



TEKNOLOGISK  
INSTITUT





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Intelligent interaktion mellem bygninger og brugere

Om hvordan intelligente løsninger kræver  
sammenhæng mellem teknologi og adfærd.

Babette Peulicke Slott, energiantropolog

[bpke@teknologisk.dk](mailto:bpke@teknologisk.dk)



# Energiantropologi

Mødet mellem mennesker og teknologi

Energieffektivitet og indeklima

Kortlægning og analyser af adfærd

- Adfærdsændringer
- Design af teknologi og bygninger med udgangspunkt i menneskers behov



# Hvorfor tale om adfærd?



# Forventningen

Nybyggeri og renoveringer:

- Nye teknologier
- Intelligente løsninger
- Data

Antagelse:

*“Med den nyeste teknologi og automatisering kan vi skrive brugerne ud af ligningen”*



# Realiteten

## **Performance gap**

- Uoverensstemmelse mellem beregnet og realiseret performance – indeklima og energiforbrug

## **Rebound effekt**

- Mindre effekt af energirenovering end forventet grundet øget komfort



“

Buildings don't use energy:  
People do ”

Kathryn B. Janda, Oxford University







I moderne bygninger er energiforbruget ofte højere end beregnet – på **trods af sensorer, data og automatik**. En medvirkende faktor er, at brugeradfærdens betydning er blevet undervurderet.

Projektet "Intelligent interaktion mellem bygninger og brugere" demonstrerer, hvordan reelt intelligente løsninger kræver samspil mellem teknologi og adfærd.







## Catch-22

Den omfattende kompleksitet i intelligente bygninger skaber problemstillinger for både driftsansvarlige og slutbrugere. Forsøg på at regulere indeklimaet tilfredsstillende kan derfor resultere i energispild, ikke blot i FN Byen, men i alle de bygninger den repræsenterer: intelligente, teknologitunge og projekteret til at være særligt energieffektive.



# Tværfaglighed

Det gode tværfaglige projekt anvender forskellige metoder og typer af data, både kvantitative og kvalitative. Variationen – fra big data og driftstider til interviews og observationer af adfærd – giver en bredere analyse og derfor bedre resultater.

Endelig indebærer det gode tværfaglige projekt at teknologi- og adfærdsperspektiverne ikke er opdelt i separate forløb, men er tænkt sammen igennem hele projektet.



# Projektets struktur

- WP.1 Kortlægning af adfærd, indeklima og energiforbrug
- WP.2 anbefalinger for energieffektiv adfærd
- WP.3 anbefalinger for drift – udnyttelse af installationer
- WP.4 Visualisering - driftsansvarlig
- WP.5 Visualisering - slutbrugere
- WP.6 Formidling



# Kortlægning af adfærd, indeklima og energiforbrug

Kortlægningen dækker tre områder, **brugeradfærd, indeklima og energiforbrug**.

Relevant data vedrørende ventilation, opvarmning, køling etc. vil blive indhentet for en udvalgt del af bygningen. Dette vil blive suppleret af specifikke målinger:

## ENERGIFORBRUG

- Standbyforbrug (specifikke komponenter)
- Total standbyforbrug
- Styring af ventilation og køling baseret på space management (booking af mødelokaler)
- Gennemgang af installationer (køling, opvarmning, ventilation, belysning) med henblik på energifleksibel drift

## INDEKLIMA

- Gennemgang af forholdene for fejlfinding og optimeringsmuligheder.  
Eksempelvis automatisk slukning af computere  
Nuværende driftsstrategi  
Lokation af sensorer og styring relateret til disse
- Gennemgang af CTS  
Stikprøvekontrol af sensorer
- Målinger på ventilationssystem  
Tryk  
Elforbrug  
Luftstrøm (svarende til personbelastning)
- Indeklimamålinger  
Temperatur, CO<sub>2</sub>, luftfugtighed, lux, træk  
Gennemgang af placeringen af indblæsningsarmatur og udsugningsarmatur



# Kortlægning af adfærd, indeklima og energiforbrug

## BRUGERADFÆRD

Brugeradfærd vil blive undersøgt for at opnå viden om oplevelsen af indeklima, brugeroplevelse og forståelsen af energiforbrug:

