Hvordan redusere CO_2 utslipp i bygg og anleggsektoren?

Effektiv energibruk og fornybar energiproduksjon

Åse Lekang Sørensen
SINTEF byggforsk

TEKNA 23.februar 2017

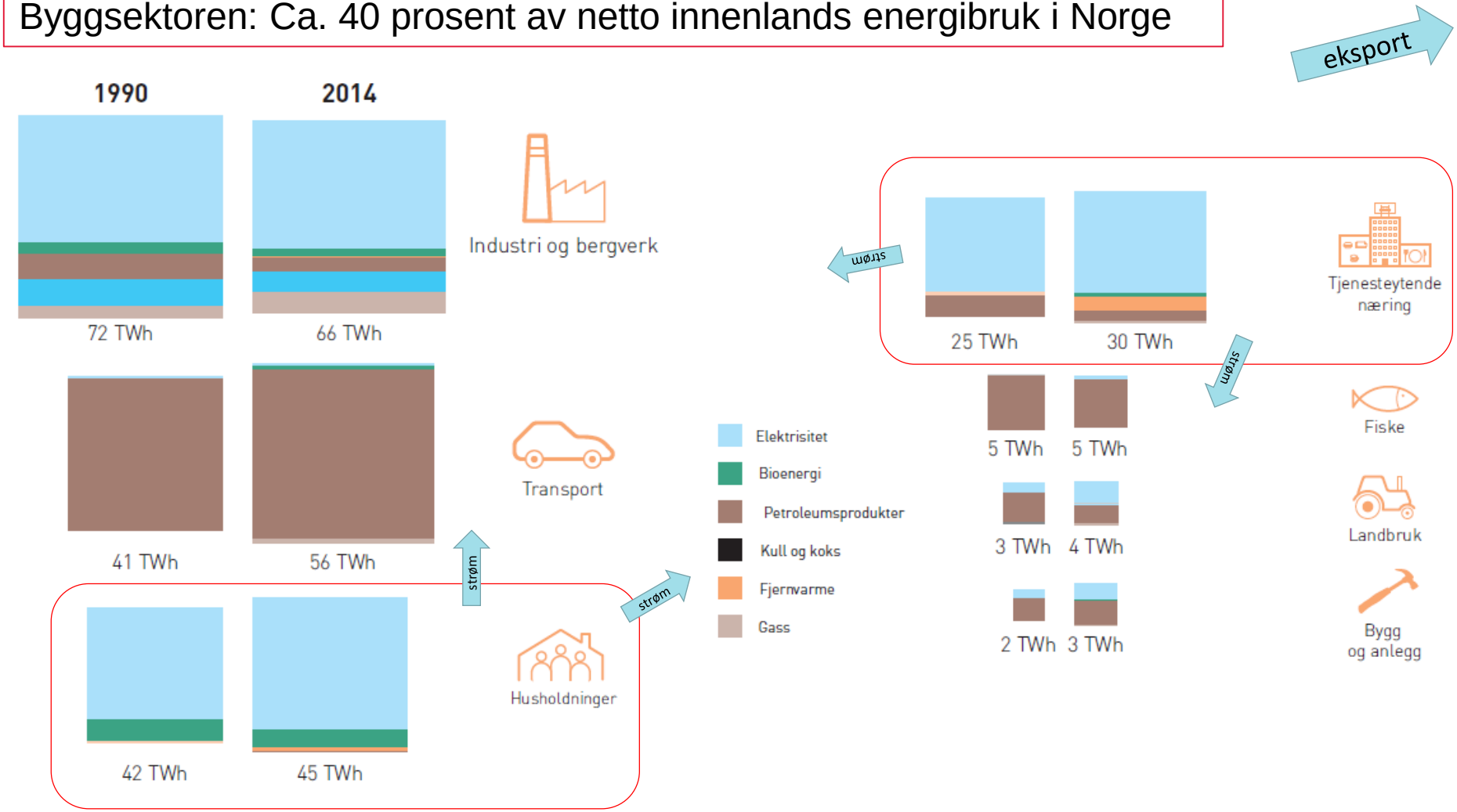
Denne presentasjonen

- Status i Norge: Energi i byggsektoren
- Kort om forskningssentrene
  - Zero Emission Buildings (ZEB)
  - Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (ZEN)
- Energieffektiv energibruk i bygg
- Lokal fornybar varme- og strømproduksjon
- Eksempler

Status i Norge: Energi i byggsektoren

Netto innenlandsk energibruk 1990 og 2014

Byggsektoren: Ca. 40 prosent av netto innenlands energibruk i Norge



Kilde energibruk: Energimeldingen (Meld. St. 25 (2015-2016))

Viktige mål for byggsektoren i Norge

- Skjerpe energikravene i byggeteknisk forskrift til
  - passivhusnivå i 2015
  - nesten nullenerginivå i 2020

- Energibruken i eksisterende bygg skal reduseres med 10 TWh innen 2030

Kort om forskningssentrene

Zero Emission Buildings (ZEB)

Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (ZEN)

Zero Emission Buildings (ZEB)

ZEB Centre's main objective

is to develop competitive products and solutions for existing and new buildings that will lead to market penetration of **buildings with zero greenhouse gas emissions related to their production, operation, and demolition**.


Illustration: Snøhetta/MIR

The centre encompass both residential, commercial, and public buildings.

www.zeb.no

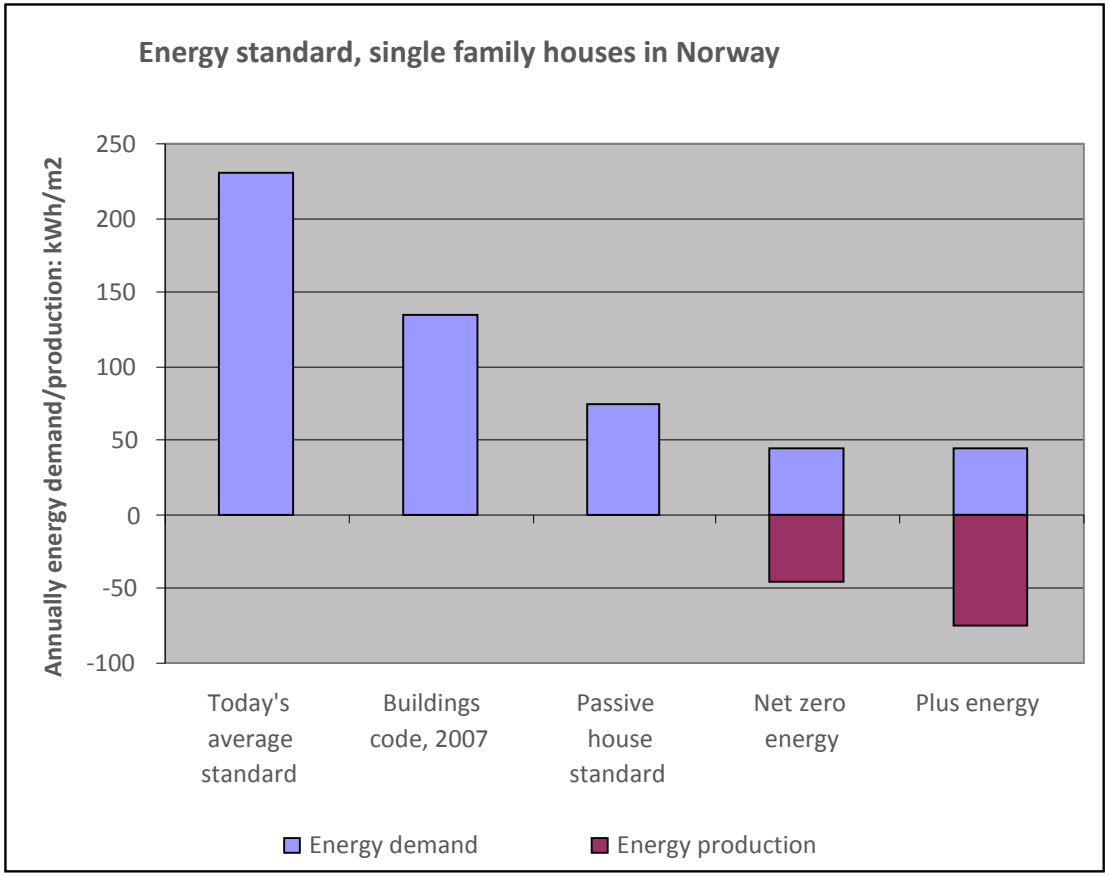
ZEB PARTNERS

SINTEF
NTNU
PROTAN
SKANSKA
Caverion
weber SAINT-GOBAIN
ByBo
isola
DIREKTORATET FOR BYGGKVALITET
BYGGENÆRINGENS LANDSFORENING bnl
DUPONT
NORSK TEKNOLOGI
Husbanken
STATSBYGG
SØR-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE
BRØDRENE DAHL
Multiconsult
GLAVA
NorDan
enova
Forsvarsbygg
entra
sapa:
SNØHETTA

Forskningsrådet

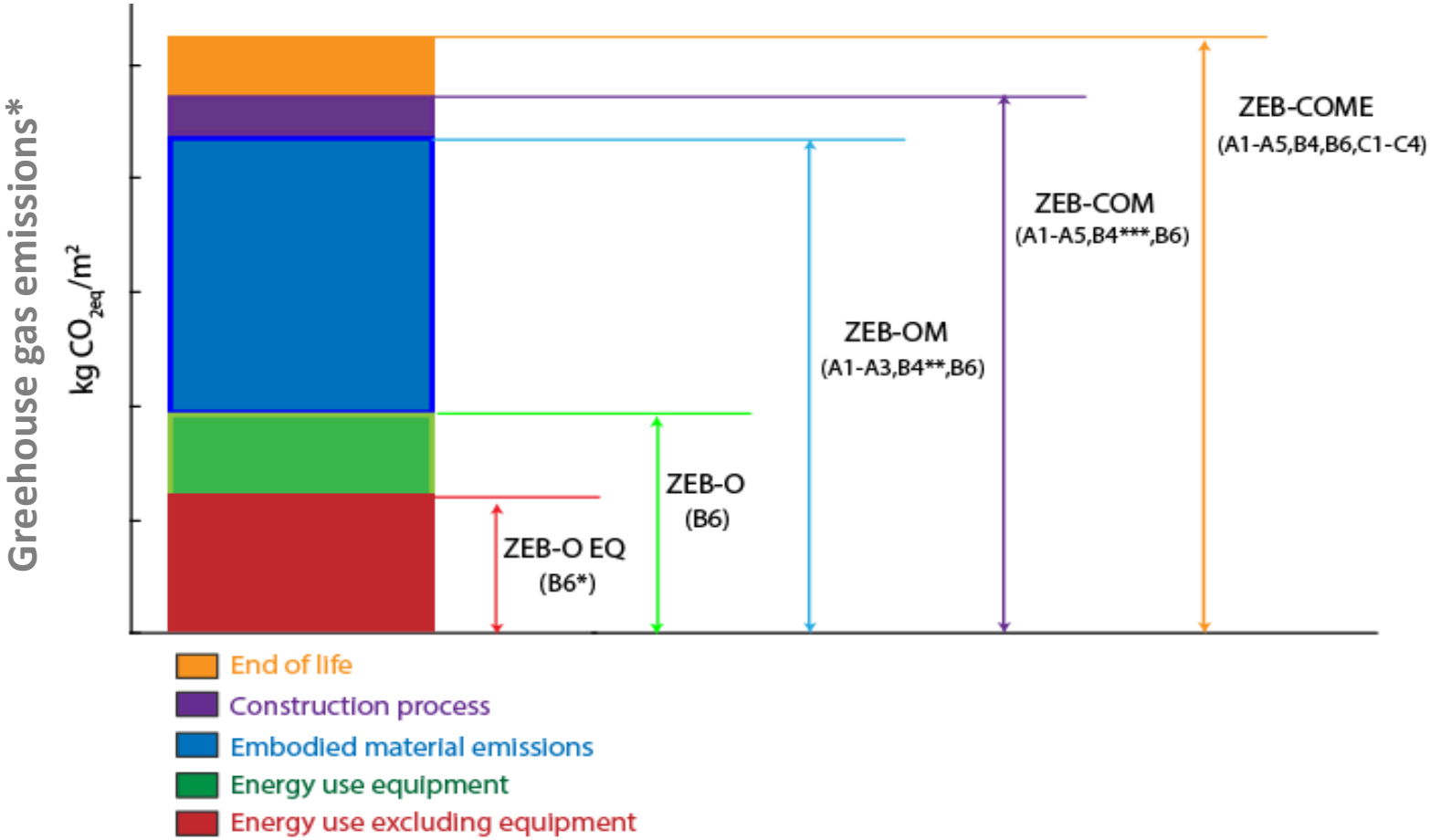
What is a zero emission building (ZEB)?

