



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Reelle energibesparelser ved energirenovering af etageboliger

Christian Holm Christiansen
cnc@teknologisk.dk
Teknologisk Institut

Innobyg og KEA, 12. november 2015

- 1. Introduktion til projektet "Reelle energibesparelser i ved energirenovering af etageboliger"**
2. Før-målinger: Hvor godt kender vi energiforbrug og andre forhold i bygningerne før renovering? Hvordan får vi overblik?
3. De første resultater og konklusioner

Projekt:

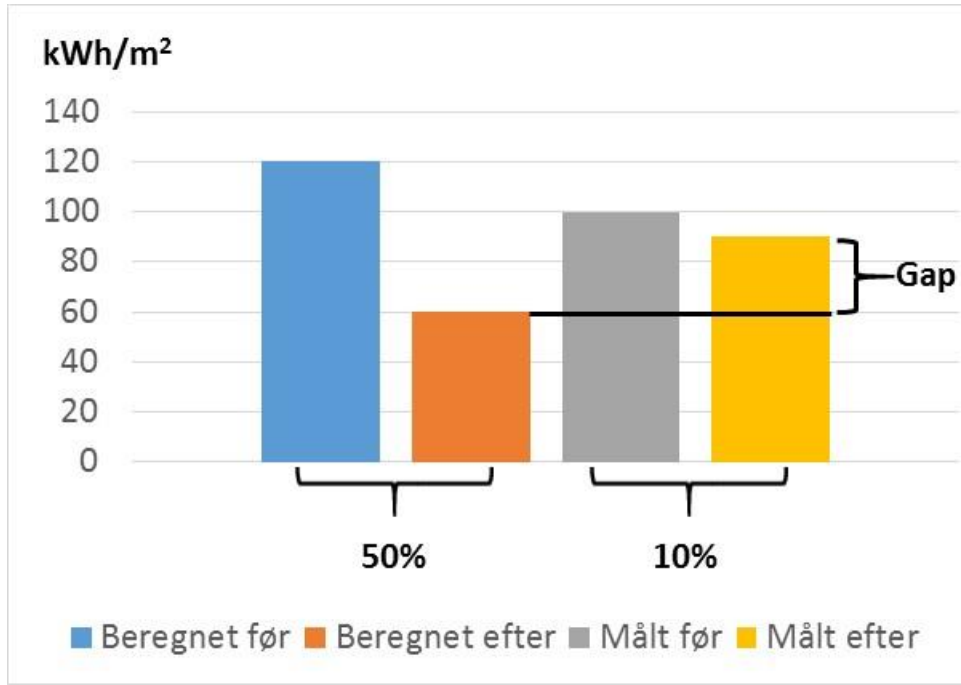
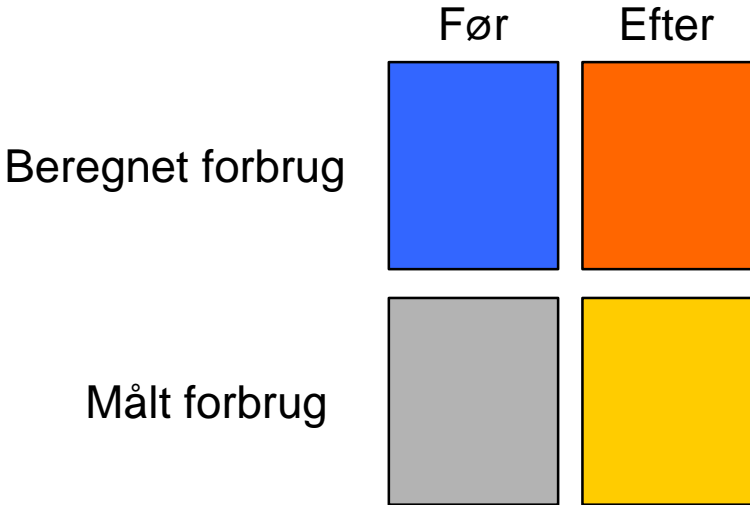
Reelle energibesparelser ved energirenovering af etageboliger



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Baggrund:** Der er ofte forskel på beregnede og målte energibesparelser ved renovering af boliger
- Formål:** At belyse de opnåede energibesparelser og grundene til forskellen mellem de beregnede og målte energiforbrug og energibesparelser
- Hvordan?** Ved at følge energirenoveringen af **7 etageboliger** før, under og efter byggeprocessen
- Hvornår?** 2014-2018
- Hvem?** Teknologisk Institut, Statens Byggeforskningsinstitut, rådgivere, entreprenører, administratorer m.fl.
- Bevilling:** Grundejernes Investeringsfond, Realdania og Teknologisk Institut (egenfinansiering)

Hvad er energibesparelsen (og hvad er målet)?

