

- ANALYSE

# Digitalisering kan gøre byer smartere

**Byerne rundt i Danmark kan gøres smartere og mere bæredygtige ved at implementere og integrere digitale løsninger. Flere kommuner er allerede i gang, men langt fra alle kommuner er med.**

Danmark er nr. 1 i Europa og er dermed helt i top blandt lande, som er længst fremme med den digitale omstilling<sup>i</sup>. Grøn omstilling går hånd i hånd med digitalisering, og der er brug for nye teknologier og smarte løsninger til at drive bæredygtig udvikling frem.

Den grønne omstilling ligger højt på den samfundsmæssige dagsorden, og på nationalt politisk niveau er der en forventning om, at regioner og kommuner arbejder aktivt med temaet. Planlovens formålsbestemmelser understreger også forventningerne og kravene til, at kommunerne bidrager til, at samfunds- og byudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag. Det er især vigtigt, når befolkningstilvæksten i byerne er stigende.<sup>ii</sup> Når flere borgere samles, kan der opstå udfordringer lige fra afvikling af trafik, håndtering af affald og klimatilpasning af byens områder.

Smarte byer (Smart City) er et udtryk for intelligente og bæredygtige byer, som både kan gavne klimaet, give økonomiske gevinster for kommunerne og give bedre kvalitet og service for borgerne. Udviklingen af bæredygtige byer sker med afsæt i digitale løsninger, hvor anvendelse af teknologi til indsamling og analysering af data spiller en afgørende rolle. Der er igangsat mange gode Smart City-projekter i danske kommuner, men det kniber fortsat med at få de gode ideer og projekter udbredt i hele landet.

I denne analyse giver Dansk Erhverv derfor et overblik over Smart City projekter i kommunerne i Danmark, herunder beregninger på business cases. Grundet forskelligheden af de mange igangsatte projekter i Danmark, er det ikke muligt at lave en samlet beregning på de potentielle besparelser ved, at byerne gøres smartere. I stedet undersøger vi, hvad gevinsten er for den enkelte kommune, der har indført den konkrete Smart City-løsning. Det gælder såvel driftsøkonomi, energieffektivitet og/eller bedre kvalitet/service ved anvendelse af løsningen samt afledte effekter. Derudover undersøger vi, hvad potentialet for det enkelte projekt er på landsplan.

Analysen viser, at flere kommuner allerede er godt i gang med at gøre byer smartere ved brug af teknologier, men også at der er et stort potentiale for at få flere kommuner med på vognen. Data og beregninger på cases viser, at mindre investeringer også kan føre til profitable projekter.

## 1. Smart City

### Hvad er Smart City?

Smart City er en betegnelse for arbejdet med udvikling af intelligente, bæredygtige byer og lokalsamfund ved hjælp af data og digitalisering. Befolkningstilvæksten i byerne stiger og i planlovens formålsbestemmelser understreges, at byudviklingen skal være bæredygtig og effektiv.

I sammenhæng med Smart Cities er det værd at nævne Internet of Things (IoT). Det er en betegnelse for fysiske "ting", der forbindes via internettet. Det kan eksempelvis være skraldespande, der bliver udstyret med sensorer, som melder tilbage til kommunen, når de er fyldte og skal tømmes; automatisk styring af energi- og varmekonsumet i bygninger, automatisk gadebelysning mv. Via overvågning og indsamling af data, er det muligt at optimere og effektivisere driften.

Fordelene ved Smart City er mange. Først og fremmest kan løsningerne ofte spare både økonomiske og materielle ressourcer i form af en besparelse eller effektivisering. Der vil dog ofte være en vis tilbagebetalingstid, da det kan være nødvendigt med en økonomisk og ressourcemæssig investering i starten. Derudover kan løsningerne ofte have en klima- og miljømæssig gevinst, fx ved energioptimering. Desuden kan løsningerne give bedre kvalitet og service til borgerne fx ved automatiske lyskryds, så trafikanter ikke skal holde unødigt længe for rødt lys, bedre arbejds- og undervisningsklima mv.

