

*Bæredygtig renovering  
idéer og metoder*

*Plan C 2010-2013*

---

### **Plan C - partnere**

Albertslund Kommune  
Brøndby Kommune  
Fredensborg Kommune  
Hvidovre Kommune  
Ishøj Kommune  
Københavns Kommune  
Vallensbæk Kommune  
Gate 21  
KL  
Dansk Byggeri  
BO-VEST  
Glostrup Boligselskab  
KAB  
Dong Energy  
Københavns Energi  
VEKS  
AI  
ARCON Solar  
BRF Kredit  
Brunata  
COWI  
Enemærke & Petersen  
Exhausto  
Henning Larsen Architects  
Kuben Management  
NCC  
Plan Miljø  
Rørbæk og Møller Arkitekter  
Schneider Electric  
Sonnenkraft  
Rønne & Lundgren  
VELFAC  
VELUX  
Window Master  
Alexandra Instituttet  
Copenhagen Business School  
DTU Byg  
Teknologisk Institut
























### **Plan C - styregruppe**

Niels Carsten Bluhme (Formand), Albertslund Kommune  
Hans Christian Karsten, Københavns Kommune  
Anders Thanning, Hvidovre Kommune  
Rolf Andersson, KAB  
Jørn Jensen, Dansk Byggeri  
Signe Kongebro, Henning Larsen Architects  
Poul Erik Lauridsen, Gate 21  
Svend Svendsen, DTU-Byg  
Lars Gullev, VEKS

### **Plan C - projektledere**

Sif Enevold - leder af Plan C  
Charlotte Schunck - projektleder  
Marie-Louise Lemgart - projektleder  
Per Boesgaard - projektleder

## Indhold

 <b>GRØNNE FODSPOR TIL FREMTIDEN</b> s. 4			
 <b>PLAN C</b> s. 6			
 OPI i praksis s. 12			
 <b>PRODUKTER</b> s. 17			
 <b>HELHED</b> s. 17		<b>ENHED</b> s. 71	<b>DETALJE</b> s. 137
 Totalværdimodellen s. 18	 Renovering af klimaskærm s. 72	 Dagslysstyret LED-belysning s. 138	
 Udbudsfri OPI s. 30	 Visualisering af energiforbrug i boliger s. 86	 Bedre lys til ældre s. 148	
 Renproces - et digitalt værktøj til byggeprocessen s. 38	 Energistyring og visualisering s. 94	 Lavtryksventilation s. 156	
 Fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering s. 46	 Lavtemperaturfjernvarme s. 104	 Energirigtig boligventilation s. 164	
 CTS-guide s. 54	 Indeklima i medborgerhus s. 112		
 Bedre energistyring gennem kompetenceudvikling s. 62	 CTS fra strategi til praksis s. 120		
	 Fra idécamp til helhedsløsning s. 128		
 <b>BILLEDREGISTER</b> s. 174			



*Steen Christiansen  
Borgmester  
Albertslund Kommune*

## *Grønne fodspor til fremtiden*

*Kommunerne har et stort ansvar for at sikre Danmarks grønne omstilling og vækst.*

*Det var netop også en af ambitionerne med Plan C – at bruge den forestående renovering af den almene og kommunale bygningsmasse som en anledning til at udvikle nye metoder til energirigtig renovering.*

*Plan C har favnet 38 partnere fra den kommunale sektor, den almene sektor, erhvervslivet og forskningsverdenen. Alle med en ambition om at fremme en renoveringspraksis, der kan skabe værdi for såvel samfundsøkonomien og miljøet som for brugerne. Og her tre år efter, kan vi se, at ideen var rigtig. Plan C's partnere har formået at skabe og udvikle modeller, metoder og redskaber, som vil bidrage til at løfte bygningsmassen ind i en bæredygtig fremtid. Derudover har Plan C også bidraget til udviklingen af nye samarbejdsmetoder på tværs af sektorerne – metoder, som bliver ført videre i Gate 21 med det formål at accelerere den grønne omstilling.*

*Men arbejdet er ikke slut med lanceringen af produkterne, der omtales i dette katalog. En fremtidssikring af den danske bygningsmasse og en ændring af praksis hos alle aktører er ikke nogen nem opgave. Som altid når der er tale om store investeringssummer, er beslutningsprocesserne lange. Det betyder, at der ofte kan være langt fra intention til realitet, når vi har at gøre med at skabe energirigtige bygninger.*

*Plan C har udviklet en række kvalificerede bud på, hvordan vi kan accelerere processen. Projektet har blandt andet høstet gode erfaringer med at gennemføre forsøgsprojekter for at afprøve nye tekniske løsninger, før de anvendes i en renovering i stor skala. Det kan fx være at lave ny ventilation og lys i et enkelt klasselokale, før*

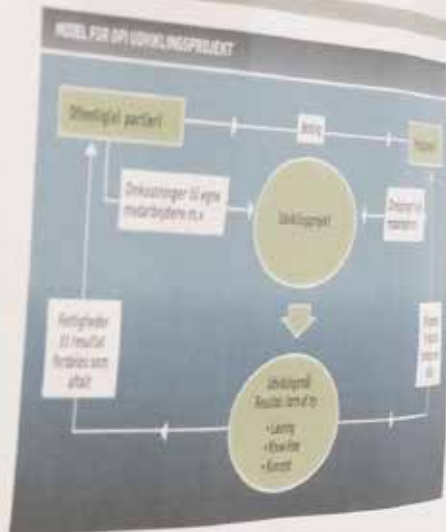


*man renoverer samtlige af kommunens skoler eller renovere et enkelt prøvehus, før man renoverer hele boligforeningen. På den måde får bygherre og entreprenør mulighed for at evaluere, dokumentere og forbedre løsningen, før den implementeres i stor skala. Kommunerne og øvrige offentlige bygningsejere har efter min mening en opgave i at skabe gode betingelser for denne prototypetilgang til renoveringsprojekter, som giver mere energirigtige, mere brugervenlige og på sigt ofte billigere løsninger.*

*En anden erfaring, Plan C-partnerne har gjort, er, at det kan betale sig for offentlige bygningsejere at udnytte råderummet i udbudslovgivningen bedre, end de fleste gør i dag. Plan C har udviklet en model for udbudsfri OPI, som kan guide offentlige og almene bygningsejere til at få plads til mere innovation i opstarten af et projekt, hvor leverandørerne kan deltage i indledende forsøgsprojekter uden at risikere inhabilitet i en efterfølgende udbudsrunde. Udbudsfri OPI er allerede blevet udbredt og bruges nu af flere kommuner og regioner. Jeg forventer, at vi kommer til at se meget mere til den udbudsfrie OPI-model. Det vil være med til at accelerere energirenoveringen af de kommunale og almene bygninger til hele Danmarks fordel.*

*Plan C's partnere har udviklet en række nye renoveringsløsninger, modeller og værktøjer, som er klar til at blive taget i brug. Men derudover har partnerne også opnået nye erfaringer med samarbejdet på tværs af sektorer – både i nye konstellationer og på nye måder. Erfaringer som er mindst lige så vigtige som de tekniske løsninger. Den grønne omstilling er ikke kun kommunernes ansvar. Men et ansvar for alle. Plan C har vist, at kommuner, den almene sektor, erhvervsliv og forskningsverdenen i fællesskab kan udvikles fremtidens grønne fodspor. Flere af dem, tak*

# UDBUDSFRI OPI



*OPI og Triple Helix partnerskaber kan skabe udvikling og innovative løsninger i byggeriet, og kan påvirke energirigtig renovering i større målestok.*

## Udfordring:

Partnere der indgår i innovationssamarbejder om udvikling af nye løsninger, prøvetest eller i andre forsøgsprojekter, risikerer en efterfølgende inhabilitet når løsningerne skal bruges i konkrete anlægsprojekter eller i en større markedsnæssig sammenhæng. Eller værre endnu, at de helt afstår fra at indgå i innovative udviklingsprojekter pga. grund af risikoen for inhabilitet.

## VISION FOR INDEKlima AF FORSYNING OG ENERGIUDVIKLING



2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025  
2026  
2027  
2028  
2029  
2030



## *Plan C*

- *Indledning: Innovation i detaljen - værdi i helheden*
- *Helhed, enhed og detalje*
- *OPI i praksis*

*Plan C's partnerkreds repræsenterer hele værdikæden af aktører i energigirens overgangen og kommer fra forskningsverdenen, den private sektor, den kommunale sektor og den almene sektor. Projektet bidrager til et nyt mindset i byggeriet – et mindset der handler om at tænke i helheds-løsninger.*

## Indledning: Innovation i detaljen - værdi i helheden

Fra konkrete energioptimerende løsninger til modeller, der påvirker hele måden, vi energirenoverer på – så bredt er spektret i Plan C's arbejde. Og det er netop pointen: hvis vi skal gøre os håb om at reducere så kraftigt i bygningsmassens energiforbrug, som Energifaftalen fra marts 2012 kræver, er vi nødt til at optimere både på det tekniske og det strategiske niveau. Sådan lyder det enstemmigt fra Plan C's partnere, som gennem de sidste tre år har bevist, at det kan lade sig gøre.

### Af Plan C's styregruppe

Den danske energiforsyning skal være baseret på vedvarende energi allerede i 2035. Eftersom bygningsmassen er ansvarlig for over 40% af vores energiforbrug, kan energioptimerede bygninger blive den væsentligste motor for omstillingen til vedvarende energi. Er energibehovet i bygningsmassen lavere, bliver behovet for vedvarende energi tilsvarende mindre, og 2035-målet er derfor lettere at opnå.

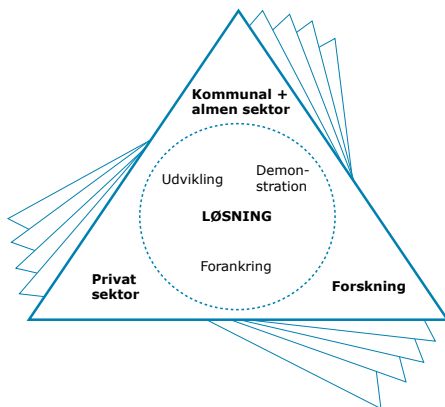


Illustration. Udvikling af innovative løsninger i partnerskaber

Djævelen ligger som bekendt i detaljen, men det gør innovationen også. Værdien derimod – den ligger i helheden. Det offentlige private innovationsprojekt (OPI) Plan C har samlet 38 stærke partnere fra den kommunale og almene sektor, den private sektor og forskningsverdenen. Partnerkredsen omfatter forskere, bygherrer, rådgivere, entreprenører, producenter samt brugere.

Sammen har vi arbejdet for at sætte skub i renoveringen af den kommunale og almene bygningsmasse gennem innovation og helhedssyn. Projektet har anvendt kommunale og almene bygninger, som "living labs" for udviklingen af nye renoveringsløsninger. Det har ført til en række konkrete løsninger, der alle vil kunne indgå som brikker i en samlet energirenovering. Det drejer sig eksempelvis om lavtryksventilation, sundhedsfremmende LED-belysning til ældre, og en ny tynd klimaskærm baseret på vakuumsisolering og højstyrkebeton. Detaljer som hver især kan indbringe energibesparelser, give bedre brugeroplevelser og økonomiske besparelser. Men

*lavtryksventilation og LED-belysning skaber ikke morgendagens bygninger alene. De nye løsninger skal spille sammen med hinanden og spille sammen med helheden og brugerne.*

*Gårsdagens renoveringspraksis har været at rette fejlene, udbedre skaderne - en ad gangen. Som en patient, der kureres for én sygdom den ene dag og en anden den næste, uden blik for om sygdommene er forårsaget af hinanden, og om kuren måske gør patienten endnu mere syg. Morgendagens energirenovering er en integreret renovering, hvor vi ser på bygningens mange funktioner både inde og ude, de forskellige potentialer og brugernes behov såvel i dag som i morgen. Det betyder, at en ny klimaskærm også skal forbedre indeklimaet, at vi ikke skifter lyset ud det ene år og loftet det næste, og at vi gerne bruger en ekstra krone på energirenoveringen i dag, hvis det sparer to kroner på driften i morgen. Vi arbejder med at forbedre patientens samlede helbred, forlænge levetiden og forebygge fremtidige sygdomme – billedligt talt.*

*Plan C's tilgang til energirenovering er baseret på totalværdi. Det handler netop om at se længere end sparede kWh i dag. Totalværdien af en energirenovering er den værdi, vi opnår for brugerne, for klimaet, for pengepungen i dag, i morgen og om 10 år. Det er komplekse parametre at arbejde med. Og derfor er der behov for værktøjer og tilgange, som gør det muligt for bygningsejere at se og forstå de flerdimensionelle og langsigtede effekter af renoveringen. Et af Plan C's resultater er Totalværdimodellen, som er et online værktøj, der netop hjælper bygherre og bygherrerådgiver med at prioritere indsatserne ud fra mere komplekse parametre. Med Totalværdimodellen håber vi på at give offentlige og almene bygningsejere en platform for at skabe mere helhedsorienterede energirenoveringer. Og vi håber, at byggebranchen og de almene og offentlige bygningsejere vil tage resultaterne fra Plan C's forsøgsprojekter og løsninger til sig som bidrag til morgendagens energirenoveringer.*

#### **GATE 21**

**Plan C er et projekt i Gate 21. Plan C er støttet af EU's regionalfond og Vækstforum Hovedstaden.**

**Gate 21 er et partnerskab mellem kommuner, private virksomheder og forskningsinstitutioner.**

**I innovative samarbejder skaber partnerkredsen energieffektive løsninger på kommunernes klimaudfordringer.**

**Gate 21 udvikler og driver offentlige private innovationsprojekter inden for områderne:**

- **By & Byg**
- **Transport**
- **Energi & Ressourcer**

### **PLAN C - STYREGRUPPE**

Niels Carsten Bluhme (Formand),  
Albertslund Kommune  
Hans Christian Karsten,  
Københavns Kommune  
Anders Thanning, Hvidovre  
Kommune  
Rolf Andersson, KAB  
Jørn Jensen, Dansk Byggeri  
Signe Kongebro, Henning Larsen  
Architects  
Poul Erik Lauridsen, Gate 21  
Svend Svendsen, DTU-Byg  
Lars Gullev, VEKS

*Plan C's arbejde er et vigtigt bidrag til at gøre visionerne om en energieffektiv bygningsmasse til virkelighed. Og Plan C's resultater står ikke alene. Fra mange fronter ser vi i disse år tiltag, der fremmer det samme mind-set som Plan C. Blandt disse er Nordic Built's 10 dogmer om bæredygtighed og det meget omfattende arbejde Energistyrelsen lige nu gennemfører sammen med byggeriets centrale aktører for at udvikle den kommende nationale strategi for energirenovering. Flere af Plan C's resultater har allerede inspireret til idekataloget til samme strategi. Her i kataloget er smagsprøver på Plan C's resultater, som er blevet til gennem partnernes intense arbejde med at sætte skub i energirenoveringen af den danske bygningsmasse. Vi glæder os alle til at se arbejdet knopskyde og brede sig ud i de følgende år.*

*Plan C har bevist, at innovative samarbejder med kommunerne som drivere for en grøn omstilling kan bære frugt. Som et offentligt privat innovationsprojekt (OPI) har Plan C faciliteret de innovative samarbejdsprocesser og sikret, at alle parter interesser, risici og udbytter er blevet tilgodeset bedst muligt.*

*Styregruppen vil gerne fremhæve Gate21's betydelige rolle som uvildig netværksoperatør for Plan C og andre OPI-projekter. Styregruppen takker Gate21's bestyrelse, ledelse og medarbejdere for en professionel koordinering, ledelse, styring og gennemførelse af det store komplekse og ambitiøse projekt, som Plan C har været. Vi vil også benytte lejligheden til at anbefale, at vi i Danmark i højere grad benytter forpligtende netværksorganiseringer som Gate21 til at accelerere den grønne omstilling og skabe vækst.*

*Sidst men ikke mindst takker styregruppen Region Hovedstadens Vækstforum for at have ydet projektet opbakning og økonomisk støtte, både med egne erhvervsfremmemidler og via EU's regionalfond. Det er styregruppens håb, at erfaringerne fra Plan C kan udgøre et vigtigt afsæt for udmøntningen af Region Hovedstadens og hovedstadsregionens kommuners strategi for energirigtig bygningsrenovering.*

## HELHED

Partnerkredsen har udviklet en række modeller og værktøjer, som fremmer et ændret mind-set hos byggeriets aktører. De fremmer en helhedsorienteret tilgang til renoveringsprojekterne, hvor vi betragter en bygning som en facilitet, der opfylder behov for brugerne. Tilbagebetalingstid, økonomi og energibesparelser kan ikke stå alene. Bygningens mange værdier for brugere og beboere, skal udnyttes aktivt - også når beslutningsgrundlaget for en renovering bliver udarbejdet. Modellerne og værktøjerne understøtter også udvikling og innovation. De er alle afprøvet på konkrete renoveringscases som led i projektet.

## ENHED

Plan C's partnere har gennemført en række forsøgsprojekter af udvalgte elementer i en enkelt bygning, som tager udgangspunkt i analyser og strategier for hele bygningen, bebyggelsen eller dele af bygningsmassen. Projekterne omfatter både nye anvendelser af innovations-, design- og strategiværktøjer og viser løsninger i 1:1.

## DETALJE

Sidst, men ikke mindst, har partnerne udført konkrete forsøgsprojekter i 1:1 i lille skala, eksempelvis i udvalgte lokaler på skoler. Forsøgsprojekterne bygger på ny forskning og er udviklet i samarbejder mellem bygherre, virksomheder og forskning. Løsningerne er baseret på nye sammensætninger af den nyeste teknologi, og er blevet sammenlignet med kendte løsninger gennem målinger og test.



### HELHED



*Totalværdimodellen*

*Udbudsfri OPI*

*RenProces*

*Fremtidig fjernvarmeforsyning i samspil med energirenovering*

*CTS-strategiguide*

*Bedre energistyring gennem kompetence-udvikling*



### ENHED



*Klimaskærm i Hyldespjældet*

*Visualisering af energiforbrug i almene boliger*

*Synligt energiforbrug som styringsværktøj i offentlige bygninger*

*Lavtemperaturfjernvarme i SFO Højkær*

*Hvidovre Medborgerhus*

*CTS-anlæg i praksis*

*Islands Brygge 37*



### DETALJE

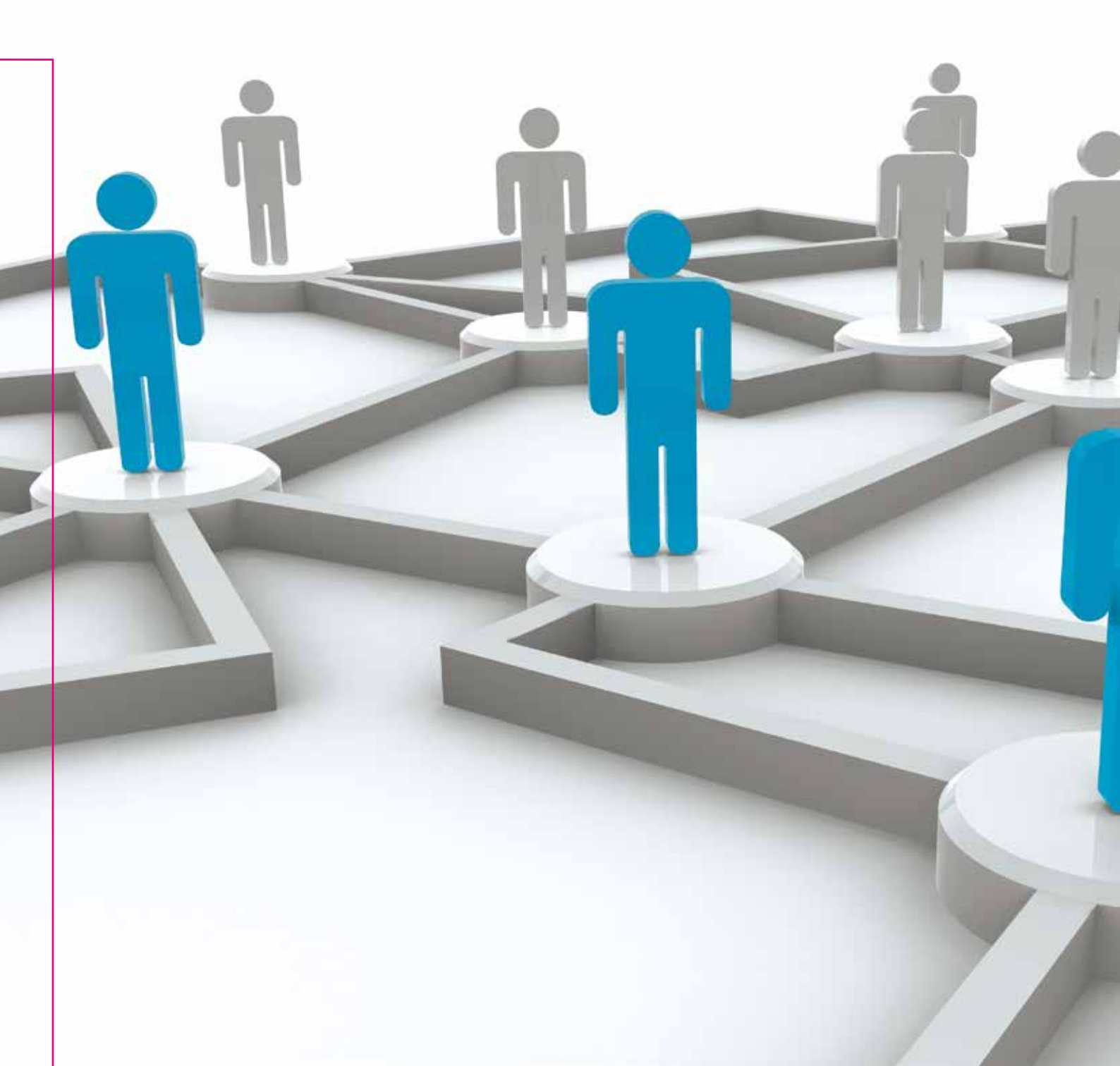


*Dagslysstyret LED-belysning*

*Bedre lys til ældre borgere*

*Lavtryksventilation*

*Præfabrikeret integreret ventilation*





## OPI i praksis

Der arbejdes i disse år på mange fronter for at udvikle nye måder at samarbejde på tværs af sektorer på. Offentlig privat innovation (OPI) er en af de nye tilgange til tværsektorielle samarbejder. Plan C har blandt andet haft til formål at skabe erfaringer med og udvikle metoder for OPI.

Projektets partnere har derfor arbejdet med at afprøve nye samarbejdsformer på tværs af den offentlige sektor, den private sektor og forskningen. Der er blevet opbygget nye strategiske partnerskaber, der er udviklet en ny model for udbudsfri OPI (se side 31), og der er blevet udviklet nye metoder for innovative samarbejdsprocesser. Projektet har lavet løbende metodeudvikling og evaluering af samarbejdsrelationerne mellem partnere.

Erfaringerne fra Plan C's arbejde med OPI-metoder er forankret i Gate 21, hvor de videreføres i nye OPI-projekter og partnerskaber.



“ *I et stort projekt som Plan C må de forkromede projektplaner, leverance- og donorkrav og forskellige politiske vinde ikke stå i vejen for det egentlige formål, som er at skabe nogle nye løsninger på velkendte problemer. Derfor skal man af og til turde slippe planerne for at give plads til de nye ideer, der opstår, når meget forskellige og kompetente mennesker er samlet om en fælles problemstilling.*

*Kenneth Agerholm, proces- og innovationskonsulent,  
Plan C.*

### RÅD OM OPI

Læs mere om Plan C's erfaringer med strategiske partnerskaber og OPI-samarbejder på [www.plan-c.dk](http://www.plan-c.dk), hvor du også kan downloade Plan C's plakat med gode råd til OPI-projekter.

---

## **FIRE GODE OPI-RÅD**

I Plan C har partnerne gjort sig mange erfaringer om, hvordan man gennemfører et succesfuldt OPI-projekt. Her er fire af dem:

### **Dyrk samarbejdet**

Et OPI-projekt samler deltagere på tværs af sektorer. Det betyder, at projektet skal favne meget forskellige kulturer, værdier og forventninger til udbytte. Med en målrettet facilitering undgår I, at forskelligheden spænder ben. I kan tværtimod bruge den til at accelerere innovationen. Med involverende og udfordrende aktiviteter og mødeformer sikrer I mere nytænkning og produktivitet i samarbejdet.

### **Lav prototyper**

Innovation handler om at lære af sine fejl og successer. Lav dem derfor så hurtigt som muligt! Lav modeller og prototyper, der tester jeres ideer af i praksis. På den måde kan I prøve jer frem, bedre forstå hinandens ideer og tilpasse løsningerne løbende. Husk, at jeres OPI-projekt er født af et behov, løsningerne skal opstå undervejs – og skal helst overraske jer.

### **Brug lovgivningen**

Begrænsningerne synes at være overalt: knappe ressourcer, love og regler samt kulturelle barrierer, der alle ønsker at stoppe netop jeres projekt. Innovation handler om noget så klichéfaldt som at vende begrænsninger til muligheder. Et godt eksempel er EU's udbudsregler, som vi i Danmark fortolker langt mere firkantet end i andre EU-lande. Undersøg hvordan du kan udnytte det fulde mulighedsrum, der ligger i lovgivningen. På den måde kan vi skabe langt mere innovation med den offentlige sektor som driver.

### **Husk forankring**

Alle kan få en god ide – mange af os får dem endda hele tiden. Men hvis jeres ideer skal have liv efter projektets udløb, er I nødt til fra start til slut at sikre ejerskab både hos deltagerne og i deres bagland. Men forankring handler også om løbende at dokumentere og formidle de reelle effekter af løsningen. Og ligesom den gode tanke, så skal der rigtig mange handlinger til, før en idé forankres. Og husk, at jeres ideer har langt bedre livsvilkår, hvis de klinger med aktuelle politiske dagsordner.



Workshop i Gate 21



“ Det er ofte i mødesituationerne, magien opstår – når folk er samlet i ét lokale. Og hvis man har planlagt et ordentligt forløb med de rigtige processer og den rette facilitering – sker der på et eller andet tidspunkt det, at folk lægger deres egne dagsordner lidt væk og glemmer deres krav om at have ret. Alle bliver nu mere interesserede i, hvad vi ikke ved, mere interesserede i, hvad synergien kan bringe, end hvad 'jeg kan få med hjem lige nu'. Det bliver klart, at nogle problemer er så komplekse, at løsningerne kun kan findes i fællesskab. At vi ikke ville kunne gøre det alene – om vi så havde 100 år. Sådan en proces giver håb. Så er innovation ikke bare et smart ord mere.

*Kenneth Agerholm, proces- og innovationskonsulent, Plan C.*



## Produkter



### HELHED



Totalværdimodellen

s. 18



Udbudsfri OPI

s. 30



Renproces - et digitalt værktøj  
til byggeprocessen

s. 38



Fremtidig fjernvarmeforsyning  
og energirenovering

s. 46



CTS-guide

s. 54



Bedre energistyring gennem  
kompetenceudvikling

s. 62

# ISHØJ SKOLE





## *Totalværdimodellen*

- *Om Totalværdimodellen*
- *Hvorfor totalværdi*
- *Modellen*
- *Effekter ved brug af totalværdimodellen*
- *Case I*
- *Case II*
- *Case III*
- *Kontakter*

*Totalværdimodellen er et digitalt arbejdsværktøj, som hjælper bygnings-ejer med at træffe mere bæredygtige og helhedsorienterede beslutninger om bygninger eller bygningsportefølje.*

*Totalværdi er et renoveringsprojekts totaløkonomi, det vil sige den samlede og langsigtede økonomi, tillagt værdien af det, projektet tilfører interesser, samfundet og miljøet.*

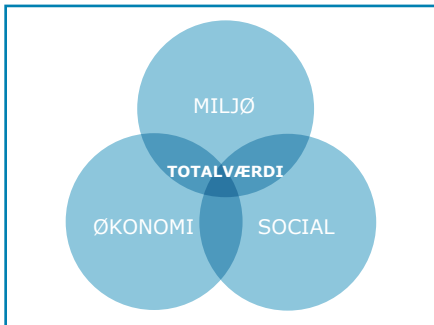




## Om Totalværdimodellen



Opstartsfasen



Totalværdi omfatter både økonomiske, miljømæssige og sociale værdier.

Totalværdimodellen er et digitalt værktøj for bygherrer og deres rådgivere. Værktøjet anvendes i renoveringens forstadie, hvor strategiske afgørelser som pris og kvalitet skal afgøres. Totalværdimodellen hjælper bygnings-ejer med en helhedsorienteret renovering, der har energi, økonomi og brugere i fokus. Resultatet bliver et dokumenteret beslutningsgrundlag og en styret proces.

### UDBYTTE

- **Bygningernes værdier for miljø og brugere bliver prioriteret og synliggjort.**
- **Veldokumenteret beslutningsgrundlag for et projekt.**
- **Større nytteværdi af anlægsinvesteringen.**
- **Drift af bygningerne indgår i beslutningsgrundlaget.**

Når en bygning skal renoveres, fokuserer bygherre og rådgiver ofte kun på projekterings- og byggefasen. Men eftersom udgifterne til drift af bygningen i dens levetid langt overstiger renoveringsudgifterne, er der store besparelser at hente ved at tænke driftbesparelser ind i planlægningen af en renovering - det er det, totaløkonomi handler om.

Partnergruppen har i Plan C lavet et værktøj, der ud over at skabe et totaløkonomisk beslutningsgrundlag, også styrer bygherrers proces med at tænke i helheder og løfte energirenoveringer, så de gavner både miljø, brugere og økonomi. Så har vi at gøre med totalværdi.



## HVORFOR TOTALVÆRDI

At arbejde med totalværdi handler om at vurdere en bygnings værdi i forhold til bygningens funktion. Er bygningen egnet til fremtidens bolig, daginstitution, kontor eller skole, eller vil det være bedre at rive den ned? Er det overhovedet muligt at drive en rentabel børnehave i en institution, der er uegnet til formålet? Måske kræver det en ekstra årlig pædagogmedhjælper for at kompensere for en uhensigtsmæssig indretning? Det er eksempler på de overvejelser, som en bygherre bør have i arbejdet med totalværdi.

Over en bygnings levetid ændrer brugernes behov for funktionalitet sig. Det kan være pædagogikken i børnehaven, der stiller krav til større fællesrum eller tanken om heldagsskole, der stiller krav til en mere integreret SFO-funktion. Det betyder, at det er vigtigt at se renoveringen i et langtidsperspektiv, hvor fremtidige energibesparelser kan danne grundlag for brugsværdi andre steder i bygningen.

Totalværdimodellen ser på projektets totaløkonomi tillagt værdien af det, projektet tilfører brugerne, lokalsamfundet og miljøet i hele bygningens levetid. Hvor bredt et perspektiv, bygherren inddrager, kan variere fra projekt til projekt og er en vigtig beslutning fra starten, ved brug af Totalværdimodellen.



” *Totalværdimodellen er et mindset. Det er ikke en opskrift, men gode, gedigne retningslinjer, hvor vi selv skal gribe rummene og skabe værdi i dem.*

*Christen Sonnichsen, Arkitekt i Miljø- og Teknikforvaltningen i Albertslund Kommune*

## EKSEMPEL

### SOCIALE, MILJØMÆSSIGE OG ØKONOMISKE FORHOLD

En 100 år gammel skole – smuk, men udbygget, tilbygget og ombygget gennem tiden. I dag en skole der er uegnet til undervisning og nutidens idealer om helhedsskole. Og energien fosser ud af utætte vinduer og tage.

For at møde nutidens krav til både brug og miljø står skolen overfor en massiv renovering. Skal kommunen jævne skolen med jorden? Eller skal kommunen respektere skolens historie og redefinere skolens struktur med inddragelse af elever og lærere?

Der er mange hensyn at tage. Her hjælper Totalværdimodellen systematisk med dokumentation og med at fastsætte de hårde og de bløde værdier. Totalværdimodellen giver det dokumenterede overblik over de sociale, miljømæssige og økonomiske forhold ved en renovering. Det danner et beslutningsgrundlag for politikerne i valget mellem økonomi, nostalgi og brugerbehov, når skolens fremtid skal på dagsordenen.

## MODELLEN - Totalværdimodellen

### RUM

Totalværdimodellen har fokus på renoverings opstartsfasen. Modellen starter ved det allerførste afsæt for en mulig renovering og slutter, når bygherren er klar med et solidt oplæg til et byggeprogram med totaløkonomiske beregninger. Modellen kan anvendes snævert på en enkelt renovering eller bredt på en bygningsportefølje eller dele heraf.

I modellen arbejdes med otte "rum", hvor der både er fokus på projektets totale økonomi og den værdi, bygningen skaber for interessenter, samfund og miljø:

<b>Afsæt</b>	<i>Overvejelser om årsagen til den kommende renovering?</i>
<b>Afklaring</b>	<i>Vurdering af hvorvidt der skal arbejdes med totalværdi og brug af ressourcer på netop dette arbejde. Den overordnede økonomi overvejes.</i>
<b>Screening</b>	<i>Bygningen screenes, brugerinddragelse gennemtænkes og en kommende finansiering vurderes.</i>
<b>Potentialer</b>	<i>Med baggrund i "screening" tænkes der potentialer som en struktureret brainstorm, og der gøres store tanker om renoveringen.</i>
<b>Data</b>	<i>Med baggrund i "potentialer" indhentes nu nødvendige data, så renoveringen kan begynde at tage form.</i>
<b>Løsninger</b>	<i>Med udgangspunkt i arbejdet med "potentialer" og "data", er det nu tid til at finde de rigtige løsninger. Der skitseres og holdes eventuelt workshop.</i>
<b>Totaløkonomi</b>	<i>Der laves totaløkonomiske beregninger på resultaterne af arbejdet i "løsninger".</i>
<b>Overdragelse</b>	<i>Arbejdet med totalværdi afsluttes. Der er fundet en eller flere løsninger på renoveringen og tilhørende økonomi. Dette overdrages til beslutningstagerne.</i>



Totalværdimodellens rum

Hvert rum i modellen indeholder forslag til spørgsmål, aktiviteter, redskaber og dokumentation, som kan guide arbejdet i det enkelte rum. Resultaterne af arbejdet i de enkelte rum kan sammenfattes i et beslutningsdokument. Dokumentet viser klart, hvad der er besluttet, det videre forløb og eventuelt, hvilke processer man har været igennem.

