

# Passivhus i Norge krever moderne energieffektiv ventilasjon

## Dagens og morgendagens krav til energibruk i bygg med fokus på ventilasjon



*Mats Eriksson/Mads Mysen*



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

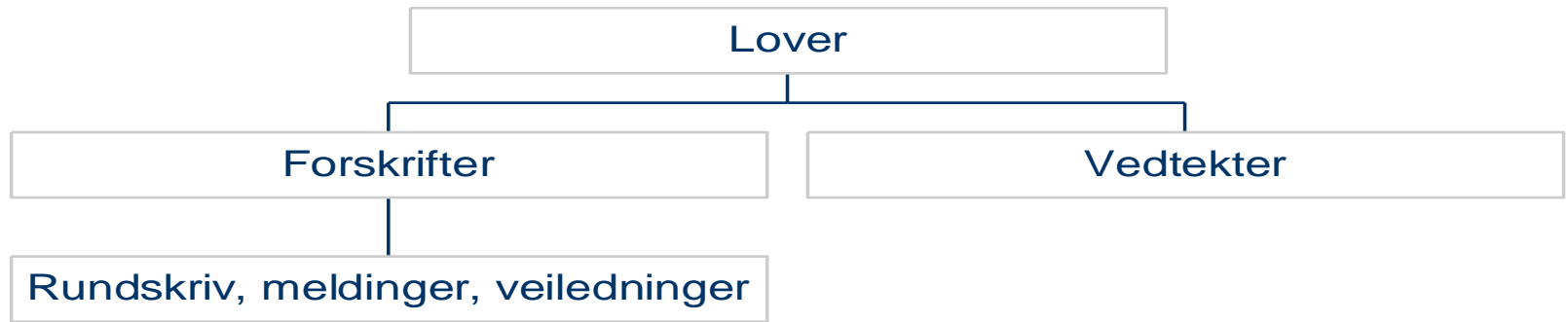
# Rammebetingelser

## Hva driver utviklingen

## Hva er et passivhus?

## Kommende utfordringer

# Rammebetingelser



<i>Norske Standarder</i>				
		<i>Bransjenormer</i>		
<i>El</i>	<i>Kulde</i>	<i>Ventilasjon</i>	<i>Varme</i>	<i>Våtrom</i>

# KRD: Nye byggeregler fra 1.7. 2010

Fra 1. juli 2010 gjelder ny plan- og bygningslov med tilhørende forskrifter. Her finner du de nye reglene:

- Plan- og bygningsloven (2008-06-27 nr. 71) (Lovdata)
  - Kapittel 23. Ansvar i byggesaker
  - Kapittel 24. Kvalitetssikring og kontroll med prosjektering og utførelse
  - § 29-5. Tekniske krav
  - § 29-6. Tekniske installasjoner og anlegg
- Byggesak (Lovdata)
  - Kapittel 8. Ferdigstillelse
  - Kapittel 9. Godkjenning av foretak
  - Kapittel 10. Krav til foretakenes system
  - Kapittel 14. Kontroll av tiltak
  - Kapittel 19. Ikrafttreden og overgangsbestemmelser

VKE

# KRD: Nye byggeregler fra 1.7. 2010

Fra 1. juli 2010 gjelder ny plan- og bygningslov med tilhørende forskrifter. Her finner du de nye reglene:

- Byggteknisk forskrift (Lovdata)
  - Kapittel 13. Miljø og helse
  - Kapittel 14. Energi

VKE

# KRD: Nye byggereglene fra 1.7. 2010

Fra 1. juli 2010 gjelder ny plan- og bygningslov med tilhørende forskrifter. Her finner du de nye reglene:

- Veiledninger TEK Kapittel 13 Miljø og helse
  - § 13-1. Generelle krav til ventilasjon
  - § 13-2. Ventilasjon i boenhet
  - § 13-3. Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning
  - § 13-4. Termisk inn klima

Ved fastsettelse av energiramme krav gitt i kapittel 14 er det forutsatt at det utføres tiltak som eliminerer bygningens behov for lokal kjøling. For flere bygningskategorier er det likevel nødvendig med sentral kjøling (kjøling av ventilasjonsluften) for å overholde de anbefalte verdier for operativ temperatur. Dette forutsetter at ventilasjonsanlegget utformes slik at luftmengde og tilluftstemperatur oppfyller behovet for kjøling uten at det oppstår andre ulemper som for eksempel trekk eller støy

- § 13-21. Rengjøring før bygning tas i bruk

# KRD: Nye byggeregler fra 1.7. 2010

Fra 1. juli 2010 gjelder ny plan- og bygningslov med tilhørende forskrifter. Her finner du de nye reglene:

## ■ Veiledninger TEK Kapittel 14 Energi

- § 14-1. Generelle krav om energi
- § 14-2. Energieffektivitet
- § 14-3. Energiltak
- § 14-4. Energirammer
- § 14-5. Minstekrav
- § 14-7. Energiforsyning
- § 14-8. Fjernvarme

