



Norwegian University of
Science and Technology

Kostnadseffektive teknologiløsninger for ZEB-bygg i Norge

→ Virkninger for effektprofilen for fremtidens bygg

Temadag om Plusskunder

Oslo 02. nov 2015

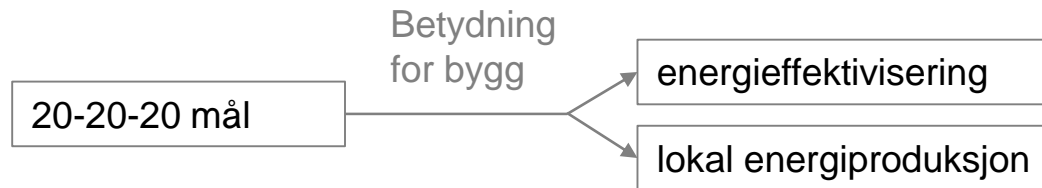
Karen Byskov Lindberg

PhD-kandidat, Institutt for Elkraftteknikk, NTNU

Overingeniør, Energiavdelingen, NVE

Bakgrunn

- Bakgrunn – trender i EU



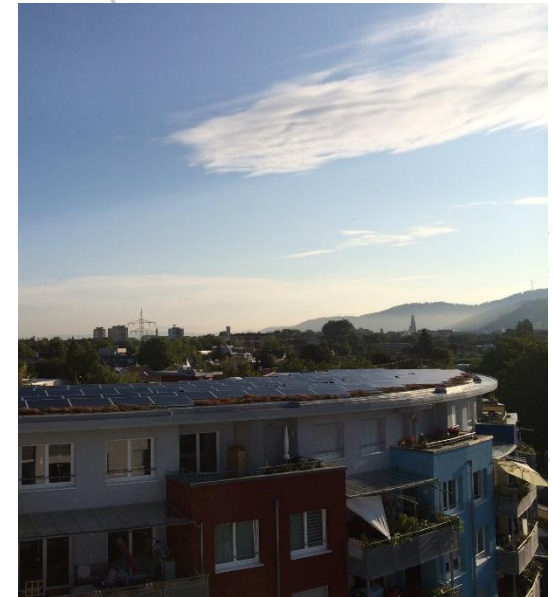
- Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) Bygningsenergidirektivet

- → nær nullenergibygg 2018/2020

Zero Energy Buildings (ZEB)

Zero Emission Buildings (ZEB)

Zero Carbon Buildings (ZCB)



Problemstilling

- Doktorgradsarbeid
 - Virkning av en stor utbredelse av nullenergibygg i Norge på kraftsystemet vårt



- I dag: Resultater for enkeltbygg
 - Analyse av netto effektprofil for bygget



Norwegian University of Science and Technology

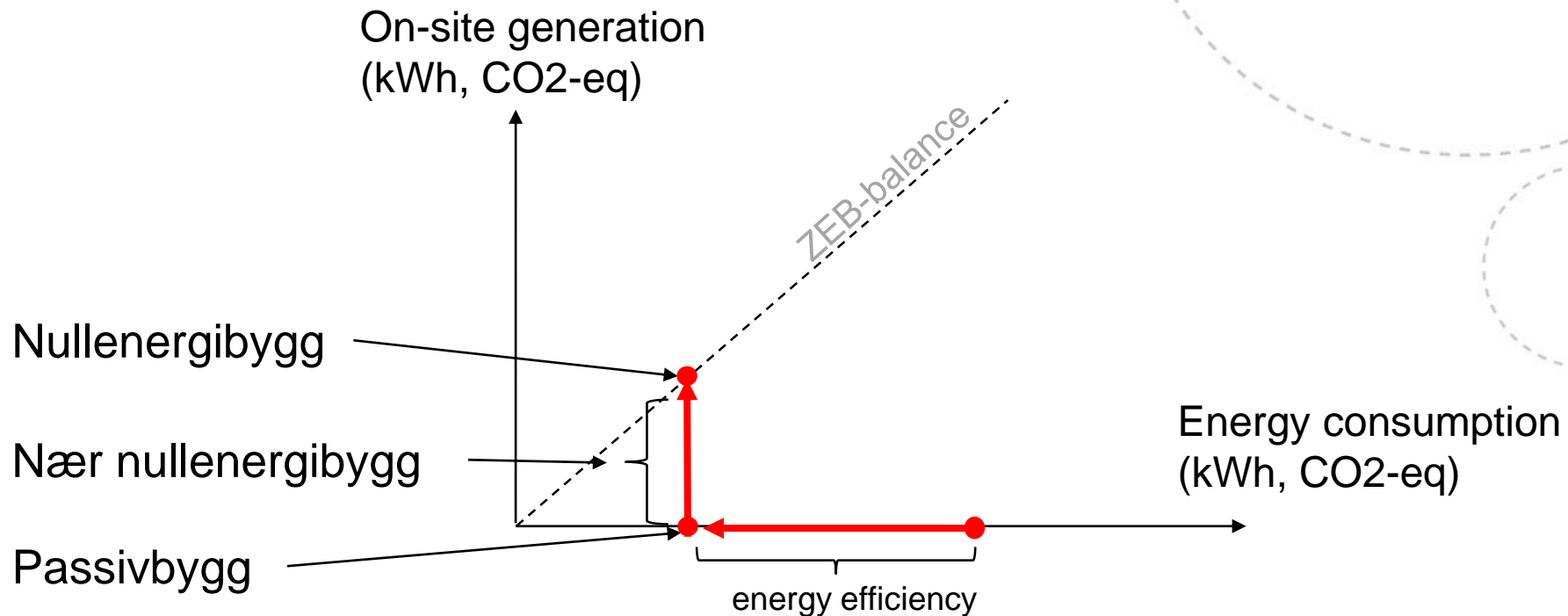
Innhold

1. Hva er et nullenergibygge (ZEB)?
2. Hvilke faktorer påvirker effektprofilen for ZEB?
 - Hvordan nullkravet stilles
 - Oppvarmingsteknologi
 - Type bygg
 - Orientering av PV-paneler
3. Konklusjon

