



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Uddannelses- og
Forskningsministeriet

—
Styrelsen for Institutioner
og Uddannelsesstøtte

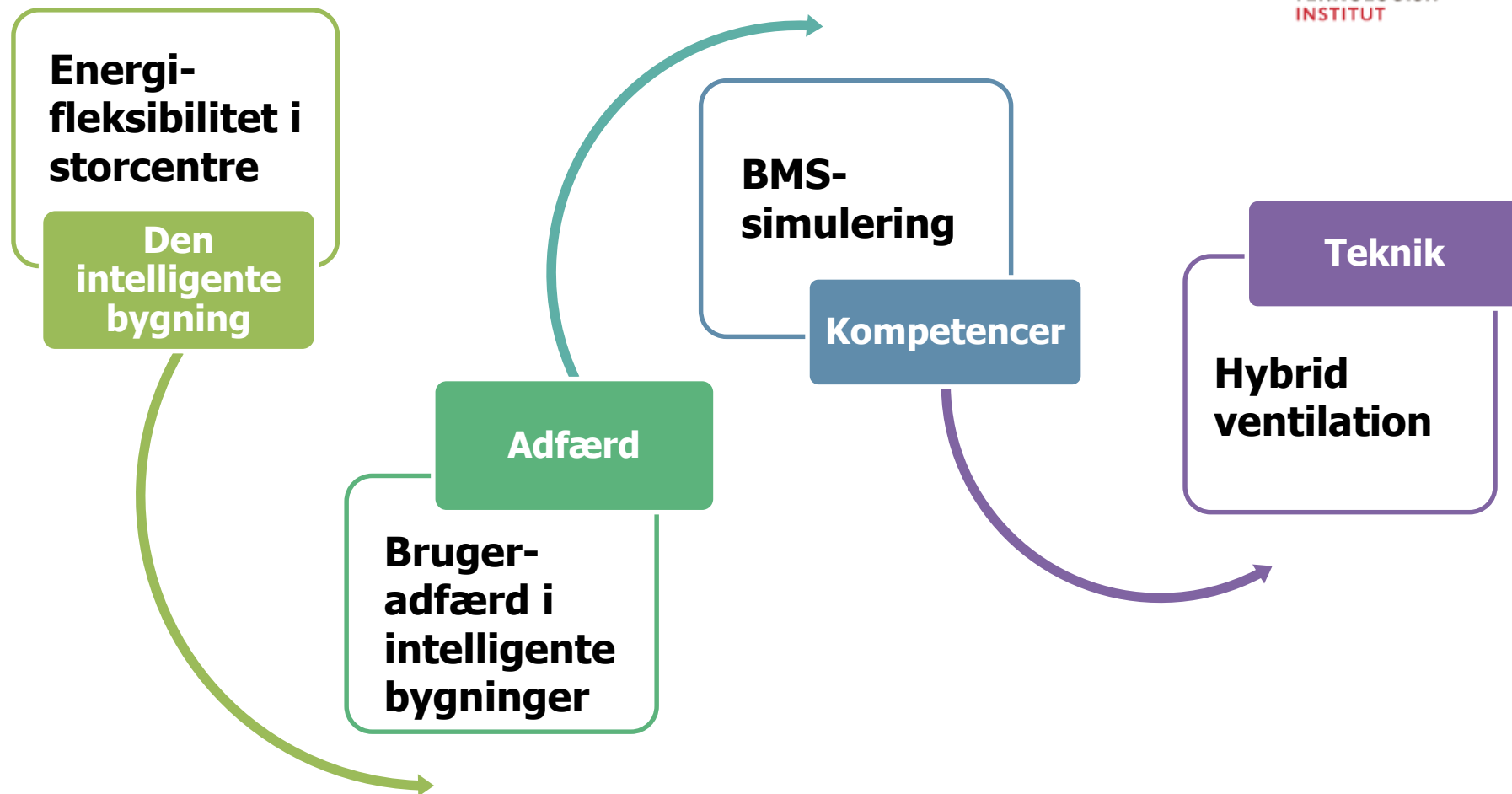
Case stories fra Teknologisk Institut

Christian Holm Christiansen, *Seniorspecialist* cnc@teknologisk.dk
Babette Peulicke Slott, *Antropolog* bpke@teknologisk.dk
Asger Skød Søvsø, *Konsulent* asov@teknologisk.dk
Teknologisk Institut, *Energieffektivisering og ventilation*

Kim Kronby,
JS ventilation

Direktør

Intelligent Bygningsdrift



Med delfinansiering fra bl.a.:



SMART ENERGY BUTIKSCENTRE (SEBUT)

ForskEL-projekt nr. 2016-1-12555
<http://sebut.teknologisk.dk>

Hvorfor butikcentre?