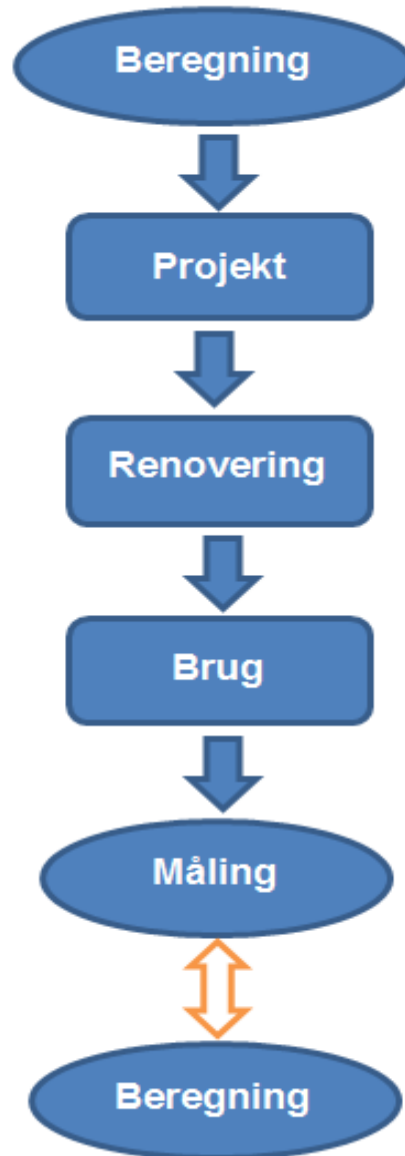
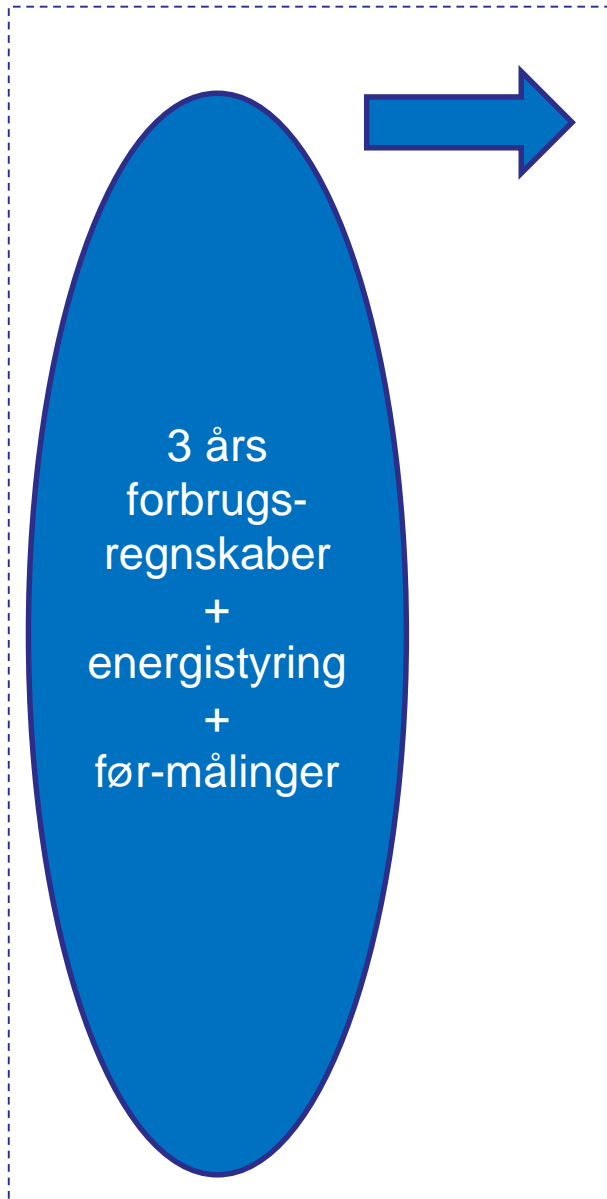