1. Hva er et ZEB-bygg?

Balanse = import - eksport
Vektingsfaktorer

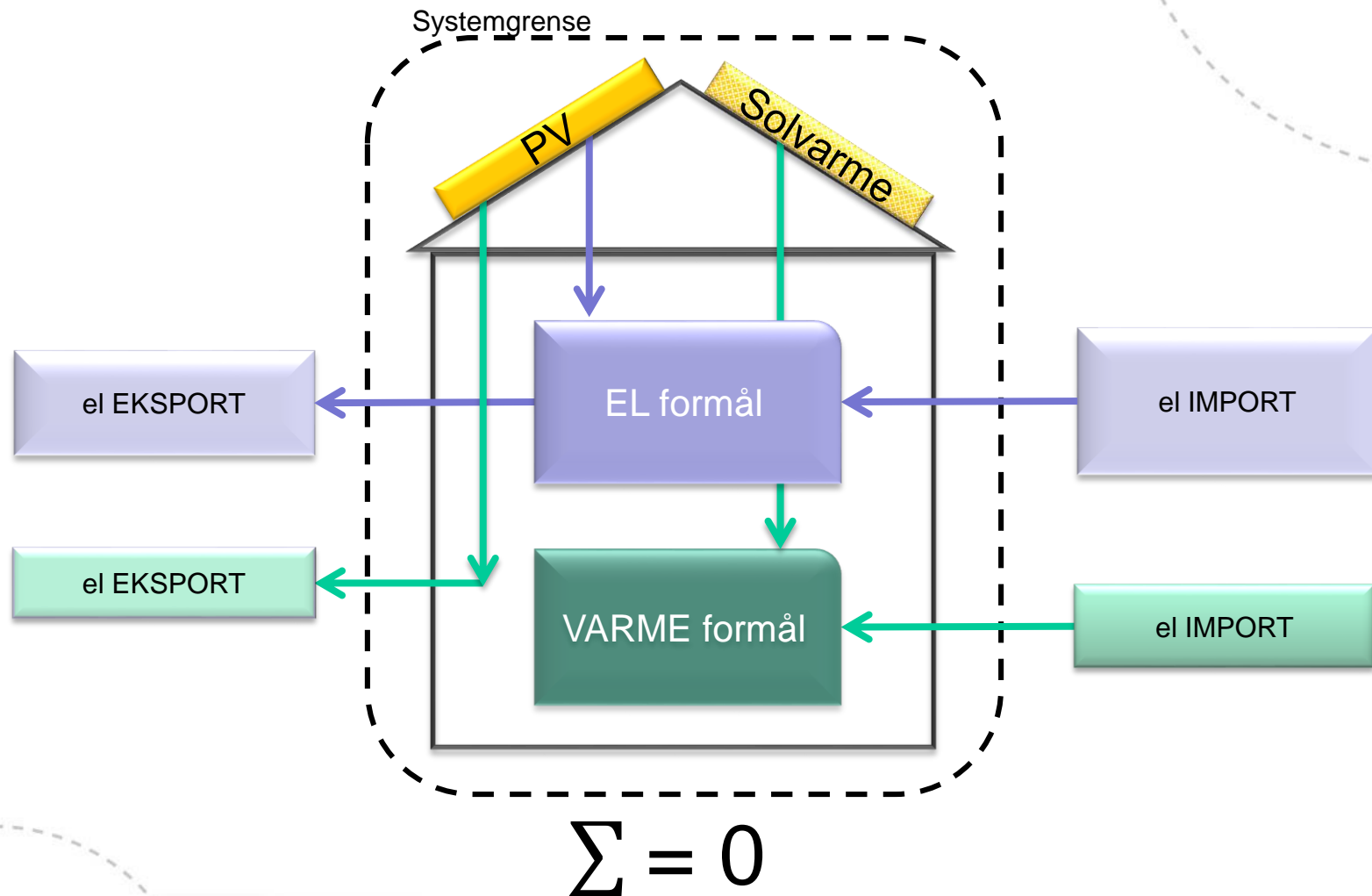
Hva er ZEB bygg?



- Svært energieffektive bygg (passivbygg)
- Lokal energiproduksjon

Kilde: I. Sartori, A. Napolitano, and K. Voss, "Net zero energy buildings: A consistent definition framework," Energy and Buildings, vol. 48, May 2012

Null-balanse = import - eksport



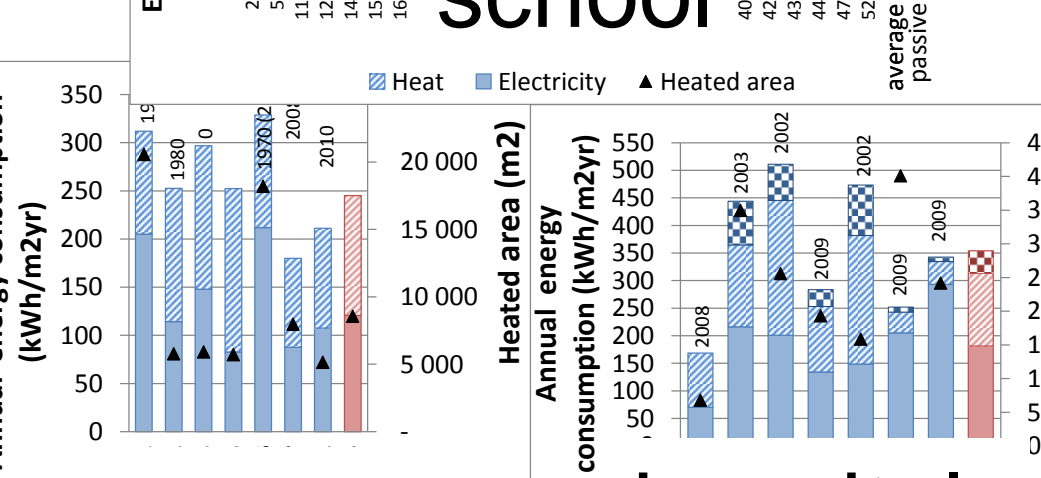
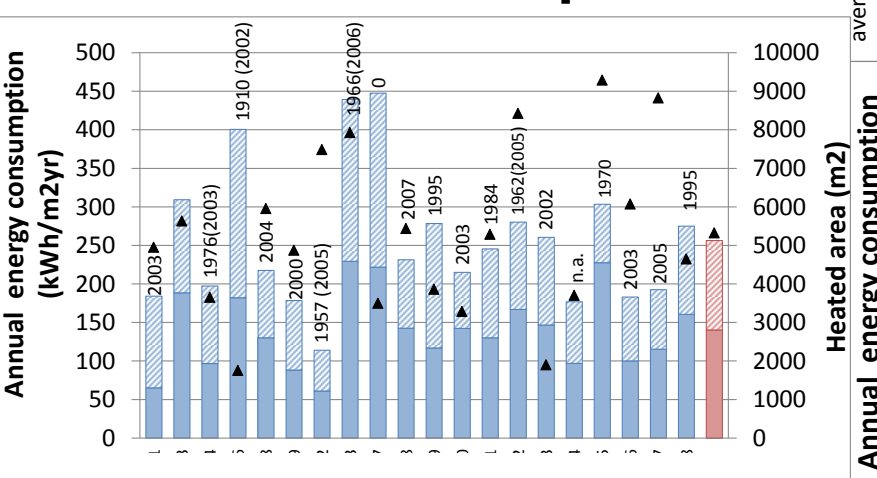
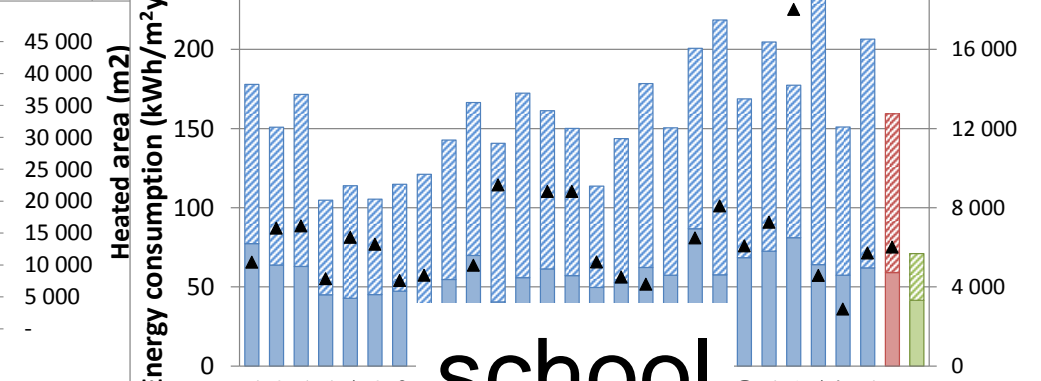
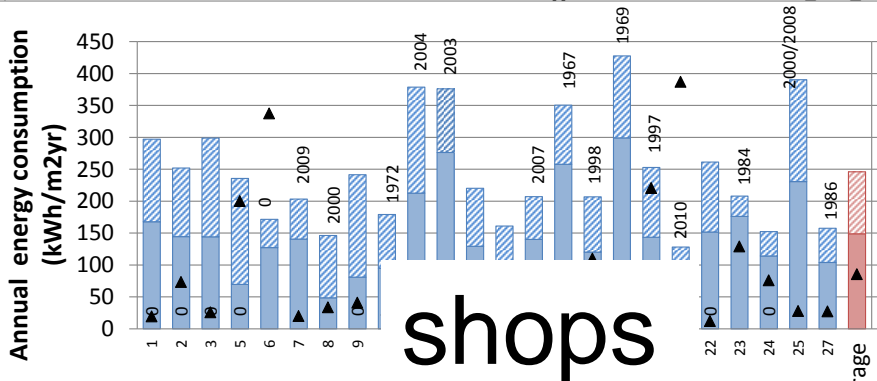
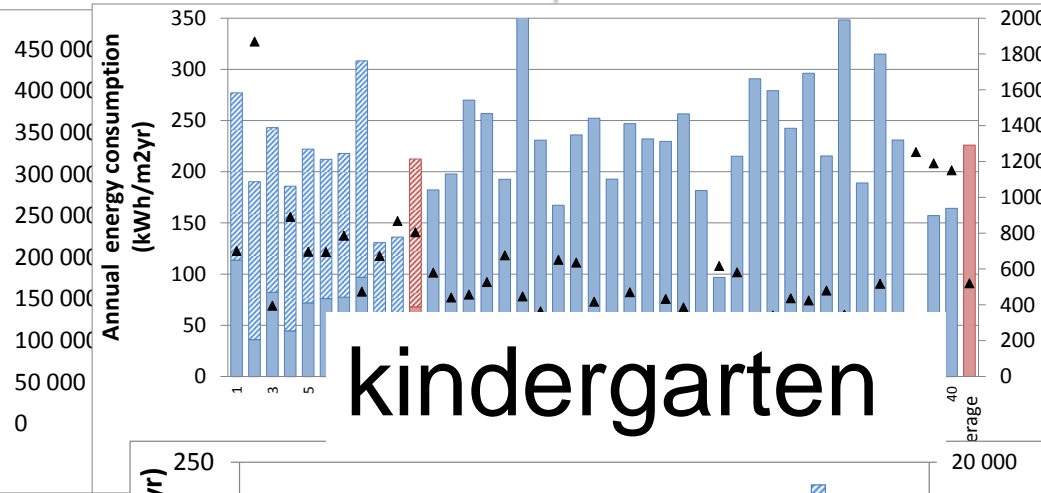
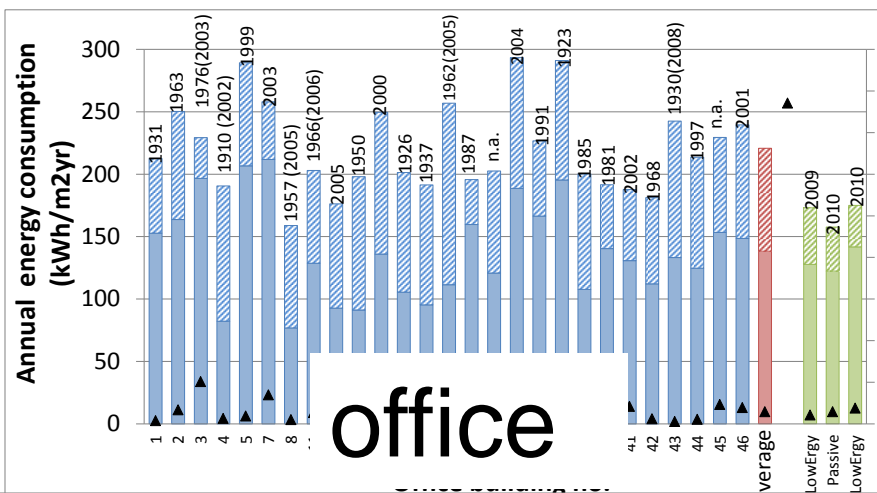
ZEB bygg er