- Observation af brugeradfærden i bygningen
- Interviews med driftsansvarlige
  - Common Services
  - Bygningsstyrelsen
- Interviews med slutbrugere
- Brugere i område, hvor der foretages tekniske målinger
- Brugere i forskellige zoner eksempelvis øverste etage, stueetage, markant/minimalt lysindfald etc. samt forskellige typer brugere (ansatte, praktikanter)

Hvis relevant kan der suppleres med interviews af:

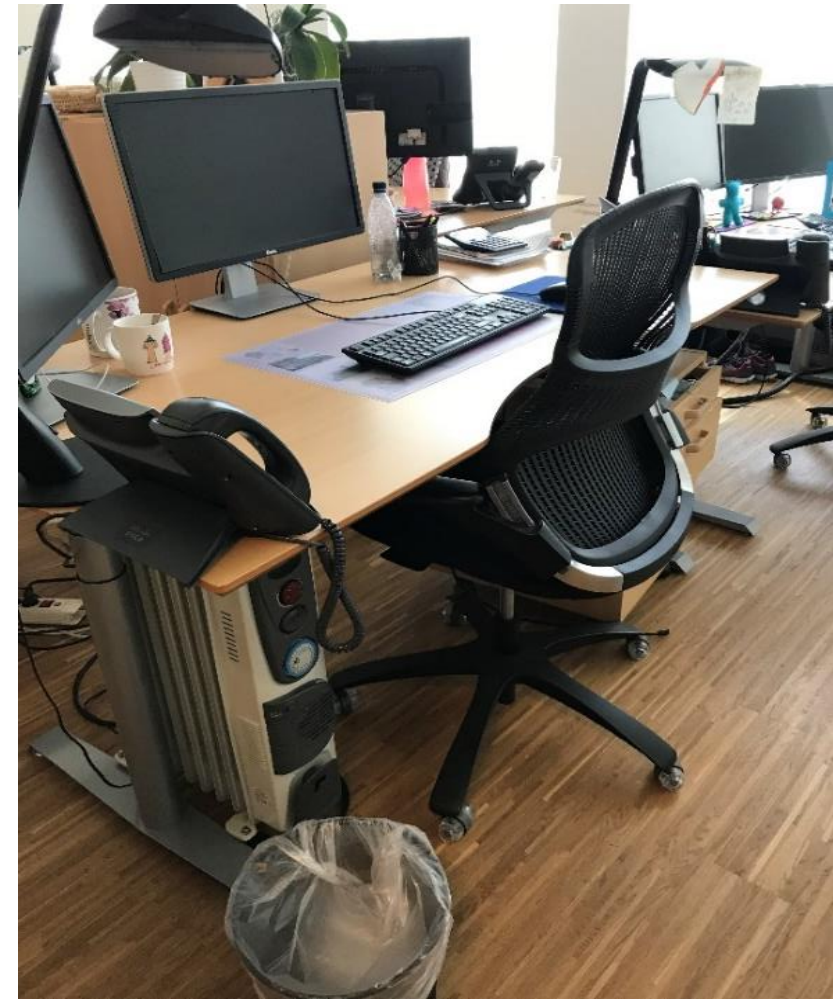
- Security, rengøringsfolk, ansvarlige for konferencefaciliteter, kantinemedarbejdere, brugere af fitnessfaciliteter etc.





