

Caseanalyse

Ti klimateknologier med dokumenteret effekt i danske kommuner

Maj 2023



Klima for pengene:

Ti klimateknologier med dokumenteret effekt i danske kommuner

I denne case-analyse er der samlet ti succesfulde cases fra kommunerne, som kan inspirere andre kommuner. Omdrejningspunktet er, hvordan kommunerne får så meget “klima for pengene” som muligt ved at anvende ny teknologi og digitale løsninger.

Analysens formål

Case-analysen har til formål at inspirere kommunerne til at implementere digitale klimaløsninger, som andre kommuner har haft succes med. Analysen er gennemført af Smart City Insights og Rambøll Management i tæt samarbejde med KL og kommunerne.

I alle ti cases er de klimamæssige og økonomiske gevinster dokumenteret i de kommuner, der har taget løsningerne i brug.

Analysen er lavet ud fra mottoet “klima for pengene”. Analysens ambition er at få flere kommuner til at genbruge, dele, og kopiere de løsninger, der virker — eller at inspirere dem, til at tilpasse løsningerne til deres egne behov. Der er brugt meget tid og mange kræfter på at udvikle og sætte alle ti klimaløsninger i drift. Så jo flere gange vi kan undgå af opfinde den dybe tallerken – og i stedet skalere de eksisterende løsninger, jo mere klima får vi for pengene. Apropos penge, så viser de fleste af de ti cases, at klimagevinster og økonomiske gevinster ofte går hånd i hånd. Det er altså muligt at opnå økonomiske gevinster, samtidig med at kommunen reducerer CO₂-udledningen eller opnå en øget klimasikring.

De to bundlinjer — økonomi og CO₂-reduktion — er ikke hinandens modsætninger, men bliver mere og mere hinandens forudsætninger.

Analysens indhold

I de ti cases beskrives anvendelsen af klimateknologier, som løser konkrete klimaudfordringer.

Hver case indeholder en beskrivelse af den udfordring, kommunen har stået overfor, løsningen på problemet og en forklaring af den anvendte teknologi.

Der sættes tal på de klimamæssige gevinster i form af CO₂-reduktion, de økonomiske gevinster og den bagvedliggende investering, der er foretaget.

Derudover beskrives løsningens spredningspotentiale, og hvad det kræver for andre kommuner at implementere en tilsvarende løsning. Analysen indeholder også en vejledning til, hvordan man beregner og dokumenterer de CO₂-mæssige gevinster og hvilke forudsætninger det kræver for at kunne realisere klimagevinster med succes.

For at gøre materialet let overskueligt er hver case scoret ud fra tre parametre (på en skala fra 1 til 5) ift. løsningens effekt og spredningspotentiale. Det skal bemærkes, at denne score alene er baseret på en relativ vurdering i forhold til de øvrige cases.

Hvad er klimateknologi?

I analysen bruges udtrykket ‘klimateknologi’ bredt om digitale løsninger og anvendelsen af data til at opnå klimamæssige gevinster.

Klimateknologi refererer til anvendelsen af blandt andet kunstig intelligens, Internet of Things (IoT), digitale platforme og andre teknologier, som bruges til at bekæmpe klimaforandringerne og reducere CO₂-udledningen. Det kan fx være avancerede sensor-systemer, der bruges til at overvåge og styre energiforbrug i bygninger, eller brugen af data og dataanalyse til at forudsige oversvømmelser eller behovet for antal biler i en kommunal bilflåde.

Vejen til solide CO₂-reduktioner i kommunerne

Der findes ingen enkeltstående digitale løsninger, der markant kan reducere kommunernes klimapåvirkning. Det er derfor de "mange bække små", som skal gøre kommunerne signifikant grønnere.

De ti cases i denne analyse repræsenterer således forskellige tilgange til, hvordan man kan nedbringe kommunernes CO₂-udledning, og hvordan man tænker klima ind på forskellige fagområder – fra madspiltsreduktion i kommunale køkkener og minimering af bilflåden til energieffektivisering i bygninger.

Hvis hver eneste afdeling, institution og fagområde i alle kommuner forholder sig til, hvordan man nedbringer sit vare-, energi- og CO₂-forbrug, så er det noget, der samlet set batter.

Kommunerne skal ikke finde løsningerne hver for sig. Det kræver, at kendskabet til de teknologier og tiltag, der har størst skalerings- og spredningspotentiale bliver øget. Og gerne med større fokus på, at kommunerne får dokumenteret effekten af de mange gode projekter, der allerede er sat i gang og der samtidigt sikres, at det bliver talt med i kommunernes eget klimaregnskab.

Den grønneste energi er den, der ikke er blevet brugt. Derfor er det vigtigste mål at reducere kommunernes forbrug af varer, strøm, energi og benzin – samt at sikre, at de nødvendige produkter er produceret så grønt som overhovedet muligt.

Advisory board og case-ejere

Gennem analysearbejdet har et tilknyttet advisory board bidraget med værdifulde input og kommentarer til de enkelte analysedele.

En tak til de ti case-ejere, der har stillet deres cases, erfaringer og indsigt til rådighed for analysen, og som stiller sig yderligere til rådighed over for andre kommuner, der måtte være interesseret i at høre mere om de enkelte cases.

Sådan er casene udvalgt

Der er lagt vægt på at finde cases, som ved anvendelse af teknologi har opnået dokumenterede klimamæssige gevinster i et omfang, der gør dem interessante for andre kommuner. Det har været vigtigt at udvælge cases med et stort spredningspotentiale og cases, som er relevante for så mange kommuner som muligt. Casene er også udvalgt ud fra områder, hvor kommunerne selv har en direkte beslutningskraft.

De ti cases er blevet identificeret ved hjælp af Rambølls og Smart City Insights' kendskab til relevante projekter. Endvidere har KL bidraget med cases samt opfordret kommunerne bredt til at komme med case-forslag.

Deltagere i advisory board

Michelle Moustgaard Birch, Odense kommune
Matias Wolder Steenberg, Københavns Kommune,
Line Gerstrand Knive, Aarhus Kommune
Tine Lai Andersen, Aarhus Kommune
Morten Westergaard, Middelfart kommune
Signe Sloth Hansen, Gladsaxe Kommune
Lasse Ziska, Syddjurs kommune
Morten Koed Rasmussen, Gate21

De ti kommunale cases

Løsning	Område	Tema
Aarhus Kommune reducerer antallet af biler i hjemmeplejen med 30% via intelligent flådestyring Dataanalyse identificerer overkapacitet i bilflåden.	Trafik/mobilitet	Fleet Management
Tårnby Kommune skærer 15% af varmekonsumet med sensorer, vejrdata og kunstig intelligens Varmeforbruget styres automatisk ud fra vejrprognoser og temperatur i bygninger.	Institutioner og bygninger	Varmeforbrug
Hørsholm Kommune sparer 6% på den samlede CO₂-udledning med databaseret energiplatform På blot 10 måneder har kommunen nedbragt el-, vand- og varmekonsumet markant.	Institutioner og bygninger	Energiledelse
Aarhus forventer 10-20% øget effekt af klimatilpasningen med data fra kloakkerne Sensorer leverer data i realtid om, hvad der foregår i afløbssystemet.	Klimasikring	Kloak og afløb
Svendborg Kommune reducerer årlig skadesrisiko ved oversvømmelser med millionbeløb Digital skadesberegner nedbringer skadesrisikoen med 33%.	Klimasikring	Prioritering af klimasikrings indsatser
Københavns Kommune reducerer CO₂-belastningen fra mobile devices med 20% "Lifecycle-metode" har hjulpet kommunen til øget genbrug og bedre udnyttelse.	Grøn it	Mobile devices
Gladsaxe Kommune reducerer madspild med 30% ved at veje og analysere madaffaldet Digital platform giver ny viden til menuer med mindre madspild i de kommunale køkkener.	Madspild	Madspil
Aarhus Kommune skærer 12% CO₂ fra madindkøb med intelligent klimaregnskab Brugen af kunstig intelligens og interne CO ₂ -afgifter skaber mere klimavenlige madindkøb.	Indkøb	Indkøb af mad
Haderslev Kommune sparer 82% på gadebelysningen ved brug af sensorer og LED Dynamisk lysstyring via intelligent open source-plattform reducerer elforbruget markant.	Belysning	Gadebelysning
Varde Kommune opnår 21% reduktion i affaldsafhentning med digitale skraldebeholdere IoT-sensorteknologi og realtidsdata anvendes på kommunens store skraldebeholdere for at optimere ruteplanlægningen og reducere antallet af tømninger.	Affald og transport	Affaldshåndtering og ruteplanlægning

Bilag:

- Forudsætningsanalyse - Hvad kræver det at kunne realisere klimagevinster med succes?
- Sådan beregner og dokumenterer du dine klimagevinster.

Aarhus Kommune reducerer antallet af biler i hjemmeplejen med 30% via intelligent flådestyring

Dataanalyse identificerer overkapacitet i bilflåden.

Situation: Aarhus Kommune har vedtaget, at deres bilpark skal være fossilfri i 2025. Den nuværende bilpark skal derfor udskiftes, og der skal løbende indgås nye leasingaftaler med leverandører.

Udfordring: I foråret 2022 stod hjemmeplejen i Aarhus Kommune overfor at skulle indgå nye leasingaftaler for en del af den samlede bilflåde på i alt 200 biler. Egne beregninger viste et behov for at indgå ny aftale om at lease i alt 43 biler.

Løsning: Aarhus Kommune deltager i et større udviklingsarbejde sammen med en række kommuner om at udvikle AI-værktøjet FleetOptimizer til at understøtte omlægningen af bilparken ud fra faktiske behov. Man valgte at benytte værktøjet på hjemmepleje-området og foretog her en grundig behovsanalyse baseret på kørselsmønstre ud fra GPS-data. Analysen viste, at hjemmeplejen havde en overkapacitet på 13 biler og dermed kunne nøjes med at lease 30 biler de næste fem år og stadig opretholde samme kørselsmønstre.



Hvad er intelligent flådestyring?

Et AI-baseret analyseværktøj, der ud fra GPS-kørselsdata er i stand til at anvise forslag til en optimeret bilpark – med tilhørende optimeret anvendelse. Løsningen kan også simulere kørte ruter (med fossilbiler) med nye køretøjer (cykler og elbiler) og vise den mulige CO₂-reduktion. Ud fra en givet ønsket økonomisk besparelse eller en given CO₂-reduktion, kan der beregnes forslag til ny flådesammensætning og evt. krav til kommende kørselsmønstre.



Område

Transport og mobilitet

Tema

Flådestyring

Klimateknologi

Kunstig intelligens til beregning af fremtidige behov for bilpark og optimal anvendelse.

Kommune

Aarhus

Kontaktperson

Joachim Daus-Petersen,
flådestyrings-koordinator,
borgmesterens afdeling.
joda@aarhus.dk

Reduktioner

30%

reduktion af bilflåden for del af hjemmeplejen

49,4 ton CO₂

reduktion af de 13 biler, der ikke blev indkøbt over en 5 årig periode

Gevinster

25%

besparelse af udgiften til bilflåde

for del af hjemmeplejen, indbefatter både leasing og drift

3 mio. kr

besparelse ved at lease 13 færre biler over 5 år

Investeringer

200.000 kr.

til drift af FleetOptimizer

200

arbejdstimer

indlæsning af GPS-data + beregning

Sådan er tallene opgjort

- Reduktion af CO₂-udledning ifm. produktion og drift af elbiler er udregnet ved brug af Copenhagen Electric/Region H's værktøj (Elbilers klimapåvirkning (regionh.dk)). Beregningsmetoden baserer sig på Klimarådets arbejde fra 2018.
- Den økonomiske gevinst er baseret på leasingpriser fra leverandører samt Aarhus Kommunes erfaringer med udgifter til forsikringer, reparation mv.
- Beregning af investeringer er baseret på Aarhus Kommunes vurdering af, hvad det vil kræve økonomisk og ressourcemæssigt hvis en kommune skal gennemføre et tilsvarende initiativ for en middelstor kommune. For Aarhus Kommune var det en del af et større udviklingsprojekt og dermed ikke muligt at beregne isoleret.



CO₂-reduktion

Pga. færre antal leasede biler end tidligere



Klima for pengene

Sparer penge og reducerer klimaftryk på samme tid



Spredningspotentiale

Kræver justering af bilflåden



Klima for pengene

Aarhus Kommune arbejder sammen ti andre kommuner (Aalborg, Esbjerg, Favrskov, Kerteminde, København, Norddjurs, Ringsted, Slagelse, Syddjurs, Sønderborg) samt to regioner om at videreudvikle AI-værktøjet FleetOptimiser, da der ligger stort potentiale i også at benytte værktøjet til at estimere det rigtige mix af transportmidler og etablere flådedeling på tværs mellem interne organisatoriske enheder i kommunerne.

Projektet har i 2021 og 2022 modtaget støtte som et AI-signatur projekt og har modtaget yderligere støtte fra 2023 og frem.