- Svært energieffektive bygg → Passivbygg
- Energibehov
 - Skal i størst mulig grad dekket av on-site fornybar energiproduksjon

→ Viktig å analysere drift på timesnivå

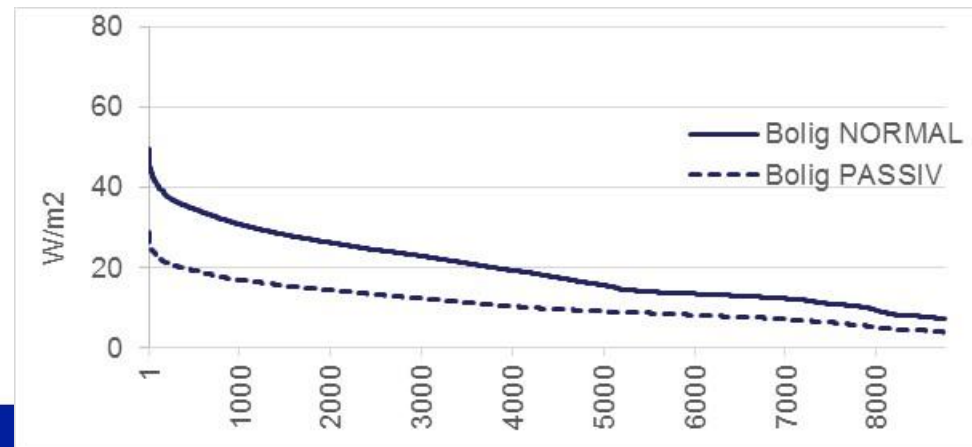
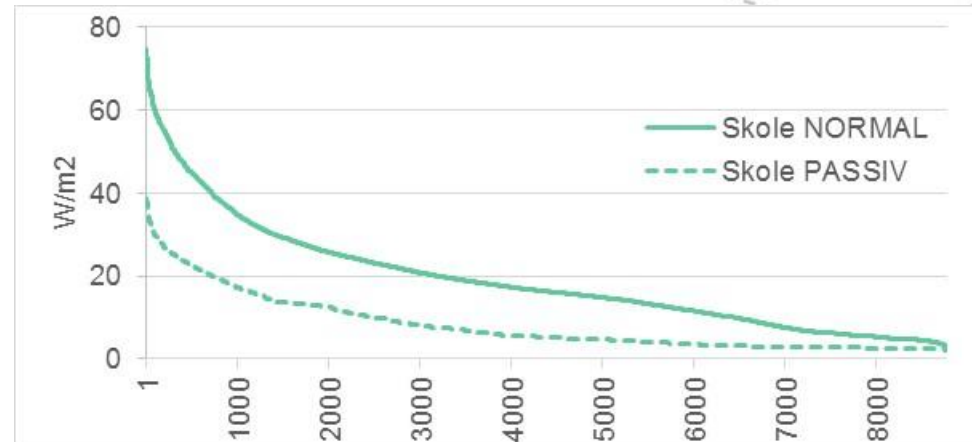
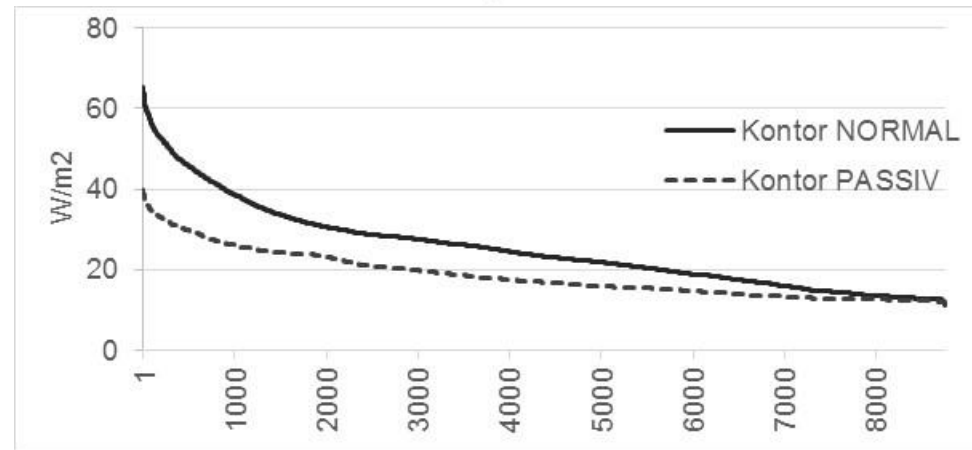
2. Effektprofiler for ZEB-bygg