Omfang og potentiale:

- "Butikcentre" i Danmark omfatter: **113 shopping centre, retail parks og stormagasiner, hver med et udlejningsareal > 5000 m²**
- **Samlet udlejningsareal 2,0 mio m²**
- **Fællesarealer af samme størrelsesorden**
- Det vurderes at store shopping centre i Danmark bruger **25-30% af det samlede energiforbrug i detailhandlen.**

Forretning:

- Langsigtede investorer fx pensionskasser
- Typisk gennemsnitligt afkast: 5-6%
- Investering i indeklima og energibesparelser anvendes allerede som middel til at optimere afkast

Den holistiske tilgang

- **Formålet** med SEBUT-projektet er at udvikle, demonstrere og formidle **innovative energifleksible løsninger til butikcentre**, der samlet set giver **værdi for ejere, brugere og leverandører**.
- **Visionen** er, at der gennem en **holistisk tilgang** til det enkelte butikscenter kan skabes merværdi baseret på optimeret **indeklima, styring** af tekniske installationer samt udnyttelse af egen **energiproduktion, overskudsvarme** og **lagring**, det hele i samspil med kollektive energiforsyningers **energi- og systemydelser**.
- **Projektperiode:** 2017-2019



Værdien af energifleksibilitet på den korte og lange bane

Fjernvarme (og fjernkøling):

- **Afkølingstariffer/nettariffer** – både "straf" og motivation
- **Variable fjernvarmetariffer** fx sæsonbaserede, evt. timebaserede
- Hybride anlæg og mulighed for "**Fuel shift**" mellem el og fjernvarme
- **Salg af overskudsvarme** fx fra køleanlæg (+20 supermarkeder)
- Udnyttelse af **eksisterende kølemaskinekapacitet til fjernkøling**

El:

- Deltagelse i **regulerkraftmarkedet**. Minimum budgrænse sættes ned fra 10 MW til 5 MW pr. december 2017. Budgrænse 2020: 1 MW? Balanceansvarlige (BRP) kan pulje mindre enheder (**aggregering**)
- **Variable nettariffer** til distributionsselskabet (DSO) timebaseret på baggrund af kWh-forbrug (Tarifmodel 2) fx NRGi & Radius. Tarifmodel 3: nettariffer delvist på baggrund af **max. effekttræk**. Klar i 2020?
- **Variable eltariffer**
- **Egenproduktion af el** fra solceller, UPS/nødanlæg/batteri (reserve)

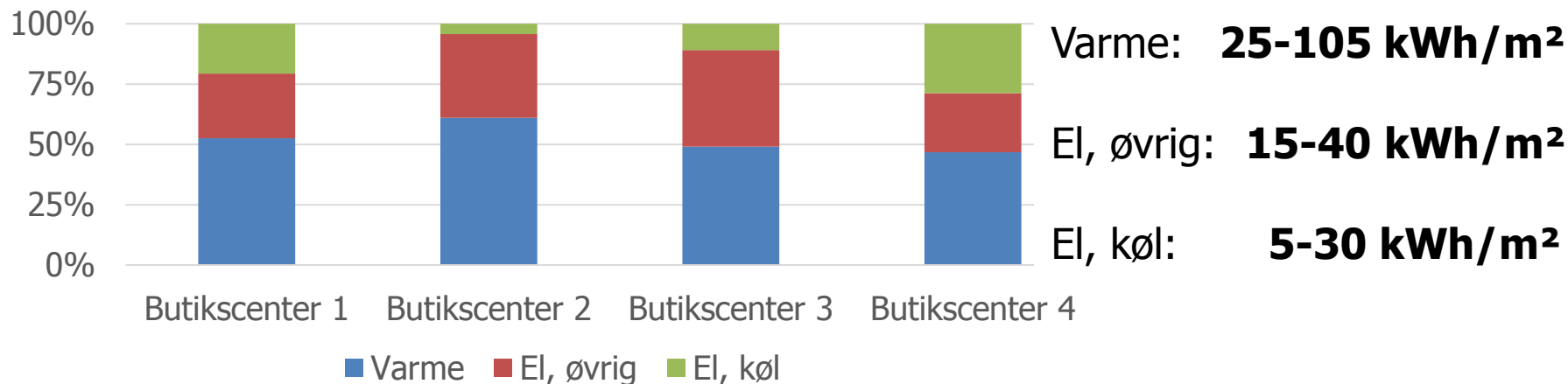
Butikscentre er forskellige og mulighederne er forskellige

Butikscenter 1

- 50.000 m²
- Lange gangarealer, 1 plan
- Mange mindre ventilationsanlæg
- Mange chillere på tag
- Fancoils i hver butik med køle- og varmeflade
- Køleforbrug hele året

Butikscenter 2

- 100.000 m²
- Stort åbent fælles areal, 3 plan
- Store ventilationsanlæg
- Store centrale kølemaskiner
- Ingen fancoils i butikker (enkelte sat op af butikken selv)
- Køleforbrug primært sommer



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

-
- The diagram illustrates a complex HVAC system. At the top, a 'Ventilationsaggregat' (ventilation unit) is shown with various sensors and actuators. Below it, a 'Chiller' is depicted with two cooling coils. At the bottom, a 'Fancoil' is shown with a fan and a coil. The diagram includes numerous labels for sensors (e.g., -P203, -P101, -TC01, -SM1, -MV1, -MV2) and actuators, as well as temperature readings (e.g., 11,7 °C, 16,0 °C, 10,8 °C, 8,0 °C). The system is connected to a central water loop, with arrows indicating the flow of water and air.