# Norsk Standard for beregning av energibehov NS 3031



VKE



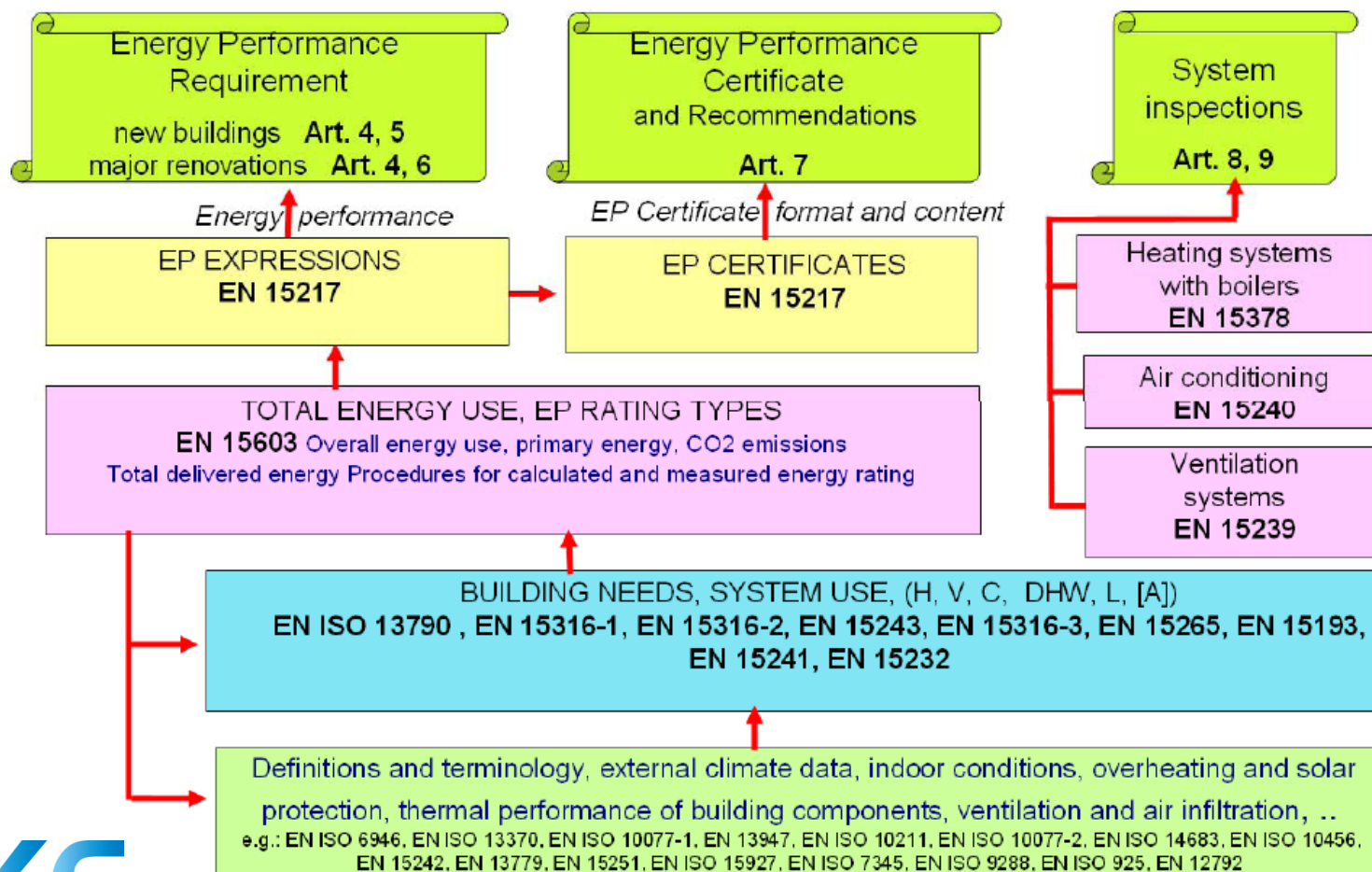
# NS 3031

## Beregning av bygningers energiytelse Metode og data

Standarden fastlegger regler for beregning av:

- Totalt netto energibehov i et energibudsjett
- Levert energi til bygninger fordelt på ulike energivarer
  
- **NS 3031 benyttes ved kontrollberegning iht. TEK**
- **NS 3031 benyttes ved beregninger for energimerke**