Modellens rum kan anvendes enkeltvis, og der kan være behov for at bevæge sig flere gange gennem de samme rum.

Brug modellen på [www.totalvaerdimodellen.dk](http://www.totalvaerdimodellen.dk)

## EFFEKTER VED BRUG AF TOTALVÆRDIMODELLEN

### Bygningernes værdier bliver prioriteret og synliggjort

Totalværdi er et helhedsorienteret syn på bygninger, der sikrer, at bygninger er gode faciliteter for menneskers aktiviteter og levende liv. En bygnings værdi handler om mere end mursten, tekniske konstruktioner, materialer og energi. Det handler også om rammer for organisationen, trivsel, komfort og image - om hvilken brugsmæssig værdi bygningen har for brugerne og samfundet.

I Totalværdimodellen bliver alle værdier synliggjort og prioriteret i forhold til økonomi. Brugere bliver inddraget. Behov bliver vurderet. Funktion bliver analyseret. At se på en bygnings samlede værdi øger mængden af relevant information og viden, hvilket både styrker beslutningsgrundlaget og øger kompleksiteten. Totalværdimodellen skaber struktur over denne kompleksitet gennem modellens otte rum og de tilhørende spørgsmål, aktiviteter og dokumentation.

### Veldokumenteret beslutningsgrundlag

Totalværdimodellens struktur og værktøjer skaber et godt grundlag for, hvordan bygherren kan dokumentere processen med at identificere bygningens samlede værdi. Det giver et veldokumenteret beslutningsgrundlag, som klæder ledelse og politikere godt på til beslutningen om, hvordan bygningen skal renoveres eller eventuelt nedrives.

### Større nytteværdi af anlægsinvesteringen

Når en bygherre skal investere i renovering af en bygning, bidrager Totalværdimodellen til et resultat, hvor økonomien er tænkt bredere og mere langsigtet. Bygherren sparer penge over tid og nedsætter ressourceforbruget til eksempelvis el og vand.

Det ekstra ressourceforbrug, det kræver at anvende modellen i den indledende fase, vil med stor sandsynlighed blive sparet mange gange senere i projektet via bedre driftsresultater.

I de konkrete projekter skal bygherren overveje at inddrage flere elementer af de omgivelser og den struktur bygningerne indgår i: bymiljø, infrastruktur, organisation, andre kommunale bygninger, boliger og erhvervslokaler i området.

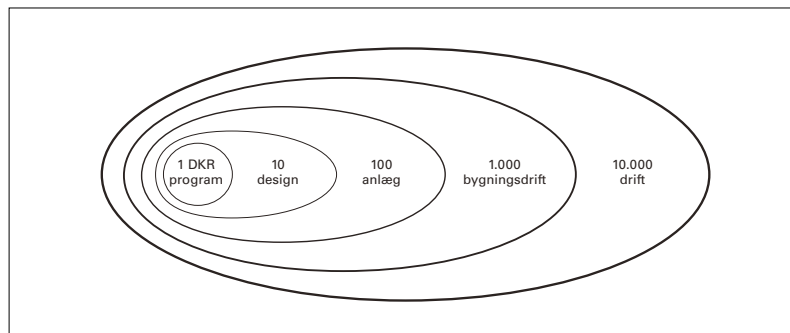
*Et digitalt værktøj til idéfasen*

**Inddrag personer med forskellige kvalifikationer inden renoveringsløsningerne bliver fastlagt.**



**W** *Det har været vigtigt for os at afprøve Totalværdimodellen i praksis – både for at give liv til et lidt nørdet værktøj, men også for at demonstrere, hvilken værdi modellen giver til alle involverede parter i et renoveringsprojekt.*

*Signe Kongebro, arkitekt og associeret partner i Henning Larsen Architects.*



Anvendelse af Totalværdimodellen giver langsigtet økonomisk værdi. Den inderste cirkel i figuren symboliserer den ekstra krone, det koster at tænke i totalværdi fra starten. De større og større cirkler illustrerer den besparelse, bygherren kan opnå i de senere faser. Driften står for en stor andel af de samlede omkostninger i bygningens levetid og kan derfor også skabe store besparelser.

### Drift af bygningerne indgår i beslutningsgrundlaget

Totalværdimodellens helhedsperspektiv skaber gode muligheder for synergieffekter mellem energibesparelser, løsninger på vedligeholdelsesproblemer og forbedring af indeklimaet. Samtidig er det netop det langsigtede syn på driften, der giver Totalværdimodellen berettigelse i den tidlige opstarts- og idéfase.



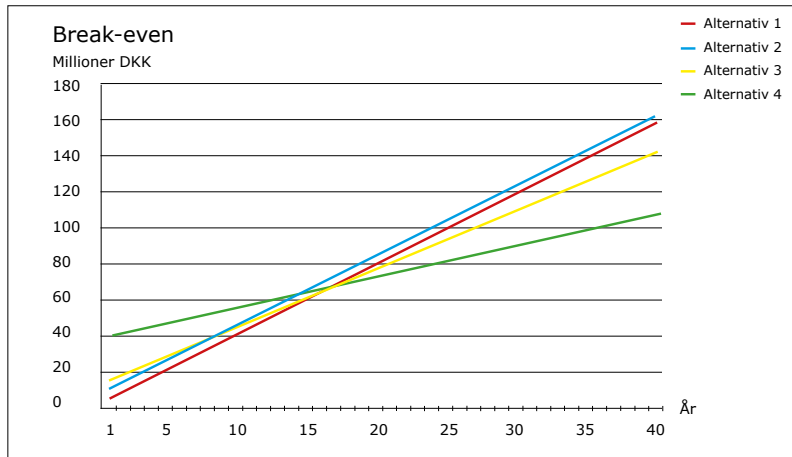
” Før havde vi fokus på porteføljens murstensværdi. Nu flytter vi fokus til driften og kerneydelsen for brugerne af bygningen. Men det er komplekst også at inddrage alle de bløde værdier, og derfor har Totalværdimodellen sin berettigelse, da den giver mulighed for at vurdere noget komplekst på en simpel måde.

*Christen Sonnichsen, Arkitekt i Miljø- og Teknikforvaltningen i Albertslund Kommune*

## CASE I: TOTALØKONOMI FOR ISKØJTEBANE

### Genforeningspladsen

Københavns Kommune har afprøvet projektberegneren i Totalværdimodel- len på et konkret projekt med at renovere en iskøjtebane på Genfore- ningspladsen. I samarbejde med de driftsansvarlige, et kølefirma og en bygherrerådgiver fandt man frem til fire alternative løsninger, som der blev beregnet totaløkonomi for. Projektberegneren gav et overblik der ikke tidligere var tilgængeligt, og det gav grundlaget for beslutninger om an- læg af en permanent iskøjtebane. Kommunen ville kunne spare 60 % i driftsomkostninger ekskl. energi, og 50 % i energiforbrug ved valg af et permanent anlæg.



Grafen viser de samlede omkostninger over en 40-årig periode.



” Totalværdimodel- len er et sprog, der kan bruges til at formidle de meget komplekse overvejelser i forbindelse med et renover- ingsprojekt.

Niels-Arne Jensen, chefkonsulent i Københavns Ejen- domme

Et digitalt værktøj til idéfasen

30-årige driftsbudgetter for bygninger, og synliggørelse af driftsbudgettets størrelse i forhold til anlægsbudgettets, giver nye perspektiver.

Mio. kr.	Anlæg	Forsyning	Drift
Alternativ 1	4,0	15,3	25,7
Alternativ 2	5,8	13,4	27,1
Alternativ 3	10,8	8,9	25,1
Alternativ 4	37,3	7,9	10,2

Alternativ 1:  
Renovering af nuværende anlæg

Alternativ 2:  
Renovering med energibesparende tiltag

Alternativ 3:  
Nyt køleanlæg

Alternativ 4:  
Etablering af permanent anlæg med kunst- græs og kølerør.

### BEREGNING AF TOTAL- ØKONOMI

På [www.totalvaerdimodel- len.dk](http://www.totalvaerdimodel- len.dk) kan man også bruge "Projekt- beregneren", som er udviklet til at beregne totaløkonomi.

## SEKS LØSNINGSFORSLAG

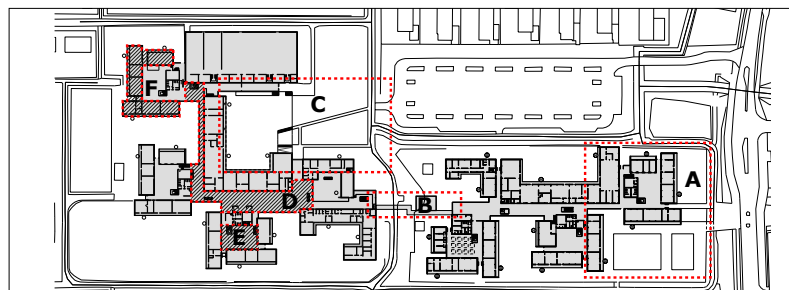
- A:** Ny hovedindgang til den sammenlagte skole – der giver brugerne identitet og tilhørsforhold.
- B:** Ny bro og nyt fælles PUK (bibliotek) mellem de to skoler – der sparer tid og øger nærheden for brugerne.
- C:** Nyt uderum ved idrætshal – for at integrere natur i undervisningen.
- D:** Nye overdækninger i atrier – zoneinddeling og nyt opvarmingsprincip – integrerede radiatorer som bænke til eleverne.
- E:** Forbedret indeklima i klasseværelserne (lyd, lys, luft) – udskiftning og modernisering af tekniske installationer.
- F:** Nye facader og solafskærmning – for at reducere varmetab og regulere indeklima.

Vær opmærksom på driftsmæssige tiltag, der kan være besparende, og lad det indgå i renoveringerne.

## CASE II: TOTALVÆRDI I SKOLESAMMENLÆGNING

### Renovering og sammenlægning til Kokkedal Skole

Afprøvningen af Totalværdimodellen i Fredensborg Kommune er et samarbejde mellem Henning Larsen Architects A/S, kommunen og brugerne af skolen. Der er lagt vægt på at kortlægge Kokkedal Skole som facilitet for brugernes aktiviteter.



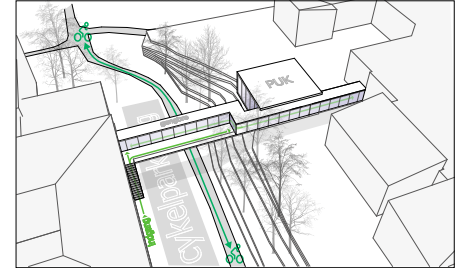
Kokkedal Skole - planoversigt med seks løsningsforslag

Resultatet er et beslutningsdokument, der beskriver seks konkrete løsningsforslag og illustrerer et helhedsorienteret beslutningsgrundlag for fremtidige renoveringsløsninger på skolen. Der er lavet totaløkonomiske beregninger på hvert af de seks løsningsforslag.

Bag beslutningsdokumentet ligger et stort forarbejde, som er dokumenteret og drevet af Totalværdimodellen. Skolens mange funktioner og brugere er kortlagt, og klima, energi, økonomi og vedligehold er screenet. Beslutningsdokumentet anvendes af de byrådspolitikere, der skal tage stilling til, hvilke renoveringstiltag, der skal til for at skabe en mere sammenhængende og klima- og energivenlig skole.



Eksempel på løsningsforslag, hvor ny hovedindgang til den sammenlagte skole giver brugerne identitet og tilhørsforhold (forslag A).



Eksempel på løsningsforslag, hvor der etableres en ny bro og ny fælles PUC gør skolen mere fleksibel (forslag B).



” Vi har fået bekræftet, at rigtig mange politikområder og administrative enheder skal inddrages meget tidligt i processen både for at identificere, hvilken værdi skolen skaber for de forskellige brugergrupper, men også for at finde ud af behov og forventninger.

Ulla Eikard, tidl. klimaprojektleder i Fredensborg Kommune.



*Kobling mellem nybygning og nærliggende sportshal.*



*Nyt fællesområde, der benyttes i hele skolens åbningstid.*

### **CASE III: TOTALVÆRDI I SKOLEOMBYGNING**

#### **Ny samlet vision med fokus på helheder på Ishøj Skole**

AI og Ishøj Kommune har anvendt Totalværdimodellen til at skabe overblik over Ishøj Skoles mange udfordringer. Via dataindsamling, brugerinddragelse, studieture og workshops er der skabt en helhedsplan for skolen og en samlet vision for skolens udvikling. Skolen omstruktureres for at få en bedre udnyttelse af skolens arealer og omgivelser. Læringscenter og skolelelse placeres centralt og bliver en synlig og samlende funktion. Skolen opdeles i områder, der er tilpasset børnenes alder og behov, og de samme kvadratmetre udnyttes til forskellige funktioner på forskellige tider af dagen. Der skabes bedre tilgængelighed, indeklima og brug af udearealerne.

#### *Helhedsplanen*

- *Skolen opdeles i indskoling, mellemskole og udskoling - også i udearealer.*
- *Udskoling samles i et læringsmiljø og læringsteam.*
- *Medietek med bibliotek og IT placeres samlet i midten af skolen.*
- *Skolens lærere og ledelse placeret centralt i skolen.*
- *Ny bygning placeres som kobling til nærliggende sportshal.*
- *Parkeringsplads ved sportshal integreres i udearealer som mooncarbane.*
- *Nybygning placeres på vestsiden af skolen, hvor der er plads til senere udvidelse til 2-spolet skole.*
- *Kreative faglokaler tilknyttes til SFO, som kan udnytte dem i eftermiddagstimerne.*
- *Indeklima i undervisningsrum forbedres med ny energirigtig ventilation.*



**”** *Vi har fået et værktøj til at håndtere hele processen og involvering af brugerne. Det er meget vigtigt, at vi får slutbrugerne med ind i processen, så de kommer med deres input til, hvad de mener en bygning rent pædagogisk skal kunne.*

*Lis Frederiksen, projektleder i Ishøj Kommune.*



## KONTAKTER

HENNING **LARSEN** ARCHITECTS

### Signe Kongebro

Arkitekt, associeret og leder af  
bæredygtighedsafdelingen  
mail: sik@henninglarsen.com  
*Henning Larsen Architects*  
mail: mail@henninglarsen.com



### Tomas Snog

Chefarkitekt, Cand Arch, Partner  
mail: ts@ai.dk  
*AI a/s*  
mail: ai@ai.dk



### Peter Terman Petersen

Regionsdirektør  
mail: ptp@cowi.dk  
*COWI A/S Ringsted*  
mail: cowi@cowi.dk



### Jesper Rasmussen

Byggechef  
mail: jra@bo-vest.dk  
*BO-VEST*  
mail: bo-vest@bo-vest.dk

*Et digitalt værktøj til idéfasen*



Albertslund Kommune

### Christen Sonnichen

Arkitekt MAA  
mail: christen.sonnichen@albertslund.dk  
*Albertslund Kommune*  
*Miljø- og Teknikforvaltningen -*  
*Kommunikation og Planlægning*  
mail: mtf@albertslund.dk

### Charlotte Schunck

Projektleder, Plan C  
mail: charlotte.schunck@albertslund.dk  
*Albertslund Kommune*  
*Miljø- og Teknikforvaltningen -*  
*Byg og Vedligehold*  
mail: mtf@albertslund.dk



### Jens Runge

Klimakoordinator  
mail: jens.runge@kff.kk.dk  
*Københavns Kommune*  
*Kultur- og Fritidsforvaltningen*  
*Københavns Ejendomme*  
*Projekt & Bygherre*  
mail: kejdbyggeri@kff.kk.dk



### Hans Blinkilde

Sektionsdirektør  
mail: hsb@ncc.dk  
*NCC Construction Denmark A/S*  
*Strategi & Forretningsudvikling*  
mail: info@ncc.dk



Ishøj Kommune

### Lis Frederiksen

Projektleder, Bygningskonstruktør  
mail: lfr@ishoj.dk  
*Ishøj Kommune -*  
*Center for kommunale bygninger*  
mail: kommunaleejendomme@ishoj.dk

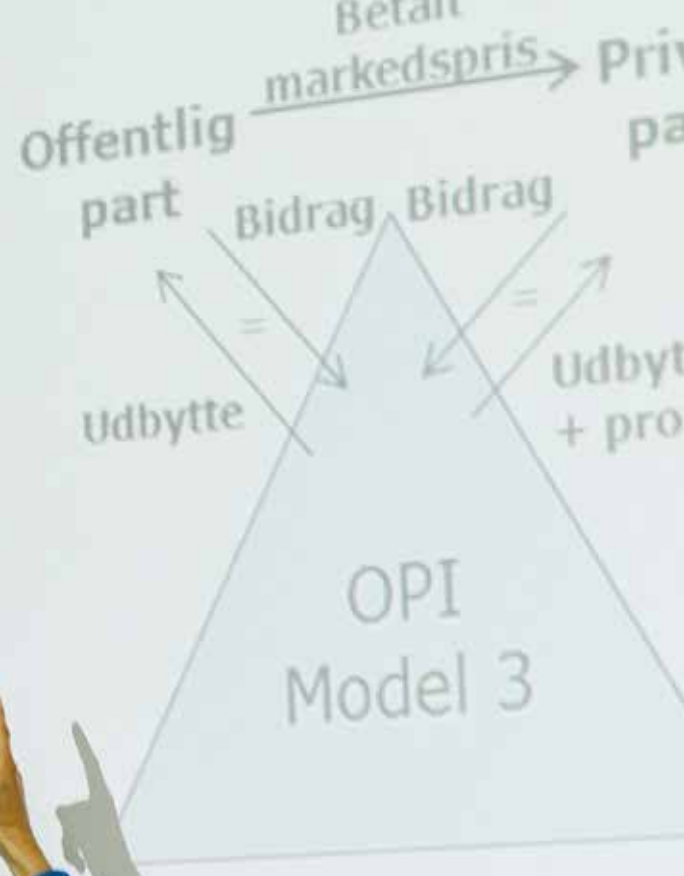
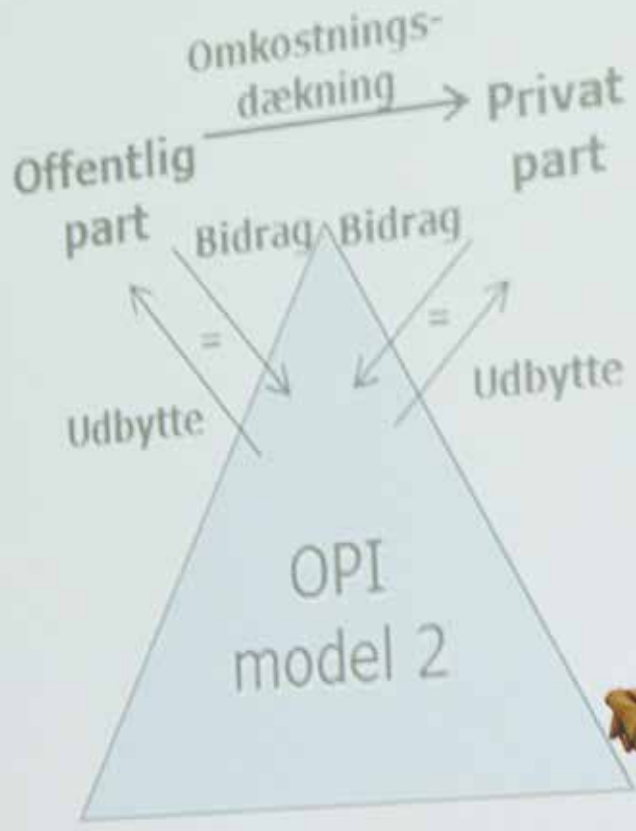
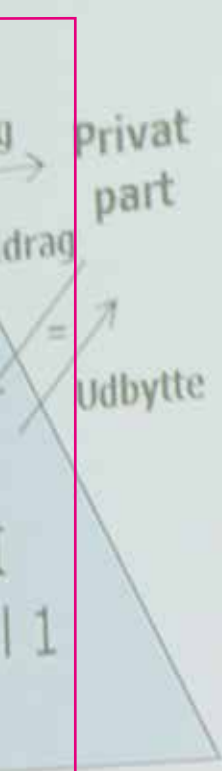


### Runa Andersen

Markedskoordinator  
mail: ran@brf.dk  
*BRF Kredit*  
*Alment Byggeri*  
mail: ab@brf.dk

*Læs mere på [www.plan-c.dk/](http://www.plan-c.dk/)  
Totalvaerdi*

*Brug modellen på  
[www.totalvaerdimodellen.dk](http://www.totalvaerdimodellen.dk)*



- Ingen udbudspligt, da intet indkøb
- Ingen - eller kun lovlig - statsstøtte





## *Udbudsfri OPI*

- *Om udbudsfri OPI*
- *Hvorfor udbudsfri OPI*
- *Modellen*
- *Case*
- *Kontakter*

*OPI (offentlig-privat innovation) projekter er med til at skabe udvikling og innovation i byggeriet, men udbudsreglerne betragtes i dag som en barriere hos parterne. Det kan den nye juridiske model for udbudsfri OPI ændre på.*

**Afstem samarbejdsvilkårene, så projektet overholder offentlige regler. På den måde opstår der ikke inhabilitet i efterfølgende udbud, og man undgår ulovlig statsstøtte.**



**W** *Med udbudsfri OPI kan vi accelerere udviklingen af målrettet innovative løsninger. Den løsning vi har udviklet i forbindelse med Plan C's klimaskærmsprojekt, er vi allerede i dialog med potentielle kunder om. Så det udbudsfrie OPI-samarbejde har allerede givet os nye samarbejdsmuligheder.*

*Tommy Bæk Hansen, Projektleder  
Hi-Con.*

## Om udbudsfri OPI

Model for udbudsfri OPI er en juridisk ramme for offentlig privat innovation. Modellen gør det muligt for offentlige, private og forskningsaktører at indgå i et fælles udviklingsprojekt uden at projektet skal i udbud. Det gør det muligt for eksempelvis en entreprenør at udvikle en ny renoveringsløsning i samarbejde med en kommune, uden at udviklingsprocessen skal i udbud. Det giver plads og rum til det innovative samarbejde mellem en offentlig og en privat part, hvor løsninger kan blive udviklet, testet og justeret.

Når løsningen er færdigudviklet, kan den offentlige part vælge at implementere den i større skala ved at sende den i udbud. I sådan en situation ville den private partner, der har deltaget i udviklingen ofte ikke blive tilbudt at byde eller værre endnu blive erklæret inhabil i udbudsrunden. Med det kan undgås, hvis parterne først har indgået den juridiske aftale om udbudsfri OPI.

Erhvervs- og Byggestyrelsen konstaterede i 2009 i "Analyse af offentlig-privat samarbejde om innovation", at der manglede modeller for håndtering af udbudsregler i forhold til OPI-projekter. Model for udbudsfri OPI er netop et bud på en sådan model.

### UDBYTTE

- **Plads til mere innovation i det offentlige-private samarbejde.**
- **Driftsbesparelse på langt sigt, fordi løsningerne kan testes af og justeres i innovationsfasen.**
- **Den private partner undgår inhabilitet efter et udviklingsprojekt.**
- **Både privat og offentlig partner opnår klarhed over rettigheder til løsninger udviklet i OPI-projekter.**

## HVORFOR UDBUDSFRI OPI

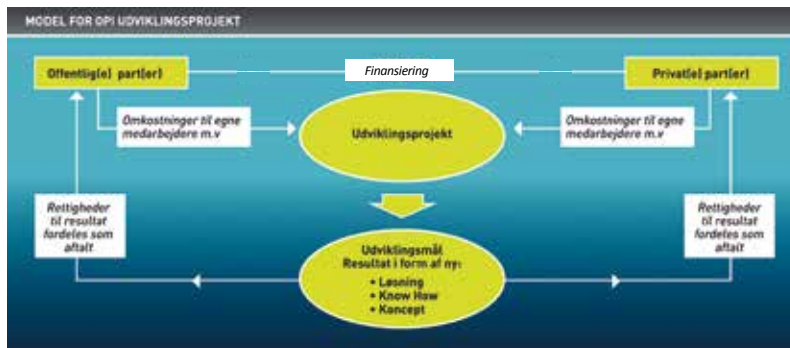
Modellen for Udbudsfri OPI giver et overblik over de juridiske muligheder, der ligger i et offentligt privat samarbejde om innovation:

- Interesserede aktører kan indlede et innovationssamarbejde baseret alene på enighed om udviklingsmålene, uden at opgaven er præcist beskrevet.
- Aktører kan uden udbudspligt engagere sig i samarbejdet, så man opnår den rigtige sammensætning af kompetencer til udviklingsprojektet.
- Samarbejdspartnerne på tværs af aktørtyper påtager sig et fælles ansvar for innovationsprojektets gennemførelse.
- Aftale- og samarbejdsformen giver større gennemsigtighed i ressourceforbruget (tid og kroner) ved udvikling og innovation parterne imellem.
- Udbudsfri OPI giver øget mulighed for at kapitalisere på innovationsindsatsen, når parterne definerer og fordeler rettighederne til udviklingskoncepterne.
- Den offentlige part kan efterfølgende udforme et udbud, hvor resultatet skal anvendes, så risikoen for inhabilitet fjernes.



« Det er alment kendt, at der i byggeprojekter er en spildprocent på 25%, som skyldes fejl og omprojekteringer. Det er udgifter, som påhviler udbyder. Hvis vi bruger udbudsfri OPI-modellen til at udvikle en god løsning, inden vi går i gang med hovedopgaven, kan vi reducere en meget stor del af dette spild, samtidig med at vi får en bedre løsning

Tommy Bæk Hansen, Projektleder  
Hi-Con.



Bidrag og rettigheder aftales i OPI-udviklings-projektet mellem offentlige og private parter:

- Omkostninger til projektmedarbejdere og eventuelle udgifter til materialer o.l., der skal bruges under projektet.
- Værdier - i form af viden, resultater og tilknyttede rettigheder - som projektet tilfører henholdsvis en offentlig og privat part.
- Finansiering.

Ny juridisk model

## MODELLEN - Udbudsfri OPI

### AFTALER

Et udviklingsprojekt kan tilrettelægges, så selve udviklingen kan foregå udbudsfrit. Modellen indebærer, at der skal udarbejdes en indledende kontrakt (præprojektaftale) mellem partnerne, allerede når projektet tilrettelægges.

Præprojektaftalen tager hånd om den enkelte partners forventede udbytte og de indledende aftaler om igangsætningen af projektet. Når projektet har taget lidt mere form, indgås OPI-aftalen, hvor parterne indbyrdes aftaler udbytte og fordeling af rettigheder til den viden og de resultater, der skabes i udviklingsprojektet.

### ELEMENTER

Modellen består af følgende elementer:

- *Et notat der rummer en beskrivelse af modellens elementer og en redegørelse for de juridiske aspekter i modellen.*
- *En håndbog der guider parterne gennem modellen skridt for skridt.*
- *Standarddokument til OPI-aftalen.*

### JURIDISK BISTAND

Modellen er en skabelon for udbudsfrie innovationssamarbejder, men modellen udelukker ikke behovet for konkret juridisk bistand, når det enkelte OPI-projekt skal etableres.

### Screeningsfase

Overordnede udviklingsmål



### Initieringsfase

Præprojekt-aftale



### Præprojektfase

OPI-aftale

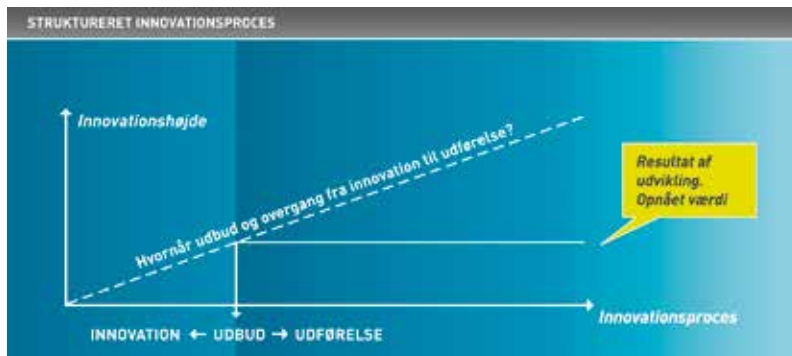


### OPI-projektforløb

Projekt-resultat

## CASE

I forbindelse med udvikling og afprøvning af ny klimaskærm til Hyldespjældet i Albertslund (se s. 72), har de deltagende partnere afprøvet modellen for udbudsfri OPI. Deltagerne underskrev de kontrakter, som følger med modellen, efter de var blevet tilpasset det konkrete projekt. Resultatet blev, at de tre deltagende virksomheder Hi-Con, Barsmark og Enemærke & Petersen kunne byde ind med deres viden og ekspertise uden at frygte at miste dyrbare konkurrencefordele eller risikere efterfølgende inhabilitet ved en kommende udbudsrunde. Det har løftet innovationshøjden i projektet og givet en løsning, som bygherre BO-VEST kan gå videre med at implementere.



Illustrationen viser, hvordan man med udbudsfri OPI løfter innovationshøjden i en proces ved at flytte tidspunktet for, hvornår løsningen sendes i udbud.

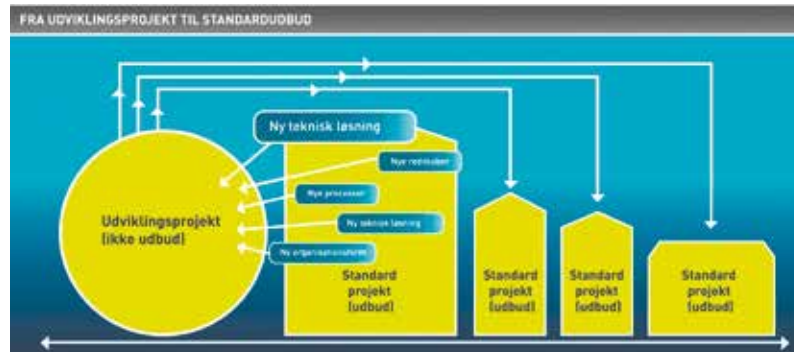


” Vi forventer, at modellen kan gøre en forskel for såvel bygningsejere som leverandører. Der er store besparelser at hente ved at gå efter de bedste løsninger frem for ”business as usual”. Hvis vi slipper innovationen fri, er det mit skøn, at bygningsejere kan spare 10 % på bygge- og driftsomkostninger.

Søren Hilbert, advokat og partner hos Rønne & Lundgren.

Sørg for at adskille udvikling (OPI-projektet) fra indkøb (byggeprojektet).

Klarlæg parternes forskellige interesser.



Illustrationen viser, hvordan man i udbudsfri OPI adskiller udviklingsprojektet fra hovedprojektet, som sendes i udbud. Udviklingsprojektet er ikke udbudspligtigt men kan generere løsninger, som kan indgå i fremtidige udbudsprojekter.



” Kontraktgrundlaget i udbudsfri OPI minder på mange måder om de non-disclosure agreements, vi som privat virksomhed er vant til at arbejde med. Forskellen er, at OPI-aftalen bliver skræddersyet til den enkelte situation, så vi kan adressere lige præcis de risici, der knytter sig til den pågældende samarbejdssituation. Det skaber nogle langt tryggere rammer for os.  
Tommy Bæk Hansen, Projektleder Hi-Con.



## KONTAKTER



**Søren Hilbert**  
Advokat, Partner  
mail: shi@rl.com  
*Rønne & Lundgren*  
mail: info@rl.dk

## GATE 21

**Loa Brix**  
Kommunikationschef  
mail: loa.brix@gate21.dk  
*Gate 21*  
mail: gate21@gate21.dk



Albertslund Kommune

**Sif Enevold**  
Leder Plan C  
mail: sif.enevold@albertslund.dk  
*Albertslund Kommune*  
*Miljø- og Teknikforvaltningen*  
mail: mtf@albertslund.dk

*Case med afprøvning af Udbudsfri OPI er beskrevet i afsnittet "Renovering af klimaskærm" (se side 72)*

*Læs mere på [www.plan-c.dk/Udbudsfri](http://www.plan-c.dk/Udbudsfri)*



Barriere

Barriere

mit dieser Technologie

die Leistungs-  
merkmale von  
Produkten steigern

Barriere

Mittelgroßes

Barriere

FLERZ  
SYSTEM

MANGEL-  
BRÜCKEN  
KONGERAN



## *RenProces - et digitalt værktøj til byggeprocessen*

- *Om RenProces*
- *Hvorfor RenProces*
- *Modellen*
- *Kommende brugere*
- *Kontakter*

*Hjemmesiden RenProces er en værktøjskasse til at lede et renoveringsprojekt igennem alle faser. RenProces tilbyder blandt andet et procesværktøj dedikeret til aktørerne i den enkelte byggesag.*





RenProces' hjemmeside



Workshop - RenProces lægger vægt på inddragelse af alle aktører i byggeprocessen.

## Om RenProces

RenProces er et nemt og overskueligt online-redskab, som tilbyder konkrete veldokumenterede værktøjer til en forbedret renoverings- eller byggeproces. RenProces fokuserer på værdier som at optimere en byggeproces, sammensætte et projektteam, samt information og dialog med brugere og beboere.

### UDBYTTE

- **Alle involverede parter inddrages tidligt i forløbet, så deres viden bidrager til bedre byggeri og billigere drift.**
- **Bedre dialog mellem parterne giver større ejerskab hos brugere og beboere.**
- **Konkrete råd til facilitering, der kan minimere konflikter i renoverings- og byggeprocesser.**
- **Større fokus på sociale kompetencer i teamet bidrager til større effektivitet og lavere byggeomkostninger.**
- **En mere gennemskuelig proces.**

RenProces skal fremme åbenhed, dialog og videndeling i bygge- og renoveringsprojekter og sikre øget fokus på målene. Hermed kan energirenoveringstiltag bedre fastholdes hele vejen gennem byggeriet. RenProces er skabt af aktører i byggeprocessen og med udgangspunkt i undersøgelser blandt aktører fra hele byggeriets værdikæde.

Undersøgelserne pegede på, at byggebranchen ofte oplever mistillid mellem parterne i en byggeproces. Samtidig opleves processen ofte som uigennemskuelig og kompleks blandt andet på grund af de mange forskellige aktører, der skal finde ud af at arbejde sammen samt en række kommercielle hensyn. RenProces samler viden om byggeprocesser og præsenterer den på en måde, så bygherrer, rådgivere og entreprenører let kan bruge den i en konkret bygge- eller renoveringsproces.

