

# TEKNISK-ØKONOMISKE MODELLER I SMARTGRIDS

-

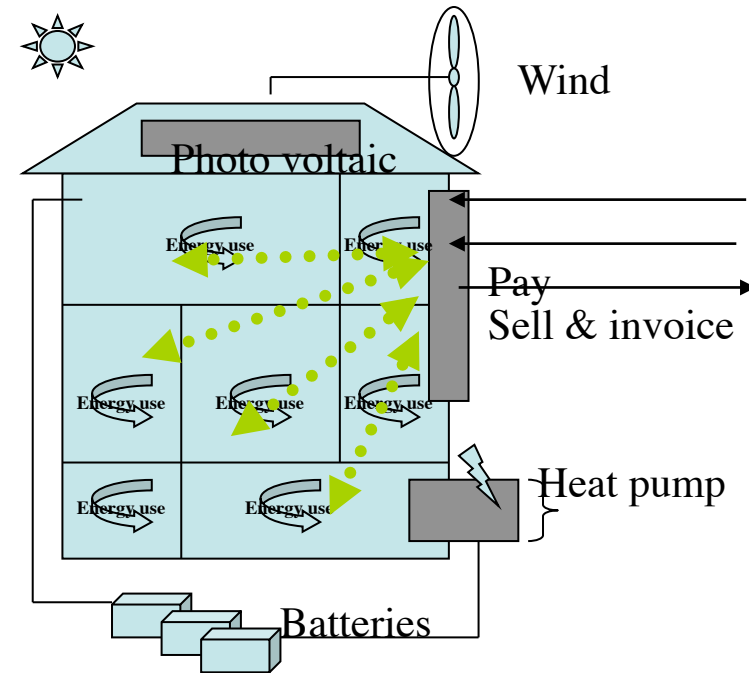
Hvordan “produksjonsplanlegge”  
sluttbrukerfleksibiliteten for å skape  
gevinster?

Smartgridkonferansen 2013 - Trondheim

Stig Ødegaard Ottesen

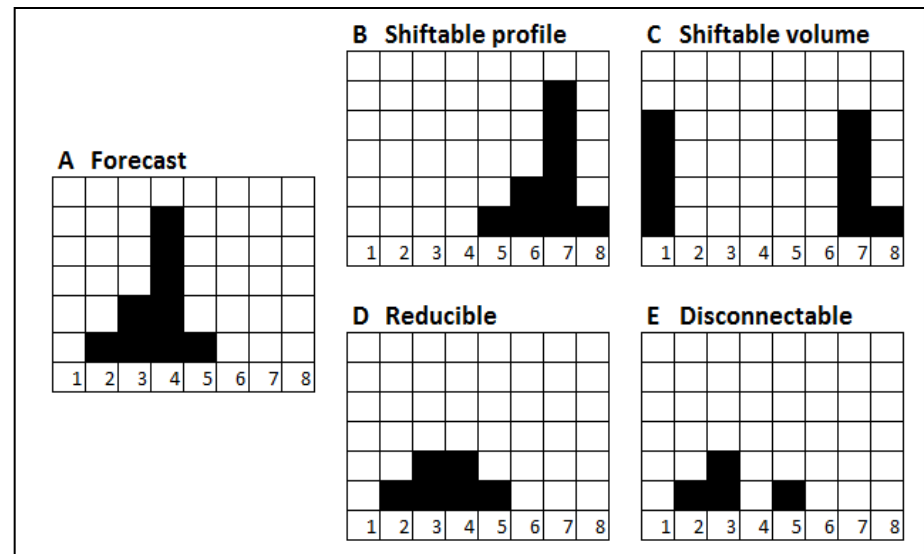
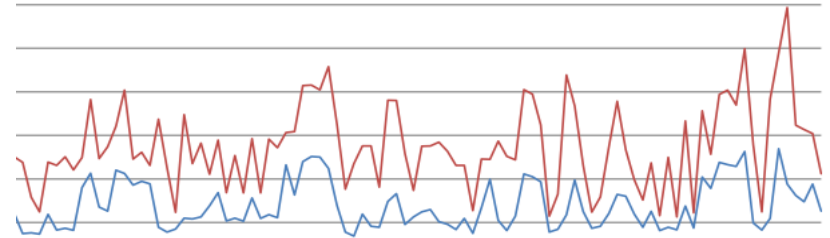
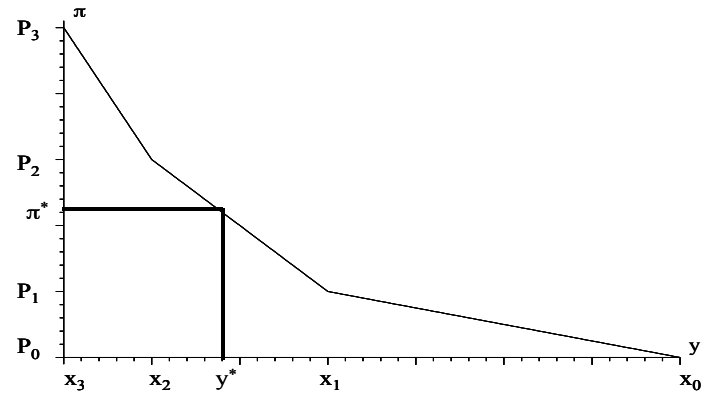
# Problemstilling