■ Beregnet før ■ Beregnet efter ■ Målt før ■ Målt efter

Udfordring: Vurdering af energibesparelser



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Forenkledede beregninger af energiforbrug før/efter renovering og energibesparelser. Ofte Be10, og forenklet input: standard komponenter og energiydelser

Renoveringsprojektet afviger fra de forenkledede beregningsforudsætninger

Udførelsen afviger fra projektet (ændringer, "redninger", mangler)

Afvielser i brug af boligerne og af varme, ventilation og varmt vand. Ændres over tid, fx med familiernes ændring.

Udfordringer i omregning / korrektion af målt forbrug til sammenligning med beregning: Er forventningerne indfriet ?



Resultater og formidling

- **Faktaark:** Foto, data og nøgletal og analyse for hver bebyggelse
- **Brochure:** Gode råd til beboere i energirenoveret byggeri – indeklima, brugeradfærd og varmeregning (arbejdstitel)
- **Folder:** En generel anvendelig metodik for evaluering af energieffektiviseringsprojekter – retningslinjer og eksempler
- **Projektrapport- og folder:** Hovedresultaterne samlet for alle bebyggelserne
- **Kursus:** Med udgangspunkt i resultaterne fra projektet

Ejendomme i projektet



7. Hjortegården,
Herlev
Byggeår: 1975-1976
Renovering: Gavl-
isolering, mekanisk
ventilation med VGV



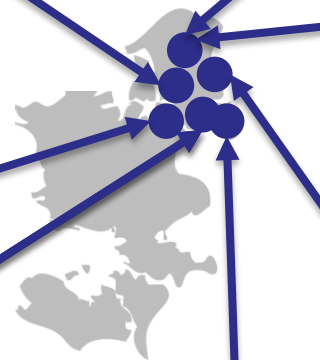
1. Skoleparken
Type A, Hillerød
Byggeår: 1965-1969
Antal lejl.: ca. 150
Renovering: Facader,
ventilation m.v.