Renewable energy sources produced or transformed at the building site have to **compensate** for **CO_2 emissions** from operation of the building and for production, transport and demolition of all the building materials and components **during the life cycle** of the building



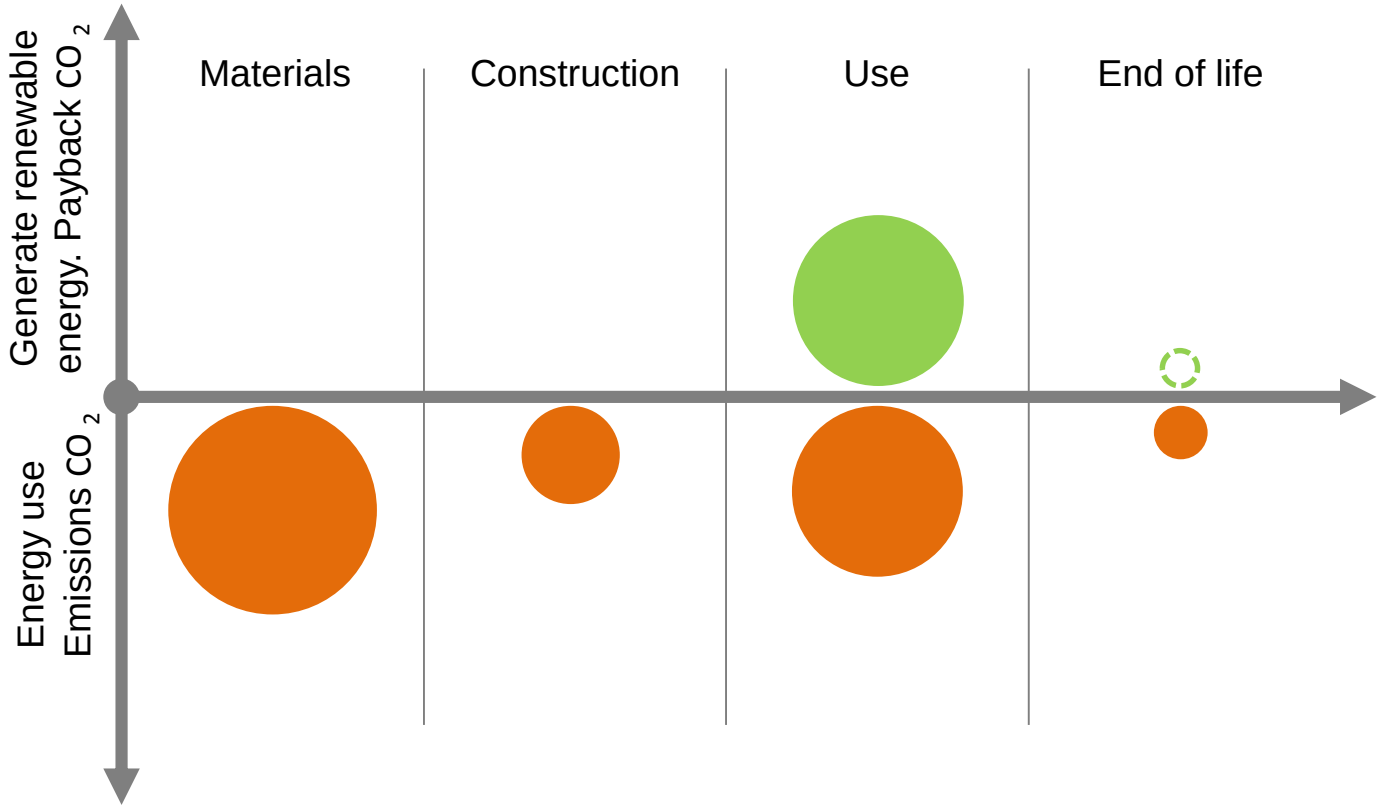
Source: SINTEF Byggforsk

Different levels of ambition for ZEB

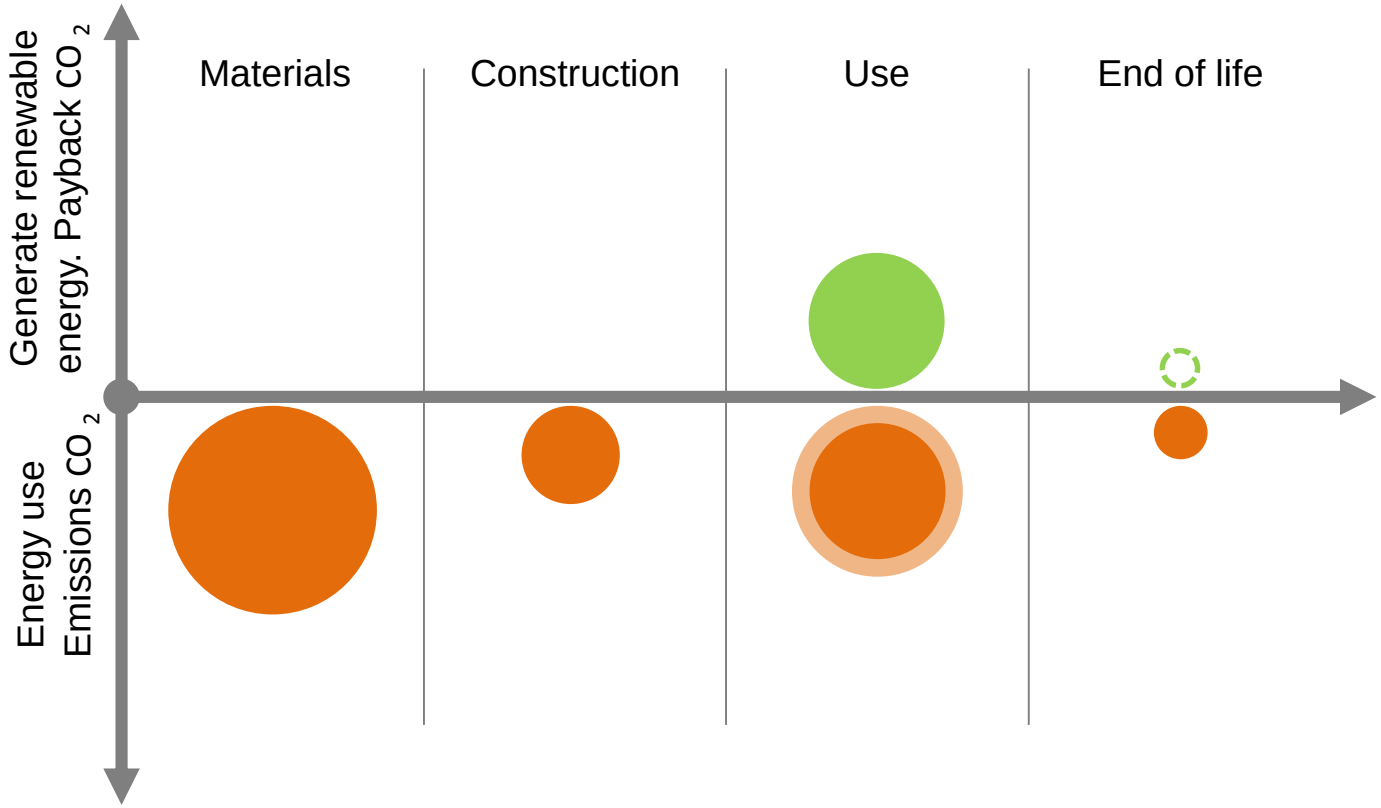


* Greenhouse gas emissions are calculated as kg CO_2-equivalents per m^2 heated floor area per year (distributed over a 60 years life time)

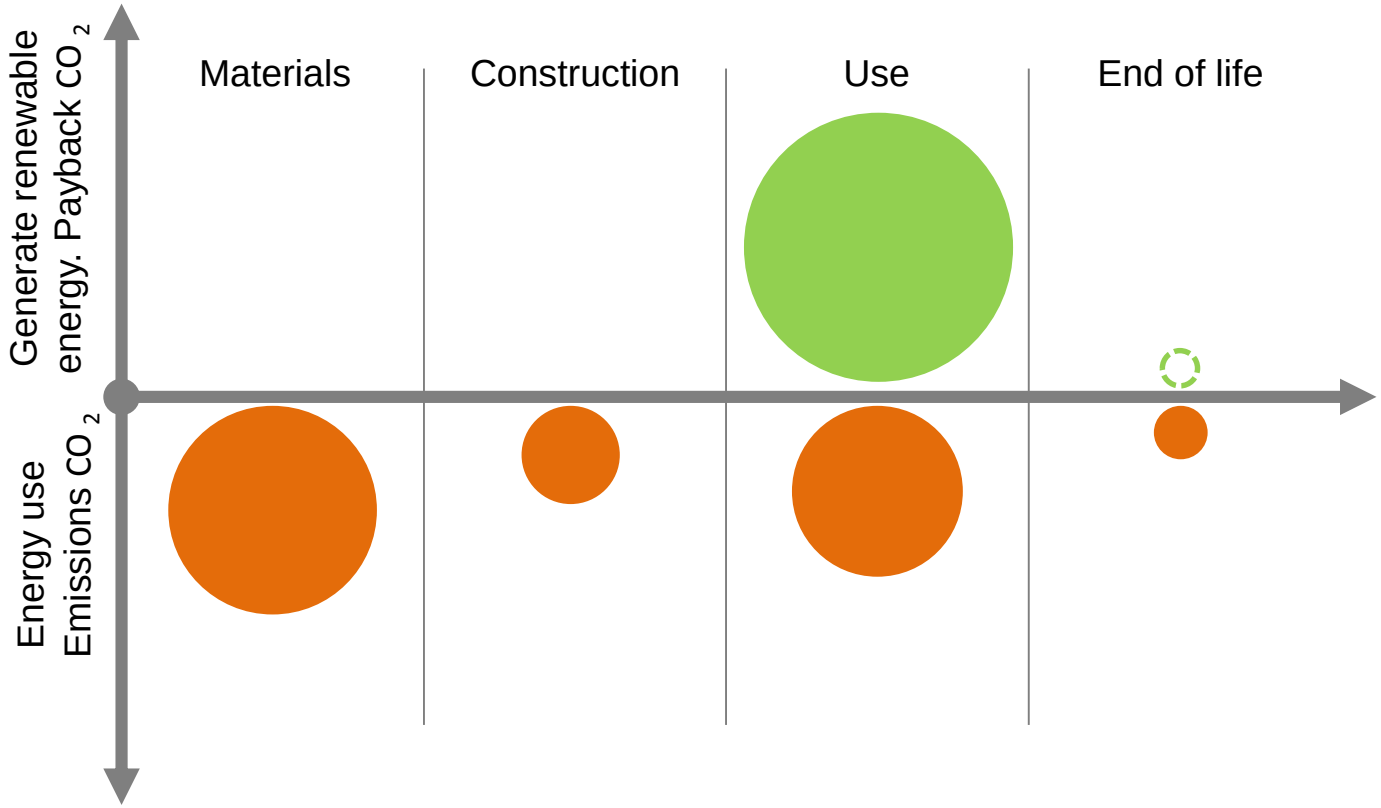
ZEB-O


Generate renewable energy. Payback CO_2
Energy use Emissions CO_2
Materials
Construction
Use
End of life