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

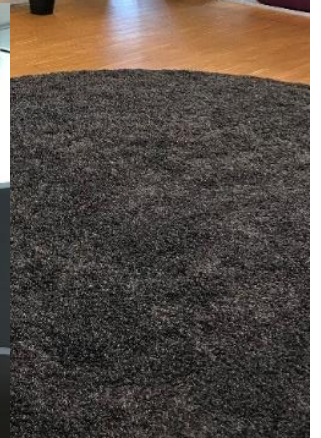
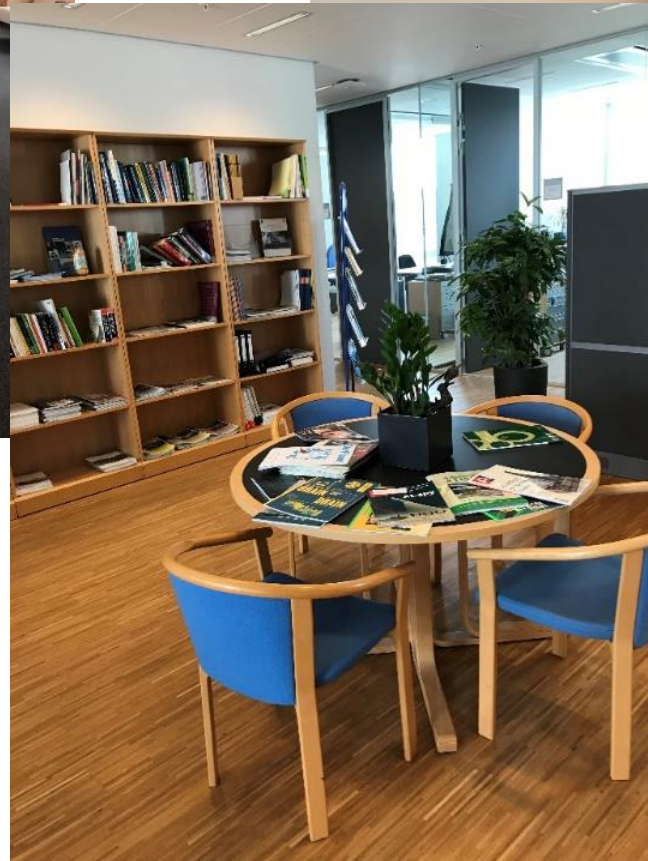
# Interaktion på trods af automatisering





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Organisationskultur





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Anvendelse



21:35



# Løsninger

- Styringsstrategi
- Fokuseret anvendelse af data målrettet driftsansvarlig – visualisering af personbelastning, energiforbrug og ventilation
- Udarbejdelse af indeklimapolitik
- Space management
- Formidling af energioptimeringstiltag og indeklimapolitik til slutbrugere



# Resultater

- 10% på opvarmning
- 7% på elektricitet
- Høj brugertilfredshed



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



## MANUAL FOR OPTIMERET ENERGIADFÆRD OG DRIFT I INTELLIGENTE BYGNINGER

INTELLIGENT INTERAKTION MELLEM BYGNINGER OG  
BRUGERE



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



Energistyrelsen



UN City  
COPENHAGEN

# Indhold

---

INTRODUKTION	4
DET TVÆRFAGLIGE PERSPEKTIV	6
KORTLÆGNING AF BYGNING	8
KORTLÆGNING AF ADFÆRD	10
IDEKATALOG	13
TJEKLISTE	15
• ANSVARSOMRÅDER OG KOMPETENCE- OPBYGNING HOS DRIFTSANSVARLIGE	
• POLITIK FOR INDEKLIMA	
• SPACE MANAGEMENT	
• KOMMUNIKATION TIL MEDARBEJDERE	
• ORIENTERINGSMØDE FOR NYE MEDARBEJDERE	
• VIDEOS OM BYGNINGSBRUG	
• VISUALISERING AF DATA TIL DRIFTS- ANSVARLIGE	
• VISUALISERING TIL SLUTBRUGERE	



## Kortlægning af bygning, te installationer og styri

### Teknisk kortlægning

God bygningsstyring er den rigtige kombination af høj indeklimakvalitet og lavt energiforbrug. I de fleste tilfælde betragtes indeklimaets kvalitet som den vigtigste parameter af de to, og energieffektive komponenter anbefales derfor som den bedste måde at opnå både en bygning med høj indeklimakvalitet og lavt energiforbrug.

Lavt energiforbrug påvirkes ikke kun af valg af komponenter, det påvirkes også meget af driften af anlægene. God bygningsstyring er nøglen til at udnytte det fulde potentiale af de energieffektive komponenter.

### Tre vigtige områder at afdække i kortlægningen

Dan et overblik over bygnings tekniske installationer, både i teknikrum og i selve kontorerne:

1. Notér værdier på frekvensomformere og mål hovedluftmængder på indblæsning og udsugning for hvert ventilationsanlæg.
2. Observér ventilationsprincip, solafskærmningstype, opvarmningstype og mulighederne for brugerinteraktion (eksempelvis styring af temperatur og solafskærmning).
3. På CTS-systemet noteres valgte temperatursetpunkter og ventilatorhastighed eller luftmængde, hvis denne oplyses. Derudover skal driftstider kontrolleres.

Det anbefales at foretage ændringer til vurdering og bestemmelse af den samlede kontorbygning.

