

Zero Emission Conference 2009

29th September 2009

”Zero Emission Buildings”

Igor Sartori, PhD

SINTEF Building and Infrastructure

FME centre Zero Emission Buildings (ZEB)

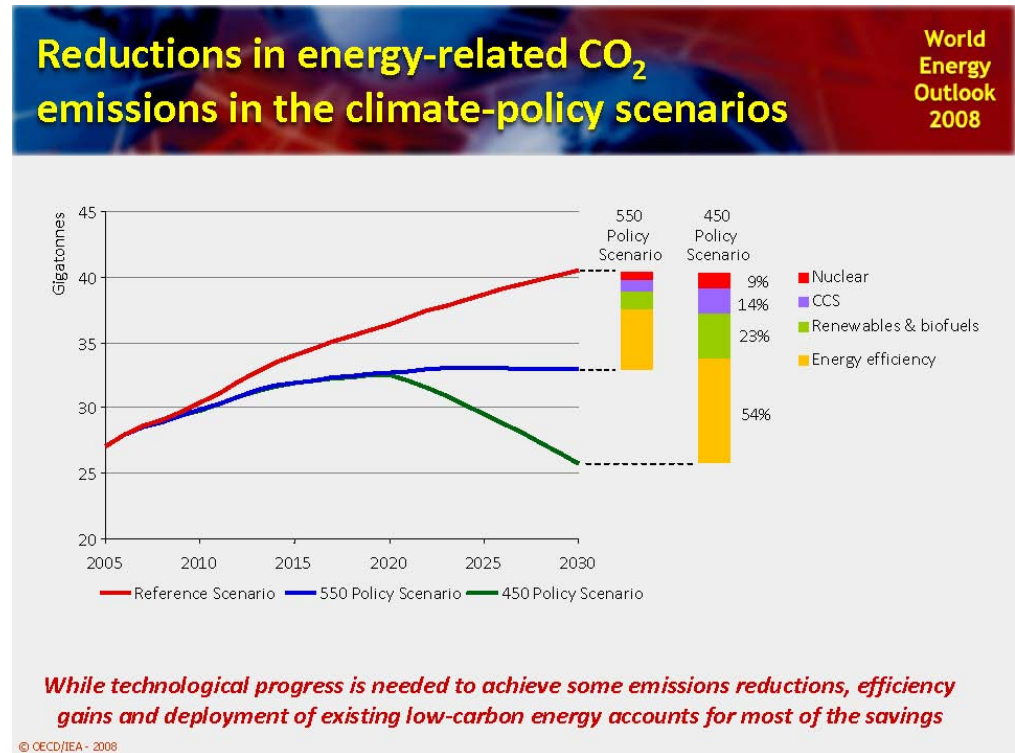
Guidelines for future energy policy in Norway

IPCC/IEA:

- According to IPCC and IEA reports (2008) global average temperature will rise 6°C by the end of the century if no measure is taken
- To achieve the IPCC target of max 2°C increase (CO₂ concentration at 450 ppm), as endorsed by the government, will require drastic measures
- According to IEA half part of the emissions reduction should come from energy efficiency measures

