

# Forvalternetværksseminar

## Bæredygtig Klimakontrol

Bautahøj, den 6. marts 2024





**Jakob Nørby**  
Digital energirådgiver  
4B Consulting



**Joel Taylor**  
Senior Researcher  
NIKU



# Baggrund

Traditionelt med  
strikse  
reguleringskra  
der medfører e  
højt energifor  
(CO2-udle

Evidens for at kun  
få materiale-  
grupper kræver  
snævre klimakrav -  
vigtigere med  
samme  
inger



Klimakrav i  
låneaftaler er  
kulturel fastlåst -  
hvem tør gå  
forrest?



# FØR

Vil du sørge for at vores genstande opbevares ved de bedst mulige vilkår?

Ja selvfølgelig! Jeg justerer anlæggene til det.





# NU

Vil du sørge for at vores genstande opbevares ved de bedst mulige vilkår?

Og vi skal samtidig spare på vores CO<sub>2</sub>-udledning og omkostninger til energi.

Det vil jeg rigtig gerne, men hvordan gør jeg det praksis?

Husk også kravene i vores låneaftaler!



# Første stykke tid

## *Læringer og indsigter*

- 10 museer, 50 forskellige bygninger, 500 forskellige anlæg, 5.000 forskellige reguleringsparametre
- Energiperformance kan mange gange forbedres uden at ændre på klimakrav
- Potentialet vurderes at være ml. 10-50% i energi- og CO<sub>2</sub>-reduktion uden investering





# Første stykke tid

*Læringer og indsigter*

- Vi kan gøre meget ved at forstærke de ting, som vi allerede gør godt – blot med et andet sigte.
- Metode er udviklet til at holde øje med objekters tilstand:
  - Hvilke objekter skal vi udvælge?
  - Hvor mange objekter?
  - Hvor tit?
  - Tilpasning af dine egne metoder



Teoretiske, stramme klimakrav er meget svære (og dyre) at opnå i virkeligheden - og mange gange unødvendige

Placering af sensorer er ofte ikke ideel ift. en stabil og robust regulering

Ikke-udstillingsområde driftes som et udstillingsområde

Den mekaniske tilførsel af friskluft er generelt høj

Natdrift (standby) i udstillingsområder af ventilation bør introduceres flere steder

# Fremadrettet

- Fokus på evaluering af energiperformance
- Indarbejde metoder og rutiner i dagligdagen – så man er forberedt når projektet slutter
- Øge bevidstheden i hele institutionen for balancen mellem optimal (op)bevaring og energirigtig drift
- Låneaftaler – hvordan håndteres krav, internt og eksternt



Snak med sidemanden/-kvinden (3 min):

Hvad er jeres største  
udfordring for at arbejde  
med energirigtig drift?

# Krav til indeklima (luft)

| Område                           | Temperatur                                         | Fugtighed                                | Luftkvalitet                                                                                                                                  | Andet                                                                                            | Kilde                                                                                                   |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Faste</u> arbejdspladser      | 20-22°C                                            | Normalt ikke behov for befugtning        | CO <sub>2</sub> : Maks. 1000 ppm<br><i>[svarer ca. til 35 m<sup>3</sup>/h pr person]</i>                                                      | Lufthastighed under 0,15 m/s                                                                     | <a href="#">Indeklima - Arbejdstilsynet (at.dk)</a>                                                     |
| Udstillingsområde (med publikum) | 19-25°C<br><i>[16-25°C]</i><br><br>(sæsonvarieres) | 40-60 RF%<br><br>+/- 10 RF% per 24 timer | CO <sub>2</sub> : Iht valgte indeklimaklasse<br><br><b>NB!</b> Større mængder af VOC'er i indeluft kan nedbryde genstande/værker              | <b>NB!</b> Nogle materialer bevares bedst ved andre betingelser – <u>spørg din konservator</u> 😊 | <a href="#">Bizot Green Protocol - 2023.pdf (cimam.org)</a><br><br><i>Publikumskomfort: DS/EN 16798</i> |
| Opbevaring/lager (uden publikum) | 16-25°C<br><br>(sæsonvarieres)                     | 40-60 RF%<br><br>+/- 10 RF% per 24 timer | CO <sub>2</sub> : Ingen krav (=ikke behov for frisk luft)<br><br><b>NB!</b> Større mængder af VOC'er i indeluft kan nedbryde genstande/værker | <b>NB!</b> Nogle materialer bevares bedst ved andre betingelser – <u>spørg din konservator</u> 😊 | <a href="#">Bizot Green Protocol - 2023.pdf (cimam.org)</a>                                             |



FULL

#### RoomAlyzer FULL måler:

- Temperatur
- Luftfugtighed
- Reel Co2
- Voc
- Lys og lysstyrke
- Lyd
- Pir-sensor