- a) Type bygg
- b) Oppvarmingsteknologi
- c) Hvordan nullkravet stilles
- d) Orientering av PV-paneler



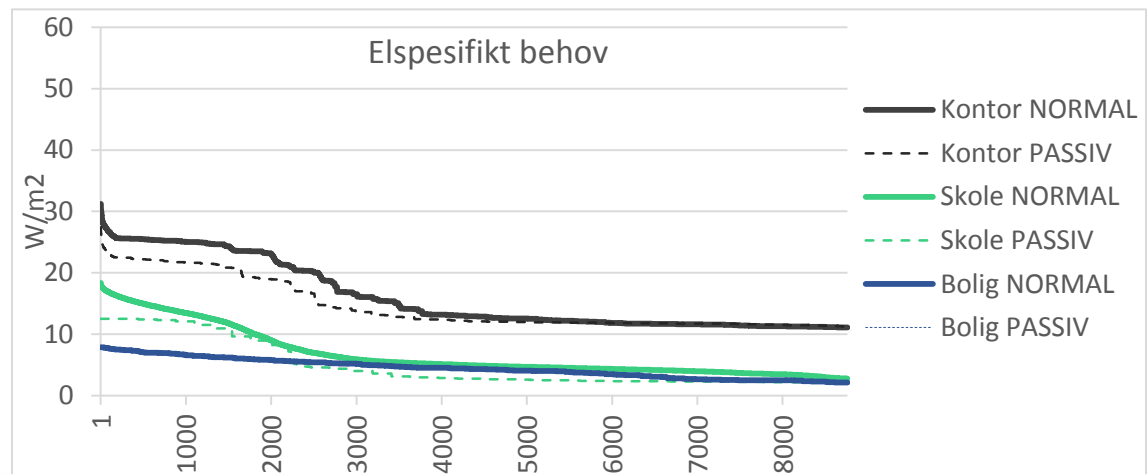
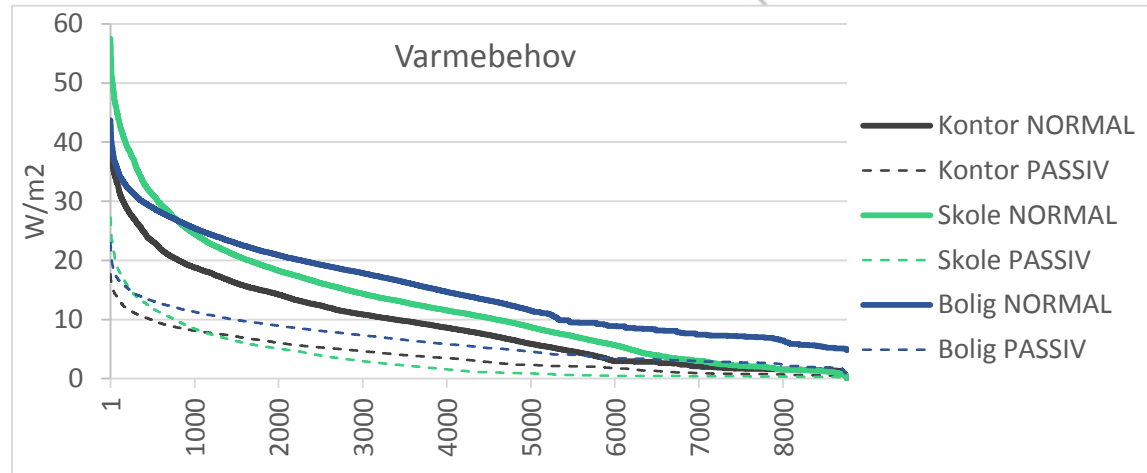
Effektprofiler Passivbygg

- Effekt ca. - 40%
 - Kontor: - 39 %
 - Skole: - 48 %
 - Bolig: - 42%
- Energi - 30 til - 60 %
 - Kontor: - 27%
 - Skole: - 57%
 - Bolig: - 44%



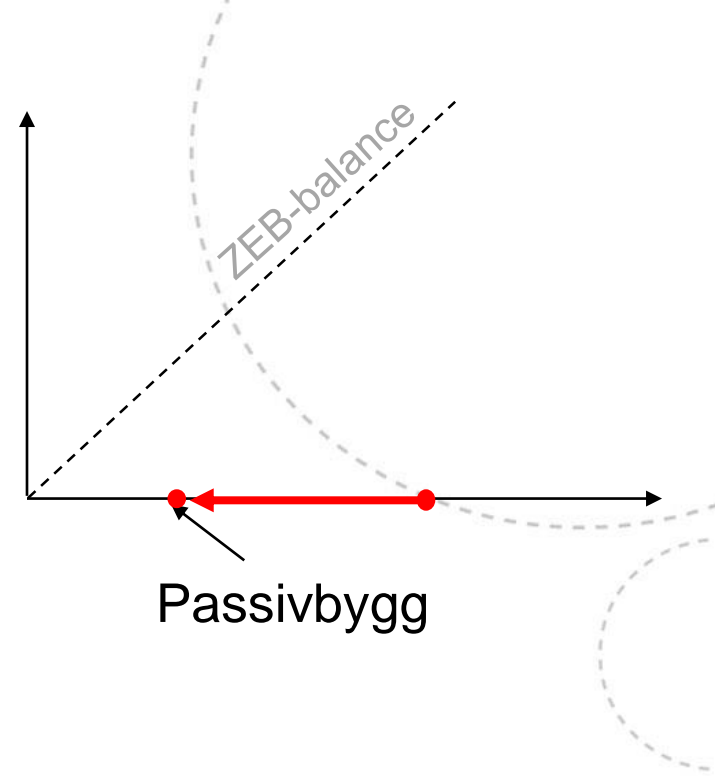
Varme- og elspesifikt behov

- Passivbygg
 - Varme
 - Reduksjon av både effekt (- 50 %) og energi (- 60 %).
 - El-spesifikt
 - Lite endring (ca. - 10% for kontor)



Passiv-bygg

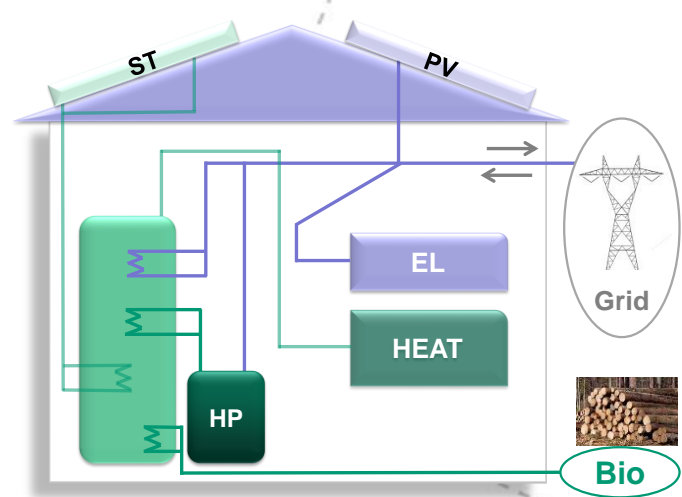
- Svært energieffektive bygg
- Effekt- og energibehov:
 - Oppvarming: ca 50-60 % lavere
 - Elektrisitetsspesifikt : noe lavere, men ikke mye
 - Totalt: ca 40 % lavere



2. Effektprofiler for ZEB-bygg

- a) Type bygg
- b) Oppvarmingsteknologi**
- c) Hvordan nullkravet stilles
- d) Orientering av PV-paneler