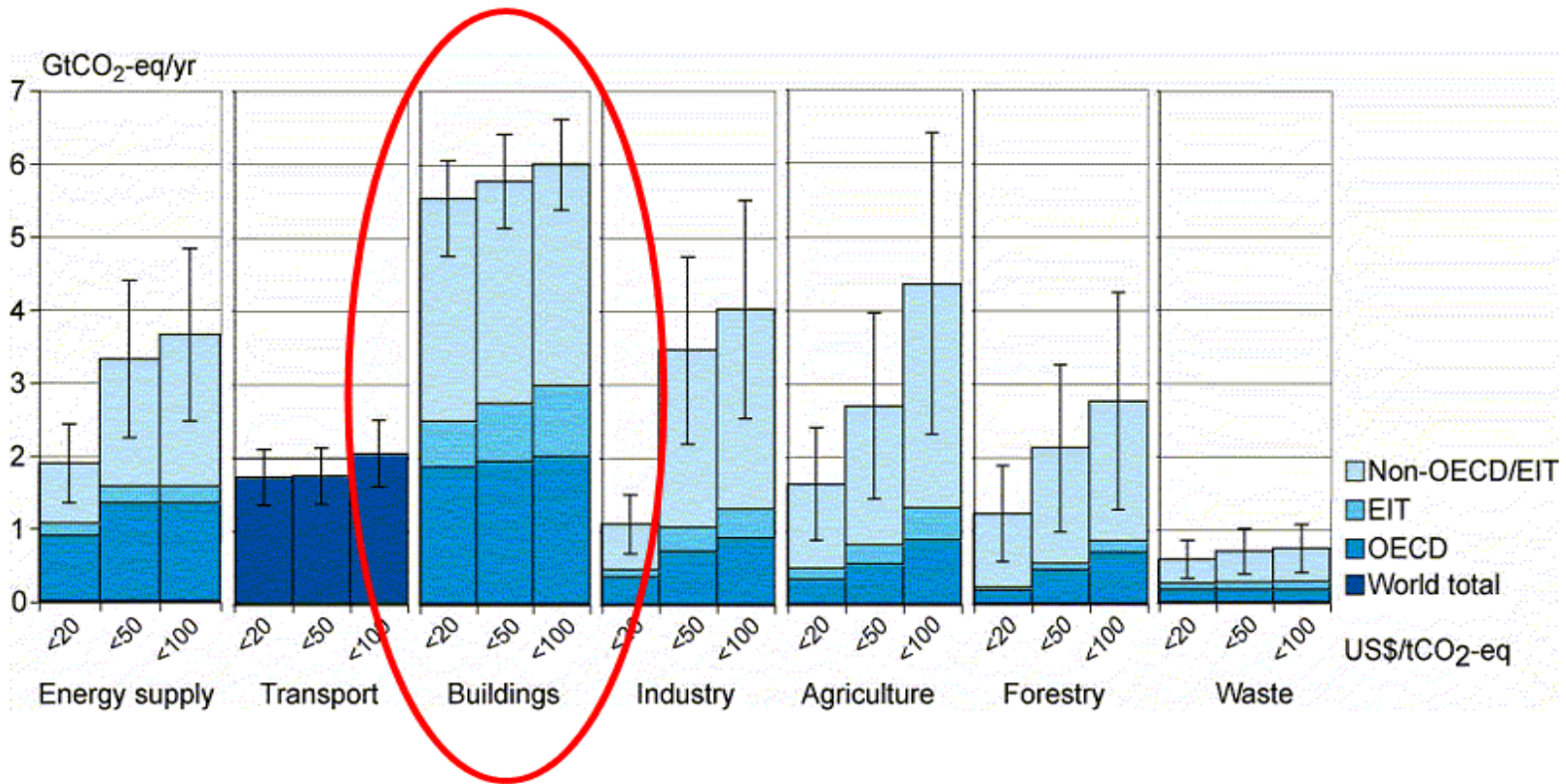
EU:

- 20-20-20 by 2020 (energy, emissions, renewables)
- EU directive on renewables also put a requirement on energy efficiency ("reduce the denominator")



There will be an enormous focus on energy efficiency in the next future!

