

Passivhus som ambisjonsnivå i Fremtidens Byer



III: MIR/ABO



III: Gunnar Knutsen

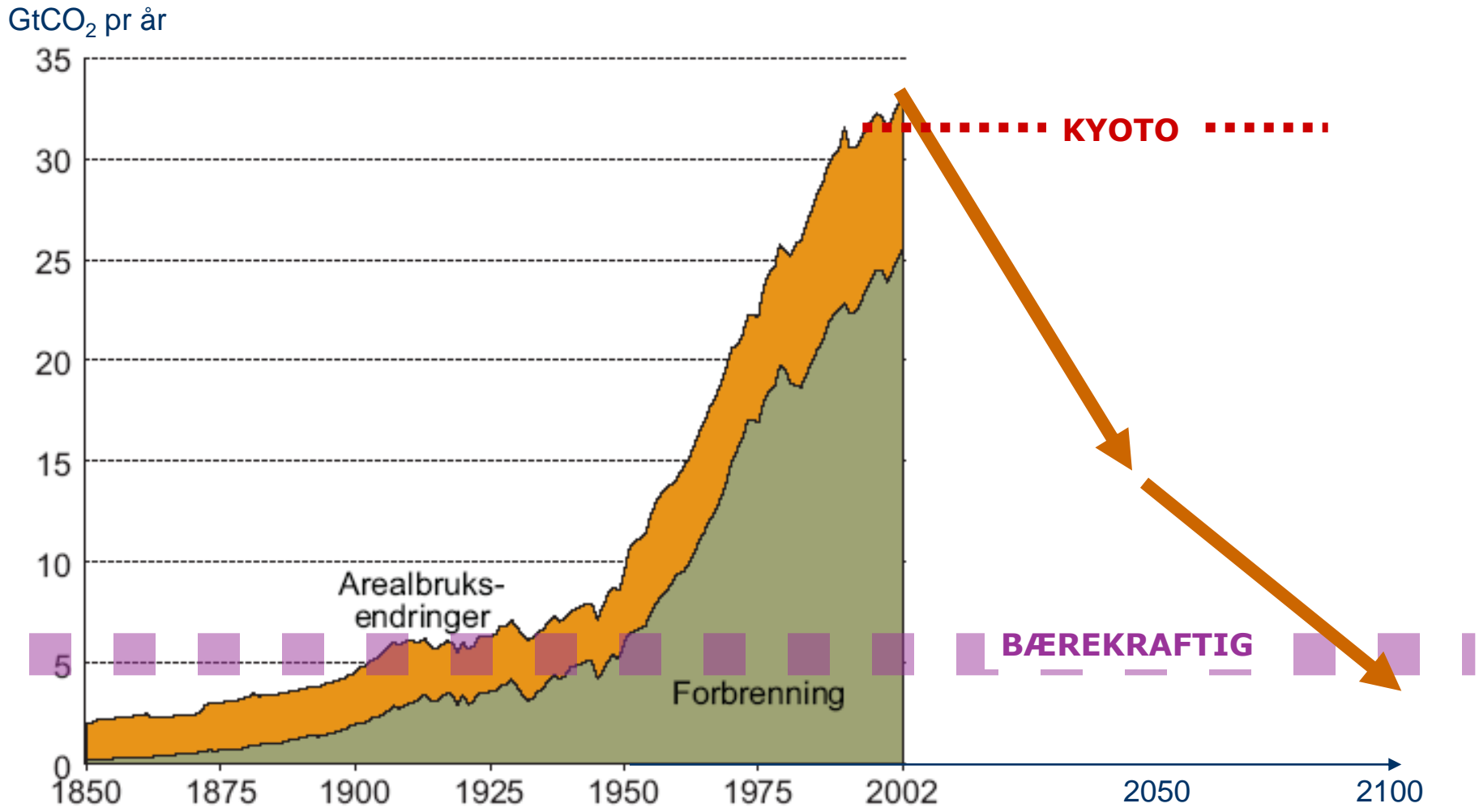
Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk

Disposisjon

- Hvorfor, hva og hvordan
- Eksempler nasjonalt og internasjonalt
- Forslag til ambisjonsnivå
- Forslag til gjennomføringsprosess
- Forskningscenteret ZEB