Læs mere om FleetOptimiser-projektet og om, hvordan din kommune kan være med: fleetoptimiser.aarhus.dk

Yderligere gevinster

- Ud over at identificere overkapacitet i bilparker kan løsningen også estimere det rigtige mix i brugen af cykler, elbiler og fossilbiler og dermed sikre optimal udnyttelse.
- Løsningen kan også anvendes til at komme med forslag til ændret bilflåde og brugsmønster af biler og cykler ud fra et ønske om en given økonomisk besparelse eller CO₂-reduktion.
- Løsningen giver endvidere mulighed for at estimere gevinster ved deling af bilflåde på tværs af organisatoriske enheder.

Vær opmærksom på:

- At der er mange følelser knyttet til det at have råderum over biler og dermed også til når der sker ændringer.
- At tiltaget skal times ift. hvornår det er muligt at reducere sin bilflåde jf. indgåede aftaler og kontrakter.

Spredningspotentiale



Kræver en relativ lille investering holdt op mod store økonomiske og klimamæssige gevinster. Kræver dog, at det er muligt at ændre i sin bilflåde jf. aftaler og kontrakter.



Lav barriere for at implementere løsningen, da man kun fjerner overkapacitet, og det hidtidige kørselsmønster dermed kan fastholdes.



Da leasing og drift af bilflåder i dag ofte sker decentralt i kommunerne, er der stort potentiale ved at arbejde sammen på tværs i kommunen med deling af bilflåder.

Hvad kræver det?



Teknologisk:
GPS-data af nuværende kørselsmønstre. Benytter man et flådebookings-værktøj vil det typisk kunne levere disse data. Drift af AI-værktøjet FleetOptimiser.



Økonomisk:
Relativt lille investering i kroner og øre – og arbejdstimer.



Organisatorisk:
Forankring tæt ved beslutningstagere samt politisk og ledelsesmæssig opbakning til at udfordre vanetænkning og "ejerskabsfølelse" af bilpark.



Kompetencemæssigt:
En vis indsigt i biler og kørselsbehov. Kræver ikke større it-mæssige kompetencer.



Juridisk/etisk
GPS-data må ikke kunne henføres til de enkelte brugere af bilflåden.

Sådan kommer du i gang!

1

Undersøg, hvornår det vil være muligt at ændre i jeres bilflåde jf. aftaler og kontrakter.

2

Sikr, at der er politisk og ledelsesmæssig opbakning til at foretage ændringer af bilparker, herunder ejerskab og evt. indførelse af andre transportformer som fx cykler.

3

Undersøg, om der er GPS-data til rådighed, eller om der manuelt skal lægges data ind ud fra kørselsbøger.

Tårnby Kommune skærer 15% af varmeforbruget med sensorer, vejrdata og kunstig intelligens

Varmeforbruget styres automatisk ud fra vejrprognoser og temperatur i bygninger.

Situation: Tårnby Kommune ville vælge et "klassisk" EMS (Energy Management System), der gør det muligt at overvåge, analysere og optimere energiforbruget i kommunens bygninger. Men de ønskede en løsning, der passede til kommunens bygninger og til den rette pris.

Udfordring: I Tårnby Kommune var varmeforbruget (gas og fjernvarme) det samme år efter år, uanset om der var variation i vejret (kold eller varm vinter). Derfor ønskede kommunen at undersøge, hvordan de effektivt kunne styre varmeforbruget på tværs af bygninger til en overkommelig pris.

Løsning: Automatisk prognosestyring går ind og påvirker udeføleren, som styrer fremløbstemperaturen, ud fra beregninger af vejrforhold og temperaturer i bygninger.

Løsningen fra Kiona sikrer en lavere fremløbstemperatur, som er temperaturen i det vand, der løber frem til radiatorerne fra varmeanlægget. På den måde spares der kWh, fordi vandet ikke skal varmes op til de samme temperaturer som tidligere. Det har givet en gennemsnitlig besparelse på 15% - svarende til 22,4 kWh/m².



Hvad er automatisk prognosestyring af varmeforbruget?

Ved hjælp af sensorer, som måler temperaturer i de enkelte rum i bygninger, samt data på faktorer som påvirker varme/kulde i bygninger (sol, vind, nedbør) er det muligt at styre varmeforbruget automatisk ud fra vejrprognoser, så varmeanlægget kan indstilles i tide (manipuleres), inden vejret skifter. Kunstig intelligens anvendes til løbende at justere fremløbstemperaturen mere nøjagtigt baseret på forskellige situationer (vejr, indeklima, temperatur).



Område
Offentlige bygninger

Tema
Varmeforbrug

Klimateknologi
Sensorer til måling af temperatur og luftkvalitet samt digital platform.

Kommune
Tårnby

Kontaktperson
Rune Klitgaard,
Energi- og klimamedarbejder
ruklja@gladsaxe.dk

Reduktion

365 ton
CO₂ pr år

15%
reduktion af
varmeforbruget

Gevinster

5,84 mio. kr.
over en 5 årig periode.

Årlig forventet
besparelse:
15%

Investeringer

Samlet investering på
3,8 mio. kr.
over en 5 årig periode.

+

Ca. 7,5
arbejdstimer/uge

Sådan er tallene opgjort

- Reduktionerne er ikke udelukkende et direkte resultat af prognosestyringen. Her forventes en reduktion på ca. 10 %.
- Reduktionerne er dog stadig et resultat af investeringen i løsningen, da det har resulteret i andre mere manuelle tiltag. Et eksempel er, at flere lokaler havde en temperatur langt over 21 grader (før de 19 grader, som det er i dag), som var den ønskede temperatur. Indblik i temperaturen på den digitale platform gør, at man nu hurtigt kan agere, hvis der er for varmt.
- Investeringen på de 3,8 mio. kr. er over en 5-årig periode med en samlet installationsudgift på 1,4 mio. kr. og et samlet abonnement på 2,4 mio. kr. fordelt på de 37 bygninger. Se flere beregninger på næste side.



CO₂-reduktion

Besparelse på tværs af alle bygninger på over 10%



Klima for pengene

Sparer penge og reducerer klimaftryk på samme tid



Spredningspotentiale

Løsningen kræver 'kun' adgang til data. Derudover kræver det engagerede medarbejdere med ansvar fra de enkelte bygninger til at gå med på ideen.



Klima for pengene

Business casen er bedst for de komplekse bygninger med vicevært og CTS (Central Tilstandskontrol og Styring). Løsningen er installeret på 37 store bygninger (skoler, plejehjem, administration, idræt osv.) Det samlede areal for denne type bygninger er 175.500 m² (ud af samlet 247.000 m² fordelt på 220 bygninger) med et samlet gas/varme forbrug på 22,3 GW/h. Resultatet indtil nu er, at det gamle varmeforbrug på 84 kWh/m² er reduceret til 74 kWh/m² – altså en besparelse på 10 kWh/m².

Prisen på installation for ovenstående 37 bygninger er ca. 1,4 mio. kr./37.850 kr. pr. bygning. Dertil kommer et abonnement på ca. 0,48 mio. kr./år svarende til 3 kr./m². Samlet har investeringen over 5 år (1,4 mio. kr. + (480.000*5 år) været 3,8 mio. kr.

Mange kommunale bygninger får en strafgift pålagt pga. dårlig afkøling af returvandet. I pilotcasen i Tårnby Kommune – Skottegårdsskolen – var strafafgiften på 25.000 kr./år. I dag får de 15.000 kr. retur i stedet. Indtil videre er der sparet 250.000 kr. pr. år på strafafgifter alene.

Spredningspotentiale



Landets 98 kommuner ejer og administrerer i alt ca. 31 mio. m² bygninger, herunder folkeskoler, vuggestuer, børnehaver og idrætsfaciliteter samt administrationsbygninger. [Læs mere her.](#)



Det er en Plug & Play løsning i kommuner med bygninger, som har data fra eksisterende EMS/CTS systemer samt vejrdata.

Yderligere gevinster

- Før temperatur- og luftfugtighedssensorerne blev installeret i de enkelte rum i bygningerne, kendte man ikke temperaturen eller luftfugtigheden. I dag kan man holde en mere konstant temperatur og overvåge luftfugtigheden, så man sikrer et bedre indeklima for de personer, som anvender lokalerne.
- Overvågningen af temperaturen gør også, at det er blevet nemmere og hurtigere, for de personer, som har ansvaret for de enkelte bygninger at reagere og finde årsager på temperaturændringerne i de enkelte bygninger eller lokaler. Her kan man fx se, hvis temperaturen falder i et lokale eller hvis et vindue ikke er blevet lukket.

Vær opmærksom på:

- Den digitale platform har mange funktioner, som kan være svære at lære. Derfor skal det overvejes, om man vil oplære en medarbejder internt i kommunen eller tilknytte en rådgiver fra leverandøren. I Tårnby har man valgt den sidste løsning med lidt hjælp fra en ekstern konsulent.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

Det er en Plug & Play løsning, som kan installeres på alle bygninger med et EMS/CTS. Løsningen anvender blot data fra enten egne eller eksisterende sensorer.



Økonomisk:

Der er installationsomkostninger og abonnement. I Tårnby Kommune kom installationsomkostningerne fra budgettet til energiforbedringer. Fremadrettet vil abonnementet blive betalt af driftsomkostningerne/besparelserne.



Organisatorisk:

Projektet er forankret i klimateamet, som i Tårnby består af en enkelt energimedarbejder.



Kompetencemæssigt:

Det har været nødvendigt at have en energimedarbejder med allokert tid og kompetencer til at finde den rette løsning og hjælpe med dialogen med viceværterne. Der har også været tilknyttet en konsulent fra leverandøren af løsningen for at udnytte potentialet i løsningen fuldt ud.

Sådan kommer du i gang!

1

Indsamling og adgang til data er centralt for at kunne analysere sig frem til, hvor og hvordan man kan spare energi.

2

Man skal være opmærksom på, at det kan tage lang tid at indsamle data. Det kan forsinke handling og løsningerne.

3

Sørg for at dokumentere effekterne, da de kan anvendes som business case til nye investeringer, skalering, og flere CO₂ reduktioner med dobbelt bundlinje. Se jer selv som en slags sælgere.

Hørsholm Kommune sparer 6% på den samlede CO₂-udledning med databaseret energiplatform

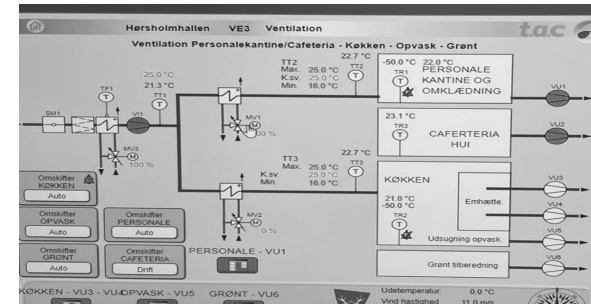
På blot 10 måneder har kommunen nedbragt el-, vand- og varmekonsumet markant.

Situation: I 2021 besluttede Hørsholm Kommune at undersøge mulighederne for besparelser i energiforbruget i de kommunale bygninger. Kommunen afsatte et budget til energiledelse og ansatte en medarbejder til at finde løsningerne.

Udfordring: I Hørsholm Kommune indsamlede man ikke systematisk data om energiforbruget. Der var kun enkelte manuelle målere, som stort set ikke blev brugt. Der var derfor brug for at investere i et Energy Management System (EMS) som udgangspunkt for databaseret energiledelse.

Løsning: I maj måned 2021 fik Hørsholm Kommune implementeret databaseret energiledelse med kunstig intelligens på samtlige kommunale ejendomme el-forbrug. Løsningen fra Ento Labs giver et overblik på timeniveau over alle energidata.

Kommunen har efterfølgende igangsat en række energibesparende initiativer på baggrund af den opsamlede data og information. Dette har nu på knap tre år resulteret i en samlet besparelse på 6% af det samlede årlige energiforbrug.



Hvordan fungerer databaseret energiledelse med kunstig intelligens?

Løsningen indsamler bygningsdata, vejrdato, adfærdsdata og energidata fra flere datakilder.

Kunstig intelligens anvendes til at analysere på 16 forskellige parametre, som kan have indflydelse på en ejendoms el-forbrug, fx vindhastighed, vindretning, solindstråling osv. Baseret på dette leveres en prioriteret liste over bygninger med størst potentiale for energibesparelser.



Område
Offentlige bygninger

Tema
Energiledelse

Klimateknologi
Sensorer, digital platform og kunstig intelligens

Kommune
Hørsholm

Kontaktperson
Dennis Sonne Mogensen,
Projektleder, Center for By & Miljø
dni@horsholm.dk

Reduktioner

190
ton CO₂ pr år.

993
MWh pr år.

Ca. 6%
af energiforbruget

Gevinster

2,09 mio. kr.
om året i besparelser på el og varme.
Det svarer til en tilbagebetalingstid på ca. 1 år

Investeringer

2.1 mio. kr.
i samlet investering. Beløbet dækker over engangsinvesteringer til konkrete løsninger på 2 mio. kr. og 0,1 mio. kr. til den digitale løsning.