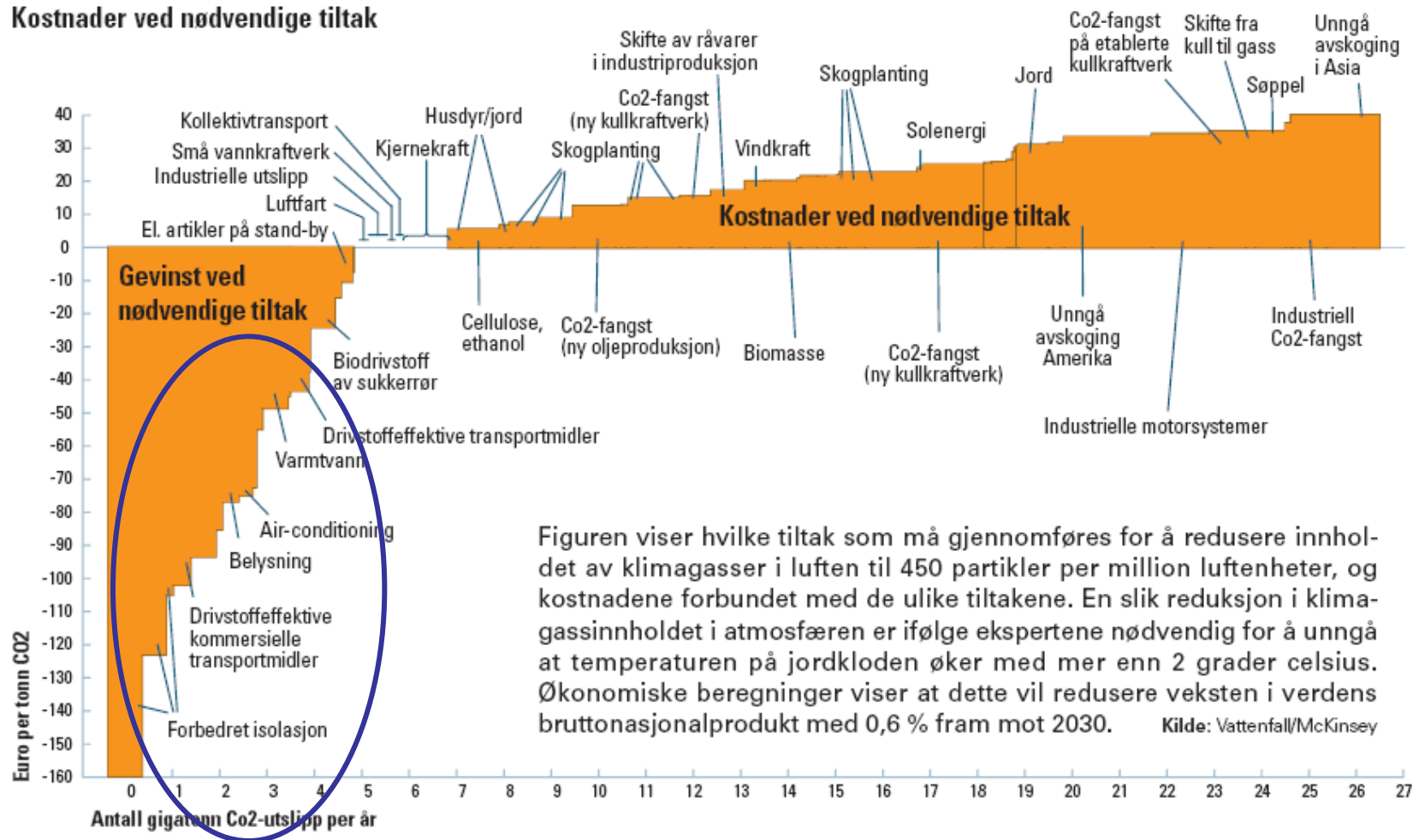
GHG emissions in the building sector - Global



The figure shows economic potential for annual reductions <math>< 100</math> US \$ per ton of CO₂-eq.
 Source: IPCC (2007) Mitigation of Climate Change

Where is it profitable to cut emissions?

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 klimagassinholdet 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

Cost of several climate mitigation measures in EU, 2030. Source: McKinsey (2008)

GHG emissions from Norwegian buildings

- Energy used in the Norwegian building sector is about 80 TWh/a. Of this ~ 80% is electricity. GHG emission from electricity production are low in Norway (!) because virtually all electricity is from hydro power
- However, the electricity "freed" by means of energy savings gives the same effect as substitution of electricity with biofuels or production of new electricity from wind farms. All avoid electricity production from other sources (e.g. gas) that emit CO₂ or require expensive CO₂ capture and sequestration
- Potential for reduction of national GHG emissions with significant energy efficiency by 2020: Source: SINTEF Byggforsk report to the government - preliminary

Effect of energy savings	Distribution of the potential (12,2 TWh)	Reduced CO ₂ emissions by 2020
Electrification of car fleet (20%)	1 TWh	1,2 million ton
Electrification of offshore activities	5,4 TWh	3,2 million ton
Phasing off oil	5 TWh	1,3 million ton
Reduced need for district heating	0,8 TWh	0,2 million ton
Sum	12,2 TWh	6 millioner ton