MINI

#### RoomAlyzer MINI måler:

- Temperatur
- Luftfugtighed
- Pir-sensor

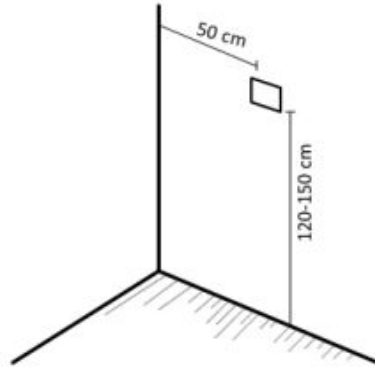


MICRO

#### MICRO måler:

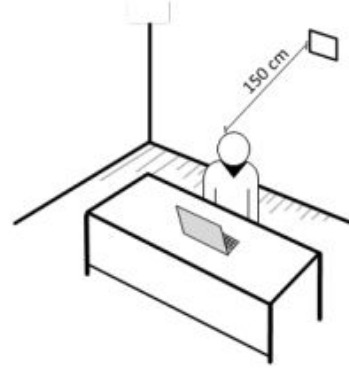
- Temperatur
- Luftfugtighed

# Placering af sensorer



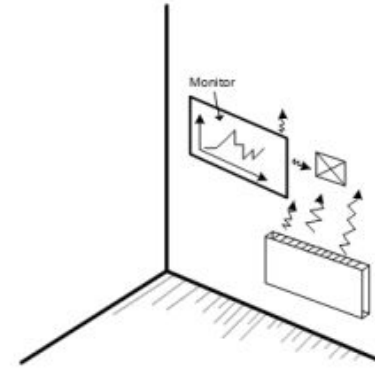
## Gulv og hjørner

Sensoren placeres mellem 120 og 150 cm. over gulv og mindst 50 cm. fra hjørner.



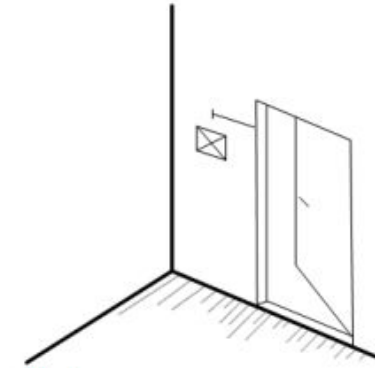
## Siddepladser

Sensoren placeres mindst 150 cm. fra siddepladser og steder med længerevarende ophold.



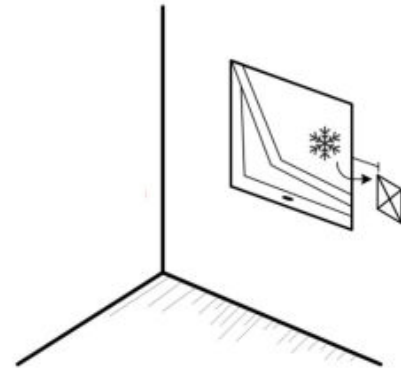
## Varmekilder

Sensoren placeres ikke i nærheden af varmekilde f.eks. radiator, TV og andet elektronisk udstyr.



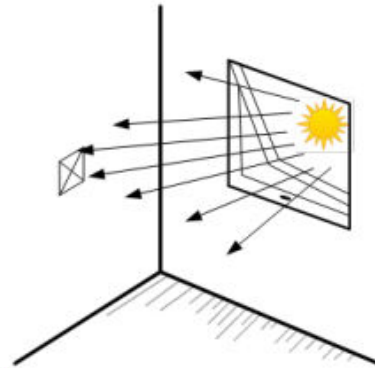
## Døråbninger

Sensoren placeres ikke ved en dør som ofte står åben.



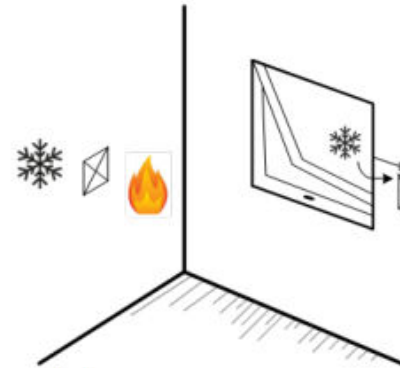
## Vinduer

Sensoren placeres ikke ved et vindue eller yderdør, for at undgå at sensorer påvirkes af ude-temperaturen.



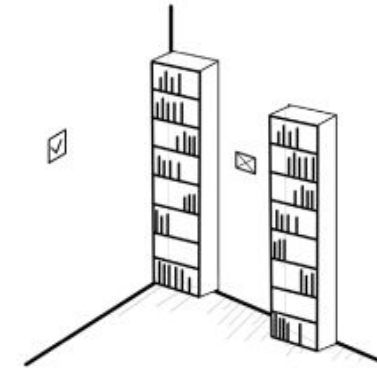
## Sollys

Sensoren placeres så den ikke udsættes for direkte sollys. Husk at tage højde for når solen står lavt og orienteringen af