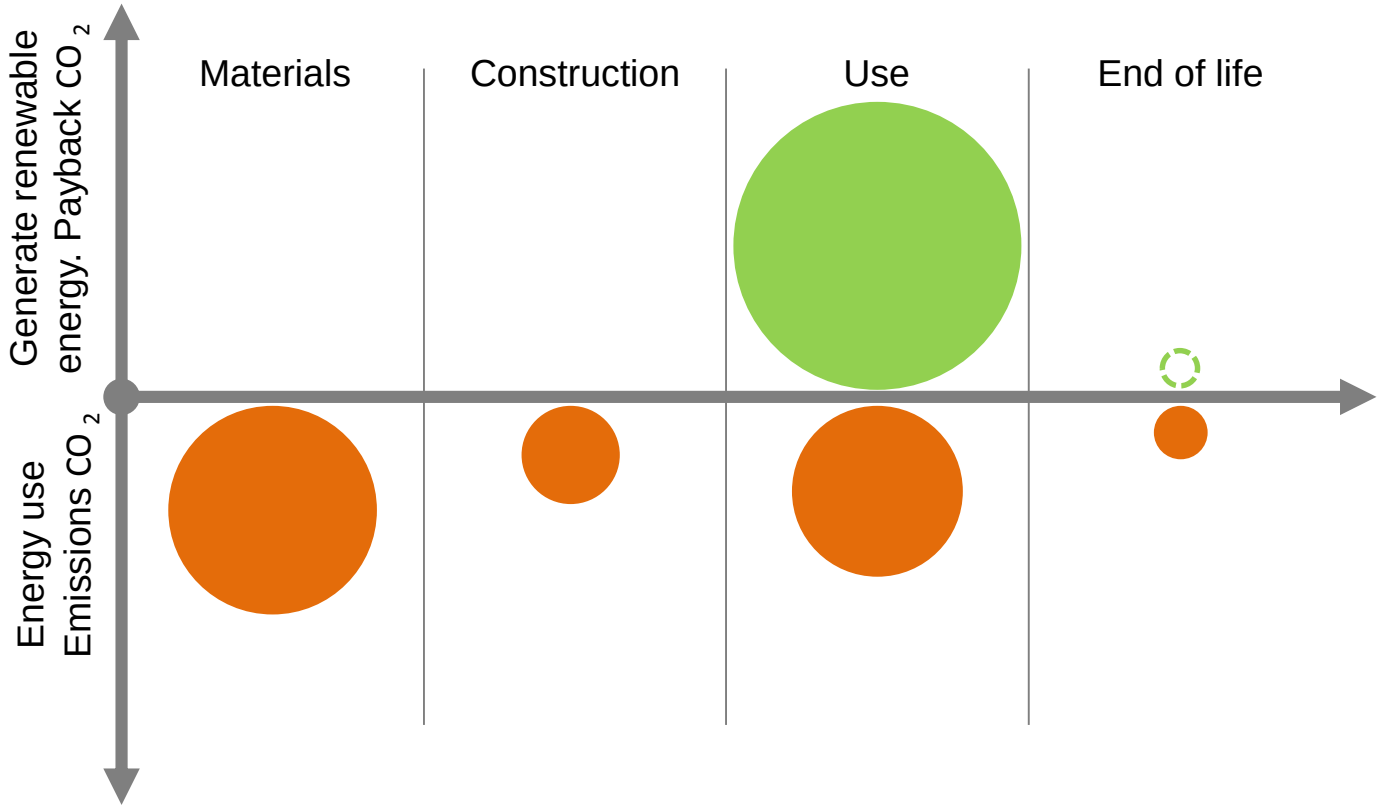
ZEB-O÷EQ


Generate renewable energy. Payback CO_2
Energy use Emissions CO_2
Materials
Construction
Use
End of life

ZEB-OM


Generate renewable energy. Payback CO_2
Energy use Emissions CO_2
Materials
Construction
Use
End of life

ZEB-COM


Generate renewable energy. Payback CO_2
Energy use Emissions CO_2
Materials
Construction
Use
End of life

ZEB Pilot Buildings





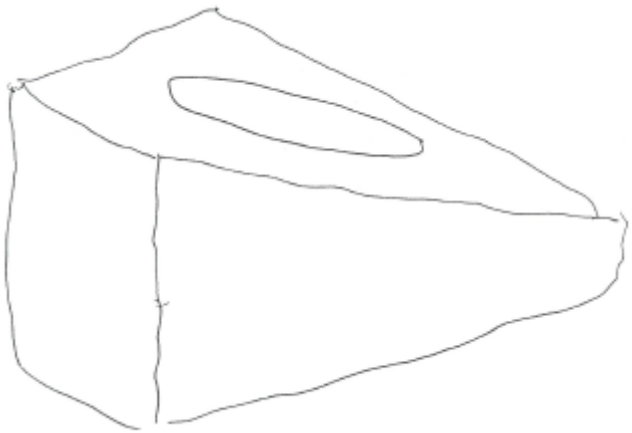




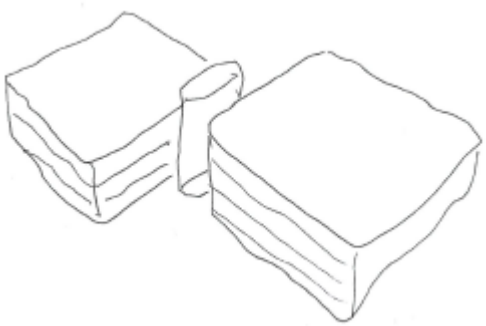
ZEB Ambition Levels

Project	Ambition Level
Powerhouse Kjørbo	ZEB – OM ÷ EQ
Powerhouse Brattørkaia	ZEB – OM ÷ EQ
FLO Haakonsvern	ZEB – O ÷ EQ
Campus Evenstad	ZEB – COM
Heimdal VGS	ZEB – O - 20%M
ZEB House Larvik	ZEB – OM
Skarpnes	ZEB – O
Zero Village Bergen	ZEB – O

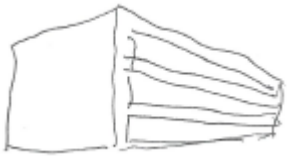
Heimdal VGS*
- 18 000 m^2
- 4 etasjer



Powerhouse Brattørkaia
- 14 800 m^2
- 10 etasjer

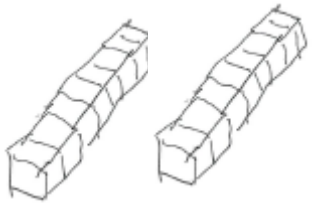


Powerhouse Kjørbo
- 5200 m^2
- 3-4 etasjer



FLO Haakonsvern
- 2 200 m^2
- 3 etasjer

Campus Evenstad
- 1 100 m^2
- 2 etasjer



Zero Village Bergen
- 92 000 m^2
- 2-4 etasjer

ZEB Larvik: 202 m^2 , 2 etasjer

Skarpnes: 154 m^2 , 2 etasjer

Living Lab: 102 m^2 , 1 etasje

Fra byggfokus til områdefokus

Zero Emission Neighbourhood avsluttes

THE RESEARCH CENTRE ON

Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities

ZERO EMISSION NEIGHBOURHOODS IN SMART CITIES

FME ZEN FACTS

- **Host:** Norwegian University of Science and Technology
- **Research partners:** SINTEF Building and Infrastructure and SINTEF Energy Research

- **Start date:** Winter 2016/2017

- **Total budget:** ca. 380 MNOK (2016 – 2024)
- Approximately 20 PhD candidates and 5 post docs

10 Public partners	Oslo, Bergen, Trondheim
	Bodø, Elverum, Steinkjer
	Sør-Trøndelag fylkeskommune
	Statsbygg
	NVE – Norges vassdrag og energidirektorat
	DiBK – Direktoratet for byggkvalitet
20 Industry partners	ByBo, Elverum Tomteselskap
	TOBB
	Snøhetta, Reinertsen, Asplan Viak
	Multiconsult, SWECO, Civitas
	FutureBuilt
	Energi Norge, Norsk Fjernvarme
	NTE – Nord-Trøndelag Energiverk
	Hunton, Moelven
	Norcem
	Numascale
	Smart Grid Services Cluster
	Skanska
	GK, Caverion
Research partners	NTNU
	SINTEF

ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

VISION:
«Sustainable neighbourhoods with zero greenhouse gas emissions»

ZERO EMISSION NEIGHBOURHOODS IN SMART CITIES

RESEARCH QUESTIONS

How should the sustainable neighbourhoods of the future be designed, built, transformed and managed to reduce their greenhouse gas emissions towards zero?

1. Which integrated decision- and design support **methods, processes and tools** are needed?
2. How to optimize the **building stock** to achieve low energy demand as well as high flexibility towards smart energy grids?
3. Which **energy systems and services** can contribute towards achieving zero GHG emissions at the neighbourhood level?