## HVORFOR RENPROCES

### Tidlig inddragelse af alle aktører

RenProces lægger stor vægt på, at alle aktører i en byggeproces har noget værdifuldt at byde ind med - både til gavn for selve processen og til gavn for det færdige resultat. Når rammerne for en konstruktiv dialog er til stede fra den tidlige initiativfase i et bygge- eller renoveringsprojekt, bliver der skabt mulighed for at inddrage alle de kompetencer, som findes i den samlede gruppe af aktører i en byggeproces. Aktiv aktørinddragelse kan være med til at sikre, at den færdige renovering lever op til krav og ønsker fra bygherren, slutbrugerne og driftsorganisationen.

### Løbende dialog

Ejerskab til projektet er et af nøgleordene for en god byggeproces. Ejerskab kan sikres ved, at de involverede parter inddrages og løbende informeres om projektets status. Der findes mange metoder til at sikre den gode dialog. For eksempel kan bygherre være opmærksom på, at projektet evalueres løbende, og at der sættes tid af til forventningsafstemning. På samme måde er det vigtigt at afsætte tilstrækkelig tid til overdragelse af viden. Mange unødige konflikter kan undgås ved, at aktørerne kommer med deres input, får afløb for eventuelle frustrationer, og får et godt personligt kendskab til de øvrige deltagere i projektet.

### Udvikling af byggeløsninger til alment og offentligt byggeri

Da en byggeproces er en dynamisk størrelse, er det vigtigt at være åben over for nye tiltag, som opstår undervejs i byggeprocessen. Idéer og løsninger skal udvikles i et dynamisk og konstruktivt samarbejde mellem projektgruppen, gruppen af udførende og - efter behov og relevans - byggeprocessens øvrige aktører. Det kan RenProces også være med til at sikre.



“*RenProces er en måde at organisere byggeprocessen, hvor man tager hensyn til de blødere aspekter i forbindelse med et byggeri. Vi vil med RenProces sikre, at alle kompetencerne i en byggeproces bliver fuldt udnyttet.*”

*Dan Troest Birkemose, Arkitekt, Teknik- og Miljøforvaltningen i Københavns Kommune.*

**Få en ekstern facilitator med, og oplev færre konflikter i byggeprocessen.**

**Hvis alle aktører inddrages fra begyndelsen, opnås ofte bedre resultater i renoveringsprocessen.**

## MODELLEN - RenProces

### FASEFIRKANT

En byggeproces består af faser, men rækkefølgen faserne optræder i, kan skifte alt efter organisation og opgavens karakter. Især ved renoveringsopgaver er det almindeligt, at der springes mellem de forskellige faser alt efter blandt andet udbudsform og tempo i byggeriet. Derfor er RenProces struktureret i en ikke-kronologisk fasefirkant med faserne: initiativ, program, udbud, projektering, udførelse, aflevering, drift og faseskift.

### VÆRKTØJER

I fasefirkanten er det muligt at gå ind i en fase og finde relevante værktøjer. Værktøjerne er både konkrete aktiviteter, inspirationsmateriale og links til relevant information. Fx vejledninger til beboerdemokratiske processer, partnersamarbejde, kompetencekortlægning, teamsammensætning via udbudsmateriale og tildelingskriterier.

### KOMMUNIKATIONSVÆRKTØJ

På hjemmesiden RenProces.dk kan man benytte et sags log-in, hvor bygherre eller andre ansvarlige kan uploade og fastholde relevante beslutninger og beslutningsgrundlag for en energirenovering. Den viden er en vigtig del af god kommunikation mellem bygherre og beboere, brugere, håndværkere og entreprenører.

Via sags log-in har alle disse interessenter adgang til relevant information om renoveringsprocessen, efterhånden som processen skrider frem. Dokumentationen gemmes og præsenteres som en logbog, der opdateres af byggeleder eller den tilknyttede facilitator, der har fokus på kommunikation og samarbejde. Når byggeriet er afsluttet, og bygningen går over i en driftsfase, er det typisk den driftsansvarlige, som opdaterer logbogen.



Fasefirkant

Sproget i logbogen skal være kort og præcist. Logbogen indeholder en skabelon som beskriver:

- Hvilken beslutning der er truffet.
- Hvem der har truffet beslutningen.
- Begrundelsen for beslutningen.

Brug modellen på [www.renproces.dk](http://www.renproces.dk)



### Udvikling i et innovativt miljø

Udviklingen af ideer og løsninger skal foregå i et innovativt miljø, der beforder et samarbejde på tværs af aktørgruppen. Når der opstår et problem, kan et innovativt miljø og kombinationen af aktørernes forskellige videnområder og erfaringer skabe nye ideer og forslag til løsninger. På den måde kan man nå frem til en innovativ løsning, der ikke blot hentes "ned fra hylden". Et innovativt miljø er kendetegnet ved, at alle parter er åbne over for nye ideer, giver konstruktiv respons på forslag og bidrager aktivt med egne ideer til byggeriet. Et innovativt miljø kan fremmes ved at afholde workshops om konkrete emner, hvor en professionel facilitator samler relevante aktører og skaber rammerne for kreativ ideudvikling.

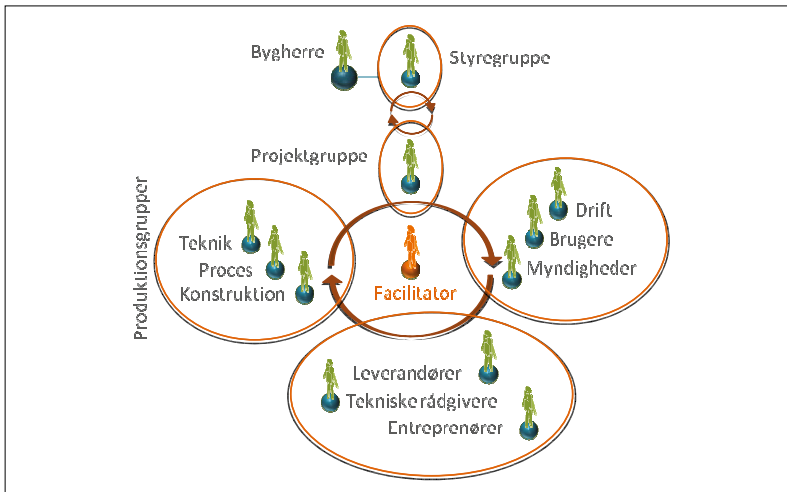


Facilitator som aktiv aktør i en byggeproces

### Minimering af konflikter i processen

En facilitator kan sikre en god og konstruktiv kommunikation og et godt samarbejde mellem alle parter ved at holde fokus på kommunikation og samarbejde i en bygge- og renoveringsproces. Dermed kan facilitatoren minimere konflikter mellem de involverede aktører ved at få arbejdsprocesserne til at glide nemmere. Brug af en facilitator kan give store besparelser i tid og ressourcer i bygge- og renoveringsprocessen.

**Gør brug af værktøjerne fra RenProces og opnå en bedre byggeproces, med en bedre dialog.**



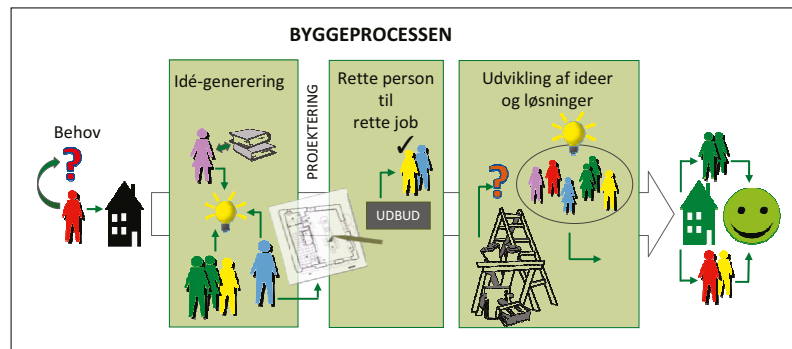
*RenProces tager udgangspunkt i bedre samarbejde og kommunikation mellem aktørene i byggeprocessen. Til det formål anbefaler RenProces brugen af en facilitator, som driver denne proces.*



Der er i udbudsloven vide rammer for at inddrage entreprenøren langt tidligere i byggeprocessen - nu handler det om at se værdien og føre det ud i livet.

Tom Holm Pedersen, Projektdirektør i NCC Construction Danmark A/S

Den rette teamsammensætning og forventningsafstemning gavner også projektets bundlinje.



Den optimale byggeproces gennemgår ovenstående tre trin:

- Idégenerering, hvor aktørenes forventninger til proces og resultat deles.
- Afklaring af kompetencer, hvor den rette person skal vælges til at løse opgaven i byggeprocessen.
- Udvikling af idéer og løsninger, hvor alle aktører har en fleksibel tilgang i samarbejdet, så ændringer i budget og planer håndteres konstruktivt på basis af den gode kommunikation og det gode samarbejde, der er hjørnestenen i RenProces.

#### KOMMENDE BRUGERE

RenProces er et brugervenligt værktøj, der giver et godt og hurtigt overblik over processen i et renoveringsprojekt. Sådan beskriver Jesper Hvidkjær Pedersen, projektleder fra Københavns Erhvervsakademi (KEA) hjemmesiden. RenProces arbejder helheds- og detaljeorienteret ved både at give et overblik over et projekts byggefaser og ved at give værktøjer og anvisninger til, hvordan man løser konkrete opgaver i projektførløbet. Studerende og undervisere kan også drage stor nytte af hjemmesidens overblik og placering af værktøjer. Samtidig har brugerne, der får værdi af at benytte sitet, også en mulighed for at "betale tilbage" med opdateringer og forbedringer.

RenProces er et godt inspirationsværktøj, og siden er nem at navigere på. Det mener Sven Mortensen, Direktør i Enemærke & Petersen. RenProces kan være en hjælp i selve byggeprocessen, da der er mange gode forslag til, hvordan man samarbejder på en bedre måde.



## KONTAKTER



### Dan Troest Birkemose

Arkitekt

mail: danbir@tmf.kk.dk

*Københavns Kommune*

*Teknik- og Miljøforvaltningen - Center for byggeri*

mail: byggeri@tmf.kk.dk



### Ida Rasmussen

Netværkskoordinator

mail: ida.rasmussen@alexandra.dk

*Alexandra Instituttet a/s*

mail: alexandra@alexandra.dk



### Jakob Klint

Chefkonsulent

mail: jk@kubenman.dk

*Kuben Management*

mail: info@kubenman.dk



### Troels Aggersbo

Udviklings- og totalentrepriseleder

mail: ta@eogp.dk

*Enemærke & Petersen a/s*

mail: eogp@eogp.dk



### Per Boesgaard

Projektleder, Plan C

mail: per.boesgaard@gate21.dk

*Gate 21 - By og Byg*

mail: gate21@gate21.dk



### Mette Lund Jensen

Byplanlægger

mail: 7ml@ishoj.dk

*Ishøj Kommune*

*Plan-, Bygge- og Miljøcenter*

mail: ishojkommune@ishoj.dk



### Nicolai Overgaard

Arkitekt MAA, Partner

Administrerende direktør

mail: no@r-m.dk

*Rørbæk og Møller Arkitekter aps*

mail: rm@r-m.dk



### Tom Holm Pedersen

Projektdirektør

mail: thp@ncc.dk

*NCC Construction Danmark A/S*

mail: info@ncc.dk



### Karen Holm Schultz

Bygningskonstruktør

mail: khs@wissenberg.dk

*Wissenberg A/S*

mail: info@wissenberg.dk



### Almut Kaiser

Chefkonsulent

mail: aka@danskbyggeri.dk

*Dansk Byggeri*

*Kursus & Udvikling*

mail: info@danskbyggeri.dk

Læs mere på [www.plan-c.dk/](http://www.plan-c.dk/)  
RenProces





## *Fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering*

- *Om fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering*
- *Beregningsresultater*
- *Analyse*
- *Tre scenarier*
- *Perspektiv*
- *Kontakter*

*En omlægning af energiforsyningen fra fossile brændsler til biomasse er allerede ved at ske. Men biomassen er en begrænset ressource, og på sigt kan det forventes, at priserne stiger, og den vil forsvinde ud fra varmesektoren.*

*I rapporten “Fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering” analyseres, hvordan den fremtidige fjernvarmeproduktion og reduktion af bygningernes varmebehov kan spille sammen.*

## Om fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering

Der skal handling til, hvis vi skal nå regeringens målsætning om en fossilfri el- og varmeforsyning i 2035. Plan C har analyseret samspillet mellem investeringen i ny produktionskapacitet for fjernvarme og reduktion af varmebehovet gennem energirenovering.

### ANALYSENS FOKUS

- **Bliver fjernvarmen så dyr, at udgifter til at energirenovere bygningsmassen bliver tjent hjem gennem det lavere varme-forbrug?**
- **Kan det betale sig, at energirenovere bygninger, når fjernvarmen snart bliver baseret på fossilfrie brændsler?**
- **Vil energirenovering give så massive energibesparelser, at vi kan undgå at opføre nye varmeproduktionsanlæg?**
- **Kan vi opnå en markant gevinst ved at koordinere energirenovering og udvikling af varmeforsyning?**

Analysen belyser investeringer i en fremtidig fossilfri varmeforsyning, der matcher bygningsmassens varmebehov.

Plan C-rapporten "Fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering" bidrager med ny viden om investeringer i fremtidens fossilfrie fjernvarme og energirenovering. Læs hele analysen i rapporten på [www.plan-c.dk/Fjernvarme](http://www.plan-c.dk/Fjernvarme).



*Energirenovering og lavtemperaturfjernvarme vil medvirke til, at investeringsbehovet til ny produktionskapacitet kan reduceres.*

## BEREGNINGSRISULTATER

Forceret energirenovering mindsker behovet for investering i ny teknologi i fjernvarmeforsyningen og har en gunstig virkning på den forventede fjernvarmepris i fremtiden (0,34 kr./kWh). Energibesparelser ved nybyggeri er dog billigst (0,16 kr./kWh). Begge dele med lavere investering pr. kWh end investeringer i varmeforsyningskapaciteten. Det skyldes, at investering i en fremtidig fjernvarmeproduktion reduceres, når behovet for varme bliver mindre i kraft af energirenovering. Samtidig undgås en større overkapacitet senere. Det viser den analyse med tilhørende forudsætninger, der er grundlag for rapporten "Fremtidens fjernvarmeforsyning og energirenovering".

Energispareprisen (meromkostningen ved at spare 1 kWh ekstra) er beregnet for to situationer, og fjernvarmeforsyningsprisen er beregnet for tre scenarier. Der er regnet med 30 års afbetaling og 3 % rente.

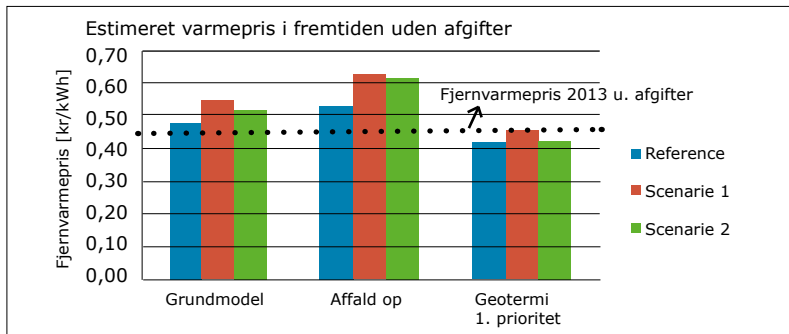
### Energisparepris

Renovering i forbindelse med øvrig renovering	0,34 kr./kWh
Nybyggeri (marginaludgift ved at opgradere fra BR10 til BR20)	0,16 kr./kWh

### Fjernvarmeforsyningspris

Referencescenarie uden energirenovering	0,49 kr./kWh
Scenarie 1 med energirenovering fra 2030	0,56 kr./kWh
Scenarie 2 med energirenovering fra 2013	0,52 kr./kWh

Energispareprisen er lavere end fjernvarmeforsyningsprisen i alle de tre scenarier, analysen omfatter. Analysen viser, at der vil være en gevinst ved at forcere investeringer i energirenoveringer og opgradere nybyggeri til BR20 allerede i dag. En koordineret planlægning mellem varmeforsyning og energirenovering vil derfor kunne bidrage til optimering af fremtidige investeringer.



BO-VEST prøvehus er etablerer før helhedsplan for renovering af rækkehusene i Albertslund Syd. Der omlægges til lavtemperatur-fjernvarme i hele området.

Estimering af fremtidens fjernvarmepris uden afgifter ved de forskellige scenarieanalyser. Grundmodellen vurderes at være mest realistisk.

Figuren viser tre modeller:

Grundmodellen: Varmeproduktion sker i fremtiden, som i dag.

Affald op: Varmeproduktionen sker i øget grad på baggrund af affaldsforbrænding.

Geotermi 1. prioritet: Varmeproduktion sker i øget grad ved kommende geotermianlæg.

## ANALYSE - Fremtidig fjernvarmeforsyning og energirenovering

### 4 OVERORDNEDE ANTAGELSER

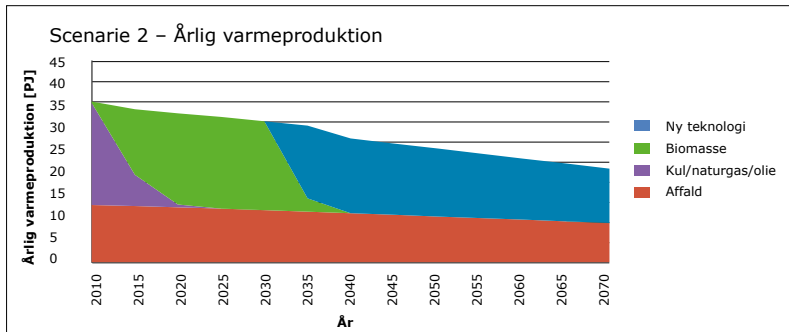
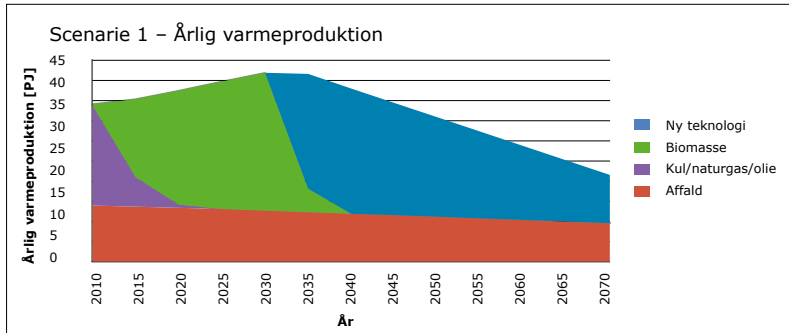
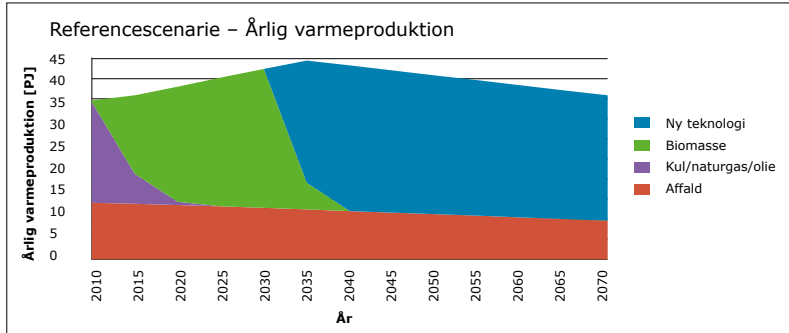
- **Fremtidens energiforsyning skal være fossilfri inden 2035.**  
Der er taget udgangspunkt i regeringens målsætning.
- **Biomasse vil blive anvendt i en overgangsperiode frem til 2040, hvorefter der investeres i alternativ teknologi.**  
*Biomassen antages, efter år 2040, at blive brugt i andre sektorer som eksempelvis transport. EU-rapporter forventer, at biomasseressourcen kun kan dække 16 % af energibehovet i fremtiden, og dermed ikke vil være konkurrencedygtig i varmeforsyningen.*
- **Den fremtidige el- og varmeforsyning skal udvikles i en samlet løsning for energisektoren.**  
For ikke at øge spidsbelastningen på en fremtidig el-produktion, der sandsynligvis er lagt an på vindenergi, er det hensigtsmæssigt ikke at basere varmeforsyningen på el.
- **Store byområder vil også i fremtiden være fjernvarmeforsynede, dog omlagt til lavtemperaturfjernvarme.**  
Omstilling til lavtemperaturfjernvarme vil give en række fordele så som mindre ledningstab, højere virkningsgrad på varmepumper og større kapacitet i det nuværende ledningsnet.

### 3 SCENARIER

- **Referencescenarie**  
*Ingen varmebesparelser gennem energirenovering.*
- **Scenarie 1**  
*Forcerede varmebesparelser, hvor energirenovering igangsættes i 2030.*
- **Scenarie 2**  
*Forcerede varmebesparelser, hvor energirenovering igangsættes i 2013.*

De tre scenarier tager udgangspunkt i de fire antagelser. Scenarierne giver et bud på, hvordan samspillet mellem fremtidige investeringer i fjernvarmeforsyning og reducere af varmehovet ved energirenovering kan se ud.

## TRE SCENARIER



Figurene viser den årlige varmeproduktion ved forskellige teknologier fra 2010-2070 i de tre scenarier.

Her fremgår det hvordan de forcerede energibesparelser i henholdsvis scenarie 1 og 2 bidrager til et mindre investeringsbehov i alternativ teknologi i fremtiden.



“ Det giver god samfundsmæssig mening først og sideløbende at energirenovere for at sænke varmemeforbruget. Hvis vi investerer i varmeforsyningsanlæg til vores nuværende varmemeforbrug - og først sidenhen energirenoverer, risikerer vi, at de nye anlæg står med overkapacitet.

Svend Svendsen, professor, DTU Byg



## ENERGIRENOVÉR NU

Fordele ved at forcere energirenoveringer:

- at nedsætte bygningers varme-forbrug.
- at behov for ny fossilfri kapacitet hos forsyningsselskaber reduceres.
- at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen.
- at værdisikre bygninger (forlænget levetid, bevaringsværdi osv.).
- at øge beskæftigelsen.



W Det er klart, at energirenoveringer er omkostnings-tunge. Men vores beregninger viser, at det vil koste samfundet endnu mere, hvis vi sætter gang i anlægsinvesteringer i varmesforsyningen med basis i det nuværende varme-forbrug, uden at energirenovere først.

Maria Harrestrup, Ph.d.-studerende, DTU Byg

Forbrug før renovering	7.980	kWh/år
Varmepris 2013	0,700	kr./kWh
Årlig varmeregning før renovering	5.586	kr./år
Forbrug efter renovering (65 % reduktion)	2.793	kWh/år
Estimeret fremtidig varmepris	0,858	kr./kWh
Årlig varmeregning efter renovering	2.396	kr./år

Tabellen viser forbrugernes årlige varmeregning før og efter renovering baseret på henholdsvis varmeprisen i 2013 og den estimerede fremtidige varmepris. Der regnes med en reduktion på 65 % af rumvarme-forbruget i fremtidssituationen. Det ses af tabellen, at forbrugerens varmeregning reduceres med 57 %.

## PERSPEKTIV

I 2035 bliver vores boliger, kontorbygninger, butikker og fabrikker opvarmet ved hjælp af vedvarende energikilder. En kombination af geotermi, vindenergi, jordvarme og energi fra biomasse vil sandsynligvis udgøre energiforsyningen. Hvilke kilder vi vælger som de primære til vores energiforsyning er endnu uvist. Men sikkert er det, at det vil kræve betydelige investeringer i nye energiforsyningsteknologier. Derfor er det vigtigt at sænke varme-forbruget gennem energirenoveringer.

Som led i at opnå en fossilfri fjernvarmeforsyning i 2035 vil der komme en markant energibesparelse ved at omlægge fjernvarmeforsyningen til lavtemperaturfjernvarme. Et forsøgsprojekt i Plan C viser, at det er muligt at omlægge til lavtemperaturfjernvarme i bygninger, der ikke er energirenoveret til lavenergistatus (se side 104).



## KONTAKTER



### **Svend Svendsen**

Professor

mail: [ss@byg.dtu.dk](mailto:ss@byg.dtu.dk)

*DTU Byg*

mail: [byg@byg.dtu.dk](mailto:byg@byg.dtu.dk)



### **Theodor Møller Moss**

Seniorprojekt- og markedsleder

mail: [tmm@cowi.dk](mailto:tmm@cowi.dk)

*COWI A/S Aarhus, Industri og Energi*

mail: [cowi@cowi.dk](mailto:cowi@cowi.dk)



### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: [mll@temaconsult.dk](mailto:mll@temaconsult.dk)

*Gate 21*

mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)



### **Troels Duhn**

Civilingeniør

mail: [td@VEKS.dk](mailto:td@VEKS.dk)

*VEKS Drift, energi og miljø*

mail: [VEKS@VEKS.dk](mailto:VEKS@VEKS.dk)

Læs mere på [www.plan-c.dk/Fjernvarme](http://www.plan-c.dk/Fjernvarme)

# CTS-GUIDE

– bygningsautomatik med omtanke

0

Intro

1

Bygnings-  
analyse

2

Krav-  
specificering

3

Projektering

4

Udførelse

5

Drift



Faktaark



Cases



Dokumenter



Et grundigt overblik over, hvad CTS-systemet skal styre, registrere og måle i bygningsanalysen mindsker risikoen for, at uforudsete situationer opstår i udbuds- og projekteringsfasen.





## *CTS-guide*

- *Om CTS-guide*
- *Hvorfor CTS-guide*
- *Modellen*
- *Kontakter*

*Kommunale bygherrer, der skal udarbejde en CTS-strategi, eller skal etablere eller renovere CTS, kan hente hjælp i CTS-guidens anbefalinger om struktur og procesforløb.*



## Om CTS-guide

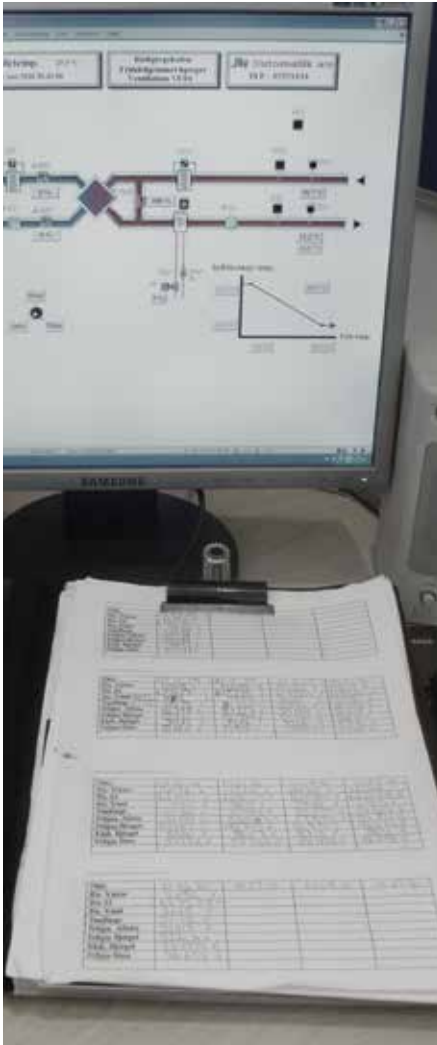
CTS-guiden giver inspiration og hjælper bygherrer til at komme bedre igennem CTS-projekter. CTS-guiden bidrager til at udarbejde en god CTS-strategi, sikre en god implementering af CTS-systemer og en mere energi-optimal styring af bygningsdriften.

### UDBYTTE

- **Bedre implementering af CTS gennem bedre forundersøgelser og projektstyring.**
- **Bedre CTS giver bedre indeklima og øget brugertilfredshed.**
- **Målrettet vedligehold ved hjælp af alarmer, driftstimetællinger og overvågning.**
- **Lavere driftsomkostninger som følge af rettidig vedligehold.**
- **Færre nedbrud og færre følgeskader på grund af nedbrud.**

Styringen af bygningsdrift er en kompleks størrelse, ofte så kompleks at mange bygherrer vælger at overlade projektet til rådgivere. CTS-guiden er et værktøj, der giver de kommunale bygherrer viden og overblik over de nødvendige beslutninger, der kan sikre, at investeringerne fører frem til de bedste resultater.

Med CTS-systemer kan man i princippet styre alle tekniske installationer. Automatisk bygningsdrift skal give mening økonomisk og funktionelt. Kunsten er derfor at finde det eller de systemer, der tilgodeser de konkrete forhold omkring den aktuelle bygning, brugen og organiseringen af den. Her er det især bygningernes tekniske standard og den aktuelle og fremtidige anvendelse af bygningen, der bør være afgørende for valg af CTS-system. I CTS-guiden gennemgås de forskellige faser i en typisk CTS-proces.



*En daglig arbejdsplads ved CTS-anlæg*

## HVORFOR CTS-GUIDE

Bygningsautomatik og styring af tekniske anlæg kan give væsentlige energibesparelser på især de største af kommunernes bygninger, som typisk er ansvarlige for 70-80 % af en kommunes samlede energiforbrug. For at opnå de mulige besparelser er det vigtigt, at have CTS-systemer der kan styre bygningerne meningsfuldt og samtidig undgå systemer, der ikke "snakker sammen", eller som er årsag til frustrationer hos personalet.

Forundersøgelser er en vigtig del af processen omkring etableringen af CTS og hjælper med at finde den rette form og omfang af styringssystemet. CTS-guiden giver gode anvisninger og værktøjer til både forundersøgelser og implementering af CTS. Et godt forarbejde fremmer desuden dialogen med rådgivere og leverandører, der så kan koncentrere sig om at finde de bedste løsninger til præcis det, kunden ønsker.

Erfaringer fra CTS-projekter har vist, at mange bygherrer overlader en række beslutninger til rådgiver og leverandører, som ikke altid har det fulde overblik over, hvad bygherren har brug for. I CTS-guide er der en tjekliste, som kan hjælpe bygherre til at sikre, at alle forhold kommer med i projektet. Tjeklisten kan også være med til at sikre, at bygherrens forventninger til systemet indfries i større omfang. Bygherren bliver med guiden og tjeklisten klædt bedre på til at formulere konkrete behov og krav, der er nødvendige for at få et tilfredsstillende system.



” Undersøgelser viser, at CTS-anlæg kan spare op mod 30 % af en bygnings varme- og elektricitetsforbrug. Med CTS-guiden får bygningsejer bedre muligheder for at realisere dette besparelsespotentiale.

*Petra Andersen, Energikonsulent, Ishøj Kommune.*

### CTS

CTS står for Central Tilstandskontrol og Styring. CTS er et computerbaseret kommunikationssystem til automatisk overvågning og regulering af tekniske processer i bygninger og bygningsinstallationer, fx ventilations-, varme- eller lysanlæg.

## MODELLEN - CTS-guide

### BYGNINGSANALYSE

Før man går i gang med en CTS-strategi, er det en god idé at danne sig et overblik over driften af bygningen. Det kan omfatte tekniske anlæg, energiforbruget, brugen og brugerne af bygningen, og om der allerede er styring af dele af de tekniske anlæg. Alt i alt handler det om at få overblik over de eksisterende forhold, som er udgangspunkt for den efterfølgende analyse og projektering af anlægget.

### KRAVSPECIFICERING

Næste skridt er at analysere de eksisterende forhold nærmere og identificere de valg, der skal træffes for at opnå den størst mulige effekt af et CTS-anlæg. Det vil sige, hvilke betingelser der er i bygningen, og hvilke krav der skal stilles til et kommende CTS-anlæg. Her drøftes også andre forhold i relation til en god proces omkring CTS, herunder organisering af energiarbejdet.

### PROJEKTERING

Tredje fase omfatter planlægning og projektering. Mange bygherrer starter typisk først processen her. CTS-guiden giver inspiration til, hvad bygherren skal huske, når projektudformningen drøftes med rådgivere og leverandører. Fasen indeholder alle de detaljerede krav til CTS-anlægget. Det er også i denne fase, at krav til dokumentation for anlægget bliver udarbejdet.

### UDFØRELSE

I fjerde fase er ansvaret typisk overladt til entreprenøren. Bygherrens opgave er nu at holde øje med om entreprenøren lever op til det aftalte. I denne fase vil det vise sig, om bygherren har formuleret sine krav tydeligt nok.

### DRIFT

Et vigtigt element ved etablering af CTS er udvikling af en driftsstrategi. CTS-anlægget skal tilpasses bygningens behov og brugsmønstre før man kan opnå en succesrig anvendelse af anlægget. I denne fase skal man kortlægge de muligheder og begrænsninger, som anlægget byder på og sætte mål for komfort og energiforbrug.