State of the art in Norway

Residential New – an example



- Løvåshagen housing cooperative in Bergen (completed 2008). Developer: ByBo AS
- Norway's largest Passive House project (28 apartments)
- Calculated delivered (purchased) energy: 65 kWh/m^{2a} (~50% new buildings according to TEK07)
- Use of solar collectors for DHW (50% of DHW) and space heating (10 – 15%)
- New solutions to achieve high insulation, air tightness and minimal thermal bridges
- Highly efficient heat recovery from ventilation air



- Newly developed and cost effective hydronic heating system
- Sold in the market at "normal" prices

Photos: SINTEF Bygforsk

State of the art in Norway - Examples Residential Renovated



Husby terrace, Stjørdal

110 apt. renovated to low-energy standard in 2005

Energy delivered before/after: 265/150 kWh/m²a

Source: Arkideco



Single house in Orkanger, renovated to low-energy standard

Energy delivered before/after: 270/130 kWh/m²a

Kilde: SINTEF Byggforsk



Myhrerenga housing cooperative, Skedsmo

168 apt divided in 7 blocks *planned* renovation to Passive House standard

Source: SINTEF Byggforsk

State of the art outside Norway - Examples Residential Renovated



PH in Alingsås, Sweden. Renovation of 300 flats.
Source: www.passivhuscentrum.se

Protected block of apt. in Rotterdam,
Netherlands. Renovation to PH standard.
Source: SINTEF Byggforsk



State of the art in Norway - Examples Non-residential New



Prof. Brocks gate 2, Trondheim. Calc.
Delivered energy: 94 kWh/m²a. Ready 2009.
Illustration: PKA Arkitekter



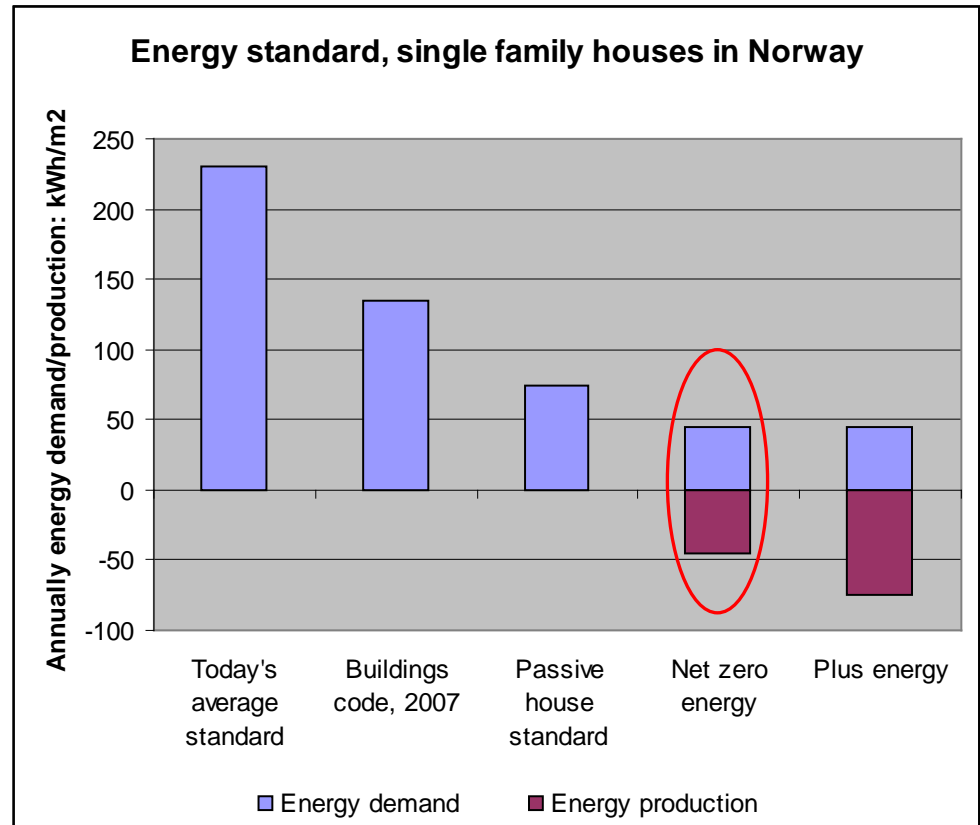
Sparebank 1 Midt-Norge, Trondheim. Calc.
Delivered energy: 102 kWh/m²a. Ready 2010.
Illustration: Agraff.AS



Storøya kindergarden, Bærum. Passive
House, calc: delivered energy: 65 kWh/m²a.
Illustration: Arkitektkontor Kvadrat AS

Where will we be in 2020, 2030....?