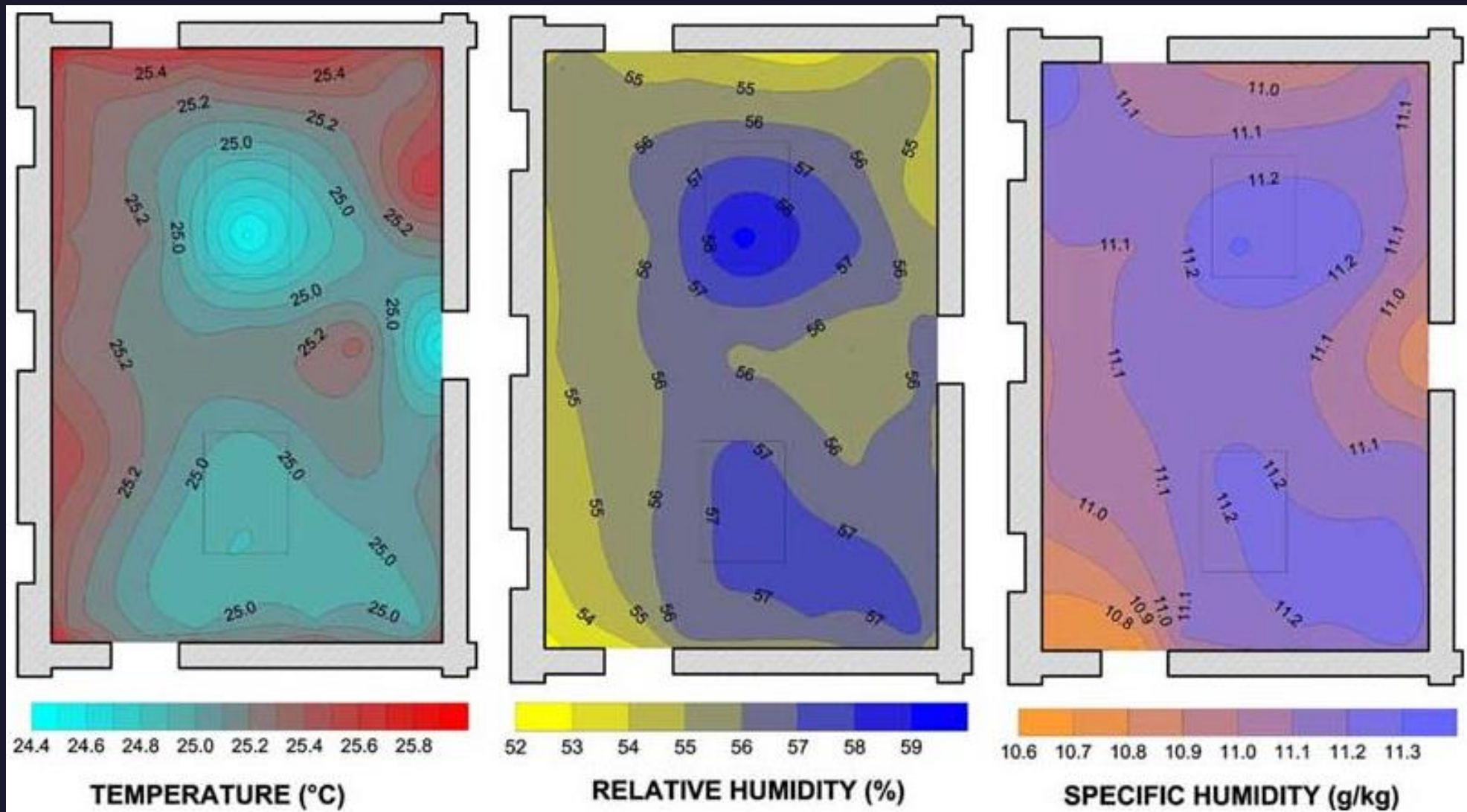
## Overflader

Sensoren placeres ikke på en varm eller kold overflade, herunder bl.a. ydervægge i ældre bygninger.



## Omgivelser

Sensoren placeres så luft frit kan strømme forbi føleren, f.eks. på en plan væg.



## Electricity Performance (2023)

Verification on all active sites

Number of sites: 7

Annualized Savings

# 164 MWh

38 tCO<sub>2</sub>e 327,969 DKK

Total Verified Savings in 365 days

16%

Planned

Energy

163,984  $\nearrow$  11,600

kWh

Carbon

37,646  $\nearrow$  2,700

kgCO<sub>2</sub>e

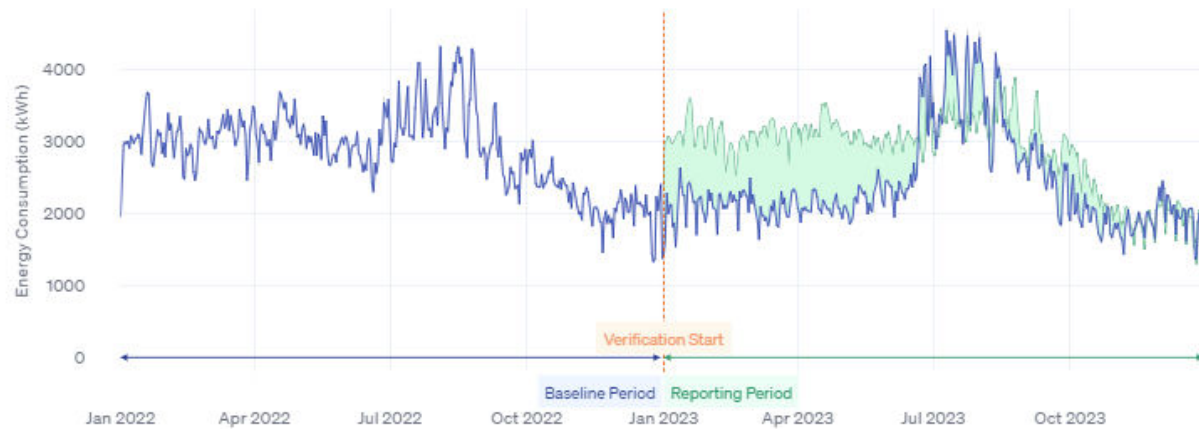
Cost

327,969  $\nearrow$  23,000

DKK

Hourly **Daily** Weekly

Measured baseline consumption Measured reporting consumption Adjusted baseline consumption