### BYGNINGSANALYSE

Idé  
Forundersøgelse

### KRAVSPECIFICERING

Analyse af  
forudsætninger

### PROJEKTERING

Planlægning  
Projektering  
Udbud

### UDFØRELSE

Udførelse  
Etablering

### DRIFT

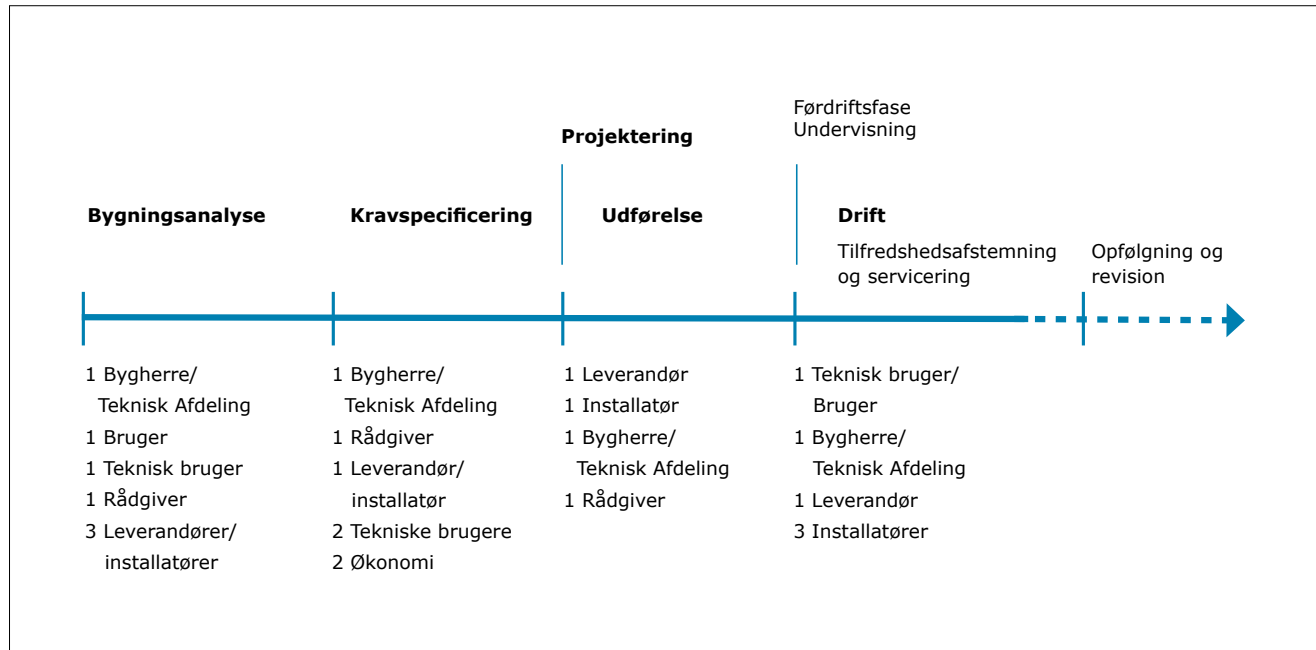
Drift  
Evaluering

Brug guiden: [www.cts-guide.dk](http://www.cts-guide.dk)

### Interesserne i CTS-processen

CTS-guiden påpeger, at det er en fordel at inddrage flere interessenter også i de indledende faser. Valget af relevante aktører i de enkelte faser af processen i figuren er vejledende. Der kan sagtens være situationer, hvor enten flere eller andre interessenter har en væsentlig indflydelse, eller hvor de også er aktive i andre faser.

**Bygherren skal kende sin bygning grundigt for at kunne udarbejde et udbudsmateriale, som tager højde for aktuelle forhold og forventninger til systemet.**



Interessenter i CTS-processen

**CTS-processen skal forankres godt i organisationen – det fremmer god implementering og drift.**



**W** *Automatik med omtanke. Det er præcis, hvad CTS-guiden kan bidrage til. CTS-guiden kan hjælpe bygherre og de kommende driftansvarlige til at stille de vigtige spørgsmål: hvad, hvordan og hvorfor skal der styres via CTS?*

*Jacob Steen Harbo, tidl. projektleder, Hvidovre Kommune*

### **Helhedsorienteret tænkning**

Energirenoverede bygninger giver gode forudsætninger for energibesparelser, men hvis ikke bygningerne drives energirigtigt, kan energiforbruget forblive højt. Derfor skal en energirenovering følges op af en tilpasset drift af bygningen og gerne en bedre overvågning af driften. Samtidig kan en bedre drift af bygningen give et bedre indeklima og mere tilfredse brugere. Det kan igen medføre bedre arbejdsevne og på skoler en bedre indlæring.

### **Merværdi**

Det primære formål med et CTS-system er en optimeret bygningsdrift og dermed bedre økonomi og lavere energiforbrug. Men bygherren kan også opnå en række andre fordele ved brug af det rette CTS-system:

- *Bedre overblik over de forskellige tekniske anlæg.*
- *Bedre indeklimaforhold og øget brugertilfredshed.*
- *Større driftssikkerhed.*
- *Forebyggelse af spild og følgeskader ved fokus på rettidig vedligehold.*
- *Større sikkerhed i bygningen ved bedre styring af eksempelvis adgang og brandanlæg.*
- *Bedre udnyttelse af arbejdstiden hos de tekniske serviceledere.*



## KONTAKTER



### Michael Nilsson

Leder af energiteamet

mail: mnilss@kff.kk.dk

*Københavns Kommune - Kultur- og Fritidsforvaltningen*

*Københavns Ejendomme - Drift & service*

mail: kejd driftservice@kff.kk.dk



### Kenneth Bruun

Servicechef

mail: kbr@vallensbaek.dk

*Vallensbæk Kommune*

*Center for Ejendomme, Park og Vej*

mail: ke@vallensbaek.dk



### Tina Reinholdt

Arkitekt

mail: TinaReinholdt.Jensen@albertslund.dk

*Albertslund Kommune - Miljø- og Teknikforvaltningen*

mail: mtf@albertslund.dk



### Pimmie Cordova Oesten

Bygningsingeniør

mail: pco@hvidovre.dk

*Hvidovre Kommune - By- og Teknikforvaltningen*

*Ejendomsafdelingen*

mail: bt@hvidovre.dk



### Petra Andersen

Energikonsulent, Projektleder CTS-guide

mail: pua@ishoj.dk

*Ishøj Kommune - Center for Kommunale Ejendomme*

*Bygge og Teknik - Energiteam*

mail: kommunaleejendomme@ishoj.dk



### Mikkel Hansen

Projektleder

mail: mikha@brondby.dk

*Brøndby Kommune - Teknisk Forvaltning - Byg*

mail: teknik@brondby.dk



### Henrick Nielsen

Projektleder

mail: henrick.nielsen@schneider-electric.com

*Schneider Electric Buildings A/S*

mail: info.denmark@buildings.schneider-electric.com

Læs mere på [www.plan-c.dk/CTS-guide](http://www.plan-c.dk/CTS-guide)





## *Bedre energistyring gennem kompetenceudvikling*

- *Om energistyring gennem kompetenceudvikling*
- *Hvorfor kompetenceudvikling*
- *Konceptet*
- *Afprøvning blandt Plan C-partnere*
- *Netværk*
- *Kontakter*

*Plan C har arbejdet på et koncept for kompetenceudvikling gennem uddannelse og netværk af tekniske serviceledere. Evaluering af et kursus, der koster 1.500 kr. pr. person har vist, at tilbagebetalingstiden målt i effektuerede energibesparelser er under ét år .*



## Om energistyring gennem kompetenceudvikling



Kursusdeltager med lommeguiden

Energiforbruget i offentlige bygninger kan mindskes af tekniske serviceledere, hvis de kan optimere de tekniske anlæg. Et forløb i Plan C har fokuseret på behovet for kompetenceudvikling, et uddannelseskoncept og etablering af netværk for tekniske serviceledere og energimedarbejdere. Der er fokus på at opnå ejerskab og engagement i forhold til at optimere energiforbruget i offentlige bygninger.

### UDBYTTE

- **Tilbagebetalingstid på kursus i energirigtig drift på under ét år.**
- **Besparelse på over 56.000 kr. årligt efter en kursUSDeltagers justering af ventilation.**

Energiforbruget i de store bygninger som skoler, idrætshaller, institutioner og plejehjem udgør typisk 70-80 % af kommunens samlede energiforbrug. For kommuner med decentral styring af energiforbruget i bygningerne, vil der være store energibesparelser at hente, hvis de lokale tekniske serviceledere har kompetencerne til at arbejde med energidata, styre CTS-anlæg og er motiverede for at skabe energibesparelser.

Københavns Kommune har estimeret, at de kan spare 1,7 millioner årligt, ved at servicelederne på 29 københavnske skoler har deltaget på én-dags kurset *Energirigtig Drift*.



” Vi skal have skabt forundring. Det vil sige, at de tekniske serviceledere skal stille spørgsmålstegn ved de energidata, de kan trække ud af de tekniske anlæg – og også gerne ved, hvordan vi bruger nye teknologier som eksempelvis smartboards i skolerne. Det er kurset og lommeguiden *Energirigtig Drift* en god driver for.

*Michael Nilsson, leder af energiteamet i Københavns Ejendomme.*

## HVORFOR KOMPETENCEUDVIKLING

I store offentlige bygninger, hvor den kommunale energistyring er decentral, kan tekniske serviceledere og andet teknisk personale være med til at sænke energiforbruget betragteligt. Det kræver den rette kombination af værktøjer, uddannelse og support. Plan C har i 2010 kortlagt de tekniske servicelederes behov og adfærd og konkluderet, at der mangler egnede uddannelsesforløb for at øge medarbejdernes kompetencer på området.

Københavns Kommune har decentral energistyring, og har sammen med Teknologisk Institut udviklet undervisningsforløbet *Energirigtig Drift*. Sammen med NIRAS og Dansk Energi har de udviklet den tilhørende lomme-guide. Ca. 180 medarbejdere i Københavns Kommune har gennemført forløbet. Formålet med *Energirigtig Drift* er at uddanne alle typer medarbejdere bredt i kommunen. De andre Plan C kommuner har haft enkelte medarbejdere på kurset for at afprøve konceptet.

Serviceledere i Plan C's partnerkommuner har efterspurgt et modulopbygget kursus, hvor de i højere grad kan få undervisning indenfor områder, der er direkte knyttet til deres arbejdsområder. Plan C har derfor udviklet et modulopbygget kursuskoncept.

Modulerne er inddelt i to kategorier, overordnede og tekniske moduler. De overordnede moduler har fokus på at skabe en fælles forståelse for energiarbejdet og dets udfordringer, samt at forstå sammenhængen mellem drift og energiforbrug. De tekniske moduler omhandler eksempelvis CTS, ventilationsanlæg, varmeanlæg og lysanlæg.

De overordnede moduler er egnede for både administrative medarbejdere og driftspersonale for at skabe et fælles sprog, hvorimod de tekniske moduler specifikt er rettet mod kompetenceløft hos driftspersonalet.

Det modulopbyggede kursus udbydes ikke i øjeblikket af en kursusaktør, men inspiration til modulerne kan hentes på [www.plan-c.dk/kompetence](http://www.plan-c.dk/kompetence).

## CENTRAL KONTRA DECENTRAL ENERGISTYRING

Kommunal praksis omkring styring af kommunens CTS-anlæg spænder fra en total central styring til decentrale løsninger, hvor lokale tekniske serviceledere har større indflydelse. Derimellem ligger hybride løsninger, hvor den overordnede styring sikres centralt, men de tekniske serviceledere har adgang til deres lokale anlæg via internetforbindelse. Derved kan de justere styringsparametre efter lokale forhold.

Plan C's "Bedre energistyring gennem kompetenceudvikling" henvender sig til kommuner med en decentral eller hybrid løsning. Når ansvaret for energistyring lægges decentralt, er det vigtigt at sikre, at personalet har de rigtige kompetencer og engagement.

**Skab forståelse og netværk mellem forvaltningens medarbejdere og de tekniske serviceledere**

## KONCEPTET – kompetenceudvikling i energistyring

Tekniske servicelederes energiarbejde i offentlige bygninger understøttes af et koncept for kompetenceudvikling. Konceptet består af fire elementer: et kursus, en lommeuide, en smartphone app og et netværk.

Københavns Kommune har i samarbejde med en række private parter udviklet konceptet. Andre Plan C-kommuner har afprøvet og evalueret konceptet, og et netværk er etableret i Plan C-regi.

**UDDANNELSE AF SERVICELEDERE I ENERGIRIGTIG DRIFT**  
Teknologisk Institut udbyder éndagskurset "Energirigtig Drift". Kurset er for driftspersonale i kommunale bygninger. Kursuskalender indgår i den tilhørende App.

### Indhold:

- *Klimaskærm – klimaskærmens betydning og svage punkter.*
- *Ventilation – oplevelse af indeklima og energikritiske indstillinger af anlægget.*
- *Varmeanlæg – funktion og forbrug af varmt vand.*
- *Belysning – belysningsbehov ved forskellige arbejdsopgaver.*
- *Vandbesparelser – målinger og registreringer for at identificere utætheder, løbende toiletter osv.*
- *Energistyring og brug af nøgletal til at motivere og ændre adfærd.*
- *Brugeradfærd – energirigtig adfærd.*

### LOMMEGUIDE I ENERGIRIGTIG DRIFT

På kurset udleveres den udviklede lommeuide. Den kan driftspersonalet bruge som opslagsværk i hverdagen. Lommeguiden har et afsnit for hvert af de emner, kurset gennemgår. Guiden indeholder vejledning til at lave handlingsplaner og tjeklister, samt gode råd til at handle energirigtigt.



Energiguide

**SMARTPHONE APP - "ENERGIGUIDEN"**  
App'en om energirigtig drift er en gratis, digital udgave af lommeguiden til iPhone og Android. App'en kan findes under navnet "Energiguide."

### NETVÆRK OM ENERGIRIGTIG DRIFT

Et netværk for tekniske servicemedarbejdere efter kurset fastholder fokus på energiarbejdet og styringen i kommunale bygninger. Netværksgruppen er åben og skal styrke dialogen mellem tekniske serviceledere og de energimedarbejdere, der sidder i kommunernes administration og ofte beslutter de overordnede energitiltag. Derudover giver netværket mulighed for, at serviceledere mødes på tværs af kommunerne og inspirerer hinanden til energitiltag.

## AFPRØVNING BLANDT PLAN C-PARTNERE

For at understøtte energiarbejdet i offentlige bygninger har Plan C gennemført uddannelsesforløbet Energirigtig Drift og oprettet et netværk blandt tekniske serviceledere i fire Plan C-partnerkommuner: Ishøj, Albertslund, Vallensbæk og Hvidovre. Netværket er åbent for andre kommuner.

### Besparelspotentialerne

I efteråret 2012 var tekniske medarbejdere fra primært skoler, plejehjem og enkelte forvaltninger fra de fire kommuner på éndagskurset i Energirigtig Drift. Kursisterne fik en gennemgang af energiforbruget og de typiske besparelspotentialer omkring varme, ventilation, lys og vand.

Typiske besparelspotentialer:

- Ændring i brugeradfærd.
- Indkøb og brug af energirigtige foranstaltninger (pærer og IT-udstyr).
- Justering af driftstider på ventilationsanlæg, varmeanlæg og lys.
- Sænkning af indblæsningstemperaturerne på ventilationsanlæg.
- Driftstider på cirkulationspumpe.
- Udskiftning af ødelagte termostater.

Evaluering af kurset blandt Plan C-kursister:

- 9 ud af 10 syntes, at kurset var meget inspirerende.
- 8 ud af 10 fik stort eller meget stort udbytte af kurset.
- 7 ud af 10 ville gå direkte i gang med at justere deres anlæg på baggrund af den information, de fik på kurset.

Konceptet er velegnet til både store og små kommuner, og har en kort tilbagebetalingstid.

### PLAN C RAPPORT

En Plan C undersøgelse "Kortlægning af støttefunktioner hos den professionelle slutbruger" har i 2010 blandt andet kortlagt tekniske servicelederes adfærd og behov i forbindelse med optimal styring af energien i offentlige bygninger.

Undersøgelsen viste blandt andet følgende barrierer for at sænke energiforbruget i offentlige bygninger blandt de tekniske serviceledere:

- Behov for efteruddannelse i brugen af bygningens CTS-system.
- Manglende tværgående netværk.
- Manglende ledelsesmæssig opbakning til energifokus.

### Vær ambassadører:

**Gå foran med energibesparelser over for brugerne af bygningen.**

**Del erfaringer med energibesparelser med kolleger i andre af kommunens bygninger.**

## NETVÆRK

Som opfølgning på kurset er der i Plan C-regi nedsat en netværksgruppe for tekniske serviceledere fra større kommunale ejendomme og tekniske medarbejdere i kommunernes forvaltning.

Netværket skal fremme dialog mellem den enkelte serviceleder og kommunens teknik- og miljøforvaltning, samt på tværs af kommunegrænser. Derudover prioriteres kendskab og erfaringsudveksling i forbindelse med den energirigtige drift af de kommunale ejendomme.

Eksempler på emner der er relevante for netværket:

- *Organisatoriske forhold – energiorganisering og ansvarsfordeling.*
- *Nye teknologier – LED, energieffektive pumper og motorer.*
- *Styringsmæssige forhold – optimering af CTS, alarmer, logninger og brugerflader.*
- *Vedligeholdelsesmæssige forhold - ventilation og ventiler.*
- *Dataindsamling – krav, muligheder, synliggørelse og anvendelse.*
- *Erfaringsdeling, kurser og virksomhedsbesøg.*

Netværket skal mødes fire gange årligt af tre timers varighed. Netværket skal være selvkørende efter Plan C's afslutning.



” *Det var et alsidigt kursus, hvor vi fik rystet posen godt. Der var noget nyt for mig især omkring belysning. Kurset var klart en inspiration til lige at få checket CTS-anlægget en ekstra gang.*

*Henrik Poulsen, teknisk serviceleder Frydenhøjsskolen i Hvidovre*



## KONTAKTER



### **Kenneth Bruun**

Servicechef

mail: [kbr@vallensbaek.dk](mailto:kbr@vallensbaek.dk)

Vallensbæk Kommune

Center for Ejendomme, Park og Vej

mail: [ke@vallensbaek.dk](mailto:ke@vallensbaek.dk)



### **Frederik Lerche**

Ingeniør/teamkoordinator

mail: [frederik.lerche@albertslund.dk](mailto:frederik.lerche@albertslund.dk)

Albertslund Kommune - Miljø og Teknikforvaltningen

Byg og Vedligehold

mail: [mtf@albertslund.dk](mailto:mtf@albertslund.dk)



### **Pimmie Cordova Oesten**

Bygningsingeniør

mail: [pco@hvidovre.dk](mailto:pco@hvidovre.dk)

Hvidovre Kommune - By- og Teknikforvaltningen

Ejendomsafdelingen

mail: [bt@hvidovre.dk](mailto:bt@hvidovre.dk)



### **Michael Nilsson**

Leder af energiteam

mail: [mnilss@kff.kk.dk](mailto:mnilss@kff.kk.dk)

Københavns Kommune - Kultur- og Fritidsforvaltningen

Københavns Ejendomme - Drift & Service

mail: [kejddriftservice@kff.kk.dk](mailto:kejddriftservice@kff.kk.dk)



### **Petra Andersen**

Energikonsulent

mail: [pua@ishoj.dk](mailto:pua@ishoj.dk)

Ishøj Kommune - Center for Kommunale Ejendomme

Bygge og Teknik - Energiteam

mail: [kommunaleejendomme@ishoj.dk](mailto:kommunaleejendomme@ishoj.dk)



### **Jørn Bødker**

Seniorkonsulent

mail: [jorn.bodker@teknologisk.dk](mailto:jorn.bodker@teknologisk.dk)

Teknologisk Institut

mail: [info@teknologisk.dk](mailto:info@teknologisk.dk)








Læs mere på [www.plan-c.dk/Kompetence](http://www.plan-c.dk/Kompetence)



## Produkter



### ENHED

-  Renovering af klimaskærm s. 72
-  Visualisering af energiforbrug i boliger s. 86
-  Energistyring og visualisering s. 94
-  Lavtemperaturfjernvarme s. 104
-  Indeklima i medborgerhus s. 112
-  CTS fra strategi til praksis s. 120
-  Fra idécamp til helhedsløsning s. 128





## *Renovering af klimaskærm*

- *Om renovering af klimaskærm*
- *Hvorfor renovering af klimaskærm*
- *Løsningen*
- *Solarmapping*
- *Præfabrikeret facadeelement*
- *Tagopbygning*
- *Potentiale for udbredelse*
- *Analyse “Hyldebjerg anno 2035”*
- *Målinger*
- *Afprøvning af udbudsfri OPI*
- *Kontakter*

*Forsøgsprojektet i en almen boligbebyggelse i Albertslund har belyst både designprocessen ved energirenovering i et helhedsperspektiv, og har udviklet konkrete, innovative løsninger til tag og facade med input fra solarmapping og analyse af de eksisterende forhold.*







*Hyldespjældet i Albertslund er karakteristisk ved at være delt op i klynger og ved varierede bygningshøjder.*



*Montering af nye facadeelementer og forberedelse til tagdækning (opbygning).*

## Om renovering af klimaskærm

Plan C har testet nye renoveringsløsninger i den almene boligbebyggelse Hyldespjældet i Albertslund. Forsøgsprojektet belyser energirenovering i et helhedsperspektiv gennem fire forskellige tilgange:

- 1) Solarmapping.
- 2) Udvikling af et nyt, slankt facadeelement.
- 3) Ny tagopbygning med udtørningsmulighed.
- 4) Analyse af renoveringsbehovet "Hyldespjældet anno 2035".

Derudover har partnere testet model for udbudsfri OPI, som er et andet resultat af Plan C's arbejde.

### UDBYTTE

- **Plan for en helhedsorienteret energirenovering, der imødekommer fremtidens energikrav.**
- **Anbefalinger til renovering af Hyldespjældet baseret på hvordan man udnytter sollyset (solarmapping).**
- **Ny tagopbygning med sensorer der identificerer fugt, samt ventilationsrør og kanaler der giver mulighed for, at udtørre taget og udbedre utætheder inden fugtskader i boligen.**
- **Et nyt højisolerende 10 cm slankt facadeelement af højstyrkebeton og vacuumisolering.**
- **Forbedring af model for udbudsfri OPI i gennem en konkret afprøvning.**



*” Dialogen med producenterne om facade-løsningen har givet os et bedre produkt. Hvis ikke vi laver produktudviklingsprojekter som dette, vil vi ty til traditionelle løsninger.*

*Bjarne Jensen, håndværksmester,  
Enemærke & Petersen*

## HVORFOR RENOVERING AF KLIMASKÆRM

Der er et stort energibesparelsespotentiale i at give en bygning ny "overfrakke" i form af en renovering af klimaskærmen. Men optimeringen af energiforbruget skal også hænge sammen med arkitektur og indeklima, og samtidig skal renoveringen gennemføres så beboerne oplever færrest mulige gener.

Af de cirka 550.000 almene boliger i Danmark, er op mod 50 % bygget før 1973. I hver tredje af de ældre boliger er der ikke sket energiforbedringer. AlmenNet vurderer i en rapport fra 2009, at cirka 25 % af boligerne er vurderet til at være i energiklasse E, F og G. Almene boliger er et oplagt sted at energirenovere, da boligafdelingerne har mulighed for at realisere store projekter, der giver stordriftsfordele i byggeriet og massive energibesparelser.

Forsøgsprojektet i Hyldebjerg ligger i Albertslund tog udgangspunkt i helhedsorienterede analyser som grundlag for at udvikle helt nye løsninger i detaljen til en enkelt bolig. Analyserne har givet overordnede bud på, hvor hele bebyggelsens energimæssige akilleshæle ligger, og er blevet anvendt til at designe en ny klimaskærm til et prøvehus på Suderlængen 4 i Albertslund. Prøvehuset har fået monteret nyt tag, ny facade på en længe og nye vinduer og døre – altså en samlet klimaskærm, der har elimineret trækgener, nedsat energiforbruget og forbedret indeklimaet.

Den afprøvede klimaskærm kan anvendes til energirenovering af bygninger generelt – ikke blot i den almene sektor.

## HYLDEBERG

Den almene boligbebyggelse Hyldebjerg ligger i Albertslund. Bebyggelsen består af 380 boliger og er opført i perioden 1974-1976. Det er en tæt-lav bebyggelse opført i betonelementer i røde, brune og blå nuancer. Et særpræg ved bebyggelsen er ikke alene den indfarvede beton og farvede vinduer og døre, men også synlige elementsamlings.

**Stil som bygherre krav om, at klimaskærmen er "forberedt til service" - i form af vedligehold og reparation.**



» Ved at kombinere egenskaberne fra højstyrkebeton og vacuumisoleringspanelerne kan vi lave et facadeelement, der er 100 mm tykt, men som isolerer lige så godt som en 300 mm væg med 250 mm rockwool.

Tommy Bæk Hansen, projektleder,  
Hi-Con

## LØSNINGEN - Klimaskærmen

### SOLARMAPPING

Solarmappingen over bebyggelsen Hyldebjergvej har belyst mulighederne for bedre at udnytte passiv solvarme og øge lysindfaldet i boligerne - både for bebyggelsen som helhed og i forhold til differentierede renoveringstiltag på de enkelte boliger.

### FACADEELEMENT

Prøvehuset i Hyldebjergvej lægger vægge til afprøvning af en ny type facadeelement, som består af højstyrkebeton og vacuumisoleringsplader. Den uprøvede kombination gør det muligt at skabe et slankt, præfabrikeret element med en meget høj isoleringsgrad. Højstyrkebetonen tillader en høj grad af frihed i forhold til struktur og farve på overfladen, som gør det muligt at indarbejde det ønskede udtryk i facaden.

### TAGOPBYGNING

På prøvehuset i Hyldebjergvej har partnerne også lagt en ny type tag. Det nye tag er opbygget som en lukket konstruktion med indbyggede udtørningskanaler og sensorer i tagbelægningen. Herved kan der måles og alarmeres om fugt og utætheder, inden skaden bliver for stor.

### HYLDESPJÆLDET ANNO 2035

En helhedsvurdering af de tekniske tiltag indgår i designgrundlaget for forsøgsprojektet. Der er udarbejdet en analyse af, hvordan man kan energirenovere Hyldebjergvej, så bebyggelsen bliver fremtidssikret til fossilfri el- og varmeforsyning år 2035.

### OPI-AFTALE

Der er indgået en OPI-aftale om projektet. OPI-aftalen indgik også som afprøvning af modellen for Udbudsfri OPI (se side 30), og har bidraget til at kvalificere modellen.



*Forsøgsprojektet består af fire delprojekter: Solarmapping, facadeelement, tagopbygning og Hyldebjergvej anno 2035. Projektet er omfattet af en OPI-aftale.*

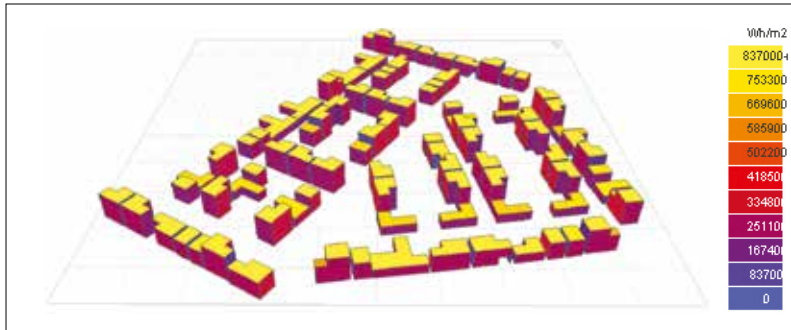


## SOLARMAPPING

Inden etableringen af en ny klimaskærm på prøveboligen i Hyldeespjældet har DTU kortlagt solpåvirkningen på boligen. På baggrund af solarmapping har det været muligt at beskrive, hvilke byggeflader, der har størst potentiale for udnyttelse af solenergi i form af eksempelvis:

- *Passiv opvarmning (kræver åbning af facade)*
- *Solenergi til solceller/solvarmeanlæg*

Samtidig med en kortlægning af det enkelte prøvehus i Hyldeespjældet har gruppen fra DTU-byg lavet en solarmapping over hele Hyldeespjældet. Det giver BO-VEST vigtig information i forhold eventuelle fremtidige renoveringer i hele området.

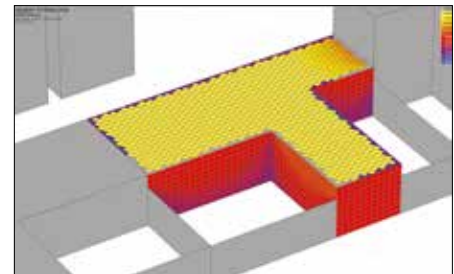
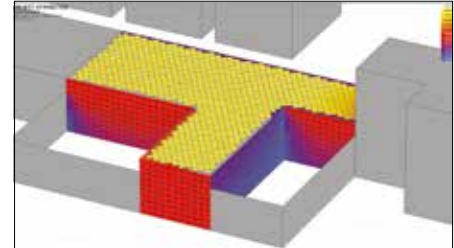


Solarmapping af hele Hyldeespjældet. Solarmappingen har givet BO-VEST viden om potentialet for eventuelle solceller og effekten af ovenlys i boligerne.



” Vores kortlægning af solindstrålingen har givet projektgruppen input til, hvordan de kan designe renovering af boligens klimaskærm. Eksempelvis, at boligens tag og facader mod syd har et stort potentiale for at åbne op med vinduer til udnyttelse af passiv solvarme.

*Thomas Fæno Mondrup, Ph.d. studerende ved DTU Byg.*



Solarmapping af prøveboligen i Hyldeespjældet. Den blå farve viser et meget lille solpotentiale og den gule et stort solpotentiale.

Her viser solarmappingens blå farve, hvor meget boligens hegn om gårdhaven faktisk skygger for lyset og dermed lukker den passive varme ude. I designprocessen giver det mest mening at åbne klimaskærmen op i de røde eller gule områder, eller kigge på omkringliggende faktorer der skygger, som eksempelvis træer, buske og hegn.

## FORDELE VED PRÆFAB-ELEMENTER

- **Kortere byggetid** - fordel i renoveringsprojekter, hvor brugerne opholder sig i bygningen under byggeriet.
- **Færre materialeskader** - hurtig montering betyder, at materialerne ikke står længe på byggepladsen og risikerer fugt og andre skader.
- **Bedre byggestyring** - høj grad af færdighed giver nemmere montering på byggepladsen.
- **Bedre arbejdsmiljø** - nemmere at stille de rigtige tekniske midler til rådighed til løft og montering.

## FORDELE VED HØJSTYRKE-BETON

- **Kan formes og farves** - til at efterligne bygningens oprindelige struktur og farver.
- **Lavere vægt pr. element** - giver lettere transport og mindre produktionsanlæg.
- **Høj styrke** - høje styrkeegenskaber i slankt design.

## FORDELE VED VAKUUM-ISOLERING

- **Pladsbesparende design** - 20 millimeter vakuumisolering isolerer som 100 millimeter traditionel isolering.
- **Høj isoleringsevne** -  
 $\lambda = 0,007 \text{ W/mK}$  ved 1 mbar  
 $\lambda = 0,019 \text{ W/mK}$  ved atmosfærisk tryk

## PRÆFABRIKERET FACADEELEMENT

Partnerne i forsøgsprojektet har udviklet et nyt, slankt og højisolerende facadeelement, som er monteret på en længe på prøveboligen i Hylde-spjædet. De præfabrikerede elementer er en hidtil uprøvet kombination af højstyrkebeton og vakuumisolering. Enkeltvis har både præfabrikation, højstyrkebeton og vakuumisolering en række fordele, som i løsningen bliver kombineret med fokus på både beboernes og boligafdelingens behov.

På betonfabrikken er vakuumisoleringen beklædt på begge sider med højstyrkebeton (præfabrikation). Elementet er stabilt og egner sig til transport. Elementet består af 2 gange 20 millimeter højstyrkebeton og 60 millimeter vakuumisolering - en samlet væg på 100 millimeter i tykkelse.

Det slanke facadeelement giver mulighed for en mere elegant finish omkring vinduerne, hvor blandt andet en dyb vindueskarm undgås. Samtidig har højstyrkebetonen gjort det muligt at give den nye facade samme struktur og udtryk som den eksisterende betonfacade. I det præfabrikerede element er der indstøbt fire bærebæslag, som passer med bæslag monteret på den eksisterende bagmur på prøvehuset. Det giver en skjult montering og gør monteringen enkel, men stiller samtidig store krav til den forudgående planlægning, nøjagtighed og de statiske beregninger.

Sammen med facaden er soklen efterisoleret med glat grå højstyrkebeton og Kingspan isolering. Der er lavet samlinger mod det nye tag for at sikre prøveboligen mod kuldebroer. Der er sat nye vinduer og døre i boligen efter montering af facadeelementerne. Det nye facadeelements u-værdi er 0,116 W/m<sup>2</sup>K og den renoverede facades u-værdi er 0,088 W/m<sup>2</sup>K.



“Materialerne er dyrere end de materialer, man normalt ville bruge. Derfor skal man hente besparelser i montageprocessen, for at økonomien hænger sammen. Vores erfaringer med vacuumisolering er, at det godt kan ende med at være den billigste løsning.

Paul-Erik Andersen, adm. direktør, Barsmark.

## TAGOPBYGNING

Prøvehuset i Hyldebjerg har fået et nyt, specialdesignet fladt tag. Taget er en tæt lukket opbygning med et kanalsystem i bunden, så fugt kan ventileres væk. Taget består af flere centrale dele:

- Tagpap
- Trådløse fugtsensorer
- Tre ventilationsrør
- Kingspan isolering
- Kanaler i det nederste lag sondolit
- Vandtæt membran

Fugtsensorer i tagopbygningen måler fugten i taget og alarmerer ved for høj fugtighed. Det giver mulighed for at identificere utætheder i taget hurtigt og udbedre dem, inden skaden bliver for stor.

Gennem de tre ventilationsrør kan man sætte overtryk på tagkonstruktionen, og identificere om der er utætheder og hvor meget luft der siver ud. Når utætheden er repareret, kan de tre ventilationsrør åbnes, og blæsere kan ventilere den lukkede tagkonstruktion, indtil fugtskaden er udtørret. Sensorer vil måle et normalt fugtniveau, når skaden er udbedret.

Den vandtætte membran i nederste lag af tagkonstruktionen sørger for en meget tæt bund mod betonkonstruktionen, så vand og fugt ikke kommer ind i huset. Samtidig sikrer den, at fugt inde fra huset ikke stiger op i tagkonstruktionen. Taget er lavet i en mock-up hos BLP Tagdækning inden etableringen på prøvehuset i Hyldebjerg.



“ At lave en mock-up af taget, har givet rigtig gode input til den endelige løsning. Det har været godt at få teorien ført ud i praksis. Løsningen er nem, billig og enklere på grund af dialogen mellem os og tagdækkeren.

*Svend Svendsen, professor ved DTU Byg.*



Opbygning af ny tagdækning ved nyt facadeelement.