- Parliament agreement in Feb. 2008: Shall consider to enforce *Passive House standard for new buildings in 2020*
- EU, revised EPBD: "All buildings built after 31 December 2018 will have to produce their own energy on-site"
- Low Energy Committee report, Aug. 2009: *Recommended step-wise tightening with forehand notice*



Source: SINTEF Byggforsk



Schematic representation of step-wise tightening of energy requirements from TEK07 to zero energy in 2027. Source: Low Energy Committee report, 2009

Climate friendly buildings and architecture

~~“Passive House
=
Box house”~~

but simple forms
ease the job of
reducing heat losses



4-dwellings PH in Vårgårda, Göteborg.
Source: www.passivhuscentrum.se



PH school in Aufkirchen, Germany. Source:
www.passivhausprojekte.de



PH in Storelva, Tromsø.
Source: [Ecobox prosjektdatabase](http://Ecobox.prosjektdatabase).

Løvåshagen PH apt block in Bergen.
Foto: SINTEF Byggforsk

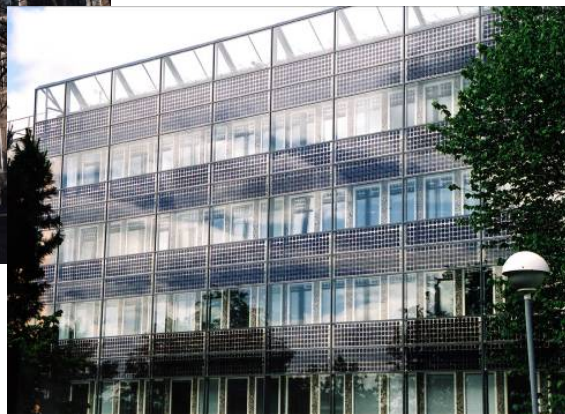


PH office in Stadl-Paura, Austria. Source:
www.passivhausprojekte.de



(c) 2005 www.passivhausprojekte.de

Future environmental friendly buildings will have energy producing roof/facades



Facade before/after renovation with double facade / PV panels, NTNU in Trondheim. Source: SINTEF Byggforsk



PV panels on the facade of row houses, Netherlands. Source: Kiss&Cathcart Gregory Kiss



Vacuum solar thermal collectors in rows on balcony, apt. Block, Zürich. Source: Robert Hastings



Housing project with solar thermal collectors in the facades, Oslo. Source: SOLARNOR

Buildings as power plants



BMW's centre in Munchen, ready 2008. Roof PV for 800 kW.
Illustration over: Helene Binet. Photo under: Ali Kriscenski



Plus energy settlement in Freiburg. Source: iea40.buildinggreen.com

Central train station, Berlin. Source: NTNU



Zero Emission Buildings (ZEB)

VISION:

A national research centre that will put Norway at the forefront of research, innovation and implementation of very energy efficient and climate neutral buildings.



ZEB - Ekspertise og omfang

For å nå målsetningen i ZEB består senteret av eksperter innenfor material-, bygnings- og energiteknologi, arkitektur og samfunns-vitenskap, og dekker hele verdikjeden av aktører innenfor den norske byggesektoren

Senteret har en varighet på 8 år (5 + 3), og et totalt budsjett på ca 300 millioner kroner

Senteret skal utdanne minst 15 PhD'er, 5 PostDoc'er og 50 Mastergradsstudenter

ZEB – et landslag:

- Forskning og undervisning
- Produsenter av bygningsmaterialer og bygningsprodukter
- Entreprenører, rådgivende ingeniører, arkitekter
- Bransjeorganisasjoner
- Eiendomsforvaltere og brukere
- Offentlig forvaltning



Konsortiepartnere i ZEB:

- NTNU
- SINTEF
- SINTEF Energiforskning
- Skanska
- Maxit
- Isola
- Glava
- Protan
- Hydro Aluminium
- YIT
- DuPont
- Multiconsult
- Brødrene Dahl
- Snøhetta
- ByBo
- Forsvarsbygg
- Statsbygg
- Husbanken
- Byggenæringens landsforening
- Norsk Teknologi
- Statens Byggetekniske Etat