ZEN
ZERO EMISSION NEIGHBOURHOODS IN SMART CITIES

WORK PACKAGES

WP1: Analytical Framework for Design and Planning of ZEN

WP2 Policy measures, innovation and business models

WP3 Resource and energy efficient buildings

WP4 Energy flexible neighbour-hoods

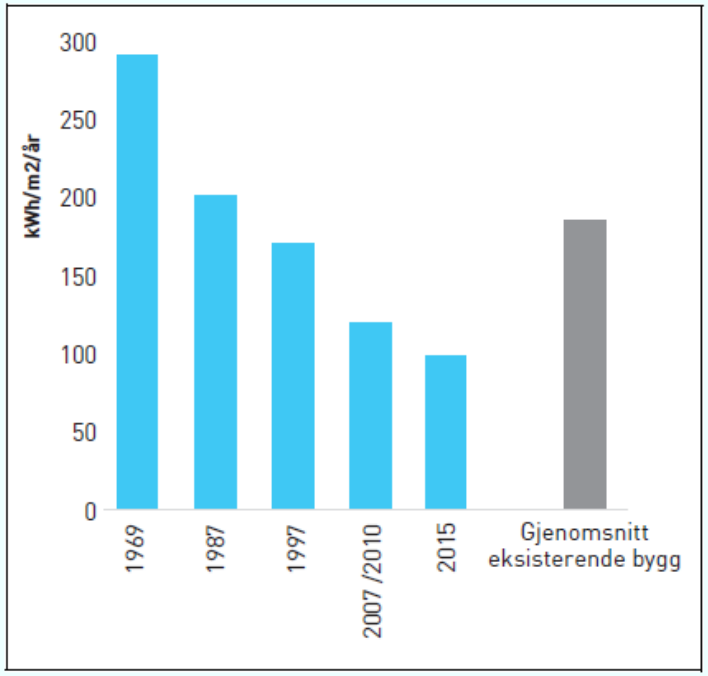
WP5 Neighbour-hoods in the larger energy system

WP 6 Pilot projects and living labs

Energieffektiv energibruk i bygg

Energibruk i bygg i Norge

- Byggteknisk forskrift (TEK) regulerer energibruk i nye bygg og omfattende rehabiliteringer
- Energikravene er strammet inn de senere år
  - 25 % i 2007
  - 20-25 % i 2016
- TEK10 gjelder nå



Figur 16.3 Illustrasjon av utviklingen i energieffektivitetskrav til småhus i kWh/m^2/år, 1969–2015.

Tallene for de ulike søylene er ikke fullt ut sammenlignbare
Kilde: TEK 1969 og 1987: «Kostnadsoptimalitet – Energiregler i TEK», Multiconsult og Sintef 2012. TEK 1997: Sintef. TEK 2007, 2010 og 2015: DiBK/KMD. Beregnet gjennomsnittlig energibruk i eksisterende bygg: Enova.

Kilde: Energimeldingen (Meld. St. 25 (2015-2016))

Energibehov og levert energi

Levert energi
Strøm
Fjernvarme
Olje
Ved
…

Teknologi

Solceller
Solfangere
Varmepumpe
Vedovn
…

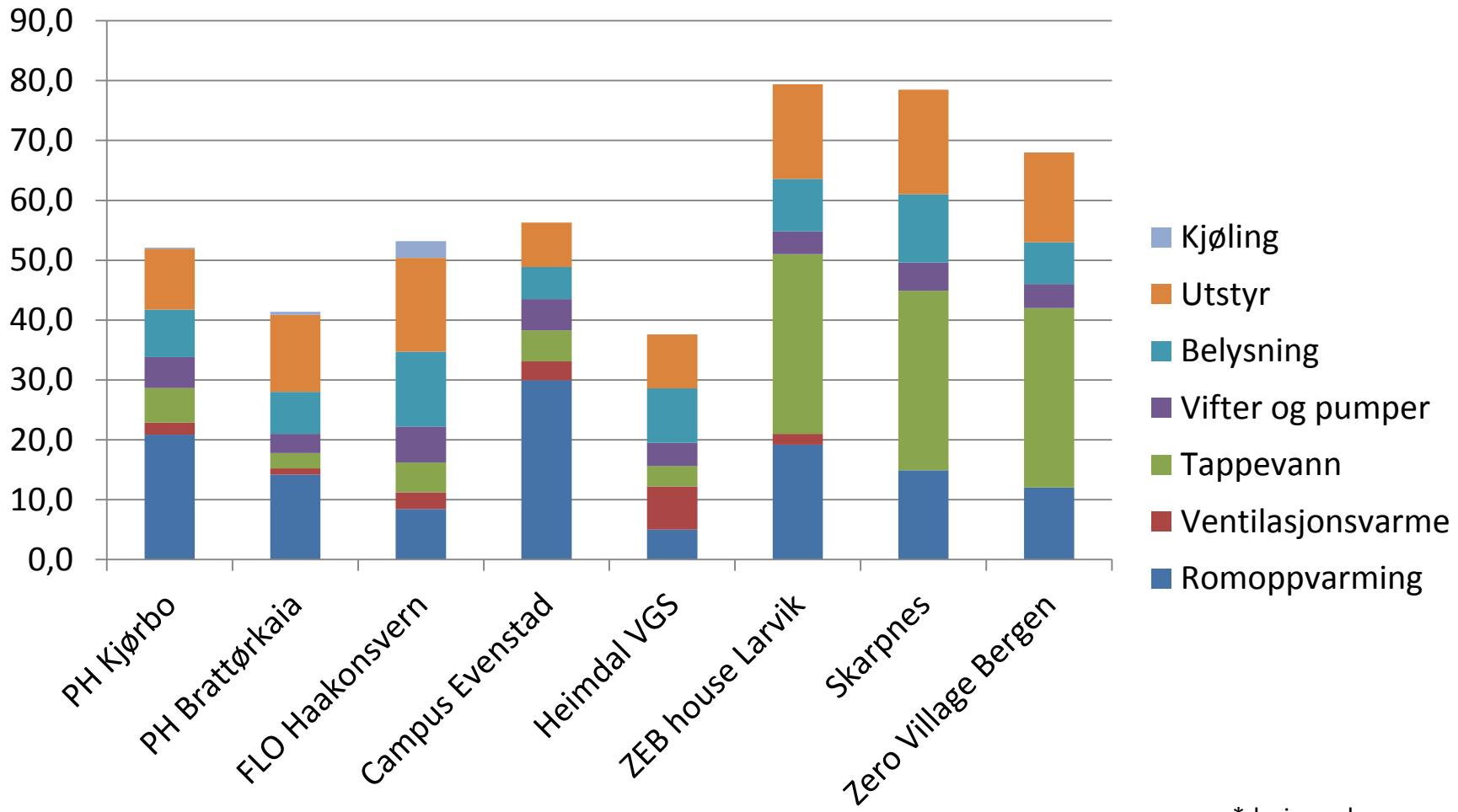
Systemtap og virkningsgrader

Energibehov
Varme og varmtvann
Vifter og pumper
Belysning
Teknisk utstyr
Kjøling

Eksempel med varmepumpe (SCOP 3): Varmebehov på 6 000 kWh kan dekkes med 2 000 kWh levert strøm

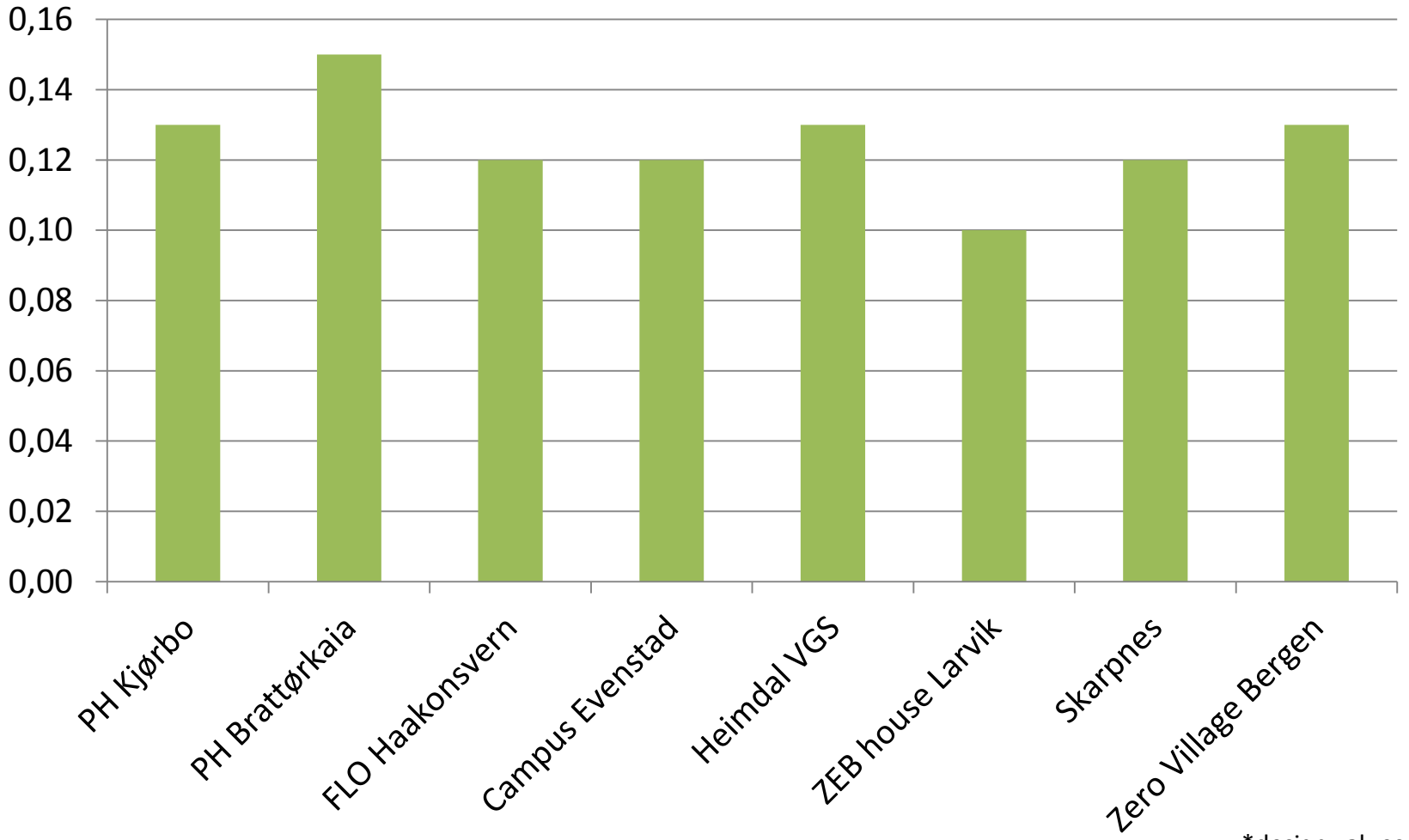
Eksempel med solceller (4 000 kWh): Strømbehov på 10 000 kWh kan dekkes med 6 000 kWh levert strøm (netto)

Ønsker lavt netto energibehov, kWh/(m²år)