Case med styring af installation med fancoils i butikkerne

Måle- og driftsdata fra mange forskellige kilder:

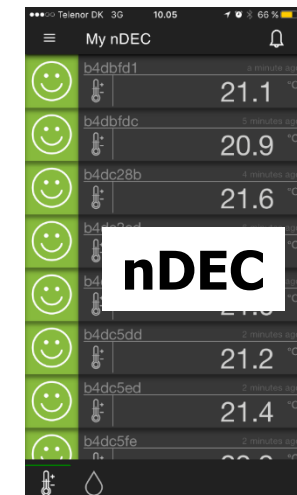
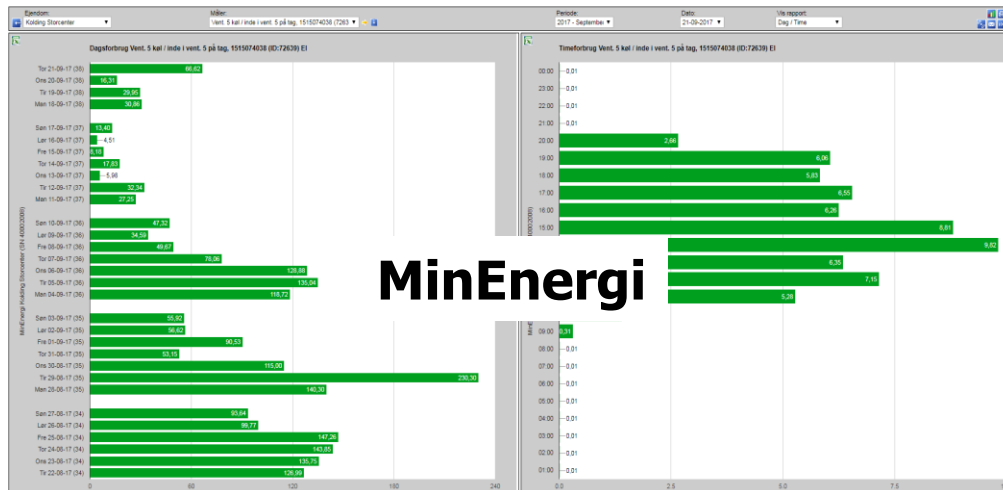
- BMS-systemet (sætpunkter, positioner, målepunkter mv.)
- MinEnergi: Bimålinger af el på chillere og ventilationsanlæg mv.

I udvalgte butikker:

- nDEC – fugt og temperaturmålinger (trådløs)
- PowerTag – elforbrug for fancoils (trådløs)



PowerTag



I lyset af de mange muligheder:

- Er der allerede de data, der er brug for eller skal der flere til?
- Kan den stigende kompleksitet håndteres fornuftigt med de nuværende værktøjer?
- Vil bygninger blive en aktiv spiller i det energifleksible energisystem eller er det mere sandsynligt, at det ikke kommer til at ske?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Om brugeradfærd i intelligente bygninger

- Og hvorfor energieffektiv drift kræver langt mere end intelligente teknologier og data

Babette Peulicke Slott, energiantropolog

Fra private boliger til LEED-certificerede, intelligente byggerier:
Brugeradfærd har direkte indflydelse på energiforbrug og
indeklima



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Bedre indeklima og energibesparelser

Nye bygninger og renoveringer:

- Nye teknologier
- Intelligente løsninger
- Big data
- IoT



Performance-gap

- Uoverensstemmelse mellem forventninger og realitet (indeklima og energiforbrug)





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Hvordan opnås det fulde potentiale?

- Indtænke adfærd for at udnytte bygningens rammer og teknologiens muligheder optimalt



Intelligente løsninger i forskellige bygninger

Antropologiske studier på:

- Folkeskoler
- Kontorbygninger
- Shoppingcentre
- Etageboliger
- Private boliger