## Getting Climate Control under Control, all buildings

Verification on all active sites

Number of sites: 2

Edit details

Annualized Savings

# 46 MWh

10 tCO<sub>2</sub>e 91,317 DKK

Total Verified Savings in 176 days

19%

Planned

Energy

28,041  $\nearrow$  6,800

kWh

Carbon

6,437  $\nearrow$  1,600

kgCO<sub>2</sub>e

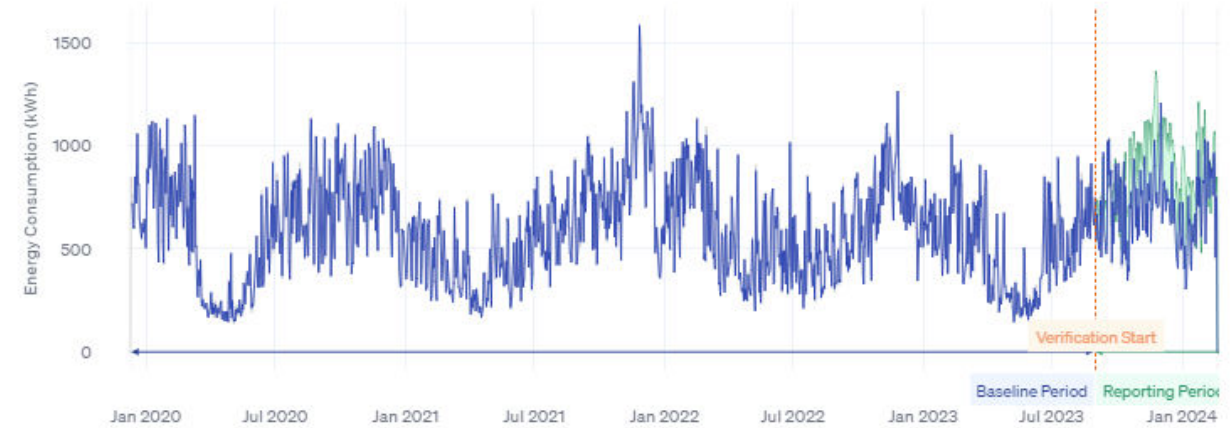
Cost

56,083  $\nearrow$  14,000

DKK

Hourly **Daily** Weekly

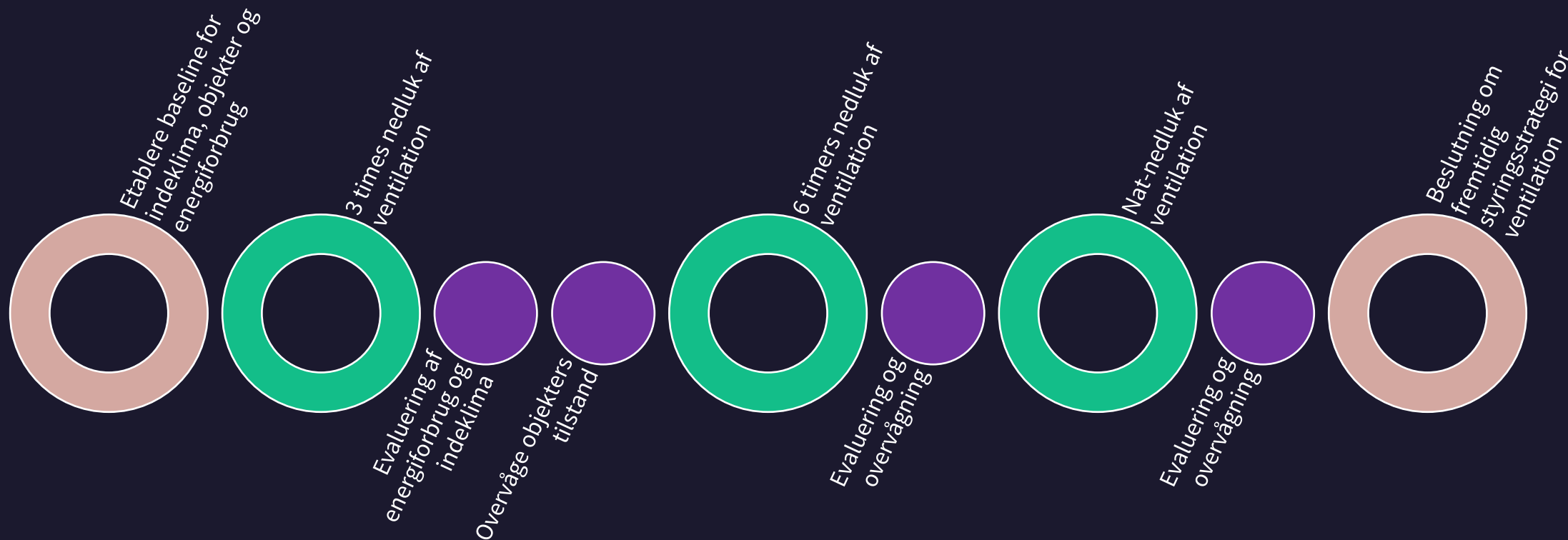
Measured baseline consumption Measured reporting consumption Adjusted baseline consumption



# ENTO



# Nedluk af ventilation – eksempel på tilgang



Udføres i et fællesskab mellem driftsmedarbejdere, konservatorer, registratorer og evt. bæredygtighedsansvarlige