### Tjekliste

Generelle anbefalinger til

- Er indblæsningsstemperatur og ønsket rumtemperatur i sommer og vinter sæsonen?
- Svarer luftmængden til indeklimaklasse jf. DSI/ISO 7746?
- Vurdér om driftstider med bygnings brugere er realistiske?
- Notér værdier på frekvensomformere og mål hovedluftmængde og lufttemperatur i rummet.
- Hvis muligt, kontrollér om driftstider overholder DSI/ISO 7746 områder efter forsøget.

## Kortlægning af bygningsbrug, og adfærd af betydning for energiforbrug

### Kortlægning med kvalitative metoder

Kortlægning af brugernes energiadfærd og hvordan de anvender og oplever en bygning kan foretages med kvalitative metoder til dataindsamling og analyse. Hvor kvantitative metoder baserer sig på tal, tager kvalitative metoder udgangspunkt i menneskers adfærd, erfaringer og synspunkter. Kvalitativ data indhentes derfor ved interviews, observationer af brugeradfærd og dokumenter.

Ved hjælp af kvalitative metoder kan der foretages en antropologisk analyse af brugerne og deres interaktion med bygningen. Dermed kan der skabes en kontekst til kvantitative data, som ellers ville stå alene.

Eksempel: Hvad er årsagen til at der på trods af en intelligent løsning til behovstyring opleves forhøjede CO<sub>2</sub>-niveauer?

Netop fordi kontekst altid er unik, kan der ikke defineres generelle retningslinjer for hvordan en kvalitativ kortlægning skal udføres. Hver bygning og dens brugere vil have sine egne karakteristika som kortlægningen skal afdække. Hvad der er afgørende i én bygning, kan være irrelevant i en anden.

Helt overordnet kan det dog siges, at alle relevante aktører og interessenter skal repræsenteres for at sikre forskellige perspektiver.

### Tjekliste

Generelle anbefalinger til interviewpersoner og fokusområder

- Bygningsformål
- Bygningsindretning og anvendelse
- Bygningsejer
- Bygningsadministrator
- Driftsansvarlig
- Kontoransatte
- Rengøringspersonale
- Sikkerhedspersonale
- Organisationskultur
- Ansvarsfordeling for energihåndtering
- Kommunikationskanaler

### TJEKLISTE

På samtlige punkter bør der tages højde for både teknisk og antropologisk perspektiv:

- Foretag kortlægning af adfærd
- Foretag teknisk kortlægning
- Undersøg om styringens design er hensigtsmæssig
- Kontrollér at styringen er i overensstemmelse med de faktiske forhold
- Dokumentér de optimale indstillinger til fremtidig reference
- Minimér permanente ændringer
- Definér rammerne for brugernes mulighed for styring
- Udarbejd indeklimapolitik
- Udarbejd space management-strategi
- Udarbejd retningslinjer for ønsket energiadfærd baseret på bygningens kendte tegn og brugernes adfærd
- Udfør implementering af ovenstående brugerorienterede tiltag ved hjælp af målrettet kommunikation
- Faciliter løbende ved hjælp af visualisering til brugere



- Ansvarsområder og kompetenceopbygning hos driftsansvarlige
- Politik for indeklima
- Space management
- Kommunikation til medarbejdere
- Orienteringsmøde for nye medarbejdere
- Videoer om bygningsbrug
- Visualisering af data til driftsansvarlige
- Visualisering til slutbrugere

## Idekatalog

**Overordnede anbefalinger**  
For at skabe sammenhæng mellem teknologi og brugere anbefales følgende:

- Involver brugergrupper  
Slutbrugere  
Driftspersonale
- Tænk adfærd, bygning og teknologier sammen
- Lav forventningsafstemning
- Opbyg kompetencer hos driftspersonale

Brugeres adfærd har indflydelse på intelligente bygningers performance - herunder både driftsansvarlige og slutbrugere. Det er derfor afgørende at skabe forståelse for interaktionen mellem bygninger og brugere for at kunne udnytte teknologiers muligheder og realisere potentialet for energieffektivitet.

At udføre anbefalingerne i praksis kan ske på en lang række måder. Det vigtigste er, at tiltagene altid tilpasses konteksten i den specifikke bygning. Dette sikres ved en indledende teknisk og antropologisk kortlægning.