Brugergrupper



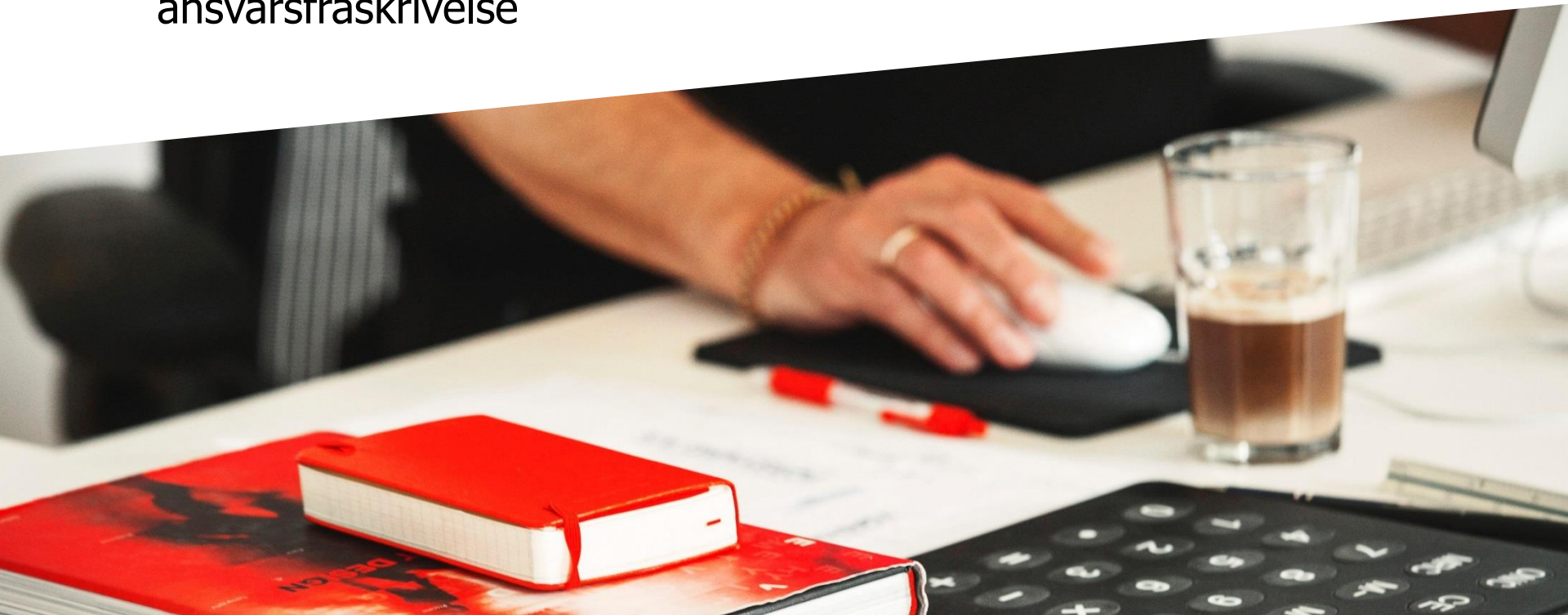
- Slutbrugere
- Driftspersonale



Slutbrugere



- Målte værdier vs. oplevet indeklima
- Interaktion med bygninger på trods af automatisering
- Forkerte forventninger til teknologiske løsninger - ansvarsfraskrivelse



Driftspersonale



// IoT – det er fremtiden. Der kommer til at ske rigtig meget på den front. **Jeg frygter det.** //

Driftspersonale

- Tidspres
- Opgaveløsning ad hoc
 - *Minimal struktur*
 - *Udfordrende med langsigtede strategier*
- Manglende incitamenter
- Personbundne kompetencer
 - *Manglende generelle procedurer*
 - *Manglende kontinuitet ved udskiftning af medarbejder*
- Ønske om at få opdateret viden ift. drift af faste installationer

Konklusion



- Potentialet ved IoT, big data og intelligente teknologier er afhængigt af brugeradfærd.



Anbefalinger



Involver brugergrupper

- Slutbrugere
- Driftspersonale

Tænk adfærd, bygning og teknologier sammen

Lav forventningsafstemning

Brugeres adfærd er afgørende for bygningers performance. Skab forståelse for bygninger og teknologiers muligheder og begrænsninger.

Efteruddannelse af driftspersonale



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak!



