

DATA-DREVET MODELLERING AF FJERNVARMEOFORBRUG

- TIL PRÆDIKTION OG STYRING AF VARMELAST

PROJEKT: LOCAL HEATING CONCEPTS
FINANSIERET AF EUDP (PROJECT NUMBER 64017-0019)

HVORFOR DATADREVET MODELLERING?

Udfordringer ved traditionel deterministisk modellering

- Kræver svært tilgængelig information om geometri og materialer
- Ofte uoverensstemmelse mellem teori og praksis (Performance gap)



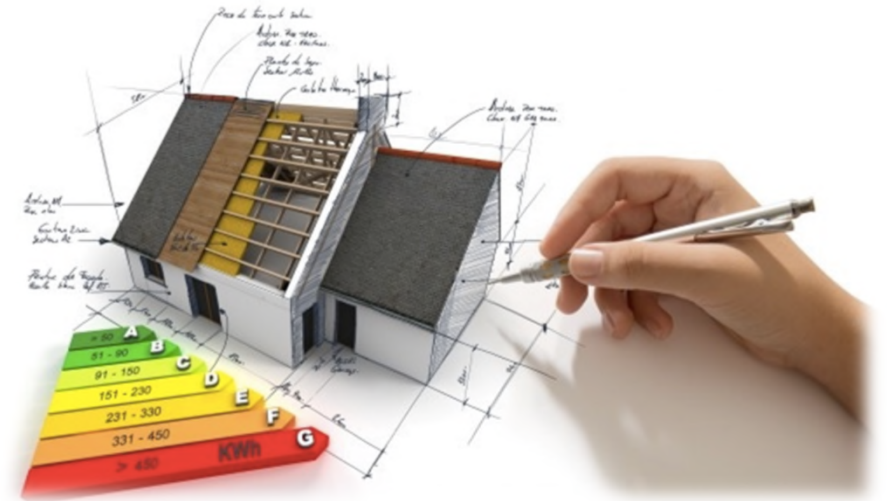
HVORFOR DATADREVET MODELLERING?

Udfordringer ved traditionel deterministisk modellering

- Kræver svært tilgængelig information om geometri og materialer
- Ofte uoverensstemmelse mellem teori og praksis (Performance gap)

Datadrevet modellering

- Let tilgængeligt data (pga. afregning)
- Kalibrering af fysisk-baserede modeller kan:
 - Sikre høj overensstemmelse mellem model output og det faktiske forbrug (forecasting)
 - Give en indikation af andelen af forbrug til hhv. varmt brugsvand* og rumopvarmning (supplement til energi-mærkning)



*I boliger uden varmtvandsbeholdere

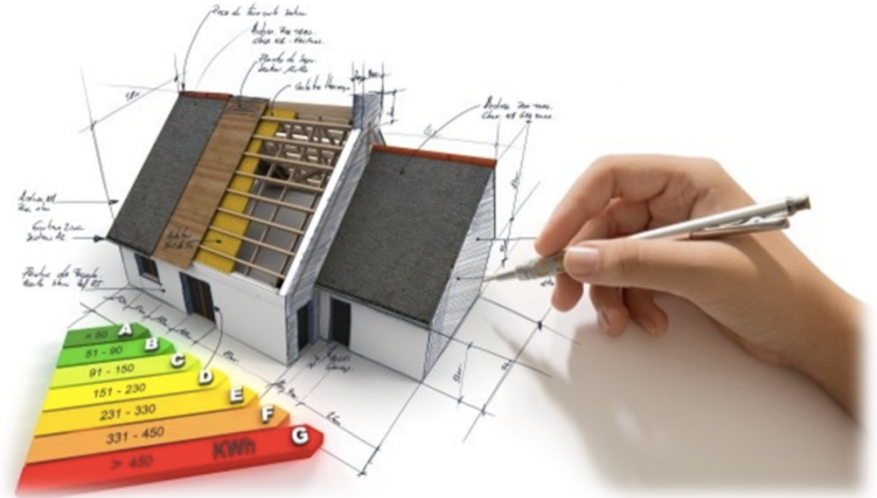
ARKETYPE VS. BOTTOM-UP

Arketype modellering anvendes:

- Ved stor skala
- Ved manglende data
 - Eksisterende byggeri uden målinger
 - Bygninger som endnu ikke er opført

Bottom-up modellering anvendes:

- Fokus på specifikke bygninger og høj nøjagtighed
- Ved mindre skala, hvor arketyper ikke er præcise
- Til evaluering/etablering af model-baserede styringsmetoder

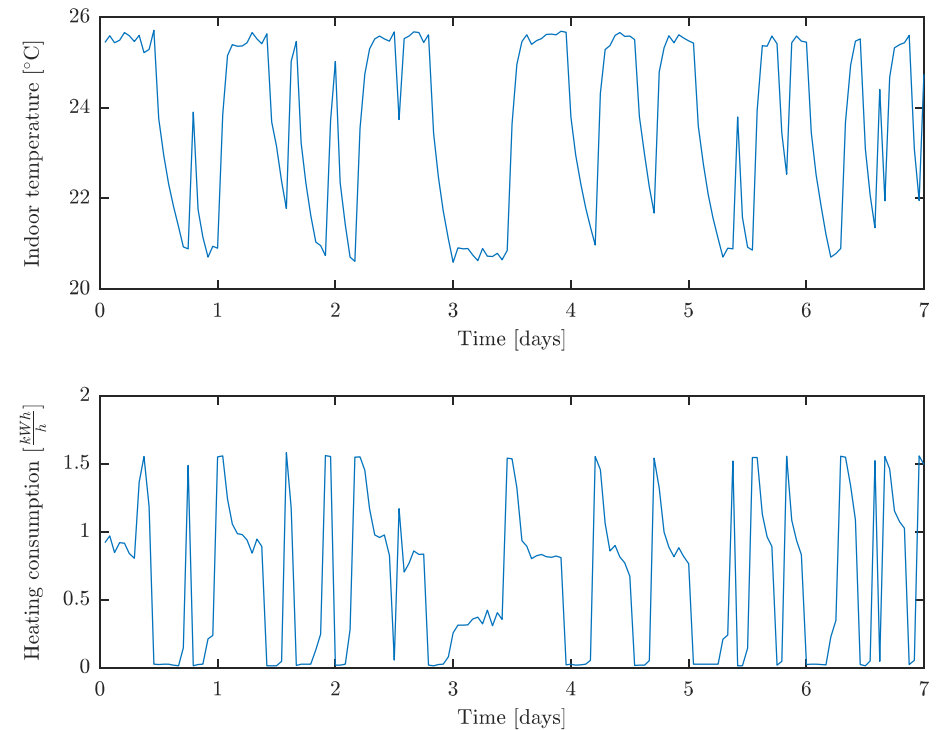


UDFORDRINGEN

Data genereret under eksperimenter

- Høj oplysning (tid og præcision)
- Temperatur målinger fra bygningen
- Dynamisk data (temperatursvingninger)
- Ingen indflydelse fra bygningens brugere

Eksperiment data



UDFORDRINGEN

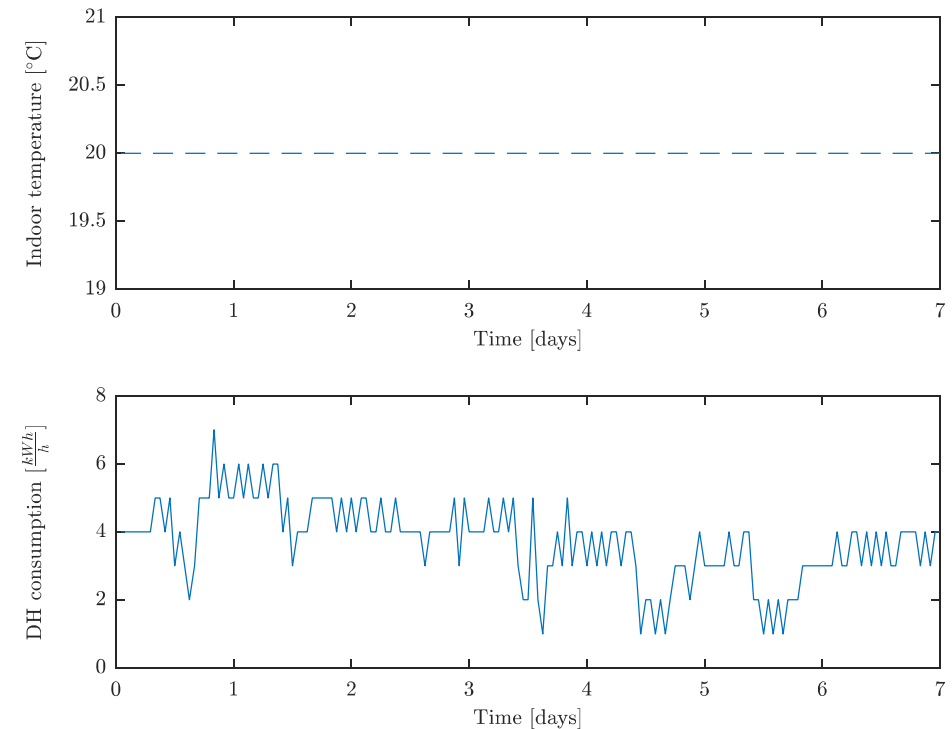
Data genereret under eksperimenter

- Høj oplysning (tid og præcision)
- Temperatur målinger fra bygningen
- Dynamisk data (temperatursvingninger)
- Ingen indflydelse fra bygningens brugere

Smart-meter forbrugsdata

- Trunkeret kWh-opløsning
- Ingen temperatur måling
- Ingen dynamik i dataet
- Potentielt tilstedeværende beboere
- Forbrugsdata indeholder både forbrug til rumopvarmning og til varmt brugsvand.