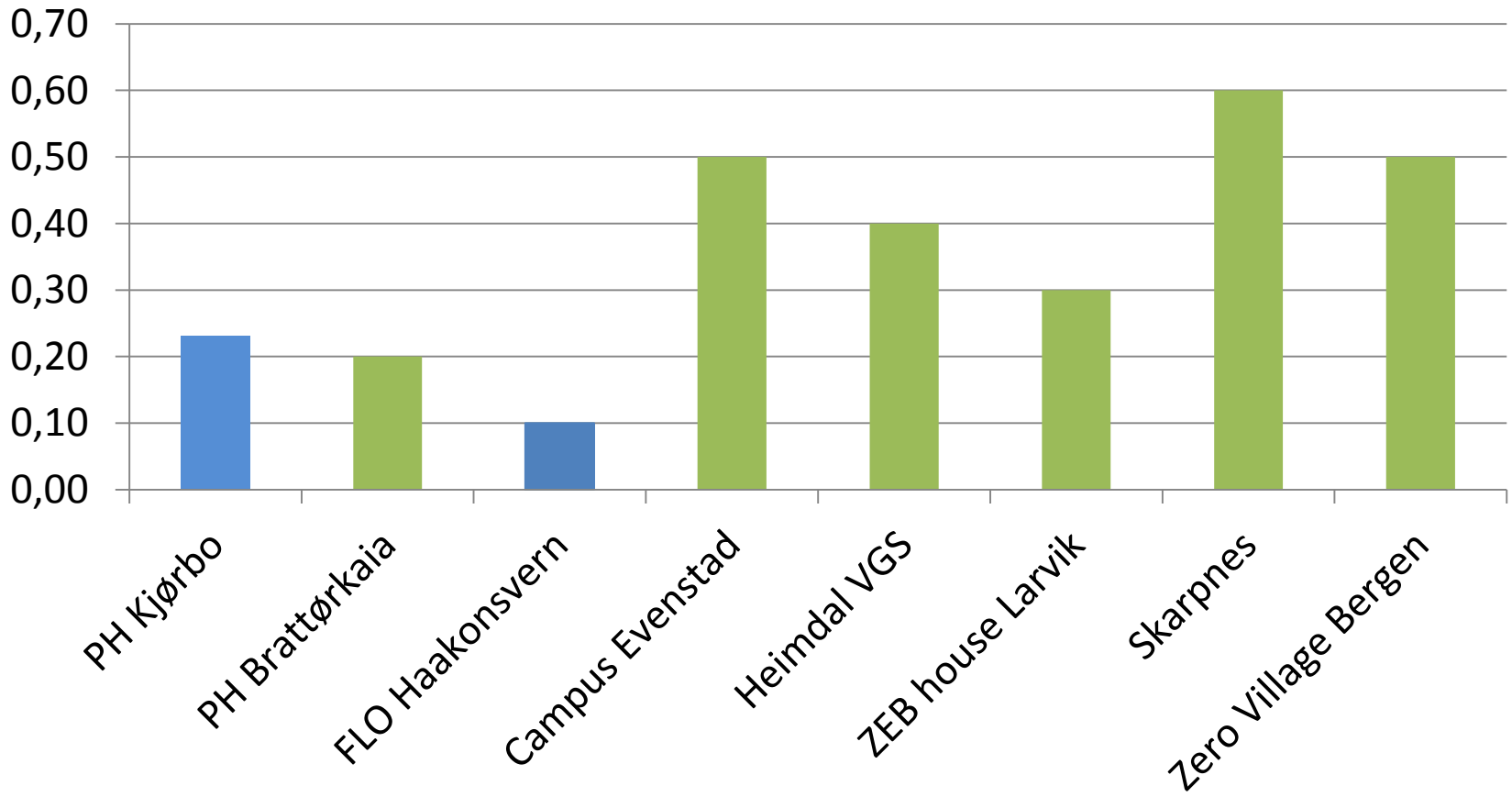
*design values

Godt isolerte bygg: Eksempel u-verdier yttervegg (W/(m²K))



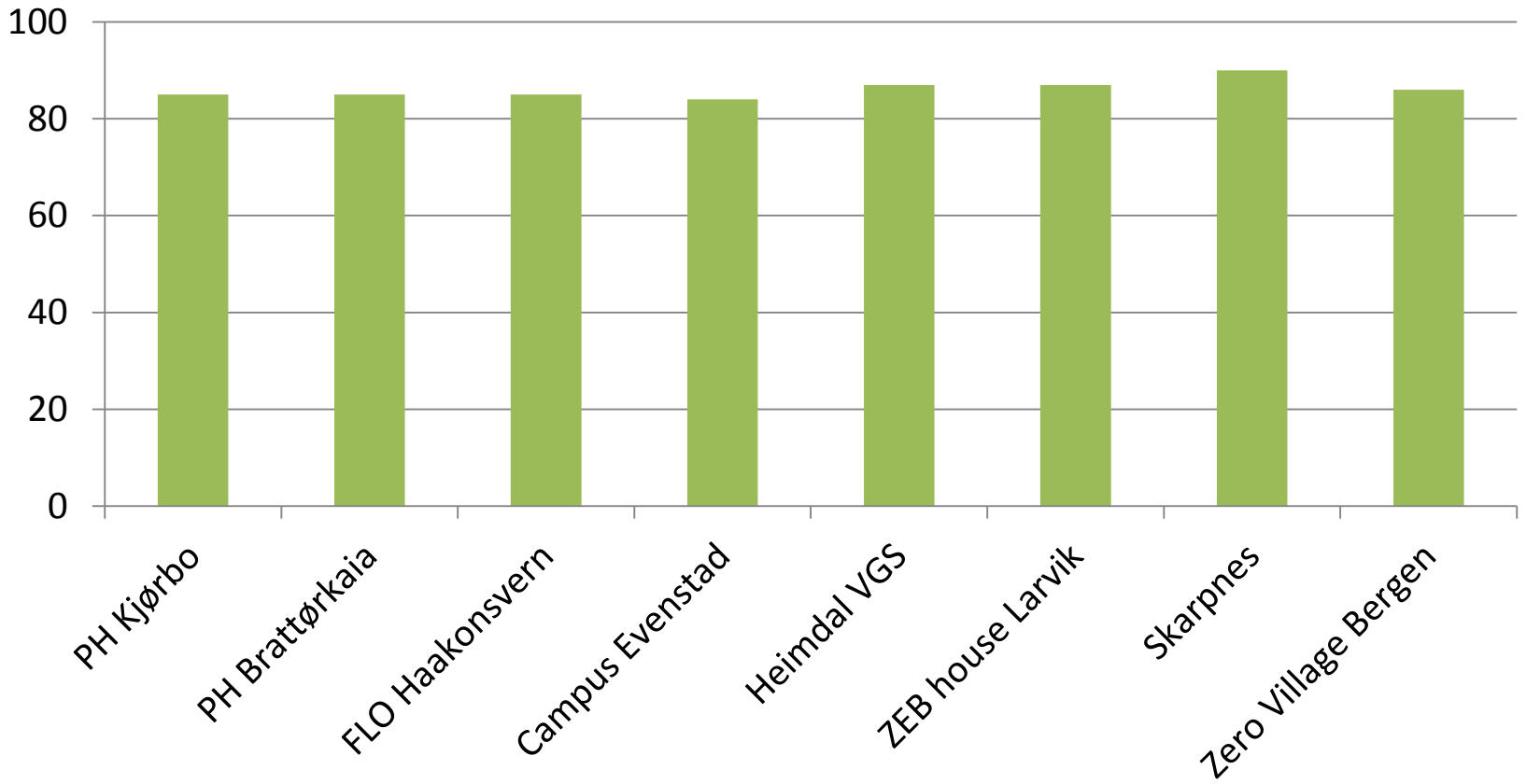
*design values

Tette vegger: Eksempel lekkasjetall, n_{50}



*green are design values, blue are measured values

God varmegjenvinning, ventilasjonssystem (%)



*design values, average during operation

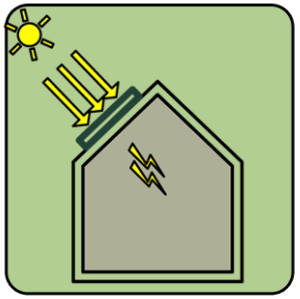
Lokal fornybar varme- og strømproduksjon

Eksempler på fornybar varme- og strømproduksjon

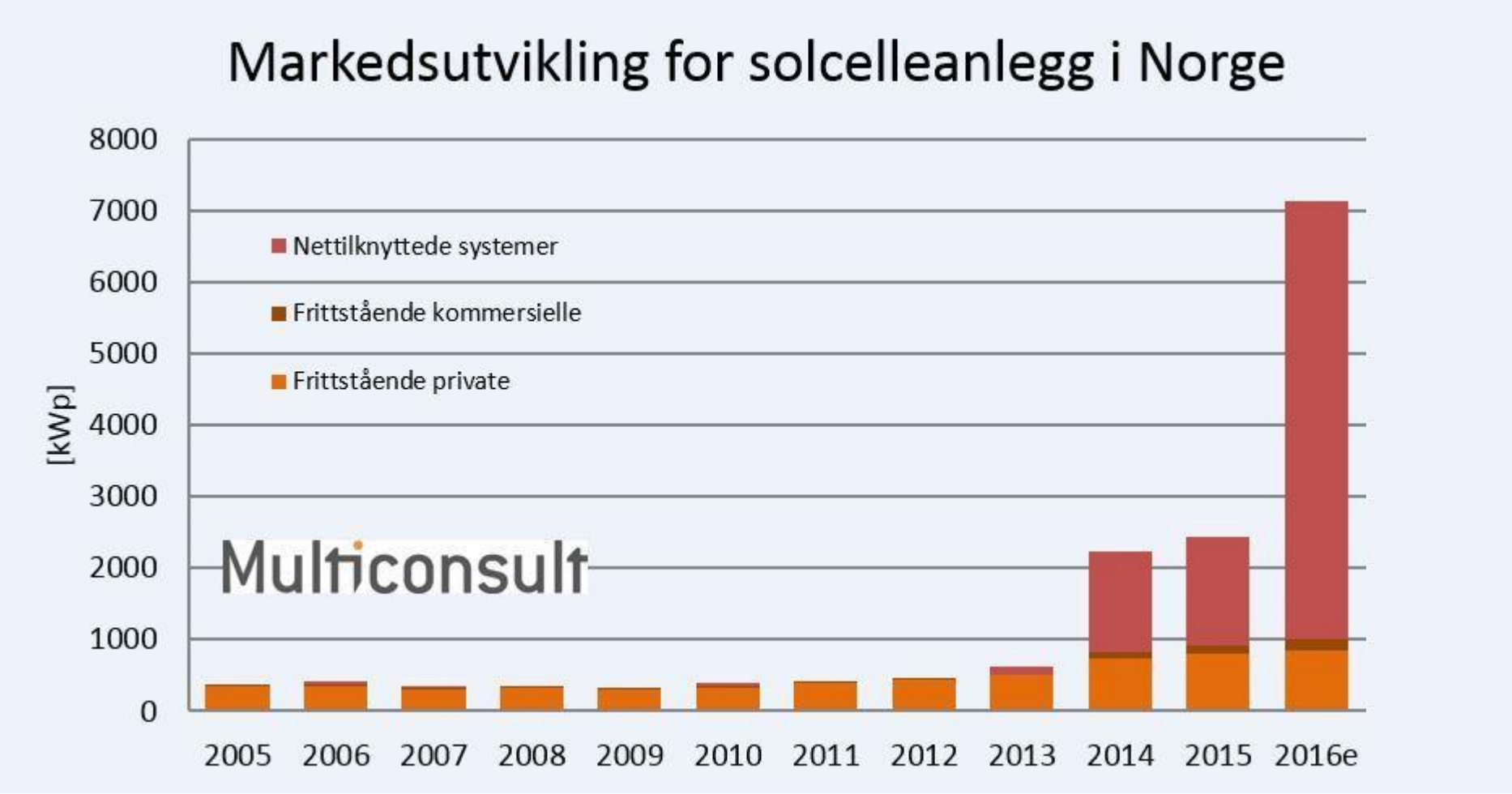
Varmepumpe Grunnvarme	Ved og pellets
Solfangere	Fjernvarme *