# EPBD Metodikk for beregning av energiytelse

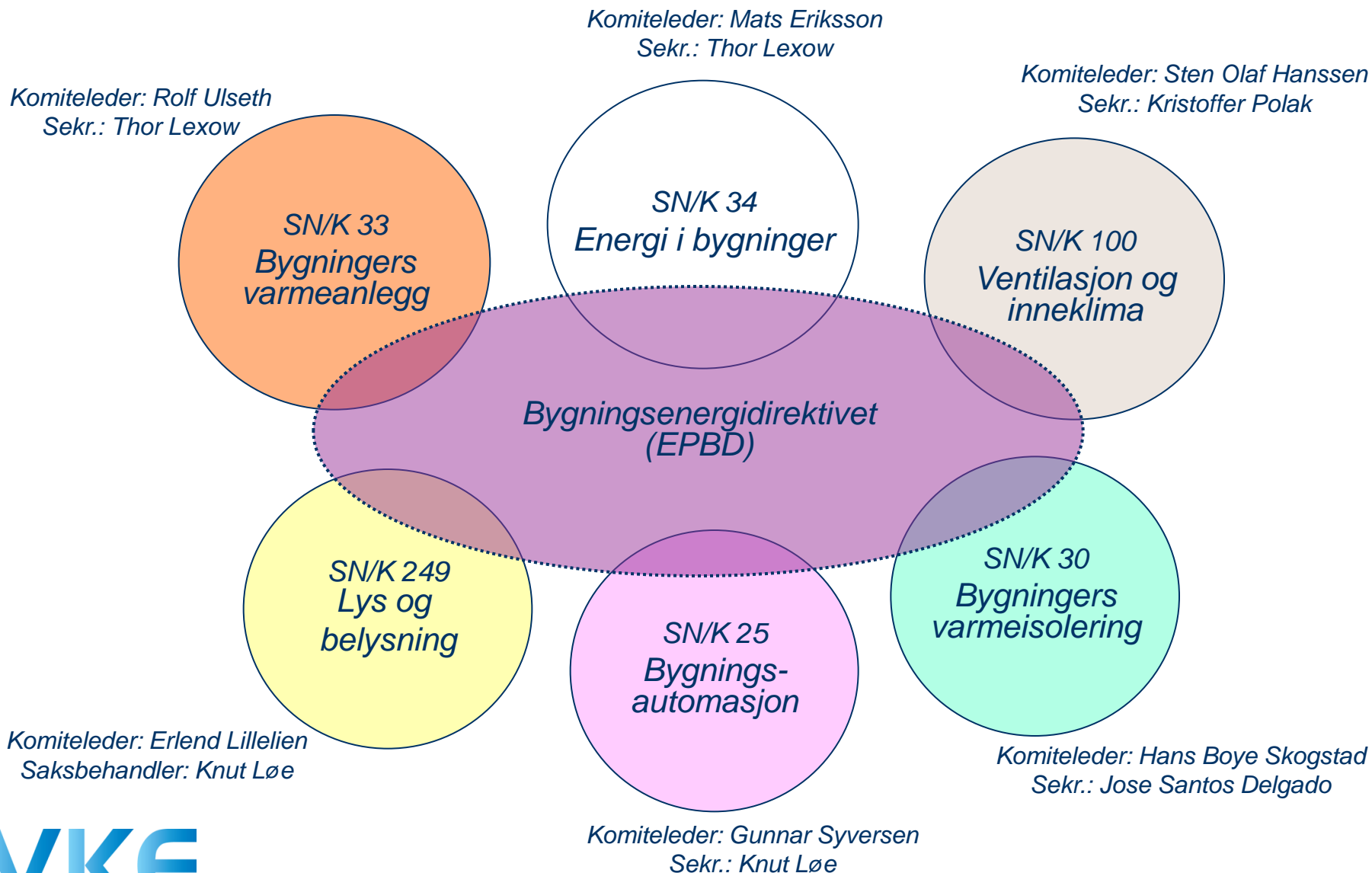


# Ventilasjon i Energirammer

	Småhus, samt fritidsbolig over 150 m <sup>2</sup> oppvarmet BRA	Boligblokk <sup>b</sup>	Barnehage	Kontorbygning	Skolebygning	Universitet og høgskole	Sykehus	Sykehjem	Hotell	Idrettsbygning	Forretnings-bygning	Kulturbygning	lett industri, verksteder
Romoppvarming	59	36	70	31	40	31	65	54	67	51	50	74	71
Ventilasjonsvarme	6	7	14	12	14	13	16 (52)	14 (47)	12	28	15	13	13 (30)
Varmtvann	30	30	10	5	10	5	30	30	30	49	11	10	10
Vifter og pumper	7	9	22	22	24	27	54	48	35	22	41	24	21
Belysning	11	11	21	25	22	25	47	47	47	21	56	23	19
Teknisk utstyr	18	18	5	35	13	35	47	23	6	3	4	3	24
Kjøling	0	0	0	19	0	23	38	0	26	0	37	19	18
<b>Totalt netto energibehov</b>	132	110	142	148	122	159	296 (332)	216 (248)	221	172	212	166	175 (192)
<b>Avrundet energiramme</b>	<b>120 + 1600/m<sup>2</sup>*</b>	<b>115</b>	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>300 (335)</b>	<b>215 (250)</b>	<b>220</b>	<b>170</b>	<b>210</b>	<b>165</b>	<b>175 (190)</b>



# Komiteer innen energibruk i bygninger



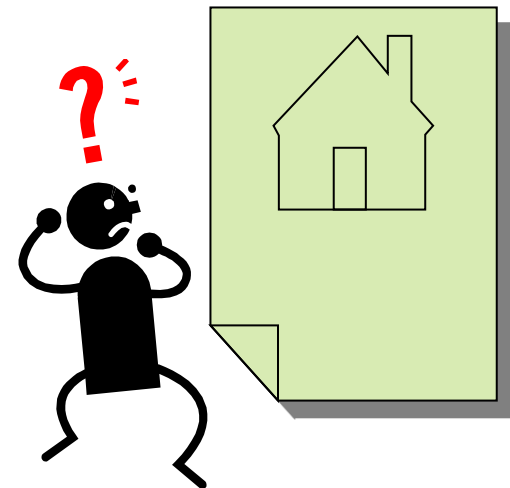
# 'Soria Moria'-erklæringen (2005)

Det skal utarbeides nye byggforskrifter som gjør lavenergiboliger til standard....

## *Klimaforliket (2008)*

*...det skal vurderes å innføre krav om passiv husstandard for alle nybygg innen 2020.*

*...men hva er standarden for en et passivhus eller lavenergibolig?*



# Energieffektive passivhus kan bli forskriftsnivå raskere

[I en pressemelding, 11.03.2010](#) sier kommunal- og regionalminister Liv Signe Navarsete:

Ein rapport Mulitconsult/Sintef Byggforsk frå syner at energieffektive **passivhus kan bli standard for nye bygg allereie om tre til fem år.**

## ***KRD – energieffektiviseringsutvalg***

- ***Nye bygg 2015***
- ***Eksisterende bygg 2020***

# Passivhusfrykt for passivhusfukt

SINTEF har kartlagt risikoen for økt omfang av fuktskader ved økt isolasjonstykkelse.

- økt isolasjonstykkelse -> økt risiko
- Bedre ventilasjonskontroll -> redusert risiko
- Bedre bygningsmessig utførelse - > redusert risiko

- [SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 53-2010](#)