Andre samarbeidspartnere i ZEB

Internasjonale samarbeidspartnere:

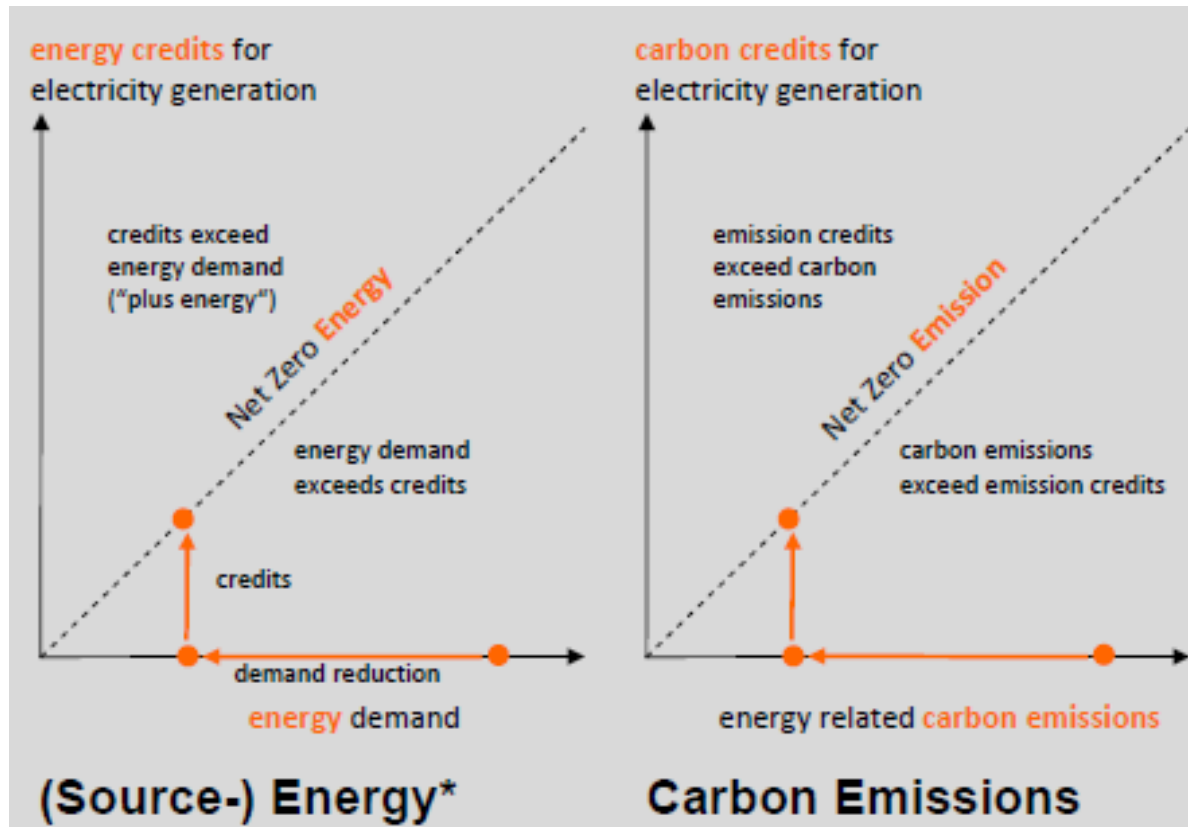
- VTT (Finland)
- Chalmers (Sverige)
- Fraunhofer (Tyskland)
- TNO (Nederland)
- LBL (USA)
- MIT (USA)
- University of Strathclyde (Skotland)
- Tsinghua University (Kina)

Referansegruppe fra byggenæringen:

- Lavenergiprogrammet
- NBBL
- NVE
- Forbrukerrådet
- EcoBox
- Driftsforum
- Enova

Hva er "Zero Emission Buildings"?