I idekataloget er en række udvalgte eksempler på tiltag, som på forskellige måder sikrer at anbefalinger implementeres. Eksemplerne er alle konkrete og målrettet intelligente bygninger. Idekataloget indeholder følgende:

- Ansvarsområder og kompetenceopbygning hos driftsansvarlige
- Politik for indeklima
- Space management
- Kommunikation til medarbejdere
- Orienteringsmøde for nye medarbejdere
- Videoer om bygningsbrug
- Visualisering af data til driftsansvarlige
- Visualisering til slutbrugere

Ved hjælp af tjeklisten på næste side kan du udføre ideerne i praksis. Se beskrivelse af hver enkelt ide på de efterfølgende sider.

14

MANUAL FOR OPTIMERET ENERGIADFÆRD OG DRIFT I INTELLIGENTE BYGNINGER

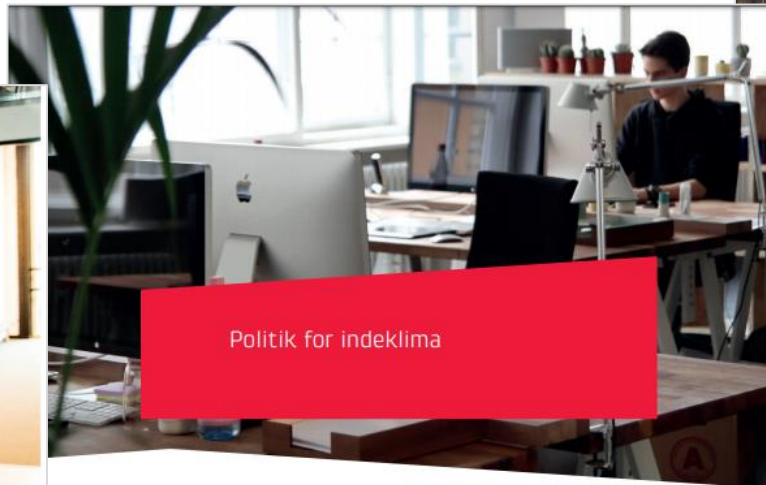




**Ansvarsområder og kompetence-opbygning hos driftsansvarlige**

Energhåndtering er ofte ikke en defineret opgave hos den driftsansvarlige. Samtidig er den driftsansvarliges arbejdsopgaver mange og arbejdet karakteriseret ved et vist tids-pres. Hvis energhåndtering skal være en prioritet, må det derfor defineres som et forventet indsatsområde og værdsættes når der opnås resultater. Hvis der er flere aktører involveret, er det afgørende med en tydelig ansvarsfordeling. Hvad forventes af hvilke aktører. Dette er både af hensyn til selve driften, men også eventuel kommunikation til slutbrugere.

En intelligent bygning kræver derudover særlige kompetencer og arbejdsopgaver. Det kan både være i forhold til placering, kalibrering og generel vedligeholdelse af sensorer og målere, men også i forhold til håndtering af den tilgængelige data. Det kan ofte være en udfordring at udnytte data i praksis, selvom potentialet for at optimere er tilstede. Derfor bør den driftsansvarlige have de rette kompetencer for at kunne bidrage til at skabe gode løsninger i forhold til energieffektivitet og indeklima.



**Politik for indeklima**

For både slutbrugere og driftsansvarlige kan det være gavnligt med en indeklimapolitik. I den defineres hvilke forventninger man stiller op til indeklima og energiforbrug. Det defineres eksempelvis hvilke rumtemperaturer der findes rimelige. Dermed er der tydeligere forventninger til både driftsansvarlige og slutbrugere. Hvis temperaturen i rummet er uden for den fastsatte politik, er det op til den driftsansvarlige at korrigere. Hvis temperaturen er som aftalt, er det brugerens ansvar at tilpasse sig.

Selvom der stadig kan opleves frustration over indeklimaet, bliver det tydeligere, hvilke forventninger man kan have. Hvis indeklimapolitikken defineres i en sammenhæng med energiforbrug, kan det samtidig skabe en meningsfuld forklaring for slutbrugeren.



**Space management**

I en kontorbygning kan der være skiftende brugstid alt efter organisationskultur og personlige præferencer hos medarbejderne. Sene arbejdstider kombineret med sensorer på belysning kan resultere i, at en stor del af bygningen er oplyst i aften- og nattimer på trods af, at der kun er få medarbejdere til stede. Dette kan have indflydelse på energiforbruget, særligt hvis belysningen ikke er energieffektiv.