### Smart City projekter i Danmark

Flere kommuner er allerede godt i gang med at gøre byerne mere smarte. Med udgangspunkt i KLs oversigt over kommunale Smart City projekter har Dansk Erhverv samlet projekterne i en dynamisk rapport. I rapporten er det bl.a. muligt at få et overblik over igangsatte og færdiggjorte projekter på kommune- og projektypeniveau:

#### [Dynamisk rapport - oversigt over smart city projekter i Danmark](#)

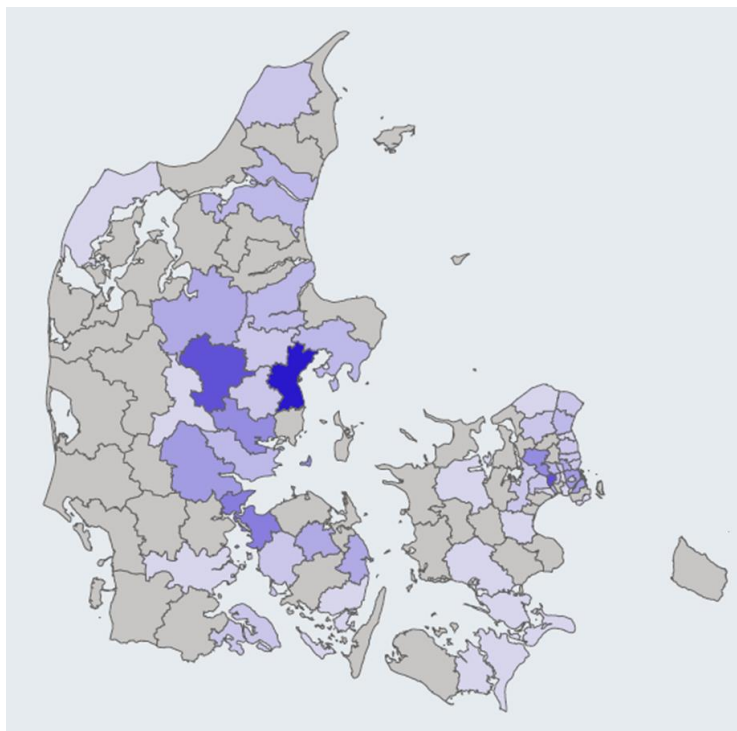
I alt er 107 projekter registreret frem til juni 2021. Det er særligt i de østjyske og nord-sjællandske kommuner, at der er igangsat Smart City projekter, mens det i mindre grad er i de vestjyske og nordjyske kommuner samt i Sydjylland og den centrale del af Sjælland. Dermed er der stort potentiale for udbredelse af Smart City projekter og IoT-løsninger på tværs af landets kommuner.

Der er flest projekter i kategorien *by- og inderum*. Det inkluderer blandt andet Smart City projekter om parkeringsapps, bedre belysning på gader, selvkørende busser, intelligente skraldespand i byrummet, styring af skybrud, gratis wifi til turister og meget mere.

---

Figur 1: **Igangværende smart city-projekter på tværs af kommuner**

---



---

**Kilde:** [Smarter Danmark - Projekter \(kl.dk\)](#) med egne tilføjelser

**Note:** Hele rapporten findes her: [Dynamisk rapport - oversigt over smart city projekter i Danmark.](#)

---

## 2. Eksempler på smart city projekter i danske kommuner

Som nævnt er der flere gode eksempler på Smart City løsninger i danske kommuner. Nedenfor gennemgås to eksempler/business cases, hvor Dansk Erhverv har lavet beregninger på de økonomiske gevinster ved projekterne på baggrund af tilgængelige data fra kommunerne. Roskilde Kommune har lanceret databaseret energiledelse på ventilationsanlæg, mens Silkeborg Kommune har implementeret prognosestyret el-opvarmning baseret på kunstig intelligens og variable elpriser.

Nedenfor beskrives hver enkelt case i to afsnit. Det første afsnit er en beskrivelse af projektet, herunder baggrunden for projektet, resultaterne og de afledte effekter. I andet afsnit fremvises beregninger for projektets rentabilitet ved at kigge på både direkte og indirekte omkostninger og besparelser.

## CASE I:

# Databaseret energiledelse på ventilationsanlæg i Roskilde Kommune

## Beskrivelse

### Baggrund

Roskilde Kommune igangsatte i starten af 2019 et projekt, hvor real-time eldata blev indsamlet og analyseret for 195 ventilationsanlæg på bimålerniveau. Ventilationsanlæggene er fordelt på administrationsbygninger, skoler og andre kommunale institutioner. Formålet med projektet var at identificere mulige energibesparelser ved at driftsovervåge energiforbruget på ventilationsanlæggene. På baggrund af det indsamlede og analyserede data blev hvert enkelt anlæg vurderet og justeret, hvis resultaterne gav anledning til dette. Driftsovervågningen er fortsat, så det hurtigere er muligt at sætte ind i tilfælde af fejlmeldinger.

