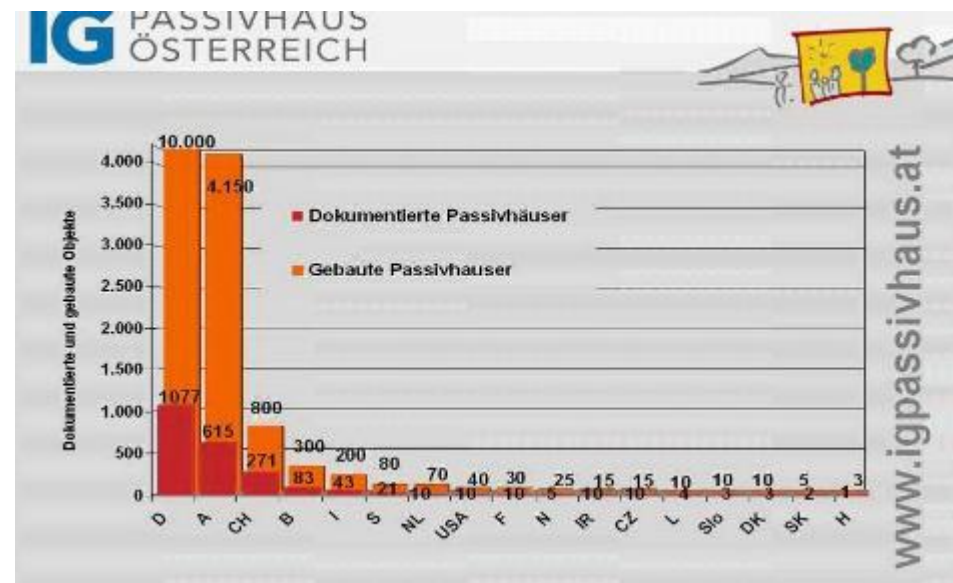


# Norge best i klassen?

- Nei, langt i fra!!!
- I Sverige var det ved utgangen av 2009 fullført ca 900 boenheter med passivhusstandard ( i Norge under 50)
  - I Göteborg har kommunen vedtatt at av alle nye boliger, som bygges på kommunens eiendom (60 % av tomtearealene), skal minst 40 % ha passivhusstandard (men Oslo kommer etter...)



Fullførte passivhus i Tyskland (2009)



Fullførte passivhus i verden (2009)

# Planlagte passivhus!

## Planlegges

- Flere tusen boliger
- Første hotellet
- Første rehabiliterte skolen
- Første rehabiliterte leilighetsbygg



A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a dirt path leading through them. The trees are mostly deciduous with green leaves, and the path is a light brown color. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

Hvordan komme dit?

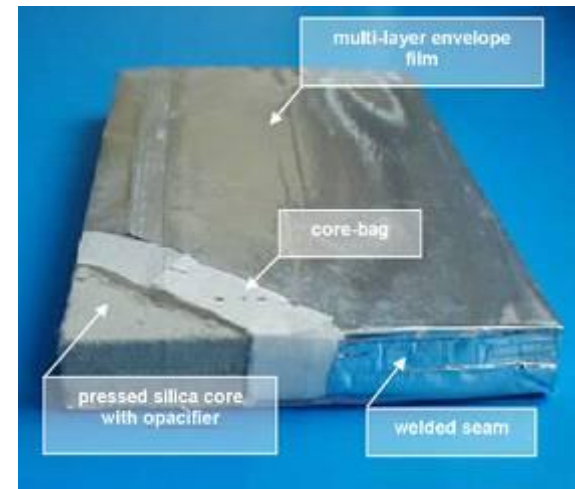
# Hvordan oppnå passivhusstandard eller “nær nullenergistandard” innen 2020?

- En RADIKAL ENDRING av dagens praksis ved nybygging og renovering!
  - Forskning for utvikling og uttesting av kostnadseffektive, markedsattraktive og klimabestandige produkter og konsepter, og samtidig beholde godt innemiljø, god arkitektur, lave miljøbelastninger osv
    - Forbildeprosjekter/pilotprosjekter må gjennomføres i hele Norge.
  - Økt innovasjon i byggenæringen
  - Utstrakt opplæring i byggenæringen
  - Politiske og økonomiske virkemidler som ”pusher” endringen

# Teknologier – hva må utvikles? (et lite utvalg...)

## Varmetap gjennom omhyllingsflater

- mer effektive isolasjonsmaterialer, f.eks. vakuumisolasjon
- robuste og kostnadseffektive konstruksjonsløsninger som integrerer nye materialer og energiproduserende produkter
- bedre løsninger som minimerer kuldebroer og luftlekkasjer – spesielt yrkesbygg