### U-VÆRDIER - TAG

- U-værdi ved 300 mm Kingspan isolering = **0,07 W/m<sup>2</sup>K**
- U-værdi ved 200 mm Kingspan isolering = **0,10 W/m<sup>2</sup>K**

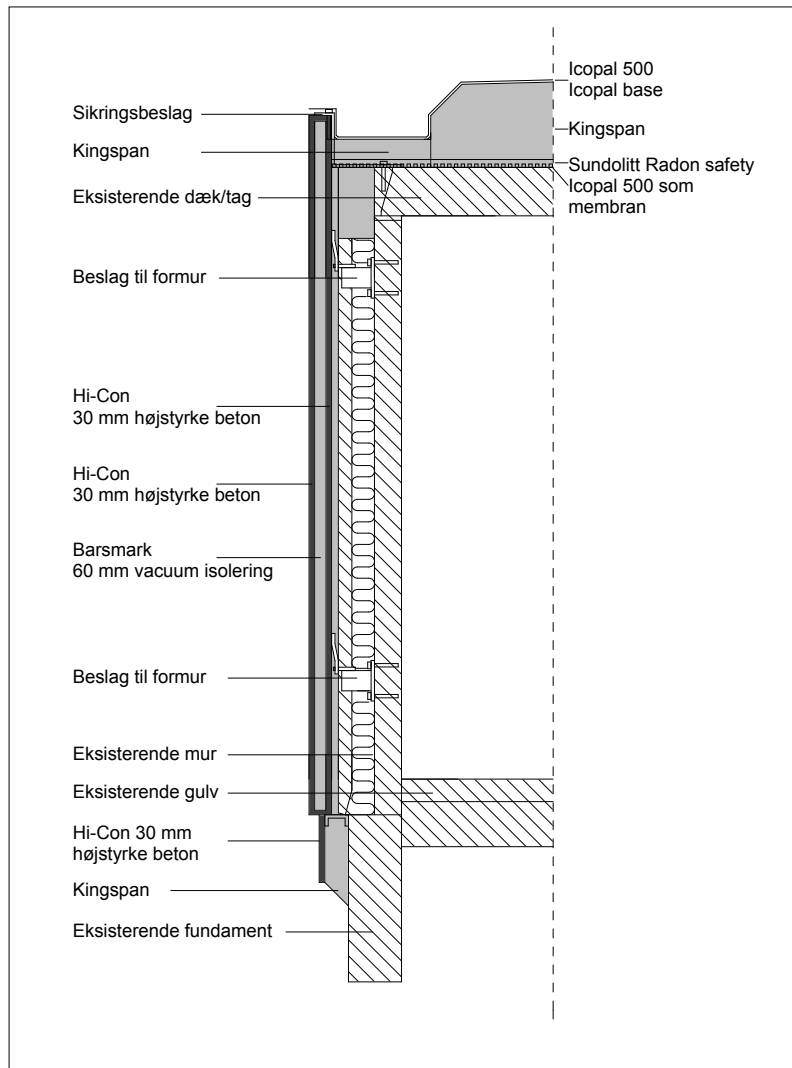
### ISOLERINGSEVNE

- Kingspan isoleringsevne  
 $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$
- Almindelig Rockwool isoleringsevne  
 $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$

**Det er vigtigt at inddrage entreprenøren tidligt i at løse alle samlingsdetaljer, for at undgå problemer ved montering.**



*Xframe vindue i facade med u-værdi 0,78 W/m<sup>2</sup>K*



*Principsnit - nyt facadeelement og tagopbygning monteret på eksisterende bolig.*

## POTENTIALE FOR UDBREDELSE

### Facadeløsningen

Facadeløsningen egner sig bedst ved større byggerier og renoveringer, da højstyrkebeton og vakuumisolering er dyrere end traditionelle materialer. Derfor skal materialernes meromkostninger hentes hjem gennem masseproduktion og præfabrikation.

### Tagløsningen

Tagkonstruktionens udtørringsmulighed forlænger levetiden på taget – og dermed boligen – da skader opdages og repareres hurtigt. Et andet reelt problem med flade tage er fugt, der stiger op i tagkonstruktionen indefra, hvilket forebygges med den vandtætte membran. Samtidig viser erfaringer fra flade tage, at der kan opstå små fugtskader i tagets isolering under byggefasen. Med denne løsning kan man udtørre opstartsugtighed, inden konstruktionen lukkes af.

Tagkonstruktionen giver branchen en reel mulighed for at dokumentere, at man har leveret et kvalitetstag. Det er muligt fra start at teste om konstruktionen er udført korrekt og tæt.



” Som bygherre har BO-VEST gennem en konstruktiv dialog med projektets samarbejdspartnere opnået en række tværfaglige og løsningsorienterede forslag til en kommende helhedsplan i Hyldebjerg. Det betyder, at vi nu står med nogle værktøjer og arkitektoniske løsningsforslag til yderligere opkvalificering af den kommende renovering.

*Niels Bloch-Jensen, projektleder, BO-VEST*

## BEBOERNE I PRØVEBOLIGEN

Indeklimaet er blevet væsentlig bedre. Det peger beboerne på i deres vurdering af situationen før og efter.

De største oplevede forbedringer er, at der ikke længere er permanent træk, og at temperaturen ved ydervægge og midt i boligen er blevet mere ensartet.

Da renoveringen er gennemført i februar-marts 2013, dækker evalueringen af det oplevede indeklima ikke en hel fyringssæson og alle årstider.



**W** Forsøgsprojektet i Hylde-  
spjældet har kunnet lade  
sig gøre, da afdelingens  
beboere, bestyrelse og  
byggeudvalg har en stor  
interesse i innovative energi-  
renoveringsløsninger.

*Niels Bloch-Jensen, projektleder,  
BO-VEST*

## ANALYSE "HYLDESPJÆLDET ANNO 2035"

Projektgruppen har med DTU Byg i spidsen udarbejdet en analyse af renoveringsbehovet i hele bebyggelsen Hylde-spjældet. Analysen har et helhedsorienteret fokus på langtidsholdbare lavenergiløsninger. Løsningerne kan sikre et lavere energiforbrug i tråd med de nationale energipolitiske milepæle for år 2035 og kan bringe Hylde-spjældet på niveau med de krav, der gælder for bygningsklasse 2020 i Bygningsreglementet.

Analysen har vurderet renoveringsløsninger i forhold til:

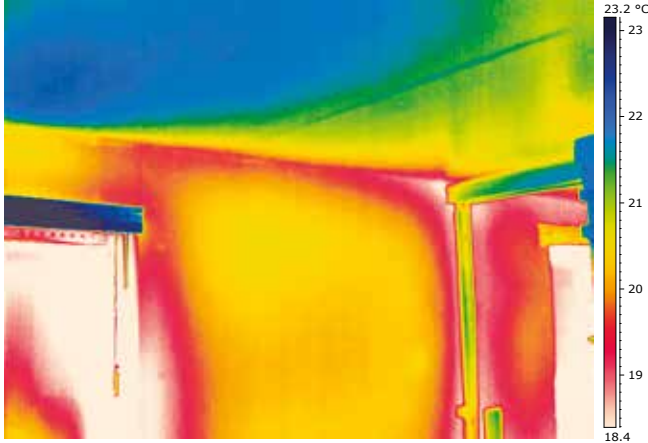
- *Fundament/sokkel*
- *Terrændæk*
- *Facader*
- *Tag*
- *Vinduer/døre*
- *Installationer*

Analysen har vist, at det ved vidtgående energirenovering byggeteknisk er muligt at nedbringe energiforbruget væsentligt i Hylde-spjældet. Hvor økonomisk attraktiv energirenoveringen er, afhænger dog i høj grad af de fremtidige energipriser.

Samtidig er konklusionen, at det er vanskeligt at opdele en renovering i etaper, da der er en naturlig sammenhæng mellem de enkelte elementer i klimaskærmen. Eksempelvis vil det være naturligt at lave nye vinduer, når facaden renoveres med en "indpakkingsløsning", da vinduerne skal flyttes "ud" i den nye facade. Bliver renoveringen opdelt i faser på grund af økonomiske ressourcer, skal løsningerne individuelt vurderes og prioriteres.

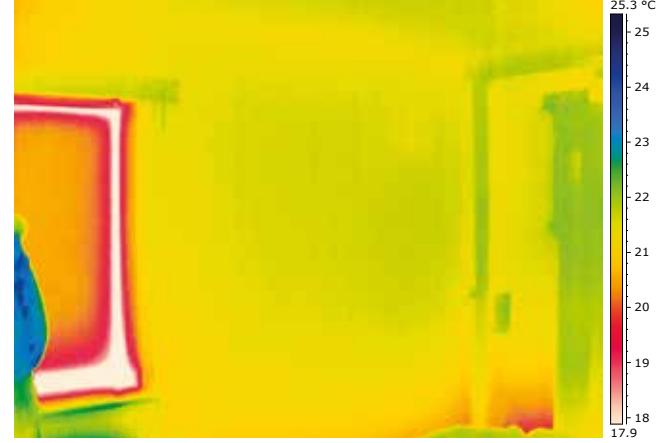
## MÅLINGER

### Før klimaskærm - termografi

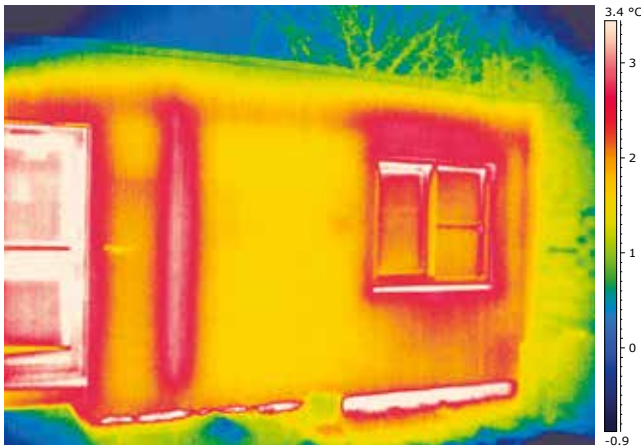


Før klimaskærm: Udetemperatur 2,0 °C, tørt og klart. Der ses tydelige kuldebroer omkring elementsamlinger i facade og tag. Indvendig overfladetemperatur 18,3 °C.

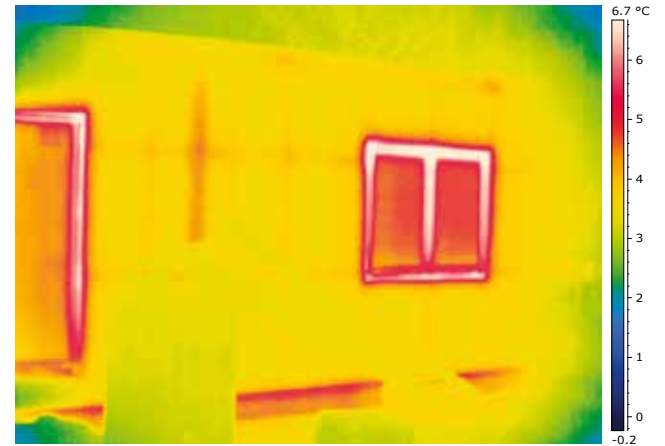
### Efter klimaskærm - termografi



Efter klimaskærm: Udetemperatur 3,0 °C, tørt og klart. Det ses tydeligt at kuldebroerne er forsvundet. Indvendig overfladetemperatur 21,2 °C.



Før klimaskærm: Udetemperatur 2,0 °C, tørt og klart. Der ses tydelige kuldebroer omkring elementsamlinger i facade og tag. Indvendig overfladetemperatur 18,3 °C.



Efter klimaskærmen: Udetemperatur 3,0 °C, tørt og klart. Kuldebroen nede ved soklen er reduceret meget og samlingerne mellem elementerne er uden kuldebroer. Man kan dog skelne vacuumisoleringspanelerne fra Barsmark på billedet.



## SENSORER

I tag og facade er monteret sensorer, der måler den relative luftfugtighed og temperaturen.

Variationerne kan følges løbende, og der kan gribes ind, før der eksempelvis opstår vandskade inde i boligen.



*Sensorer på eksisterende facade og forberedelse til montering af nyt facadeelement.*

## AFPRØVNING AF UDBUDSFRI OPI

Forsøgsprojektet om udvikling af nye facadeelementer og en ny tagopbygning er et karakteristisk OPI-projekt. Derfor har partnerne valgt at indgå aftale om udbudsfri OPI - en model som også er udviklet i Plan C.

Ved at gennemføre samarbejdet som et udbudsfrit OPI, har parterne kunnet byde ind med deres viden og ekspertise uden at skulle frygte at miste konkurrencefordele. Ved afprøvningen erfarer partnerne, at det er vigtigt at lave et grundigt forarbejde, inden man indgår en udbudsfri OPI-aftale. I forarbejdet skal der skabes klarhed over de risici og ansvarsforhold, som gør sig gældende i det specifikke projekt.

Den aftalte fordeling af rettighederne til udviklingsresultatet, som er skrevet ind i den udbudsfrie OPI-aftale, har medført, at alle parter har kendt deres potentielle udbytte. Bygherre har desuden fået mulighed for at inddrage aktørerne og resultaterne fra udviklingsprojektet direkte i det videre arbejde med renovering af klimaskærm i både Hyldebjerg og andre bebyggelser.



## KONTAKTER



**Niels Bloch-Jensen**  
Projektleder  
mail: nbj@bo-vest.dk  
BO-VEST - Byg  
mail: bo-vest@bo-vest.dk



**Paul-Erik Andersen**  
Direktør  
mail: pea@barsmark.com  
Barsmark A/S  
mail: barsmark@barsmark.com



**Michael Vesterløkke**  
Sektionsleder og seniorspecialist  
mail: MV@cowi.dk  
COWI A/S, Byggeri Øst,  
Renovering og byggeteknik  
mail: cowi@cowi.dk



Albertslund Kommune

**Charlotte Schunck**  
Projektleder, Plan C  
mail: charlotte.schunck@albertslund.dk  
Albertslund Kommune  
Miljø- og Teknikforvaltningen -  
Byg og Vedligehold  
mail: mtf@albertslund.dk



Enemærke &  
Petersen a/s

**Bjarne Jensen**  
Håndværksmester  
mail: bj@eogp.dk  
Enemærke & Petersen - Byggeri  
mail: eogp@eogp.dk



**Svend Thomsen**  
Ingeniør  
mail: mail@blp.dk  
BLP Tagdækning ApS  
mail: mail@blp.dk



**Bente Rørbæk Jørgensen**  
Arkitekt MAA, Partner  
mail: brj@r-m.dk  
Rørbæk og Møller Arkitekter ApS  
mail: rm@r-m.dk



**Lene Ulsted Carlsen**  
Kommunikationskonsulent  
mail: lene.ulsted.carlsen@gate21.dk  
Gate 21  
mail: gate21@gate21.dk



**Tommy Bæk Hansen**  
Projektleder  
mail: tbh@hi-con.dk  
Hi-Con A/S  
mail: info@hi-con.dk



**Svend Svendsen**  
Professor  
mail: ss@byg.dtu.dk  
DTU Byg  
mail: byg@byg.dtu.dk



**Søren Hilbert**  
Advokat, Partner  
mail: shi@rl.dk  
Rønne & Lundgren  
mail: info@rl.dk

Læs mere på [www.plan-c.dk/](http://www.plan-c.dk/)  
Klimaskaerm





## *Visualisering af energiforbrug i boliger*

- *Om visualisering af energiforbrug i boliger*
- *Hvorfor visualisering af energiforbrug i boliger*
- *Værktøjet*
- *Eksempler fra hjemmesiden*
- *Brugerinddragelse*
- *Videre proces*
- *Kontakter*

*Erfaringer viser, at energiforbruget kan reduceres markant, når brugerne løbende kan følge deres forbrug.*

*Plan C-partnere har udviklet et koncept, hvor beboerne i en etageejendom kan logge ind på en hjemmeside og herved følge deres faktiske varme-forbrug, samt sammenligne dette med gennemsnitsværdier for de øvrige beboere. Hjemmesiden giver også gode råd om energibesparelser.*



## Om visualisering af energiforbrug i boliger



Beboere til workshop om visualisering af energiforbruget i deres bolig

Erfaringer viser, at energiforbrug kan reduceres markant, hvis brugerne får mulighed for løbende at følge forbruget. Visuelle løsninger har primært været rettet mod elforbruget, mens der ikke har været særlig stort fokus på varmforsbruget, selvom besparelspotentialet er stort. Projektet "Visualisering af energiforbrug i almene boliger" er rettet mod at gøre varmforsbruget i boliger med varmfordelingsregnskaber mere synligt for beboerne i det daglige.

### UDBYTTE

- **Påvist potentiale for reduceret varmforsbrug og varmeregning hos beboerne.**
- **Øget interesse for energibevidst adfærd hos beboerne.**

Tre Plan C-partnere har udviklet et koncept for digital visualisering af energiforbrug i almene boliger i tæt samarbejde med beboerne. Konceptet fokuserer på varmforsbruget, men vil på sigt kunne udvides til også at omfatte varmt og koldt vand, samt elforbrug.

Projektet har resulteret i en prototype på en hjemmeside, hvor beboeren får mulighed for at følge sit forbrug, kan sammenligne eget forbrug med gennemsnitsforbrug og få gode råd om energiadfærd. Derudover er forbrugsregningen for varme og varmt vand blevet revideret, så indholdet bliver lettere at forstå for beboerne.

## HVORFOR VISUALISERING AF ENERGIFORBRUG I BOLIGER

Energiforbruget kan synes som et skjult forbrug, fordi det er uhåndgribeligt. Mange danskere tjekker kun deres forbrug, når den årlige forbrugsregning kommer. Forbrugerne har jævnfør tidligere undersøgelser opnået besparelser på mellem 5 % og 15 % på forbrugsregningen ved løbende adgang til at se deres energiforbrug.

I projektet i det almene boligbyggeri Tranehaven og Tranevænget under boligadministrationen BO-VEST har der været fokus på at udvikle en løsning til løbende at vise varmemeforbruget digitalt for at anspore beboerne til at spare på varmen. Potentialet i at spare på varmen kan understreges af, at de 36 boligafdelinger, BO-VEST administrerer, har et samlet årsforbrug til fjernvarme på 140.000 MWh svarende til 15.000 t CO<sub>2</sub> og 70 mio. kr.

Samtidig er netop varmemeforbruget i etagebyggeri vanskeligt at forstå for forbrugeren. Én kilowatt time el og én kubikmeter vand er til at forstå. Varmen afregnes i enheder og er derfor langt mere diffust. Samtidig understikker lovgivningen rammer for varmemefordelingsregnskaber for almene boligselskaber. Det giver abstrakte begreber, samt både individuelle og fælles forbrugstal, der er svært tilgængelige for beboerne. Derfor er der et behov for at visualisere varmemeforbruget både via en ny regning og en digital visning af varmemeforbruget for at påvirke beboernes energiadfærd.



**”** Andre projekter har håndteret visning af el, vand og varme på enkelthuse. Det unikke ved dette projekt er visningen af varme på boliger i et alment byggeri, da fordelingsmålerne vanskeliggør visningen.

*Carsten Rudkjøbing Larsen, driftskonsulent i BO-VEST.*

**Tag ikke for givet, at du kender brugernes behov - inddrag dem for bedre at forstå deres behov.**

**Keep it simple – visualiseringen skal imødegå behov for både yngre og ældre beboere – vigtigt for alle er at det er enkelt og brugervenligt.**

## VÆRKTØJET - Visualisering af energiforbrug i almene boliger

### HJEMMESIDE

Partnerne har udviklet en enkel, brugervenlig hjemmeside, som viser:

- *det faktiske varmeforbrug for den enkelte bolig.*
- *et gennemsnitsforbrug for bebyggelsen.*
- *en forventet varmeudgift indtil dato.*
- *gode råd om energiadfærd.*

### Hjemmesiden har tre overordnede menupunkter:

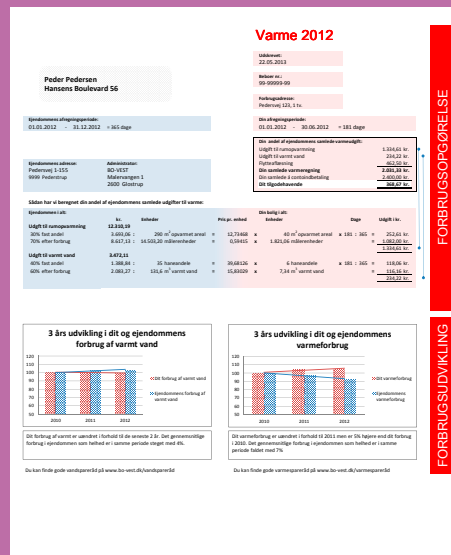
- **Overblik** – her får beboeren et hurtigt overblik over sit samlede varmeforbrug til dato og beboerens forbrug i sammenligning med de øvrige beboeres. Det illustreres via både en lyskurv og en glad eller sur smiley.
- **Detaljer** – her kan beboeren indtaste en given periode og få vist varmeforbruget som graf eller søjlediagram.
- **Aflæsning** – her har beboeren mulighed for at se den enkelte radiators forbrug. Det er muligt at navngive radiatoren – eksempelvis "stue" eller "værelse."

### Derudover kan beboerne:

- Få **Hjælp** – der forklarer hjemmesidens indhold.
- **Kontakte** ejendomsadministrationen via mail.
- Få **gode råd** til at spare på varmeforbruget.

### VARMEREGNING

Partnerne har udviklet et nyt design til beboerregningen for varme og varmt vand, hvor farvevalget medvirker til en mere visuel forståelig regning. Regning viser eget forbrug kontra bebyggelsens forbrug under hensyntagen til lovgivningens krav. Regningen fremhæver acantobetalingen versus forbruget, og om beboeren skal have penge retur. Samtidig henviser regningen til hjemmesiden og giver beboeren login hertil.



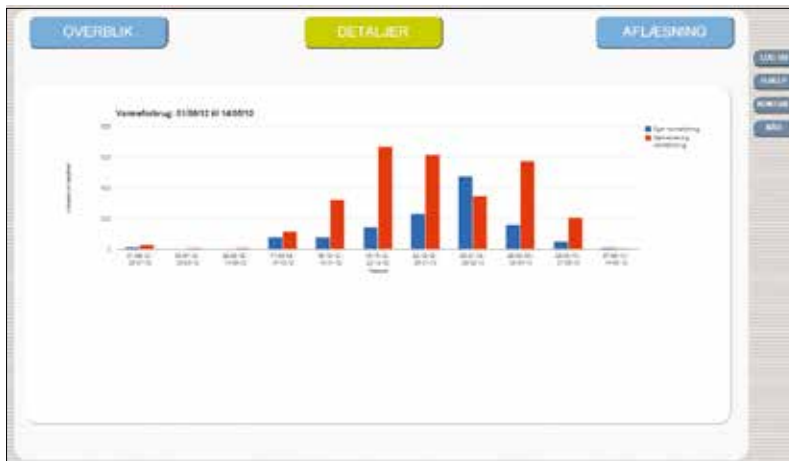
Adgang til hjemmesiden (prototype) på [www.plan-c.dk/Visualisering](http://www.plan-c.dk/Visualisering)



## EKSEMPLER FRA HJEMMESIDEN



Hjemmesiden viser via lyskurven om forbruget over, på eller under gennemsnittet.



Grafer gør det muligt at sammenligne ens forbrug i forhold til sidste år og i forhold til en gennemsnitlig beboer.

Reducering af varmeforbrug i boliger

## BEBOERNES ØNSKER TIL HJEMMESIDEN:

- *Simpel og let forståelig struktur og layout.*
- *Valg mellem forskellige brugergrænseflader.*
- *Mulighed for at indtaste oplysninger om boligens størrelse og beboersammensætning.*
- *Specificering af varmeforbrug fra hver radiator eller hvert rum.*
- *Angivelse af (forventet) varmeudgift for valgt periode.*
- *Mit regnskab indtil dato – aconto mod aktuelt forbrug.*
- *Alarm eller sms, hvis varmeforbruget pludselig stiger.*
- *Mulighed for at få og udveksle gode råd om varmeforbrug.*
- *Mulighed for at sammenligne sit varmeforbrug med andres.*
- *Links til hjemmesider med information og gode råd om varmeforbrug.*

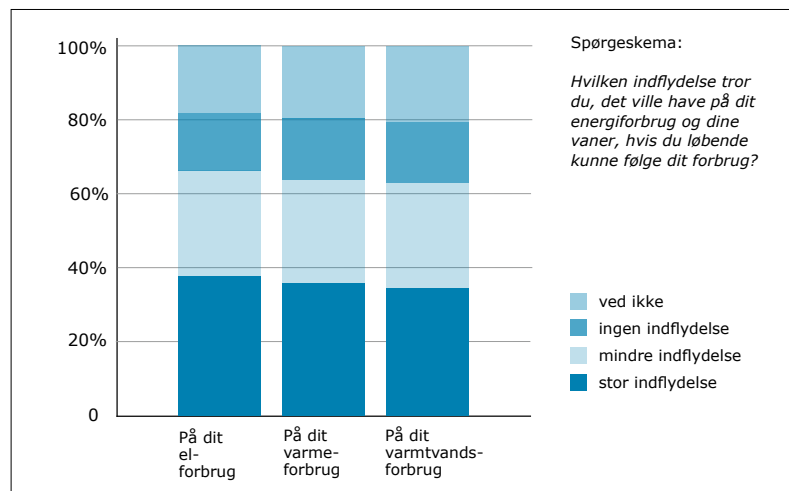


**I BO-VEST laver vi sparekampagner henvendt til beboerne, men de klinger ofte af efter nogen tid. Med visualiseringen håber vi at kunne fastholde effekten over tid.**

*Carsten Rudkjøbing Larsen, driftskonsulent i BO-VEST.*

## BRUGERINDDRAGELSE

Projektet har fra begyndelsen fokuseret på at involvere beboerne. Først gennem en indledende dialog med afdelingsbestyrelserne i Tranevænget og Tranehaven. I efteråret 2011 blev der gennemført en omfattende spørgeskemaundersøgelse om energiadfærd og interessen for løbende at kunne følge sit energiforbrug. Af de 800 lejemaal, som fik fremsendt spørgeskemaet, blev 220 fyldestgørende besvarelser returneret. Der blev fulgt op med supplerende interviews med enkelte beboere. Resultaterne har haft stor betydning for processen og de valgte konceptforslag, der er arbejdet videre med. Efter spørgeskemaundersøgelsen har der løbende været dialog med beboerne. Der er afholdt to workshops med drøftelse af idéer til, hvordan et koncept for visualisering af energiforbrug kan udformes.



*Over 60 % af beboerne forventer, det vil have indflydelse på deres energiforbrug, hvis de løbende kan følge deres forbrug.*

## VIDERE PROCES

Prototypen på hjemmesiden og den nye regning er ikke implementeret inden for rammerne af Plan C. Boligadministratoren BO-VEST vil bære projektet videre i AlmenNet – en udviklingsforening for almene boligorganisationer - med henblik på at videreudvikle på projektet. Plan C's input til det videre arbejde kan ses på [www.plan-c.dk/Visualisering](http://www.plan-c.dk/Visualisering).



## KONTAKTER



### **Carsten Rudkjøbing Larsen**

Driftskonsulent

mail: [cla@bo-vest.dk](mailto:cla@bo-vest.dk)

*BO-VEST*

mail: [bo-vest@bo-vest.dk](mailto:bo-vest@bo-vest.dk)

## **Brunata**

### **Lise Bonde**

Projektleder

mail: [bon@brunata.dk](mailto:bon@brunata.dk)

*Brunata*

mail: [brunata@brunata.dk](mailto:brunata@brunata.dk)



### **Ida Rasmussen**

Netværkskoordinator

mail: [ida.rasmussen@alexandra.dk](mailto:ida.rasmussen@alexandra.dk)

*Alexandra Instituttet a/s*

mail: [alexandra@alexandra.dk](mailto:alexandra@alexandra.dk)

## **GATE 21**

### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: [mll@temaconsult.dk](mailto:mll@temaconsult.dk)

*Gate 21*

mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)

Læs mere på [www.plan-c.dk/Visualisering](http://www.plan-c.dk/Visualisering)





## *Energistyring og visualisering*

- *Om energistyring og visualisering*
- *Hvorfor energistyring og visualisering*
- *Teknisk løsninger*
- *Målinger og test*
- *Resultater*
- *Visualisering for brugerne*
- *Kontakter*

*En decentral styring af store kommunale bygninger kræver systemer og tekniske løsninger, der er lettilgængelige og håndterbare for de lokale tekniske serviceledere. En visuel, mobil løsning i Ishøj Idræts- og Fritidscenter giver hurtigt overblik over energiforbruget. Målinger og tidsstyring af de enkelte anlæg sker via iPad.*



## Om energistyring og visualisering



Ny brugerflade til eksisterende CTS

I et demonstrationsprojekt har Plan C arbejdet med at synliggøre og reducere energiforbruget i Ishøj Idræts- og Fritidscenter. Projektet skal udvikle metoderne for optimering af eksisterende anlæg og øge viden om forbruget hos både teknikere og brugere.

### UDBYTTE

- **Anslået energibesparelse på 50.000 kWh/år for el, vand og varme.**
- **Forbedret vurderingsgrundlag for fremadrettede energitiltag.**
- **Ejerskab, ansvarlighed og motivation hos de tekniske serviceledere.**

I store kommunale bygninger kender man ofte kun det samlede energiforbrug via hovedmåleren. Når lokale tekniske serviceledere skal styre energiforbruget i bygningen, er det vigtigt, at de har konkrete måledata at styre efter.

I Ishøj Idræts- og Fritidscenter er der indledningsvis monteret cirka 60 fjernaflæste energimålere, som giver ny viden om forbruget. Der er udviklet et nyt design til brugeren af styringsværktøjet, som giver et hurtigt overblik over centerets tekniske anlæg, og gør det nemmere for personalet. Løsningen understøtter den kompetente og engagerede medarbejder, der reagerer, når eksempelvis energiforbruget i Hal 1 stiger. Sidst er der investeret i iPads for en mere mobil og fleksibel opgaveløsning.

Projektet tog udgangspunkt i, at finde en rentabel løsning til tilpasning af anlæg i eksisterende bygninger. Princippet om målere i alle rum kombineret med nye brugerflader og inddragelse af serviceledere har haft stor effekt. Investeringen i nye målere har imidlertid en lang tilbagebetalingstid, og tilpasning af eksisterende anlæg bør vurderes i forhold til en udskiftning med nyere systemer.

## HVORFOR ENERGISTYRING OG VISUALISERING

Arbejdet med at detailmåle og synliggøre energiforbruget i offentlige bygninger har til formål at give en bedre styring af de tekniske anlæg i kommuner med hybride eller decentrale CTS-løsninger. Synliggørelsen af energiforbruget skal fremme motivationen til at holde fokus på energibesparelser blandt personalet. Den nemme tilgang til data fremmer ansvarligheden for energiforbruget hos de tekniske serviceledere.

I Ishøj Idræts- og Fritidscenter er de tekniske serviceledere tæt på brugerne af centeret og kender deres brugs- og behovsmønstre. Det betyder, at de bedre kan regulere eksempelvis ventilationen og lyset, så det er tilpasset et seniorgymnastikhold eller et ynglingefodboldhold. Det er også dem, der har den direkte kontakt ved aflysning af et stævne, og kan reagere hurtigt med at slukke lys- og ventilationsanlæg og nedregulere varmen til de berørte haller.

Begge serviceledere har fået en iPad, som de kan have med rundt i idrætscenteret og regulere indstillinger af varme og ventilation direkte i de berørte faciliteter. Før gik de tilbage til deres kontor og regulerede indstillingerne fra en stationær PC. Den nye mobile iPad-løsning giver fleksibilitet og sparer tid for de tekniske serviceledere på stedet. Samtidig har de fået en "besked-funktion" i den visuelle løsning. Det betyder, at de hurtigt kan overlevere beskeder til hinanden om forhold, der skal løses.

Overordnet skal projektet bidrage til at prioritere og igangsætte de besparelsetiltag, der giver de største energibesparelser, så udbyttet i forhold til investeringerne bliver optimalt.



“*Det er så praktisk med iPad'en - fredag aften sad jeg bare hjemme og slukkede for ventilationen i Hal 2, da de havde ringet fra centeret.*”

*Kai Strandgaard, leder for Ishøj Idræts- og Fritidscenter*

## CENTRAL KONTRA DECENTRAL ENERGISTYRING

Kommunal praksis omkring styring af kommunens CTS-anlæg spænder fra en total central styring til decentrale løsninger, hvor lokale tekniske serviceledere selv styrer anlæggene. Derimellem ligger hybride løsninger, hvor bygningsstyringen overordnet foregår centralt, mens de tekniske serviceledere har adgang til deres lokale anlæg og kan tilpasse forbruget til lokale behov.

Plan C's "Energistyring i Ishøj Idrætscenter" henvender sig til kommuner med en decentral eller hybrid løsning. Når ansvaret for energistyring lægges decentralt, er det vigtigt at sikre, at personalet kan få relevante data fra CTS-systemet og kan tilgå data nemt, hurtigt og fleksibelt.

**Opnå ejerskab hos de tekniske serviceledere gennem involvering i løsningen.**

## TEKNISKE LØSNINGER – Energistyring og visualisering

### CTS-ANLÆG

CTS-anlægget i Ishøj Kommune er af mærket ABB. Systemservere er centralt placeret på Rådhuset. Derudover er cirka 200 PLC-understationer placeret i de fleste af kommunens bygninger. Servere og understationer er forbundet via fiber-, antenne- og kabelnet. CTS-anlægget styrer og overvåger i forskelligt omfang varme, ventilation, lys, tyverialarm, adgangskontrol, spildevand- og regnvandspumper. Anlægget betjenes centralt af Teknisk afdelings personale, som også laver programmer og skærbilleder til brugerflader. Større driftssteder har egne betjeningspladser, herunder Ishøj Idræts- og Fritidscenter.

### BRUGERFLADEN

Den nye brugerflade, som skal bruges af de tekniske serviceledere på Ishøj Idræts- og Fritidscenter, er udarbejdet i et samarbejde mellem CTS-afdelingens personale, en tilknyttet Design- og Innovationsstuderende og de tekniske serviceledere. De vigtigste ændringer i forhold til den gamle brugerflade er:

- Flere farver og symboler frem for tekst.
- Et skrivefelt - til overlevering af beskeder mellem alle involverede.
- Alarm i toppen af siden – klik og kom hurtigt til problemet.
- Nemt at ændre i tænd og sluk-tider - hurtigt hvis et stævne aflyses.
- Hurtigt tilbage til forsiden fra alle undersider.
- Det enkelte anlæg er tegnet ind i en planskitse og nemt at udpege.
- Den nye løsning er mobil via iPad – ventilation og varme kan styres, selvom man ikke er på stedet.
- Brugervejledning – "hvad skal man gøre hvis ventilationen....".