Optimering



- Dynamic deterministic mixed integer optimization model
- Hourly time resolution

$$\min \left\{ \text{investment costs} + \sum_{yr} \text{discounted operational costs} \right\}$$

subject to :

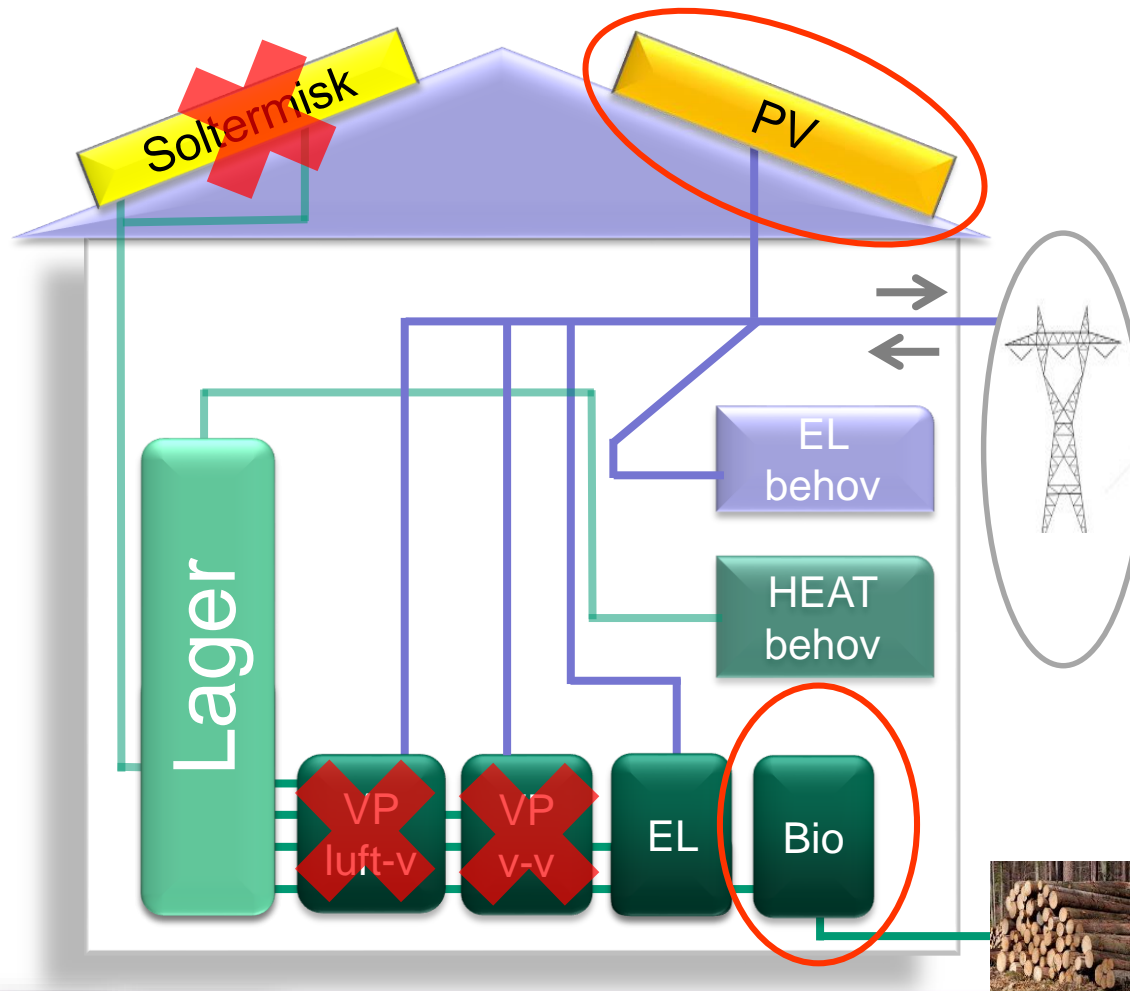
zero balance (CO₂ or primary energy)