2. Skoleparken
Type B, Hillerød
Byggeår: 1965-1969
Antal lejl.: ca. 250
Renovering: Facader,
ventilation m.v.



6. Gadehavegård,
Taastrup
Byggeår: 1980
Renovering: Passivhus-
renovering



3. Kildegårds
Plads, Gentofte
Byggeår: 1936
Renovering:
kedeludskiftning,
tag m.v.



5. Ryesgade 25, Kbh N
Byggeår: 1906
Renovering: Indvendig
efterisolering, vinduer,
mekanisk ventilation
med VGV



4. Holbergsgade 8-10, Kbh K
Byggeår: 1868
Renovering: vinduer,
tageligheder, teknikrum

Indhold

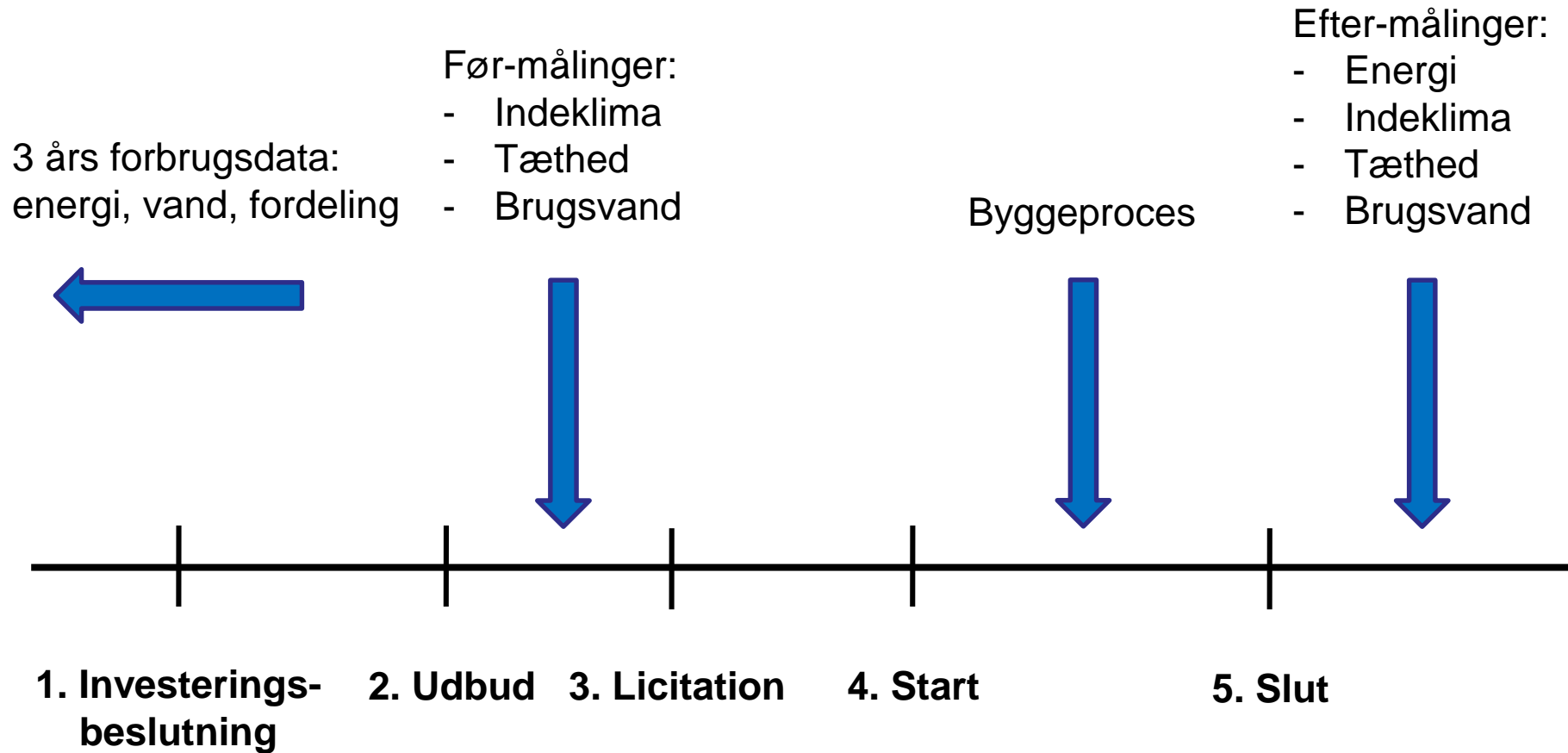


1. Introduktion til projektet "Reelle energibesparelser i ved energirenovering af etageboliger"
2. **Før-målinger: Hvor godt kender vi energiforbrug og andre forhold i bygningerne før renovering? Hvordan får vi overblik?**
3. De første resultater og konklusioner