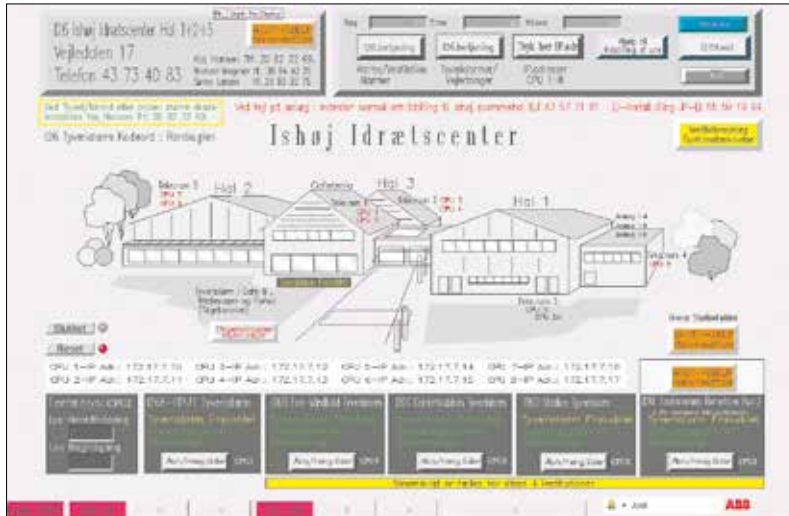
Driftsassistent Finn Jensen forklarer forbindelserne mellem anlæggene

### ENERGIMÅLERE

Der er blevet etableret en række undermålere med radiosendere, der opgør el-, varme – og varmtvandsforbruget i de tre halområder. Der kan nu måles energiforbruget af:

- Ventilation i både haller, omklædningsfaciliteter og mødelokaler.
- Belysning i alle større haller og sale.
- Udendørsbelysning (herunder banebelysninger).
- Varmeforsyning for de forskellige sektioner og opvarmningsformer.
- Udendørs skøjtebane.
- Varmtvandsforbrug i de tre halområder.
- Eltracing.

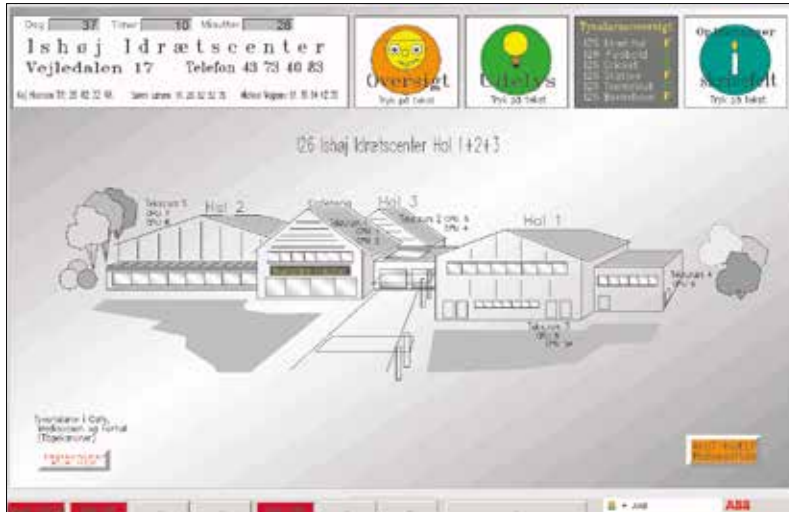




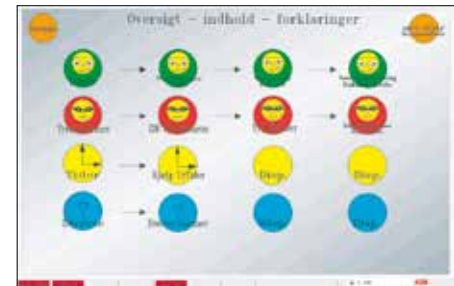
Gammel forside: Mange informationer og uoverskueligt at sætte sig ind i.



Gammel brugerflade: Mange ordforklaringer og uforståelige forkortelser, som krævede tid og erfaring.



Ny forside: Relevante informationer med hurtig og direkte tilgang til de forhold, brugerne skal arbejde med. Meddelelsesfelt til udveksling af informationer.



Ny brugerflade: Design efter ønske fra brugerne, hvor både farve, symboler og lidt humor øger lysten til at beskæftige sig med systemet.

## PLAN C RAPPORT

En Plan C undersøgelse "Kortlægning af støttefunktioner hos den professionelle slutbruger" har blandt andet kortlagt tekniske servicelederes adfærd og behov i forbindelse med optimal styring af energien i offentlige bygninger.

Undersøgelsen viste blandt andet følgende tekniske behov for at sænke energiforbruget i offentlige bygninger:

- *Mere fleksible brugerflader med tilpasning til lokale forhold.*
- *Færre alarmer - for mange alarmer gør "døv" - risiko for at de bliver ignoreret.*
- *Mere brugervenlige manualer.*
- *Lettere og mere tilgængelig support.*
- *Tilslutning af CTS-systemet til internettet for mere fleksibilitet og lettere adgang.*

Lav en løbende proces med eksempelvis kvartalsvise møder med brugerne. Hvad virker / virker ikke og skab kontinuerlig udvikling.

## Brugerinddragelse

En forudsætning for projektets succes er at forstå de tekniske servicelederes behov og kompetenceniveau, og udvikle brugerfladen i tæt samarbejde med dem. Som et led i et afgangsprøve for en Design- og Innovationsstuderende blev de tekniske servicelederes behov afdækket. I samarbejde med dem blev der udviklet en visuel løsning til en ny brugerflade, som kan tilgås både fra PC og iPad. På denne måde imødegås også ønsket om fleksibilitet i dagligdagen.

Den nye løsning blev herefter omsat af Ishøj Kommunes tekniske afdeling, som har udarbejdet den nye brugerflade, der blev implementeret i Ishøj Idræts- og Fritidscenter. Brugerfladen udvikles hele tiden også fremadrettet i dialog med brugerne. Dialogen mellem brugerne og udvikleren skal sikre, at brugernes interesse i systemet fastholdes. Et væsentligt element er, at de tekniske serviceledere samtidig får undervisning i brugen af systemet.

## MÅLINGER OG TEST

For at udpege, hvor i hallerne der primært skal sættes ind med konkrete tiltag, blev der via de nye energimålere på de enkelte anlæg målt på følgende forhold:

1. **Står anvendelsen af lokalerne i forhold til forbruget?** - herunder om lokalerne faktisk bliver brugt eller står de tomme, mens anlæggene kører, og om driften kan tilpasses bedre til brugernes behov.
2. **Kører de tekniske anlæg hensigtsmæssigt?** - herunder om der via målinger kan findes forhold, hvor anlæg bør efterses for fejl, der normalt ikke vil blive opdaget.
3. **Hvor ligger det faktiske energiforbrug?** - herunder om det er lys eller ventilation, der er den store energisynder og hvilke lokaler, der bruger mest energi.
4. **Hvilke tiltag giver størst effekt?** - herunder om forbruget kan mindskes ved optimeret styring, eller om det kræver fysiske ændringer i anlægget og dermed yderligere investeringer.



## RESULTATER

Projektet har en anslået energibesparelse på 50.000 kWh/år for el, vand og varme. Energibesparelserne skal findes ved at bruge det nye system aktivt og resulaterne af ovenstående spørgsmål. De faktiske energibesparelser vil dog først fremgå af [www.plan-c.dk/energistyring](http://www.plan-c.dk/energistyring) primo 2014, når systemet har været i brug i ét år.

### *Anvendelsen af lokalerne skal stå i forhold til forbruget*

Før kørte alle anlæg fra morgen til aften uden at tage højde for, om lokalerne faktisk var i brug. Nu styrer medarbejderne i højere grad anlæggene så de kun kører, når lokalerne faktisk bruges. Når medarbejderne er blevet mere fortrolige med CTS-systemet, skal anlæggene finjusteres, så rumforhold i lokaler med faste bookninger - af eksempelvis ynglinge håndbold - tilpasses de faste brugeres behov.

### *De tekniske anlæg skal køre hensigtsmæssigt*

Ved hjælp af de nye energimålere for de enkelte anlæg blev der opdaget en række u hensigtsmæssige forhold. Eksempelvis at returvarmen var højere end fremløbstemperaturen. Det giver anledning til at undersøge anlæggets funktionsevne nærmere, hvilket sker i løbet af 2013.

### *Der skal være viden om, hvor det faktiske energiforbrug ligger*

Der var en formodning om, at ventilationsanlæggene i idrætscentret ikke kørte hensigtsmæssigt og brugte meget energi. Det har dog vist sig, at belysningen - som er forholdsvis ny - har en meget højere andel af elforbruget end antaget. Samtidig blev det opdaget, at ventilationsanlæggene i de to ældste haller kører fint, mens anlæggene i den nyeste bygningsdel har et meget højt forbrug, som umiddelbart ikke kan forklares, og som skal undersøges nærmere.

**Få brugerne med i løsningen fra starten.**

**Kend dine medarbejders tekniske vidensniveau.**



” *Løsningen med CTS-systemet på iPad kan bruges af driftspersonale i alle kommunens bygninger og i sparringen med kommunens tekniske afdeling.*

*Finn Jensen, driftsassistent og brugerfladeudvikler, Teknisk afdeling, Ishøj*



**W** *Det er vigtigt, at personalet får kendskab til energiforbruget. Dataene er værdiløse, hvis ingen bruger dem.*

*Finn Jensen, driftsassistent og brugerfladeudvikler, Teknisk afdeling, Ishøj Kommune*

#### *Sæt ind med de tiltag der giver størst effekt*

Der vil i 2013 blive foretaget beregninger af, hvilke tiltag der giver størst besparelser i forhold til investeringen i Ishøj Idræts- og Fritidscenter. Før forsøget har kommunen foretaget besparelsetiltag uden at kende forbruget på enkelte anlæg konkret, men ud fra "gængse" opfattelser af, hvad der kunne forbedres. På baggrund af målingerne på de enkelte anlæg kan kommunen nu lave mere nøjagtige beregninger på, hvilke tiltag, der har den største gevinst - og dermed prioritere rækkefølgen af investeringer.

#### **VISUALISERING FOR BRUGERNE**

Projektet har også arbejdet med at visualisere energiforbruget for brugerne af Ishøj Idræts- og Fritidscenter og inddrage dem i at nedsætte forbruget. Det er eksempelvis at motionisterne, badminton- og håndboldspillerne bliver bevidste om deres energiforbrug i centeret - og på hvilken måde de selv kan øve indflydelse på forbruget: overveje deres vandforbrug, skrue ned for lyset hvor det er muligt, eller huske at aflyse tider, når de ikke kommer. Hensigten er, at de tekniske serviceledere er gode energi-ambassadører og samarbejder med brugerne om energiforbruget, uden løftede pegefingre.

Ishøj Kommune viderefører projektet efter Plan C. Formålet er at udvikle et endeligt koncept, der også kan anvendes på andre større bygninger i kommunen.

## KONTAKTER

### **Brunata**

#### **Heinrich Nielsen**

Salgsingeniør

mail: hnn@brunata.dk

*Brunata*

mail: brunata@brunata.dk



#### **Linn Heiden**

Stud.MSc.Eng. - Design & innovation

mail: S072054@student.dtu.dk

*DTU Management Engineering*

*Lektor ved Aalborg Universitet: Hanne Lindegaard*

mail: hannelin@plan.aau.dk



Ishøj Kommune

#### **Petra Andersen**

Energikonsulent

mail: pua@ishoj.dk

*Ishøj Kommune - Center for Kommunale Ejendomme*

*Bygge og Teknik - Energiteam*

mail: kommunaleejendomme@ishoj.dk

### **GATE 21**

#### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: mll@temaconsult.dk

*Gate 21 - By og Byg*

mail: gate21@gate21.dk

Læs mere på [www.plan-c.dk/Energistyring](http://www.plan-c.dk/Energistyring)





## *Lavtemperaturfjernvarme*

- *Om Lavtemperaturfjernvarme*
- *Hvorfor Lavtemperaturfjernvarme før klimaskærm*
- *Løsningen*
- *Resultater*
- *Målinger og test*
- *Kontakter*

*Et forsøg i SFO Højker i Brøndby Kommune har vist, hvordan lavtemperaturfjernvarme kan etableres og fungere i ikke-energirenoverede bygninger med energibesparelser til følge.*



## Om lavtemperaturfjernvarme



Renoveret installation til lavtemperaturfjernvarme

I SFO Højkær i Brøndby Kommune har Plan C-partnere testet, om lavtemperaturfjernvarme kan fungere i en ikke-energi-renoveret bygning. Som led i projektet er der installeret en ny varmeveksler samt termostat- og CTS-styring. Ved at kombinere CTS-styring og lavtemperaturfjernvarme opnås større energibesparelser i kraft af blandt andet natsænkning af temperaturen i SFO'en. Projektet har vist, at der opnåes en væsentlig energibesparelse og at komforten er bibeholdt, selvom der kun investeres i den teknologi, der er nødvendig for en omlægning af fjernvarmeforsyningen til lavtemperaturfjernvarme.

### UDBYTTE

- **Besparelse på 30% af varmeforbruget i forhold til året før på grund af CTS-styring og lavtemperaturfjernvarme.**
- **Påvist potentiale i at etablere lavtemperaturfjernvarme i eksisterende bygning uden renovering af klimaskærm.**
- **Muligt at overgå til lavtemperaturfjernvarme, område for område, før bygningsmassen er renoveret til lavenergistatus.**

Anlægget til lavtemperaturfjernvarme har forsynet SFO Højkær i varmesæsonen 2012-2013, men der er behov for en regulering og nye målinger, når varmesæsonen starter igen. Forsøget har både set på de aktuelle målinger via CTS-anlægget og på brugernes oplevelser af varmen og vandet. Inden SFO'en blev omstillet til lavtemperaturfjernvarme, lavede DTU en analyse af bygningen for at screene, hvorvidt lavtemperatur var muligt. De endelige resultater viser en energibesparelse på 30 %, hvilket svarer til de indledende beregninger, samt at bygningen kan forsynes tilfredsstillende med lavtemperaturfjernvarme.

## HVORFOR LAVTEMPERATURFJERNVARME FØR KLIMASKÆRM

Danmark har brug for at skrue ned for temperaturen på fjernvarmen for at nå målsætningen om en fossilfri el- og varmeforsyning i 2035. Det vil derfor være optimalt, hvis lavtemperaturfjernvarme kan indføres uden at bygningerne er renoveret til lavenerginiveau. Lavtemperaturfjernvarme gør det nemmere at konvertere varmeforsyningen til vedvarende energikilder, da der skal produceres mindre energi.

Ideelt set skulle alle bygninger være energirenoverede til lavenerginiveau inden en konvertering af fjernvarmenettet, for ikke at overdimensionere nettet til et stort energibehov. Reelt set er det ikke realistisk at foretage renovering til lavenergistandard i hele den danske bygningsmasse inden 2035, da det ville kræve meget store investeringer. Derfor er det vigtigt at teste lavtemperatur i ikke-renoverede bygninger for at se, hvordan varmen fungerer, og hvordan brugerne oplever det.

### SFO HØJKÆR

SFO Højvær i Brøndby Kommune er en ikke-renoveret bygning opført i 70'erne. Bygningen er 191 m<sup>2</sup> med 200 millimeter isolering i ydervægge og 250 millimeter i tagkonstruktionen. Vinduerne er tophængte 2-lags termoglas lavenergiruder med en U-værdi på 1,1 W/m<sup>2</sup>K.

Hvad er lavtemperaturfjernvarme?

Lavtemperaturfjernvarme har lavere temperaturer i hele fjernvarmesystemet end traditionel fjernvarme.

	Lavtemperaturfjernvarme	Traditionel fjernvarme
Gennemsnit af fremløbstemperaturer	50-60°C	70-90°C
Gennemsnit af returløbstemperaturer	25-30°C	30-50°C

Et lavtemperaturfjernvarmesystem består blandt andet af twin-rørsystem, højere tryk, små rør, større rørisoleringstykkelse og lavtemperaturfjernvarmeunits hos forbrugerne.

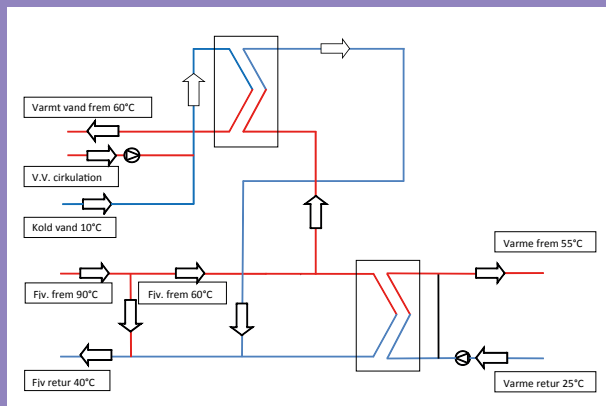


## LØSNINGEN - Lavtemperaturfjernvarme

For at simulere lavtemperaturfjernvarme er der i SFO Højkær installeret en blandingssløjfe, en ny varmeveksler samt termostat- og CTS-styring. Blandingsløjfen skal reducere fremløbstemperaturen på cirka 90°C til lavtemperatur på cirka 55-60°C, inden den bliver sendt rundt i bygningen.

### FJERNVARMEUNIT

Til varme og varmt vand er der installeret en fjernvarmeunit, som er velegnet til lavtemperaturfjernvarme. Fjernvarmeuniten er forsynet med en brugsvandsregulator, Danfoss PTC2, som har integreret trykdifferens og esave TM funktion, hvilket betyder, at veksleren er kold i tomgang. Når der slukkes for den varme hane, lukker regulatoren straks for fjernvarmen, så tomgang og tilkalkning undgås. Fjernvarmeuniten har ligeledes integreret cirkulation.



Principtegning af lavtemperatur i SFO Højkær

### MOTORVENTIL TIL TREVEJSVENTIL (BLANDINGSSLØJFE LAVTEMPERATUR)

For at styre afkølingen af fjernvarmevandet i SFO'en og forhindre en for høj returløbstemperatur til fjernvarmeværket er der installeret en blandingssløjfe. Den har en motorstyret 3-vejsventil monteret til styring af returvandet. Motorventilen styres af en temperaturføler, som regulerer, om ventilen åbner eller lukker. Når returtemperaturen er for høj til at sende retur til fjernvarmeværket, sendes vandet via blandingssløjfen tilbage i systemet, hvor den bliver blandet med fremløbsvandet, inden den sendes rundt i SFO'ens rør.

### CIRKULATIONS Pumpe

Der er installeret en ALPHA2 cirkulationspumpe til det varme brugsvand og fjernvarmevand. Pumpen er energimærket A og har automatisk indstillet cirkulationshastighed.

### TILSTEDEVÆRELSFØLERE

I SFO'ens éntre og i et stort fællesrum i husets midte er der installeret CO<sub>2</sub>-temperaturmålere. Når der er personer tilstede, registrerer følerne ændringen i temperatur og CO<sub>2</sub>-niveau. Følerne sender et signal til CTS-systemet, som åbner for fremløbsventiler til varmen. Ventilen forbliver åben, til den ønskede rumtemperatur er opnået. Herudover sættes ventilationen i gang til udsugning og frisklufttilførsel.



## RESULTATER

Forsøget i SFO Højkær viser, at det er muligt – med de rette tekniske installationer og nøje indregulering - at forsyne ikke-renoverede bygninger med lavtemperatur, samt realisere energibesparelser. Det giver mulighed for at omstille fjernvarmenettet til lavtemperatur uden at have energirenoveret hele den eksisterende bygningsmasse. Forsøgsprojektet i SFO Højkær i Brøndby har givet svar på relevante resultatområder:

### **Kan en bygning fra 70'erne forsynes med lavtemperaturfjernvarme uden at ændre klimaskærmen?**

Bygningen har været forsynet med lavtemperatur med en gennemsnitlig fremløbstemperatur mellem 50-60°C og en gennemsnitlig returløbsvandet mellem 25-37°C. Det har krævet en række justeringer undervejs at få temperaturen ned på lavtemperaturniveau, men det har været muligt at forsyne bygningen med lavtemperaturfjernvarme uden ændring af klimaskærmen. Det kræver:

- *at radiatorer virker og gerne er overdimensionerede for at sikre en tilstrækkelig rumtemperatur og god afkøling af returløbsvandet.*
- *at fjernvarmeanlægget er klar til lavtemperaturfjernvarme enten gennem:
  - a) ombygning af det eksisterende fjernvarmeanlæg eller
  - b) installation af en ny færdigbygget fjernvarmeunit som i SFO Højkær.*

### **Kan lavtemperaturfjernvarme opvarme en ikke-renoveret bygning ved minusgrader udenfor?**

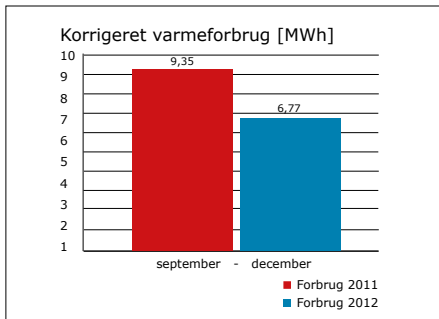
Varmen i SFO Højkær er testet i vintermånederne i 2012-2013, hvor udetemperaturerne har været ned til -5°C. I disse måneder har der været opret-holdt indetemperaturer på 20-22°C. En koldere vinterdag end -5°C vil dog sandsynligvis kræve lidt højere fremløbstemperaturer på mellem 60-80°C. I perioder med frost skal man være varsom med at sænke rumtemperaturen om natten for meget, da de lave fremløbstemperaturer kræver lidt længere tid for at opnå den ønskede rumtemperatur.

### **HVORDAN UDNYTTES VARMEN FRA LAVTEMPERATURFJERNVARMEN I BYGNINGEN?**

Regulering og overvågning er vigtig for at udnytte lavtemperaturfjernvarme. I SFO Højkær er der installeret tilstedeværelsesfølere. Når der ikke er personer til stede, sænker systemet rumtemperaturen 2-3°C. Når de to følere har registreret personer i lokalerne, stiger temperaturen til en rumtemperatur på cirka 20-22°C. Reguleringen sørger for, at returløbsstemperaturen er så lav som muligt.



*Omstilling til lavtemperatur uden udskiftning af radiator*



*Varmeforbruget er beregnet i forhold til et normalt år (graddøgn)*

## MÅLINGER OG TEST

Målingerne har vist, at det er vigtigt at regulere og overvåge anlægget for at opnå den nødvendige komfort for elever og personale, samt energibesparelser.

Temperaturerne er målt i CTS-anlægget på både fremløb- og returløb for det varme brugsvand og for de enkelte radiatorer. Ved en tidligere måling fandt man, at både fremløbs- og returløbstemperaturer var for høje til at være lavtemperaturfjernvarme. Herefter blev brugsvandsveksleren justeret, hvilket gav synlige effekter på fremløbs- og returløbstemperaturen.

Energibesparelserne er målt gennem varmekonsumet for september til december i henholdsvis 2011 og 2012, samt korrigeret for graddøgn - det vil sige i forhold til et normalt temperaturår.

Samtidig er personalet i SFO'en blevet bedt om, at notere deres fornemmelse af varmen og det varme brugsvand. Der har generelt været tilfredshed med varmen i de fleste rum. Dog har en enkelt radiator i et aktivitetsrum været underdimensioneret, hvilket bevirker, at rummet er køligere end de øvrige rum. Brugsvandet har ofte føltes lunkent, hvilket blev justeret sammen med justeringen af brugsvandsveksleren.

Personalet noterede også tidligere, at det var for koldt i bygningen om morgenen, hvilket bevirkede, at man valgte en lidt højere nattemperatur, da fremløbstemperaturen er lavere end ved et traditionelt anlæg, og det derfor tager længere tid at varme bygningen op til en nødvendig komforttemperatur ved tilstedeværelse.

## KONTAKTER



BRØNDBY KOMMUNE

### **Mikkel Hansen**

Projektleder

mail: mikha@brondby.dk

*Brøndby Kommune - Teknisk Forvaltning - Byg*

mail: *teknik@brondby.dk*



### **Svend Svendsen**

Professor

mail: ss@byg.dtu.dk

*DTU Byg*

mail: *byg@byg.dtu.dk*

## GATE 21

### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: mll@temaconsult.dk

*Gate 21 - By og Byg*

mail: *gate21@gate21.dk*



### **Troels Duhn**

Civilingeniør

mail: td@VEKS.dk

*VEKS - Drift, energi og miljø*

mail: *VEKS@VEKS.dk*



### **Theodor Møller Moss**

Seniorprojekt- og markedsleder

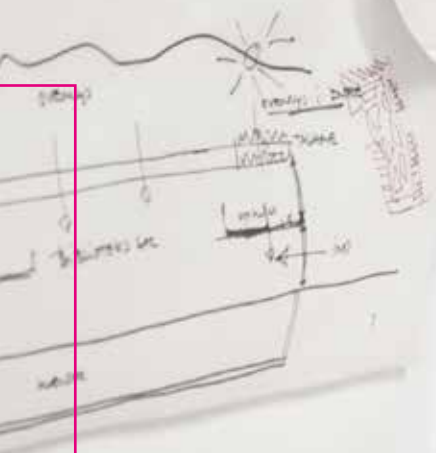
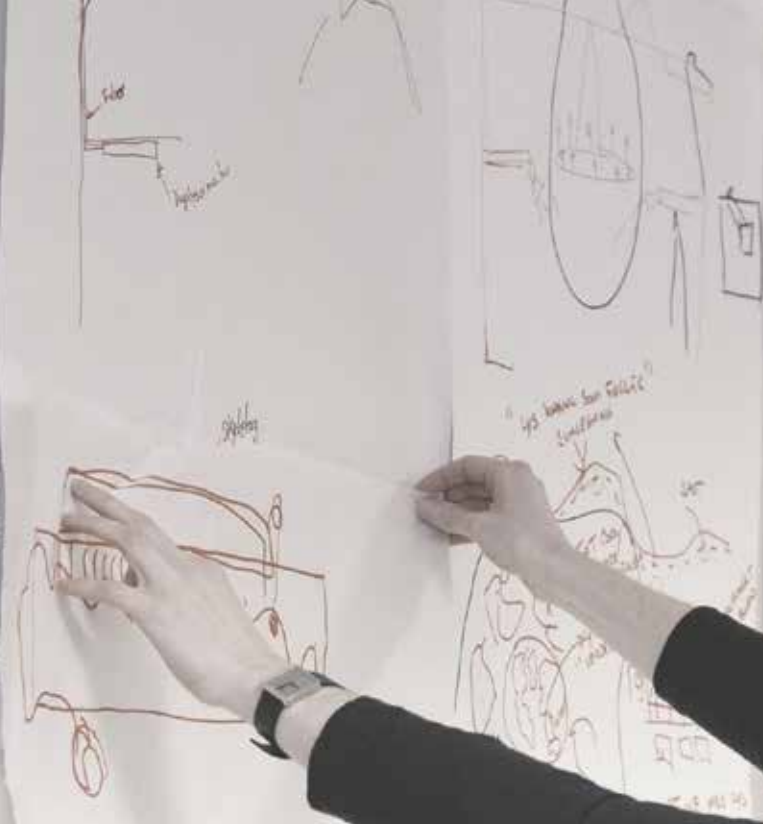
mail: tmm@cowi.dk

*COWI A/S Aarhus, Industri og Energi*

mail: *cowi@cowi.dk*

Læs mere på [www.plan-c.dk/Lavtemperatur](http://www.plan-c.dk/Lavtemperatur)

LYS



Handwritten text on a large sheet of paper, possibly a list of specifications or a report. The text is dense and appears to be in German, but it is mostly illegible due to the angle and focus.





## *Indeklima i medborgerhus*

- *Om Hvidovre Medborgerhus*
- *Anlæg og resultater*
- *Tekniske løsninger*
- *Case for metodeudvikling*
- *Brugerne før og under byggeprocessen*
- *Kontakter*

*Fokus på indeklimaproblemer for medarbejderne, en helhedsorienteret tilgang og et medborgerhus med udtjente installationer. Det har været udgangspunktet for en renovering med nye løsninger som lavtryksventilation, solafskærmning med solceller og forberedelse til lavtemperaturfjernvarme i Hvidovre Medborgerhus.*



## Om indeklima i medborgerhus



Hvidovre Kommune modtog i marts 2010 et påbud fra Arbejdstilsynet om at gøre noget ved indeklimaproblemer med kulde og træk på kontorene i Hvidovre Medborgerhus. Bygningen indbød samtidig til at tænke langsigtet og helhedsorienteret for en kommende reovering, og kommunen valgte bygningen som case i Plan C.

I december 2010 blev der afholdt camp (idéworkshop) om idéer og muligheder for reoveringen. En række af Plan C's partnere på tværs af kommuner, virksomheder og forskere deltog i campen sammen med ansatte i Medborgerhuset. Efter campen blev der udarbejdet et idékatalog, der samlede op på resultaterne og inspirerede til forskellige helhedsløsninger.

### UDBYTTE

- **Forbedrede indeklimaforhold.**
- **Reduceret energiforbrug til ventilation og varme med 357.000 kWh.**
- **Reduceret energiforbrug til køling.**
- **Etablering af solafskærmet terrasse til brugere.**
- **Samlet plan for reovering af bygningen.**

Renoveringsprojektet blev efterfølgende udbudt med idékataloget fra campen som en del af baggrundsmaterialet. I den efterfølgende proces blev der primært arbejdet videre med at forbedre indeklimaet, og der blev udvalgt tre innovative demonstrationselementer inspireret af campen, som er en del af det endelige projekt.



*Hvidovre Medborgerhus før reovering*

## ANLÆG OG RESULTATER

Bygningens integrerede varme- og ventilationsanlæg var nedslidt. Anlægget havde svært ved at varme luften tilstrækkeligt op om vinteren, så der blev blæst kølig luft ind på kontorene i en koncentreret strøm, og det blev oplevet som træk. Under renoveringen valgte man en innovativ løsning, hvor det aldrende ventilationssystem blev udskiftet med et moderne lavtryk-ventilationsanlæg og et separat vandbåret varmesystem med radiatorer på hvert kontor.

Projektet har haft fokus på at optimere af både ventilationskanaler og aggregat til et lavtrykssystem. Alle dele er dimensioneret større end ved et traditionelt ventilationssystem, og især pumpemotorerne i aggregatet er valgt specielt til ventilationssystemet i Hvidovre Medborgerhus. I det nye lavtrykventilationssystem er luftmængden reduceret til en tredjedel, og samtidig indblæsningen sker gennem perforerede loftsplader og giver en mere diffus luftstrøm. Begge dele medvirker til et bedre indeklima. Samtidig giver det nye varmesystem den enkelte bruger mulighed for selv at regulere temperaturen i kontoret ved at skrue op og ned for radiatoren.

Derudover etableres en solafskærmning med integrerede solceller på bygningens sydlige side for at mindske behovet for køling i sommerhalvåret.

Den samlede besparelse ved udskiftning af ventilationsanlæg, etablering af varmeanlæg i kontorer og bibliotekssal, samt solafskærmning er beregnet til cirka 600.000 kr. til el og 45.500 kr. til varme. Det vil give med en samlet energibesparelse på 357.000 kWh pr. år.

### HVIDOVRE MEDBORGERHUS

Opført 1971 – 1972  
Facaderenoveret i 1998  
Areal 8.800 m<sup>2</sup> + 1.650 m<sup>2</sup>  
p-kælder  
Indeholder bibliotek, teatersal, medborgersal og kontorer til kommunens forvaltning

Energiforbrug før renovering:  
Varme ca. 93 kWh/m<sup>2</sup> år  
El ca. 77 kWh/m<sup>2</sup> år

## TEKNISKE LØSNINGER - Hvidovre Medborgerhus

### VENTILATION

Det nye ventilationssystem i Hvidovre Medborgerhus er et lavtryksventilationssystem baseret på Plan C's forsøgsprojekt på Vallensbæk Skole (se side 156). For at kunne nøjes med et lavere tryk har man i projektet arbejdet med at forbedre og tilpasse alle dele i systemet.

- Ventilationskanalerne er gjort større, aggregatet med luftpumpe, varmeveksler og genvinding er tilpasset det lave tryk, og endelig er lofterne udskiftet, så ventilationsluften siver langsomt ind i rummene i stedet for at blive blæst ind under højt tryk.
- Energitalbet i varmeveksleren er reduceret fra 50 % til 15 %.
- Fra sommeren 2013 vil ventilationen blive styret med sensorer i de enkelte rum. Når der kommer en person ind på kontoret stiger ventilationsmængden fra lavt baggrunds niveau til normalt niveau.
- Samtidig overtager en temperatursensor og CO<sub>2</sub>-sensor den videre styring og tilpasser ventilationen til antallet af personer og aktivitet i lokalet. Når lokalet forlades, reguleres ventilationen atter tilbage til det lave baggrunds niveau.

### VARMESYSTEM PÅ KONTORER

Tidligere skete opvarmningen ved hjælp af ventilationsluften. Nu er der installeret radiatorer på alle kontorer. Det nye varmesystem er forberedt på lavtemperaturfjernvarme, som kommunen forventer indført i Hvidovre inden for en kortere årrække. Lavtemperaturfjernvarme betyder, at rør og radiatorer er større end i et traditionelt system for at kunne levere den samme mængde varme. Temperaturen sænkes indtil videre ved hjælp af en varmeveksler i Medborgerhuset. Temperaturen i det varme vand til radiatorerne ligger nu mellem 40 og 65 grader afhængig af varmebehovet. På hver radiator sidder en termostatventil, så den enkelte bruger kan skrue op og ned efter personligt behov.



Skitse til solafskærmning med solceller

### SOLAFSKÆRMNING MED SOLCELLER

På Hvidovre Medborgerhus' sydvendte facade bliver der etableret en solafskærmning forsynet med solceller. Målet er at mindske behovet for køling om sommeren og samtidig udnytte solafskærmningen ved at integrere solceller i konstruktionen. For fortsat at udnytte den naturlige solvarme er solafskærmningen anbragt så højt, at vintersolen kan skinne ind i bygningen. Solafskærmningen forsynes med 180 m<sup>2</sup> solceller. Solafskærmningen er et eksempel på renovering med merværdi, hvor solafskærmningen består af integrerede solceller og samtidig giver brugerne af bygningen en delvist overdækket terrasse.