electricity balance

heat balance

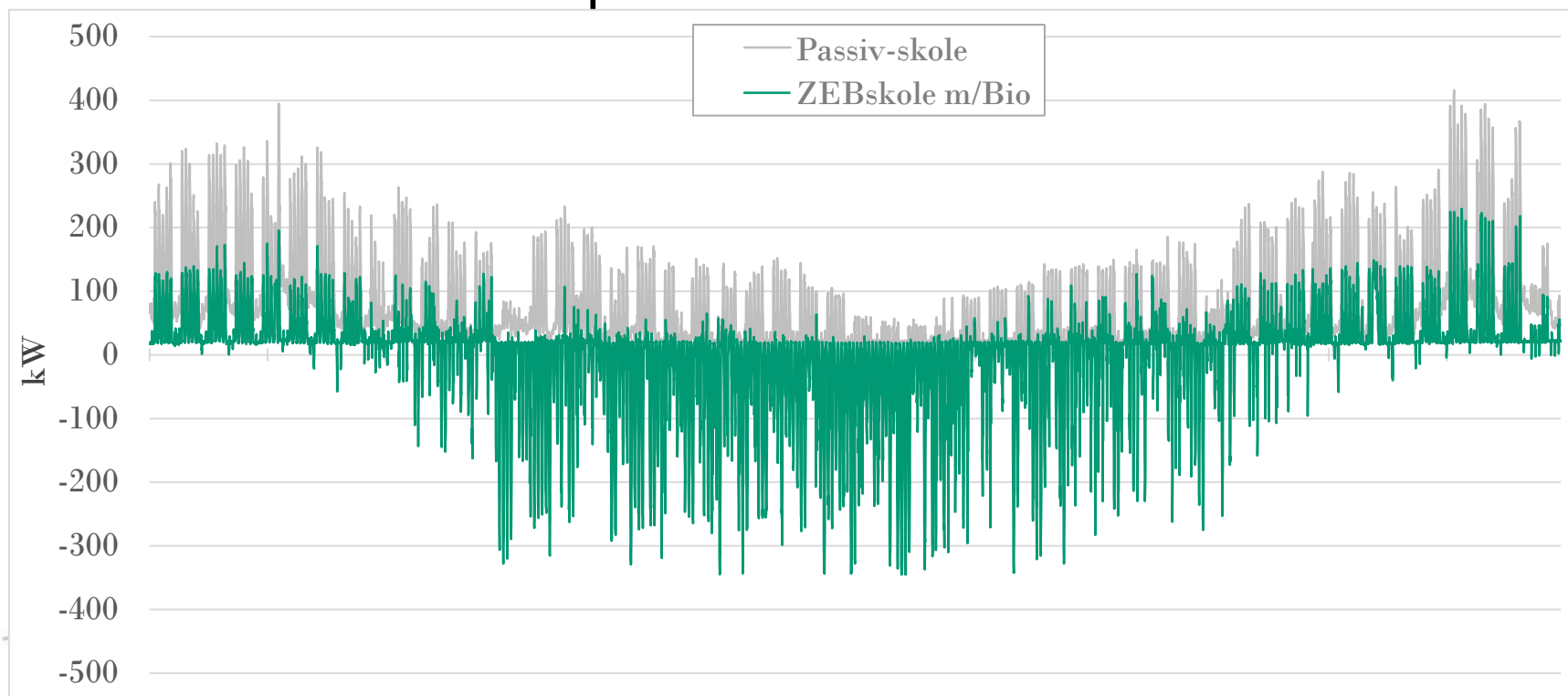
technology constraints

ZEB-skole



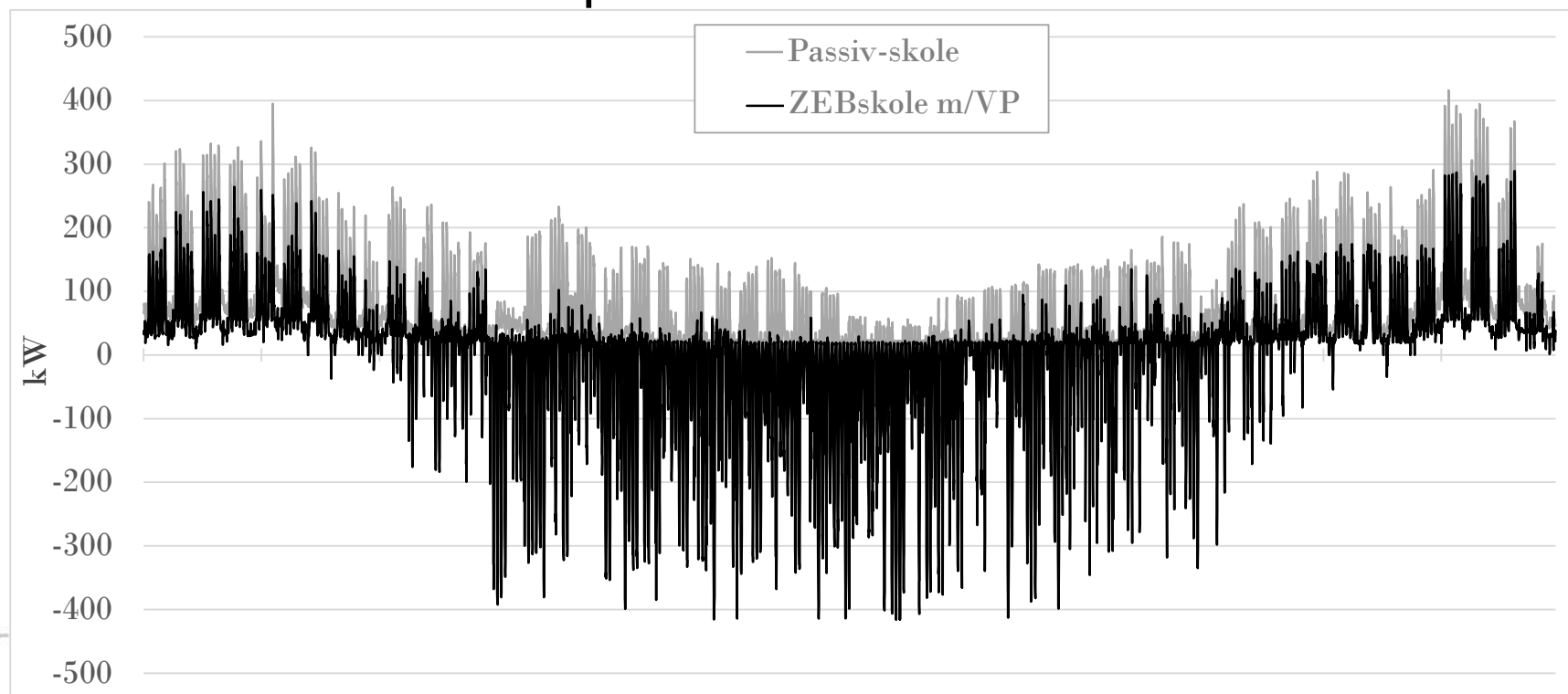
Effektprofil for ZEB m/bio

- ZEB-skole med PV og bio-pellets-kjel
- Passiv-skole med panelovner

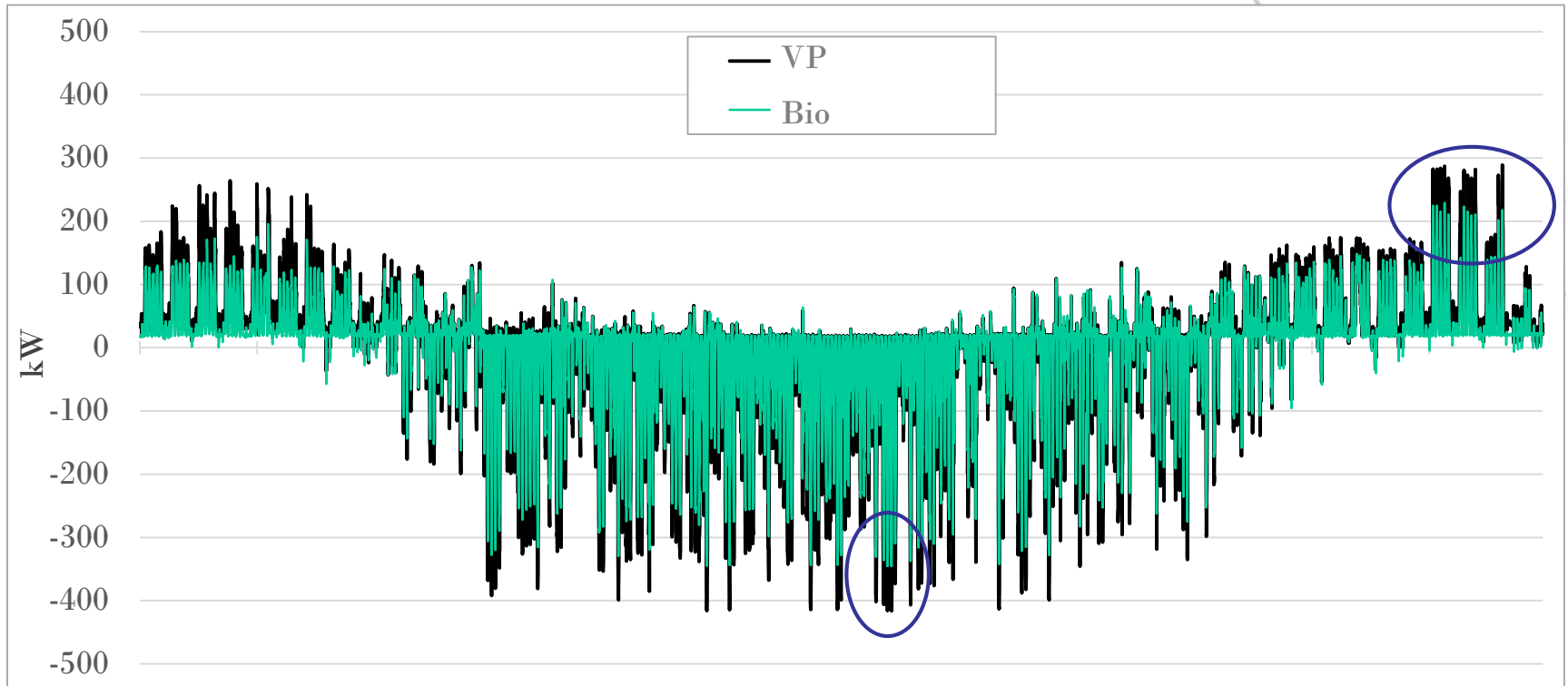


Effektprofil for ZEB m/VP

- ZEB-skole med PV og varmepumpe
- Passiv-skole med panelovner



ZEB-skole: Bio vs. VP



- PV investering: øker
- Sommer: 21 % lavere maks-eksport
- Vinter: 28 % lavere maks-last