Smart-meter forbrugsdata



UDFORDRINGEN

Data genereret under eksperimenter

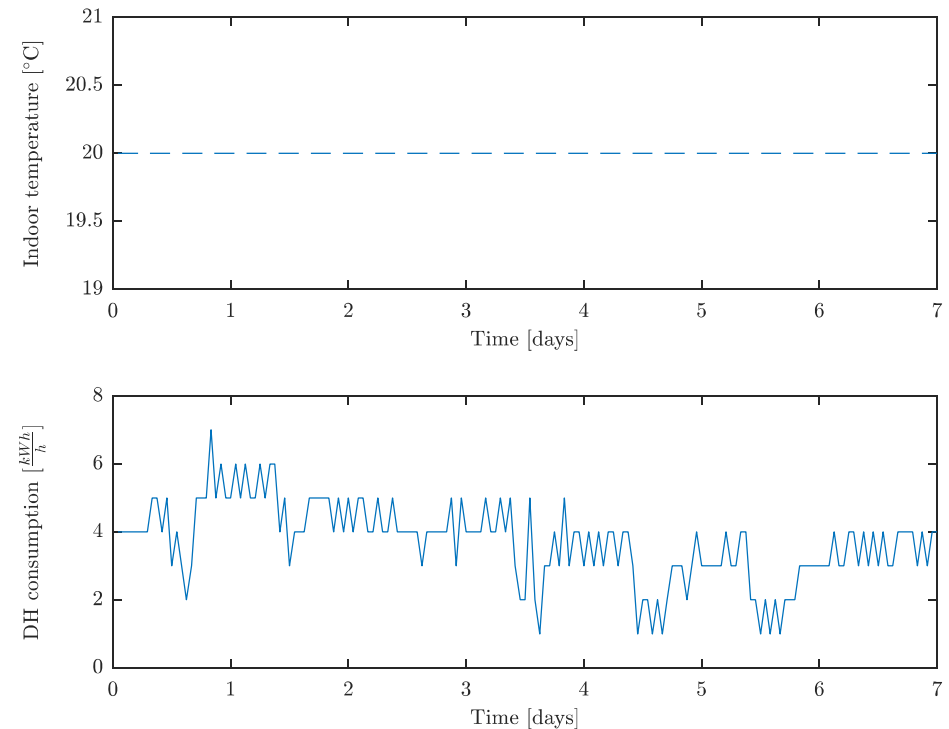
- Høj oplysning (tid og præcision)
- Temperatur målinger fra bygningen
- Dynamisk data (temperatursvingninger)
- Ingen indflydelse fra bygningens brugere

Smart-meter forbrugsdata

- Trunkeret kWh-opløsning
- Ingen temperatur måling
- Ingen dynamik i dataet
- Potentielt tilstedeværende beboere
- Forbrugsdata indeholder både forbrug til rumopvarmning og til varmt brugsvand.

Det er nødvendigt at tilpasse modelleringstilgangen til det tilgængelige data.

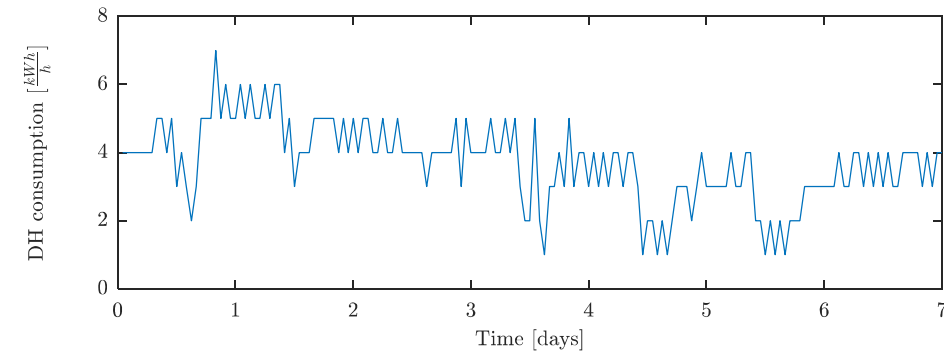
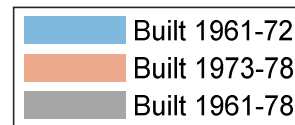
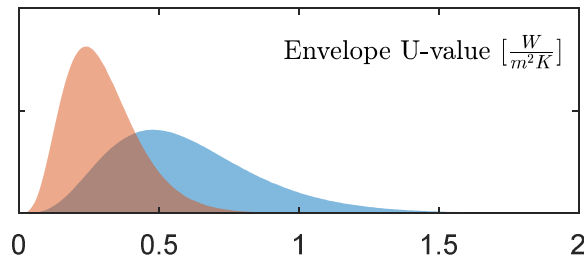
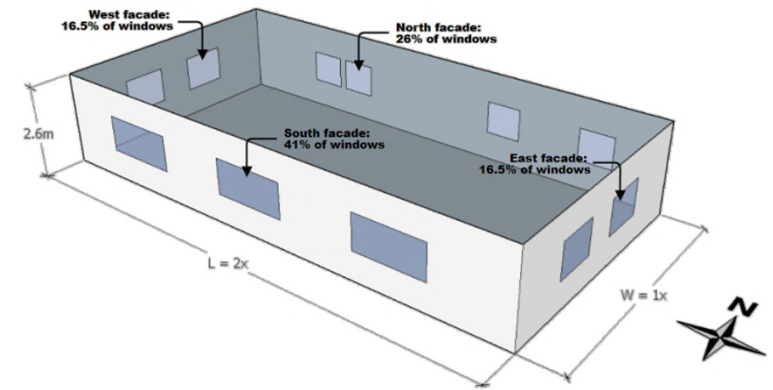
Smart-meter forbrugsdata



MODELLERINGSTILGANG

Tre informationskilder:

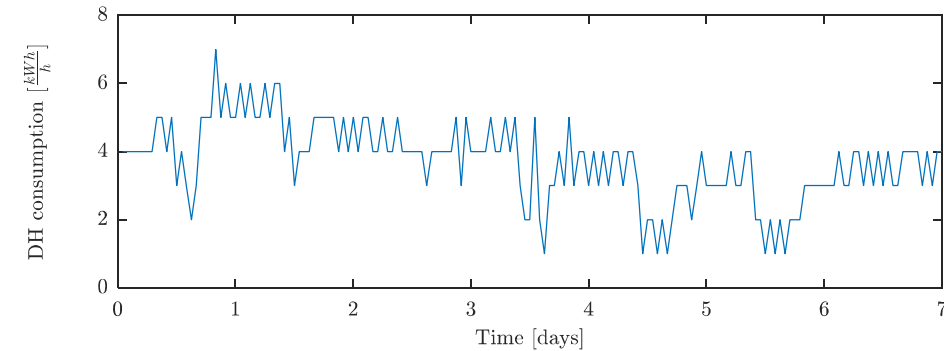
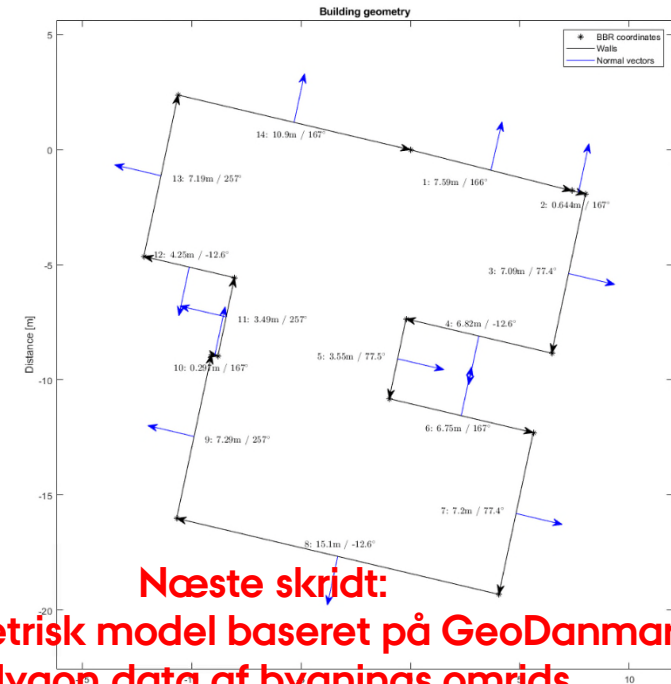
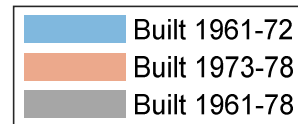
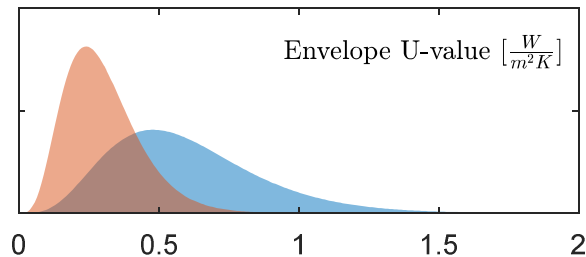
1. BBR Databasen (kombineret med geometrisk model)
 - Opførelsesår
 - Geometri (gulvareal, udnyttet kælder/loft)
2. Forbrugsdata fra fjernaflæste målere og vejrdata
3. Empiri / *ekspert viden*