Typisk renoveringsforløb



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Skoleparken, Hillerød

- 4 Blokke, Type A
- 5 Blokke, Type B
- Etapevis
- Boligareal ~ 30.000 m²



Kilde: Rambøll

Sept 2014

Dec 2014

Apr 2015

2018

1. Investerings-
beslutning

2. Udbud

3. Licitation

4. Start

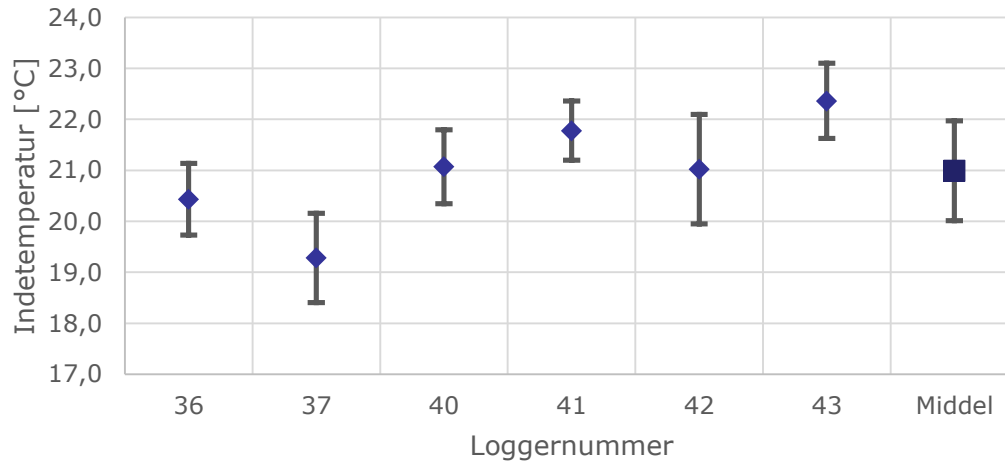
5. Slut

Indeklimamålinger (før renovering)