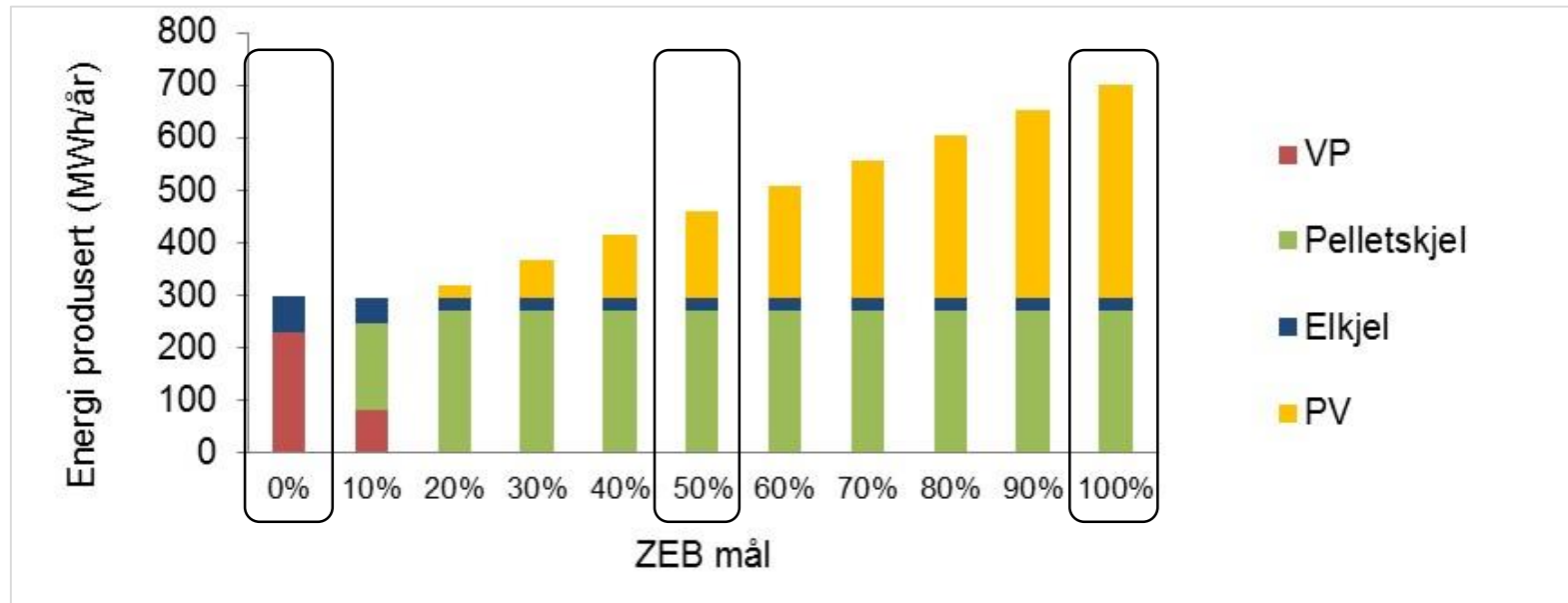
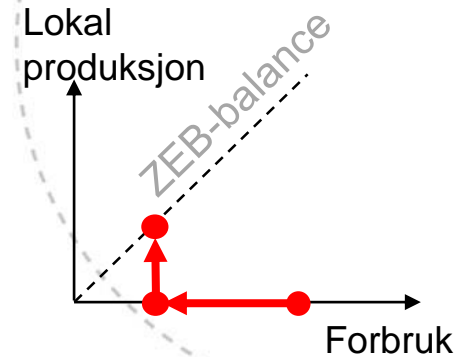
2. Effektprofiler for ZEB-bygg

- a) Type bygg
- b) Oppvarmingsteknologi
- c) Hvordan nullkravet stilles**
- d) Orientering av PV-paneler

Nær ZEB - hvor nært?

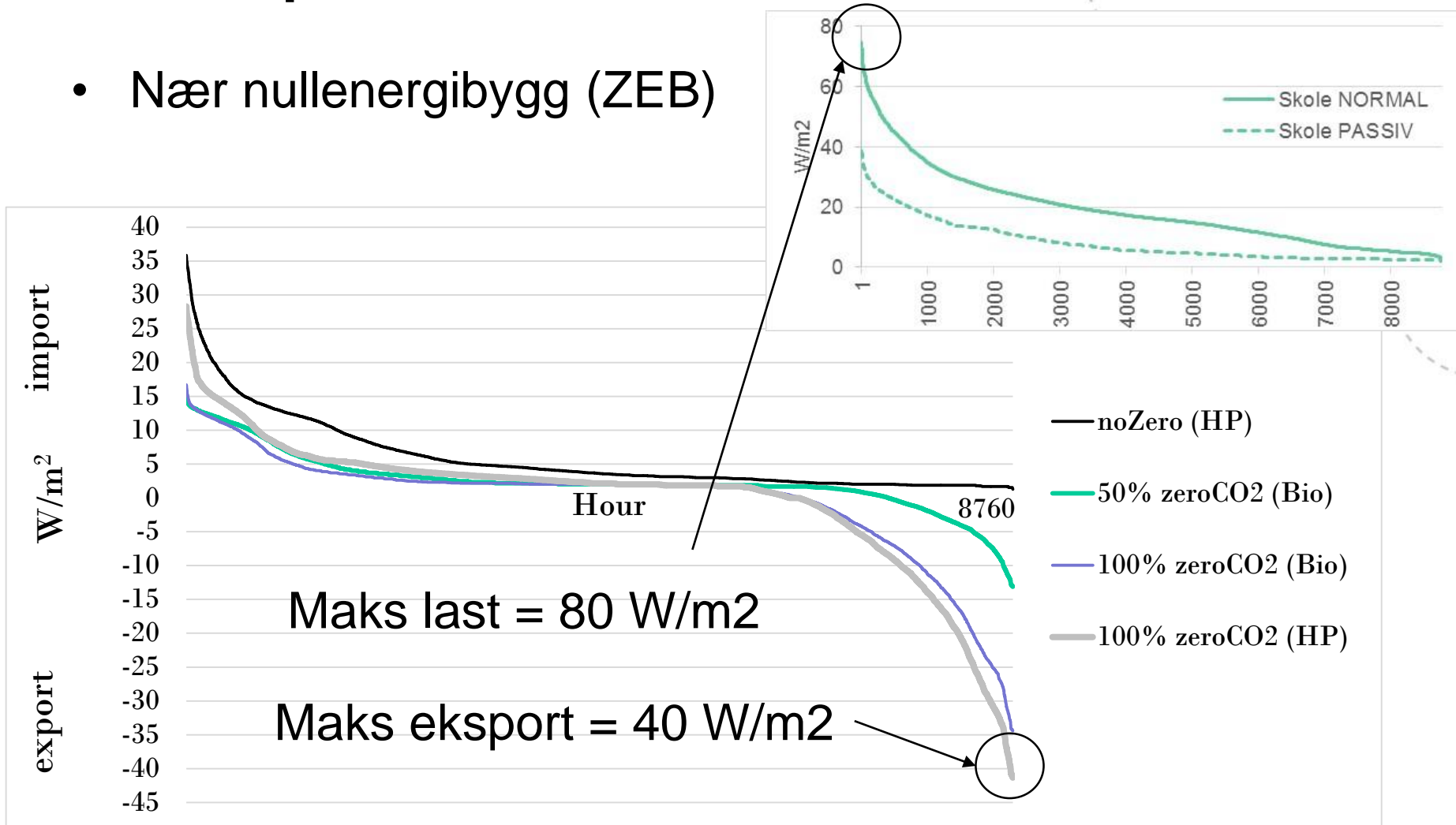
- ZEB-skole

- Fra: passiv-bygg → ingen nullkrav
- Til: 100% ZEB → balansen må være strengt = 0 (dvs. import = eksport)