MODELLERINGSTILGANG

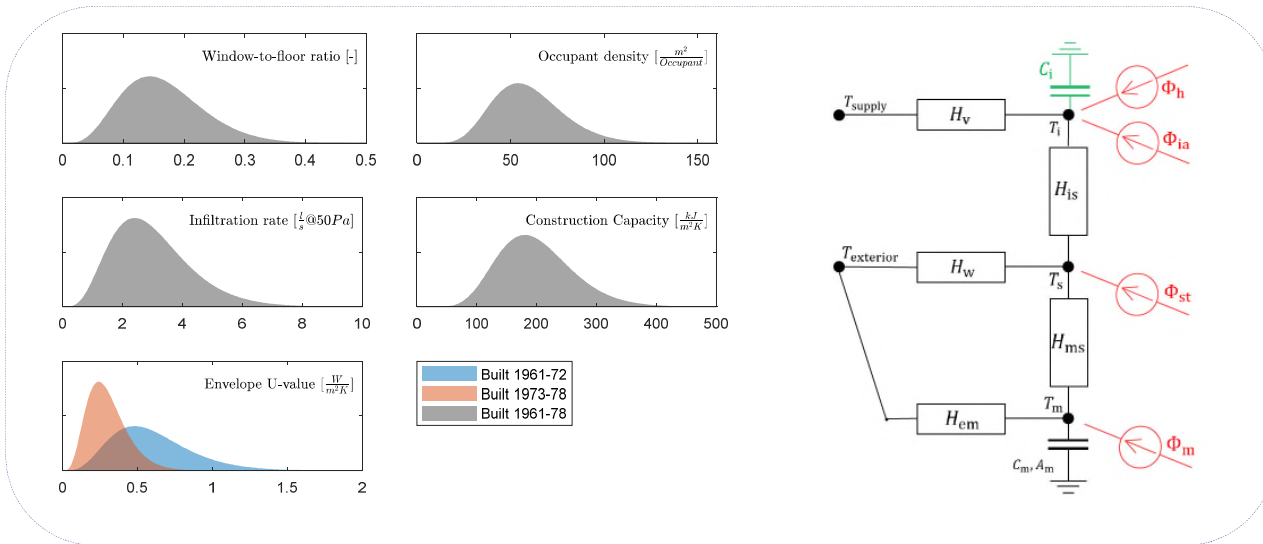
Tre informationskilder:

1. BBR Databasen (kombineret med geometrisk model)
 - Opførelsesår
 - Geometri (gulvareal, udnyttet kælder/loft)
2. Forbrugsdata fra fjernaflæste målere og vejrdato
3. Empiri / *ekspert viden*

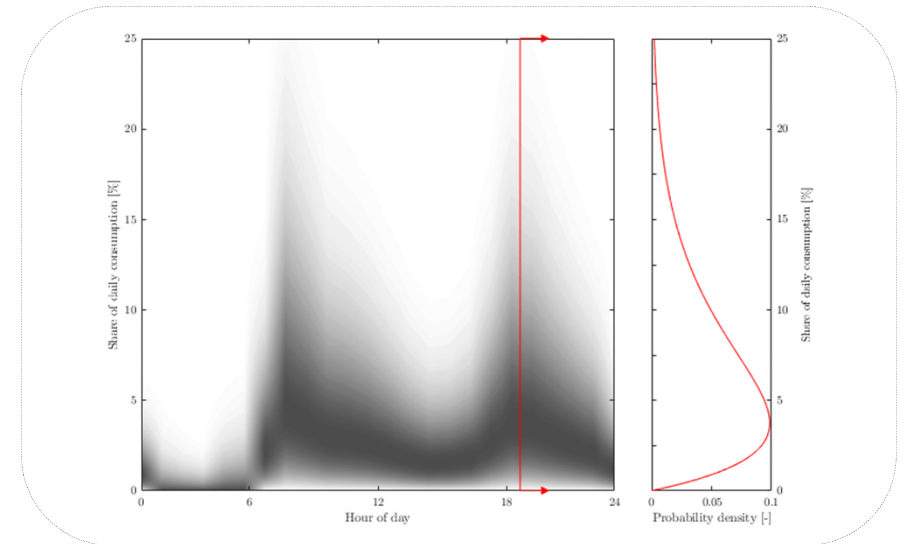


ESTIMERING AF VARMT BRUGSVAND

Bygningsmodel



Model for varmt brugsvandsforbrug

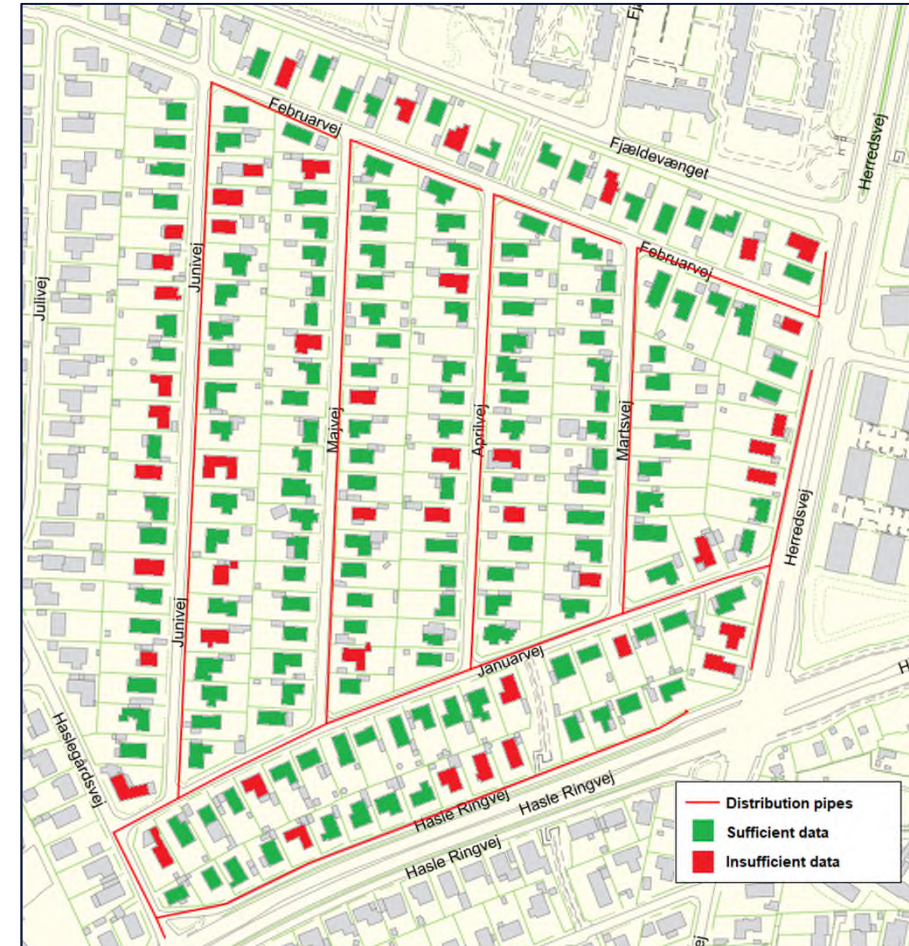


To separate profiler estimeres:
Hverdag / Weekend

CASE STUDIE

Område i Aarhus:

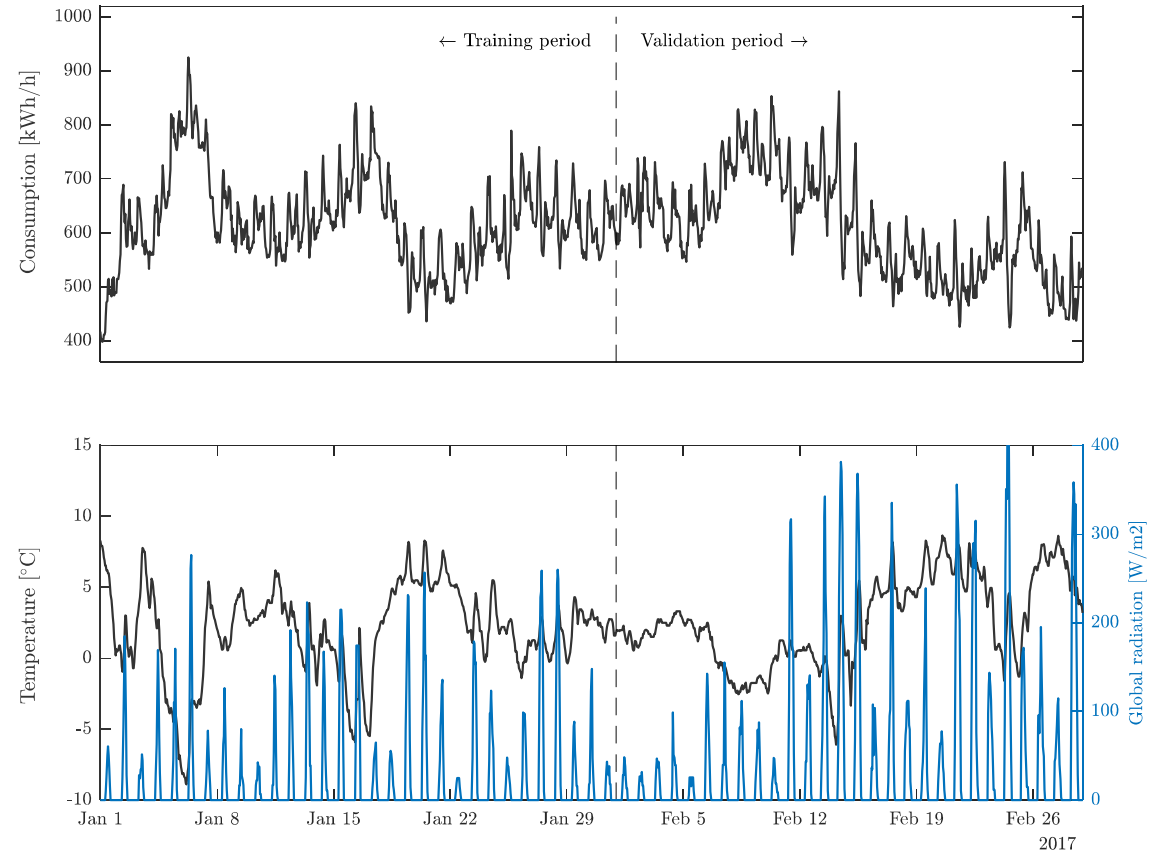
- 203 boliger
- 159 boliger med tilstrækkelig data.
- 44 boliger forkastet fra studiet:
 - Manglende data
 - Data antyder natscækning
 - Data antyder høj indgriben fra beboere



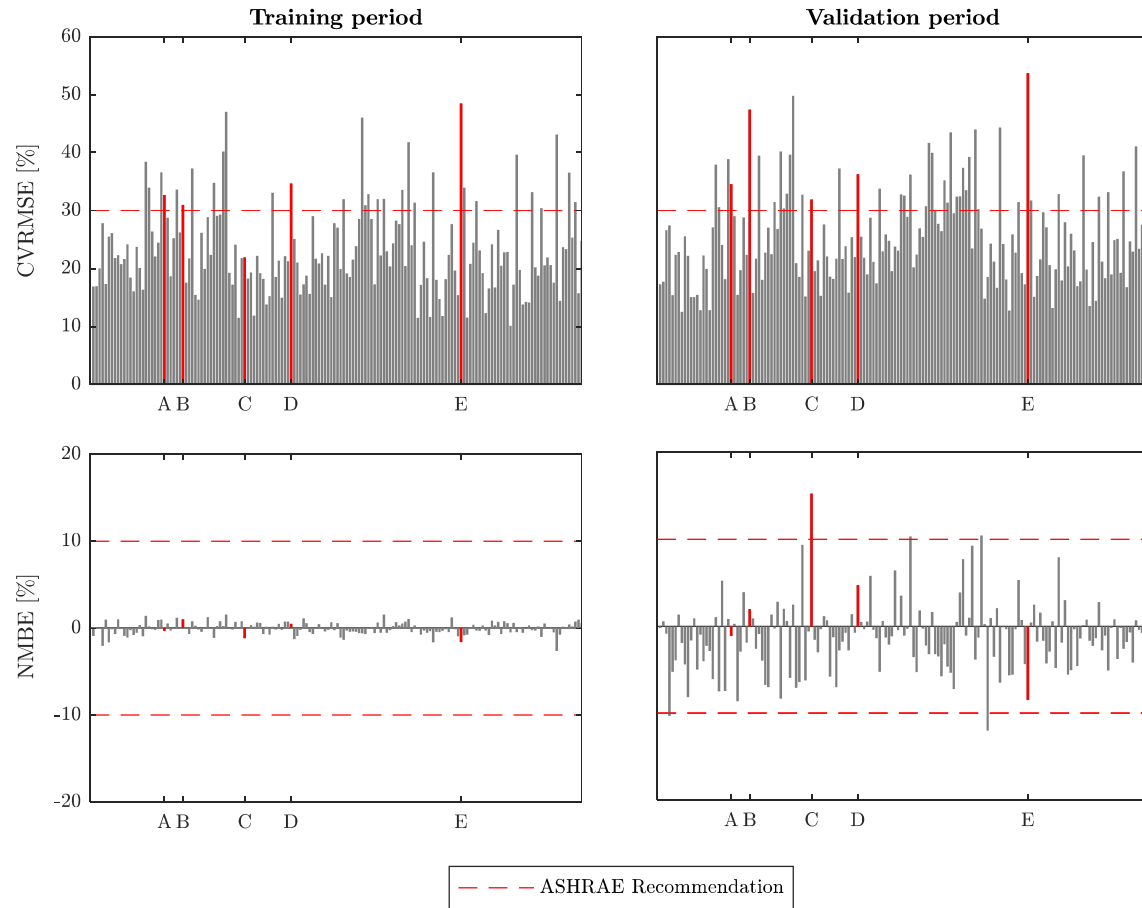
CASE STUDIE

Område i Aarhus:

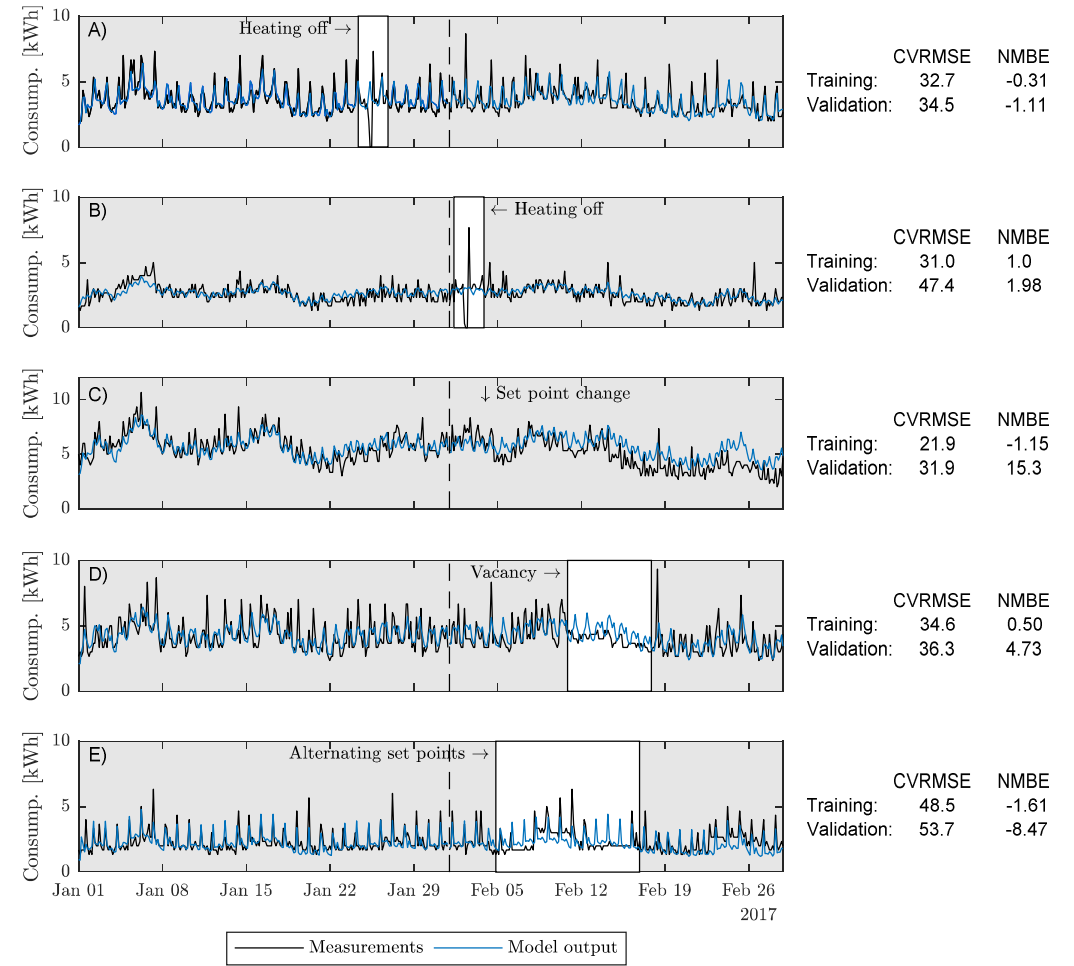
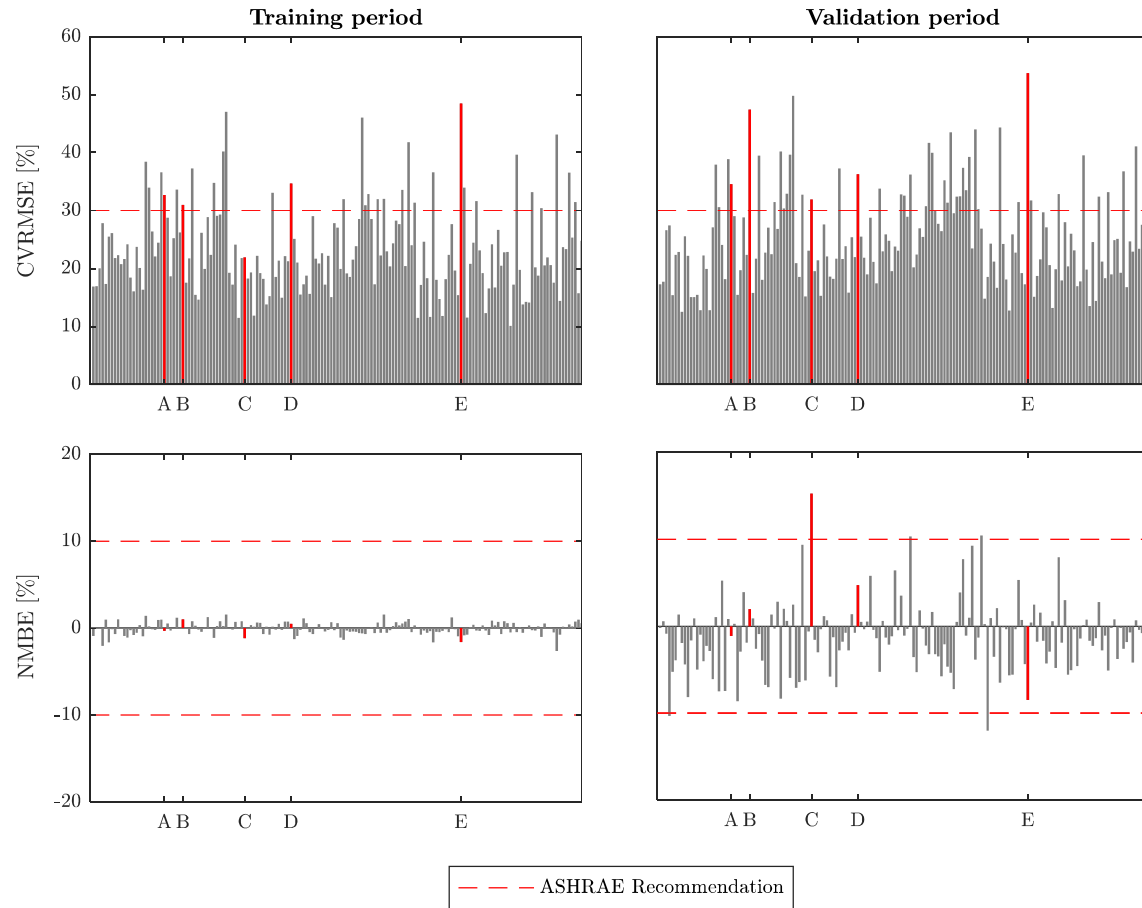
- 203 boliger
- 159 boliger med tilstrækkelig data.
- 44 boliger forkastet fra studiet:
 - Manglende data
 - Data antyder natscækning
 - Data antyder høj indgriben fra beboere