En space management-strategi kan være et muligt tiltag. Efter almindelig arbejdstid skal medarbejdere benytte fleksible arbejdsstationer i et særligt område af bygningen. Derved kan resten af bygningen køre med natsænkning for at begrænse energiforbruget.



### Kommunikation til medarbejdere

Kommunikation til medarbejderne skal sikre en løbende forventningsafstemning med brugerne i forhold til hvad de kan forvente af bygningen og hvor de selv har indflydelse.

Kommunikationen skal passe til tonen i virksomheden og tilpasses den konkrete organisationskultur - motivation og incitament vil være forskelligt fra virksomhed til virksomhed.

Generelt er det vigtigt, at kommunikationen skaber kontekst og forståelse. Brugere vil i mange tilfælde have en større forståelse, hvis der ligger meningsfulde begrundelser bag beslutninger.

Kommunikationen kan eksempelvis rumme guidelines for god energiadfærd, indeklimapolitik, space management-strategi, infografik over bygningen og dens energiforbrug, visualisering af målerdata.

I forskellige virksomheder vil der være forskellige kanaler tilgængelige. Intranet, informationsskærme, opslag, trykt materiale er bare nogle muligheder.



### Orienteringsmøde for nye medarbejdere

At opbygge en bestemt kultur tager tid og kræver en løbende indsats. For at sikre at nye medarbejdere fra starten har forståelse for brugen af bygningen, kan der afholdes et orienteringsmøde ved opstart. Her introduceres målsætningen for energiforbrug, bygningens intelligente løsninger og karakteristika samt brugerens indflydelse.

En eventuel indeklimapolitik eller space management-strategi kan ligeledes præsenteres.

Formålet er at skabe en kontekst for brugerne, altså at de handlinger, der efterspørges giver mening. Orienteringsmødet er en mulighed for at lave en forventningsafstemning med brugerne, skabe forståelse for bygningen og hvordan energiadfærd har betydning.



### Videor om bygningsbrug

Intelligente løsninger kan være komplicerede og det samme gælder samspillet med de faste installationer. Ikke desto mindre kan en større forståelse for hvordan bygning og teknologi fungerer skabe mere målrettet energiadfærd hos brugerne.

Simple videoer er en effektiv måde at kommunikere på. Først identificeres den primære udfordring i forhold til at minimere energiforbrug - en udfordring hvor brugerens adfærd spiller en rolle, eksempelvis i forhold til kontrol af solafskærmning.

Eksempelvis kan en video forklare hvordan solafskærmning har betydning for hele bygningens energiforbrug. Hvis brugeren vælger at overstyre automatisk solafskærmning stiger kølebehovet og derfor også energiforbruget. Derfor er det mest energieffektivt så vidt muligt at tillade den automatiske styring.



### Visualisering af data til driftsansvarlige

En udfordring ved intelligente bygninger er de store mængder data, som kan være svære at bruge aktivt for den driftsansvarlige. Visualisering kan være en mulighed for at bruge den tilgængelige data på en måde der passer til driften af den specifikke bygning.

Med udgangspunkt i den tilgængelige data og den driftsansvarliges behov udarbejdes et visuelt overblik, som kan hjælpe i det daglige arbejde. Visualiseringen kan eksempelvis indeholde bygningens aktuelle energiforbrug, antal personer i bygningen samt den aktuelle pris og CO<sub>2</sub>-belastning pr. kWh.



### Visualisering til slutbrugere

Visualisering af data kan være særligt relevant i en intelligent bygning, da der ofte vil være en stor mængde data til stede fra diverse målere og sensorer. Det afgørende ved visualisering til slutbrugere er, at data præsenteres i en målrettet kontekst. Hvad der giver mening for medarbejderne i én virksomhed, er ikke nødvendigvis interessant i en anden. Data skal derfor udvælges omhyggeligt og fortolkes til målgruppen.

En virksomhed der beskæftiger sig med bæredygtighed kan være interesseret i at omregne energiforbruget til CO<sub>2</sub>-aftryk - eventuelt pr. medarbejder. I en kontorbygning hvor flere virksomheder holder til og hver betaler forbruget kan det være mere relevant at visualisere energiforbruget i forhold til løbende prisniveauet. Visualiseringen kan eksempelvis formidles på intranet, informationsskærme eller i en app.



- [Link til "Manual for optimeret energiadfærd og drift i intelligente bygninger"](#)



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Tak!