### Temperatur



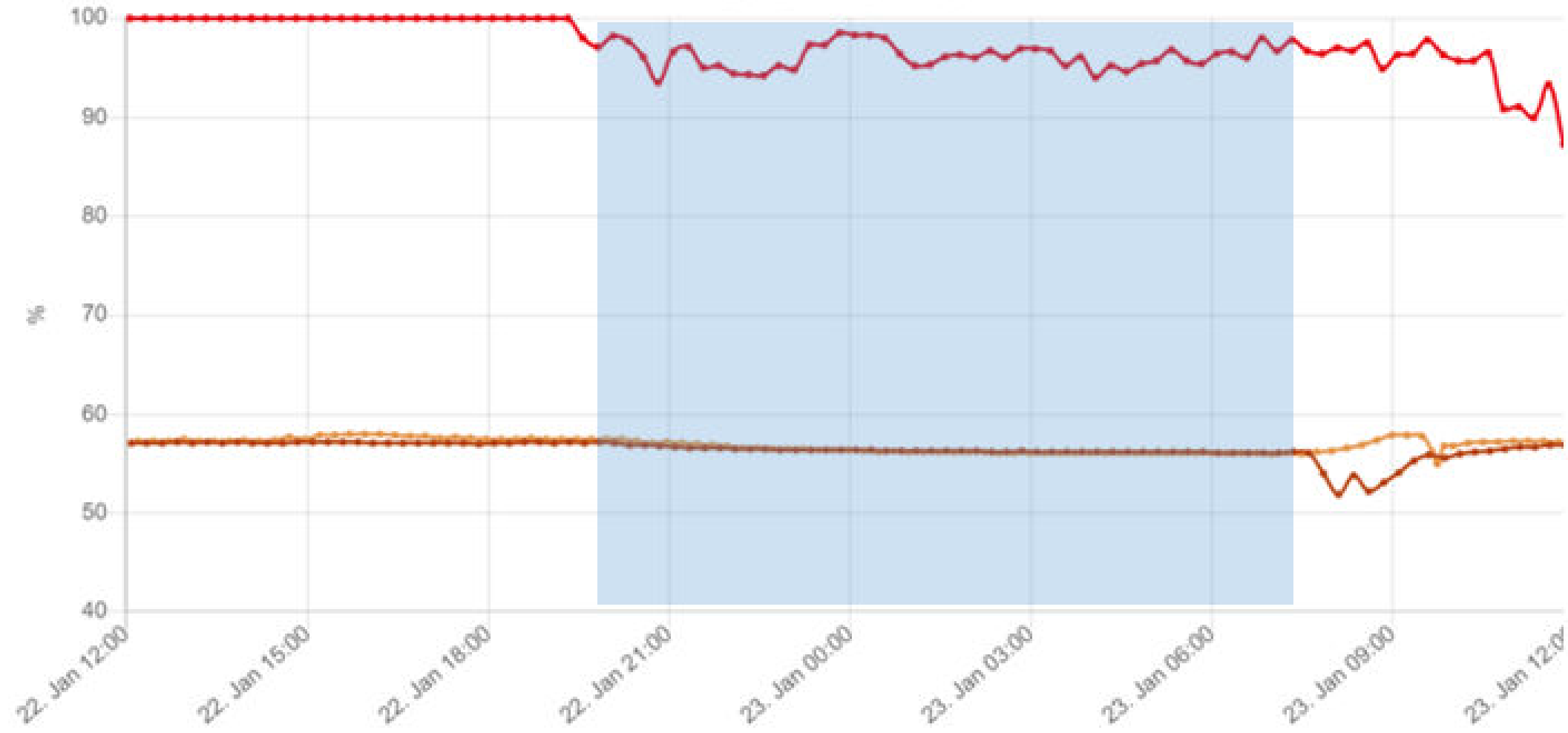
### Luftfugtighed (RH%)



# Temperatur



# Luftfugtighed (RH%)





# Kom godt i gang

- Etablér en struktur for arbejdet med at reducere CO<sub>2</sub>-udledning og energiforbrug
  - Nedsat en fast tværfaglig arbejdsgruppe
  - Start i det små, men tænk det til det hele
  - Fx regelmæssige møder med relevante faggrupper
- Få hele organisationen med – særligt chefen
- Byg på i små steps (risikobaseret tilgang) og lær fra andre



**BYGNINGS-  
REGLEMENTET  
§295**

## § 295

I nye bygninger omfattet af § 260 med et dimensionerende varmebehov eller kølebehov over 290 kW skal der installeres bygningsautomatik til styring af de tekniske anlæg.

*Stk. 2.* I eksisterende bygninger omfattet af § 260 med et dimensionerende varmebehov eller kølebehov over 290 kW skal der installeres bygningsautomatik til styring af de tekniske anlæg, hvis det er teknisk gennemførligt og rentabelt, jf. § 275. Installationen skal være gennemført inden udgangen af 2025.

*Stk. 3.* Bygningsautomatik efter § 295 og § 296 udgøres af det samlede system, der benyttes til at regulere og styre de tekniske anlæg. Systemet skal være i stand til:

- 1) løbende at overvåge og analysere energiforbruget,
- 2) at kommunikere med de tekniske anlæg og regulere disse anlæg energieffektivt efter behovet i bygningen,
- 3) at kunne udtrykke den energimæssige effektivitet af bygningen og dens tekniske anlæg, og
- 4) detektere fejl i anlæggene og underrette driftspersonalet om fejlene.

## § 296

Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af bygningsautomatik inden ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal påvise, at bygningsautomatikken er korrekt installeret og reguleret, virker efter hensigten og giver bygningen den forudsatte energimæssige effektivitet.