### Resultater

Kommunens data viser, at der er fundet besparelser på ca. halvdelen af de overvågede ventilationsanlæg. Da projektet overgik til løbende overvågning i 2019, blev der i de efterfølgende ni måneder identificeret 12 fejlhændelser på ventilationssystemerne. Der blev hurtigt sat ind over for disse fejlhændelser, som ellers også ville have resulteret i udgifter for kommunen.

Udover de direkte målbare resultater medfører forbedringen også nogle positive, indirekte effekter:

- Reduceret CO<sub>2</sub>-aftryk
- Bedre indeklima
- Bedre arbejds- og undervisningsmiljø

## Data og beregninger

### Investering

- Indkøb af hard- og software, systemkonfiguration, analyse samt installation: 2.035.000 kr.
- Forventet levetid: minimum 10 år

### Besparelse

- Initiale analyser og justeringer: 245.520 kWh i el pr. år ≈ ca. 441.936 kr. pr. år
- Identifikation af fejlhændelser i forsøgsperioden: 47.510 kWh ≈ ca. 85.518 kr.

### Driftsudgift

- Abonnement på driftsovervågning: 96.000 kr. pr. år
- Udbedring af fejl i forsøgsperioden (12 måneder): 27.500 kr.

### Intern rente

- Scenarie A (Identifikation og udbedring af fejl fortsætter hvert af de følgende år som i forsøgsperioden) = 15 pct.

- Scenarie B (Ingen identifikation og udbedring af fejl udover i forsøgsperioden) = 11 pct.

En investering er økonomisk rentabel, når den interne rente er større end diskonteringsrenten (på 2-4 pct.). Dette projekt er dermed økonomisk rentabelt målt alene på de økonomiske gevinster i form af reduceret energiforbrug. Dertil kommer de afledte effekter, som i dette eksempel ikke er opgjort i kr./ører.

Den interne rente angiver det årlige samfundsøkonomiske afkast af en investering og repræsenterer den rente, hvor nettonutidsværdien præcis bliver nul<sup>iii</sup>. Diskonteringsrenten er det afkast, man ville kunne få ved ikke at foretage investeringen. I dette tilfælde anvendes en diskonteringsrente på 2-4 pct. (se tabel 4.1 i Finansministeriets *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger 2017*).

### CO2-beregninger

Reduceret energiforbrug leder også til en reduktion i CO2-udledningen. En reduktion i elforbruget på 250.000-300.000 kWh sparer udledning af 10-12 tons CO2, som ved de gældende CO2-ækvivalenter<sup>iv</sup> kan omregnes til en pris på ca. 375 kr. - 450 kr. pr år. El er en energiform med relativt lavt CO2-indhold sammenlignet fx fjernvarme eller naturgas. CO2-besparselsen vil dermed være større, hvis energikilden fx er fjernvarme.

### Potentiale

For at kunne beregne en samlet, potentiel besparelse for hele landet, hvis alle kommuner investerede i og installerede teknologien, antages, at casen er repræsentativ. Med andre ord antages, at Roskilde Kommunes kommunale bygninger og ventilationsanlæg er gennemsnitlige, så tallene kan opskaleres ud fra netop en gennemsnitsbetragtning.

- Roskilde Kommune har ca. 300 ventilationsanlæg i alt i deres kommunale bygninger, hvoraf projektet inkluderer 195 anlæg svarende til ca. 60 pct. af det samlede antal anlæg i kommunen. De 195 ventilationsanlæg, som er med i projektet, er de største anlæg i kommunen og skønnes til at stå for ca. 80 pct. af energiforbruget. Potentialet for yderligere besparelser i Roskilde Kommune hvis samtlige ventilationsanlæg driftsovervåges vurderes som relativt lille.
- Roskilde Kommune har ca. 89.000 indbyggere<sup>v</sup>. Dermed er der ca. 205 borgere pr. ventilationsanlæg. Der er ca. 5,8 mio. borgere i Danmark og med en gennemsnitlig opregning forventes det, at der er ca. 25.000-30.000 ventilationsanlæg i landets kommunale bygninger.
- Dermed er der et stort potentiale for besparelser af både energiforbrug og CO2-udledning ved at udbrede teknologien på landsplan. Projektets økonomiske rentabilitet vil i sidste ende afhænge af, hvor meget energiforbruget kan reduceres ved at implementere overvågningen. Kommuner, som ikke overvåger deres ventilationsanlæg i dag, vil dermed have et større potentiale for at reducere deres energiforbrug og opnå en økonomisk besparelse. Derudover er der også stort potentiale for afledte effekter i form af forbedret indeklima og dermed arbejdsmiljø for brugerne af bygningerne.