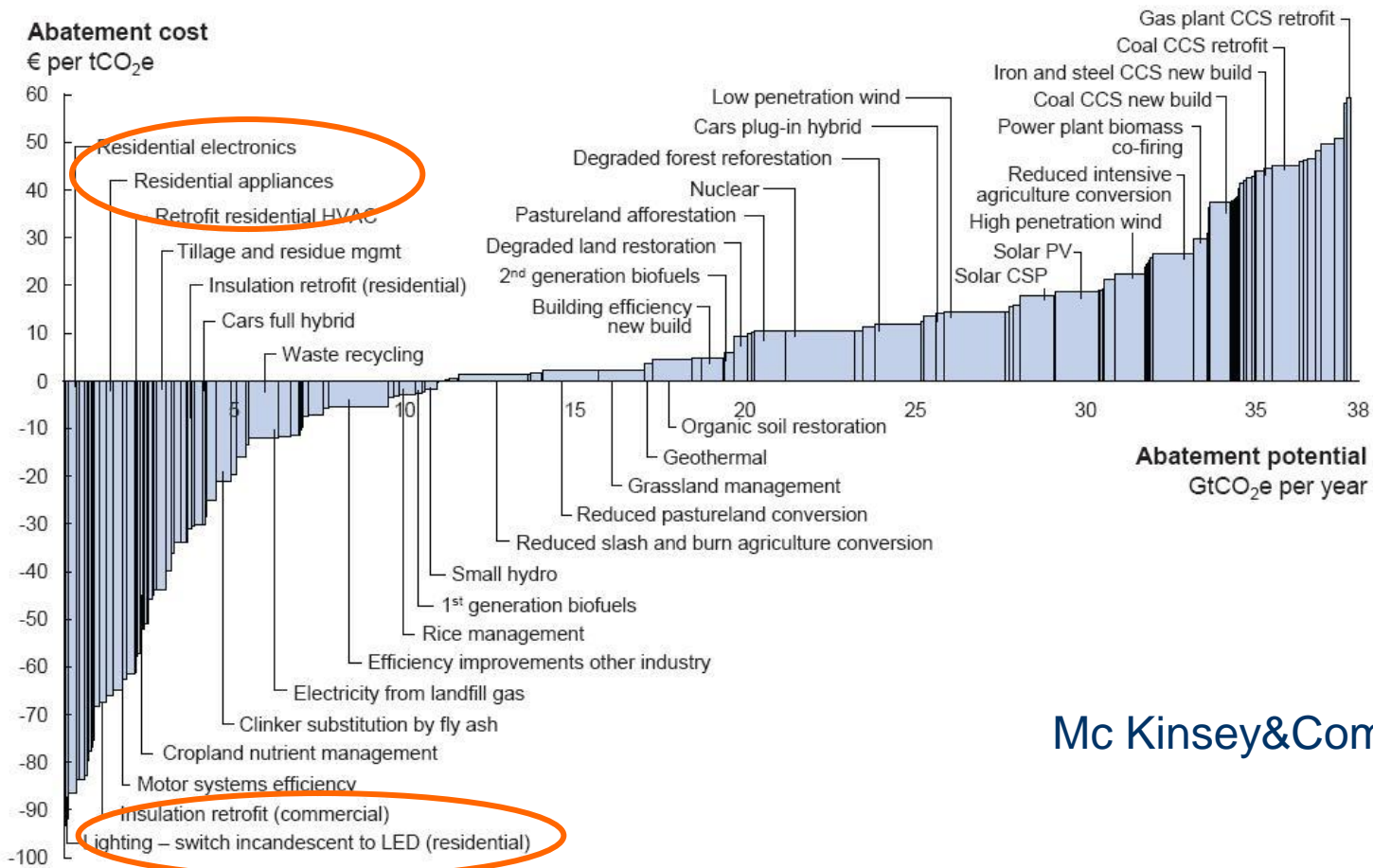
BEHOVET: HALVERING AV CO₂ I 2050



Kilde: Jørgen Randers, Lavutslippsutvalget.

Hvor lønner det seg å gjøre kutt?

Global GHG abatement cost curve beyond business-as-usual – 2030

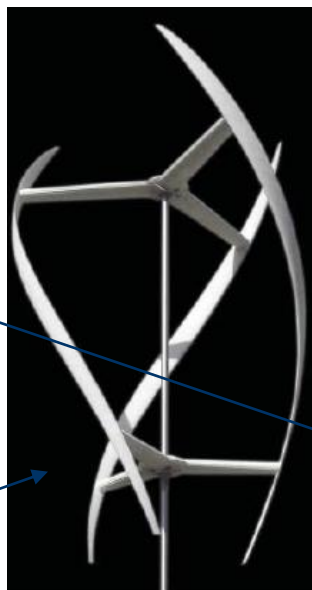


Mc Kinsey&Company

Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €60 per tCO₂e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role different abatement measures and technologies will play.
Source: Global GHG Abatement Cost Curve v2.0

Hva må vi gjøre?

- Vi må redusere energibruken drastisk (passivhus)
- Vi må dekke varmebehovet til byggene med lokal fornybar og ren energi
- Vi må snart også dekke elbehovet med lokal fornybar og ren energi
- Vi må på sikt se transport og bygg i sammenheng



Hva er et passivhus?

Tysk definisjon:

- Årlig oppvarmingsbehov ≤ 15 kWh/m²år
- Installert oppvarmingseffekt ≤ 10 W/m²
- Primærenergibehov ≤ 120 kWh/m²år (multipliserer strøm med 2.5)
- Likt krav for alle bolig- og byggtyper
- Prinsipp: Alt varmebehov kan dekkes av ventilasjonsanlegget (intet konvensjonelt varmeanlegg!)



Hva er et passivhus?