Effektprofil for el-forbruk

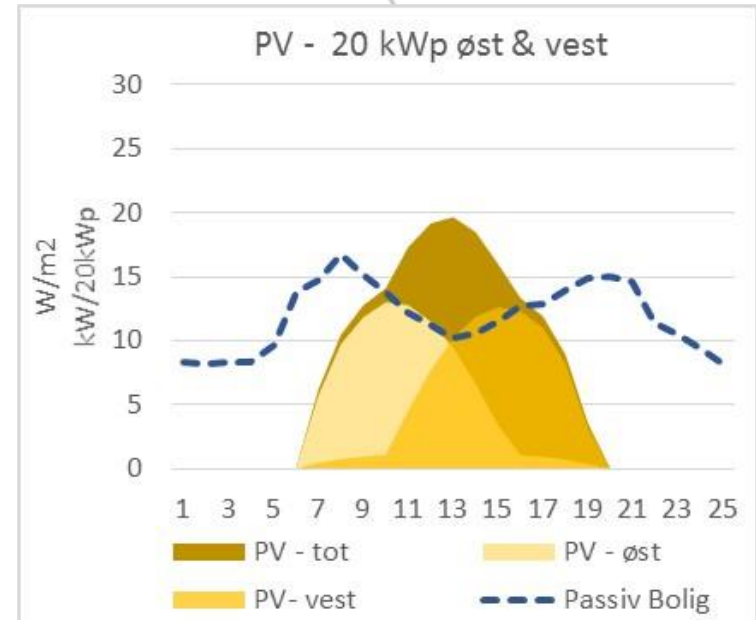
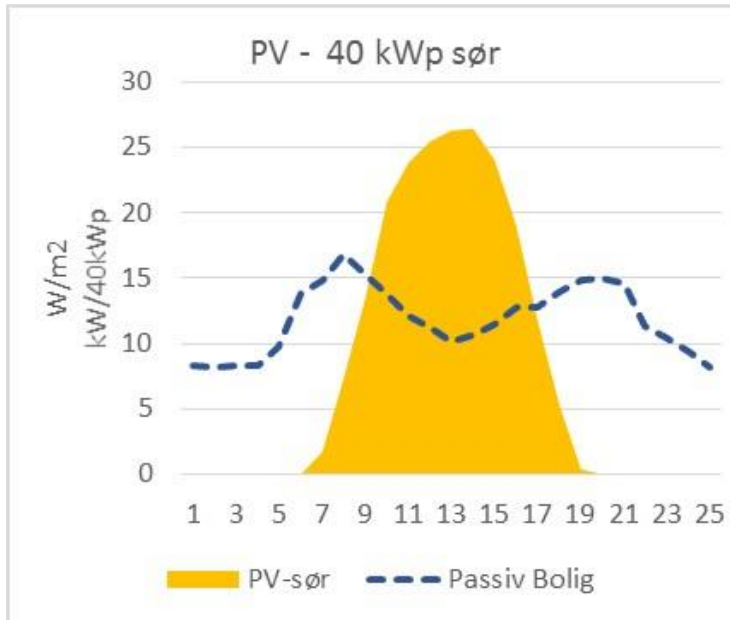
- Nær nullenergibygg (ZEB)



2. Effektprofiler for ZEB-bygg

- a) Type bygg
- b) Oppvarmingsteknologi
- c) Hvordan nullkravet stilles
- d) **Orientering av PV-paneler**

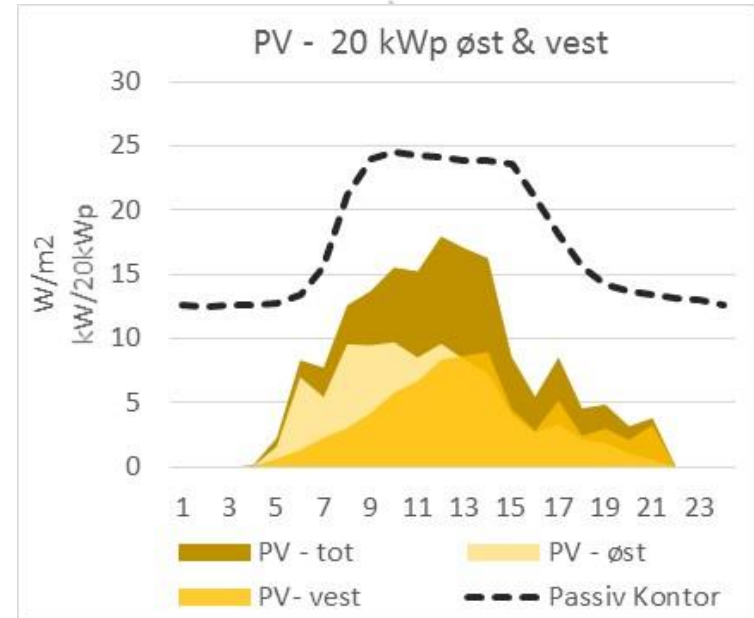
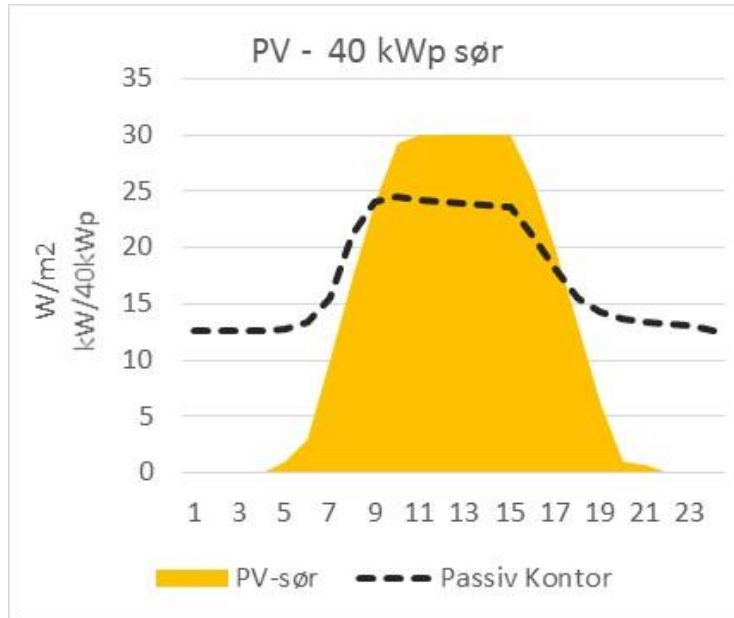
BOLIG



- ØST-VEST vendt

- Årlig energiproduksjon: 10 % lavere enn sørvendt
- Self-consumption: øker ca 10 prosentpoeng
 - (Avhengig av størrelse på bygget og på PV-anlegget)

KONTOR



- SØR-vendt

- Årlig energiproduksjon: 10 % høyere enn øst/vest-vendt
- Self-consumption: nesten uendret
 - (Avhengig av størrelse på bygget og på PV-anlegget)

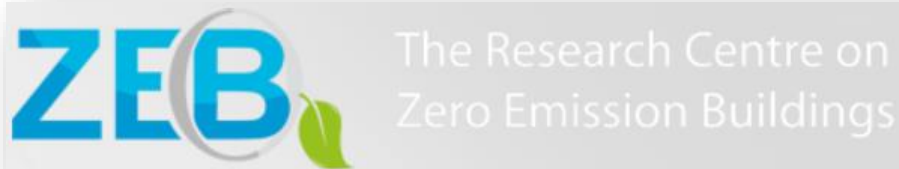
3. Konklusjon

Konklusjon



- ZEB-bygg
 - Beregnes som en netto-null-balanse over året
 - Svært energieffektivt bygg = passivbygg → Effektbehov: -40 %
 - Lokal energiproduksjon: PV er mest kostnadseffektivt
- Effektprofil avhengig av
 - Type bygg → næringsbygg (midt på dag), bolig (morgen/kveld)
 - Oppvarmingsteknologi → bioenergi gir lavest effektbehov for el
 - Orientering av PV-paneler → øst/vest for boliger, sør for næringsbygg
 - Hvordan nullkravet stilles → hvor nært null?
- Nettforsterkninger? → ikke nødvendigvis
- Nær ZEB – en mulig løsning? → Hvor nært må diskuteres nærmere

Takk til



Takk for oppmerksomheten

karen.lindberg@ntnu.no

kli@nve.no