PERFORMANCE: ENKELTE BYGNINGER



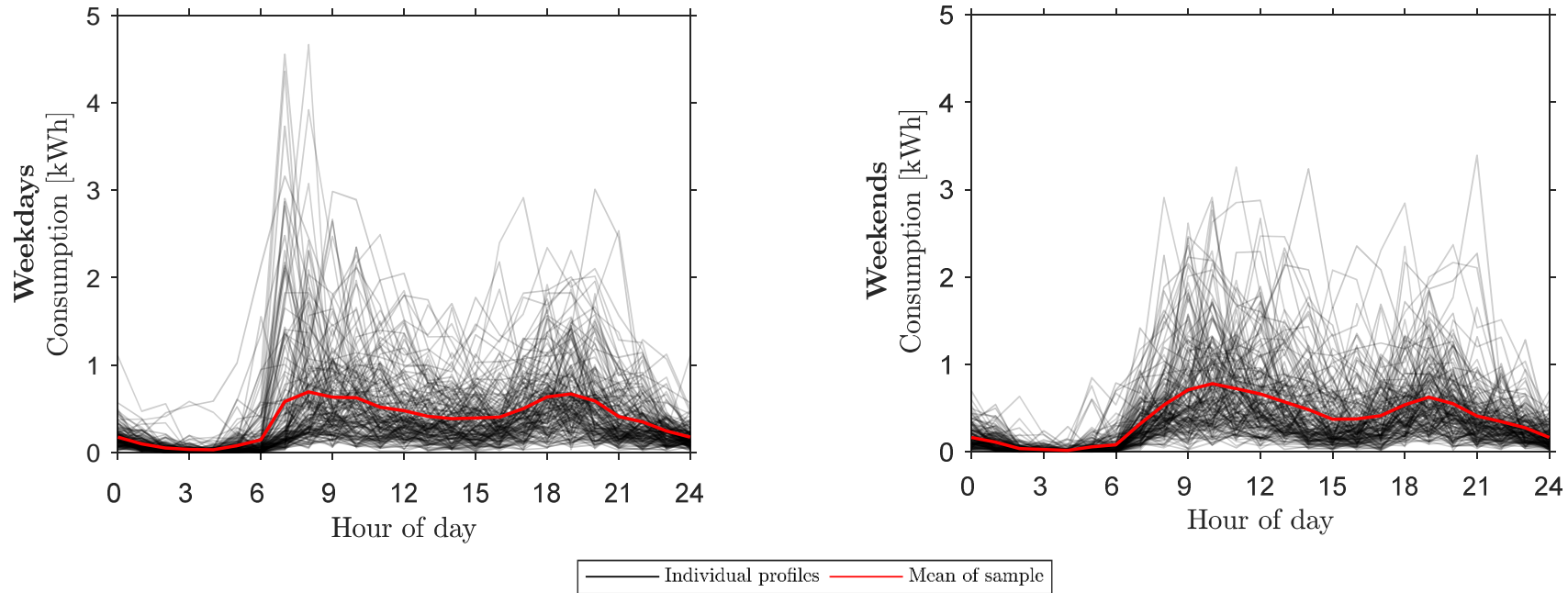
PERFORMANCE: ENKELTE BYGNINGER



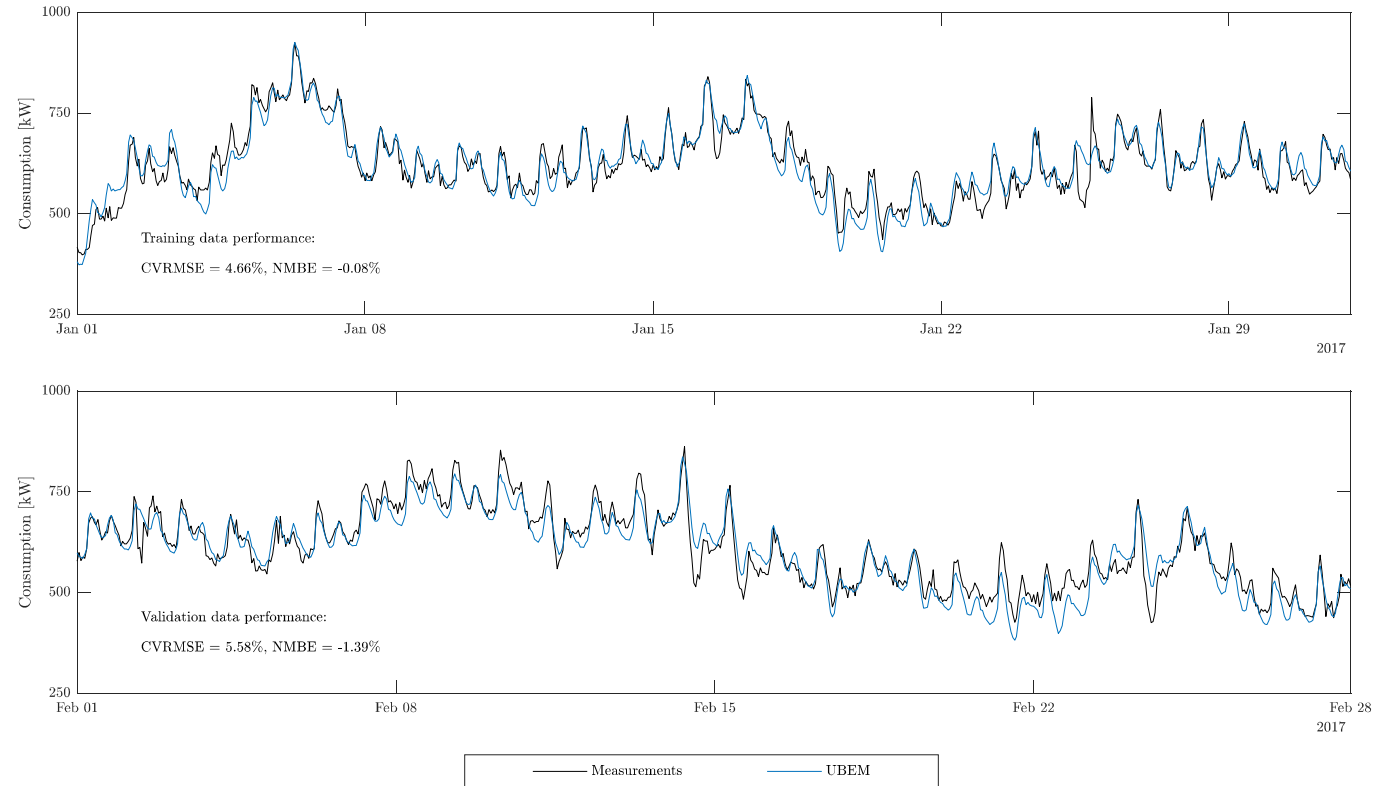
BRUGSVANDS PROFILER

Estimerede brugsvandsprofiler for områdets bygninger – *reality check*

- Hverdags profilet viser høje forbrug mellem 06:00-07:00.
- Øget forbrug i morgentimerne (bad) og aftentimerne (madlavning/opvask).
- Weekend profilet er mere jævnt fordelt – folk sover længe.



PERFORMANCE: OMRÅDE



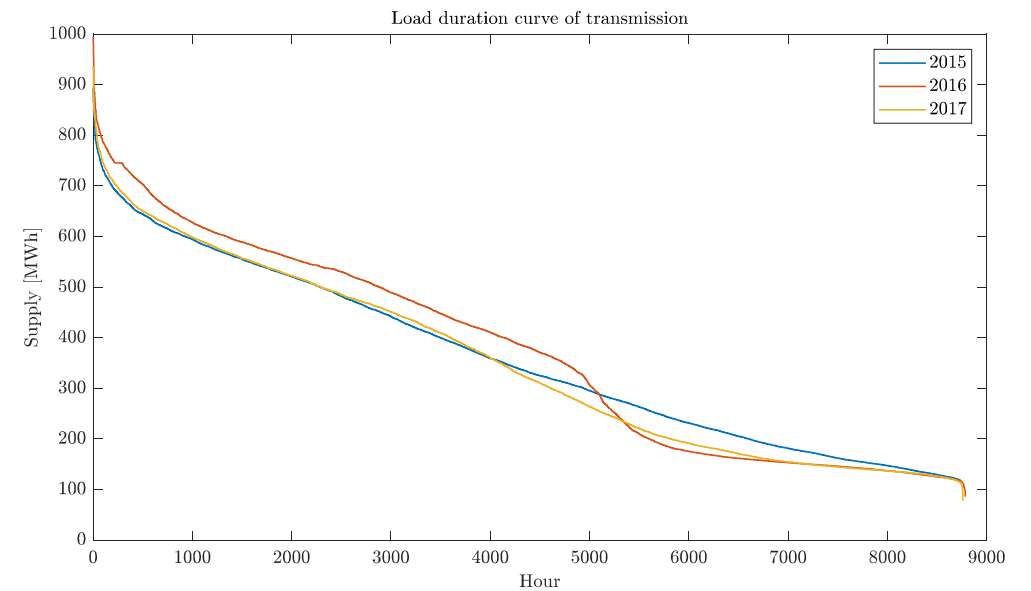
For more info, see:

Rasmus Elbæk Hedegaard, Martin Heine Kristensen, Theis Heidmann Pedersen, Steffen Petersen.

"Bottom-up modelling methodology for urban-scale analysis of residential space heating demand response,"

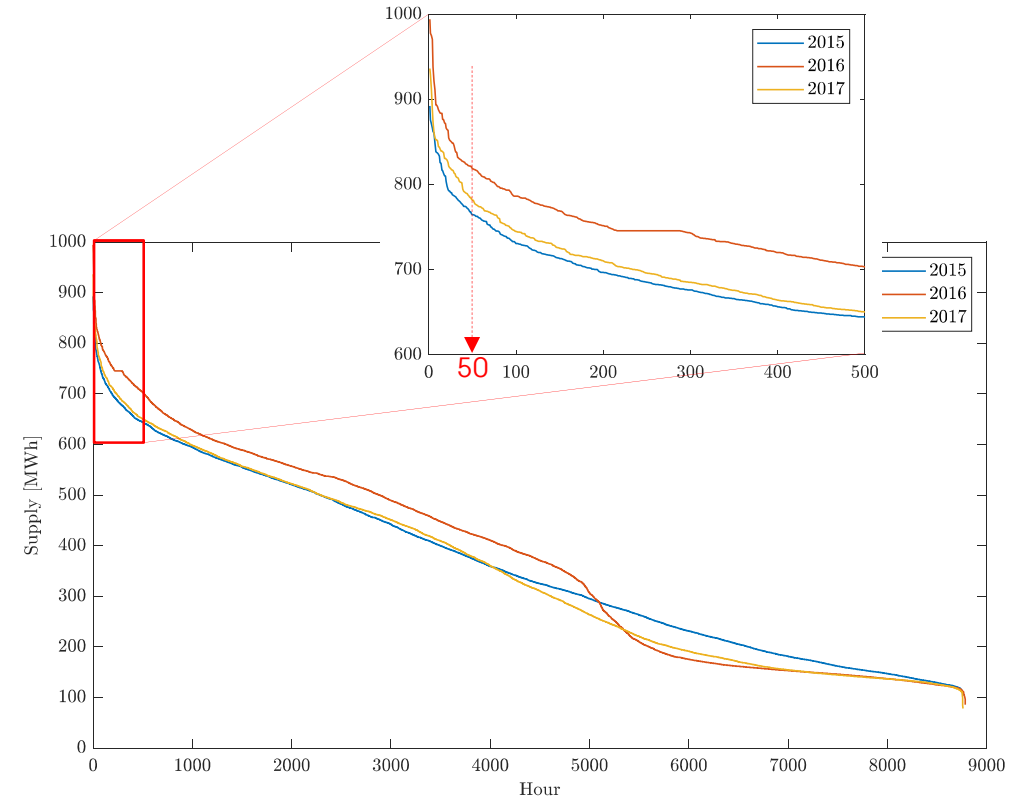
Applied Energy, vol. 242, pp. 181-204, May 2019.