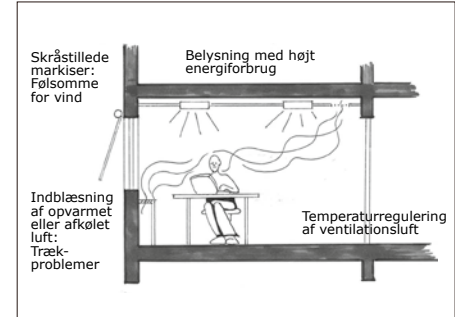


Bibliotekssalen med nyt kunstigt lys

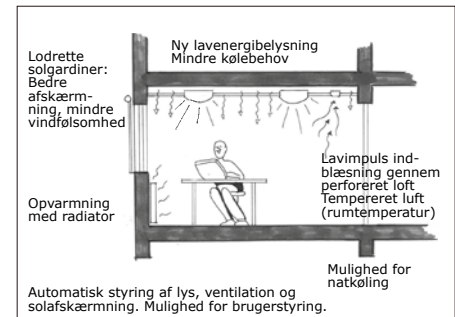
### CASE FOR METODEUDVIKLING

Bibliotekssalen i Hvidovre Medborgerhus har været case for et DTU-speciale, som har belyst en metode til en 50-årig langtidsplan for bygningen med forbedret indeklima og nedsat energiforbrug. Den helhedsorienterede metode kigger på alle elementer i bygningen og sikrer, at renovering af et enkelt element, ikke vil blokere for andre elementer senere. Metoden viser samtidig, om andre elementer med rentabel fordel kan tages med i den første renovering. Disse overvejelser er nødvendige, hvis man kun har midler til dele af en helhedsløsning.

I DTU-specialet er alle energiforbrugende elementer i bibliotekssalen vurderet, og det er beregnet, hvor stor en reduktion i forbrug et enkelt element kan bevirke samtidig med, at elementets betydning for de øvrige elementer er vurderet. For eksempel er det beregnet, at energiforbruget til ventilation kan reduceres med 98 %, da det var muligt at erstatte mekanisk med naturlig ventilation. Ligeledes kan energiforbruget til belysning nedsættes med 63 % ved øget ovenlys og anderledes lysskakter.



Kontorarbejdsplads før energirenovering



Kontorarbejdsplads efter energirenovering



**W** *Vi har fået en løsning på Hvidovre Medborgerhus, som tegner til at komme godt omkring de problemer, der var med indeklimaet. Jeg er glad for, at der er valgt tiltag som kombinerer energibesparelser med et godt indeklima, og som ekstra bonus giver et æstetisk løft af huset.*

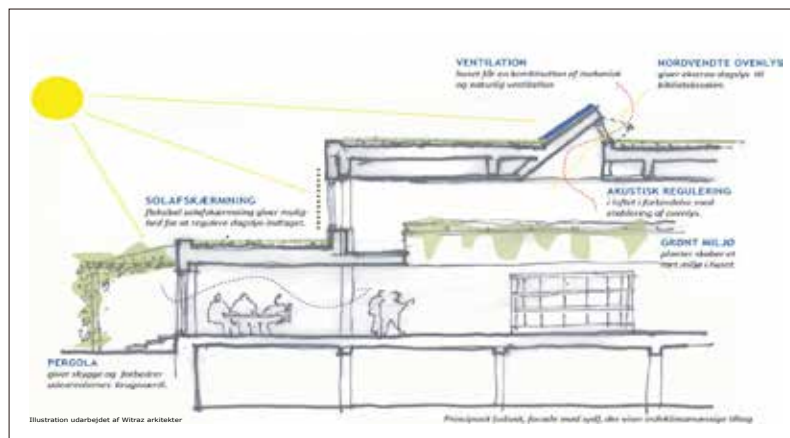
*Vibeke Otepka, arkitekt og projektleder, Hvidovre Kommune*

## BRUGERNE FØR OG UNDER BYGGEPROCESSEN

Brugerne har været inddraget i projektet, og der har været gennemført tidlige brugerundersøgelser både af kommunen før Plan C og af en Plan C-partner som forarbejde til campen.

Forventningen er, at brugerne oplever et markant bedre indeklima, når Hvidovre Kommune gennemfører den næste brugerundersøgelse i 2014. De tidligere problemer med træk og kulde vil blive reduceret kraftigt, og samtidig får brugerne mulighed for selv at regulere indeklimaet ved at skrue op og ned for varmen, samt lufte ud ved at åbne vinduet.

En af udfordringerne ved ombygningen af Hvidovre Medborgerhus er, at bygningen er i drift, og brugerne går blandt håndværkerne i det daglige. For at sikre de bedst mulige arbejdsbetingelser for brugere og håndværkere, har kommunen holdt et højt informationsniveau i forhold til brugerne. Blandt andet holder projektlederen ugentlige møder med brugergruppen for at informere om håndværkernes arbejde og tage hånd om bygnings udfordringer.



Skitse fra projektforslaget

## KONTAKTER



### **Vibeke Maria Otepka**

Arkitekt, Projektleder

mail: [vmo@hvidovre.dk](mailto:vmo@hvidovre.dk)

*Hvidovre Kommune - By- og Teknikforvaltningen*

*Ejendomsafdelingen*

mail: [bt@hvidovre.dk](mailto:bt@hvidovre.dk)



### **Svend Svendsen**

Professor

mail: [ss@byg.dtu.dk](mailto:ss@byg.dtu.dk)

*DTU Byg*

mail: [byg@byg.dtu.dk](mailto:byg@byg.dtu.dk)

## GATE 21

### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: [mll@temaconsult.dk](mailto:mll@temaconsult.dk)

*Gate 21 - By og Byg*

mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)

Læs mere på [www.plan-c.dk/Indeklima](http://www.plan-c.dk/Indeklima)



BALLONMAX

BALLONMAX



CP142





## *CTS fra strategi til praksis*

- *Om CTS fra strategi til praksis*
- *Processen*
- *Tekniske løsninger*
- *Projektmæssige løsninger*
- *Opvarmning af brugsvand i to trin*
- *Kontakter*

*Udrulning af CTS i Brøndby Kommune er baseret på en CTS-strategi og målrettet overførsel af erfaringer fra projekt til projekt.*





Mikkel Hansen fremviser CTS på Søholtskolen.

### CTS-ANLÆG

CTS står for Central Tilstands-kontrol og Styring. CTS-anlæg anvendes primært til at styre og regulere bygningers lys samt varme- og ventilationsanlæg, så de fungerer optimalt med det mindst mulige energiforbrug.

Brøndby Kommune har valgt et åbent CTS-system fremfor et lukket leverandørspecifikt system.

## Om CTS fra strategi til praksis

Brøndby Kommune udskifter og etablerer over få år energibesparelser for 47 mio. kr. i de kommunale bygninger. En væsentlig del af investeringen går til etablering af CTS. Første step var at udarbejde en CTS-strategi.

Sammen med Plan C har kommunen udført et konkret CTS-demonstrationsprojekt på Søholtskolen og erfaringerne fra Brøndby indgår i Plan C's CTS-guide (se side 54) med standardiserede dokumenter til gennemførelse af CTS-projekter på en mere effektiv måde.

### UDBYTTE

- **Øget konkurrence i udbudsfasen, hurtigere gennemførelse af projekterne og mindre administrative omkostninger.**
- **Forventede energibesparelser på el og varme på 20%, lavere vedligeholdelsesudgifter og bedre indeklima.**

Energibesparelser- og CTS-projektet i Brøndby er så stort, at det har været muligt at gennemføre forsøgs- og pilotprojekter på enkelte mindre institutioner, for efterfølgende at skalere de bedste resultater til alle de øvrige CTS-projekter.

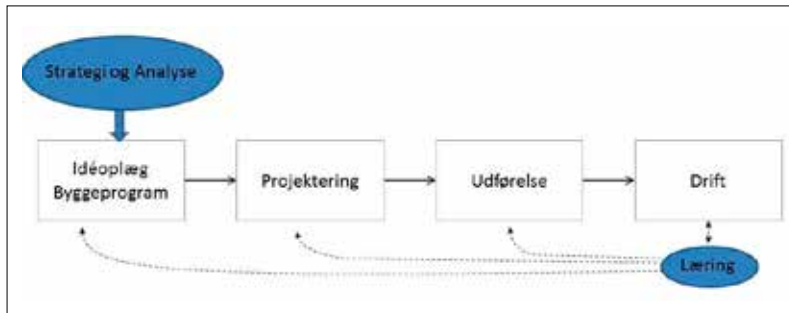
## PROCESSEN

Med udgangspunkt i EMO-rapporter for de kommunale bygninger afsatte Brøndby Kommune en pulje på 47 mio. kr. til at gennemføre energibesparende foranstaltninger, der har en tilbagebetalingstid på under 13 år. Projektet skal gennemføres over en to-årig periode i 2012-2013.

I den indledende fase blev der skabt et overblik og en analyse af de afgørende faktorer, barrierer og muligheder. Det var forudsætningen for en prioritering og et valg af, hvor og hvordan CTS bedst kan bidrage, som en effektiv teknisk løsning til at opnå energibesparelser. Brøndby Kommunes CTS-strategi består derfor af to elementer:

- *Strategisk energioptimal styring og drift med CTS opnås gennem indledende analyser og fastlæggelse af strategi for bedre samspil og anvendelse af CTS.*
- *Professionel dialog skal sikre systematisk erfaringsopsamling og professionalisering af CTS-styringen i de kommunale bygninger.*

Ved at forene de to elementer sker der en stadig forbedring i krav og metoder af de installerede anlæg, samtidig med at læring i driftsfasen kan anvendes både i driften på andre institutioner og som læring i forbindelse med nye anlæg.



Proces for CTS-projekt i Brøndby Kommune

## SØHOLTSKOLEN

Skolen er opført i 1973 og er på ca. 13.600 m<sup>2</sup>. Der er samlet investeret 1,65 mio. kr. excl. moms i energirenovering på Søholtskolen. Tilbagebetalingstiden er vurderet til ca. 9½ år. Den forventede energibesparelse var ca. 20 % og en reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen på ca. 52 tons pr. år.

Udarbejd en fælles online tjekliste som værktøj for analyse og beslutning.

Deltag i idéudvikling og bidrag med viden fra andre projekter.



## TEKNISKE LØSNINGER

### ETABLERING AF VEJRSTATIONER

Der er etableret to vejrstationer for hele projektet, hvor udetemperatur, vindhastigheder, solindfald mv. bliver målt, og informationer herom sendt til den centrale CTS-computer. Her kan CTS-anlægget så kompensere for vejret. Solindfald betyder ofte varmetilskud svarende til, at udetemperaturen er 2-4 °C højere, og energiforbruget til opvarmning kan ved den rigtige styring reduceres ganske betragteligt. For at udnytte fjernvarmen bedst muligt, er der på Søholtskolen etableret et system, hvor fjernvarmen cirkuleres en ekstra gang i en varmeveksler og dermed sænker temperaturen i returvandet.

### LOGBOG FOR DE ENKELTE ANLÆG DIREKTE I CTS-SYSTEMET

Der er etableret CTS-anlæg med central styring og en række teknisk ens funktioner. Det er derfor muligt at anvende CTS som et 'diagnose'-værktøj og til staidighed foretage optimering af anlæggene. Erfaringer kan overføres fra et anlæg til det næste. Alle data samles på hver CTS-styringsside, og der er en log for ændringer. Dermed har man meget gode muligheder for at fortsætte reduktion i energiforbruget og optimering af anvendelsen.

### FJERNBETJENING OG OVERFØRELSE AF TEKNISKE ALARMER

Man kan tilgå det webbaserede CTS-system fra enhver PC. Det giver mulighed for, at alarmer på et anlæg kan tilgå fx alarmcentralen, så man får hurtig indgriben på tekniske alarmer. Der har for eksempel været en institution, der stod uden varme pga en stoppet pumpe. Den tekniske alarm sikrede, at fejlen hurtigt blev udbedret.



### INTEGRATION MED AIA-ANLÆG

Generelt er CTS-anlæggene blevet koblet sammen med AIA (tyverialarm). CTS-systemet anvender AIA-følerne til at registrere tilstedeværelse i rummene, og dermed starte og stoppe varme og lys. Dette sikrer, at der ikke tændes unødigt for varmen på fx skæve helligdage og ferier, hvor bygningerne ikke anvendes, og der lukkes ned så snart bygningen forlades. Fælles kabeltræk til CTS og AIA har også flere steder givet store anlægsbesparelser.

## PROJEKTMÆSSIGE LØSNINGER

### Tjekliste til analyse og dataindsamling

En nyudviklet tjekliste er kommunens værktøj til systematisk indsamling af oplysninger. Den bruges til analyse, inden hvert CTS-projekt iværksættes. Brøndby Kommune har en webportal, der kan anvendes af alle aktører i processen, og hvor alle tjeklistens informationer er opbevaret. Man kan deles om at udfylde tjeklisterne online og være sikker på at tjeklisterne altid er up-to-date.

### Erfaringer bruges direkte

En nyudviklet CTS-håndbog indeholder de generelle tekniske specifikationer for CTS-anlægget. Håndbogen opdateres løbende i takt med nye erfaringer og viden fra projektførelset. CTS-håndbogen indgår som en del af projekt- og udbudsgrundlaget for hvert projekt, og erfaringerne bliver dermed anvendt direkte i de næste projekter.

### Energipulje

Fremfor at øremærke midlerne til konkrete projekter, valgte man at skabe en energipulje. Betingelsen for at bruge midlerne i puljen er, at de udførte energirenoveringsarbejder skal have en tilbagebetalingstid på under 13 år. I den oprindelige plan var der oplyst 11 projekter. Ved at gentage gode energibesparende løsninger og standardisere projekthåndteringen er energibesparelsen øget markant for samme investering. Der er gennemført mere end 24 energirenoveringsprojekter med en samlet gennemsnitlig tilbagebetalingstid på ca. 10 år og en forventet yderligere reduktion af CO<sub>2</sub>-udslippet med ca. 25 % i forhold til de oprindelige overslag.

### Standardiseret udbudsmateriale

Udbud af alle projekter som én samlet opgave ville give for mange usikkerheder og uklarheder og ville medføre en for stor økonomisk risiko. Derfor blev udbuds- og acceptmaterialet standardiseret. Med det materiale blev der afholdt udbud ved hvert eneste projekt med bud på den konkrete løsning. Derved har de bydende kunnet afgive en konkret og 'skarp' pris uden store usikkerhedstillæg.

Del arbejdet op i mindre projekter med en fælles pulje, således at de enkelte projekter 'konkurrerer' om at være bedst.



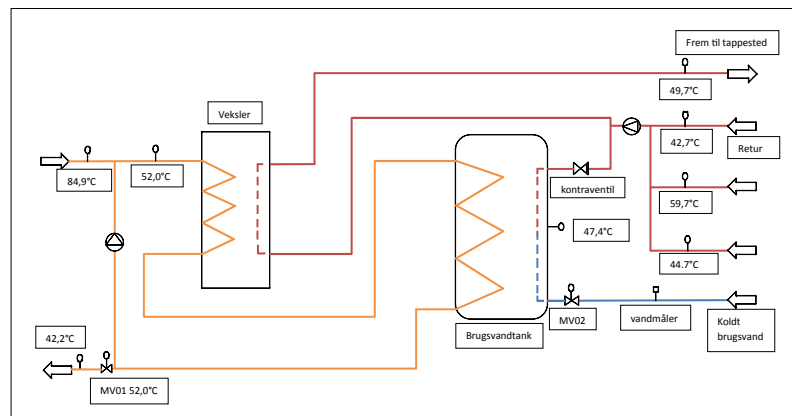
Med det nye anlæg forventer vi en besparelse på 20 % af energiforbruget og en tilbagebetalingstid, der er kortere end de 13 år, som var den politiske ramme for projektet. Oveni energi-besparelserne forventer vi lavere driftsomkostning på varmeanlægget og et bedre indeklima for brugerne.

Mikkel Hansen, projektleder, Brøndby Kommune.

## OPVARMNING AF BRUGSVAND I TO TRIN

Der er udviklet en ny teknisk løsning, hvor brugsvandet opvarmes i to trin. Løsningen blev først afprøvet i et forsøgsprojekt.

Fjernvarmevandet ledes gennem den primære varmeveksler. Derefter forvarmes vandet i brugsvandtanken af fjernvarmevandet. Det afkølede fjernvarmevand opvarmer så det koldeste brugsvand, før det sendes retur til fjernvarmeværket. Når der tappes varmt brugsvand tages det forvarmede vand fra brugsvandtanken og ledes gennem primærveksleren. Her sker den sidste opvarmning, inden brugsvandet anvendes. Returnvandet bliver med løsningen kølet maksimalt, kalkaflejring i brugsvandveksleren mindskes, og energiforbruget reduceres, når brugsvandet ikke står 'over'-opvarmet.



CTS-system for brugsvand

## KONTAKTER



BRØNDBY KOMMUNE

### **Mikkel Hansen**

Projektleder

mail: mikha@brondby.dk

*Brøndby Kommune - Teknisk Forvaltning - Byg*

mail: teknik@brondby.dk

## GATE 21

### **Marie-Louise Lemgart**

Projektleder - Plan C og VEKS

mail: mll@temaconsult.dk

*Gate 21 - By og Byg*

mail: gate21@gate21.dk

Læs mere på [www.plan-c.dk/CTS](http://www.plan-c.dk/CTS)







## *Fra idécamp til helhedsløsning*

- *Om idécamp*
- *Hvorfor idécamp*
- *Idéen*
- *Eksempelprojekt*
- *Projektet anno 2013*
- *Kontakter*

*En renoveringsklar bygning på Islands Brygge 37. En vision om Bæredygtigt Byggeri. Det var den enkle indgangsvinkel, da Plan C-partnere på workshoppen CAMP IB37 kom med idéer til, hvordan kontorbygningen kunne renoveres i et bæredygtigt perspektiv. Og idéerne holdt ved gennem hele planlægningsprocessen.*



## Om idécamp



Deltagere på CAMP IB37

Københavns Kommune har siden 2010 haft en renovering af bygningen Islands Brygge 37 på tegnebrættet. Processen blev kick-startet i september 2010 med en idéworkshop CAMP IB37, hvor en lang række Plan C-partnere, over en periode på 14 dage, udviklede idéer og koncepter til, hvordan Islands Brygge kunne blive et bæredygtigt byggeri gennem energirenovering. Campen førte til et stort idékatalog, som har fulgt planlægningsprocessen samtidig med, at Københavns Kommune har trukket på andre Plan C-produkter som RenProces og Totalværdimodellen.

### UDBYTTE

- **Campkoncept til idéudvikling baseret på skitserende programanalyse.**
- **Metode til nedbrydning af faggrænser, hvor f.eks. driftsfolk giver inspiration til rådgivere og får bedre løsninger.**
- **Anvendelse af nye værktøjer og modeller om byggeproces og helhedsorienteret tankegang.**
- **Nye samarbejdsstrukturer om renoveringsprojekter indenfor kommunen.**

Idékataloget dannede i april 2011 grundlag for, at et projekt til 185 mio. kr. om renovering af hele Islands Brygge 37 blev spillet ind til budgetforhandlingerne i Københavns Kommune. Projektet kom imidlertid ikke med på budgettet. Et øget fokus på at arealoptimere i forhold til antal medarbejdere førte efterfølgende til beslutning om, at forvaltningen kun har brug for 10.000 m<sup>2</sup> af ejendommens i alt 16.000 m<sup>2</sup>.



## HVORFOR IDÉCAMP

Campen havde til hensigt, at:

- *afprøve metoden "skitserende programanalyse" i en tværfaglig kontekst.*
- *afprøve triple-helix samarbejde for et konkret projekt med den samlede partnerkreds i Plan C.*
- *skabe inspiration og afprøve andre tilgange og samarbejdsformer på tværs af fagdiscipliner og kommunens forvaltninger.*

Campen resulterede bla. i et idékatalog, der giver bud på en arkitektonisk disponering af bygningen, bæredygtige tiltag og en række prioriteringer, der skal foretages i forbindelse med en bæredygtig tilgang til bygningen.

Der blev identificeret tre gennemgående temaer, der indfanger de overordnede tilgange til en fyrtårnsrenovering af Islands Brygge 37.

### Huset i byen

Huset i byen handler om et offentligt, aktivt, tilgængeligt og indbydende hus for byens borgere og husets daglige brugere (ansatte). Huset indgår i en bykontekst og skal bidrage til byen som mødested og samlingspunkt.

### Det fortællende hus

Det fortællende hus er et hus, der umiddelbart fortæller om ressourceforbrug (energi, vand, materialer og affald) og eventuel lokal produktion af energi. Et hus, der giver den enkelte mulighed for at opnå forståelse for og indsigt i husets opbygning og drift.

### Et hus for mennesker

Et hus for mennesker skal give brugeren lyst til at opholde sig i huset. De skal føle komfort, og bygningen skal understøtte arbejdsmiljø og trivsel.

## ISLANDS BRYGGE 37

Ejendommen blev opført i 1918 (bygning 1) – og tilbygget i 1950 (bygning 2). Bygningen huser Teknik- og Miljøforvaltningen. Bygningens areal er 16.000 m<sup>2</sup> og er i 7 etager. Ejendommen er grundlæggende karakteriseret ved:

- *et lille klimaskærmsareal og en meget kompakt bygning.*
- *et vinduesareal på 12 procent af etagearealet.*

Bygningen er bevaringsværdig i SAVE kategori 3 (høj bevaringsværdi).

**Lad virksomheder selv melde sig til en idécamp – pluk ikke – det giver nye og skæve vinkler og idéer, når ingeniører leger arkitekter.**

**Tag styring: skab et resultat (f.eks. et katalog), der fremviser visionen og fastholder idéerne.**

## IDEEN – Idécamp og idékatalog inden bæredygtig renovering

For at skabe et rum for innovation på tværs af faggrænser i projektet om bæredygtig renovering af Islands Brygge 37, gennemførte en række Plan C-partnere en workshop i perioden 13.-24. september 2010 – CAMP IB37.

### CAMP IB37 - DELTAGERE

Deltagerkredsen kom fra kommuner, rådgivere, entreprenører, producenter og videninstitutioner.

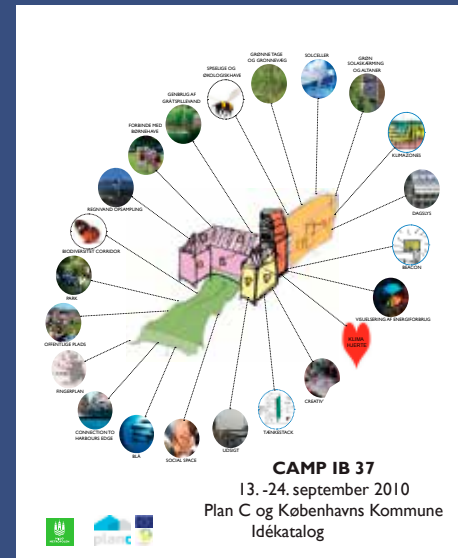
Et lille team var gennemgående i campen, mens de fleste deltog i udvalgte dele ud fra faglig interesse og kompetencer. Der deltog både specialister og generalister.

### CAMP IB37 - METODE

Campens metode var skitserende programanalyse kombineret med andre faciliterings- og idégenereringsmetoder. Integreret i campens program var inspirationsoplæg fra eksterne oplægsholdere.

### CAMP IB37 - PROGRAM

- **Fælles opstart:** *Besigtigelse, rammer og metode*
- **Huset indefra:** *Rum og funktion, tekniske koncepter, forsyning, drift, adfærd og brugervenlighed*
- **Huset udefra:** *Klimaskærm, forsyningsmix, klimatilpasning, klimaskærm - ny facade på bagbygning*
- **Helhedskoncepter:** *Tre helhedskoncepter udvikles ud fra de tidligere dages arbejde*



*Idékataloget*

### CAMP IB37 - IDÉKATALOG

Idékataloget er det samlede overblik over de ideer, der blev genereret på workshoppen. Tre helhedskoncepter er præsenteret og er brugt i det videre arbejde med bevillings- og beslutsningsgrundlag og byggeprogram.

## EKSEMPELPROJEKT

En klimarenovering af IB37 vil skabe erfaringer med, og være et eksempel på, hvordan Københavns Kommune kan nå sine mål i Miljømetropolen i 2015 og i Klimaplanen i 2025. Denne funktion som eksempelprojekt er vigtig for at vise vejen for blandt andet det øvrige kontor- og erhvervsbyggeri i kommunen samt bidrage til at konkretisere kommunens strategier indenfor klimatilpasning, porteføjludvikling og -optimering, grøn vækst og offentlige-private partnerskaber og Metropol for mennesker.

Således indgår der i ønsket om en gennemgribende renovering og ombygning af IB37 både ønsket om miljørigtige og bæredygtige løsninger, samt ønsket om flere og bedre kontorarbejdspladser for at kunne fremstå som en attraktiv og moderne arbejdsplads.

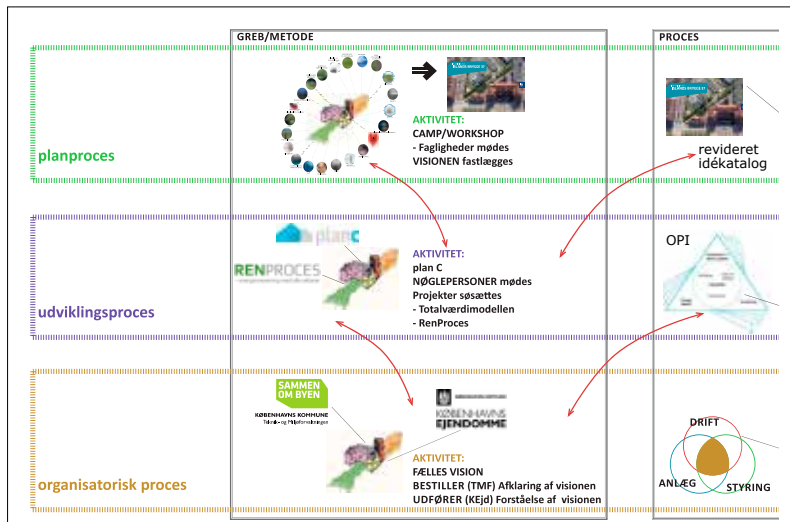
### Proces fra idécamp til businesscase

Der er siden idécampen gennemført en række workshops, opstillet businesscases, budgetter og politiske indstillinger. Teknik- og Miljøforvaltningen håndterer processen således:



”Workshoppen var vigtig for at få tanker og ideer ind udefra. Arkitekter er ofte toneangivende, men vi oplevede pludselig under workshoppen, at elinstalatøren gav ideer til arkitekter og ingeniører. Vi fik stillet spørgsmål ved ”hvorfor”, hængte den faglige kasket på knagen og lavede sammen bæredygtige løsninger.

Jens-Kristian Jacobsen – Chefkonsulent og projektleder, Teknik- og Miljøforvaltningen, Københavns Kommune.



### PROJEKTET ANNO 2013

På baggrund af processen er forprojektet til renovering af 10.000 m<sup>2</sup> (bygning 1) til 90 mio. kr. udviklet. Projektet svarer til organisationens arealbehov. Der etableres en lodret deling mellem bygning 1 og bygning 2, som muliggør en fremtidig udlejning af resterende arealer. Mellem bygning 1 og bygning 2 etableres et glastårn "Træet", som bliver den lodrette forbindelse mellem fællesområder, kaffelounge, hovedindgang og mødecenter op igennem bygningen. En ny ankomstbygning vil fremstå med samme udtryk som mødetårnet. Mod hovedindgangen anlægges en rampe, der tilgodeser tilængselighedskrav.



*Forprojektet er udviklet af SITE arkitekterne i samarbejde med kommunens forvaltninger*

I stueetagen i bygning 1 finder man fællesfunktioner som den nye kantine med mødefaciliteter, cafe og vinterhave, samt ankomstområdet med en stor fælles reception og et udstillingsområde til konkurrencer, plancher og nyt byinventar. Arbejdspladserne på de enkelte etager er som princip udlagt som mindre klynger, der afgrænses af interne flex- og møderum. Projektet behandles politisk i 2013.

## KONTAKTER



### **Thomas Chapelle**

Projektleder

mail: thchap@tmf.kk.dk

*Københavns Kommune - Teknik- og Miljøforvaltningen*

*Center for Miljø*

*mail: miljoe@tmf.kk.dk*

### **Jens-Kristian Jacobsen**

Chefkonsulent

mail: jenjac@tmf.kk.dk

*Københavns Kommune - Teknik- og Miljøforvaltningen*

*Center for Ressourcer*

*mail: ressourcer@tmf.kk.dk*

### **Rachel MacIntyre**

Arkitekt MAA, LEED AP BD + C

Bolig og Byfornyelse

mail: XY2A@tmf.kk.dk

*Københavns Kommune - Teknik- og Miljøforvaltningen*

*Center for Bydesign*

*mail: bydesign@tmf.kk.dk*

### **Signe Bang Korsnes**

Udviklingskonsulent, arkitekt MAA

mail: signe.korsnes@kff.kk.dk

*Københavns Kommune - Kulturforvaltningen*

*Københavns Ejendomme - Analyse og udvikling*

*mail: kejd@kff.kk.dk*

## GATE 21

### **Per Boesgaard**

Projektleder - Plan C

mail: per.boesgaard@gate21.dk

*Gate 21 - By og Byg*

*mail: gate21@gate21.dk*

Læs mere på [www.plan-c.dk/IB37](http://www.plan-c.dk/IB37)



## *Produkter*



### **DETALJE**



Dagslysstyret LED-belysning

s. 138



Bedre lys til ældre

s. 148



Lavtryksventilation

s. 156



Energirigtig boligventilation

s. 164







## *Dagslysstyret LED-belysning*

- *Om dagslysstyret LED-belysning*
- *Resultater*
- *Tekniske løsninger*
- *Forsøgslokaler*
- *Fremtidens lys*
- *Målinger og test*
- *Kontakter*

*Et lyskoncept til dagslysstyret LED-belysning til skoler skaber bedre indeklima og markante energibesparelser:*



## Om dagslysstyret LED-belysning



Klasselokale med LED-belysning på Grøndalsvængets Skole

Plan C's forsøgsprojekt med LED-belysning på Grøndalsvængets Skole i København har reduceret energiforbruget til lys i klasselokalet med 49 %. Samtidig har brugen af forskellige lyskilder og bedre styring givet mulighed for forskellige lyssætninger afhængig af behov og undervisningssituation. I opfølgningen på projektet har Plan C kigget på det samlede indeklima, hvor lyset indgår sammen med faktorer som temperatur, CO<sub>2</sub>-indhold og lydniveau i lokalerne.

### UDBYTTE

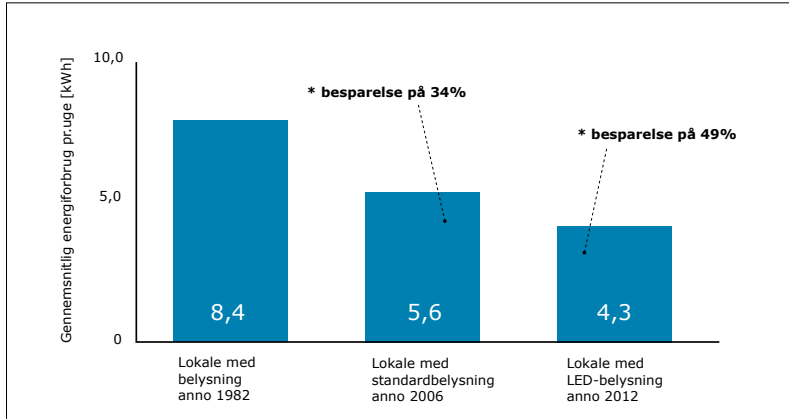
- **Forbedret indeklima og trivsel.**
- **Markante energibesparelser på op til 49 %.**
- **Fleksibelt lysdesign der understøtter undervisningen.**

I efterårsferien 2011 installerede fem Plan C-partnere ny belysning i et klasselokale på Grøndalsvængets Skole. Formålet med projektet er at undersøge, hvordan den nye belysning påvirker energiforbruget og elevernes trivsel sammenlignet med traditionel belysning. Der er skabt en økonomisk rentabel løsning, som kan gentages på andre folkeskoler.

Forskning har vist, at gode indeklimaforhold og herunder lysforhold kan være med til at forbedre elevernes koncentrationsevne og dermed sikre dem et større udbytte af undervisningen. Forsøgsprojektet har derfor testet både energiforbruget og sammenhængen mellem belysningsforhold og koncentrationsevne blandt eleverne på Grøndalsvængets Skole.

## RESULTATER

### Energibesparelse



Samlet energiforbrug og besparelser til belysning fra medio november 2011 til medio maj 2012

I forsøget har man sammenlignet tre belysningsløsninger i tre klasselokaler (se side 143). Målingerne af energiforbruget i det tre lokaler har påvist en reduktion i energiforbrug i lokalet med lysstyring på 49 %.

#### Merværdi

- Den nye belysning har givet ro og fokus hos eleverne, når der anvendes smartboard. Det skyldes formentlig dæmpet lys og brug af bordlamper.
- Elever og lærere har opnået en mere aktiv brug af lyset – såvel kunstigt lys som dagslys. Den nye belysning har forbedret både indeklima og trivsel, blandt andet ved at reducere støj.

### TIPS OG TRICKS VED INVESTERING I NY BELYSNING:

- Få foretaget en beregning af det konkrete projekt, hvor både anlægsomkostninger og driftsomkostninger indgår i beregningen.
- En halvering af energiforbruget ved brug af LED vil give besparelser på driftsbudgettet, men hvor meget afhænger af den konkrete brugstid og elpris.
- Der kan også spares på vedligeholdelsesomkostningerne, hvis der vælges LED, hvor levetiden er 3-4 gange så lang som for lysrør.
- Hvorvidt investeringen vil være betalt tilbage inden for en acceptabel tidsramme, afhænger naturligvis af prisen på armaturer, styringskomponenter og installationen af disse.
- Prisen for LED er fortsat faldende, og m<sup>2</sup>-prisen på udstyr og installation vil være mindre for en større ombygning fx på en hel skole end for et enkelt demolokale.
- I mange tilfælde vil opgradering af belysningen være påkrævet, for at belysningen kan leve op til dagens krav. Belysningen bør indgå i de renoverings- og ombygningsprojekter, fx støjdæmpning, der under alle omstændigheder er planlagt.

## TEKNISKE LØSNINGER - Dagslysstyret LED-belysning

### SYSTEM

I lokalet er LED-armaturerne placeret i loftet med 2,4 m afstand i begge retninger. Spotlights er installeret i loftet langs væggene til belysning af tavle og oplysning af vertikale flader. Brugen af spotlights skaber et mere fleksibelt lysdesign for elever og lærer, fordi lyssætningen bedre kan tilpasses de forskellige undervisningssituationer, fx ved brug af smartboard.