Norsk definisjon:

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



Pr NS 3700 Kriterier for lavenergi- og passivhus – Boligbygninger

Hovedkrav:

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

Sekundærkrav:

	Varmetapstall, H'' W/(m ² ·K)
Lavenergihus	0,65
Passivhus	0,50

	Alternativ A Høyeste samlede spesifikke CO ₂ -utslipp per år kg/(m ² ·år)
Lavenergihus	35
Passivhus	25

Egenskap	Lavenergihus	Passivhus
U-verdi yttervegg	$\leq 0,18 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
U-verdi gulv	$\leq 0,13 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,13 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
U-verdi tak	$\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
U-verdi vindu	$\leq 1,2 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,80 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
U-verdi dør	$\leq 1,2 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,80 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
Normalisert kuldebroverdi, ψ''	$\leq 0,04 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$	$\leq 0,03 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$
Virkningsgrad varmegjenvinner, η_T	$\geq 70 \%$	$\geq 80 \%$
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	$\leq 2,0 \text{ kW/(m}^3\text{/s)}$	$\leq 1,5 \text{ kW/(m}^3\text{/s)}$
Lekkasjetall ved 50 Pa, n_{50}	$\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$

Eksempler på Passivhus



Lindås Park

Fakta

Antall boenheter: 20 rekkehus
Boligareal: ca. 120 m² pr. rekkehu
Beliggenhet: Lindås, ca 20 km syd
for Göteborg.
Ferdigstilt: 2001.
Utbygger: Egnahemsbolaget
Arkitekt: EFEM arkitektkontor
- arkitekt Hans Eek
Entreprenør: PEAB



- Forbruk målt til 68 kWh/m²år
- Installert effekt: 7 W/m²
- God komfort og fornøyde brukere



Leilighetsprosjekt i Ølsbundt, Østerrike

Fakta

Boenheter: 13 leiligheter, 1 kontor
Beliggenhet: Dornbirn, Østerrike
Ferdigstillelse: Mai 1997
Utbygger: Anton Kaufmann, Reuthe + Gerold Ölz
Arkitekt: ArchitekturBüro DI Hermann Kaufmann - Norbert Kaufmann

Energibruk

Oppvarmingsbehovet er simulert til meget lave 7.3 kWh/m²år. Totalt energibehov, eller målt energiforbruk er ikke tilgjengelig.

Kostnader

Kostnader: 10.3 mill NOK (1997) totalt og 11.000 NOK/m². Kostnader er som for tilsvarende referansebygg uten spesielle tiltak i distriktet.



Løvåshagen i Bergen



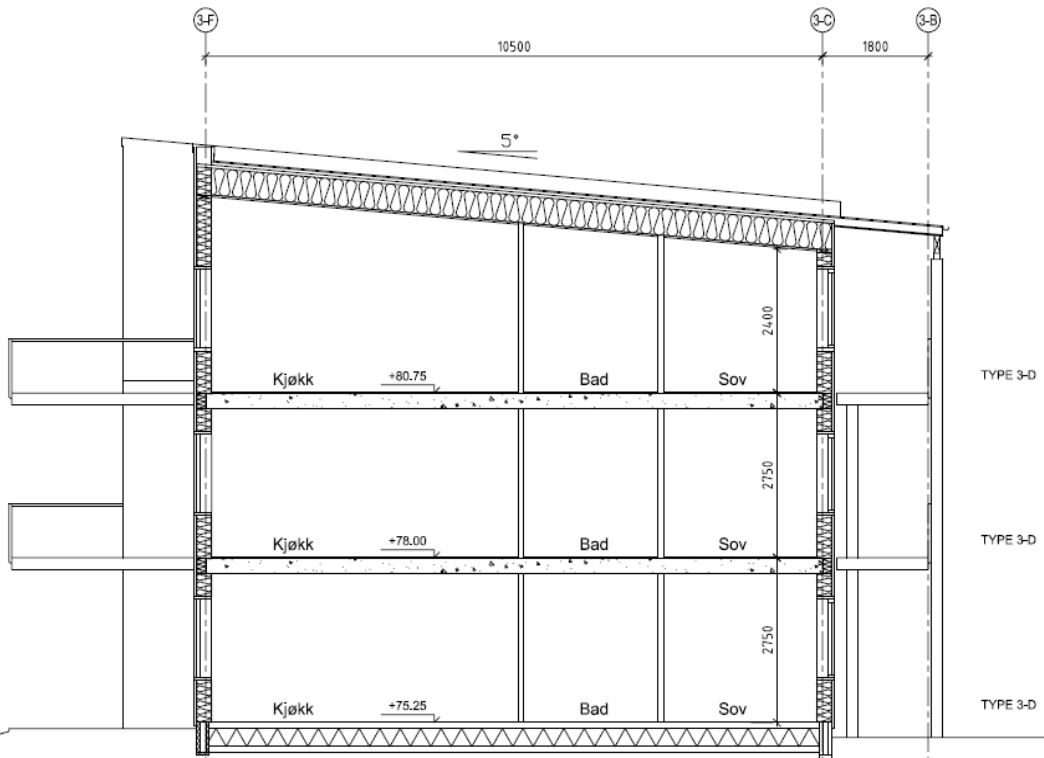
- 80 leiligheter i Fyllingsdalen utenfor Bergen, 28 passivhus i 2 hus + 52 lavenergileiligheter
- Snittstørrelse på ca. 80 m² - fra 75 til 89 m²
- Årsmiddeltemperatur i Bergen: 7.8 C
- Dimensjonerende vinter: -10 C.
- Årsmidlere horisontal stråling: 87 W/m²