- Sluttbruker med fleksible energiresurser (last, produksjon/konvertering, lager)
- Elpriser som varierer
- Automatisk styring og kontroll
- Deltakelse i sluttbrukermarkedet
- **Hvordan finne en optimal plan for utnyttelse av ressursene for neste dag?**
- Trenger en modell som minimerer kostnadene og tar hensyn til
  - Tekniske, komfortmessige og økonomiske restriksjoner
  - At all informasjon ikke er kjent på beslutningstidspunktet



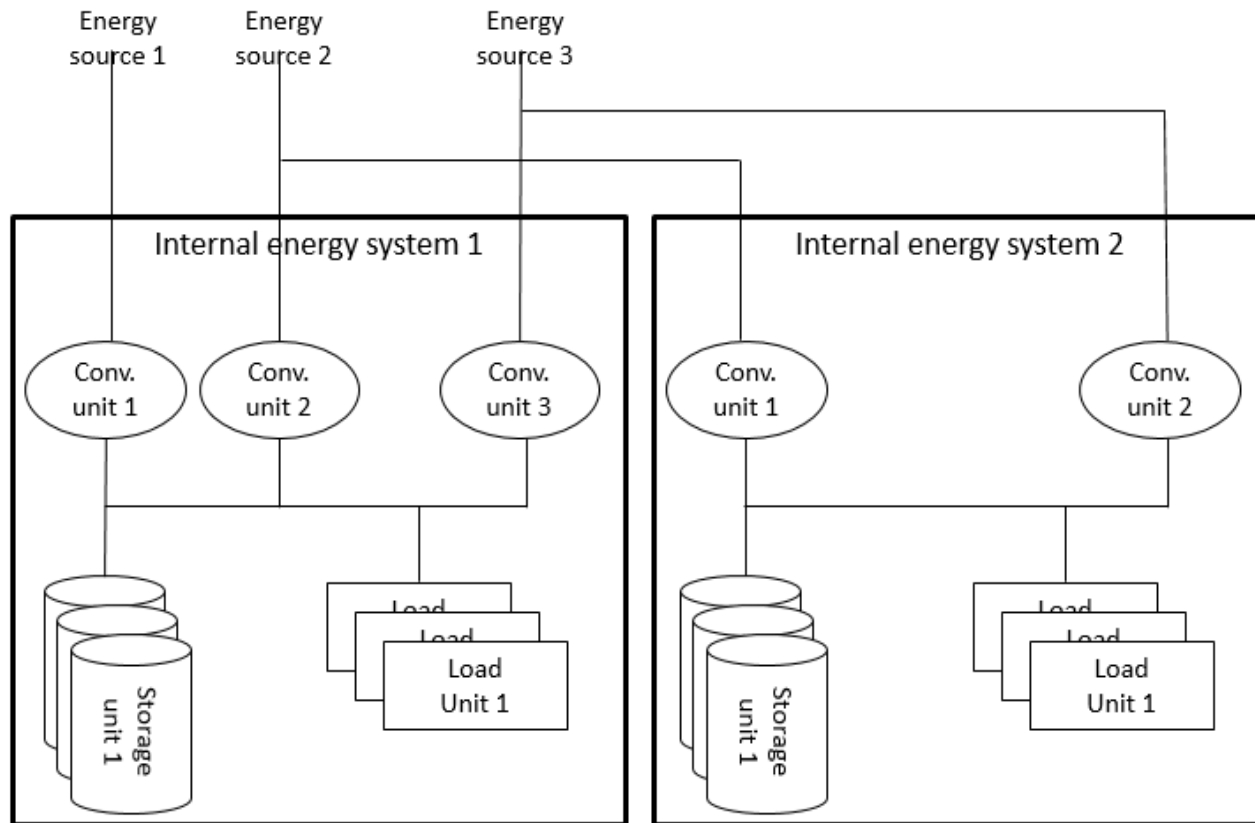
# Hvordan modellere last?