- Ingen entydig definisjon
- Eksempel på definisjon ("balanseprinsippet"):



Kilde: University Wuppertal, School of Architecture, Building Physics and Technical Building Services. Prof. Karsten Voss

ZEB på vei inn i nasjonale krav/målsetninger

1. Energy Policy and Industry Goals

USA: „The *Building Technologies Program* outlines the technology portfolio and activities that are necessary to **achieve our strategic goal of net-zero energy buildings (ZEB)** at low incremental cost **by 2025.**“
[<http://www.eere.energy.gov/buildings/about/>, 01/2007]

UK: „The objective of the proposal is to set a timetable for moving towards **zero carbon development** as a contribution to meeting the UK target to reduce carbon emissions by 60% by 2050. “

[Department for Communities and Local Government, 13th December 2006 press release]

Canada: „ The **Equilibrium House Initiative** aims the community-scale demonstration of 1,500 Net Zero Energy Houses by 2010 and all new houses to be Net Zero by 2025“
[<http://www.cmhc.ca>]

Austria: “Vision 2050 on energy in buildings: The building stock of the year 2050 should be in total over the entire life cycle (involves the production and operation of the building) **free of any carbon emissions.**”

[http://www.e2050.at/pdf/energie_gebaeude.pdf]

Netherlands: „In the Netherlands, the government and the construction sector aim at achieving **energy neutral new construction in 2020.**“
[Chiel Boonstra, Trecodome]

Germany: „From current point of view future capable buildings are buildings architectural demanding with high user comfort, minimal primary energy demand, optimized technology equipment, meaningful integration into larger energy supply systems as well as altogether economic energy demand cover. **Zero emission houses are the long-term objective.**“

[„Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung“, BMWA, 07/2005]

- Revisjon av EUs Bygningsenergidirektiv: Krav til myndighetene om å utvikle veikart fra dagens situasjon mot nullutslippsbygninger
- EU-parlamentet om revidert bygningsenergidirektiv: *All buildings built after 31 December 2018 will have to produce their own energy on-site*

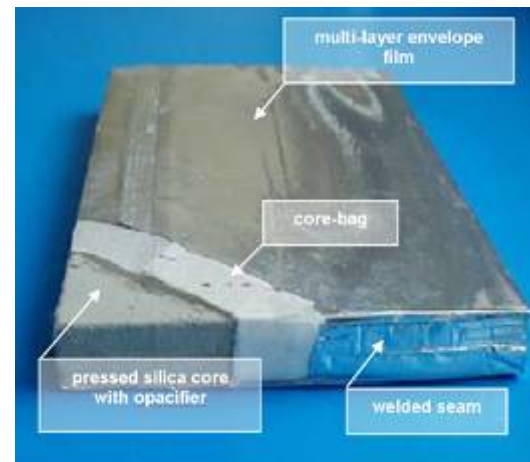
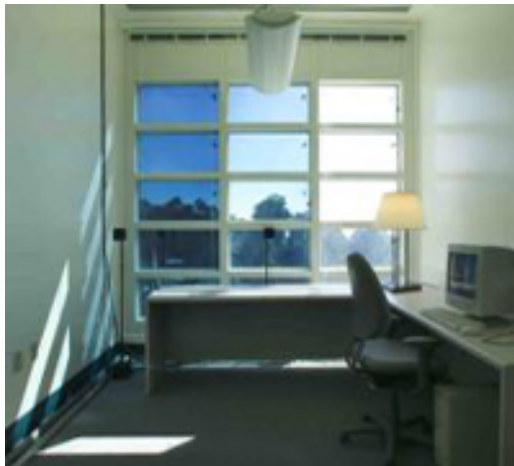
Hvordan oppnå ZEB?

- Senteret skal fokusere arbeidet innenfor fem store arbeidspakker, som alle avhenger av de andre;
 - WP1: Avanserte materialer
 - WP2: Teknologier for adaptive og energiproduserende klimaskall
 - WP3: Energiforsyning og tekniske installasjoner
 - WP4: Bruk, drift og implementering
 - WP5: Konsepter og strategier for nullutslippsbygg

FoU i Forskningscenteret ZEB – WP1

WP 1: Avanserte materialer

- Hovedmålsetning: utvikle nye og innovative materialer og løsninger, så vel som videreutvikle kjente teknologier
- Eksempler:
 - høyisolerende materialer (f.eks. vakuump- og nanoisolasjonsmaterialer)
 - materialer for energilagring (f.eks. faseforandringsmaterialer)
 - kontrollerbare materialer (f.eks. elektrokrome belegg/ruter)