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

# Rammebetingelser

## Hva driver utviklingen

## Hva er et passivhus?

## Kommende utfordringer



# 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



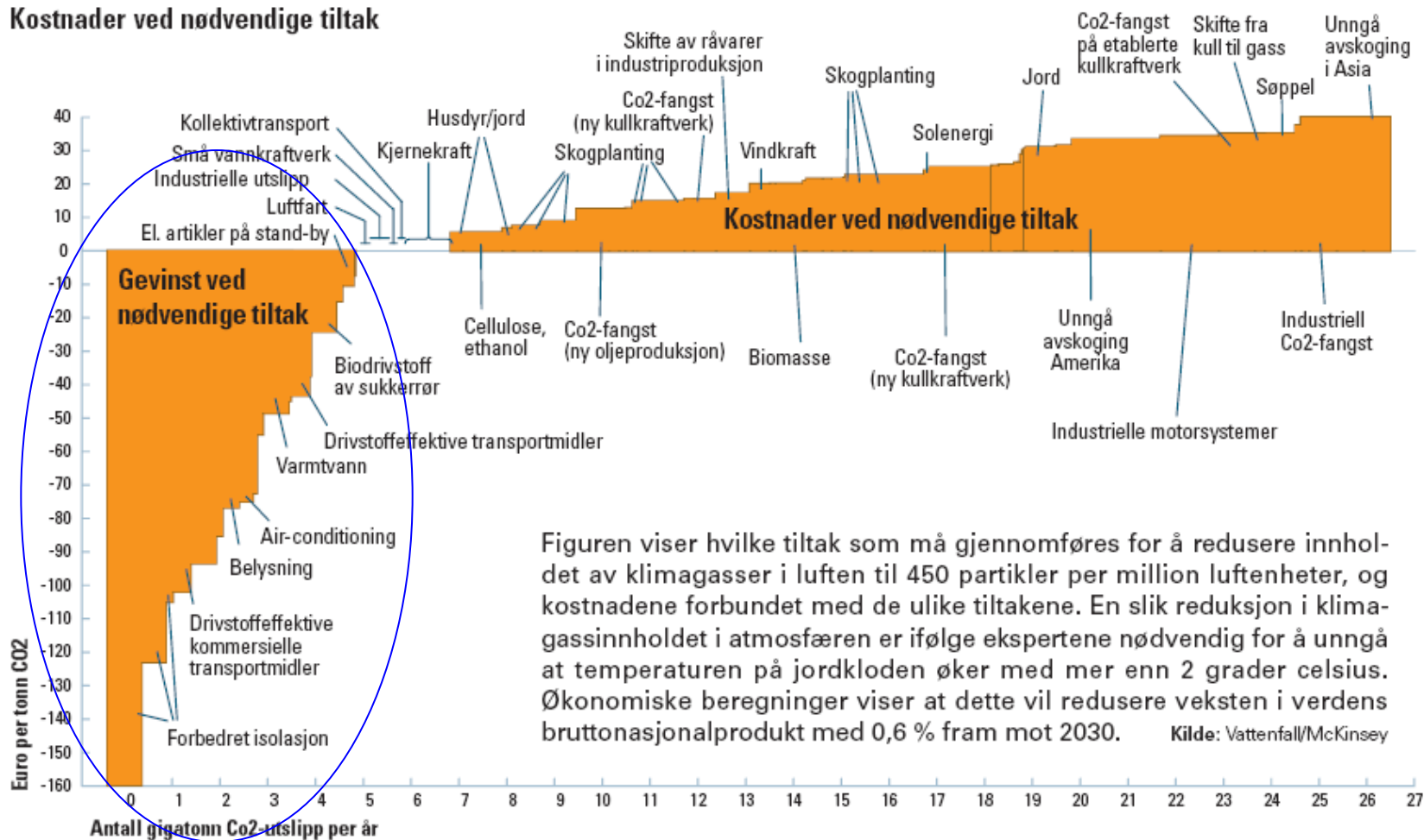
Kilde: Byggemiljø



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

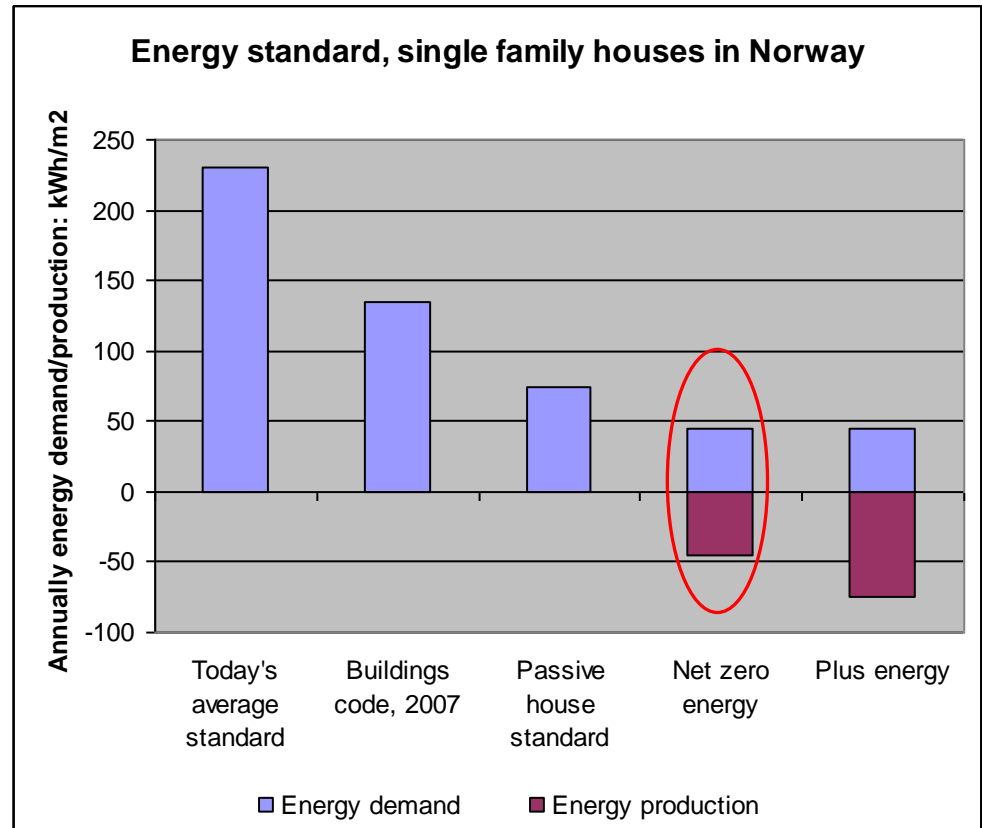
## – og reduksjon av klimagassutslipp fra norske bygg innen 2020

- 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



# Motivasjon Passivhus?

- Passivhusstandard fra 2015-2020.
- "All buildings built after 31 December 2018 will have to produce their own energy on-site"  
EU, Revidert bygningsenergidirektiv
- Anbefalt forhåndsannonsert trinnvis skjerping Lavenergiutvalgets rapport, august 2009:

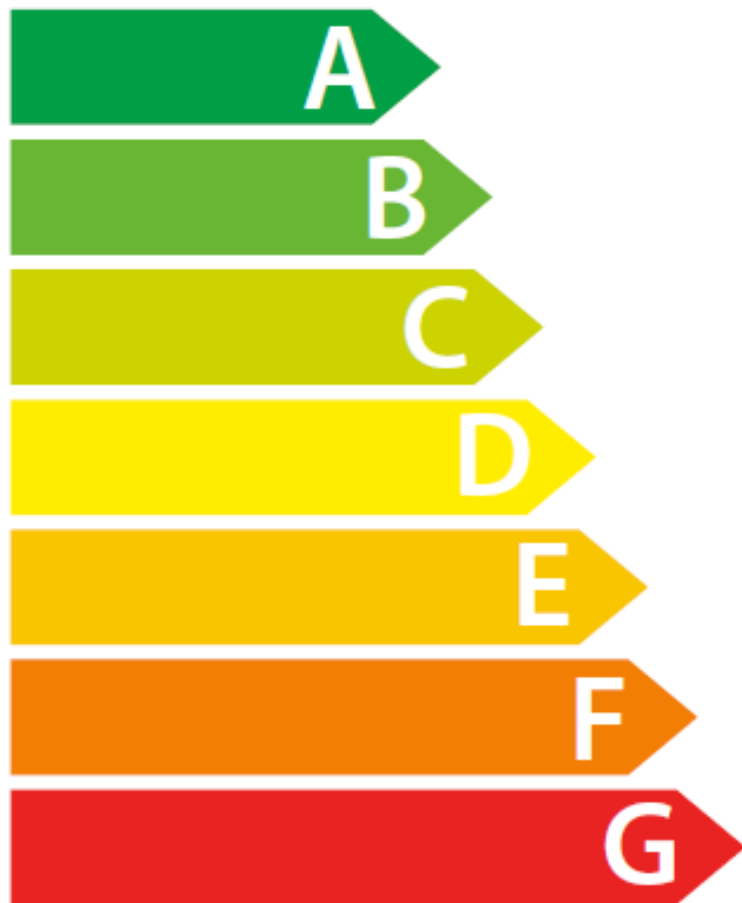


Kilde: SINTEF Byggforsk

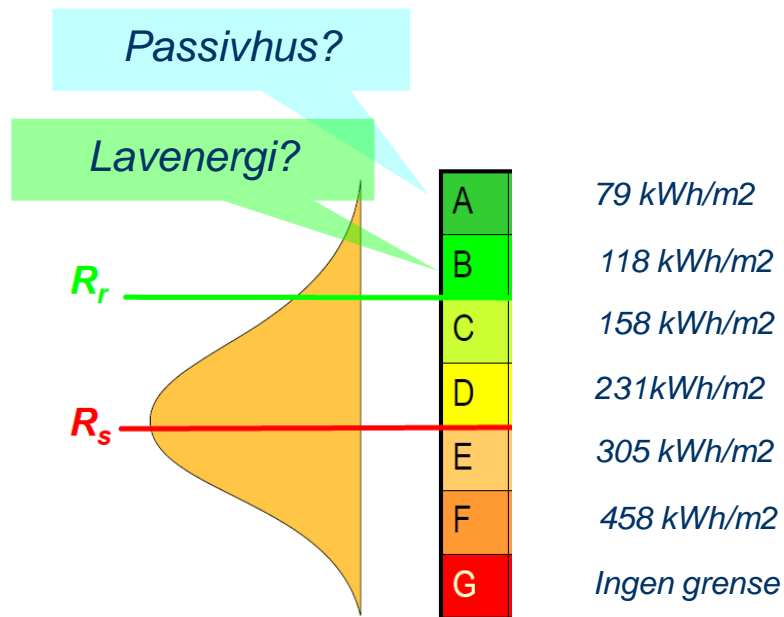
Skjematisk framstilling av hvordan man trinnvis kan skjerpe energikravene fra TEK08-nivå til nullenerginivå i 2027. Kilde: Lavenergiutvalgets rapport, 2009

# Energimerke for bygninger

Energieffektivt



Lite energieffektivt



$R_r$  er energiramme i TEK?  
 $R_s$  er gjennomsnittet for eksisterende bygninger