Solceller	CHP Combined heat and power
Vindmølle	Vannkraft

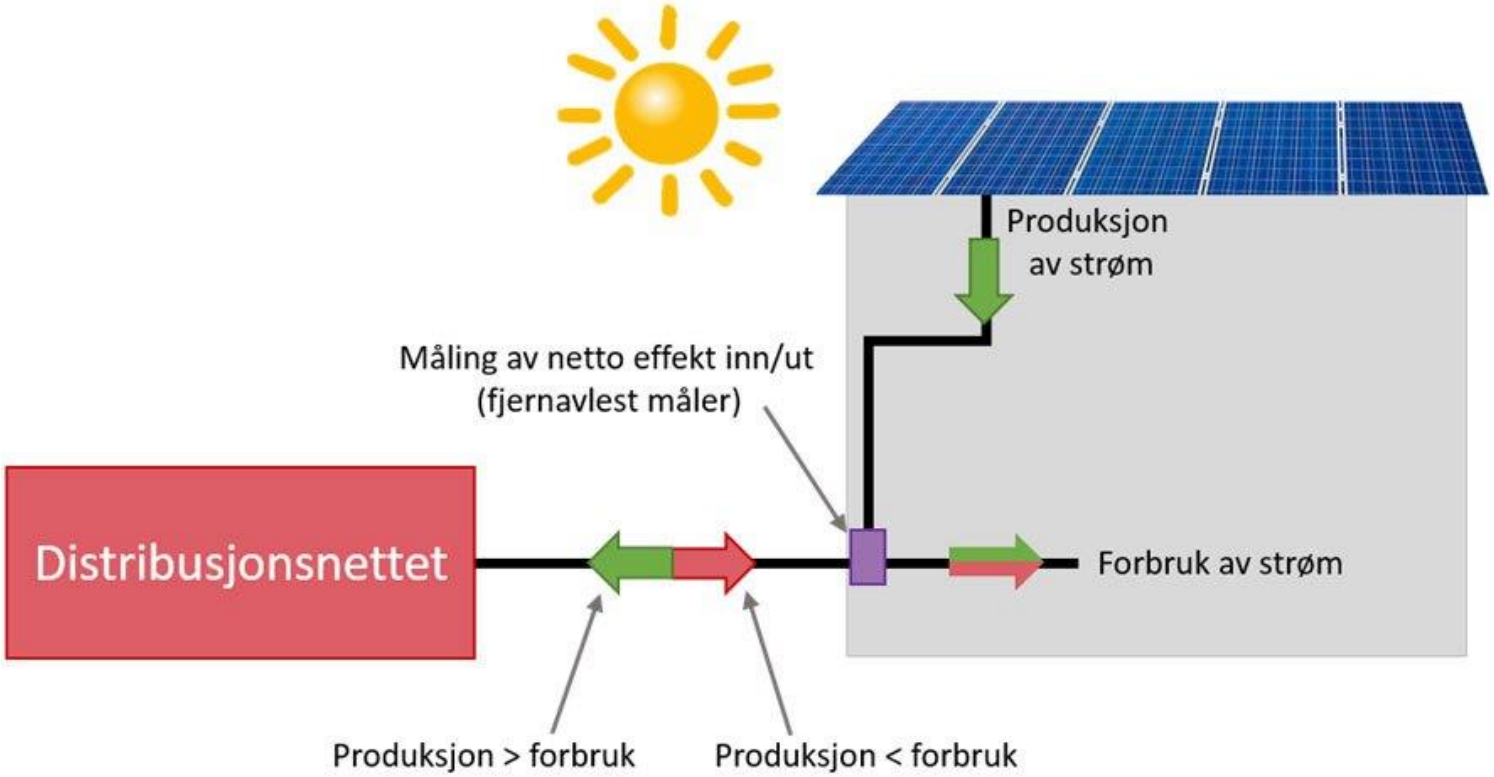
Renewable electrical sypply



Project	Systems
Powerhouse Kjørbo	Photovoltaics
Powerhouse Brattørkaia	Photovoltaics
FLO Haakonsvern	Photovoltaics
Campus Evenstad	CHP system based on gasification of wood chips
Heimdal VGS	Photovoltaics + CHP
ZEB House Larvik	Photovoltaics
Skarpnes	Photovoltaics
Zero Village Bergen	Photovoltaics (+CHP?)


Markedsutvikling for solcelleanlegg i Norge
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
[kWp]
Nettilknyttede systemer
Frittstående kommersielle
Frittstående private
Multiconsult
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016e

Plusskunder



Illustrasjon: Lovinda Ødegården

Europower

Du

Nyheter | Arkiv | Selskapsdatabase | Analyser | Om oss | Energi-nett.no

Enkel visning Full visning Engelsk Kalender

Andreas Thorsheim i Otovo er en av de tre aktørene som nå betaler langt mer for overskuddsstrøm fra solceller enn det som tidligere har vært vanlig. Høyeste tilbud er 100 øre/kWh. Foto: Gunnar Lier

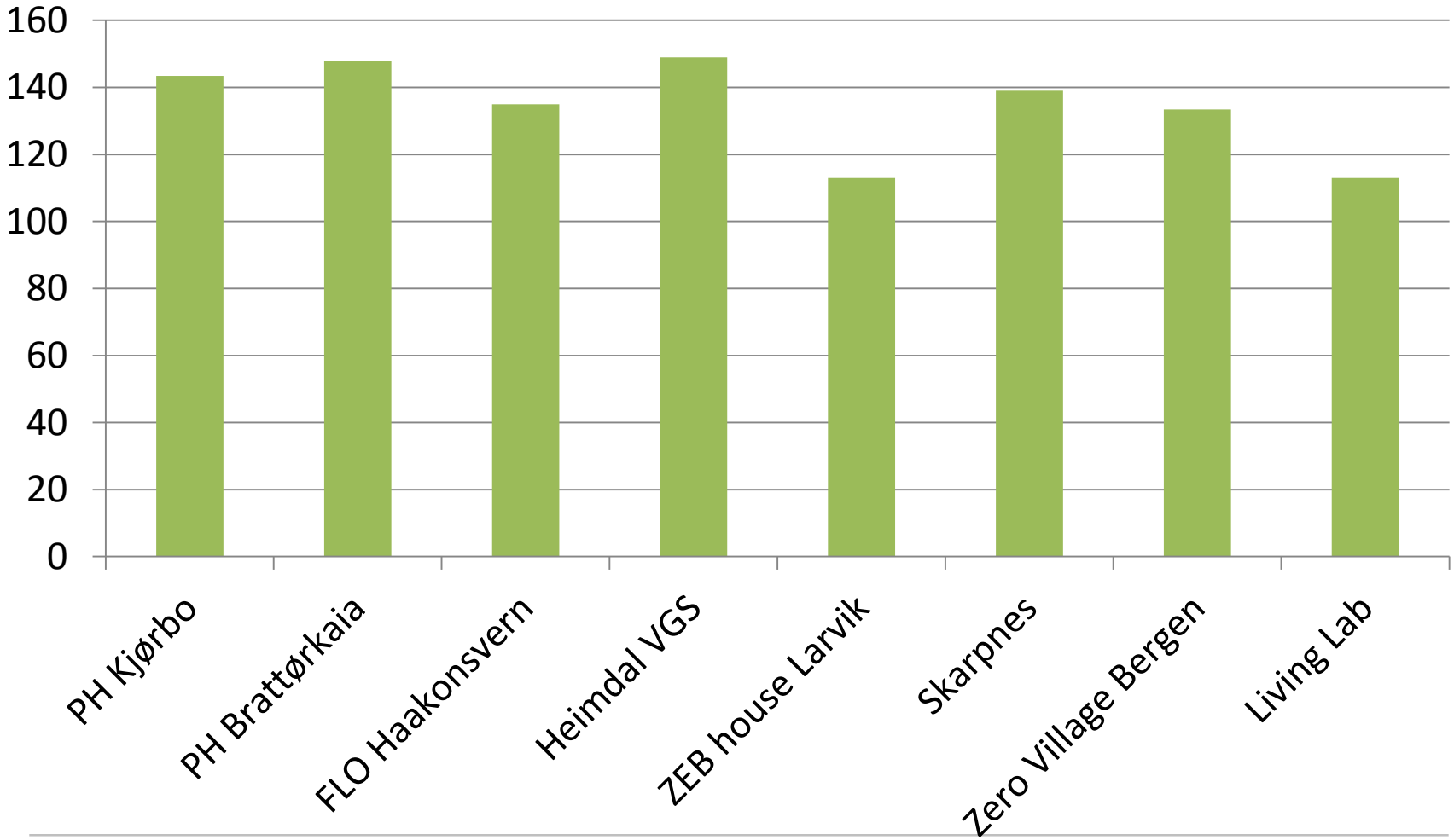
Priskrig om solstrøm - betaler 1 krone per kWh

To selskaper har de siste dagene drevet priskrig på overskuddsstrøm fra private solcelleanlegg. I dag hev en tredje aktør seg på, og tilbyr 1 krone per kWh.

Haakon Barstad
Journalist

Publisert: 2016-11-09 16:44:27.0 Oppdatert: 2016-11-10 09:14:23.