FoU i Forskningscenteret ZEB – WP2

WP 2: Teknologier for adaptive og energiproducerende klimaskall

- Hovedmålsetning: utvikle godt isolerte, adaptive/kontrollerbare og energiproducerende bygningsskall som er robuste i forhold til varierende klimapåkjenning, bygningstekniske krav og brukerbehov.
- Eksempler på sentrale oppgaver:
 - integrere og tilpasse nye materialer i reelle konstruksjoner (og ved rehab.)
 - utvikle robuste byggdetaljer for nye løsninger/konstruksjoner
 - integrere energiproducerende elementer i bygningsskallet
 - labtesting i forhold til varmetekniske egenskaper, bestandighet, fuktproblematikk, klimapåkjenninger



FoU i Forskningscenteret ZEB – WP3

WP 3: Energiforsyning og tekniske installasjoner

- Hovedmålsetning: utvikle nye og forbedrede produkter og løsninger for energiforsyning og tekniske installasjoner tilpasset ZEB
- Eksempler på integrasjon/utvikling av ulike løsninger og teknologier:
 - Systemer for utnyttelse av sol (solceller, solfangere og hybride solsystem), bioenergi og vindenergi
 - CHP, CCHP (kombinert varme (kjøling) og kraftproduksjon)
 - Varmelagringsystemer
 - Varmepumpesystemer
 - ”Hypereffektive” systemer for ventilasjon, oppvarming og belysning

FoU i Forskningscenteret ZEB – WP4

WP 4: Bruk, drift og implementering

- Hovedmålsetning: Ny kunnskap om energibruk, drift og implementering av ZEB som skal sikre at ZEB oppnås.
- Eksempler på sentrale oppgaver:
 - ny kunnskap om hvordan energien brukes, og trender
 - frembringe kunnskap om brukbarhet av ulike løsninger for ZEB
 - utvikling av brukervennlige styringssystemer
 - frembringe kunnskap om optimal drift av ZEB
 - identifisere sentrale behov for kunnskaps- og kompetanseutvikling i byggsektoren
 - ny kunnskap om hva som fremmer/hindrer innovasjon i byggsektoren

FoU i Forskningscenteret ZEB – WP5

WP 5: Konsepter og strategier for nullutslippsbygg

- Hovedmålsetning: Utvikle konkrete konsepter for ZEB, som gradvis blir realisert som pilotbygg i løpet av prosjektets levetid
- Eksempler på sentrale aktiviteter
 - definere ZEB, og utvikle metoder for beregning av klimagassutslipp
 - utvikle konsepter for ZEB for ulike bygningstyper, både nye bygg og rehabilitering. Viktige ramme-betingelser er innemiljø, kostnader, bygningsfysikk, arkitektur, m.m.
 - pilotbygging, fra dagens State-of-the-art (passivhus) fram til ZEB

Forskningscenteret ZEB

www.zeb.no

Senterledelse:

Faglig leder: Prof. Anne Grete Hestnes, NTNU (annegrete.hestnes@ntnu.no)

Daglig leder: PhD Marit Thyholt, SINTEF Byggforsk (marit.thyholt@sintef.no)

Arbeidspakkeledere:

WP1 (Avanserte materialteknologier): Prof. Arild Gustavsen, NTNU
(arild.gustavsen@ntnu.no)

WP2 (Teknologier for adaptive og energiproduserende klimaskall): Forskningsleder Berit Time, SINTEF Byggforsk (berit.time@sintef.no)

WP3 (Energiforsyning og styringssystemer): Prof. Vojislav Novakovic, NTNU
(vojislav.novakovic.@ntnu.no)

WP4 (Energieffektiv bruk og drift): Forsker/førsteamanuensis Thomas Berker, NTNU
(thomas.berker@hf.ntnu.no)

WP5 - Konsepter og strategier for nullutslippsbygg: Seniorforsker Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk (tor.h.dokka@sintef.no)

Industri og EU:

Industrikontakt: Forskningsdirektør Terje Jacobsen, SINTEF Byggforsk
(terje.jacobsen@sintef.no)

EU-kontakt: Professor Øyvind Aschehoug, NTNU (oyvind.aschehoug@ntnu.no)

”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!