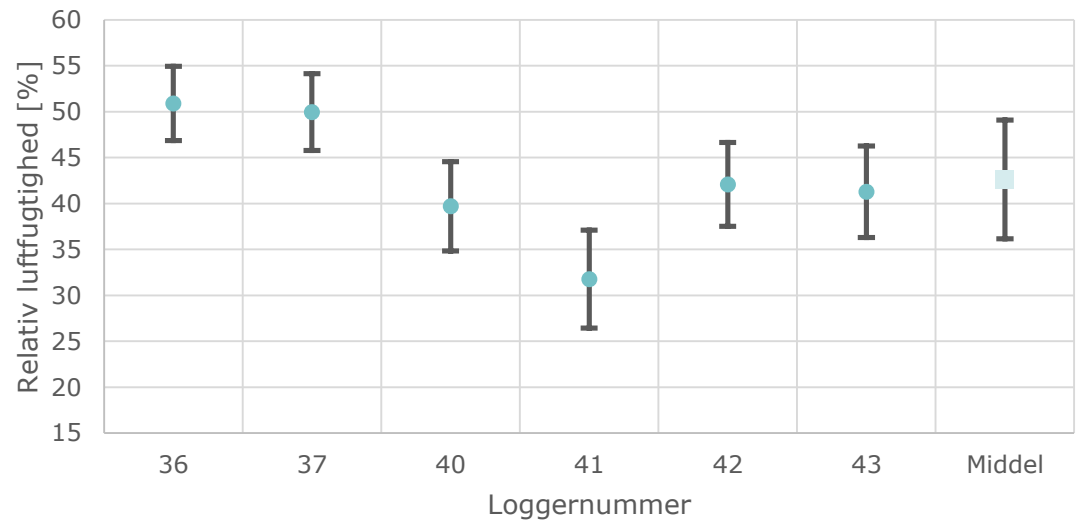


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Indetemperatur og spredning



Relativ luftfugtighed og spredning

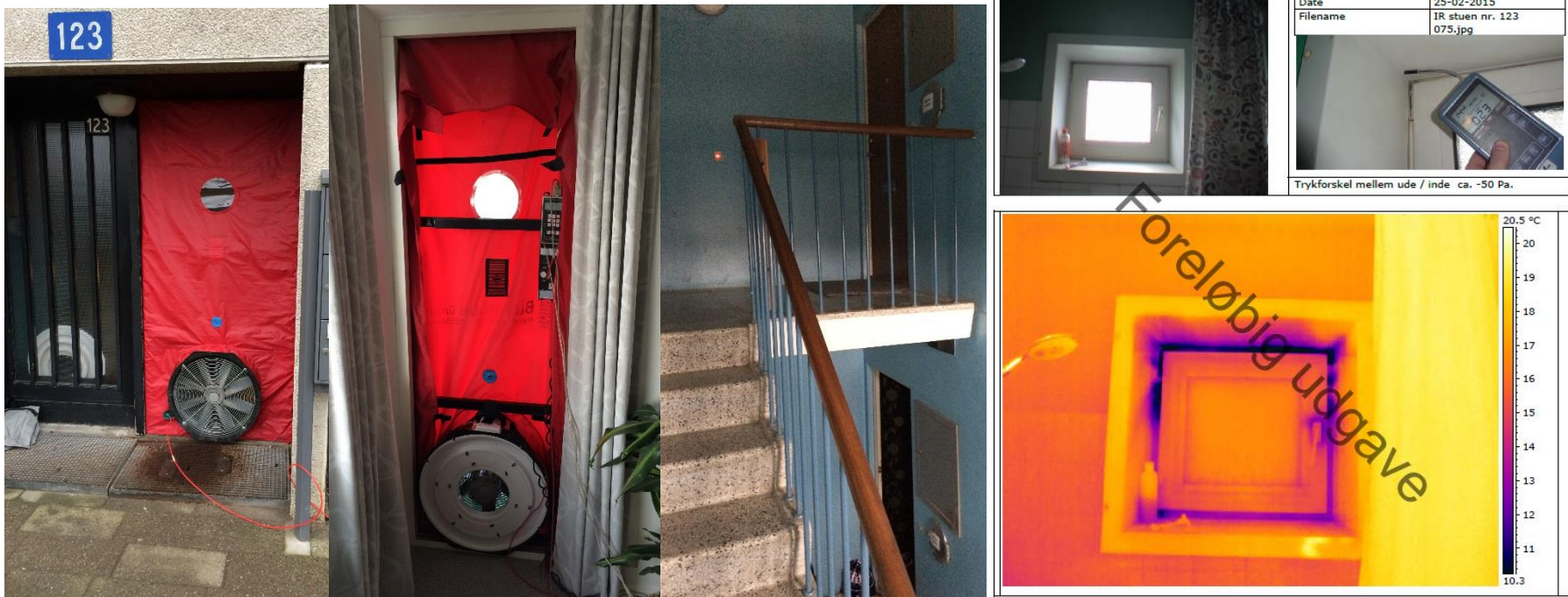


Blower-door test (før)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- **Flere-zone-test** (samme tryk i målte og tilstødende zoner)
- **Lejlighederne var ekstraordinært tætte** med $q_{50} = 1,37$ l/s pr. m². BR10 foreskriver at nybyggeri skal overholde et tæthedskrav på $q_{50} = 1,50$ l/s pr. m²
- **Termografiske målinger**, hvor kuldebroer og utætheder blev lokaliseret.



Ældre udsugningsanlæg på loftet:

- Ingen målinger af elforbrug til ventilator
- Antaget udsugningsmængde i energimærkeberegninger på 0,37 l/s pr. m²
- Målt udsugningsmængde på 0,07 l/s pr. m²



Varmt brugsvand (før)