- Økonomenes angrepsvinkel
- Ingeniørenes angrepsvinkel
- Må finne et hensiktsmessig nivå som gjenspeiler fysisk underliggende energisystem



# Hvordan modellere internt energisystem?

- Flexibilitetspotensiale ligger også i samspill mellom elektrisk og termisk system



# Optimeringsmodell

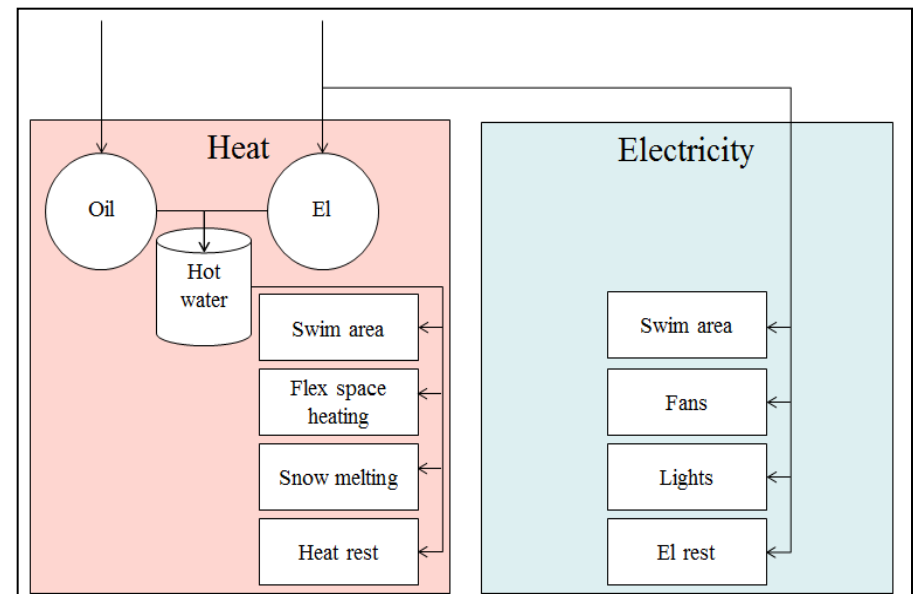
- Stokastisk blandet heltallsmodell (SMIP):
- Målfunksjon: Minimer kostnader

$$\min z = \sum_{s \in S} R_s \cdot \left[ \begin{aligned} & \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} P_{a,t,s}^{energy} \chi_{a,t,s}^{net-in} + \sum_{a \in A} P_a^{cap} \chi_{a,s}^{cap} + \sum_{y \in Y} \sum_{o \in O} \sum_{t \in T} \alpha_{o,y,t,s}^{start} G_{y,o}^{startup} + \\ & \sum_{d \in D^C} \sum_{y \in Y} \sum_{t \in T} X_{d,y} \varphi_{d,y,t,s} - \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} P_{a,t}^{sales} \chi_{a,t,s}^{net-out} \end{aligned} \right]$$

- Under forutsetning at økonomiske, komfortmessige og tekniske restriksjoner er oppfylt:
  - Energikilder
  - Lastenheter
  - Konverterere
  - Lagere
  - Energisystembalanser

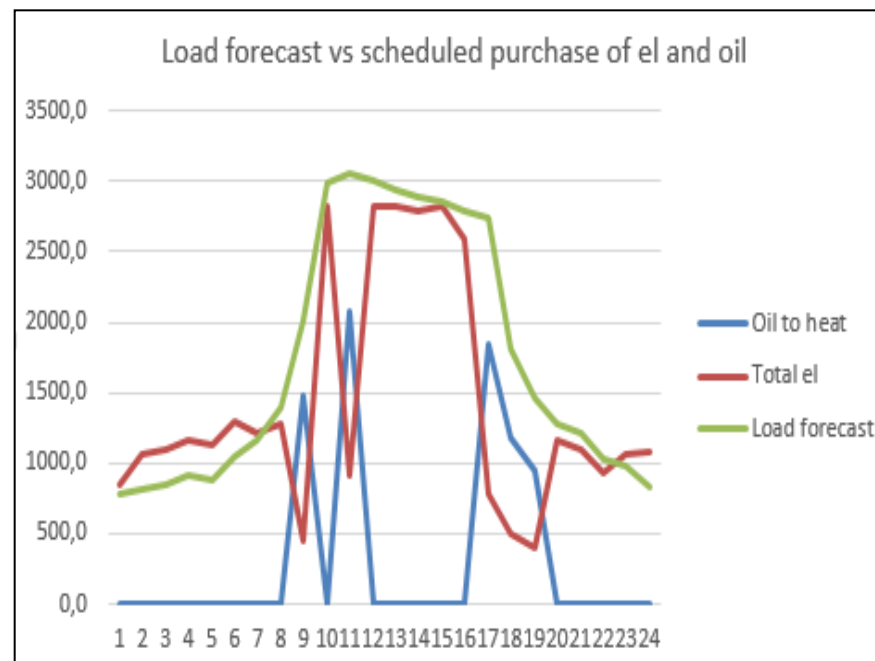
# Case-studie

- Statsbyggs bygg for Høgskolen i Østfold – Halden
- Internt energisystem deles i el og varme
- Varmtvannskonverterere basert på el eller olje
- Flyttbare laster
- Reduserbare laster
- Et lite varmelager