Yearly output per m^2 PV area, kWh/m^2



Photovoltaic panels

Kjørbo and Skarpnes

20,4 %

Sunpower E20

ZVB

18,3 %

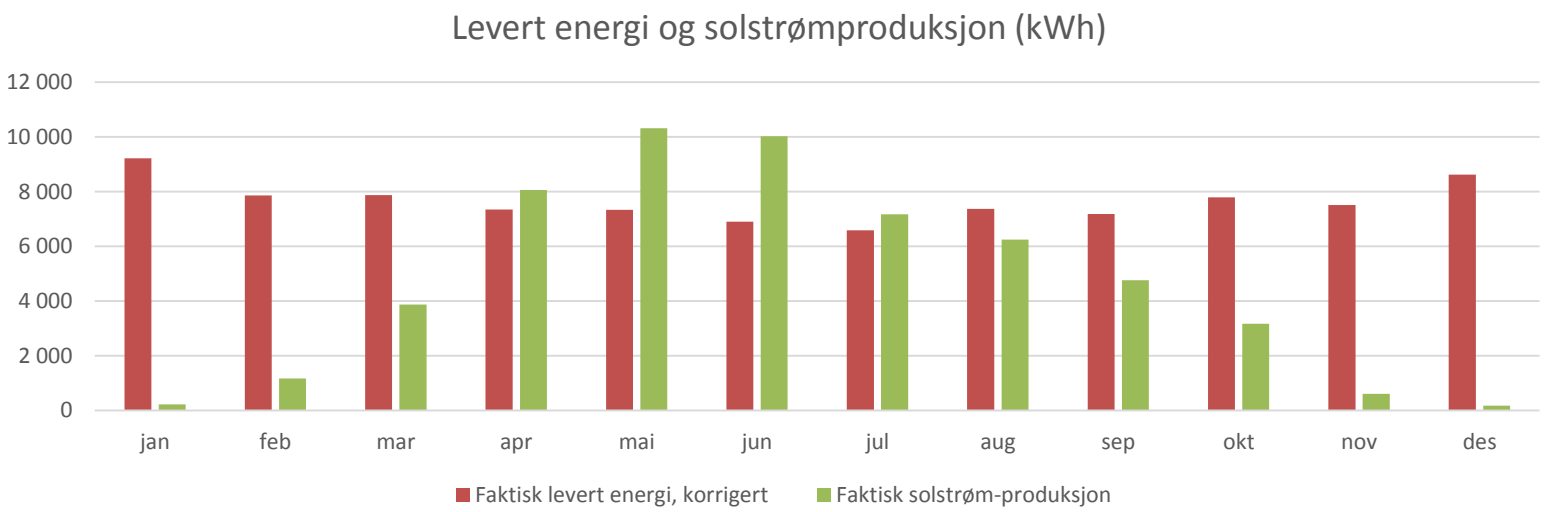
LG 300 N1

Larvik

15,2 %

ITS EcoPlus

Eksempel fra kontorbygg i Bergen



254 solcellepaneler a 333 kW, Areal 414 m^2 , Effekt 85 kW

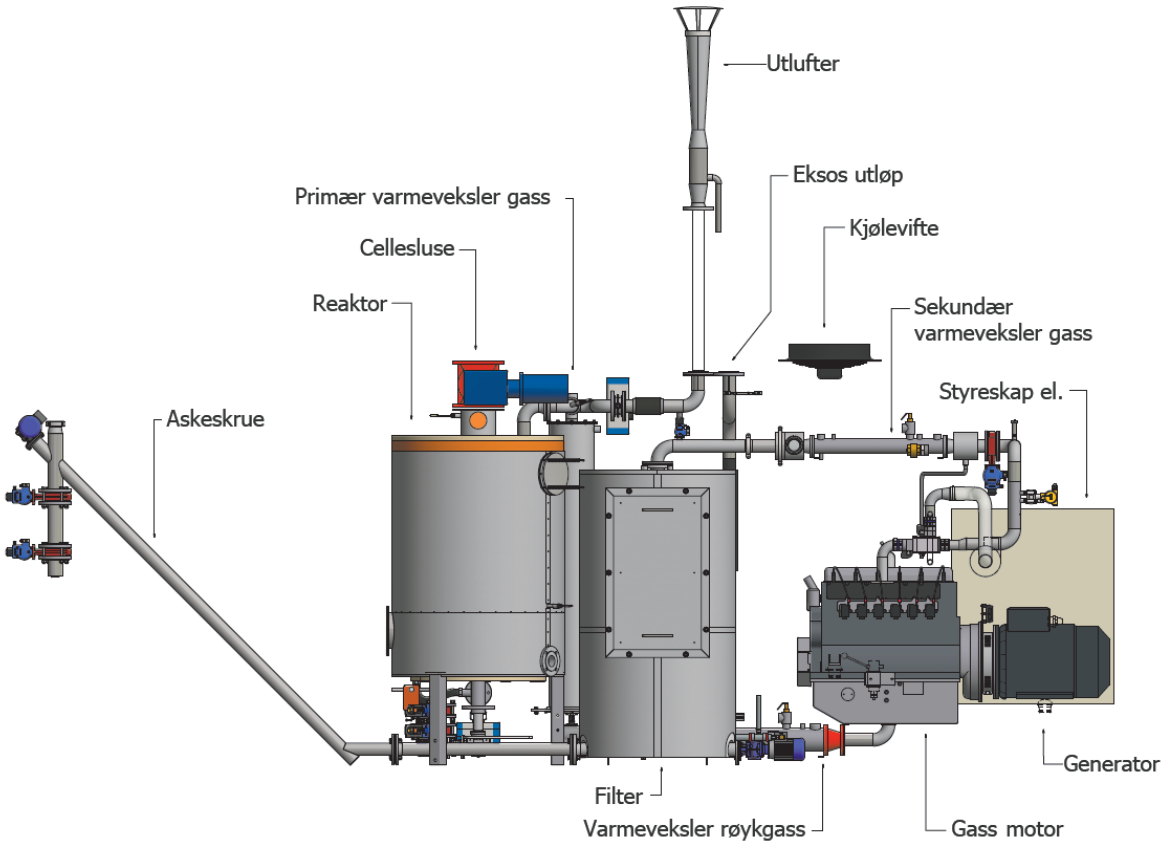
Strøm og varme fra biomasse

Combined Heat and Power

CHP

CHP anlegget på Evenstad

- Volter 40
- Effekt:
  - 40 kW strøm
    (45 kW generator)
  - 100 kW varme
- Energi-anslag:
  - 133 000 kWh strøm
  - 325 500 kWh varme
- Virkningsgrader
  - Strøm: ca. 20 %
  - Varme: ca. 50 %
  - Totalt: ca. 70 %



Figur: ETA Norge

CHP-anlegget på Evenstad

Foto: ETA Norge

Flis til CHP-anlegget

- Lokal leverandør av flis: Rena Forst Bioenergi AS
- Behov treflis: 800 - 1000 m^3 pr. år

Sammensetning og opprinnelse

Biomasse av treverk fra skog eller plantasje

I henhold til standard ISO 17225.

Dimensjoner

Størrelse hovedfraksjoner: 8 mm ≤ P ≤ 50 mm

Innhold av finstoff (mindre enn 3,15 mm): < 1%

Maksimal størrelse fraksjoner: < 63 mm

I henhold til standard ISO 17827-1

Fuktinnhold

Maksimalt fuktinnhold: M15 (≤ 15 %)

I henhold til standarder ISO 18134-1 og ISO 18134-2

Foto: Statsbygg

Foto: ETA Norge

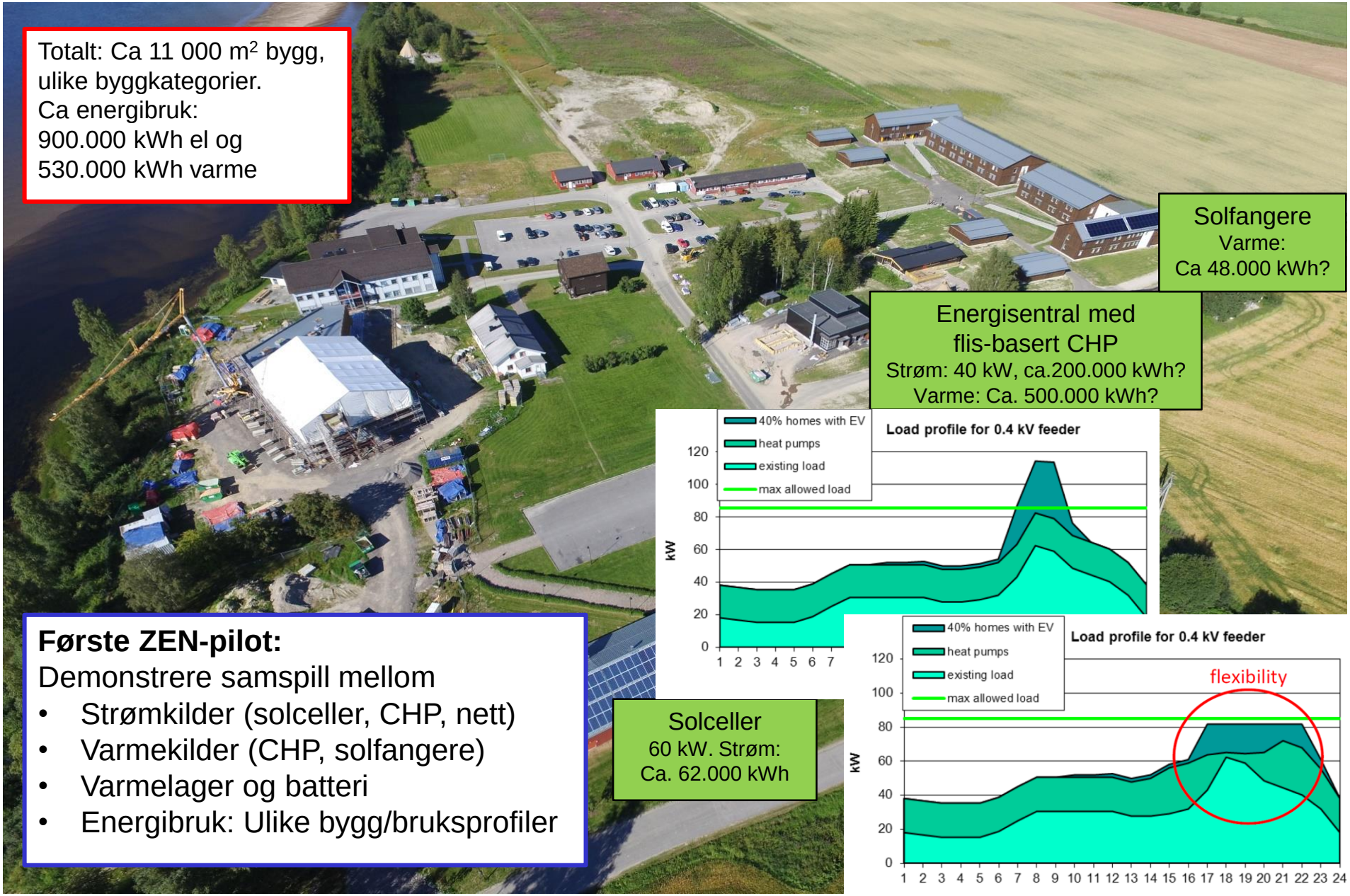
Energiforsyning på Campus Evenstad

- Energiforsyning
  - Strøm og varme fra CHP-anlegg basert på gassifisering av lokal flis
- Andre energikilder på Campus
  - Solfangere produserer varme
  - Solceller produserer strøm

Foto: ETA Norge

Campus Evenstad er det første ZEN-pilotområdet

De andre: Oslo/Furuset, Zero Village Bergen, Elverum/Ydalir, Trondheim, Bodø/flyplassområde, Steinkjer



Første ZEN-pilot:

Demonstrere samspill mellom

- Strømkilder (solceller, CHP, nett)
- Varmekilder (CHP, solfangere)
- Varmelager og batteri
- Energibruk: Ulike bygg/bruksprofiler