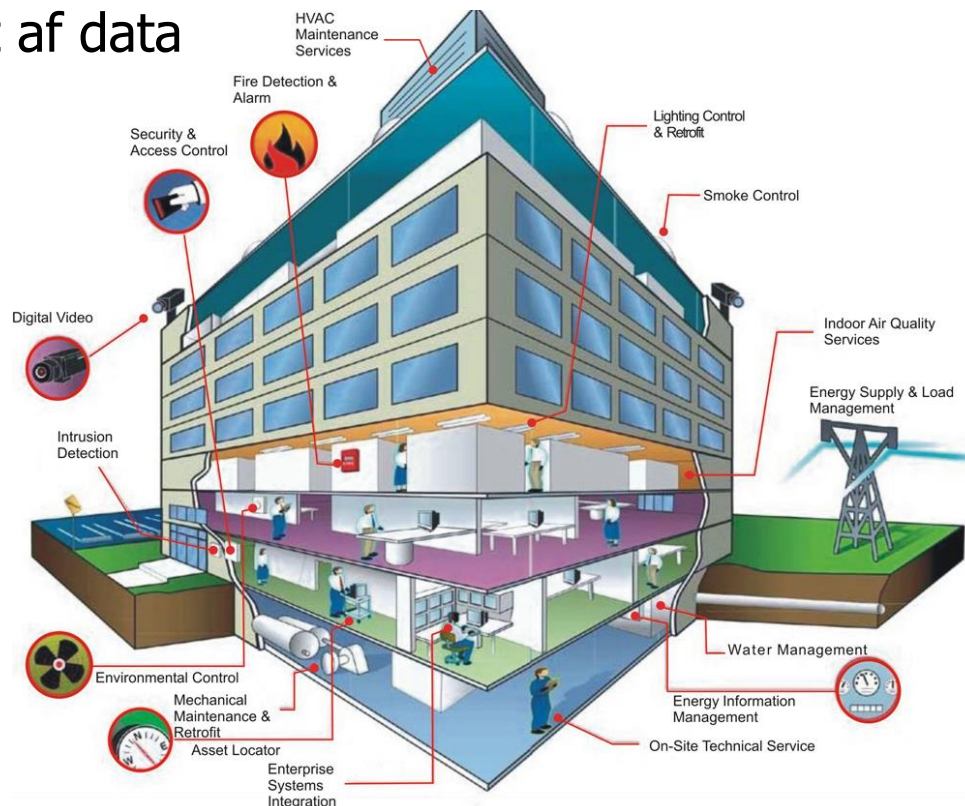
TEKNOLOGISK
INSTITUT

BMS-simulering

Asger Skød Søvsø, Konsulent

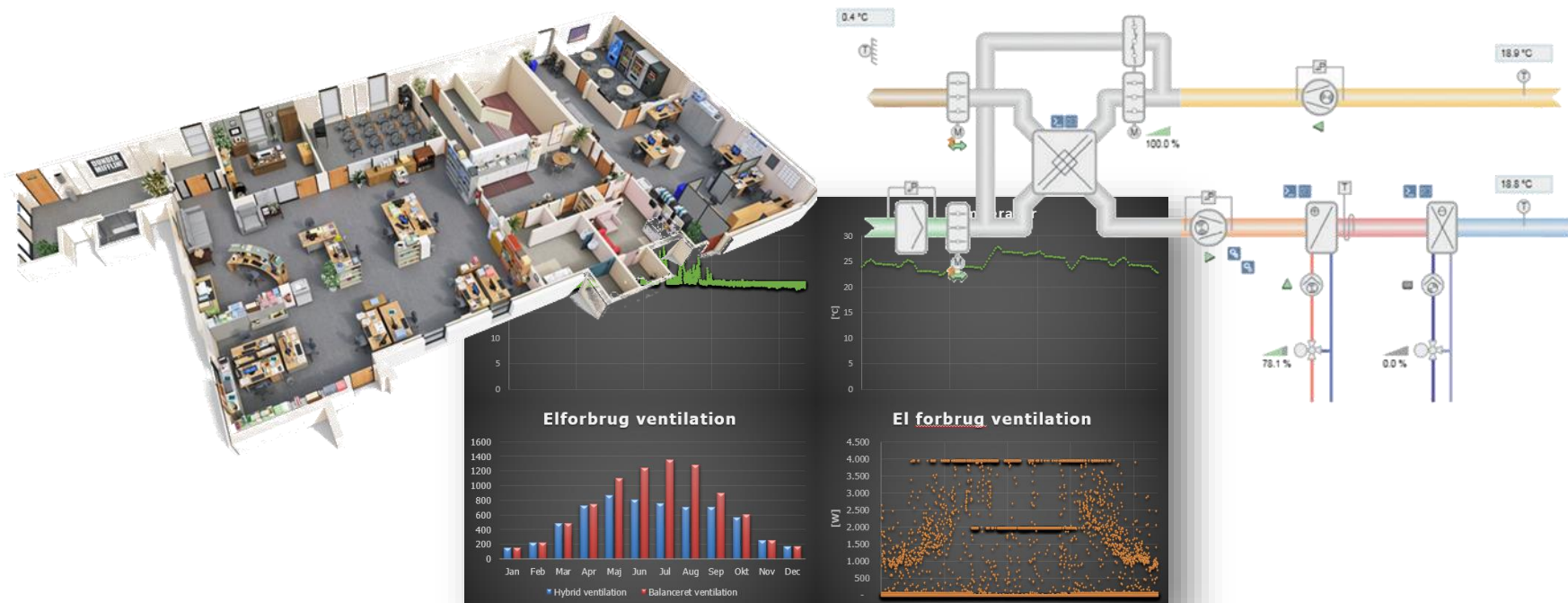
Krav til drift af intelligente bygninger

- Intelligente løsninger endnu ikke autonome
- Forkert drift går ud over energiforbrug og indeklima
- Drift drevet af data