Kilde: Energistyrelsen og Roskilde Kommune

## CASE II:

# Prognosestyret fjernvarme-opvarmning baseret på kunstig intelligens og variable fjernvarmepriser i Silkeborg Kommune

## Beskrivelse

### Baggrund

Silkeborg Kommune har i slutningen af 2019 igangsat et projekt, som tester nye digitale teknologier til at skabe grundlaget for energifleksibilitet i større bygninger herunder folkeskoler. De nye digitale teknologier, som bl.a. inkluderer kunstig intelligens og machine learning, forventes at kunne overtage nogle af driftsmedarbejderens analyseopgaver. På den 8.000 m<sup>2</sup> store skole i Silkeborg blev der i efteråret 2020 installeret et system til varmestyring på trods af, at skolen i forvejen blev driftet godt og havde et relativt lavt energiforbrug.

### Resultater

Kommunens data viser, at projektet har medført en reduktion i energiforbruget til varme på 25 pct. pr. år. Det skyldes blandt andet, at varmesystemet slukkes, når solindfaldet om eftermiddagen i stedet kan fungere som opvarmning af bygningen. Det er værd at bemærke, at målingerne er lavet over efteråret, dvs. i måneder med større energiforbrug. Mulighederne for besparelser er dermed også større i netop disse måneder. Der er dog forsøgt at tage højde for dette, da besparelsen er blevet graddage korri-geret.

Udover de direkte målbare resultater medfører forbedringen også nogle positive, indirekte effekter:

- Reduceret CO<sub>2</sub>-aftryk
- Forbedret indeklima
- Bedre læringsmiljø for børnene

## Data og beregninger

### Investering

- Indkøb af varmestyringssystem: 50.000 kr.
- Forventet levetid: minimum 5 år

### Besparelse

- Samlet besparelse: 137.500 kWh i fjernvarme pr. år (17,2 kWh pr. år pr. m<sup>2</sup>) = ca. 68.750 kr. pr. år (8,6 kr. pr. år pr. m<sup>2</sup>)

### Driftsudgift

- Abonnement på driftsovervågning: 20.000 kr. pr. år

**Intern rente** = 94 pct.

En investering er økonomisk rentabel, når den interne rente er større end diskonteringsrenten (på 2-4 pct.). Dette projekt er dermed økonomisk rentabelt målt alene på

de økonomiske gevinster i form af reduceret energiforbrug. Dertil kommer de afledte effekter, som i dette eksempel ikke er opgjort i kr./ører.

Den interne rente angiver det årlige samfundsøkonomiske afkast af en investering og repræsenterer den rente, hvor nettonutidsværdien præcis bliver nul<sup>vi</sup>. Diskonteringsrenten er det afkast, man ville kunne få ved ikke at foretage investeringen. I dette tilfælde anvendes en diskonteringsrente på 2-4 pct. (se tabel 4.1 i Finansministeriets *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger 2017*).

#### **CO2-beregninger**

- Reduceret energiforbrug leder også til en reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen. En reduktion på 137.500 kWh sparer udledning af ca. 6 tons CO<sub>2</sub>, som ved de gældende CO<sub>2</sub>-ækvivalenter<sup>vii</sup> kan omregnes til en pris på ca. 1.500 kr. pr år.

#### **Potentiale**

For at kunne beregne en samlet, potentiel besparelse, hvis alle kommuner investerede i og installerede teknologien, antages, at casen er repræsentativ. Med andre ord antages, at Silkeborg Kommunes skole og opvarmning af denne er gennemsnitlige, så talene kan opskaleres ud fra netop en gennemsnitsbetragtning.

- Antal skoler i Danmark på afdelingsniveau: 1.260 skoler<sup>viii</sup>.
- Samlet bygningsmasse af de danske folkeskoler er ca. 8,2 mio. m<sup>2</sup><sup>ix</sup>.
- Potentiel besparelse på tværs af landet med en gennemsnitlig opregning er ca. 143 mio. kWh pr. år svarende til ca. 70 mio. kr. pr. år. Derudover vil energibesparelsen også medføre en betydelig CO<sub>2</sub>-reduktion samt et forbedret indeklima og dermed læringsmiljø for børnene.

Kilde: ELFORSK, Vitani og Silkeborg Kommune

### 3. Metode

Beregningerne i analysen er baseret på kommunernes og leverandørernes data fra projekterne. Udgangspunktet for beregninger er Finansministeriets Vejledning i samfundsøkonomiske beregninger, hvor den anvendte beregningsmetode er den interne rente.