Prosjektteam Løvåshagen

- Utbygger: ByBo AS
- Arkitekt: ABO Arkitekter
- RIB: Node
- RIV: Geir Knudsen AS
- RIE: Trond Wickman AS
- Prosjektleder: Siv.Ing Jan Kavlie Jørgensen
- Spesialrådgiver energi: SINTEF Byggforsk
- Byggentreprenør: ByggMester VEST
- Utførende VVS: Grefstad
- Utførende ventilasjon: YIT



Energi- og byggekonsept Løvåshagen



- Passivhus: lavblokk i 2-3 etasjer, med plate på mark. Tosidig belyste leiligheter.
- Bærekonstruksjon: Dekker i plasstøpt betong, med vertikalbæring i plasstøpt betong (skillevegger mellom leiligheter).
- Lett tretak, I-profil bjelker lagt som takåser (pulttak på 5 °)
- Svalgang og balkonger er mest mulig dekoplet bæremessig fra bygningskroppen

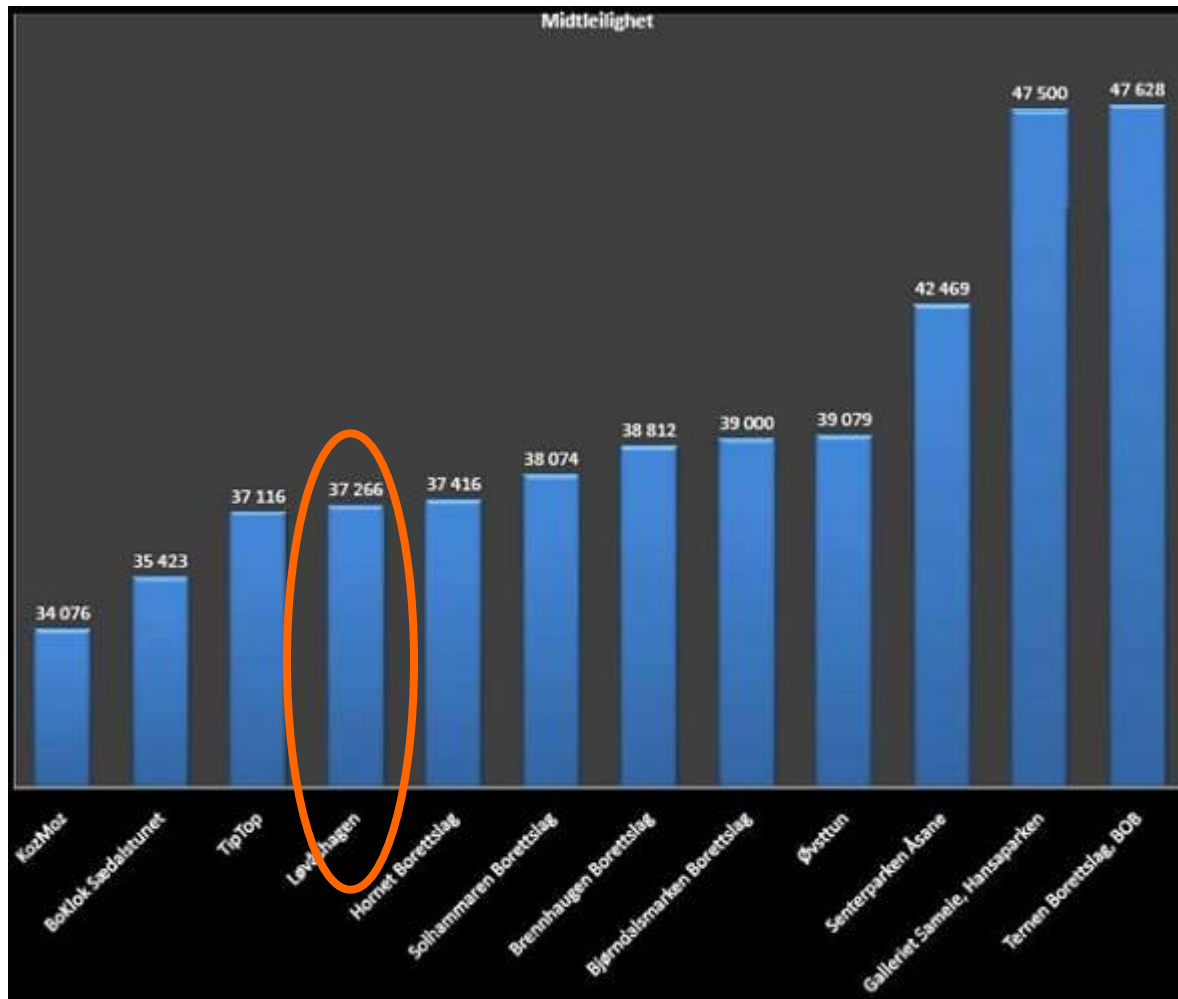




Energi- og effektbehov

<i>Hele bygget</i>	<i>BRA</i>	<i>Effektbehov oppv.</i>	<i>Energibehov oppv.</i>
<i>1 etg</i>	404 m ²	4485 W/m ²	5522 kWh/m ² år
<i>2 etg</i>	404 m ²	4172 W/m ²	4165 kWh/m ² år
<i>3 etg</i>	316 m ²	3751 W/m ²	4692 kWh/m ² år
<i>SUM</i>	1125 m ²	12408 W/m ²	14379 kWh/m ² år
<i>Snitt</i>		11 W/m ²	12.8 kWh/m ² år