Sådan er tallene opgjort

- Tallene er alle trukket fra EMS-systemet, hvor reduktion på CO₂ og kWh løbende beregnes som en del af løsningen.
- Løsningen i sig selv leverer ikke besparelser, da det er et energiledelsesværktøj. Besparelserne er kommet ved at agere på de forslag til forbedringer, som systemet foreslår.
- Investeringerne er engangsinvesteringer, hvorimod besparelserne er permanente. Derfor er tilbagebetalingstiden 1 år.
- Hvad angår Investeringer så bliver løsningen implementeret af leverandøren, så der skal ikke anvendes mange arbejdstimer her. Der er allerede data på dag 1. Der er største arbejde er at skaffe data fra energiselskabet.



CO₂-reduktion

Reduktionen afhænger af, hvor meget kommunen reagerer på de oplysninger, der kommer fra systemet. I Hørsholm har man fundet mange lavthængende frugter.



Klima for pengene

Meget kort tilbagebetalingstid og hurtige besparelser i CO₂.



Spredningspotentiale

Stort potentiale og løsningen med kunstig intelligens kan anvendes på tværs af energistyringssystemer.

KL

RAMBOLL

Klima for pengene

Udover data på elforbrug fra EMS, indhentede Hørsholm Kommune også data på vand- og varmemeforbrug fra forsyningsselskaberne. Her opdagede man fx, at 81% af alle bygninger betalte et afkølingsgebyr, som betales, når returvandet til forsyningsselskabet er for varmt og derfor skal afkøles.

Hørsholm Kommune så store effekter ved at anvende data fra hovedmålere, men har selv foretaget nye investeringer for at få størst mulige CO₂-besparelser. Kommunen har tilkøbt et system, hvor der suppleres med bi-målere som opsættes flere steder i bygningerne og giver en mere præcis indsigt i, hvor i ejendommen der er et forbrug ud over det normale. Den indsigt sparer mange ressourcer, da det er hurtigere at identificere, hvor i bygningen der skal sættes ind.

Kommunen har udarbejdet et *energiledelses-årshjul*, der er med til at sikre, at servicelederne har tilbagevendende møder, hvor de får mulighed for at sparre med hinanden. Energiteamet i kommunen vil fremover afholde møder pba. dataindsigter i de forskellige bygninger, hvor de mødes med serviceledere og sætter fokus på specifikke tiltag.

Spredningspotentiale



Landets 98 kommuner ejer og administrerer i alt ca. 31 mio. m² bygninger, herunder folkeskoler, vuggestuer, børnehaver og idrætsfaciliteter samt administrationsbygninger.

[Læs mere her.](#)



Ifølge interesseorganisationen SYNERGY kan Danmark spare 10% af energiforbruget i bygninger ved bedre udnyttelse af data og digitalisering. [Læs mere her.](#)



Løsningens potentiale kan testes for et mindre beløb (25.000-30.000 kr.), og der leveres data efter den første dag, løsningen er installeret

Yderligere gevinster

- Løsningen dokumenterer automatisk effekten, som kan anvendes til at levere en business case til andre energioptimeringsprojekter
- Det er muligt at visualisere resultaterne over for borgerne og vise, hvor meget CO₂ der er sparet.
- Løsningen viser også indeklima-data (CO₂-koncentration), som har indflydelse på sundhed og læring
- Der spares tid/ressourcer, da den kunstige intelligens beregner, hvor det er nødvendigt at sætte ind. Før skulle kommunen selv finde problemerne uden data.

Vær opmærksom på:

- Leveringstiden ift. data vil dog afhænge af de enkelte forsyningsselskabers ressourcer og muligheder ift. deling af data, og kan derfor variere.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

Det kræver adgang til forbrugsdata, som kan tage lang tid at få adgang til for vand og varme. Det kræver ikke bi-målere, men det vil gøre løsningen mere effektiv med mere nøjagtige målinger i bygningerne.



Økonomisk:

Ressourcemæssigt kræver det ikke meget tid, da løsningen er nem at implementere, og leverandørerne står for det. Det kræver ikke store økonomiske investeringer.



Organisatorisk:

Projektet er forankret i Team Energi, og energibudgettet er centralt forankret. Det betyder at de økonomiske resultater ikke har indflydelse på budget og regnskabsresultat for de enkelte institutioner - fx skoler, plejehjem mv.



Kompetencemæssigt:

To personer er oplært til at anvende systemet og forstå de data, der bliver præsenteret af løsningen. De to medarbejdere anvender løsningen til at igangsætte projekter med serviceledere rundt i kommunens bygninger.

Sådan kommer du i gang!

1

Afprøv løsningen i en kortere periode Det koster ca. 25.000-30.000 kr. at teste systemet i tre måneder, og her bør du allerede have opnået tydelige besparelser.

2

Få leverandøren eller andre eksterne rådgivere til at indhente data fra forsyningsselskaberne.

3

En centralisering af budgetterne gør, at den enkelte serviceleder ikke er bange for at spare energi i de enkelte bygninger. Er det decentraliseret, så skal det sikres, at besparelserne ikke fjernes fra budgettet i den enkelte bygning/institution eller lignende.

Aarhus forventer 10-20% øget effekt af klimatilpasningen med data fra kloakkerne

Sensorer leverer data i realtid om, hvad der foregår i afløbssystemet.

Situation: I Aarhus kommune er der et samlet afløbssystem bestående af ca. 2.800 km regn- og spildevandsledninger. Der investeres årligt ca. 140 mio. kr. i disse systemer, hvilket ønskes brugt bedst muligt til gavn for vandmiljø og borgerservice.

Udfordring: Prioritering af de mange reoverings-, sanerings- og klimatilpasningsbehov fortages i dag primært på baggrund af informationer om ledningsnettet og matematiske modeller. Realtidsobservationer, som beskriver, hvordan systemerne fungerer i praksis, er et værdifuldt supplement til prioriteringerne.

Løsning: Kombinationen af smarte IoT-sensorer (pt. 250 stk), der måler gennemstrømningen af vand, i regn- og spildevandssystemerne, vejrdata, struktureret databehandling og analyseplatform giver grundlag for at øge investeringseffektiviteten i den vitale og fælles vandinfrastruktur.

De kontinuerlige observationsdata fra netværket af sensorer og de automatiske analyser giver unikke indsigter i systemernes reelle udnyttelsesgrader. På denne måde opbygges et reelt og mere retvisende beslutningsgrundlag til prioritering af de mange behov, så der opnås mest klimasikring, reovering og sanering for pengene.



Hvad udnytter man IoT data fra afløbssystemer til?

Sensorer, der er placeret forskellige steder i regn- og spildevandssystemet, er direkte koblet op på nettet og kan dermed levere data i realtid om, hvad der foregår i afløbssystemet. Oven på dette er der bygget en decideret data-platform, hvor data kobles sammen og kombineres med vejrdata ved brug af big data og kunstig intelligens, så man kan udnytte data og høste data-drevne indsigter og viden. Det giver bedre mulighed end tidligere for at identificere problemer, sammenhænge og real kapacitet i afløbssystemerne og dermed sætte ind, hvor det giver størst effekt.



Område
Klimasikring

Tema
Regn- og spildevand

Klimateknologi
IoT sensorer i afløbssystemer

Kommune
Aarhus

Kontaktperson
Malte Skovby Ahm,
Aarhus Vand
Malte.Ahm@aarhusvand.dk

Reduktioner

Færre aflastninger til vandmiljøet og potentiale for bedre udnyttelse af systemkapacitet og ressourcer i spildevandet

Mere optimeret vandhåndtering, og dermed mindre CO₂-udledning ved etablering og drift af nye/større anlæg

Reduceret risiko for fejlinvesteringer

Gevinster

10-20%

øget effekt af investeringerne inden for klimatilpasning, reovering og sanering af det samlede regn- og spildevandssystem

For mellem

14 og 28 mio. kr.

øget værdi af investeringerne pr. år. inden for klimatilpasning, reovering og sanering af det samlede regn- og spildevandssystem

Investeringer

Ca. 7.500 kr.

pr år for Total Cost of Ownership (TCO) pr målepunkt i afløbssystemet. Ca. 60% er for dataindsamling og 40% er for dataanvendelsen.

Sådan er tallene opgjort

- Den øgede effekt og værdi af investeringerne er baseret på en vurdering fra Aarhus Vand om en 10-20% øget effekt ved at træffe beslutninger og prioritering baseret på reelle observationsdata. Sammenholdt med den samlede årlige investering på 140 mio. kr. giver det den nævnte øgede værdi.
- Aarhus Vands vurderinger er baseret på mere end 15 års erfaring med at anvende observationsdata aktivt i design-, planlægnings- og driftsfaserne for investeringer samt erfaring med at investere i et aktivt styret anlæg i stedet for traditionelle passive systemer. Et eksempel herpå er Aarhus Å-projektet (minimering af overløb og øget badevandskvalitet), hvor skiftet til et aktivt styret system fra et traditionelt passivt system reducerede anlægsomkostninger med 25% fra 455 mio. til 340 mio.



Reduceret skadesrisiko

Målrettet værktøj til at sikre størst mulig reduktion



Klimasikring for pengene

Fokus på mest klimasikring for pengene



Spredningspotentiale

Særlig relevant for kommuner med stor oversvømmelsesrisiko



Klima for pengene

Gevinsterne ved at bruge IoT-observationsdata er, at det giver et langt bedre prioriteringsgrundlag end tidligere. Det hjælper med at identificere, hvor investeringer skal prioriteres for at få mest mulig effekt, og hvordan disse prioriterede indsatser skal designes.

Et eksempel på anvendelse er, at man i forbindelse med centralisering af renseanlæg og oprettelse af nye pumpestationer brugte IoT-sensorer i regn- og spildevandssystemerne til at opspore store mængder af uvedkommende vand i systemerne, som pumpestationerne ellers skulle håndtere. Gennem målrettet anvendelse af IoT-data blev det identificeret, hvilke områder det uvedkommende vand kom fra. På den måde kunne der laves målrettede indsatser for at nedbringe de uvedkommende vandmængder betragteligt fra disse områder. Det har betydet, at den nye pumpestation kan dimensioneres på et mere kvalificeret grundlag, og med en mindre kapacitet, med stor besparelse til følge.

Spredningspotentiale



Der bruges årligt omkring 6 mia. kr. på at sanere, rovere og udbygge regn- og spildevandssystemer i Danmark.



Anvendelse af IoT-data har et stort potentiale til at effektivisere disse store investeringer ved at kvantificere beslutningsgrundlaget. Dermed er der tilsvarende store gevinster at hente.



IoT-data har et væsentlig potentiale til at forbedre den nuværende planlægnings- og dimensionspraksis, som er baseret på en statistisk tilgang ved brug af traditionelle strukturelle data og modeldata. Observationsdata fra IoT-sensorer giver en unik mulighed for at koble de statistiske antagelser med de observerede tilstande og data om systemernes funktionalitet. Dermed reduceres risikoen for fejlinvesteringer.

Yderligere gevinster

- Mulighed for i realtid at monitorere funktionen og kapaciteten af regn- og spildevandssystemet – og derved kunne agere proaktivt i stedet for reaktivt på potentielle problemer, herunder øge kapacitetsudnyttelse ved aktiv integreret styring af afløbssystem og renseanlæg mv. Sidstnævnte har dog nogle regulatoriske udfordringer pga. potentiel ansvarspådragelse og den måde, som sektoren benchmarkes.
- Mulighed for at effektivisere indsatsen inden for klimatilpasning.
- Mulighed for bedre datagrundlag i vandløbshåndteringen og udløbstilladelser.
- Mulighed for at effektivisere indsatsen inden for vandforsyningsområdet ved fx identifikation af utætheder, brud og nedsat kapacitetsydelse.

Vær opmærksom på:

- Det kræver organisatorisk opbakning at udfordre de mere traditionelle måder at arbejde med planlægning, data og dimensionering på.
- Brugen af IoT-data åbner op for helt nye måder at planlægge og prioritere investeringer på, da systemernes tilstande kan overvåges kontinuerligt til en hidtil uset grad.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

IoT-sensorer, dataintegration og dataanalyse optimeret til hydrologiske og hydrauliske problemstillinger.



Økonomisk:

TCO (Total Cost of Ownership) over fem år for et målepunkt i afløbssystemet er ca. 7.500 kr./år, hvoraf ca. 60% er dataindsamling, og 40% er dataanvendelsen. Dette prispunkt kræver dog den rette erfaring og ekspertise i kommune og forsyning.



Organisatorisk:

Tæt parløb mellem forsyningsselskab og kommune – og den rette ekspertise. Villighed til at tænke nyt og udover den tradition benchmarking i vandsektoren.



Kompetencemæssigt:

Tværfaglig kompetence er nødvendig på tværs af IoT, hydraulik, dataanalyse samt lokalt kendskab til afløbssystemet.

Sådan kommer du i gang!

1

Hav fokus på den hydrauliske/hydrologiske udfordring og systemsammenhæng. Definér derudfra, hvordan observationsdata kan indsamles simpelt, stabilt og kontinuerligt.

2

Fokuser på, hvordan behovet for data til "nu-og-her-beslutninger" kan balanceres med data til mere langsigtede og større investeringsbeslutninger.