#### Intern rente

Den interne rente angiver det årlige samfundsøkonomiske afkast af en investering og repræsenterer den rente, hvor nettonutidsværdien præcis bliver nul. Hvis den interne rente er højere end den anvendte diskonteringsrente, er projektet oftest rentabel. Desto højere den interne rente er over diskonteringsrenten, desto mere attraktivt vil projektet som udgangspunkt være.

Der er tilfælde, hvor den interne rente ikke kan opgøres, eller hvor den ikke er retvisende for det samfundsøkonomiske afkast af investeringen. Det er fx ikke muligt at beregne en intern rente for tiltag, hvor gevinsterne overstiger omkostningerne allerede fra det første år. Tilsvarende kan den interne rente være misvisende, hvis summen af gevinster og omkostninger ikke udvikler sig stabilt, men svinger mellem positive og negative værdier de enkelte år. I dette tilfælde vil der kunne opstå flere interne renter<sup>x</sup>.

#### CO2-beregninger

CO2-beregningerne i analysen er baseret på to primære parametre:

- CO2-udledning pr. kWh = 42 gram CO2 pr. kWh<sup>xi</sup>
- CO2-ækvivalenter (udenfor kvotesektoren) (2021-priser) = 253 kr. pr. ton CO2<sup>xii</sup>

Beregningerne bygger på information om, at energitypen enten er el- eller fjernvarme. En mere præcis CO2-beregning forudsætter information om energitypens sammensætning, hvilket ikke har været muligt i ovenstående cases. Derudover anvendes skyggepriser pba. ambitionsniveauet om, at den danske ikke-kvotesektor skal reducere CO2-udledningen med 39 pct. i 2030 relativt til 2005 og dermed ikke på faktiske priser.



## Om dette notat

Arbejdet med analysenotatet er afsluttet den 17-12-2021.

## Om Dansk Erhvervs Analysenotater

Dansk Erhverv udarbejder løbende analyser, som samles i analysenotater. Ambitionen er at udgøre et kvalificeret og anvendeligt beslutningsgrundlag i forhold til væsentlige, aktuelle udfordringer på alle områder, som har betydning for dansk erhvervsliv og den samfundsøkonomiske udvikling. Det er tilladt at citere fra Dansk Erhvervs analysenotater med tydelig henvisning til Dansk Erhverv.

## Kontakt

Henvendelser angående Dansk Erhvervs politik på området kan ske til Fagchef for telepolitik, Poul Noer på [pno@danskerhverv.dk](mailto:pno@danskerhverv.dk) eller på tlf. 3374 6763.

Henvendelser angående analysen kan ske til økonom Jannie Frederiksen på [jfre@danskerhverv.dk](mailto:jfre@danskerhverv.dk) eller på tlf. 3374 6156 eller økonom Christine Sinkjær-Rasmussen på [chsi@danskerhverv.dk](mailto:chsi@danskerhverv.dk) eller på tlf. 3374 6083.

## Noter

<sup>i</sup> DESI composite index 2021

<sup>ii</sup> Befolkningstilvæksten i de fem største kommuner (i 2021) i Danmark er mellem 9 pct. og 18 pct. fra 2021 til 2045. I resten af landet er den 4 pct. Kilde: Danmarks Statistik, Tabel FRKM121.

<sup>iii</sup> Se Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger" s. 52 ([Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger - August 2017](#))

<sup>iv</sup> se s. 2 i Nøgletalskatalog ([https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog\\_januar-2021.pdf](https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog_januar-2021.pdf))

<sup>v</sup> Danmarks Statistik, tabel FOLK1A, 24-06-2021

<sup>vi</sup> Se Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger" s. 52 ([Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger - August 2017](#))

<sup>vii</sup> se s. 2 i Nøgletalskatalog ([https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog\\_januar-2021.pdf](https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog_januar-2021.pdf))

<sup>viii</sup> Antal grundskoler | Børne- og Undervisningsministeriet (uvm.dk)

<sup>ix</sup> DTU Formidlingsrapport 1

<sup>x</sup> Se Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger" s. 52 ([Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger - August 2017](#))

<sup>xi</sup> Se Energistyrelsens "Standardenergi priser og CO2-emissionsfaktor" ([co2-emissionsfaktorer og standardenergi priser.pdf \(ens.dk\)](#))

<sup>xii</sup> Se Finansministeriets nøglekatalog ([https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog\\_januar-2021.pdf](https://fm.dk/media/18372/noegletalskatalog_januar-2021.pdf))