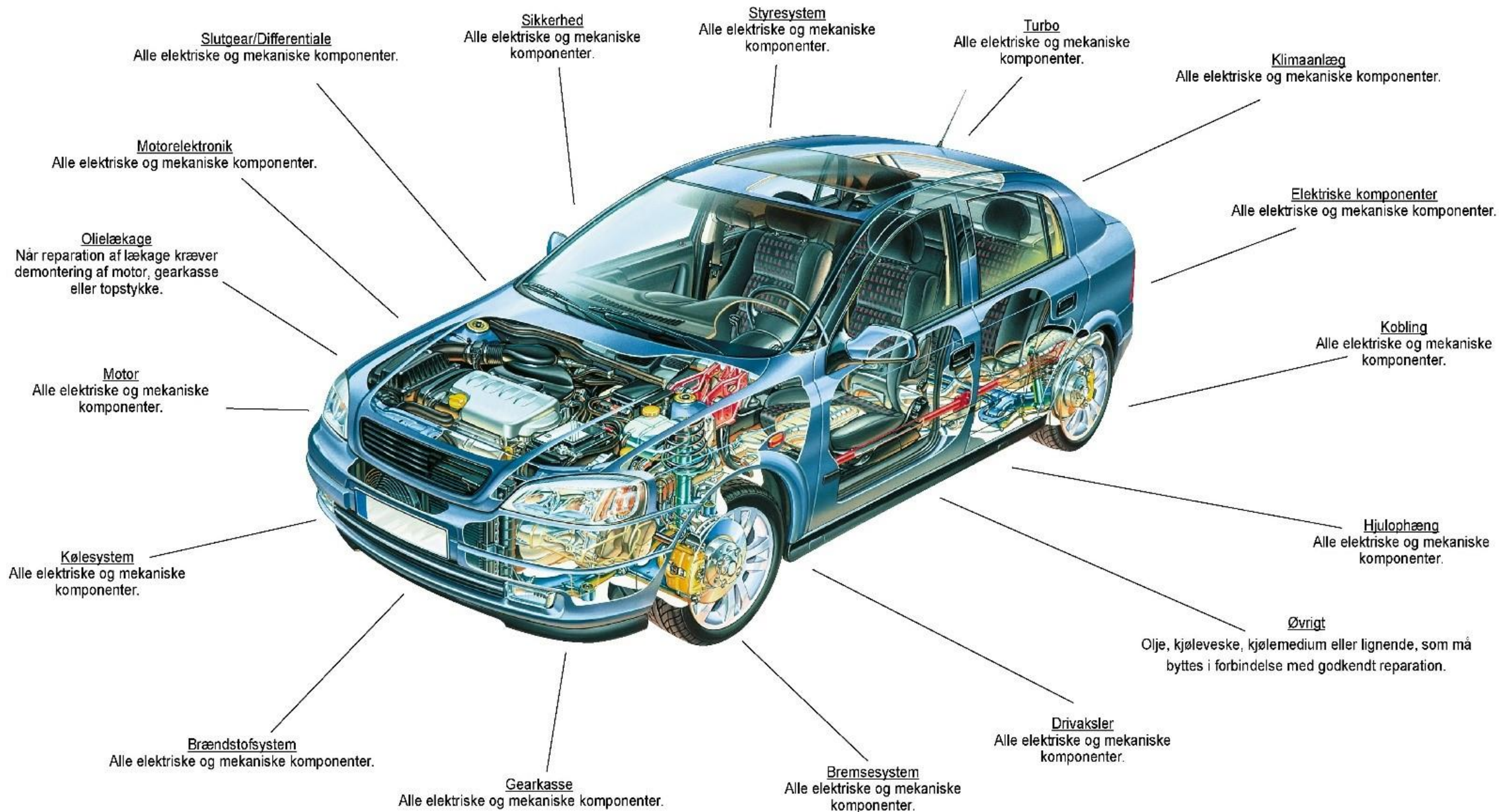
### 9.3.

#### Omfang, eksisterende bygninger:

For de fleste eksisterende større bygninger vil det kunne betale sig at etablere den krævede bygningsautomatik, specielt hvis det sker, når automatikken alligevel skal skiftes eller opgraderes. Der kan dog være nogle bygninger, der har forholdsvis ny automatik, som det ikke kan betale sig at udskifte inden 2025, eller hvor der ikke kan ske en opgradering.

§ 295 stk. 2 anvender på baggrund af EPBD-teksten begreberne "teknisk gennemførligt" og "rentabelt". I virkeligheden er der nok sjældent noget, som ikke er teknisk gennemførligt. Det er normalt alene et spørgsmål om, hvor dyrt det er. Så rentabiliteten af udskiftningen eller opgraderingen er egentlig det centrale spørgsmål i eksisterende bygninger.




Rentabilitet opgøres som for andre tiltag i eksisterende bygninger i henhold til § 275.





For detaljeret information læs de fuldstændige vilkår og betingelser.