3

Fokuser på leverandører med en forretningsmodel bygget op omkring tilvejebringelse af hydrauliske/hydrologiske indsigter, åbne datasnitflader og med en accept af et ekstremt hurtigt udviklende område.

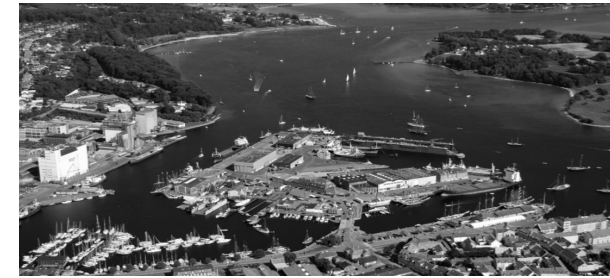
Svendborg Kommune reducerer årlig skadesrisiko ved oversvømmelser med millionbeløb

Digital skadesberegner nedbringer skadesrisikoen med 33%.

Situation: Svendborg Kommune er med sin kystnære beliggenhed sårbar over for stigende havvand, skybrud og regn. Det gælder særligt omkring Svendborg Havn, hvor de største værdier kan gå tabt ved klimamæssige hændelser.

Udfordring: Svendborg Kommune stod over for at skulle gennemføre en detaljeret planlægning og prioritering af klimatilpasningen ved havnen, hvor man ud fra en helhedsbetragtning ønskede at få mest mulig klimasikring for pengene og få det bedst mulige grundlag for prioritering af indsatser.

Løsning: Svendborg Kommune har benyttet en digital skadesberegner til at beregne omkostningerne ved oversvømmelser og har foretaget risikokortlægning som udgangspunkt for en vurdering af investeringer i klimatilpasningen. Disse beregninger viser, at Svendborg Kommune i øjeblikket har en samlet årlig skadesrisiko på 17 mio. kr. ved havneområdet. Ud fra forskellige klimasikringstiltag og scenarier kan effekten i form af en reduceret skadesrisiko nu beregnes. Denne skadesreduktion sammenholdes med prisen for gennemførelse af de forskellige tiltag.



Hvad er en digital skadesberegner?

Løsningen beregner omkostninger i form af skader og risiko fra oversvømmelser. Den omsætter vand på terræn til et økonomisk tab inden for skadesområder som virksomheder, offentlig service (fx skoler), kritisk infrastruktur og bevaringsværdige bygninger. Systemet bygger på data-input fra bl.a. SDFI's digitale platforme. Det er muligt at indlægge forskellige scenarier for oversvømmelser i form af 5, 10, 20, 50 og 100 års hændelser og herudfra beregne prisen på den årlige skadesrisiko. Skadesberegner er et open source produkt, som udbydes af Geo Fyn, og som er gratis at benytte



Område
Klimatilpasning

Tema
Prioritering af klimasikringsindsatser

Klimateknologi
Open source model og beregningsværktøj.

Kommune
Svendborg

Kontaktperson
Anna Als, Udviklingskonsulent,
Byg og Byudvikling
anna.als@svendborg.dk

Reduktioner

33%

reduceret skadesrisiko baseret på gennemførelse af den valgte strategi ved havnen

Gevinster

Reduceret årlig skadesrisiko med

5,6 mio. kr.

Skadesrisikoen var før klimasikring-indsatsen på 17 mio. kr. årligt og vil med indsatsen være 11,4 mio. kr.

Investeringer

Ca. 1 årsværk

For gennemførelse af samlet skadesberegner-projekt for Svendborg Kommune.

Sådan er tallene opgjort

- Første del af strategien reducerer den årlige skadesrisiko med 5,6 mio. kr. Der er endvidere udarbejdet to scenarier for anden del af strategien, som vil reducere den årlige skadesrisiko yderligere med henholdsvis 13,1 mio. kr. og 16,3 mio. kr. Her skal kommunalbestyrelsen vælge, hvilke af de to scenarier der skal arbejdes videre med.



Reduceret skadesrisiko

Måltrettet værktøj til at sikre størst mulig reduktion



Klimasikring for pengene

Fokus på mest klimasikring for pengene



Spredningspotentiale

Særlig relevant for kommuner med stor oversvømmelsesrisiko

KL

RAMBOLL

Klima for pengene

Den digitale skadesberegner har leveret vigtige bidrag til udarbejdelsen af Svendborg Kommunes Klimahandlingsplan 2022. Metoden har givet grundlag for at prioritere mellem de forskellige indsatser frem mod 2030 ud fra, hvor man får den største risikoreduktion. Det samme gælder for udarbejdelsen af en indsatsplan for øvrige prioriterede risikoområder frem mod 2050.

Kommuner som Nyborg, Aabenraa og Ringkøbing-Skjern, arbejder med tilsvarende initiativer med at benytte digitale værktøjer til at beregne økonomisk skadesrisiko.

Læs mere om den digitale skadesberegner, som også hedder Skadesøkonomi, [her](#).

Yderligere gevinster

- Man får vigtige input til brug for dialog og proces med borgerinddragelse. Det skaber samtidig et solidt fagligt grundlag for debat.
- Den digitale skadesberegner giver et solidt grundlag for den politiske behandling og stillingtagen.

Vær opmærksom på:

- Når man prioriterer, er der også følelser på spil. Det er vigtigt at være åben omkring, hvilke data og forudsætninger der prioriteres ud fra.
- Der er vigtigt at fastlægge definitioner. Fx hvad er indbefattet i kritisk infrastruktur og offentlig service.

Spredningspotentiale



Henvender sig til kommuner, der er udfordret på oversvømmelser ved stigende havvand, skybrud og vandløb.



Attraktivt at benytte, da det giver mulighed for at prioritere mellem forskellige indsatser baseret på, hvor stor reduktion af skadesrisikoen de enkelte tiltag kan bidrage med.



Det kræver indledningsvis en relativ stor indsats at læse vejledninger og lære at anvende værktøjet og få data-grundlaget på plads.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

Installation af open source-værktøj og anvendelse af data fra eksterne datakilder fra bl.a. SDFI. Tilvejebringelse af data på alle områder, som man ønsker indbefattet.



Økonomisk:

Primært investering i arbejdstimer, da det er en gratis open source-løsning, der arbejdes med.



Organisatorisk:

Hører naturligt hjemme under Teknik og miljø.



Kompetencemæssigt:

Kræver relativ stor GIS-kompetence og gerne erfaring med open source. Endvidere brug for solid planfaglig viden.



Juridisk/etisk

Det er vigtigt at være åben og transparent med hensyn til de data, som løsningen baserer sig på, herunder særligt ift. de forudsætninger, som beregningerne baserer sig på.

Sådan kommer du i gang!

1

Vær klar på, hvilke formål skadesberegneren har. Identificér, hvor der er behov for at prioritere mellem forskellige indsatser. Definér, hvad der er vigtigst for det pågældende område, og hvordan der skal prioriteres.

2

Sæt tid af til at sætte jer ind i, hvordan værktøjet virker. Der er gode vejledninger at støtte sig til.

3

Det er vigtigt at få formidlet resultaterne i nogle letforståelige grafikker og tekst. Søg inspiration i kommuner der har benyttet værktøjet eller hos Geo Fyn.

Københavns Kommune reducerer CO₂-belastningen fra mobile devices med 20%

“Lifecycle-metode” har hjulpet kommunen til øget genbrug og bedre udnyttelse.

Situation: Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i Københavns Kommune har over 6000 mobile devices til sine 10.000 medarbejdere. It-udstyr har et stort CO₂-aftryk, og det gør det vigtigt at effektivisere udnyttelsesgraden af devices og dermed nedbringe klimabelastningen.

Udfordring: Tidligere blev udlevering og indsamling af devices håndteret lokalt uden faste procedurer og fremgangsmåder. I forbindelse med udskiftning af alle devices blev der returneret 1.200 devices, som aldrig har været brugt. Der var ikke faste procedurer ved aflevering af defekte devices.

Løsning: Der blev indført central styring gennem en “Device Lifecycle”-metode. Alle devices monitoreres ift., om de har været inaktive i hhv. 30, 60, eller 90 dage. Det foregår via en MDM app (Mobile Device Management). Ved inaktivitet i 30 dage sendes besked til den lokale leder, ved 60 dage låses deviceen, og ved 90 dage betragtes deviceen som bortkommen. Den bliver lukket, og kontoret faktureres. Dermed sikres det, at alle devices aktivt bliver brugt.

Defekte devices indsamles og gennemgås. 80% kan genanvendes gennem opdatering eller lign.



Hvad er “Device Lifecycle” metoden?

Metoder og processer for den samlede livscyklus fra anskaffelse til bortskaffelse, så det gennemføres på den mest hensigtsmæssige måde ud fra et samlet økonomisk samt service- og klimamæssigt perspektiv. Særlige fokusområder for metoden er bl.a. ved anskaffelse at gå efter modeller med længst mulig levetid, at undgå inaktive devices, at have procedurer for swap og overlevering af devices mellem medarbejdere samt håndtering af defekte devices, hvor en stor andel ofte kan genanvendes.



Område
Grøn it

Tema
Bæredygtig livscyklus for mobile devices.

Kommune
København, Sundheds- og Omsorgsforvaltningen

Kontaktperson
Jack Frederiksen,
Afdelingsleder for mobility
wm14@kk.dk

Reduktioner

20%

reduktion af CO₂ svarende til CO₂ belastningen af 1200 devices som tidligere ikke blev brugt

78 ton CO₂

svarende til CO₂-belastningen af 1200 devices som tidligere ikke blev brugt

Gevinster

20%

bedre udnyttelse af devices

80%

genanvendelse af umiddelbart defekte devices

5,2 mio. kr.

svarende til værdien af de i alt 1200 ubrugte devices.

+

3,5 mio. kr. pr år

via genanvendelse af devices, som umiddelbart er indleveret som defekte

Investeringer

2 årsværk

i support til håndtering af “Device Lifecycle” metoden.

Sådan er tallene opgjort

- Reduktion af CO₂-aftrykket er beregnet ud fra, at der tidligere var 1.200 devices, der aldrig var blevet benyttet, sammenholdt med at alle devices i dag aktivt anvendes.
- Reduktion af CO₂-aftrykket er beregnet ud fra en emissionsfaktor på gennemsnitlig 65 kg pr. device.
- Bedre udnyttelse af devices er baseret på, at den løbende monitorering af alle udleverede devices i dag sikrer, at de bliver aktivt anvendt. Ellers betragtes de som bortkommet, og de ansvarlige kontorer skal betale for dem.
- Høj genanvendelse af umiddelbart defekte devices kræver ofte kun den rigtige anvendelse eller simpel opdatering af software.
- De økonomiske gevinster er beregnet ud fra indkøbsprisen for devices.
- Investeringer baserer sig på de ekstra ressourcer, der anvendes for at administrere den centrale aktive styring af metoden.



CO₂-reduktion

Fjernelse af inaktive devices og stor genanvendelsesgrad af umiddelbart defekte devices.



Klima for pengene

Sparer penge og reducerer klimaftryk på samme tid



Spredningspotentiale

Kræver indførelse af central styring og en vis volumen

Klima for pengene

I forbindelse med indførelsen af et nyt omsorgssystem i Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i 2017 overgik man samtidig til en "Mobile First" strategi og anskaffede 6000 mobile devices (mobiltelefoner og tablets) primært til kommunens hjemmehjælpere og plejehjemsassistenter. Disse devices er efterfølgende blev opdateret af to omgange.

Gennem forløbet er metoden med "Device Lifecycle" løbende blevet udbygget. Målsætningen var fra starten at sikre en effektiv anvendelse af det nye omsorgssystem gennem de nye devices. De opnåede effekter med hensyn til bedre udnyttelsesgrad af devices og reduceret CO₂-belastning er kommet til siden hen.

Yderligere gevinster

- Høj it-sikkerhed, da devices ikke bortkommer, uden at det opdages. Devices der ikke er anvendt i 60 dage låses, og efter 90 dages formodes de automatisk bortkommet.
- Fuld kontrol over anvendelse af devices gennem MDM (Mobile Device Management)-løsningen (man har fx ikke problemer med anvendelse af TikTok).
- Større ejerskab og ansvar ude hos slutbrugerne.

Vær opmærksom på:

- At det kræver en solid organisatorisk forankring af metoden, både centralt og decentralt ved de involverede institutioner og enheder.
- At det kræver, at man decentralt og ude hos den enkelte bruger, er klar til at tage et større ansvar for anvendelsen af sine devices.

Spredningspotentiale



Med en stigende anvendelse af mobile devices er det et oplagt sted at sætte ind - for på samme tid at spare penge og reducere klimabelastningen.



Baseret på erfaringer fra Københavns Kommune kan der høstes ret store både økonomiske og klimamæssige gevinster



Københavns Kommune har fået mange henvendelser fra andre kommuner om deres model.

Det kræver villighed til at indføre central styring og evne til at sikre organisatorisk forankring.

Københavns Kommune har nu besluttet at udbrede løsningen til at dække hele kommunen.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

Anvendelse af en MDM (Mobile Device Management) app.



Økonomisk:

Investering i ekstra personale, der skal administrere metoden.