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

# Passivhus i Norge!

- Oppført 15 eneboliger, 28 leiligheter og 2 barnehager
- Første skolen ferdig

## Planlegges

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



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

# Rammebetingelser

## Hva driver utviklingen

## Hva er et passivhus?

## Kommende utfordringer

# Passivhuskriterier for yrkesbygg!

SINTEF Byggforsk

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

## Kriterier for passivhus- og lavenergibygger – Yrkesbygg

Prosjektrapport 42

2009



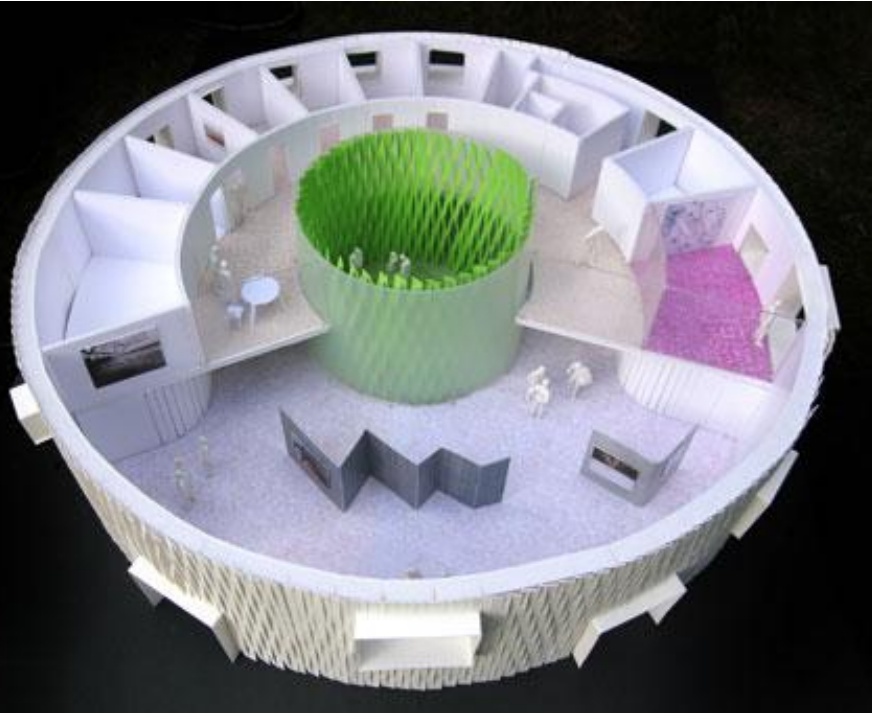
SINTEF

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>



# Hva er passivhus – yrkesbygg?



Kilde: Kjellgren Kaminsky Architecture



Kilde: Herreros Arquitectos

# Hva er Passivhus?

Passivhusinstituttets definisjon:

Passivhus er en bygning med komfortabelt inneklime, som er mulig å oppnå kun med ettervarming eller etterkjøling av uansett nødvendige ventilasjonsmengder

Uavhengig av klima og bygningstype

# Hva er Passivhus – til nå?

- Passivhusstandarden utviklet for boligbygg
- Gjennomført for andre bygningstyper - oppvarmingsbehovet på maks 15 kWh/m<sup>2</sup>
- Finnes kriterier for skolebygg, men ikke andre bygningskategorier

# Det norske ”passivhus”

- meget godt isolert bygningskropp (30-40 cm isolasjon)
- minimale luftlekkasjer og kuldebroer
- styrt ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning



Lavt effektbehov til romoppvarming (10 W/m<sup>2</sup>)



Mulig å dekke oppvarmingsbehovet (og ev. kjølebehov) med luftbåren oppvarming (kjøling) via ventilasjonsanlegget (tillegg G i Rapport 42)

■ *Norsk standard NS 3700 Kriterier for lavenergi- og passivhus - Boligbygninger*

# Inngangsdata: Generelt

- Inndata og beregninger gjøres i henhold til NS 3031
- Best tilgjengelige teknologi - ventilasjonsløsninger, belysning og teknisk utstyr
- Luftmengder og interne varmetilskudd - verdier som er betydelig lavere enn NS 3031 (til bruk i forskriftsberegninger)
- Driftstider iht NS 3031

# Internt varmetilskudd NS 3031



Bygningskategori	Belysning <sup>a</sup>		Utstyr <sup>b</sup>		Varmtvann <sup>b</sup>	
	W/m <sup>2</sup>	kWh/(m <sup>2</sup> ·år)	W/m <sup>2</sup>	kWh/(m <sup>2</sup> ·år)	W/m <sup>2</sup>	kWh/(m <sup>2</sup> ·år)
Småhus	2,9	17	4	23	5,1	30

= 12,0 W/m<sup>2</sup>

## Internt varmetilskudd passivhus

	Effektbehov (gjennomsnitt per døgn) W/m <sup>2</sup>	Årlig energibehov kWh/(m <sup>2</sup> ·år)	Varmetilskudd (gjennomsnitt per døgn) W/m <sup>2</sup>
Belysning	1,3	11,4	1,3
Utstyr	2,0	17,5	1,2
Varmtvann	3,4	30	0
Personer	–	–	1,5
Sum	–	59	4,0

# Krav til høyeste netto energibehov

Tabell 4 – Krav til høyeste netto energibehov til oppvarming gitt av årsmiddeltemperatur og oppvarmet del av BRA,  $A_{fl}$ , for lavenergihus

Lavenergihus	Høyeste netto energibehov til oppvarming kWh/(m <sup>2</sup> ·år)	
	$\theta_{ym} \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_{ym} < 5 \text{ }^\circ\text{C}$
Boligbygning der $A_{fl} < 200 \text{ m}^2$	$30 + 5 \times \frac{(200 - A_{fl})}{100}$	$30 + 5 \times \frac{(200 - A_{fl})}{100} + 5 \times (5 - \theta_{ym})$
Boligbygning der $A_{fl} \geq 200 \text{ m}^2$	30	$30 + 5 \times (5 - \theta_{ym})$

Tabell 5 – Krav til høyeste netto energibehov til oppvarming gitt av årsmiddeltemperatur og oppvarmet del av BRA,  $A_{fl}$ , for passivhus

Passivhus	Høyeste netto energibehov til oppvarming kWh/(m <sup>2</sup> ·år)	
	$\theta_{ym} \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_{ym} < 5 \text{ }^\circ\text{C}$
Boligbygning der $A_{fl} < 200 \text{ m}^2$	$15 + 3 \times \frac{(200 - A_{fl})}{100}$	$15 + 3 \times \frac{(200 - A_{fl})}{100} + 3 \times (5 - \theta_{ym})$
Boligbygning der $A_{fl} \geq 200 \text{ m}^2$	15	$15 + 3 \times (5 - \theta_{ym})$

# 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

- Maksimalt 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

# Anbefalte minste luftmengdebehov

Byggkategori	Snitt luftmengde i driftstid	Snitt luftmengde utenf. driftstid
Barnehage	6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Kontorbygg	6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Skolebygg	8 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Universitet- og høgskolebygg	7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Sykehus	10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Sykehjem	7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Hoteller	6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Idrettsbygg	6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Forretningsbygg	12 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Kulturbygg	7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Lett industri, verksted	7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	