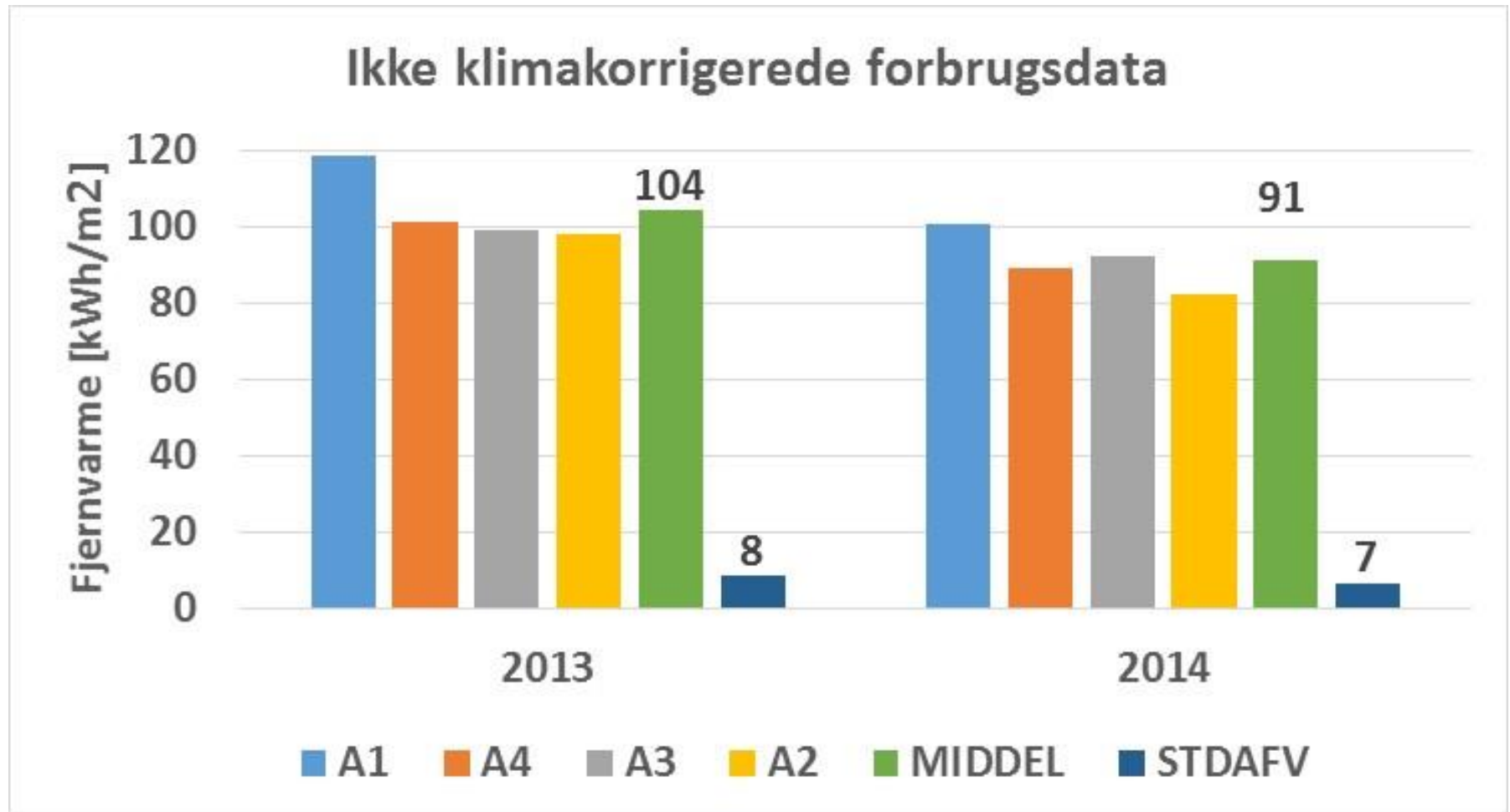


TEKNOLOGISK
INSTITUT

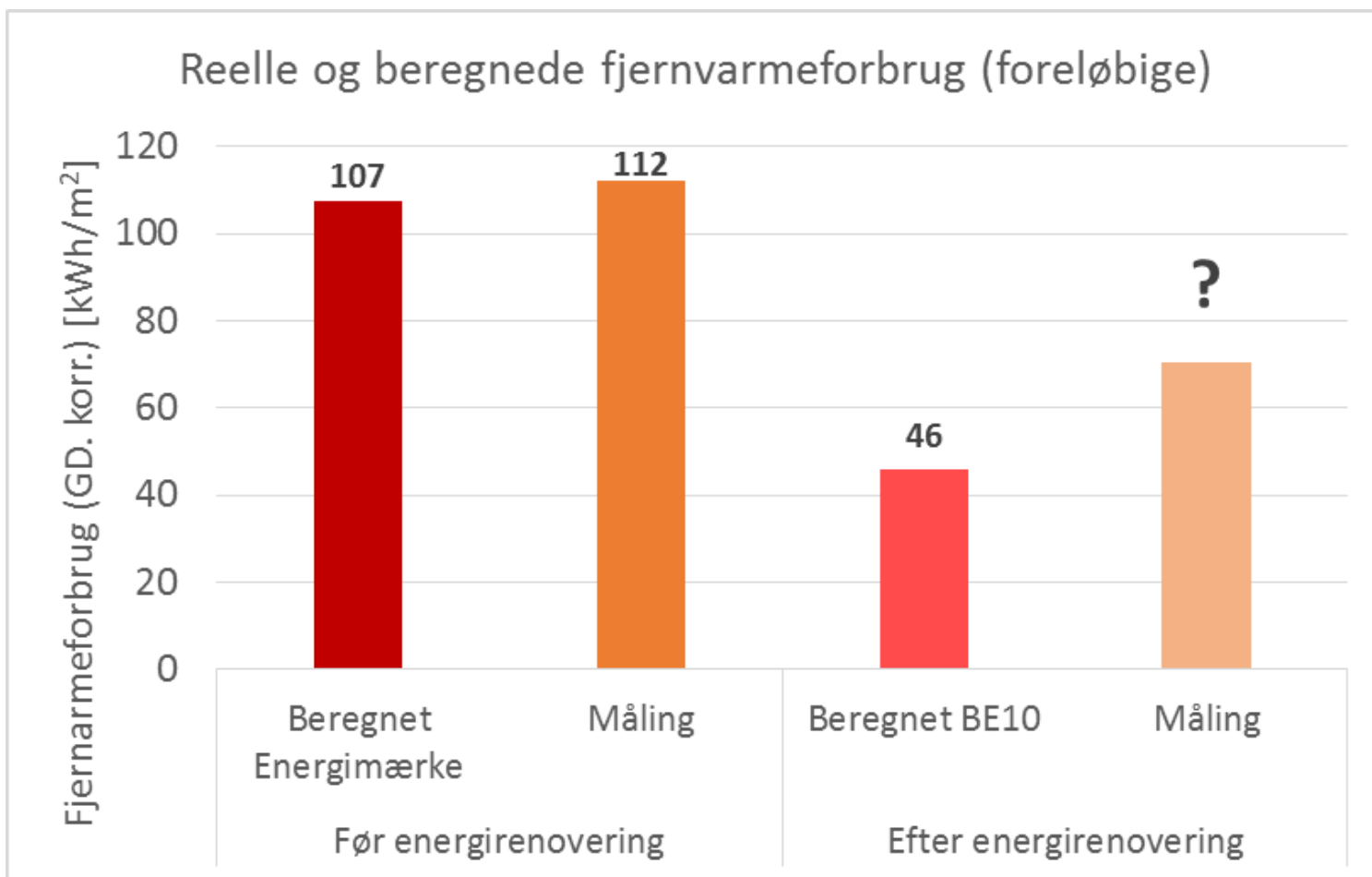
- **Fjernvarmemåling** (afregningsmåler)
- **Ingen målinger af varmt brugsvand** (fordeles efter kvadratmeter)
- Nødvendigt at etablere målere på varmtvandsbeholder