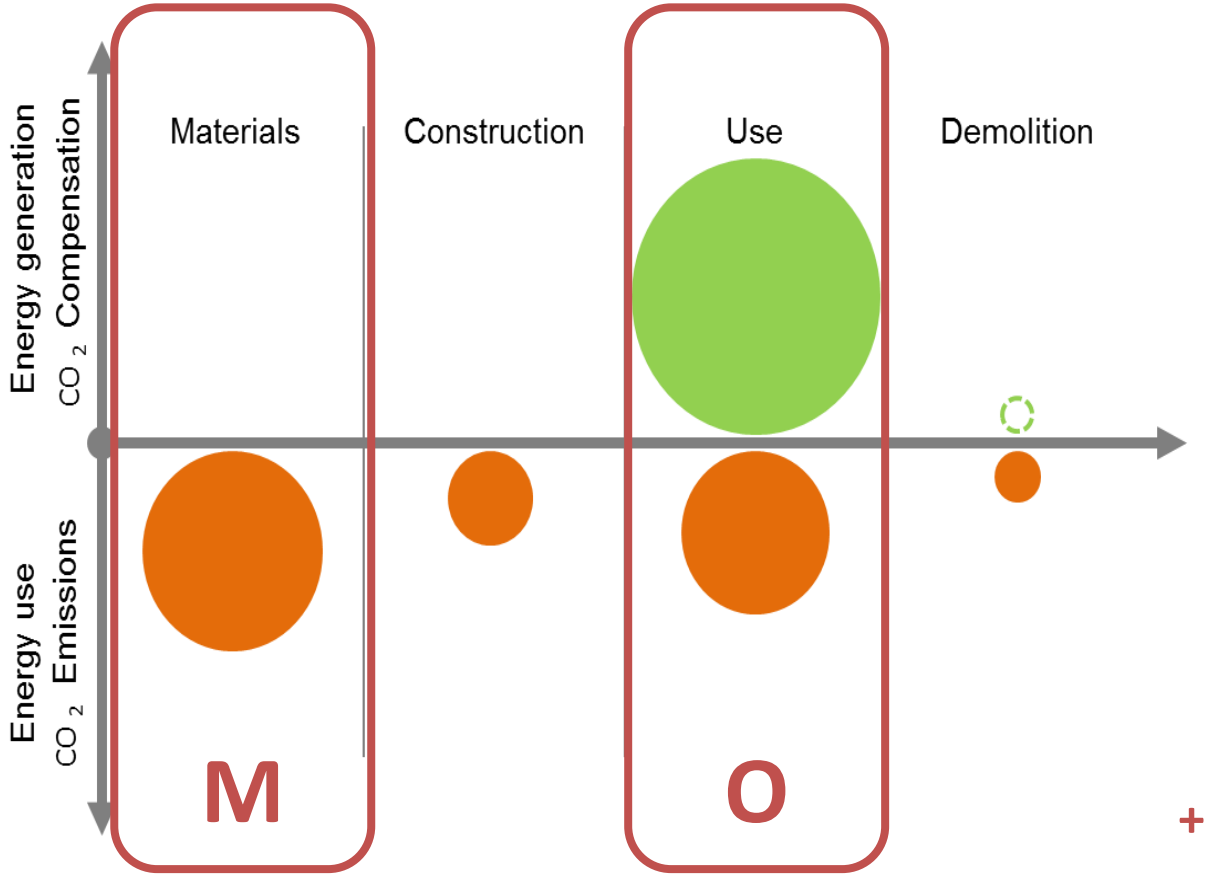
Eksempel til slutt: Bolig i Larvik

The ZEB pilot house Larvik ("Multikomfort-house")

- Two-storey single-family residential building
- Demonstration and exhibition house
- Heated floor area: 201.5 m^2
- Opening Autumn 2014

photo: Brødrene Dahl/Paal-André Schwital

Design criteria: ZEB-OM + transport



+ Electrical car

Source: A Norwegian ZEB Definition Guideline

The building envelope

Reduce the need for heating

- Well insulated
- Airtight

Avoid the need for cooling

- Solar protection (bedroom windows)
- Windows placed shaded from the sun

Overview of the energy system

- Electricity: Solar cells
  Battery bank

- Heat: Geothermal heat pump
  Solar thermal panels

  Ventilation system: High efficiency heat recovery
  Grey water heat recovery systems

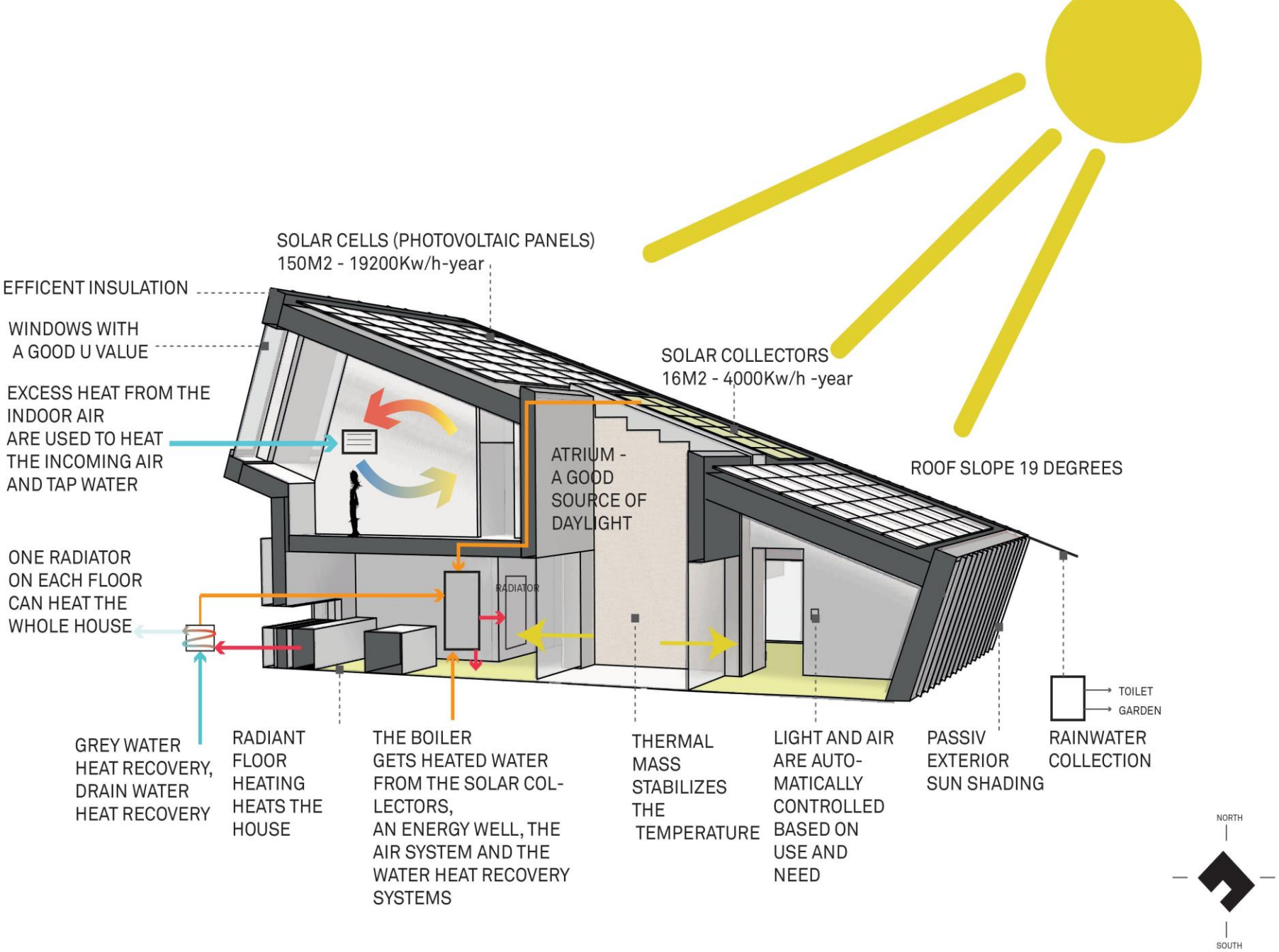


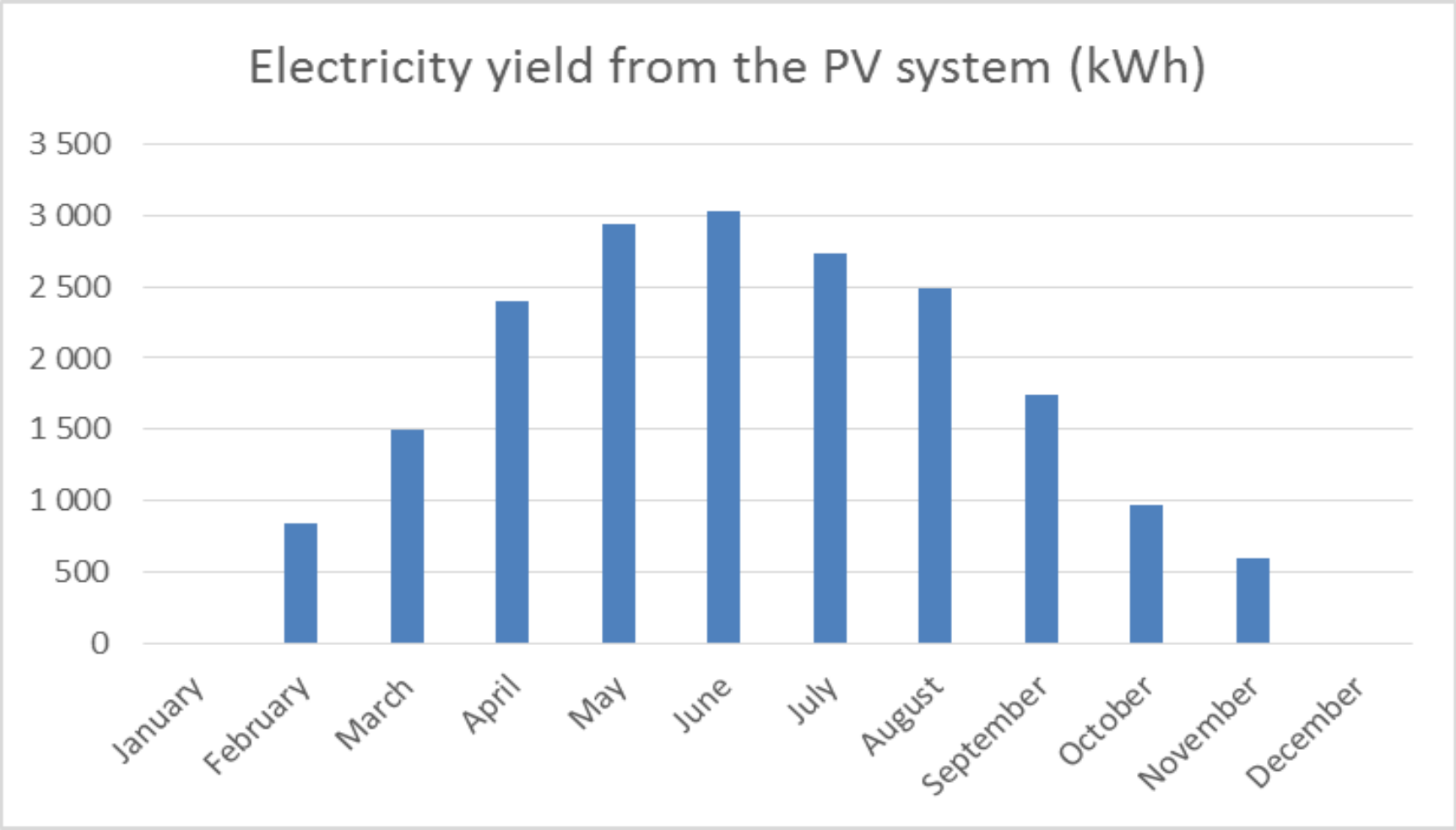
Illustration: Snøhetta

Solar cells and battery bank

- 22.75 kW_p PV system, 150 m^2, 91 modules (Innotech Solar)
- Each module: 15.5% efficiency, peak power 250 W_p
- Calculated: 19,200 kWh per year
- Connected to the utility grid
- Battery bank with 24 batteries: 48V at 600Ah in total


Tak & Beslag
Alt i tak/blikkenslagerarbeide

Calculated electricity production



Geothermal heat pump and Solar thermal panels

- Ground-source-to-water heat pump, 3 kW
  - Cover 80% of the heating load
- Solar thermal collector system, 16.8 m²
  - Cover 20% of the heating load
- Hot water is collected in a 400 liter tank
- Low temperature distribution system

Radiators

Grey water heat recovery systems

Spørsmål?

Takk for meg!

Åse Lekang Sørensen
Ase.Sorensen@sintef.no