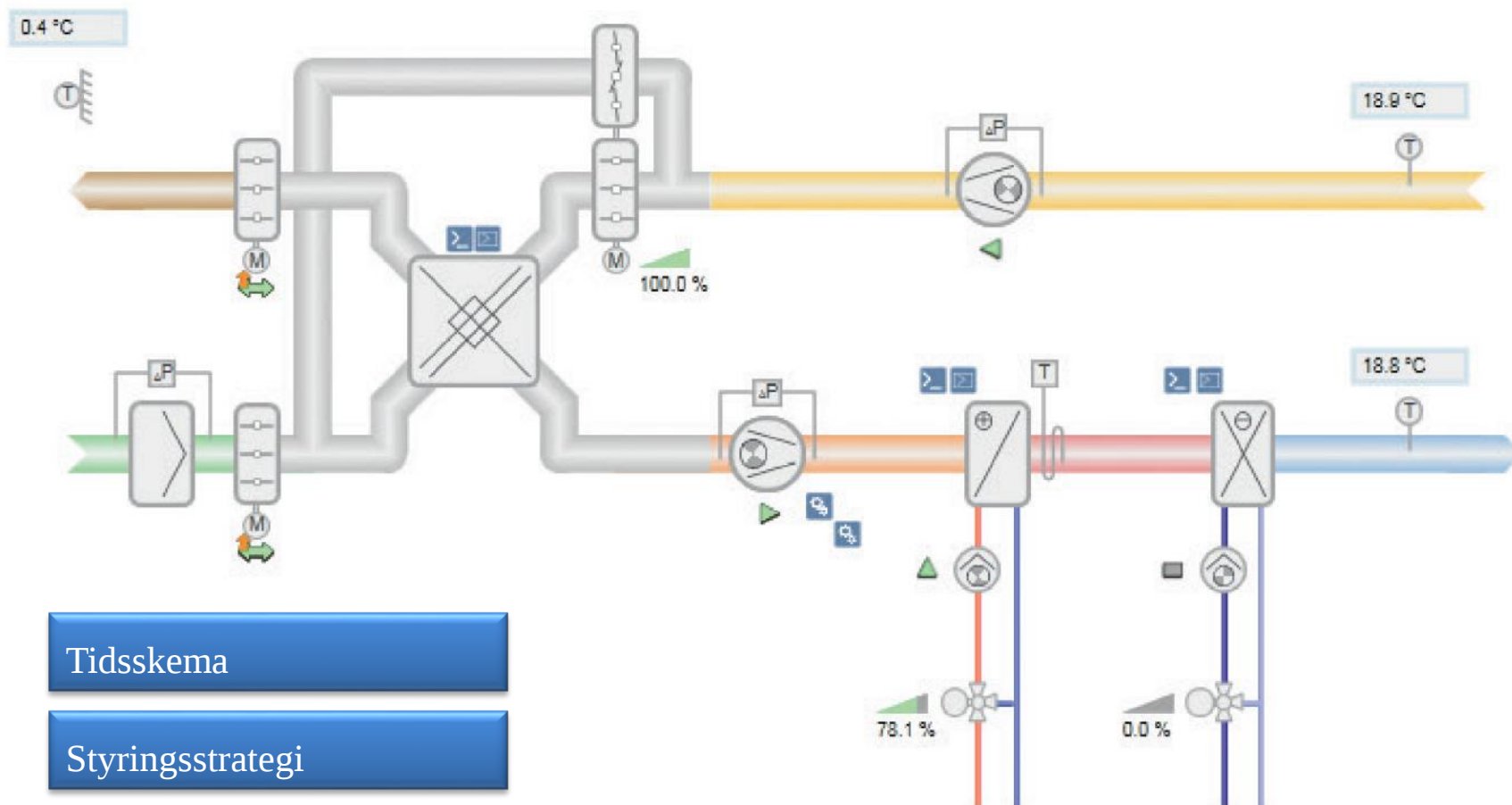


Værktøj til forståelse af intelligent bygningsdrift

- Simulering af BMS / CTS system
 - Virtuel bygning
 - Visualisering af indeklima og energiforbrug
 - Evaluering af forskellige strategier



Værktøj til forståelse af intelligent bygningsdrift



Værktøj til forståelse af intelligent bygningsdrift



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Værktøj til forståelse af intelligent bygningsdrift