Organisatorisk:

Solid organisatorisk forankring med klar rolle- og ansvarsfordeling. Brug af veldefineret service-koncept og etablering af effektiv support-organisation.



Kompetencemæssigt:

Fagpersonale får større ansvar og skal bl.a. selv stå for udpakning af devices og installation (på samme måde som ved privat køb).



Juridisk/etisk

GPS-data skal ikke være tilgængelige, da det giver mulighed for overvågning.

Sådan kommer du i gang!

1

Gå i dialog med de organisatoriske enheder, der benytter devices, og få dem engageret.

2

Sørg for at der er en lettilgængelig og kompetent support. Brugerne skal have én enkel indgang til hjælp.

3

Fastlæg det overordnede service-koncept - herunder hvordan man sikrer incitamenter til en effektiv udnyttelse af alle devices og en høj genanvendelsesgrad.

Gladsaxe Kommune reducerer madspild med 30% ved at veje og analysere madaffaldet

Digital platform giver ny viden til menuer med mindre madspild i de kommunale køkkener.

Situation: Gladsaxe Kommune har som den første kommune i Danmark kortlagt sit madspild for at få en baseline til at reducere madspild med 50 % i 2030.

Udfordring: Udfordringen er, at man ikke ved, hvor madspildet forekommer, og hvor meget det drejer sig om.

Løsning: Kommunen har testet og implementeret en digital platformsløsning fra FoodOp med digitale vægte, som viser madspildet i børnehaver og på plejecentre på de enkelte afdelinger. Køkken- og institutionslederne får indblik i madspild og CO₂-aftryk fra menuerne, efter maden har forladt køkkenet. Efter et succesfuldt pilotprojekt, hvor en institutionen via nye menuer, baseret på den opsamlede data, reducerede sit madspild med hele 40%, er projektet skaleret til yderligere fem plejecentre og 13 børneinstitutioner i kommunen. Seks lokale virksomheder deltager også i projektet.



Hvad er digital måling af madspild?

Når køkkener sender mad ud på afdelingerne, kan det være svært at vide, hvad der sker uden for køkkenets fire vægge. Ved hjælp af digitale vægte under skraldespande med organisk affald kan madspild måles automatisk, og data lagres i en digital platform.

På den måde får køkkenet mulighed for at opbygge profiler for de forskellige afdelinger, der bl.a. viser omfanget af madspild, CO₂-aftrykket fra menuerne, og hvorvidt modtagerne får den rette ernæring.

Område

Institutioner og bygninger

Tema

Madspild

Klimateknologi

Digital platform til måling af madspild

Kommune

Gladsaxe

Kontaktperson

Signe Sloth Hansen,
Programleder for Grøn Omstilling
og Flådestyrings-koordinator
sislha@gladsaxe.dk

Reduktioner

**400 ton
CO₂-reduktion**

i en 9 måneders periode
for 13 børneinstitutioner
og 5 plejehjem.

29% reduktion

af madspild i børne-
institutioner og

30%

på plejehjem.

Gevinster

Ca.

435.000 kr.

på 9 måneder for plejehjem
og 6 måneder for børnein-
stitutioner.

Investeringer

3500 kr.

I engangsinvestering i
implementering
pr institution.

500 kr.

i månedlig abonnement
for børneinstitutioner og

3.500 kr.

for plejehjem

Sådan er tallene opgjort

- Tallene dækker over en periode på 9 måneder for plejehjemmene og 6 måneder for børneinstitutionerne.
- Beregningen af CO₂ er baseret på Concitos metode, hvor tommelfingerreglen er, at 1 kg madspild svarer til ca. 10,52 kg CO₂. [Læs mere her](#)
- Beregningen af de økonomiske gevinster er foretaget af leverandøren på baggrund af vægt af organisk materiale, der smides ud i køkkenet og fra afdelingerne, samt en gennemsnitlig pris for fødevarerne.
- Den nøjagtige økonomiske gevinst er svært at beregne pga. stigende priser på fødevarer i 2021 og 2022.



CO₂-reduktion

Mindre madspild og mindre
indkøb af mad



Klima for pengene

Mindre indkøb og reduceret
klimaaftryk på samme tid



Spredningspotentiale

Kan implementeres i alle
kommunale køkkener

Klima for pengene

I de 13 børneinstitutioner, hvor løsningen er implementeret, blev madspildet reduceret med 29% - svarende til en reduktion på 4,5 ton madspild om året (eller 4.500 kg x 30 kr. (gennemsnitlig indkøbspris pr. kg mad) = 135.000 kr.). Dertil kommer de fem plejecentre, hvor der har været en gennemsnitlig reduktion på 30%, svarende til en besparelse på 300.000 kr. (10.000 kg x 30 kr.)

Løsningen har kostet 500 kr. om måneden i børnehusene og 3.500 kr. om måneden i plejehjemmene. Derudover har kommunen betalt ca. 3-4.000 kr. i engangsbetalt for opstart pr. plejecenter. Investeringen er pga. implementeringsomkostninger højest det første år.

I det første år skaber kommunen overblik over madspildet, hvorefter løsningen, som er på månedligt abonnement, kan reduceres til en test 1-2 måneder om året. Prisen på måling for enkelte måneder er ikke fastsat, men det vil være billigere end at måle hver måned.

Spredningspotentiale



Ifølge Klimarådet har danskerne et af de højeste klimaaftryk fra fødevarerforbrug i verden målt pr. indbygger. Her spiller **offentlige køkkener** en vigtig rolle, da de **bespiser ca. 650.000 mennesker om dagen**. Mange af de offentlige køkkener har en arbejdsform, der er kendetegnet ved et højt madspild.



Løsningen er, rent teknisk, nem at implementere, da den digitale platform bliver håndteret af leverandøren.



Ifølge Gladsaxe Kommune har køkkenet – ligesom i mange andre kommuner – optimeret i forhold til madspild i produktionen. Gladsaxe Kommune er dog de første til at måle på og få overblik over madspildet ude på de enkelte institutioner.

Yderligere gevinster

- Maden på plejehjem er portionsanretninger, hvor man følger myndighedernes anbefalinger for indhold af fx proteiner og energi. Ved at reducere madspildet - og ved at ændre på indholdet af måltiderne - får beboerne den anbefalede mængde næring. Gladsaxe Kommune arbejder videre med menuplanlægningen med nye indsigter fra projektet..
- Det giver stolthed blandt de ansatte på plejecentre og i børnehaver at være med til et nyt digitalt projekt, som forbedrer de ældres og børnenes dagligdag.
- Private virksomheder i Gladsaxe Kommune har også været med i projektet og har implementeret løsningen. Det er vigtigt for at reducere det samlede madspild i kommunen.

Vær opmærksom på:

- Personalet på plejecentre og i børneinstitutioner skal motiveres til at være med. Løsningen kan nedskaleres, efter madspildet er nedbragt.

Hvad kræver det?



Teknologisk:
Størstedelen er styret af en leverandør, hvilket gør det let at implementere løsningen.



Økonomisk:
Målingen af madspild er på abonnement med en lav implementeringsomkostning.



Organisatorisk:
Gladsaxe Kommune har i **Gladsaxe Strategien** sikret en bred forankring i alle kommunens afdelinger. En tværgående strategi for fx CO₂ besparelser, vil lette arbejdet med fx at investere i



Kompetencemæssigt:
Løsningen kræver manuelt arbejde af medarbejderne på afdelingerne, hvor madaffaldet skal afleveres i de skraldespande med digitale vægte. Den kræver også at lederne af enten køkkenet eller institutionen får træning i at arbejde med den digitale platform og de data, den tilvejebringer.

Sådan kommer du i gang!

1

Sørg for at beskrive både de økonomiske og CO₂-mæssige besparelser samt de store sundheds- og livskvalitetsforbedringer – specielt på plejecentrene.

2

Find en god pilot case med en ildsjæl, som kan sprede budskabet i andre institutioner.

3

Lav et realistisk budget, som viser, at arbejdsindsatsen og investeringen falder i takt med, at løsningen er fuldt implementeret.

Aarhus Kommune skærer 12% CO₂ fra madindkøb med intelligent klimaregnskab

Brugen af kunstig intelligens og interne CO₂-afgifter skaber mere klimavenlige madindkøb.

Situation: Aarhus Kommune har en målsætning om at være CO₂-neutral i 2030. Med et samlet årligt indkøbsbudget på ca. 7 mia. kr. har kommunen stort fokus på at nedbringe CO₂-belastningen på dette område. I dag udleder det samlede indkøb 330.000 tons CO₂.

Udfordring: Det er besluttet, at der skal ske en 25%'s reduktion af CO₂-aftrykket af indkøbte fødevarer i 2025. Der vil senere følge krav af tilsvarende størrelse til hele det forbrugsbaserede indkøb i kommunen.

Løsning: Aarhus Kommune har valgt at gå helhedsorienteret til opgaven med indførelse af interne klimaafgifter på udvalgte fødevarer for at skabe incitamenter til klimavenlige indkøbsmønstre. Afgiften fremgår af indkøbssystemet, og det er fødevarerleverandørerne, der opkræver afgiften, som derefter sendes retur til kommunen. Afgiften, der svarer til ca. 3% af det samlede indkøb, sendes derefter tilbage til de enkelte indkøbsenheder i kommunen. På den måde er der ikke tale om en spareøvelse, men om at skabe incitamenter til mere klimavenlige indkøb i selve købsituationen.



Hvordan udnyttes kunstig intelligens til at understøtte klimavenligt indkøb?

Ved hjælp af kunstig intelligens indsamles og inddeles samtlige fakturaer i 1.500 forskellige indkøbskategorier. Ud fra emissionsfaktorer for de enkelte kategorier udregnes så den samlede CO₂-belastning. Der er ikke særskilte emissionsfaktorer for alle 1.500 kategorier. Der er endvidere mulighed for at prioritere og målrette klimaindsatsen ved at identificere kategorierne med det største potentiale. Her er madindkøb blevet udvalgt. Aarhus kommune har valgt at benytte en løsning fra firmaet Konsidi.



Område
Indkøb

Tema
Indkøb af mad

Klimateknologi
Kunstig intelligens skaber overblik over alle kommunens indkøb og beregninger CO₂-belastning.

Kommune
Aarhus

Kontaktperson
Peter Pedersen,
Økonomidirektør i Borgmesterens
Afdeling
peped@aarhus.dk

Reduktioner

12%

Reduktion af CO₂-belastningen fra madindkøb

eksempelvis er forbruget af oksekød reduceret med 40%

Svarer til en reduktion på

275 ton CO₂

Investeringer

1/2 - 1 årsværk

for gennemførelse af samlet udviklingsprojekt i Aarhus Kommune. Den efterfølgende drift kører automatisk og trækker stort set ingen ressourcer.

Bemærk! For andre kommuner vil det kun kræve 200-400 arbejdstimer, da der kan tages afsæt i Aarhus Kommunes udviklingsarbejde.

Sådan er tallene opgjort

- De interne klimaafgifter er beregnet ud fra en pris svarende til 1.000 kr. pr. ton CO₂. Denne enhedspris vil stige til 1.500 kr. i 2030.
- Reduktion af CO₂-belastningen er opgjort på årsbasis. De interne klimaafgifter har kun været indført i tre måneder, hvilket betyder, at effekten endnu ikke er slået fuldt igennem.
- Reduktionen på de 275 ton CO₂ er beregnet ved at sammenligne Q4 i 2021 med Q4 i 2022. Beregningen skal tages med forbehold, da effekten ikke nødvendigvis kan tilskrives klimaafgiften alene.



CO₂-reduktion

Indkøb omfatter langt hovedparten af kommunernes samlede CO₂-udledning.



Klima for pengene

Stor effekt med relativt lille indsats.



Spredningspotentiale

Kan anvendes inden for mange typer indkøb og har potentiale for udrulning i mange kommuner.

Klima for pengene

Aarhus Kommune vil gradvist udbygge deres klimavenlige indkøbsmodel til at omfatte flere varegrupper end fødevarerindkøb. Fokus vil være på varegrupperne med størst CO₂-aftryk, og hvor der findes nogle reelle klimavenlige alternativer.

I forbindelse med kommende udbud vil man også indføre skyggepriser svarende til 1.000 kr. pr. ton CO₂, som de tilbudte varer vil udlede. Denne CO₂-pris vil blive lagt til den rent købsmæssige pris og fremstå som en samlet tilbudspris.

Kommuner som København, Odense, Herning og Vejle arbejder med tilsvarende initiativer med at sikre klimavenlige indkøb

Yderligere gevinster

- Mulighed for at bruge sin indkøbsmuskel til at præge markedet og leverandørerne i mere klimavenlig retning.
- Skaber generel større bevidsthed blandt ledere og medarbejdere om de klimamæssige aspekter af sine indkøb.
- Kan medvirke til at begrænse madspild, da det giver større bevidsthed om klimabelastningen i selve indkøbssituationen
- Stor opbakning fra køkkenpersonale, der ser det som en hjælp i deres arbejde med at skabe mere klimavenlige måltider.