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

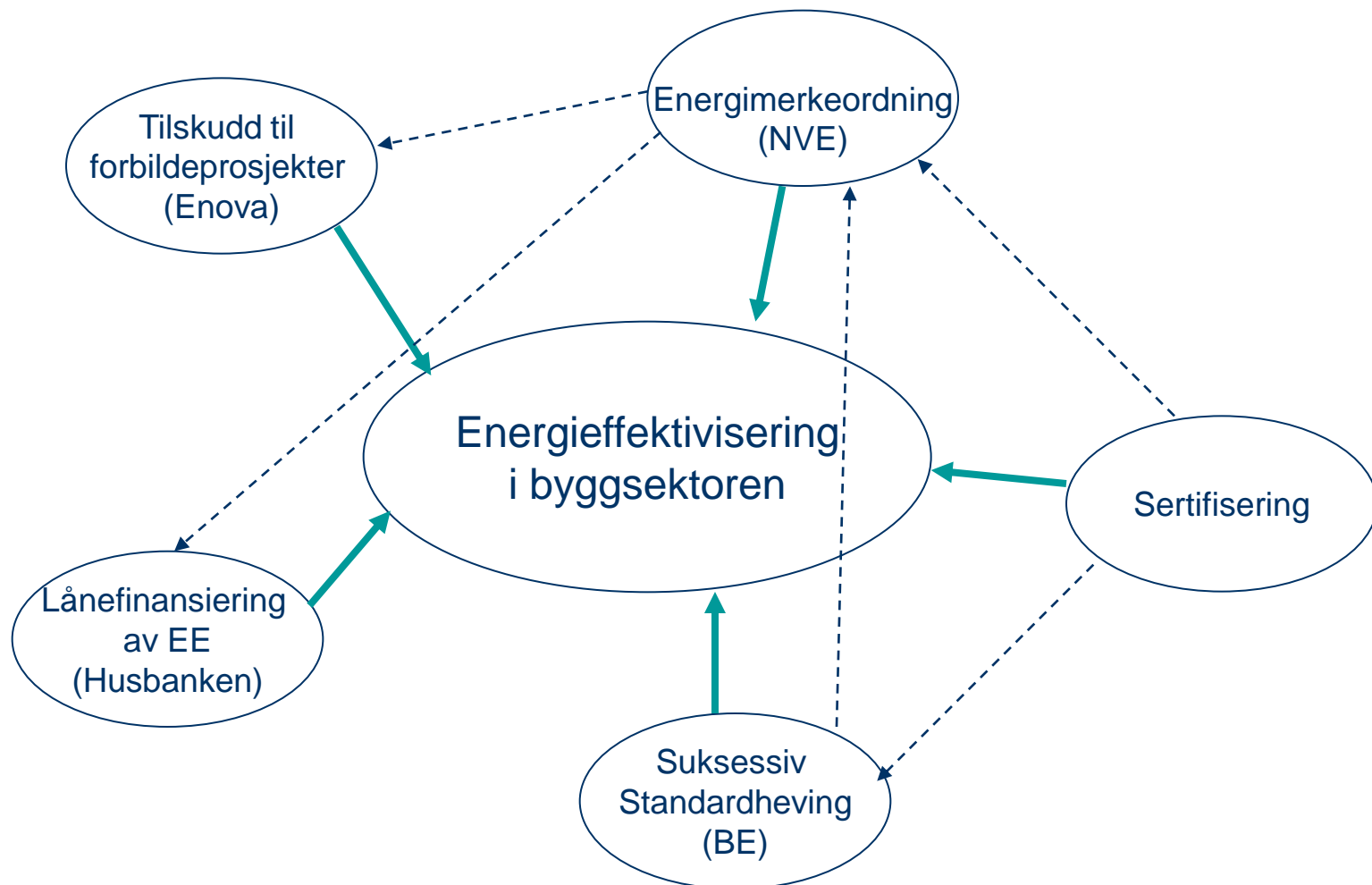
# Rammebetingelser

## Hva driver utviklingen

## Hva er et passivhus?

## Kommende utfordringer

# Samordning er påkrevet!



I dag er det "kaos"!

# Mer effektiv ventilasjon!

## Varmegjenvinning:

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

## Formålsstyrt energibruk:

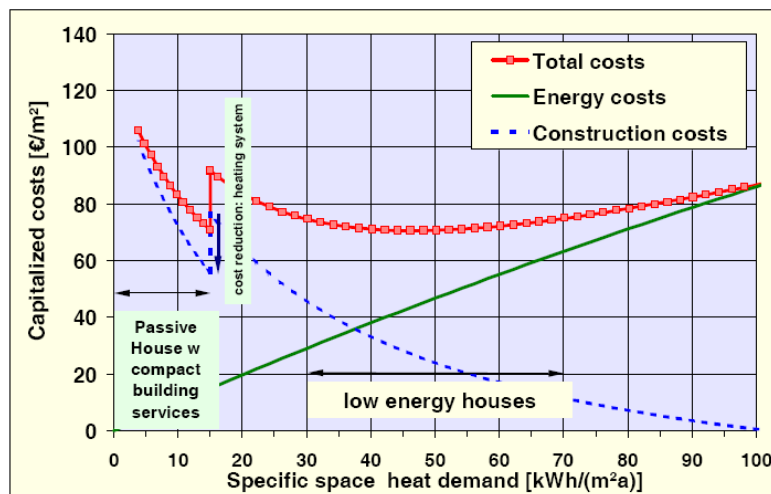
- mer robuste og samtidig rimeligere VAV-anlegg (behovsstyring av luftmengdene)