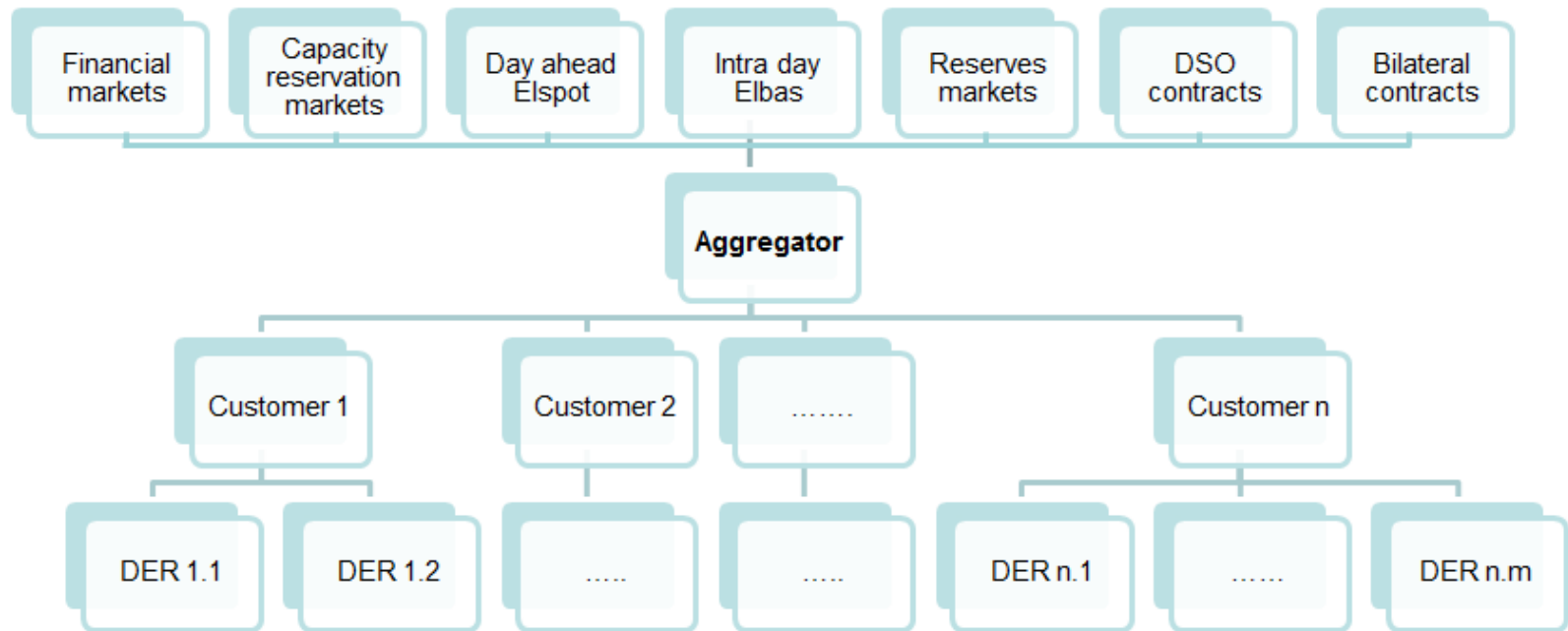
# Case-studie resultater

- **Fleksibiliteten brukes til**
  - Å utnytte elprisvariasjoner over døgnet
  - Å utnytte prisvariasjoner mellom el og olje
  - Å redusere toppeffekt
- **Netto kostnadsbesparelser**
  - 1000 NOK på energi ett døgn
  - 15.000 NOK på effektledd



# Videre arbeid

- Optimal budgivning i elspot
- Optimal portefølje håndtering i ulike markeder
- Forretningsmodeller og kontraktsdesign for å stimulere til deltakelse av sluttbrukerfleksibilitet





# Takk for oppmerksomheten

Stig Ødegaard Ottesen

Research scientist, PhD candidate,

Norwegian University of Science and Technology, Institute  
for Industrial Economics and Technology Management,

NCE Smart Energy Markets,

+47 90973124,

[stig.ottesen@ncesmart.com](mailto:stig.ottesen@ncesmart.com)

[www.ncesmart.com](http://www.ncesmart.com)