Vær opmærksom på:

- Det kræver en helhedsorienteret tilgang og dermed flere initiativer at få den fulde effekt. Eksempelvis uddannelse af køkkenpersonale og tæt samarbejde med leverandører.
- Det er hensigtsmæssigt kun at benytte interne afgifter på de varekategorier, hvor der er nogle reelle klimavenlige alternativer.
- Man kan med fordel starte med forholdsvis få varekategorier og derefter udbygge gradvist.

Spredningspotentiale



Omfattende spredningspotentiale, da danske kommuner indkøber for over 100 mia. kr. om året og udgør langt hovedparten af kommunernes CO₂-aftryk.



Attraktivt at gå i gang med, fordi Aarhus Kommune har gennemført udviklingsarbejdet. Det reducerer kravene til indsatsen for andre kommuner markant.



Udgør en attraktiv politisk platform for indsats på klimaområdet.

Hvad kræver det?



Teknologisk:

It-baseret analyseværktøj, integration til økonomisystem, datavask og klimafgifter, der skal sættes op i indkøbssystemet.



Økonomisk:

Relativ lille investering – både økonomisk og i antal arbejdstimer.



Organisatorisk:

Placering af initiativet vil naturligt være i en indkøbs- og udbudsafdeling.



Kompetencemæssigt:

Kræver en stor kommunikationsindsats.



Juridisk/etisk

Man skal være forberedt på at møde en holdning om "at man tager flæskestegen fra de gamle". Tilbageførselsmodellen giver dog de samme økonomiske muligheder for indkøb som tidligere!

Sådan kommer du i gang!

1

Tag kontakt til Aarhus Kommune for at høre om deres erfaringer. Tilpas tilgangen, så den passer bedst muligt ind i din kommune.

2

Undersøg muligheder for sammenhæng og synergi til andre klimatiltag, så der skabes en samlet indsats.

3

Arbejd på, at sikre bred politisk opbakning til initiativet. Dermed bliver det langt lettere at få opbakning til implementeringen og til at gennemføre de nødvendige adfærdsmæssige ændringer.

Haderslev Kommune sparer 82% på gadebelysningen ved brug af sensorer og LED

Dynamisk lysstyring via intelligent open source-plattform reducerer elforbruget markant.

Situation: Nye løsninger for gadebelysning har længe været kendt for kommunerne. Flere har skiftet fra konventionelle glødepærer til LED-belysning, men få har benyttet sig af dynamisk styring af gadebelysning.

Udfordring: For at reducere energiforbruget i Haderslev Kommune har man siden 2015 arbejdet på udskiftningen af gadebelysningen – og udskiftet 6.500 armaturer til nye intelligente gadelamper med bevægelsessensorer.

Løsning: Kommunen fandt en løsning med dynamisk lysstyring og bevægelsessensorer, som giver større besparelser og flere muligheder for styring af belysningen.

Effekten har været stor, og i 15 mindre byer i kommunen har der været en energibesparelse på ikke mindre end 82%.

Udover kommunens egne veje, har kommunen valgt at investere i LED-lamper til alle private fælles veje, hvor kommunen betaler for energiforbruget. Det har givet en besparelse på 76%.



Hvad er dynamisk gadebelysning?

Dynamisk gadebelysning er gadelamper udstyret med bevægelsessensorer, hvor lamperne kan styres via en platform.

Løsningen giver realtids-oplysninger over status på alle gadelamper i kommunen, hvilket dermed sparer kørsel til manuelt tjek af alle gadelamper.

Løsningen er open source, så man kan anvende lamper fra alle producenter, der bruger sensorstyring og undgår derved vendor lock-in.

Område
Belysning

Tema
Energibesparelser

Klimateknologi
Dynamisk styring af gadebelysning

Periode
2015-2023

Kommune
Haderslev

Kontaktperson
Camilla Rørbye von Holstein,
Ingeniør, Teknik & Klima
cavh@haderslev.dk

Reduktioner

72 ton CO₂
sammenlignet med 2015

511.000
KW/h

82%
reduktion i KW/h med dynamisk lysstyring og LED sammelignet med 2015.

Gevinster

ca. 4
mio. kr
om året i besparelse.

Det giver en tilbagebetalingstid på ca. 8-10 år for en samlet investering på 36 mio. kr.

Investeringer

36 mio. kr.
I investering for den samlede udskiftning af gadebelysningen.

Det kræver ca.
1/2 årsværk
i implementeringsfasen.

Sådan er tallene opgjort

- Data (KW/h) kommer fra målerne og den digitale platform, der opsamler målinger fra alle armaturer i gadebelysningen. Reduktioner i KW/h er 2022-tal sammenlignet med de senest opgjorte tal fra de oprindelige gadelamper i 2015.
- CO₂-besparelsen er udregnet ved hjælp af [Klimakompasset](#). Der er anvendt en faktor, som svarer til 142 gram CO₂ pr. KW/h.
- Beregningerne er foretaget for den samlede effekt for den dynamiske gadebelysning og udskiftning til LED.
- Beregningerne omfatter ikke LED udskiftningen på de private fællesveje.



CO₂-reduktion

Stor reduktion i energiforbruget i gadebelysning (KW/h)



Klima for pengene

Både store økonomiske besparelser og stor CO₂-reduktion dog lang tilbagebetalingstid



Spredningspotential

Kræver relativt store investeringer og har en relativ lang tilbagebetalingstid

Klima for pengene

Den samlede investering på udskiftningen til intelligente gadelamper i Haderslev Kommune er 36 mio. kr. Dette inkluderer udskiftning af 6.500 lamper. På grund af de store besparelser på energiforbruget, forventes tilbagebetalingstiden kun at være ca. otte-ti år for den samlede løsning.

Den samlede besparelse i KW/h ligger på 82% på tværs af hele kommunen for den dynamiske gadebelysning, men i de mindre byer har besparelserne været på helt op til 97% i to af de 15 byer.

Haderslev Kommune har udover den direkte besparelse på CO₂ fra teknologien også indgået partnerskaber med energiselskaber. Energiselskaberne køber den energibesparelse, der er opnået ved hjælp af teknologien, og det er med til at finansiere projektet – og derved sikre mere klima for pengene fra et kommunalt perspektiv.

Spredningspotentiale



Ifølge Danish Outdoor Living Lab så har kun to ud af de 98 kommuner anvendt dynamisk gadebelysning i stor skala (Haderslev og Bornholm). Flere (ca. 50%) har udskiftet til LED, men her er det for ca. halvdelen stadig muligt at implementere dynamisk lysstyring.



Løsningen bliver implementeret af leverandøren, og medarbejderne bliver oplært i at betjene den nye digitale platform, hvilket har givet gode resultater.

Yderligere gevinster

- Løsningen hjælper mod lysforurening, da der kun er lys, når der er behov for det på vejen.
- Digital realtidsoversigt over alle gadelampers tilstand gør, at medarbejdere ikke behøver at køre forgæves ud for at tjekke belysningen manuelt. Dette har både sparet tid og CO₂ på kørsel.
- Nemt at tilpasse belysningen til kulturarrangementer og andre events i kommunen via lysstyringsplatformen. .
- Flere energiselskaber meldte sig på banen for at købe energibesparelser, hvilket har givet medfinansiering til skalering af løsningen.

Vær opmærksom på:

- Mange henvendelser fra borgerne om alt fra bekymring om det var for mørkt til at det vil genere at lyset tændes og slukkes. Det tager tid at tage dialogen med borgerne. Efter implementering har der ikke været nogen problemer.
- Der findes mange forskellige løsninger, men en del af dem er ikke open source.

Hvad kræver det?



Økonomisk:

Det kræver en større investering, så det forudsætter en god og tydelig business case. Business casen er bredere end tilbagebetalingstiden (som dog er helt central). Den indeholder også frigørelse af ressourcer og en grønnere profil. For Haderslev krævede en længere markedsdialog at finde den rette løsning, men det var tiden værd.



Organisatorisk:

Tæt samarbejde med energiselskaberne har været med til at sikre, at det bliver et økonomisk rentabelt projekt. Projek-

tet er forankret i belysnings-afdelingen, men for at få den fulde effekt, så skal der samarbejdes med andre afdelinger.



Kompetencemæssigt:

Det kræver ikke specielle kompetencer, men mere interesserede medarbejdere, som modtager træning i systemet i processen. Opbakning fra dem, der skal arbejde med løsningen, efter den er blevet implementeret, er også vigtigt.

Sådan kommer du i gang!

1

Tag fat i jeres energiselskaber og få aftaler med dem om at købe energibesparelser, før I går i gang. Dette vil styrke jeres business case.

2

Løsningen er mest relevant og giver størst effekt i de mindre byer og på villaveje, hvor der ikke er meget trafik om natten, og hvor det derfor ikke er nødvendigt at have fuld belysning om natten. Så start her!

3

Det er helt centralt at vise besparelser i driften og ROI for at overbevise beslutningstagerne om at investere i løsningen. CO₂ og den grønne profil er også vigtigt, men det økonomiske argument er ofte det, der giver grønt lys.

Varde Kommune opnår 21% reduktion i affaldsafhentning med digitale skraldebeholdere

IoT-sensorteknologi og realtidsdata anvendes på kommunens store skraldebeholdere for at optimere ruteplanlægningen og reducere antallet af tømninger.

Situation: Varde Kommune besluttede tilbage i 2013 at erstatte 160 små overfyldte skraldespande – ved strandene langs Vesterhavet og på rasteplasser – med store seminedgravede containere. I dag er der 30 af denne slags containere. Det giver en samlet tømningsskørsel på ca. 200 km.

Udfordring: Med over 30 containere blev det en logistisk udfordring at overskue, hvornår de enkelte containere skulle tømmes. Derfor blev alle containere tømt hver gang, men det kunne ikke længere gøres på en dag. Derfor ønskede Varde Kommune at finde en løsning, som kunne optimere tømningsskørslerne.

Løsning: Varde Kommune fandt en løsning med sensorer (fyldmeldere) i alle 30 containere for at kunne monitorere tømningsskørsel.

Løsningen fra Nordsense betyder nu at Varde Kommune kan planlægge tømningsskørsler efter behov. De har færre kørsler og kan næsten altid færdiggøre ruten på 1 arbejdsdag, hvilket betyder at der bliver sparet tid og penge. Varde Kommune oplever meget sjældent, at en beholder bliver overfyldt, hvilket giver en bedre borgeroplevelse.



Hvad er intelligente skraldecontainere?

Sensorer (fyldmeldere) er placeret i en skraldecontainer og leverer realtidsdata om fyldningsniveauet. Data opsamles i en digital platform hos leverandøren.

Medarbejderne i kommunen modtager løbende rapporter og en automatisk melding, når en container når 70% fyldningsgrad. Ud fra disse data beregnes tømningsskørsel og ruterne.

Løsningen inkluderer også netværksadgang til sensorerne, som er placeret i containerne.



**Varde
Kommune**

Område

Affald og transport

Tema

Affaldshåndtering og ruteplanlægning

Klimateknologi

Affaldsbeholdere med fyldmeldere/sensorer til realtidsmåling af fyldningsniveauet

Kommune

Varde

Kontaktperson

Preben Nielsen,
Distriktsleder, Vej & Park
prni@varde.dk

Reduktioner

1,6 ton CO₂

Alene baseret på den ene skraldebil, der kører til de store affaldscontainere

1.600 km kørsel til tømninger sparet

reduktion af kørsler til tømninger svarende til 1.600 km. Her er der dog kun tale om 1 skraldebil.

Gevinster

Ca. 40.000 kr. pr. år

Gennem reduceret dieselforbrug og medarbejdertimer.

Hvilket er mere end investeringen på 30.000 kr.

Investeringer

30.000 kr. pr. år

1.000 kr. pr. skraldecontainer (30 stk.) inkl. vedligeholdelse, service og data-håndtering/-analyse.

Sådan er tallene opgjort

- Varde Kommune har løbende opgraderet med flere containere, men antallet af årlige kørsler er det samme. Det er et kvalificeret skøn fra Varde Kommune, at hvis de ikke havde sensorer på, ville de forventeligt have haft ca. otte tømningsskørsler mere om året. Det er disse otte tømningsskørsler, reduktionerne og gevinsterne er beregnet ud fra.
- De økonomiske besparelser er beregnet ud fra prisen på en medarbejder og bilen.
- Den miljømæssige besparelsen er udregnet ud fra antal kilometer og diesel forbrug pr. kørsel, hvilket svarer til 615 liter diesel, samt ud fra at 1 liter diesel skaber en CO₂-udledning på 2,7 kg.



CO₂-reduktion

CO₂ reduktionen per kørsel er forholdsvis høj, men da Varde Kommune kun har en skraldebil til den type ruter er den samlede reduktion begrænset.



Klima for pengene

Lave omkostninger og forholdsvis stor CO₂-reduktion.



Spredningspotentiale

Størst værdi i kommuner med store afstande mellem affaldscontainere.