# Teknologi – hva må utvikles?

Vinduer og glassfasader;

- isolerte profiler/rammekonstruksjon
- tiltak mot utvendig kondens
- metode for installering av tunge vinduer



NorDan - passivhusvindu



# Mer effektiv ventilasjon!

## Varmegjenvinning:

- mer effektive varmegjenvinnere
- virkningsgrad over 85 % (og samtidig funksjonelle)
- gjelder også andre teknologier enn roterende gjenvinnere unngå gjenfrysing

## Formålsstyrt energibruk:

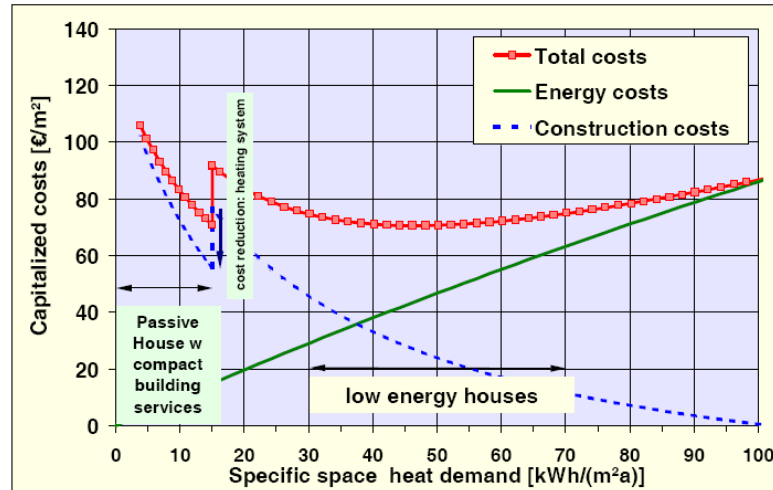
- mer robuste og samtidig rimeligere VAV-anlegg (behovsstyring av luftmengdene)

## Andre komponenter:

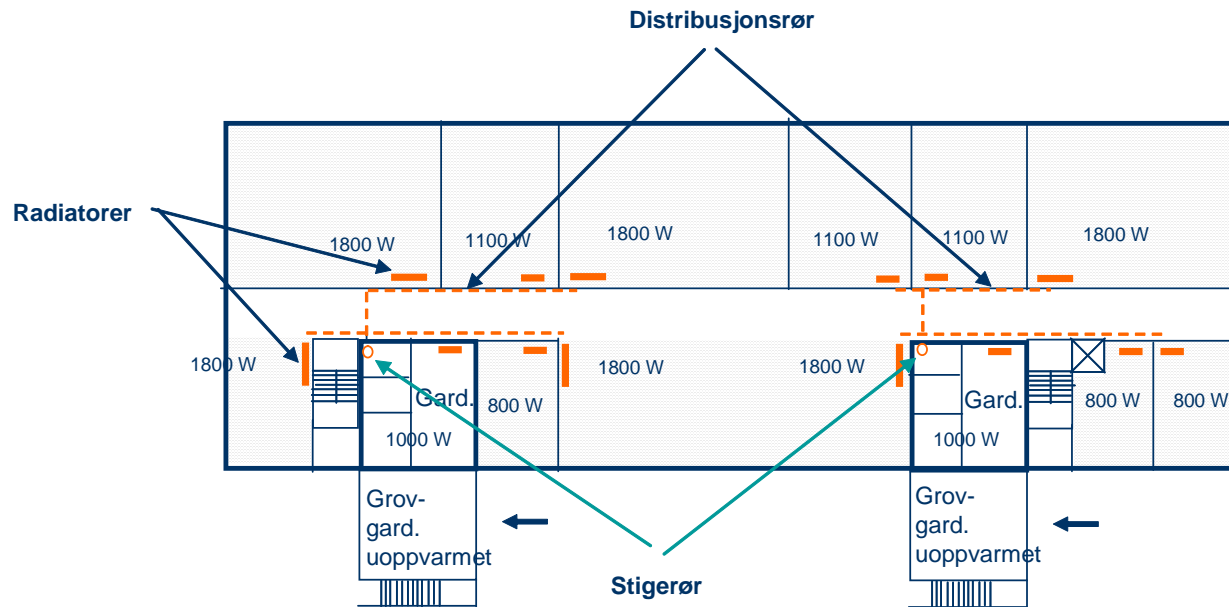
- mer effektive vifter og motorer



# Tilpassede varme- og kjøleanlegg!



Kilde: Passivhaus Institut



# Teknologi – hva må utvikles?

## Energiforsyning:

Lokale løsninger for utnyttelse av fornybare energi (sol, bio, vind, VP)

## Inneklima

Helse, luftkvalitet og formålsstyrt energibruk

Luftbåren varme

Riktig og tilstrekkelig belysning

\* behovsstyrt, dagslys og personlig

..