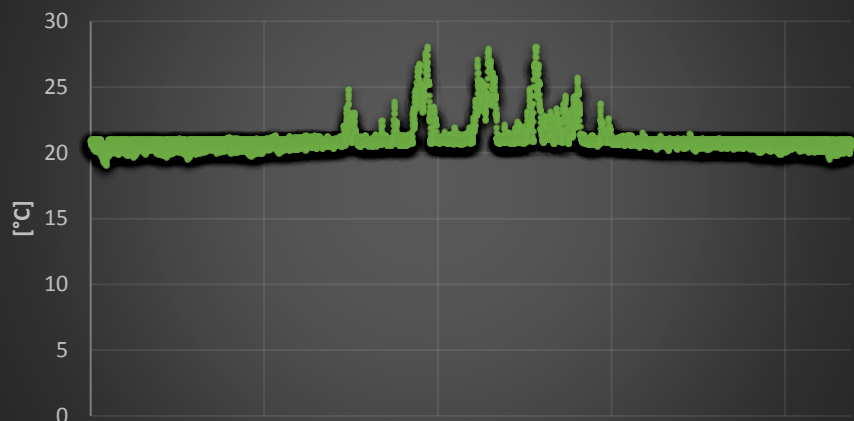


TEKNOLOGISK
INSTITUT

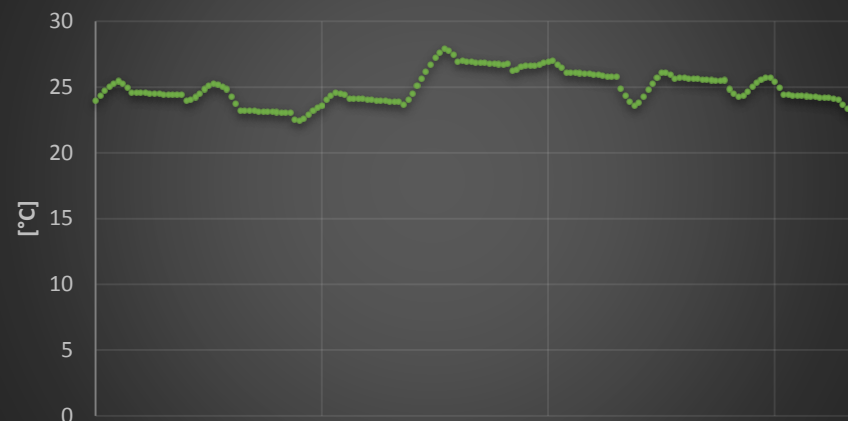


Værktøj til forståelse af intelligent bygningsdrift

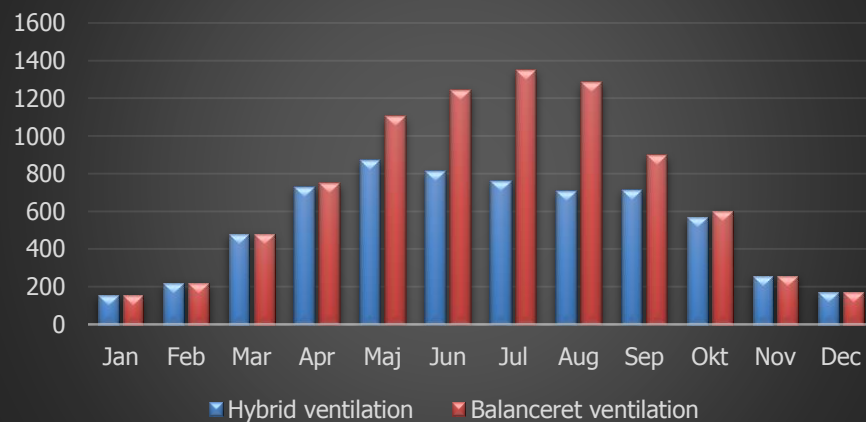
Temperatur



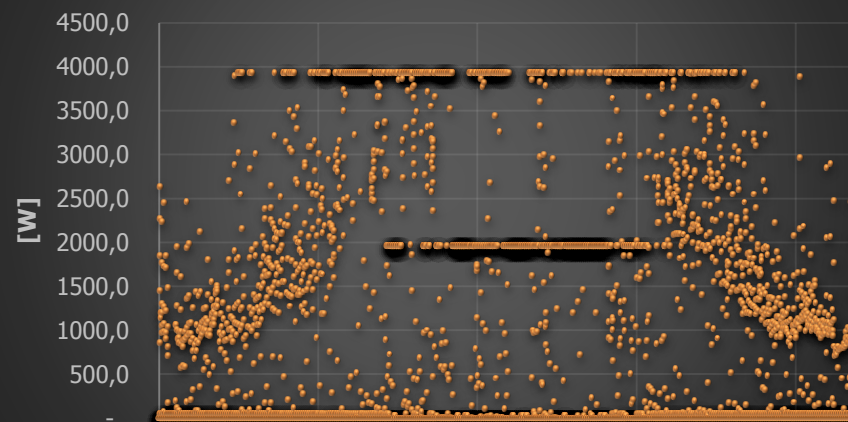
Temperatur



Elforbrug ventilation



El forbrug ventilation



Hybrid ventilation

Kim Kronby, Direktør



Cool Ceiling klimaloft

- med hybridventilation

Vi satte os for at gøre ventilation og køling i lofter mere enkelt.

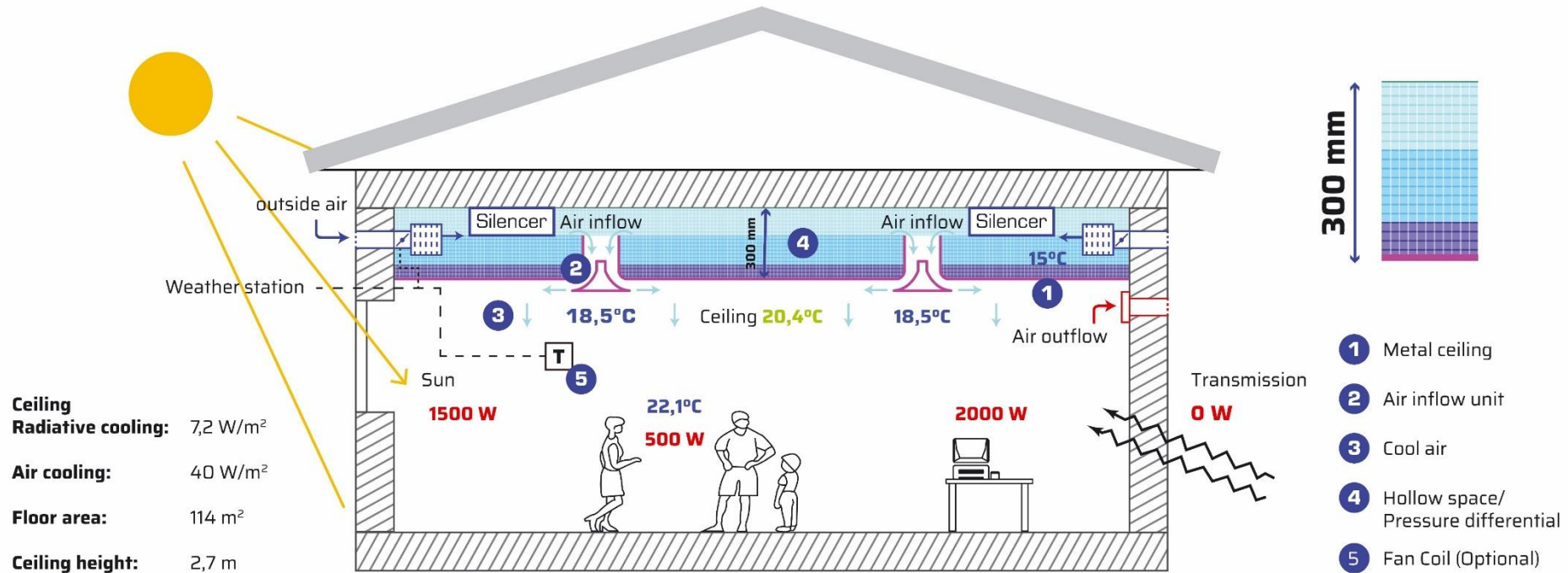
Derfor har vi udviklet Cool Ceiling - et helt nyt loft og klimasystem med mulighed for integreret hybridventilations løsning, der gør byggeri mindre komplekst.