Salgspris og ekstrakost



Kilde:Erstad&Lekven

Ekstrakost: 1000-1200 kr/m² (estimert ikke verifisert)

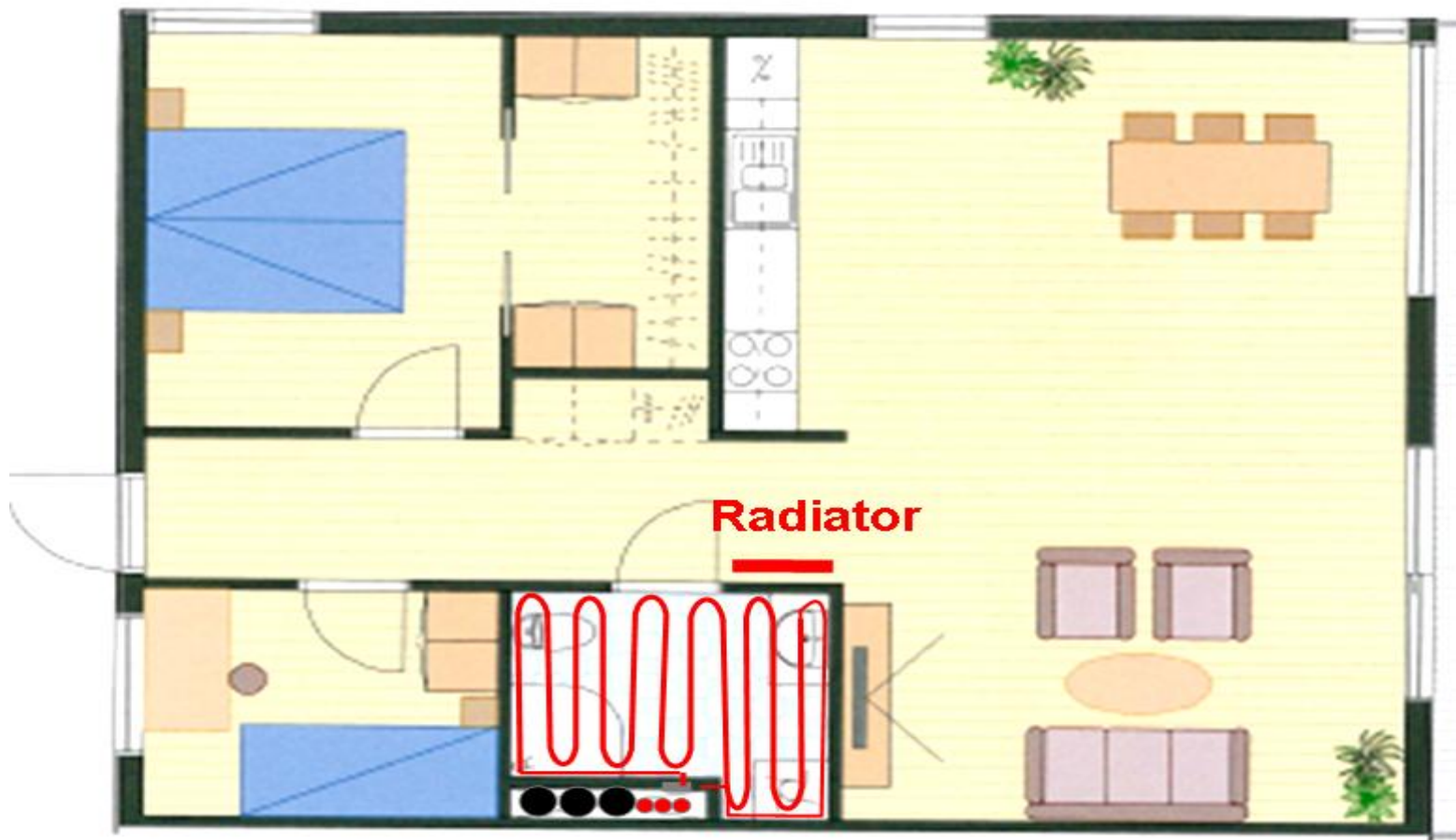
Hamresanden- Seniorboliger

Nest steg mot nullustlipp: ZEHB-R



Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk

Oppvarmingsprinsipp



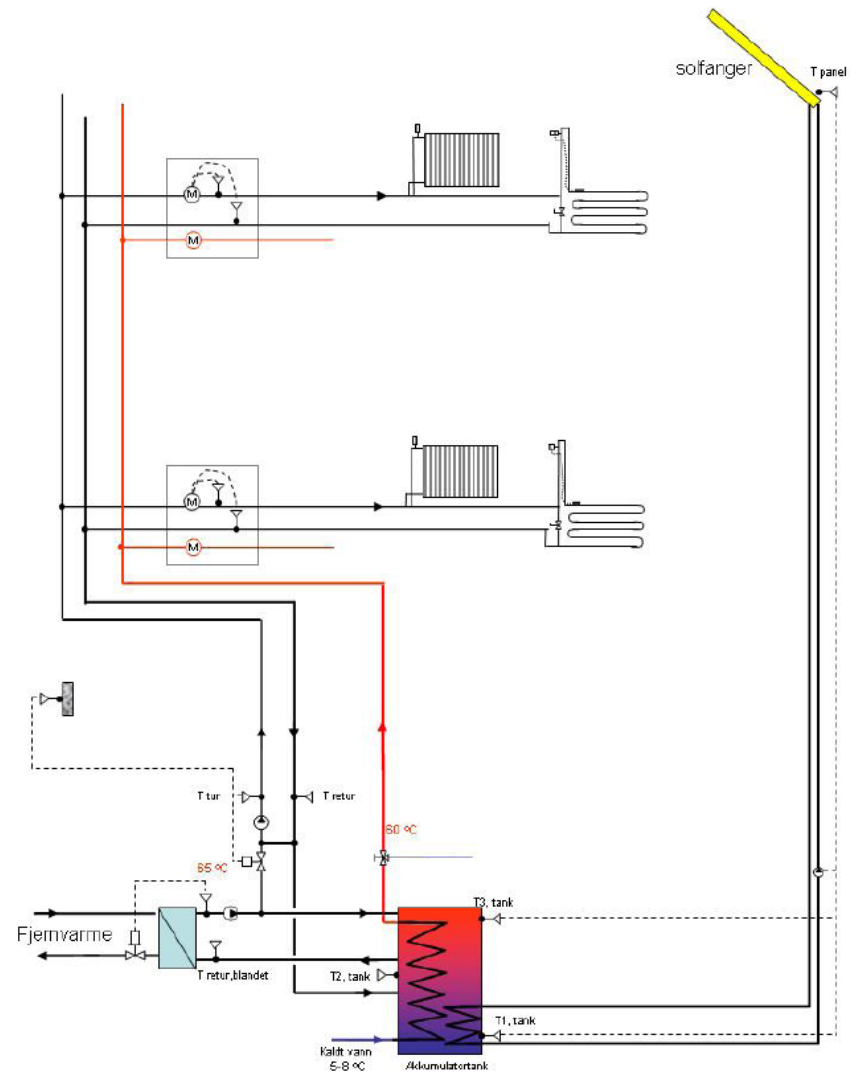
Energi- og varmeforsyning



Biokjel, eks.: TPS Stepfire TX 250, 250 kW
4,5 x 1,3 m footprint pr. kjel



Technical data
 Lengde
 Lengde/bredde
 Høide
 Vekt
 Vannvolum



Oppvarmingsbehov og netto energibudsjett

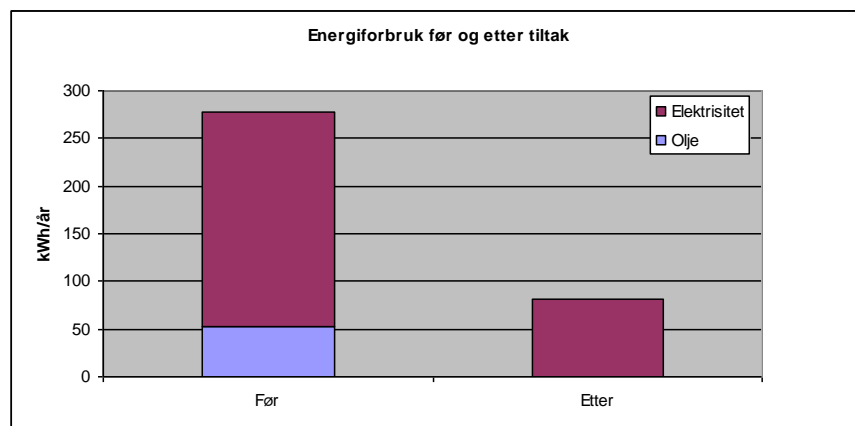
Energibudsjett		
Energipost	Energibruk	Spesifikk energibruk
Romoppvarming	1149 kWh	13.7 kWh/m ²
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Oppvarming av tappevann	2517 kWh	30.0 kWh/m ²
Vifter (ventilasjon)	420 kWh	5.0 kWh/m ²
Pumper	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Belysning	956 kWh	11.4 kWh/m ²
Teknisk utstyr	1472 kWh	17.5 kWh/m ²
Romkjøling	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Total	6514 kWh	77.6 kWh/m ²

Årlige utslipp av CO ₂		
Energikilde	Utslipp	Spesifikt utslipp
Elektrisitet	1011 kg	12.0 kg/m ²
Biobrensel	153 kg	1.8 kg/m ²
El. til solenergisystemer	51 kg	0.6 kg/m ²
Totalt utslipp	1215 kg	14.5 kg/m ²