Mercy Lakefront SRO 1244 N. Clybourn Ave., Chicago, Illinois  
5 story residential building with 96 apartments for low income households,  
8 horizontal turbines, each 1.5 kW rated power. Architecture: Helmut Jahn



Solfangeranlegg (vakuum), Løvåshagen, Bergen



# Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME) 2009 - 2016

## Zero Emission Buildings (ZEB)

### Hovedmålsetningen for ZEB:

Utvikle produkter og løsninger for eksisterende og nye bygninger, boliger så vel som næringsbygg, som vil lede til markeds gjennombrudd for bygninger med **null klimagassutslipp knyttet til produksjon, drift og avhending.**



# ZEB – et landslag:

- Forskning og undervisning
  - Produsenter av bygningsmaterialer og bygningsprodukter
  - Entreprenører, rådgivende ingeniører, arkitekter
  - Bransjeorganisasjoner
  - Eiendomsforvaltere og brukere
  - Offentlig forvaltning
- 
- 18 partnere i tillegg til SINTEF og NTNU
  - Tidens største forskningsprosjekt i den norske byggnæringen (ca 300 millioner kroner)

[www.zeb.no](http://www.zeb.no)





A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a dirt path leading into the distance. The foliage is vibrant green, suggesting a healthy, mature forest.

## Hvordan blir fremtidens klimavennlige bygninger?



# Klimavennlige bygg og arkitektur



Firemannsbolig med passivhusstandard i Vårgårda utenfor Gøteborg. Kilde: [www.passivhuscentrum.se](http://www.passivhuscentrum.se)

~~“Passivhus  
=  
kassehus”~~

Men enklere former  
gjør det lettere å  
redusere  
varmetapene.



Passivhusskole i Aufkirchen, Tyskland..  
Kilde: [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de)



Passivhus ved Storelva, Tromsø.  
Arkitekt: Steinsvik arkitektkontor.  
Kilde: Ecobox prosjektdatabase.

Løvåshagen borettslag i Bergen. Boligblokk med  
passivhusstandard. Foto: SINTEF Byggforsk



Passivhus i Lier. Foto: Skanska

# Fremtidens klimavennlige bygg vil ha energiproduserende tak/fasader



Fasade før og etter rehabilitering med solceller/dobbel fasade. NTNU i Trondheim. Kilde: SINTEF Byggforsk



Vannsolfangere (hus nærmest) og solceller (hus nr. 2) i fasader i passivhus i Roosendal i Nederland. Kilde: SINTEF Byggforsk



Boligprosjekt i Oslo med vannsolfangere i fasadene. Kilde: SOLARNOR



Solceller i fasadene i rekkehusprosjekt. Nederland. Kilde: Kiss&Cathcart Gregory Kiss



Vakuumsolfangere i rekkverk. Boligblokk ved Zürich. Kilde: Robert Hastings



# Fremtidens bygninger

## – ett svar på klimautfordringene?

- JA, i lys av klimautfordringen må vi sikte mot klimanøytral bebyggelse!
- Passivhus er ikke "siste stopp", men et steg mot nullutslippsbygg
  - Betydelig utfordring å heve til samme standard i eksisterende bygningsmasse
- Alle varme- og energiforsyning til bygg må bli tilnærmet klimanøytral
  - Det vil bli økt bruk av solenergi, biomasse, omgivelsesvarme
  - Også produksjon av materialer må tas hensyn til
- Fremtidens energikrav til bygninger vil bli styrt av klimahensyn og ikke privat-/samfunnsøkonomisk lønnsomhet
- Vi må passe på å ikke glemme andre miljøhensyn i veien mot klimanøytrale bygninger!