### Fælles krav:






-  Fælles eller separat system
-  Automatisk dataudveksling mellem systemer, hvis separate systemer
-  Skal kunne betjenes fra samme enhed (fx PC)

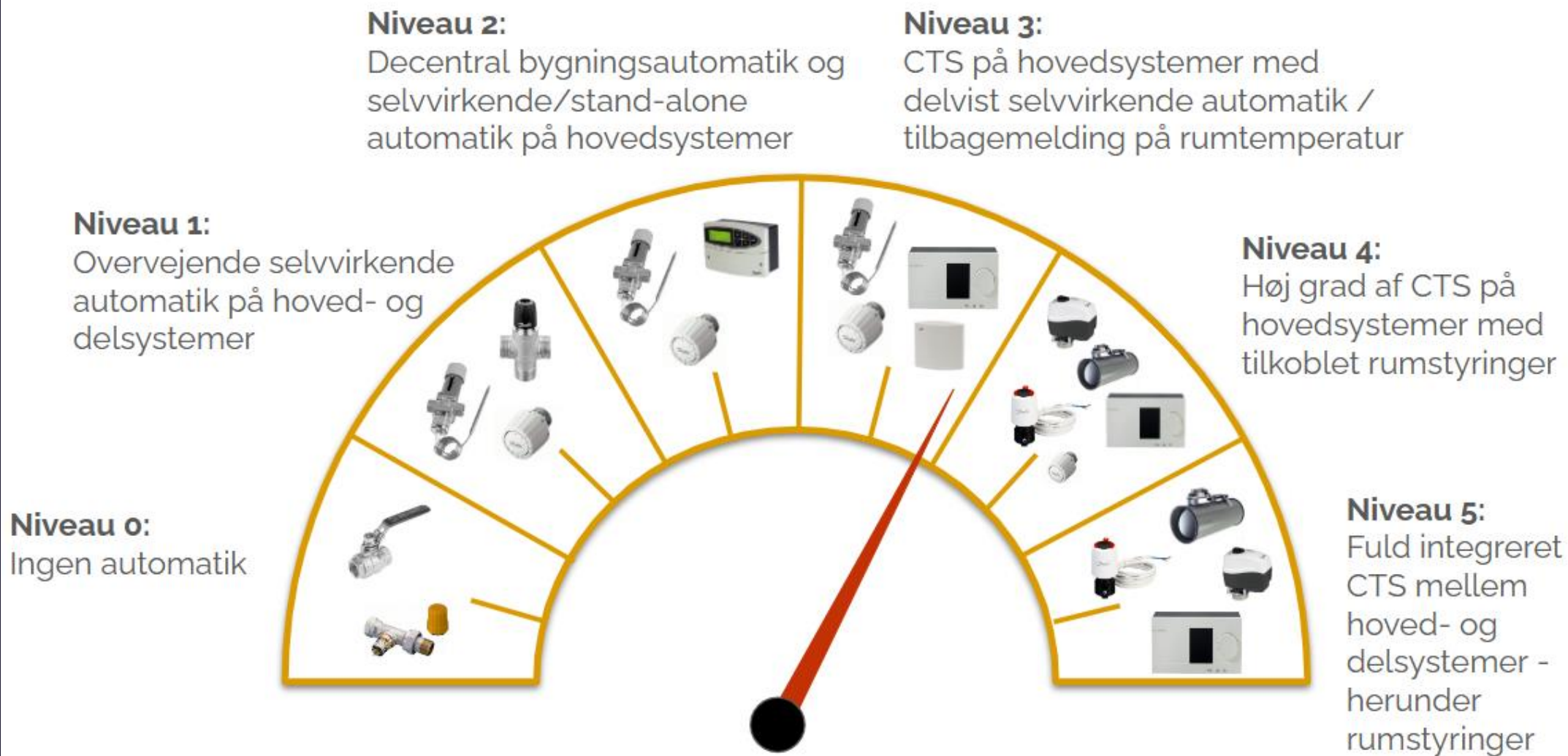
-  Dynamiske anlægsbilleder med aktuelle værdier, driftsform og alarmer
-  Væsentlige alarmer direkte til driften (fx mobil)

### Måler-/forbrugsdata:

-  Alle forbrugs- og energimålere
-  Time | mindst 10 år
-  Diagrammer og tabeller
-  Sammenholdes med vejrdata
-  Afvigelse i forventet forbrug

### Regulerende/styrende parametre:

-  Data fra alle parametre der er tilkøbet bygningsautomatik
-  5 minutter | mindst 60 uger
-  Valgfri (typisk grafer)
-  Etablere ad hoc logninger med valgfri opløsning og tid
-  Fejldetektering, driftsstatus, pendlende signaler og vedligehold af anlæg



# Energirigtig drift på museet

Hvor energieffektiv er dit museums bygningsdrift?

Bygninger bruger ofte markant mere energi end nødvendigt, og i visse tilfælde kan selv små justeringer resultere i mærkbare besparelser.

Formålet med kurset er at understøtte indsætter omkring energioptimering og gøre deltagerne bedre i stand til at løse opgaven. Kurset fokuserer på de væsentligste teknologier og energiforbrugende installationer, som f.eks. ventilation, hvor der ofte er mulighed for energibesparelser.

## Indhold og form

Indholdet er primært teoretisk, men tager udgangspunkt i deltagernes hverdag. Målsætningen er, at den enkelte deltager kan gå hjem på museet og identificere og gennemføre energibesparende tiltag.

### Temaer:

- Hvordan spiller energi, indeklima, adfærd og CO2-udledning sammen?
- Forståelsen af et ventilationssystem
- Hvordan påvirker driftsparametre ventilationsanlæggets energiforbrug?
- Driftsstrategier og systemer
- Effektiv brug af varme- og køleanlæg
- Anvendelse af data og sensorteknologi i driften

## Målgruppe

Forvaltere, driftsansvarlige og andre, der til dagligt arbejder med driften af bygninger og de processer og strategier, der understøtter og spiller sammen med dette.