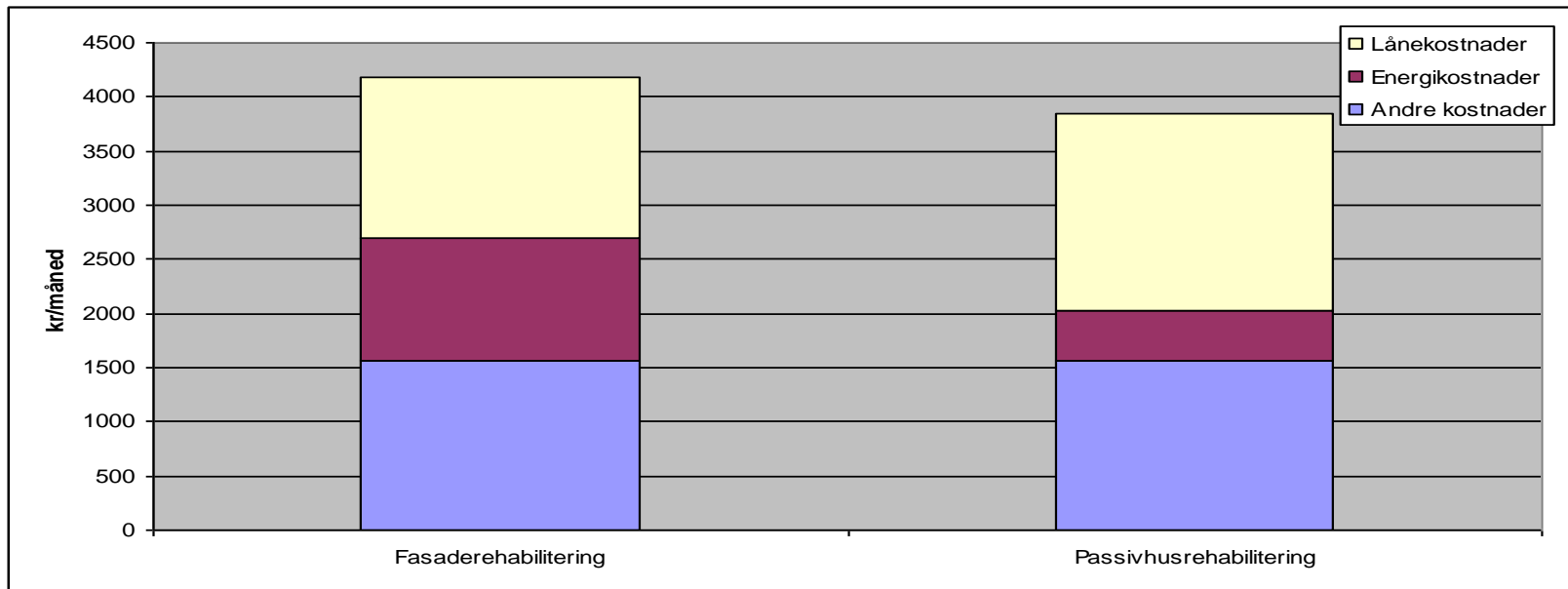
Krav ihht. prNS 3700: 15 kWh/m²år & 25 kg/m²år

Myhrerenga borettslag

- Rehabilitering av 168 leiligheter (7 blokker) med passivhus-komponenter
- Olje/elbasert energi-sentral gjøres om til sol- og varmepumpeløsning
- Energikostnader reduseres fra 2.5 mill. til 720 000 kr pr. år
- CO2 utslipp redusert fra 1050 tonn pr. år til 300 tonn pr. år
- Rehab koster 350 000 kr for tre-roms leilighet (68 m²)



... per måned blir det likevel billigere!



Totale månedlige utgifter for treroms leilighet.

Regnet med hhv.4.7 % lånerente for passivhusrehab (husbanklån), og 5.7 % for fasaderehab (banklån), 30 års løpetid og energipris på 81 øre/kWh.

Andre type bygg



Se:

<http://www.igpassivhaus.at/>

<http://www.ig-passivhaus.de/>

www.passiv.no

www.passiv.de



Forslag til ambisjonsnivå

- Passivhus etter prNS 3700
- Tilsvarende for andre byggtyper

<i>Byggtype</i>	<i>Oppvarmingsbehov</i>	<i>Varmetapstall</i>	<i>CO₂- utslipp</i>
<i>Småhus</i>	15 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
<i>Leilighetsbygg</i>	15 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
<i>Barnehage</i>	20 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
<i>Skolebygg</i>	20 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
<i>Kontorbygg</i>	15 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
<i>Kulturbygg</i>	20 kWh/m ² år	0.5 W/m ² K	25 kg/m ² år
...

Forsalg til gjennomføringsprosess

- 1. Krav** må være absolutte og entydig beskrevet, kvantifiserbare, og det må også være helt klare krav til hvordan og når de skal dokumenteres.
- 2. Oppstartseminar** (2-4 timer) for hvert byggeprosjekt der man ser på de store tingene som plassering, bygningsform, orientering av fasader, funksjon vs. energiløsninger
- 3. Tidligfaserådgivning** (6-10 timer) der man går gjennom arkitektoniske, bygg- og installasjonstekniske løsninger i en forprosjektfase.
- 4. Kvalitetssikring** (6-10 timer) av beregninger og dokumentasjon AS BUILT.

The Research Centre on Zero Emission Buildings

Within the Centres for Environment-friendly Energy Research (CEER) scheme, NTNU and SINTEF have proposed a centre on *Zero Emission Buildings (ZEB)*.

The vision

To create a national research centre that will put Norway in the forefront with respect to research, innovation, and implementation within the field of energy efficient Zero Emission Buildings.