KL

RAMBOLL

Klima for pengene

En tømningsekørsel tager som udgangspunkt en arbejdsdag. En arbejdsdag er 7,75 time, og prisen for bil og medarbejder var i 2022 642 kr. Det gav en **årlig økonomisk besparelse** i 2022 på 7,75 (timer)*8 (dage)*642 (kr.) = **39.800,00 kr.**

Økonomien på sensorerne er ca. 1.000 kr. pr sensor pr år. Prisen inkluderer leje af sensorerne, drift og vedligehold. Hvis eksempelvis en sensor løber tør for strøm, håndteres det leverandøren. Prisen inkluderer også adgang til den digitale platform, som Varde Kommune får data fra. Med 30 affaldsbeholdere, er der **en årlig driftsudgift på 30.000 kr.** så løsningen giver en besparelse på ca. 10.000 kr.

Den miljømæssige gevinst er også værd at tage i betragtning. En tømningsekørsel er ca. 200 km, og lastbilen kører ca. 2,6km/L. Så 1.600 km / 2,6km pr. L = 615 L diesel ved de otte kørsler. **Det giver ca. 1,6 ton CO₂ i besparelse.**

Spredningspotentiale



Ifølge Varde Kommune ser flere andre kommuner på de store semined gravede containere. Det er her, potentialet med sensorer er størst.



Potentialet er stort i kommuner med store geografiske områder, hvor der køres mange kilometer for at tømme containerne eller skraldespande.



Stort potentiale i kommuner med flere strande, rasteplasser, naturområder eller andre turistattraktioner.

Yderligere gevinster

- Den kraftige reduktion af de 160 små skraldespande gør samtidigt, at der skal foretages væsentligt færre løft. Det har forbedret arbejdsmiljøet.
- Den automatiske overvågning af skraldebeholdere gør, at de meget sjældent er fulde. Det giver en bedre borgeroplevelse.
- Løsningen sparer også ressourcer (tid), som kan anvendes til andre opgaver.

Vær opmærksom på:

- At det vil være et udviklingsprojekt, og der kan være "børnesygdomme", indtil løsningen er fuldt implementeret.
- At flere skal kunne forstå og oplæres i løsningen fra starten af (ferie, nyt job, osv.).

Hvad kræver det?



Teknologisk:

Implementeringen af løsningen foretages af leverandøren, og den digitale platform håndteres også af leverandøren, som leverer data til kommunen.



Økonomisk:

Lille investering i kroner og ører. Der er et lille forbrug af medarbejdertimer i implementeringsfasen, men efterfølgende er det meget lidt med 20 minutter pr. uge.



Organisatorisk:

Løsningen er forankret i Vej og Park. Det er også her, udviklingsprojektet fandt sted.



Kompetencemæssigt:

Leverandøren står for indsamling, bearbejdning og analyse af data. Det kræver dog, at medarbejdere forstår den data, der bliver sendt, og reagerer på den.



Juridisk/etisk

Der måles ikke på kørsel, men på selve affaldscontainerne, så derfor er der ikke udfordringer med GDPR..

Sådan kommer du i gang!

1

Find ud af, hvad der er vigtig for jer? Er det CO₂-besparelsen, arbejdsmiljøet, økonomien eller noget helt andet. Undersøg derfor alle gevinsterne.

2

Sørg for, at der er en engageret medarbejder, som er interesseret i at drive udviklingsprojektet, da det kan tage tid, og der kan opstå udfordringer med fx sensorer.

3

Løsningen er ikke altid en besparelse, så undersøg forretningsscasen. Den er nok bedst ved større afstande.

Forudsætningsanalyse

Forudsætninger for at gennemføre succesfulde klimaprojekter på tværs af de ti cases

Økonomiske forudsætninger	Teknologiske forudsætninger	Organisatoriske forudsætninger	Kompetencemæssige forudsætninger	Juridiske og etiske forudsætninger
Budgetter til investeringer i klimateknologier kommer mest fra tværgående budgetter (klima, energi osv.)	Implementeringen af teknologierne sker typisk i samarbejde med leverandørerne og leveres ofte med adgang til en ekstern digital platform og/eller dash-board.	Forsyningsselskaberne spiller en væsentlig rolle på flere områder, herunder som dataleverandør, finansieringspartner og innovationspartner.	Mange tekniske funktioner er varetaget af teknologileverandøren, og der medfølger ofte oplæring af de personer, som skal arbejde med løsningen (ofte train-the-trainers konceptet).	Vigtigt at være åben og transparent med de data og de bagevdliggende forudsætninger” der bruges til analyse og vurderinger.
Indsigt i tilbagebetalingstid og business cases i driften er centrale for, at bevillingerne i kommunerne bliver givet - også selvom klima/CO ₂ er højt på dagsordenen.	Løsningerne har ofte brug for adgang til interne data fra fagområderne (mobilitet, energi, varme, el, indkøb osv.) eller hos eksterne dataejere såsom forsyningsselskaberne.	Projekterne er ofte forankret i klimafokuserede afdelinger i udviklingsfasen, men kan også opstå dér, hvor løsningen integreres. Lige meget hvor, så er den brede forankring vigtig.	Der er flere eksempler på, at det kræver ansættelse af nyt personale for at udvikle/finde/implementere løsningen. Det kræver oftest ikke de store it-færdigheder.	Over for borgerne er det vigtigt med gennemsigtighed om projekterne ved anvendelse af data - specielt ved kunstig intelligens.
Adgang til interne data eller data hos fx forsyningsselskaberne kan kræve mange arbejdstimer.		Politisk fokus og opbakning (budgetter) er vigtige for at sikre fundamentet for klimateknologi-projekter.	Kompetencerne til at drive projekterne findes i specialfunktioner i kommunerne. Funktionerne har ofte til formål at reducere klimaaftrykket på forskellige områder (energi i bygninger, vejbelysning, mobilitet, indkøb osv.) i samarbejde med de enkelte tekniske afdelinger.	Etiske overvejelser om anvendelse af digitalisering og data, selvom projekterne ikke overskrider GDPR-lovgivningen. Eksempler på dette er måling af aktivitet i bygninger, dynamisk gadebelysning, som gør gaderne mørkere og borgere utrygge, samt kørselsovervågning på medarbejdernes biler.
			Det er vigtigt at kommunikere tydeligt om projekterne og deres værdi. Tiden, der skal afsættes til intern kommunikation, kan variere fra projekt til projekt.	

Forudsætningsanalyse 1

Økonomiske forudsætninger

1

Budgetter øremærket til CO₂-besparelser

De fleste case-kommuner havde afsat centrale budgetter til klimatiltag og CO₂-besparelser enten generelt eller inden for fagområderne (energi, vand, mobilitet). Når klimateknologierne er implementeret, og business cases er på plads, så overgår projekterne til driften, som efter kort tid finansieres af de økonomiske besparelser.

Anbefalede tiltag:

- Fokuser på Klima for pengene og business casen. Business casen (tilbagebetalingstid) skal beregnes, og der skal være en plan for driften (udgifter), indtil besparelserne træder i kraft.

2

Dokumentér alle effekterne!

Mange cases havde dokumenteret økonomiske effekter og reduktioner på fx KW/h eller kørte kilometer, men kun i få tilfælde på CO₂. Sidstnævnte betyder også, at det ikke er med i det samlede CO₂-regnskab. Mange cases havde en positiv bundlinje både finansielt og CO₂-mæssigt. Jo flere effekter, der dokumenteres, jo bedre business case.

Anbefalede tiltag:

- Dokumentér både effekterne på CO₂ og de økonomiske besparelser.
- Undersøg, hvordan CO₂-besparelser kan anvendes som finansieringsværktøj (fx køb af besparelser fra forsyningselskaberne)
- Anvend resultaterne til at bevise, at bevilningen var en god investering, og at der kan investeres yderligere (skalering).

Tekniske forudsætninger

3

Indhentning af data til projekter med kunstig intelligens

Projekterne, som indeholder et element af kunstig intelligens, kræver ofte indhentning af både interne og eksterne data. Vores cases har vist, at det både er tidskrævende og kræver et vist niveau af datahåndteringskundskab.

Anbefalede tiltag:

- Overvej at samarbejde med leverandører om indhentning af eksterne datakilder.
- Start med indhentning af data. Det er ofte tidskrævende.

4

Leverandøren håndterer de svære tekniske elementer

På tværs af de ti cases tegnede der sig et billede af, at størstedelen af de tekniske elementer – fra installation, datahåndtering/beregninger og i visse tilfælde drift – varetages af leverandøren. Medarbejderne i kommunerne får derimod adgang til et overskueligt værktøj (typisk et dashboard), og i flere tilfælde modtog de kommunale medarbejdere træning i brugen af løsningen.

Anbefalede tiltag:

- Test med leverandøren, hvad mulighederne er for support, og hvordan løsningen leveres.
- Overvej, om nogle funktioner kan udliciteres til leverandøren (i flere cases viste det sig at være økonomisk rentabelt)

Forudsætningsanalyse 2

Organisatoriske forudsætninger

5

Tæt samarbejde med forsyningsselskaberne

Flere cases viste, hvordan et tæt samarbejde med forsyningsselskaberne kan fremme arbejdet med klimateknologiprojekter. Forsyningsselskaberne kan have flere roller. En af disse er levering af forsyningsdata, som anvendes til mange af klimaprojekterne inden for vand, varme og el. Derudover kan elselskaberne købe energibesparelser fra kommunerne – og på den måde være med til at finansiere energibesparelser.

Anbefalede tiltag:

- Kontakt lokale forsyningsselskaber og undersøg mulighederne for samarbejde om CO₂-reduktion
- Undersøg, om det er muligt at sælge energibesparelser til elselskaberne
- Indgå partnerskaber om datadeling.

6

Forankring af klimateknologier skal ske i udvikling og drift

Organisatorisk er der mange forskellige løsninger. Ofte er projekterne tilknyttet en faglig ekspert eller en person, som er ansat direkte til at skabe besparelser på CO₂ eller andre områder (energi, vand, klimatilpasning), men med tæt samarbejde med de personer og afdelinger, der skal sikre driften, når løsningen er implementeret.

Anbefalede tiltag:

- Det er vigtigt, at projekterne er forankret på tværs af 'klimaafdelinger', og samtidig inkluderer de faglige enheder.

Kompetencemæssige forudsætninger

7

Kommunikation og samarbejde er vigtigere end tekniske kompetencer

En stor del af det tekniske arbejde bliver varetaget af leverandøren, og der tilbydes ofte træning til medarbejdere. Mange cases kræver nytænkning og gør op med vaner og med "sådan plejer vi at gøre". God kommunikation om projekterne, som sikrer interesse og tryghed i de faglige enheder/driften, er nødvendig for at sikre succes, da medarbejderne skal arbejde med de nye løsninger.

Anbefalede tiltag:

- Udarbejd en overbevisende fortælling om fordelene i projekterne
- Sørg for, at medarbejderne (driften) føler ejerskab og stolthed over de opnåede resultater
- Involver de berørte medarbejdere fra start.

8

Medarbejdere med 100% fokus på CO₂-reduktion sikrer succes

I forbindelse med denne case-samling bliver det tydeligt, at ansættelse af passionerede medarbejdere, som har til formål at opnå "Klima for pengene", spiller en stor rolle i at sikre dokumenteret effekt – også i den digitale afdeling. For mange kommuner var det første gang, de havde ansat en medarbejder til kun at arbejde med enten klimaforbedringer, CO₂ eller økonomiske reduktioner. Kommuner, der har fokuserede medarbejdere på "Klima for pengene", opnår gode resultater.

Anbefalede tiltag:

- Ansæt en medarbejder med 100% fokus på 'Klima for pengene'
- Afsæt et realistisk budget og følg op med at kræve dokumenteret effekt.

Forudsætningsanalyse 3

Juridiske og etiske forudsætninger

9

GDPR skal tænkes ind i projekterne

De ti cases viste ikke store juridiske eller etiske udfordringer, men med både store mængder data og kunstig intelligens var GDPR dog et vigtigt element. Etik forekommer ofte som et indirekte resultat af anvendelse af data eller teknologi. Det kan handle om tryghed (ved mindre gadebelysning), om overvågning via sensorer i bygninger eller om forbrugsdata.

Anbefalede tiltag:

- Sørg for, at I lever op til GDPR-reglerne.
- Tal med jeres leverandører om GDPR, specielt i forbindelse med kunstig intelligens-projekter
- Overvej om de digitale løsninger giver anledning til nogle etiske overvejelser, som skal drøftes.

Andre anbefalinger

10

Kommuner ligger inde med værdifuld viden om, hvordan man sikrer Klima for pengene i projekter

Mange kommuner har erfaringer med klimateknologier med dokumenterede effekter inden for forskellige fagområder (denne analyse præsenterer blot ti eksempler). Flere kommuner er allerede ude og tale om deres erfaringer. Deres indsigter fra forskellige fagområder kan give de nødvendige indsigter og argumenter for at komme i gang.

Anbefalede tiltag:

- Del jeres erfaringer, når der er dokumenteret effekt
- Opsøg kommuner, der har opnået dokumenterede resultater.

Sådan beregner og dokumenterer du dine klimagevinster!