BEHOVET FOR KAPACITET



Data er venligst stillet til rådighed af *AffaldVarme Aarhus*

BEHOVET FOR KAPACITET



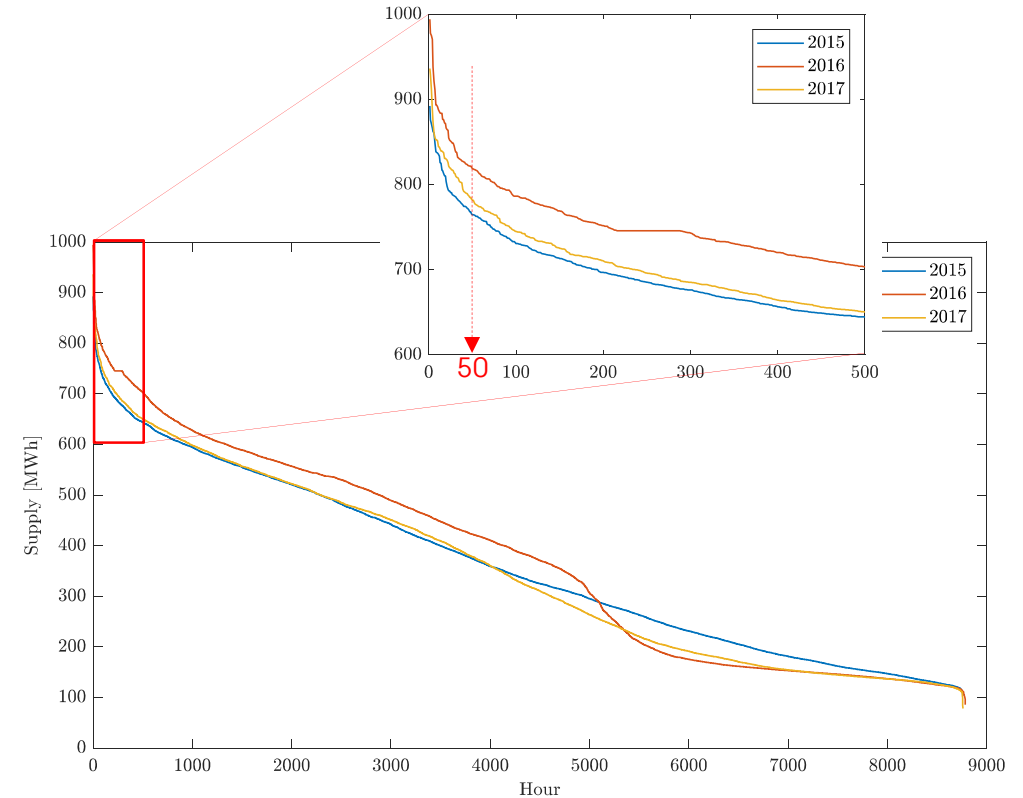
Data er venligst stillet til rådighed af *AffaldVarme Aarhus*

BEHOVET FOR KAPACITET

Hvis alene de **50 timer** hvert år med højest forbrug udjævnes kan store kapacitets reduktioner realiseres:

Production: 14.3% - 17.7%

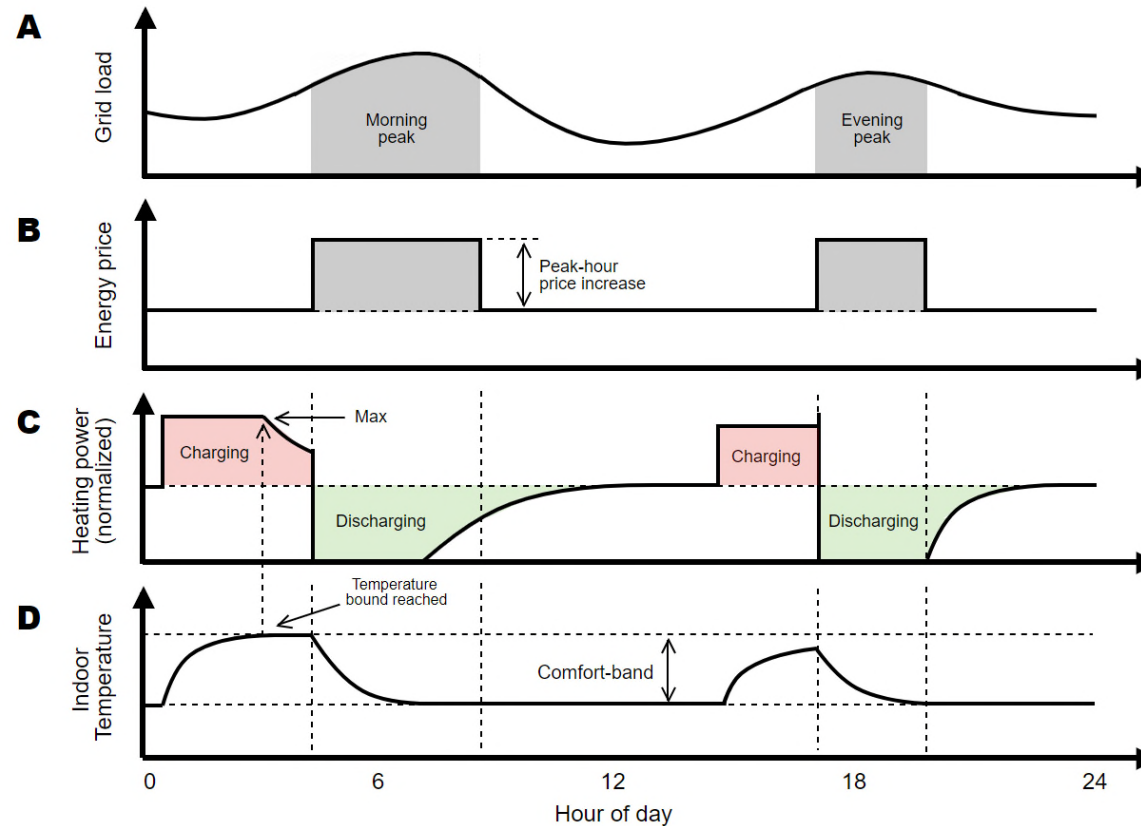
Demand: 13.5% - 16.5%



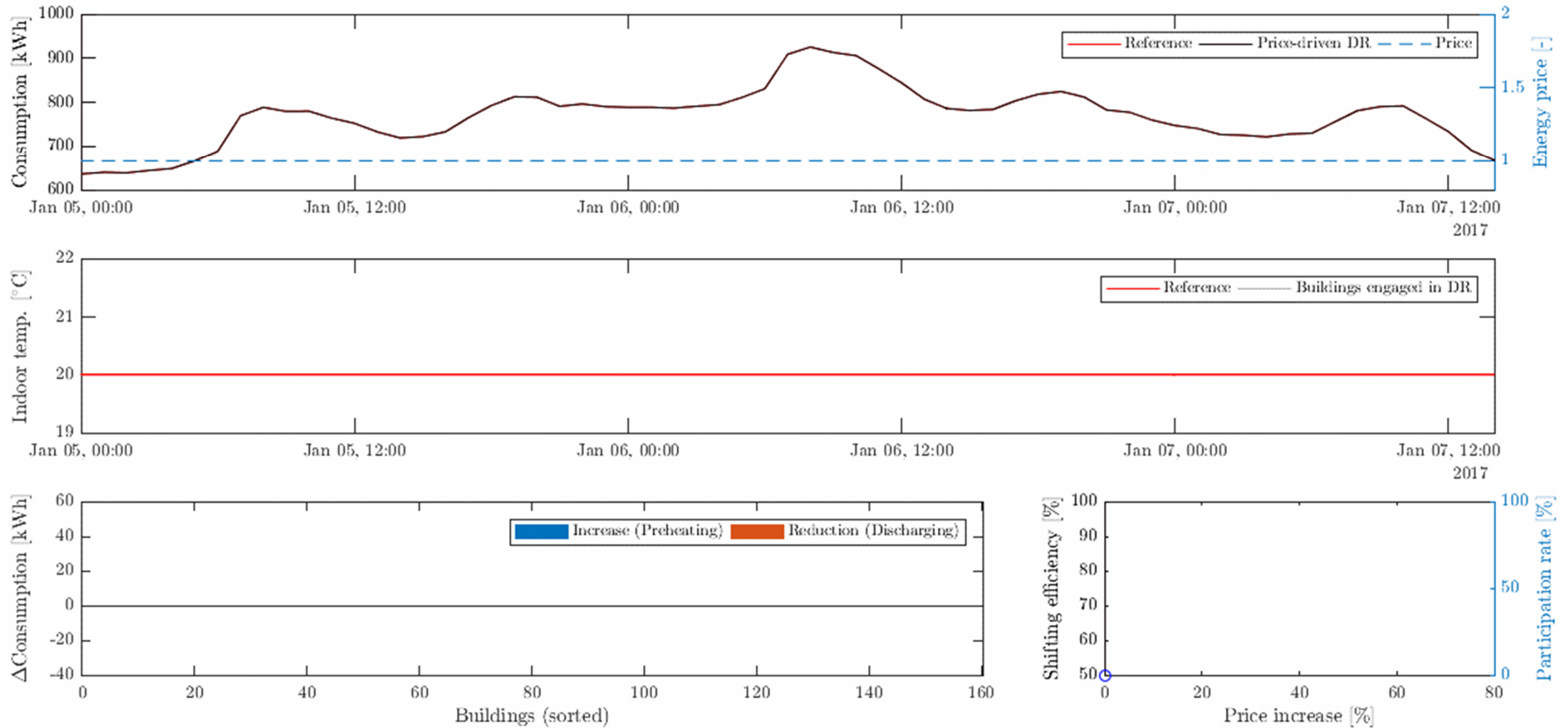
Data er venligst stillet til rådighed af *AffaldVarme Aarhus*