## Undervisere

Civilingeniør Lasse Skammelsen Trankjær er ansvarlig for den faglige del af undervisningen, som udføres sammen med kollegaer fra Teknologisk Institut under Energi og Klima Divisionen.

## En del af Museernes Grønne Akademi

Museernes Grønne Akademi har til formål at bidrage til museernes grønne omstilling med viden og kompetenceudvikling. På akademiets kurser får du inspiration og konkrete redskaber til at arbejde med dit museums grønne omstilling, både når det gælder bevaring, udstillinger, bygninger og generel drift og ledelse.

Læs mere om Museernes Grønne Akademi [her](#).

Dato:

**17. apr. 2024**

09:30 - 16:30

Sted:

Vartov, Kbh

Målgruppe:

Forvaltere og andre med ansvar for driften af museets bygninger.

Underviser:

Lasse Skammelsen Trankjær



Tilmeldingsfrist:

17/03/2024

Priser:

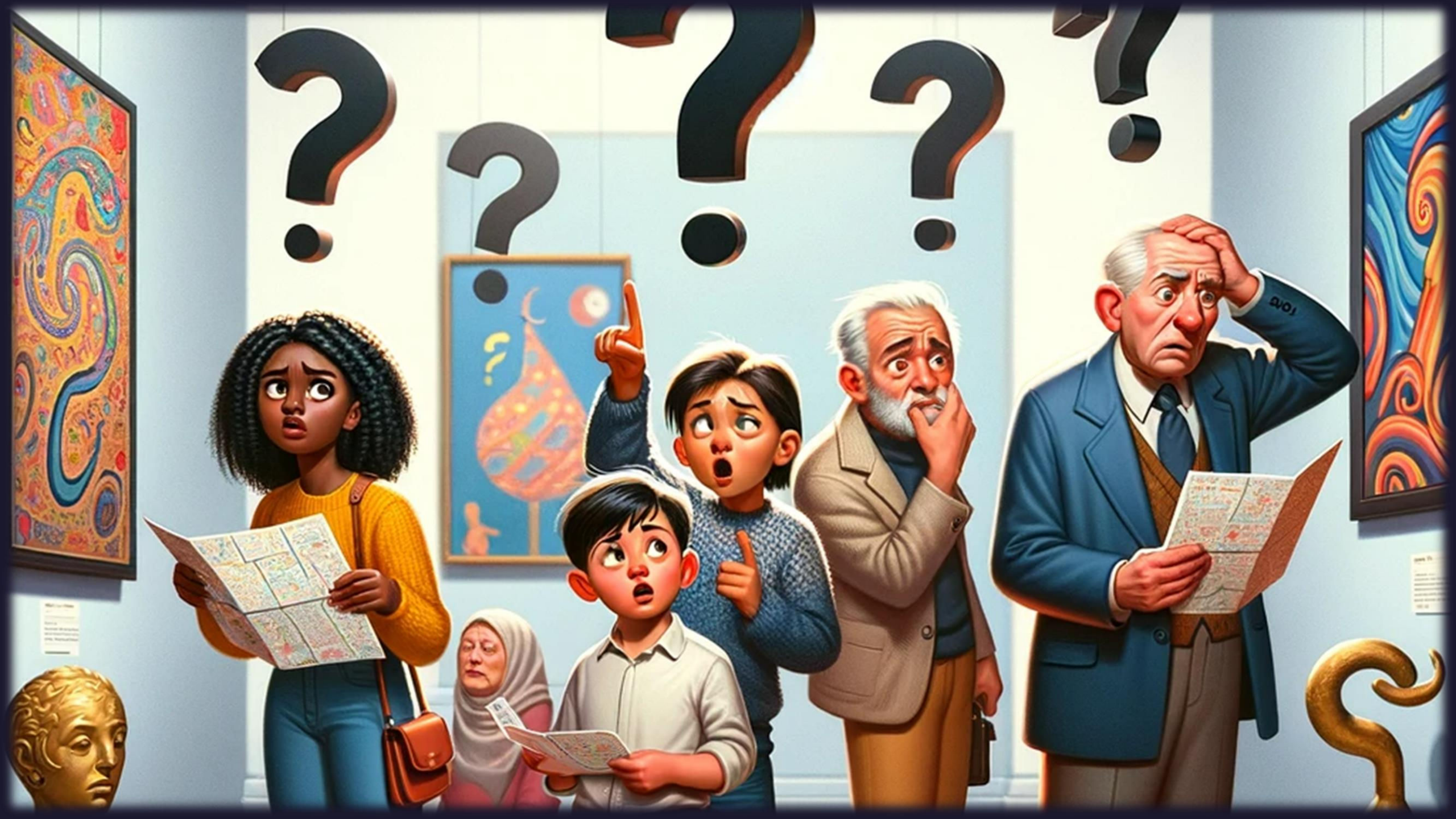
DKK 1.950 inkl. frokost (ODM-medlem)

DKK 2.925 inkl. frokost (ikke-medlemmer)

Der gives 10% rabat til medlemmer ved tilmelding af mindst to fra samme museum/institution.

Tilmelding








**Jakob Nørby**

Datadrevet energirådgiver

 [jn@4bc.dk](mailto:jn@4bc.dk)

 6128 9861