Identifikation og valg af det klima-mæssige mål

Først identificerer du, hvilke gavnlige klimaeffekter du forventer at opnå ved anvendelse af klimateknologier. Det kan være reduktion af CO₂-udledninger eller nedbringelse af den forventede skadesrisiko ved eksempelvis skybrud eller stigende havvand



Valg af metode for evaluering af effekt

...herefter vælger du en metode til at evaluere effekten. Den vil typisk basere sig på en scenarieberegning-metodik, hvor eksempelvis CO₂-udledningen med og uden klimateknologien sammenholdes.



Beregning af effekt og evt. konvertering til kroner og ører

...med udgangspunkt i en scenarieberegning-metodik udregner du den konkrete CO₂-reduktion eller klimasikringseffekt. Disse effekter kan du efterfølgende konvertere til kroner og ører, som gør det muligt at lave en rentabilitetsanalyse

Vurdering af klimateknologiens rentabilitet

Ved at konvertere klimaeffekterne til kr. og øre kan du udregne klimateknologiens rentabilitet. Det gør du ved at sammenholde værdien, som indførelsen af klimateknologien skaber, med udgifterne til klimateknologien. Regneteknik kan du gøre det på to måder:

1

En **cost-benefit-analyse** sammenholder nutidsværdien af de forventede effekter med nutidsværdien af alle de dertilhørende omkostninger. På den måde får du en benefit-cost ratio (**BCR**)

$$\text{BCR} = \frac{\text{Nutidsværdi af direkte effekter} + \text{forventet tilbagekøb}^*}{\text{Nutidsværdi af omkostninger}}$$

BCR kan svare på, om værdien, som skabes af en klimateknologi overskygger de omkostninger, som er forbundet med denne.

2

Marginal Value of Public Funds (MVPF) sammenholder nutidsværdien af den direkte værdi med nutidsværdien af de forventede nettoomkostninger.

$$\text{MVPF} = \frac{\text{Nutidsværdi af direkte effekter}}{\text{Nutidsværdi af omkostninger} - \text{forventet tilbagekøb}^*}$$

MVPF viser således, hvor meget værdi der skabes pr. krone, der investeres i klimateknologien. Dette kan hjælpe med at prioritere mellem forskellige indsatsmuligheder.

*Tilbagekøb repræsenterer den indirekte værdi eller de afledte effekter, som kan udspringe fra klimateknologien. Eksempelvis kan en klimasikring få huspriserne til at stige, hvilket kan resultere i, at borgerne i områdets indkomster vokser, hvilket vil skabe et større skattegrundlag for kommunen.



Relevante databaser og empiriske kilder

EXIOBASE: Den mest omfattende og anerkendte database med scope 3-emissioner. Er baseret på input-output-tabeller, der muliggør opgørelse af CO₂ pr. indkøbskrone på enkeltstående vare- og tjenesteydelsesgrupperinger.

Energistatistik: Energistyrelsen udarbejder månedligt og årligt en statistik over energiproduktion og -forbrug på tværs af olie, el, kul og naturgas, hvor grunddata er offentligt tilgængeligt.

Energifremskrivinger: Energistyrelsen og det Internationale Energiagentur publicerer årligt rapporter med en teknisk vurdering af, hvordan udledningen af drivhusgasser samt energiforbrug og energiproduktion vil udvikle sig.

Publikationer fra Klimarådet og Nationalt Center for Miljø (DCA) kan være med til at belyse drivhusgasudlednings-effekterne fra forskellige tiltag som fx elbiler.



Følgende værktøjer kan være behjælpelige i beregningen af de klimateknologiske effekter:

Klimakompasset: Med dette værktøj kan man få et overblik over en virksomheds udledning af drivhusgasser samt få idéer til, hvordan man som virksomhed målrettet kan nedbringe ens klimaaftryk. Det følger den anerkendte GPC-standard.

Rambølls klimastyringsmodel: Gør det muligt for kommuner at dokumentere deres CO₂-udledninger fra deres indkøb på UNSPSC-niveau samt at gennemføre forskellige scenarieberegninger pba. fremtidige indkøb.

Beregning og dokumentation af CO₂-reduktioner

1

Når klimateknologiers indvirkning på CO₂-udledninger skal dokumenteres...

Når effekten af klimateknologi skal dokumenteres, afhænger det af klimateknologiens formål:



Klimateknologien kan enten reducere CO₂-udledningen ved at **reducere det eksisterende forbrug**



... eller ved at **erstatte det eksisterende klimabelastende forbrug med et grønnere alternativ**

2

... anvendes ofte en scenarieberegningsslogik ...

Den metodiske fremgangsmåde til at beregne CO₂-reduktionen bygger typisk på en **scenarieberegningsslogik**.

Her beregner du klimateknologiens positive indvirkning på CO₂-udledningen ved at **sammenholde CO₂-udledningen i et business-as-usual (BAU)-scenarie med et klimateknologisk projektscenarie**.

Forventes BAU-scenariet at være konstant eller udvikle sig over tid?

Forventes der ingen udvikling, kan CO₂-udledningen med klimateknologien direkte sammenholdes med et BAU-scenarie.

Forventes der en udvikling, bør udledningen med klimateknologien sammenholdes med et fremskrevet BAU-scenarie.

3

... som kan variere på tværs af klimateknologiske formål...



I beregningen af effekten af klimateknologier der har til formål at **reducere i det eksisterende forbrug**, kan du anvende følgende simple formel:

$$\text{CO}_2\text{-reduktion} = \text{BAU (CO}_2\text{-udledning)} \times \% \text{ CO}_2 \text{ besparelse ved klimateknologi}$$



I beregningen af effekten af klimateknologier der har til formål at **erstatte det eksisterende klimabelastende forbrug med et grønnere alternativ** kan du anvende følgende simple formel:

$$\text{CO}_2\text{-reduktion} = \text{BAU (CO}_2\text{-udledning)} - \text{Klimateknologi (CO}_2\text{-udledning)}$$

4

... til at kvantificere de konkrete CO₂-reduktioner

Ved beregningen er det vigtigt, at du finder ud af, hvilke scope* af CO₂-udledninger, der bliver reduceret. Det skal nemlig bruges til at konkretisere den analyserede effekt, og dermed til at vælge den rigtige CO₂-udledningsdatabase.

Scope 1 og 2 databaser: Fx Energistatistik, Klimarådets og DCA's publikationer, Energistyrelsens basisfremskrivninger

Scope 3 databaser: Fx Klimakompasset, EXIOBASE, CONCITO

Herefter kan **CO₂-reduktionen konverteres til kroner og ører**, der gør det muligt at bruge evalueringen af klimateknologien i en **cost-benefit sammenhæng**. Dette kan gøres...

1 ...med udgangspunkt i Klimarådets værdiansættelse af et ton CO₂...

2 ...eller på baggrund af omkostningen ved at fjerne CO₂'en fra atmosfæren.

Forsimpleret eksempel: Elektrificering af eksisterende bilflåde

Ved en elektrificering af en eksisterende fossil bilflåde erstattes et klimabelastende forbrug med et grønnere alternativ.

BAU-scenariet defineres som den samlede CO₂-udledning ved en ellers konstant fossil bilpark, mens klimateknologiscenariet er den samlede CO₂-udledning ved en elektrificeret bilflåde.

Den årlige CO₂-udledning for den fossile bilpark er 200 tons CO₂, mens den med klimateknologien udgør 50 tons CO₂. Klimateknologiens årlige CO₂-reduktionseffekt er således 150 tons.

CO₂-reduktionerne henvender sig til scope 1 besparelser. Ved at konvertere CO₂-besparelsen har Klimateknologien en årlig værdi på 225.000 kr., hvor CO₂ værdisættes til 1.500 kr. pr. tons

*Scope 1 udledninger er udslip, man direkte selv forårsager (afbrænding af fx benzin). Scope 2 udledninger er de indirekte udslip gennem den energi, man køber. Scope 3 udledninger er i forbindelse med de udslip, der forekommer ved køb af varer og tjenesteydelser.

Beregning og dokumentation ved klimatilpasning og reduceret skadesomfang

1

Dokumentation af effekter ved klimatilpasninger...

For at evaluere effekten af klimatilpasninger skal du træffe to analytiske valg:

- 1 Hvilke gavnlige effekter forventes klimatilpasningen at have?** Gavnlige effekter vil ofte være i form af reducerede skadesomkostninger ved ekstreme vejrtilfælde eller værdiskabelse i form af øgede boligpriser eller formindskede forsikringspræmier. Det kan også inkludere indirekte omkostninger, som kan relatere sig til tabt produktion eller arbejdstid, ligesom det kan være ikke-økonomiske tab som livsglæde eller tryghed.
- 2 Hvilken tidshorizont skal klimateknologien evalueres over?** Klimatilpasninger viser sjældent sine gavnlige effekter på kort sigt. Derfor bør værdien af gavnlige effekter ved klimatilpasning, som viser sig over en årrække, vurderes på baggrund af den forventede fremtidige værdi ud i en længere tidshorizont. Ofte valgte tidshorisonter er 50 eller 100 år.

Forsimplet eksempel: Regnvandssikring

Regnvandssikring har til formål at mindske risiko for oversvømmelse af private boliger. Der evalueres over et spænd på 50 år.

2

... anvender ekstreme scenarier...

For at dokumentere værdier af klimatilpasning, **anvendes ofte en række ekstreme scenarier**, som forventes at forekomme inden for en given tidshorizont. Det danner baggrund for en evaluering af klimatilpasningers effekt. Ekstreme scenarier er den mest ekstreme vejr-situation, som forventeligt vil forekomme inden for en given årrække.

For de udvalgte gavnlige konsekvenser **beregnes det direkte skadesomfang** ved hver af de ekstreme scenarier – både med og uden klimatilpasningen. Dette kan eksempelvis være antallet af oversvømmede ejendomme. Her kan man med fordel anvende sofistikerede simulering-metoder samt data fra Danmarks Statistiks BBR- og BEF-registre til at kortlægge omfanget. Man kan dertil lægge det **indirekte skadesomfang** beregnet som eksempelvis antallet af berørte personer og deres fysiske og personlige tab.

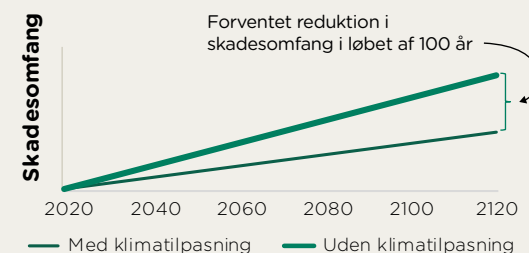
Ekstreme vejrscenarier simuleres for at beregne et direkte og indirekte skadesomfang ved 10-års, 20-års og 50-års hændelser både med og uden regnvandssikring.

3

...til at beregne et forventeligt årligt skadesomfang...

På baggrund af det beregnede skadesomfang ved ekstreme scenarier kan et forventet årligt skadesomfang i fx m² beregnes både med og uden klimatilpasningen. Dette gøres ved at gange skadesomfang ved de ekstreme scenarier med og uden klimatilpasningen med de årlige sandsynligheder for, at scenarierne forekommer.

Ved at trække skadesomfanget med klimatilpasningen fra skadesomfanget uden klimatilpasning får du den årlige skadesreduktion. Dette kan gennemføres for samtlige gavnlige effekter. **Den årlige skadesreduktion kan opskaleres med den valgte tidshorizont.** Grafisk repræsenterer afstanden den akkumulerede reduktion i skadesomfanget fra en gavnlig effekt.



Det årlige forventelige skadesomfang beregnes med og uden regnvandssikringen. Årligt forventet skadesomfang for 100-års-regn, som oversvømmer 200.000 m² kældre:

$$\frac{200.000 \text{ m}^2}{100 \text{ år}} \ominus 2.000 \text{ m}^2 \text{ pr. år.}$$

4

... for at kunne kvantificere værdien af klimatilpasningen

Det beregnede reducerede skadesomfang kan dernæst omregnes til kroner og ører. Dette gøres ved at gange enhedsomkostninger med den forventede reduktion i antallet af skadede enheder. Eksempler på enhedsomkostninger er renoveringsomkostninger eller boligprisforøgelse ved risiko for oversvømmelse.*

Dette gennemføres for rækken af gavnlige effekter. Summen af disse skadesomkostningsreduktioner kan således betragtes som effekten af klimatilpasningen i monetær værdi.

$$\text{Værdi i kroner og øre} \ominus \sum \text{Enhedsomkostninger}_i \times \text{Forventede reduktioner}_i$$

hvor i repræsenterer de forskellige typer af reducerede skader.

Værdien i kroner og ører bør tilbagediskonteres til nutidsværdi. Her kan Finansministeriets anbefalinger til diskonteringsrente med fordel anvendes.

2.000 m² færre forventede oversvømmede kældre årligt med en værdi på 400 kr. pr. m² giver klimatilpasningen en værdi på 400 kr. x 2.000 m² x 50år = 40 mio. kr. Værdien bør herefter tilbagediskonteres.

Note: Bygnings og Boligregistret (BBR) og Befolkningsregistret (BEF)

*Gavnlige effekter som eksempelvis boligprisstigninger ved klimasikring bør ikke opskaleres med en tidshorizont, idet der vil være tale om en engangsstigning i boligens pris.