## Andre komponenter:

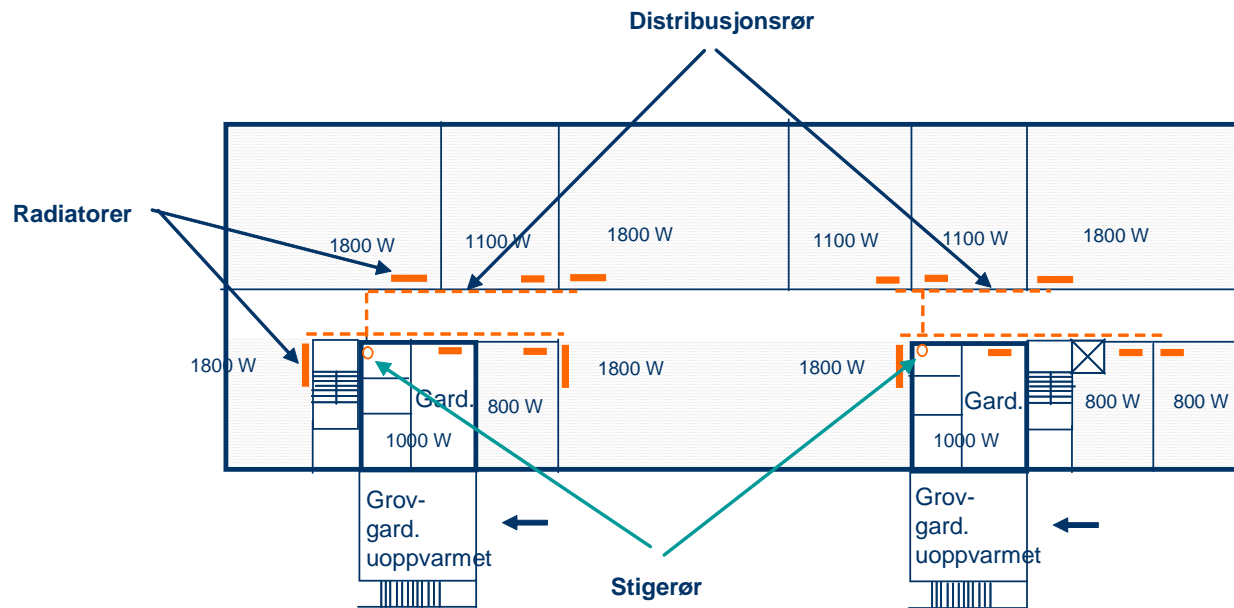
- mer effektive vifter og motorer



# 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

..

## Bruksvalitet – estetikk osv. osv



Solfangeranlegg (vakuum), Løvåshagen, Bergen

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

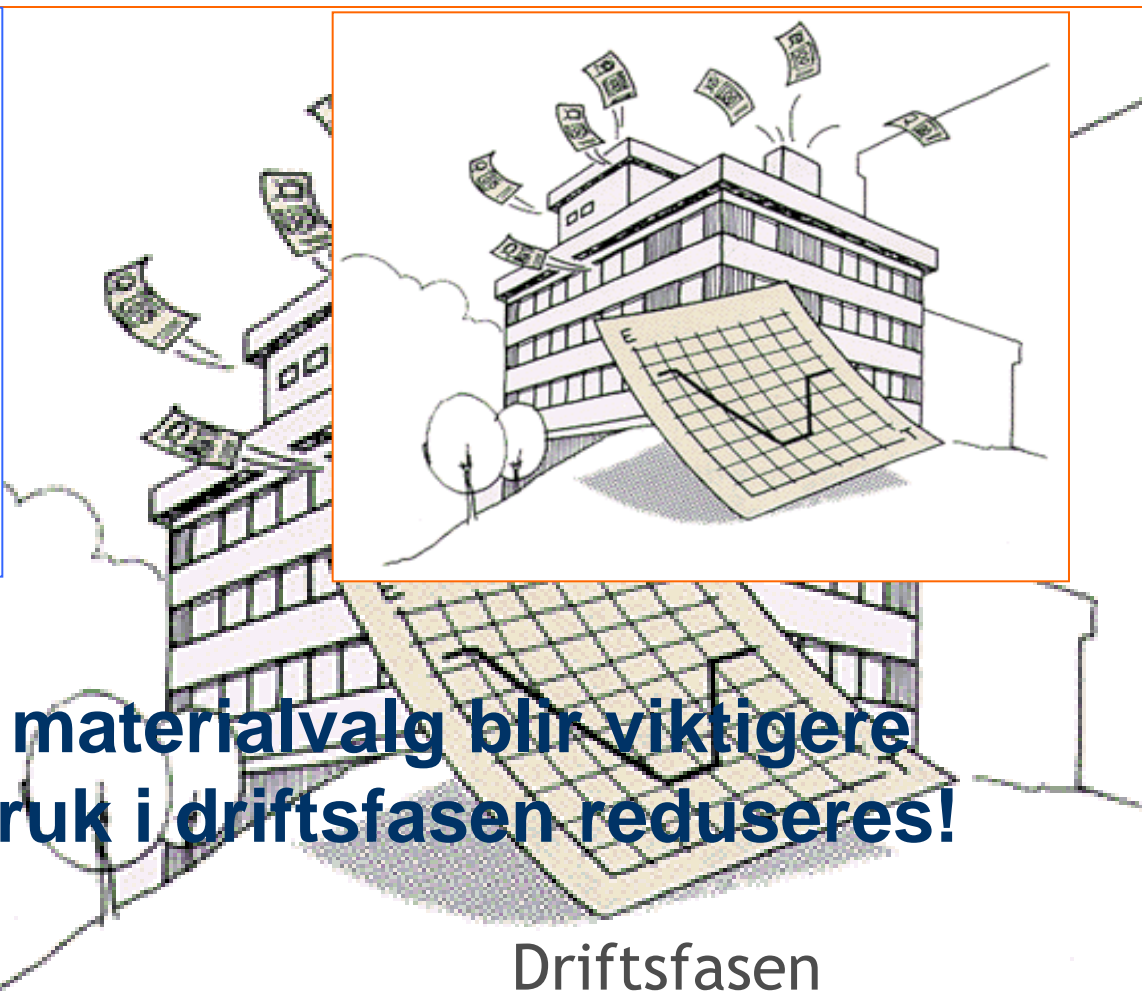


# Passivhus og bærekraftig bygd miljø!

10-30 %

Dagens lavenergibygg  
Eksisterende bygg

70-90 %



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

Produksjon

Driftsfasen

# Hva er de "store" utfordringene?

SINTEF Byggforsk

- **Motivere for endring**
  - Utvikle etterspørsel
  - Utvikle løsninger - mangfold
  - **Pilotprosjekter - informasjon**
  - **Utvikle kompetanse – bruker/drifter/bygger**
  - **Forskrift**
- **Kunnskapsutvikling**
  - Brukskvalitet – Produktive bygg
- **Modernisere eksisterende bygningsmasse!**

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

## Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – Yrkesbygg



© SINTEF