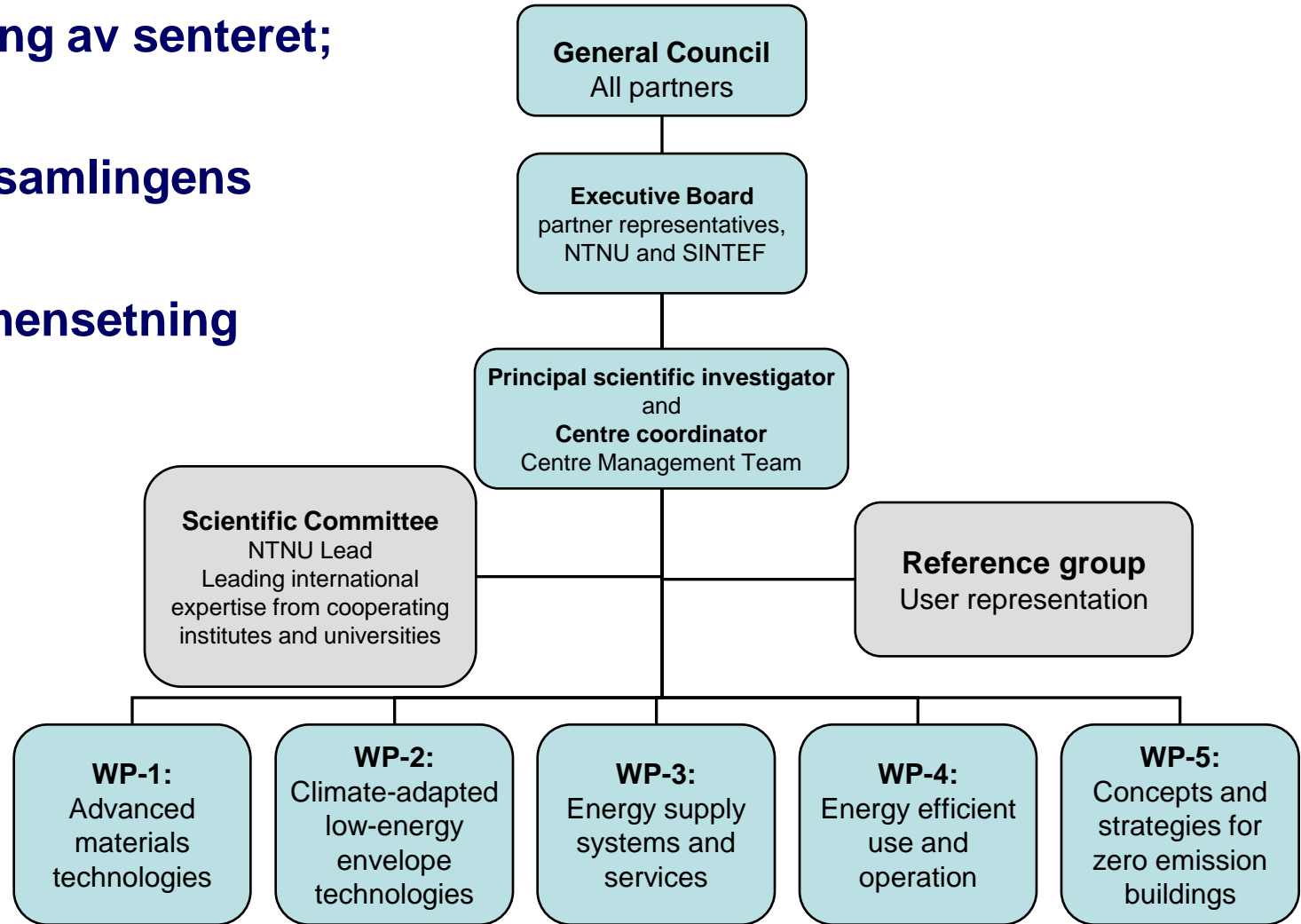
The consortium (as of November 2008)

- **NTNU** (The Norwegian University of Science and Technology).
NTNU departments will be Dept. of Architectural Design, History and Technology (host institution), Dept. of Civil and Transport Engineering, Dept. of Interdisciplinary Studies of Culture and Dept. of Energy and Process Engineering.
- **SINTEF** (largest research institute in Scandinavia).
The main SINTEF units participating in the Centre will be SINTEF Building and Infrastructure, SINTEF Materials and Chemistry, and SINTEF Energy Research
- **Skanska** (large building contractor and developer)
- **Maxit** (building products producer/supplier)
- **Isola** (building products producer/supplier)
- **Glava** (producer of insulation materials)
- **Protan** (manufacturer of building materials)
- **Norsk Hydro** (producer of aluminium products and solar systems)
- **YIT** (technical installations contractor)
- **Multiconsult** (consulting company)
- **Snøhetta** (architect)
- **Forsvarsbygg** (state property developer/owner)
- **Statsbygg** (state property developer/owner)
- **Husbanken** (state housing bank)
- **Byggenæringens landsforbund** (federation of construction industries) including **Byggevareindustriens landsforening** (construction products association)
- **ByBo AS**
- **Brødrene Dahl**
- **INTERNASJONAL PARTNERE**
 - VTT (Finland)
 - Chalmers (Sweden)
 - Fraunhofer (Germany)
 - TNO (The Netherlands)
 - The University of Strathclyde (Scotland)
 - LBL (USA)
 - MIT (USA)
 - Tsinghua (China)

Organisering av senteret;

Styrets og generalforsamlingens rolle;

Styresammensetning



The path to ZEB:

Klimagassutslipp (kg/m²år)