Resultatet: ingen kanaler, designfrihed, reduceret etagehøjde, kortere byggetid og bedre totaløkonomi.

Cool Ceiling med hybridventilation udspringer fra forskningsprojektet ELFORSK.

Konceptet er udarbejdet ud fra et ideoplæg præsenteret af JS ventilation a/s, derefter videre udviklet og testet i samarbejde med Teknologisk Institut.

Ventilationsprincip Cool Ceiling Hybrid løsning

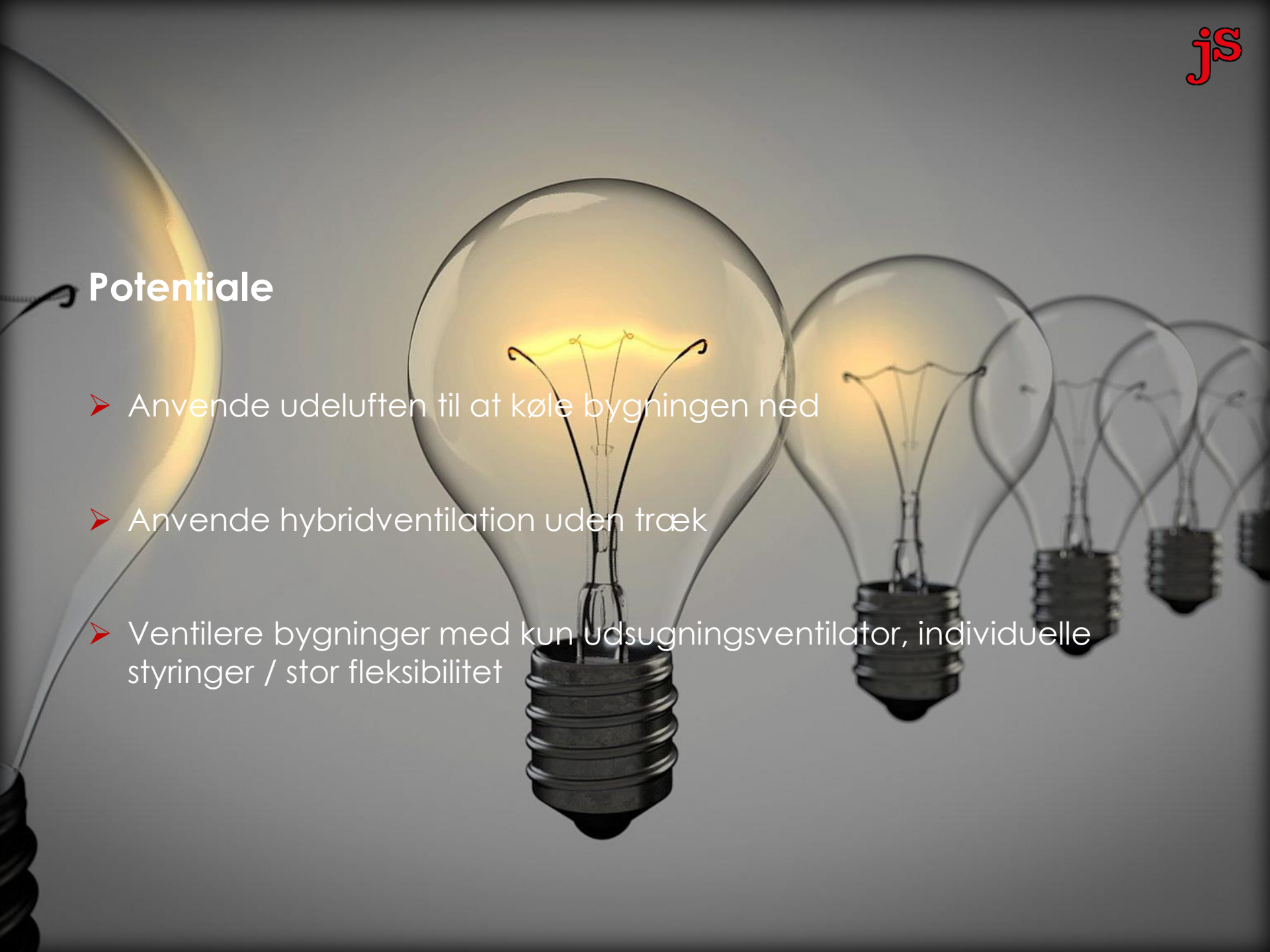


Weather station with time schedule

The hybrid solution is controlled with the rest of the ventilation system

Styringen af hybridventilationen er integreret med:

- Bygningens vejrstation
- Ventilationsstyringen
- Rumstyringen (CO₂, temperatur)
- Fugtføler
- Ur/skemastyring ol.
- Pirstyring



Potentiale

- Anvende udeluften til at køle bygningen ned
- Anvende hybridventilation uden træk
- Ventilere bygninger med kun udsugningsventilator, individuelle styringer / stor fleksibilitet

Anvendelses muligheder

- Skoler
- Institutioner
- Kontorbygninger
- Produktionsbygninger med høj varmeudvikling



Copenhagen
International
school

Dansk Metal



Bella Center



Hotel- og Restaurant
skolen





Vanløse Skole får bygget en Mock Up i starten af 2018.

Den skal herefter driftes i 4 år hvor der laves dataopsamling.