Fjernvarmeforbrug for 4 ens etageboligblokke



Reelle og beregnede varmeforbrug (foreløbige)



Brutto opvarmning	88 kWh/m ²	78 kWh/m ²	28,4 kWh/m ²	36,7 kWh/m ²
Ventilationsmængde	0,37 l/s pr. m ²	0,07 l/s pr. m ²	0,39 l/s pr. m ²	0,47 l/s pr. m ²
Rumtemperatur	20°C	21°C	20°C	22°C
VBV inkl. distributionstab	19 kWh/m ²	34 kWh/m ²	17,5 kWh/m ²	33,8 kWh/m ²

Indhold



TEKNOLOGISK
INSTITUT

1. Introduktion til projektet "Reelle energibesparelser i ved energirenovering af etageboliger"
2. Før-målinger: Hvor godt kender vi energiforbrug og andre forhold i bygningerne før renovering? Hvordan får vi overblik?
3. **De første resultater og konklusioner**

Hvor skal vi starte?



- Hvis **energibesparelsens størrelse** er vigtig, er det nødvendigt at få **godt styr på før-forbruget**:
 - **Mindstekrav**: Adskillelse af energi til rumopvarmning og **varmt brugsvand (måling)**
 - **Energistyring**: Månedlige aflæsninger af målere for flere år tilbage
 - Evt. CTS

- **Timing**: (for) Sent at gå i gang med **indeklimamålinger**, når udbud går i gang (men også **vanskeligt før der ligger en investeringsbeslutning!**)

- **Tætheds- og ventilationsmålinger**: Kan være omfattende og indgribende for beboerne



.....og hvad er målet?

■ **Hvad lover vi og hvornår er energibesparelsen i hus?:**

- Når den faktiske reelle energibesparelse vi lover beboerne (med lidt tolerance) er nået
- Når energibesparelsen korrigeret for alle mulige (og umulige) forhold er nået
- Når energimærket efter renovering stemmer med det projekterede

■ **Målet er ofte et helt andet, men energibesparelsen bliver brugt til at sælge projektet:**

- Undgå skimmel
- Reducere vedligehold (vinduer)
- Gøre ejendomme attraktive/tidsvarende
- Maksimere afkast m.v.



TEKNOLOGISK
INSTITUT