Demand response:
Praksis hvor bygninger afviger fra deres
typiske forbrugsmønster for at gavne energisystemet

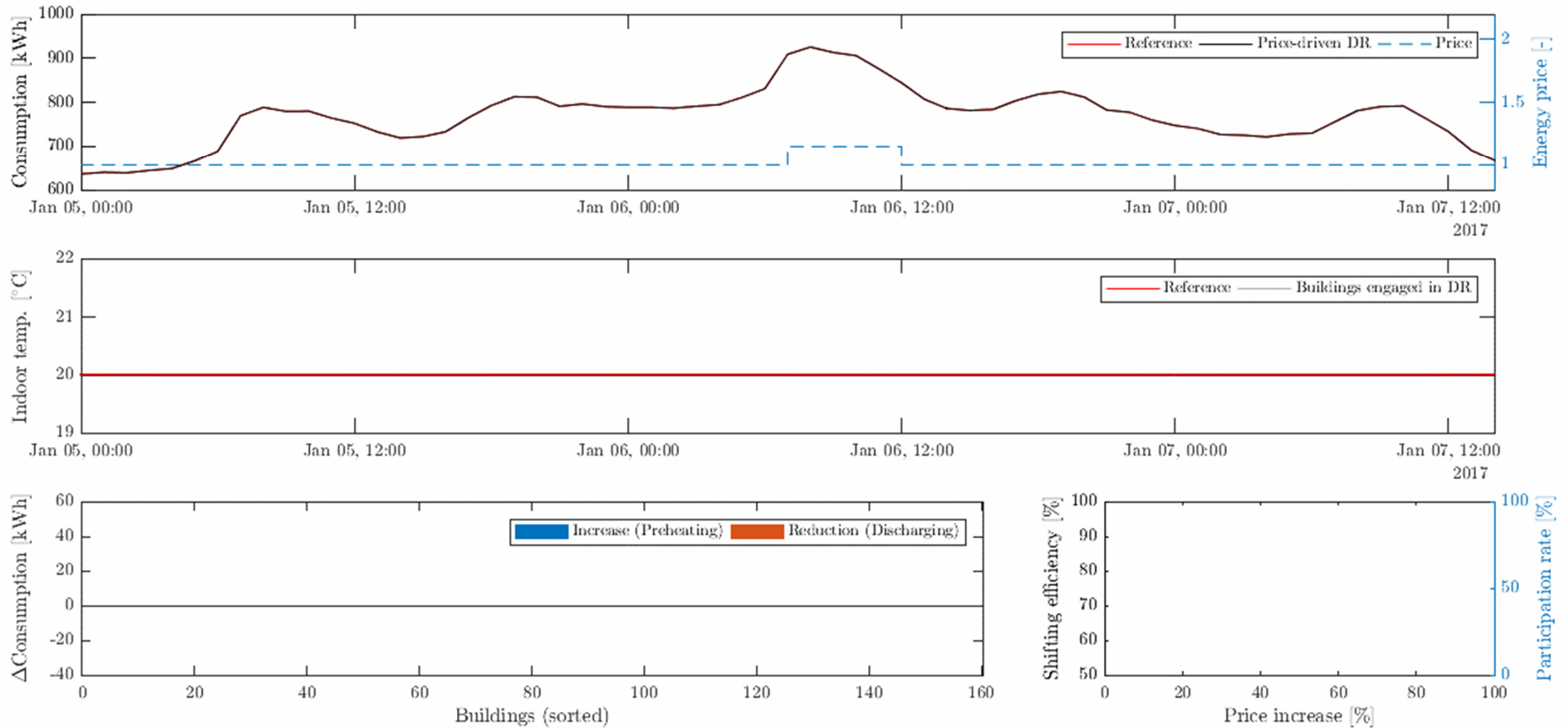
DEMAND RESPONSE I BYGNINGER



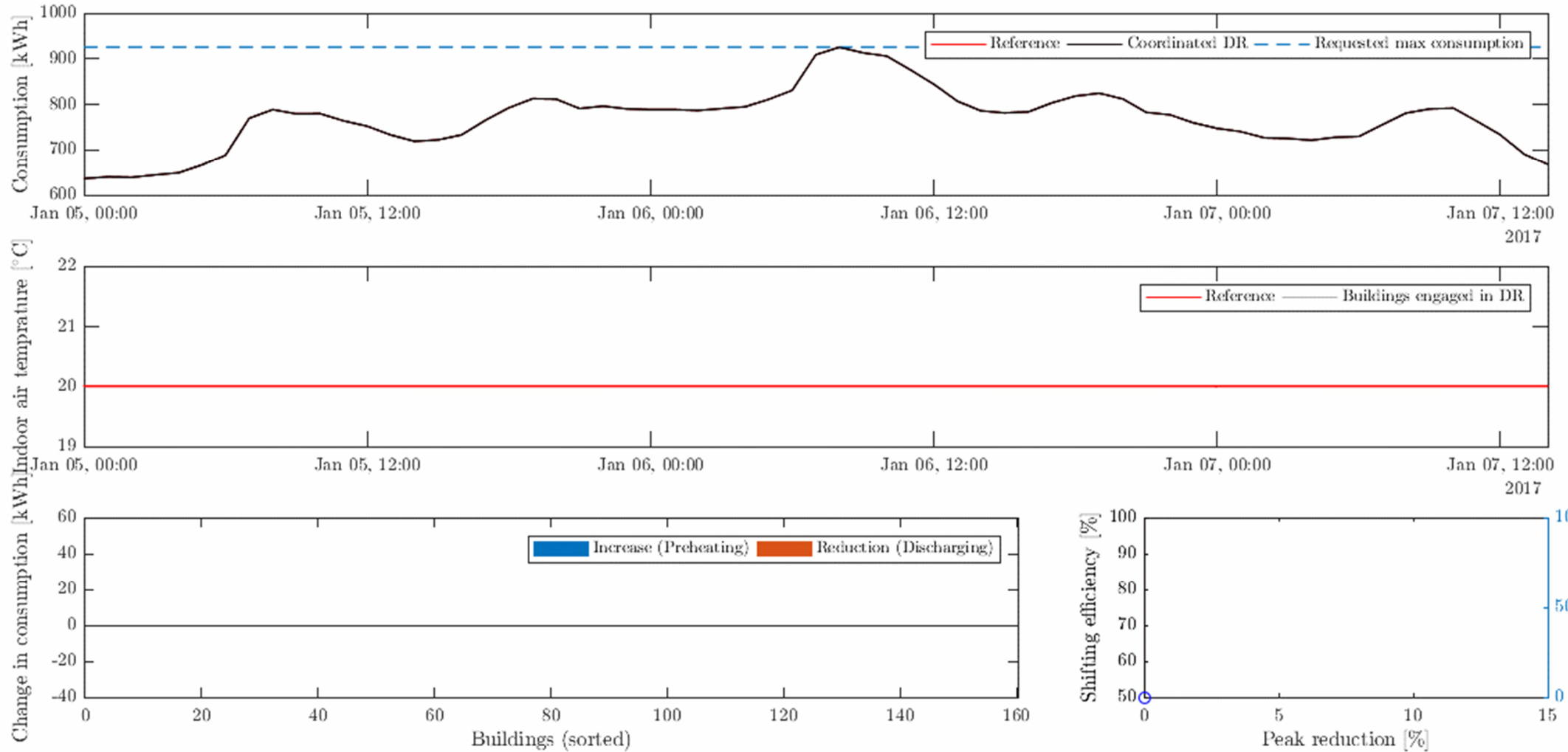
PRIS-BASERET DEMAND RESPONSE



PRIS-BASERET (MED BEGRÆNSNING)



DIREKTE DEMAND RESPONSE





AARHUS
UNIVERSITET