# Faktor 2-4-10

- Bærekraftig bygd miljø = faktor 10  
Befolkningsvekst, Dele godene, Mer velstand
- LECO - Målsetningen er å lage guidelines med hhv. 50 %, 75 % og 90 % reduksjon av energibruket til et typisk kontorbygg av i dag (=300 kWh/m<sup>2</sup> år)

*Mulig vei for å redusere energibruken med 90 % i et nytt kontorbygg*





Data	Netto energibehov						Levert energi
	Referanse 300 kWh/m <sup>2</sup> år	TEK 07 165 kWh/m <sup>2</sup> år	Faktor 2 150 kWh/m <sup>2</sup> år	Lavenergi 100 kWh/m <sup>2</sup> år	Faktor 4 75 kWh/m <sup>2</sup> år	Faktor 10 30 kWh/m <sup>2</sup> år	Faktor 10 30 kWh/m <sup>2</sup> år
U-verdi yttervegg	0.25 W/m <sup>2</sup> K	0.18 W/m <sup>2</sup> K	0.18 W/m <sup>2</sup> K	0.17 W/m <sup>2</sup> K	0.12 W/m <sup>2</sup> K	0.11 W/m <sup>2</sup> K	0.12 W/m <sup>2</sup> K
U-verdi tak	0.20 W/m <sup>2</sup> K	0.13 W/m <sup>2</sup> K	0.13 W/m <sup>2</sup> K	0.11 W/m <sup>2</sup> K	0.10 W/m <sup>2</sup> K	0.09 W/m <sup>2</sup> K	0.10 W/m <sup>2</sup> K
U-verdi gulv	0.22 W/m <sup>2</sup> K	0.15 W/m <sup>2</sup> K	0.15 W/m <sup>2</sup> K	0.12 W/m <sup>2</sup> K	0.11 W/m <sup>2</sup> K	0.08 W/m <sup>2</sup> K	0.11 W/m <sup>2</sup> K
U-verdi vinduer og dører	1.60 W/m <sup>2</sup> K	1.20 W/m <sup>2</sup> K	1.20 W/m <sup>2</sup> K	0.80 W/m <sup>2</sup> K	0.80 W/m <sup>2</sup> K	0.64 W/m <sup>2</sup> K	0.80 W/m <sup>2</sup> K
Normalisert kuldebr overdi	0.20 W/m <sup>2</sup> K	0.06 W/m <sup>2</sup> K	0.06 W/m <sup>2</sup> K	0.05 W/m <sup>2</sup> K	0.03 W/m <sup>2</sup> K	0.02 W/m <sup>2</sup> K	0.03 W/m <sup>2</sup> K
Lekkasjetall	3.00 omst/t	1.50 omst/t	1.50 omst/t	0.80 omst/t	0.60 omst/t	0.20 omst/t	0.60 omst/t
Luftmengde	10 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	10 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	10 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	8 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	Max: 6 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> Min : 4 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	Max: 6 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> Min : 4 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	Max:10 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> Min : 6 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>
SFP	4.00 kW/[m <sup>3</sup> /s]	2.00 kW/[m <sup>3</sup> /s]	2.00 kW/[m <sup>3</sup> /s]	1.75 kW/[m <sup>3</sup> /s]	1.50 kW/[m <sup>3</sup> /s]	1.00 kW/[m <sup>3</sup> /s]	1.50 kW/[m <sup>3</sup> /s]
Virkningsgrad	65 %	70 %	80 %	80 %	82 %	87 %	82 %
Belysning	15 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>	5 W/m <sup>2</sup>	5 W/m <sup>2</sup>	1.5 W/m <sup>2</sup>	7.5-5-2.5 W/m <sup>2</sup>
Utstyr	17 W/m <sup>2</sup>	11 W/m <sup>2</sup>	11 W/m <sup>2</sup>	7.5 W/m <sup>2</sup>	7.5 W/m <sup>2</sup>	1.7 W/m <sup>2</sup>	7 W/m <sup>2</sup>

# Hvordan vil økende miljøbevissthet virke inn på fremtidens kontorbygg?

- ↑ Energi- og miljøvennlige produkter og løsninger for et gradvis økende konkurransefortrinn!
- ↑ Offentlige byggherrer går foran!
- ↑ Gulrot virkemidler – tilskudd, merkeordning
- ↑ Pisk virkemidler – heve minimumsnivå, forskrift (EU)
- ↑ Krav til dokumentasjon! – Tilgjengelig!
- ↑ Miljørettede avgifter! Miljø blir lønnsomt!
- ↑ Reach-direktiv – Helse- og miljøfarlige stoffer, substitusjon
- ↑ Livsløpsbetraktning - Avfallsordninger – gjenbruk og gjenvinning!

# Passivhus og bærekraftig bygd miljø!

10-20 %

Dagens lavenergibygg  
Eksisterende bygg

70-90 %



**Miljøriktig materialvalg blir viktigere  
når energibruk i driftsfasen reduseres!**

Produksjon

Driftsfasen

*"Et godt menneske forstår hva som er riktig, et stakkarslig menneske kun det som er lønnsomt"*

(Konfucius, kinesisk filosof 551-479 f. Kr.)



# Takk for oppmerksomheten!