LED armaturer: 9 stk. PowerBalance RCB460 W60L60

1xLED28S/830 (35W)

Spotlights: 4 stk. Stylid BBG542 1xSLED1700/830 WB (40W)

Spotlights: 6 stk. Stylid BBG522 1xSLED800/830 MB (16W)

Lyssensor: 2 stk. OccuPlus sensor LRM2080 + LCC2080 kabel

### STYRING

Belysningen er zoneinddelt, hvor hver zone kan styres individuelt. Sensorer er placeret midt i lokalet og registrerer lysniveau og bevægelse. Belysningen reguleres/tændes/slukkes i forhold til dagslys i lokalet og om der er personer tilstede. Via trykknapper er der mulighed for at styre belysningen. Såvel loftbelysning som spots kan dæmpes eller skrues op. Armaturerne er med dæmpbare DALI-forkoblinger. Belysningen er indstillet til at give godt 200 lux på bordene. Belysningen skal aktivt tændes, men slukker automatisk efter 7½ minut, når lokalet forlades.

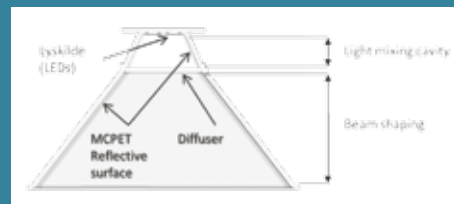
### FUNKTION

#### Almenbelysning

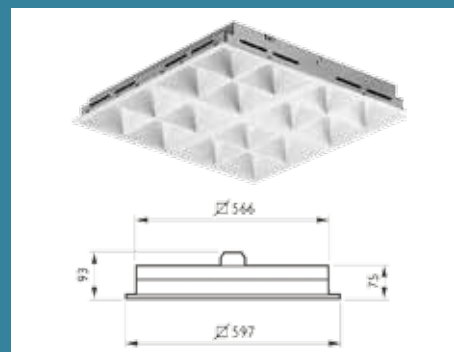
- tændes manuelt
- reguleres automatisk i forhold til dagslys
- slukkes med PIR (passiv infrarød sensor)
- styres manuelt ved tænd/sluk/dæmp

#### Tavle og særbelysning

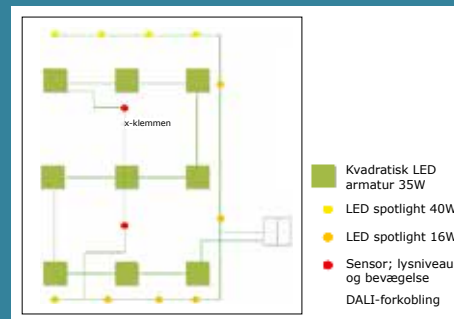
- tændes manuelt
- slukkes med PIR (passiv infrarød sensor)
- styres manuelt ved tænd/sluk/dæmp



SPO - Smart Pyramid Optics



PowerBalance W60L60



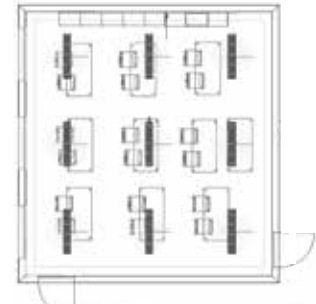
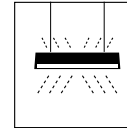
Styringsdiagram for forsøgslokale med LED

## FORSØGSLOKALER

### Typisk undervisningslokale med belysning anno 1982

Nedhængte lysstofrørsarmaturer.

9 stk. 2x36W lysrørsarmaturer med konventionelle forkoblinger, med et effektforbrug på 85W pr. armatur og manuel styring. Armaturerne er nedhængte, hvilket giver mulighed for oplys på loftet, men samtidig gør det armaturerne mere sårbare over for hærværk, og det øger tilsmudsningen af armaturerne og lyskilderne, da støv kan lægge sig ovenpå.

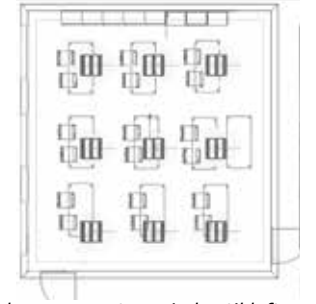
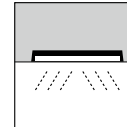


*Nedhængte lysstofrørsarmaturer.*

### Lokale med standardbelysning anno 2006

Indbyggede lysrørsarmaturer i akustikloft med højfrekvente forkoblinger.

9 stk. 3x14W lysrørsarmaturer med højfrekvente forkoblinger, med et effektforbrug på 48W pr. armatur og manuel styring.

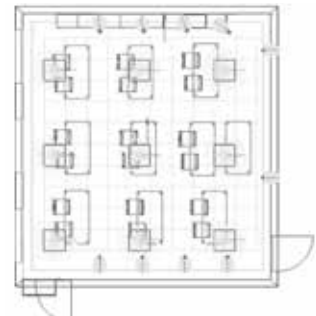
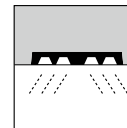


*Indbyggede lysrørsarmaturer i akustikloft med højfrekvente forkoblinger.*

### Lokale med nyeste belysning med LED anno 2012

Indbyggede kvadratiske LED-armaturer i akustikloft og LED-spotlights langs væggene.

9 stk. LED-armaturer med et effektforbrug på 35W pr. armatur. Til belysning af tavle og oplysning af vægge er der opsat 10 stk. LED-spotlights med et effektforbrug på hhv. 16 og 40 W. Lyset reguleres via sensor i forhold til dagslys og bevægelse.



*Indbyggede kvadratiske LED-armaturer i akustikloft og LED-spotlights langs væggene.*

Generelt for alle 3 lokaler: Lokalerne er tæt møbleret og nye smartboards giver udfordringer i forhold til belysningen. Gardiner trækkes typisk for.



**Tænk ikke kun i energibesparelse, når der skal vælges belysning. Komfort og energibesparelser kan sagtens gå hånd i hånd.**

**Tænk i fleksibilitet - det er ikke nok at kunne vælge mellem slukket og tændt. Der skal kunne laves forskellige lyssætninger til forskellige undervisningssituationer.**

## FREMTIDENS LYS

Ud fra forsøgsprojektet på Grøndalsvængets Skole, er der foretaget en analyse af lysdesignet ved undervisningssituationer i de tre lokaler. Det er undersøgt, hvilke faktorer, der bidrager til at skabe de bedste lysforhold i et klasselokale på en normal skoledag.

### Lokale med dagslysstyret LED og LED spotlights

Udgangspunktet for en bedre belysning i klasselokalet er muligheden for at tænde lyset de steder, hvor der er behov for det. Hvis undervisningen foregår på et smartboard, er det projektoren, som lyser smartboardet op, og så skal der ikke være forstyrrende lys på smartboardet fra loftet eller spots. Er det klassesamtaler eller lignende, skal der være et godt generelt lys i lokalet, så elever og lærere kan se hinanden tydeligt. Illustrationen af lokalet med fremtidens lys kommer med forslag til brugen af lys i forskellige undervisningssituationer.

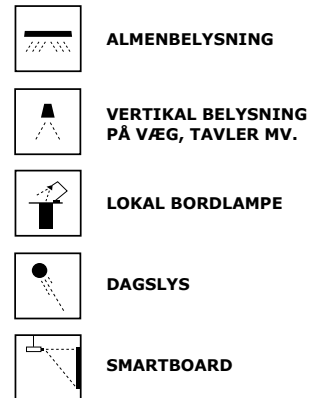
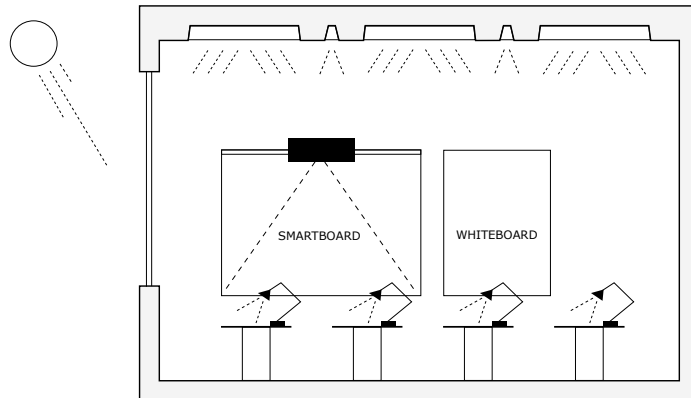


” Med den nye belysning har vi sparet en stor del af elregningen og samtidig givet lærere og elever et bedre lokale til undervisningen. Projektet har givet os ny viden om, hvilke belysningsmæssige overvejelser, vi skal gøre os i fremtiden omkring nye undervisningsformer som eksempelvis smartboards.  
Signe Korsnes, projektleder hos Københavns Ejendomme.

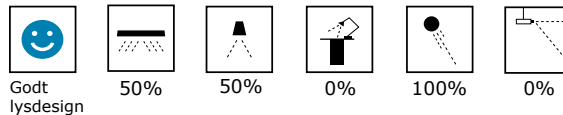


” Lyskonceptet kan bruges bredt i de danske skoler. Projektet viser, at lysdesign baseret på LED-lys ikke blot sparer energi og penge, men også gør det mere behageligt for eleverne at være i skolernes lokaler.  
Per Boesgaard, projektleder, Plan C.



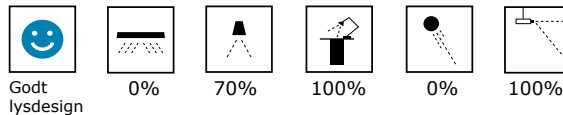


#### FRIKVARTER



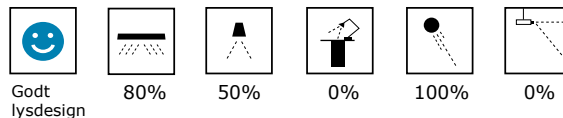
I frikvarterne er det vigtigt, at man dæmper den kunstige belysning samt smartboard. Gardinerne skal trækkes fra, så dagslyset kan genoplade eleverne.

#### TIME MED SMARTBOARD



I en undervisningstime med brug af smartboard trækkes gardiner for. Loftsbelysningen slukkes. De indbyggede spots langs vægfladerne dæmpes, så lokalet stadig er defineret. Eleverne skal tænde deres lokale bordlamper, så de kan tage noter, mens der undervises med smartboard.

#### TIME UDEN SMARTBOARD



I en undervisningstime uden brug af smartboard, trækkes gardinerne fra, så dagslys kan trænge ind. Den kunstige belysning reguleres automatisk, og eleverne skal slukke deres bordlamper. De indbyggede spots langs vægfladerne dæmpes også.

Illustration af lokale med fremtidens lys



Opsatte bordlamper i forsøgslokale med LED. Eleverne fik hver deres bordlampe. For at skabe ejerskab fik de selv lov til at samle og male lamperne, så de fik et individuelt særpræg.

## MÅLINGER OG TEST

Plan C har i forsøgsprojektet undersøgt betydningen af lysstyring, placering af armaturer, lysstyrke og muligheder for variation af belysning i forskellige undervisningssituationer. Målinger og indlæringstests blev foretaget over fire uger, hvor eleverne hver uge skiftede lokale. Indeklimaet i lokalerne blev målt med fokus på temperatur, luftfugtighed, lydforhold og CO<sub>2</sub>. I lokalerne var CO<sub>2</sub>-koncentrationerne stort set ens, dog over grænseværdien på 1.000 ppm i 65 % - 78 % af undervisningstiden.

## Mere koncentration hos eleverne

Indeklimaet i lokalerne viste sig at være nogenlunde ens, og test af eleverne viste ikke forskel i elevernes præstation i de tre lokaler. Dog vurderede lærerne i en spørgeskemaundersøgelse blandt andet, at eleverne virkede mere koncentrerede end normalt, når de havde undervisning i det nyrenoverede lokale. Lærerne vurderede også det nyrenoverede lokale som et bedre undervisningslokale end de to andre lokaler.

## Individuelle bordlamper øger koncentrationen

Loftsbelysningen slukkes ofte, for at få et klart og tydeligt billede på smartboardet. Eleverne fik derfor hver deres bordlampe, som gav dem en oase af lys, hvor de kan tage notater i undervisningen. Fokus rettes på den måde visuelt på noter og smartboard, hvilket har givet eleverne endnu bedre vilkår for at koncentrere sig i timerne.

**Smartboard og andre tavler bør placeres vinkelret på vinduespartiet.**

## KONTAKTER



### **Signe Bang Korsnes**

Udviklingskonsulent, arkitekt MAA  
mail: [signe.korsnes@kff.kk.dk](mailto:signe.korsnes@kff.kk.dk)  
Københavns Kommune - Københavns Ejendomme  
Analyse og udvikling  
mail: [kej@kff.kk.dk](mailto:kej@kff.kk.dk)



### **Nikolaj Birkelund**

Lysdesigner  
mail: [NBPE@cowi.dk](mailto:NBPE@cowi.dk)  
COWI a/s  
Byggeri Øst  
mail: [cowi@cowi.dk](mailto:cowi@cowi.dk)



### **Thomas O. L. Larsen**

Account Manager  
mail: [thomas.larsen@schneider-electric.com](mailto:thomas.larsen@schneider-electric.com)  
Schneider Electric  
mail: [info.denmark@buildings.schneider-electric.com](mailto:info.denmark@buildings.schneider-electric.com)

## PHILIPS

### **Anne Marie Lund**

Lysdesigner  
mail: [anne.marie.lund@philips.com](mailto:anne.marie.lund@philips.com)  
Philips Lighting  
mail: [lighting.dk@philips.com](mailto:lighting.dk@philips.com)

## GATE 21

### **Per Boesgaard**

Projektleder - Plan C  
mail: [per.boesgaard@gate21.dk](mailto:per.boesgaard@gate21.dk)  
Gate 21 - By og Byg  
mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)



### **Anne Iversen**

Ph.d. og videnskabelig assistent hos SBI, ingeniør  
mail: [avi@sbi.auu.dk](mailto:avi@sbi.auu.dk)

### **Martin Grün Roien**

Ingeniørstuderende  
mail: [mgro@adm.dtu.dk](mailto:mgro@adm.dtu.dk)  
DTU Byg  
Professor Svend Svendsen  
mail: [ss@byg.dtu.dk](mailto:ss@byg.dtu.dk)

Læs mere på [www.plan-c.dk/LED](http://www.plan-c.dk/LED)





## *Bedre lys til ældre*

- *Om bedre lys til ældre*
- *Hvorfor bedre lys til ældre*
- *Resultater*
- *Tekniske løsninger*
- *Prøveboligens indretning*
- *Fremtidens lys for ældre - og andre*
- *Kontakter*

*Nye belysningsløsninger, der giver både energibesparelser og bedre belysning for ældre er i fokus i projektet "Bedre lys til ældre". Et nyt lyskoncept er blevet testet i en prøvebolig til et kommende plejecenter. Konceptet tager højde for de problemstillinger, det aldrende syn giver ældre mennesker.*



## Om bedre lys til ældre



Prøvebolig

Lys er ikke bare lys – forskning viser, at lyset påvirker både fysik og psyke.

I Plan C's forsøgsprojekt om "Bedre lys til ældre" er der fokus på belysningen i fremtidens boliger til ældre. Nye LED-belysningsløsninger med styring giver mulighed for at tilpasse belysningen til de ældres særlige behov og samtidig sikre energibesparelser. I forsøget har partnerne gennemført fokusgruppeundersøgelser med ældre, for at undersøge deres oplevelse af belysningen i prøveboligen.

### UDBYTTE

- **Afprøvet potentiale for at fremme ældres trivsel gennem dynamisk lys.**
- **Input til udvikling af fremtidens ældrebelysning med positiv helbredseffekt.**
- **Energibesparelse ved LED og intelligent styring på 50-70 %.**

I prøveboligen til det kommende plejecenter i Albertslund har partnerne designet belysningen efter fire scenarier: morgen, dag, aften og nat. Disse scenarier er blevet testet kvalitativt på en testgruppe af ældre. Det har været vigtigt med de ældres input i processen for at identificere deres specifikke behov og problemstillinger, og tilpasse løsningen i prøveboligen hertil. Samtidig har det givet god anledning til at vejlede de ældre i brugen af LED-belysning, samt oplyse om både synssansen, døgnrytme og LED-belysning.



“Belysningen skal tilpasses os mennesker, det er ikke os der skal tilpasses belysningen. Derfor har vi indarbejdet vores viden om fysiologisk belysning og lysets helbredende og trivselsfremmende virkninger til størst mulig gavn for beboeren.

Rune Tønnes, Lydesigner, Rune Lighting

## HVORFOR BEDRE LYS TIL ÆLDRE

Langt de fleste ældre oplever nedsat synsevne. Og med en stigende gruppe af ældre i Danmark – fra i dag 968.000 personer over 65 år til 1.529.000 personer i 2044 – er det også et stigende samfundsproblem.

Dette projekt har set på de nye LED-belysningsmuligheder, som blandt andet giver mulighed for at gengive lyset i alle farver. I kombination med dynamisk styring giver det et stort potentiale for gennem belysning at påvirke både humør, døgnrytme og funktion hos den ældre. Samtidig er der et stort potentiale for energibesparelser. Det vurderes, at LED-belysning alene kan give besparelser på 50 % – og at dynamisk styring af belysningen med rumfølere og lyssensorer vil kunne give besparelser på op mod 70 %.

## RESULTATER

Både de 51 ældre og de 26 ansatte i plejesektoren, der medvirkede som respondenter i fokusgruppeundersøgelsen, havde en meget blandet oplevelse af belysningsløsningen og de fire lysscenarioer. Overordnet var holdningen til konceptet om dynamisk lys positiv – især ansatte i plejesektoren, der påpegede, at det kunne være et problem for beboere i ældre- og plejeboliger at huske at tænde (nok) lys, og hvis det skete også huske at få det slukket igen.

I vurderingen af de fire lysscenarioer var der også blandede holdninger; morgenlysscenarioet blev af over halvdelen af samtlige respondenter oplevet som værende for koldt og lyst, hvorimod dagslysscenarioet blev oplevet som behageligt af langt størstedelen. Aftenlyset blev af næsten halvdelen af de ældre opfattet som værende for mørk, men her skal der dog også tages højde for den hurtige overgang fra dagslys- til aftenlysscenario, som fokusgruppeundersøgelserne var underlagt. Det sidste scenarie, nattelys, blev af næsten 80 % af de ældre og 100 % af plejerne opfattet som et positivt tiltag grundet den minimale effekt på søvnen i kombination med muligheden for orientering i prøveboligen.

Lystekniske målinger af de fire lysscenarioer er foretaget af DOLL's quality lab og kan ses på [www.plan-c.dk/BedreLys](http://www.plan-c.dk/BedreLys).

## ÆLDRE OG BELYSNING

For den ældre kan belysning spille en væsentlig rolle i hverdagen, da:

- *øjets aldring gør, at der slipper langt mindre af især de blå lysbølger ind.*
- *muligheden for at komme ud i dagslys måske er blevet reduceret.*
- *nætterne oftere afbrydes af toiletbesøg eller andet.*
- *ældre personer ofte kræver mere end den dobbelte belysningsstyrke i forhold til unge for at udføre den samme synsopgave som eksempelvis læsning og håndarbejde.*
- *det er sværere at fastholde en normal døgnrytme med tilstrækkeligt dagslys og god søvnkvalitet.*

## MERVÆRDI VED SUNDHEDSFREMMENDE BELYSNING

Brugen af bedre belysning bidrager til at:

- *nedsætte besværligheder i hverdagens gøremål gennem større præcision og orienteringskvalitet.*
- *øge trivsel og livskvalitet ved at påvirke døgnrytmen gennem optimalt lys.*
- *give besparelser i form af færre udgifter til indlæggelse, pleje og genoptræning.*
- *minske nedslidning og øge effektivitet hos personale.*



## TEKNISKE LØSNINGER - Bedre lys

Belysningen i prøveboligen i Albertslund er tænkt som en baggrundsbelysning. Den ældre har typisk egne lamper med til mere specifik belysning i boligen.

### SYSTEM

- 3 lamper i køkken
- 3 lamper i badeværelse
- 2 lamper ved seng og sofa
- 1 loftslampe i stue

### STYRING

- *Lyssensorer* – der måler dagslyset i boligen og regulerer lampernes styrke herefter.
- *Bevægelsessensorer* – der registrerer bevægelse eksempelvis om natten og aktiverer et nattelys.

Alle lamperne i lysdesignet er internt forbundet og reguleres ift. tidspunkt på døgnet såvel som årstiden, hvormed der tages højde for de store lysforskelle henover året. Baggrundsbelysningen kan styres 100 % automatisk eller have forskellige grader af individuel regulering. En meget styret belysning kunne være relevant for en sengeliggende eller svært dement ældre, hvorimod en mere åndsfrisk og mobil ældre har mulighed for at styre belysningen i højere grad.

### SCENARIER

Der er i prøveboligen testet fire scenarier, som indgår i programmeringen af belysningens styring. Scenarierne er testet af fokusgrupper bestående af henholdsvis 51 ældre borgere og 26 ansatte i plejesektoren.

### Morgenbelysning

*Belysningen kan stilles som et vækkeur og stiger over en halv time til fuld styrke, hvilket sætter gang i dagshormonerne. Lyset er fuldspektret og virker som terapily.*

### Dagsbelysning

*Ved at holde et tilstrækkeligt niveau af de lysfarver, der fremmer produktionen af dagshormoner, hjælper lyset til at holde energiniveauet oppe, skaber øget trivsel, større detaljesyn og mindre øjentræthed.*

### Aftenbelysning

*En varm farvesammensætning i lyset hjælper kroppen til at forberede den gode søvn. Når man fjerner de fleste blå og grønne lysbølgelængder, hjælpes kroppen til at "falde ned" og danne søvnhormon. Behøver man mere lys til eksempelvis læsning eller håndarbejde, bruger man læselampen.*

### Natbelysning

*Når den ældre står op om natten, vil et dæmpet rødt lys blive tændt. Et lys uden blå farver sikrer, at synsnerven ikke bliver påvirket til at stoppe produktionen af søvnhormonet melatonin. Dermed kan man gå tilbage i seng og sove uforstyrret videre. Lyset slukker automatisk – eller brugeren kan selv slukke det.*

Resultaterne af de mange kvalitative inputs fra respondenterne kan opsummeres som følger:

- *Opfattelsen af lys er meget individuel, hvorfor individuel tilpasning til den enkelte beboer bør vægtes højt.*
- *Der er et stort viden- og informationsbehov – både blandt de ældre, personalet og pårørende til beboere i plejeboligerne.*
- *Lys i ældreboliger er vigtigt, fordi det ikke bare er en persons individuelle bolig men også en arbejdsplads for personalet.*

## PRØVEBOLIGENS INDRETNING

### Køkken

I køkkenet er der placeret et klassisk lys over køkkenbordet, så man klart kan se, hvad man laver. I loftet foran køkkenbordet er der placeret en lang lampe. Placeringen gør, at den ældre bedre kan se, hvad der er i skufferne. Samtidig giver det lys på gulvet foran køkkenbordet, som ophæver kontrasten mellem det lyse køkkenbord og det mørke gulv og giver bedre orienteringslys.

### Stue

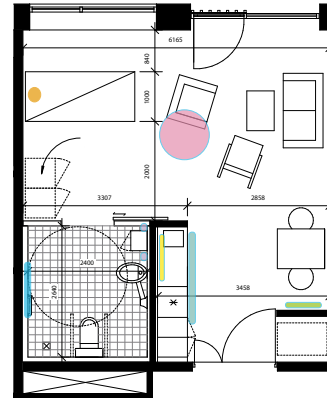
Ved spisebordet er der placeret en lampe, der simulerer et vindue. Det gør, at lejligheden bliver belyst fra begge sider og hjælper til at undgå, at øjet belastes, når synet vendes fra den meget dagslysoplyste del af stuen til den mørkere del af stuen uden vinduer. Ved sofaen er placeret en arbejds-lampe, der giver et tilstrækkeligt og behageligt lys til at kunne læse, lave håndarbejde eller lignende. Den store runde loftslampe i stuen når både ind i stue og soveværelse. Lampen simulerer et ovenlys vindue.

### Soveplads

Ved sengen er der installeret en sengelampe, som kan bruges som læse-lampe, men også fungerer som orienteringslys om natten. Lysets kan enten styres manuelt eller ved hjælp af bevægelsessensorer.

### Badeværelse

I badeværelset er endnu en lampe, der simulerer et vindue med dagslys. Derudover er der placeret to vertikale lamper ved håndvasken. Fordelen ved de vertikale lamper er, at blandt andet kørestolsbrugere, som har brug for at indstille vasken i højden, har et godt lys uanset højde.



Prøvebolig med aftenlys



#### Matric LED A3, L:1760

Fulldynamisk RGB-W, 16,7 mio. farver. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik.



#### Matric LED A3, L:1760, 4 stk.

Fulldynamisk RGB-W, 16,7 mio. farver. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik.



#### Z-guide

Lysstofrør T5



#### Basis LED A1 wall, Ø:300

Semidynamisk RGB-W. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik. 0-20W, 2312 lm.



#### Basis LED A1, Ø950

Fulldynamisk RGB-W, 16,7 mio. farver. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik. 0-65W.



#### Travis LED A3, Ø1220

Fulldynamisk RGB-W, 16,7 mio. farver. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik.



#### Cubic LED A3, Ø1220

Fulldynamisk RGB-W, 16,7 mio. farver. DMX styret RA>90 spec. diffuserende og homogent belyst coloured optik. 0-44W, 4907 lm. Planforsænket.

## DECEMBER 2012

*15 ældre borgere og 15 fagpersoner mødes til workshop. Der er faglige præsentationer om LED-belysning, om synet og om lysets indvirkning på sundhed. De ældre udfærdiger et spørgeskema om deres nuværende belysning og behov.*

## JANUAR 2013

*Interesserede ældre er på virksomhedsbesøg hos Luminex for at lære om de teknologiske muligheder ved LED-belysning og give deres input til fremtidens lysdesign.*

## JANUAR - FEBRUAR 2013

*Lyskoncept udvikles på baggrund af indsamlet viden og installeres i prøvebolig.*

## MARTS 2013

*Der foretages fokusgruppeinterview med 51 ældre og 26 ansatte i plejesektoren. DTU måler på lysets farvegengivelse og effektforbruget.*

## APRIL 2013

*24. april afholdes seminar for fagpersoner fra kommuner og virksomheder, hvor løsning og resultater præsenteres.*

## FREMTIDENS LYS FOR ÆLDRE – OG ANDRE

Et ændret livsmønster, hvor ikke kun ældre, men alle aldersgrupper opholder sig mere og mere indendørs, betyder, at belysning får større og større betydning for vores velbefindende. Der er et stort potentiale i at arbejde både med LED-belysning, kontrol og styring, da løsningerne stadig befinder sig på et tidligt udviklingsstadium. LED giver muligheden for at gøre lys til et individuelt doserbart middel til at forhøje livskvalitet eller forøge funktionsevne. Og det er ikke kun ældre og energiforbruget, der kan have gavn af de nye LED-løsninger. Inden for plejesektoren er der potentiale i plejehjem, plejeboliger, hospitaler, men også på arbejdspladser og i boliger generelt vil det være gavnligt at se på belysningen ud fra brugerbehov og sundhed. Nye belysningsløsninger stiller krav til ny viden om funktion og betjening. Her ligger der et stort behov for uddannelse af borgere og plejepersonale.



” *Med fulddynamisk RGBW-belysningen (Rød/Grøn/Blå/Hvid) kommer vi så tæt som muligt på at genskabe solens og deraf alle regnbuens healende farver. Vi kan imødekomme samtlige behov og handicaps hos den ældre, funktionshæmmede borger og plejepersonalet. Vi kan eksempelvis differentiere belysningsstyrken, automatisk tænde og slukke rødt nattelys ved toiletbesøg, fremme eller mindske hormonelle processer og ikke mindst stabilisere kroppens døgnrytme.*

*Claus Søgaard, Indehaver, Luminex*

## KONTAKTER

### Rune Lighting

#### Rune Tønnes

Lysdesigner

mail: [rht@runelighting.dk](mailto:rht@runelighting.dk)

*Rune Lighting*



#### Claus Søgaard

Indehaver, Managing director

mail: [cs@luminex.dk](mailto:cs@luminex.dk)

*Luminex*

mail: [info@luminex.dk](mailto:info@luminex.dk)

## KULTUR & KOMMUNIKATION

#### Ida Maj Emborg

Konsulent

mail: [ida@kulkom.dk](mailto:ida@kulkom.dk)

*Kultur & Kommunikation*

mail: [info@kulkom.dk](mailto:info@kulkom.dk)



Albertslund Kommune

#### Maria Hansen Møller

Arkitekt

mail: [maria.moller2@albertslund.dk](mailto:maria.moller2@albertslund.dk)

*Albertslund Kommune*

*Miljø- og Teknikforvaltningen*

mail: [mtf@albertslund.dk](mailto:mtf@albertslund.dk)

*Albertslund Kommune*

## GATE 21

#### Sif Enevold

Leder af Plan C

mail: [sif.enevold@albertslund.dk](mailto:sif.enevold@albertslund.dk)

*Gate 21 - By og Byg*

mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)



#### Henrik Oppermann

Projektchef

mail: [ho@mth.dk](mailto:ho@mth.dk)

*MT Højgaard A/S*

mail: [mail@mth.dk](mailto:mail@mth.dk)

#### DTU Fotonik

Institut for Fotonik

#### Paul Michael Petersen

Professor, gruppeleder

mail: [pape@fotonik.dtu.dk](mailto:pape@fotonik.dtu.dk)

*DTU Fotonik*

mail: [info@fotonik.dtu.dk](mailto:info@fotonik.dtu.dk)



#### Birgit Sander

Laboratorieleder

mail: [birgit.agnes.sander@regionh.dk](mailto:birgit.agnes.sander@regionh.dk)

*Glostrup Hospital*

*Øjenafdelingen*

mail: [oejen@regionh.dk](mailto:oejen@regionh.dk)



Statens Byggeforskningsinstitut  
AALBØRG UNIVERSITET

#### Kjeld Johnsen

Seniorforsker

mail: [kjj@sbi.aau.dk](mailto:kjj@sbi.aau.dk)

*Statens Byggeforskningsinstitut*

*Miljø og Energi*

mail: [sbi@sbi.aau.dk](mailto:sbi@sbi.aau.dk)



#### Jens Christoffersen

Ph.d.

mail: [jens.christoffersen@VELUX.com](mailto:jens.christoffersen@VELUX.com)

*VELUX*

*Daylight, Energy and Indoor Climate*

mail: [velux-dk@velux.com](mailto:velux-dk@velux.com)

Innovation by experience



#### Iben Winther Orton

Chefdesigner

mail: [iwo@afh.dk](mailto:iwo@afh.dk)

*ÅF Lighting*

Læs mere på

[www.plan-c.dk/BedreLys](http://www.plan-c.dk/BedreLys)







## *Lavtryksventilation*

- *Om lavtryksventilation*
- *Resultater*
- *Tekniske løsninger*
- *Elever laver færre fejl*
- *Kontakter*

*56 % af de danske skoler har et dårligt indeklima på grund af alt for højt CO<sub>2</sub>-indhold i luften. Det skyldes ingen eller ringe ventilation i klasselokalerne. Traditionel mekanisk ventilation er ofte årsag til træk, støj og et højt energiforbrug. Lavtryksventilation fordeler frisk luft jævnt, kan reducere energiforbruget med op til 50 % og bidrage til at skabe bedre rammer for indlæringen.*





## Om lavtryksventilation



Klasselokale med lavtryksventilation på Vallensbæk skole

I juni 2011 installerede fire Plan C-partnere et nyt lavtryksventilations-system i to klasselokaler på Vallensbæk Skole. Forsøgsprojektet har reduceret energiforbruget til ventilation i to klasselokaler med over 70 % i forhold til nye konventionelle anlæg. Forsøgsprojektet viste, at lavtryksventilation kombineret med perforerede loftsplader sikrer et energieffektivt system og har positiv indflydelse på elevernes indlæringsevne.

### UDBYTTE

- **Energiforbruget ved lavtryksventilation og behovsstyring er reduceret med over 70 %.**
- **Forbedret indeklima og trivsel.**
- **Øget koncentration hos eleverne.**

56 % af de danske skoler har et dårligt indeklima på grund af en alt for høj CO<sub>2</sub>-koncentration. Det skyldes ingen eller ringe ventilation i klasselokalerne. Ventilation er også ofte årsag til gener i form af træk og støj. Det forringede indeklima påvirker elevernes koncentration og indlæring, samt lærernes arbejdsmiljø. Ventilation udgør typisk 20-25 % af en skoles energiforbrug.

I forsøgsprojektet på Vallensbæk Skole har partnerne sammenlignet ventilationsanlæg i tre klasselokaler. Et lokale med et nyere almindeligt ventilationsanlæg og to lokaler med lavtryksventilationsanlæg.



## RESULTATER

### Energibesparelse

Det målte årlige energiforbrug for lavtryksventilationsanlægget er 70 % lavere end bygningsreglementets krav. I forhold til det eksisterende anlæg i de to lokaler, er der skønsomt sparet omkring 90 % på elforbruget. Dertil kommer en besparelse på opvarmning af ventilationsluften på ca. 50 %.

### Merværdi

Lavtryksventilationen gav et godt indeklima i klasselokalet med lavt CO<sub>2</sub>-indhold, samt frisk luft uden træk og støjgener. Test af elevernes evne til at udføre almindelige skoleopgaver viste, at eleverne i test fik 10 % flere rigtige svar med det forbedrede indeklima.

### Økonomi

Totaløkonomien for lavtryksventilationsanlægget i hele anlæggets levetid er højere end for et traditionelt anlæg. Især hvis man medregner prisen for et nyt loft. Hvis prisen for loftet trækkes fra, som det vil være tilfældet i nybyggeri og visse renoveringsopgaver, er prisen for lavtryksventilation lavere pga. færre kanaler og lavere energiforbrug.

Et lavtryksventilationsanlæg har en højere anlægspris, fordi der bruges et overdimensioneret aggregat og dyrere spjæld. Til gengæld sparer man anlægsudgifter til varmepladen, der opvarmer ventilationsluften. Varmepladen er sædvanligvis dyr og indebærer en risiko for frostsprængninger, hvis den anbringes i loftsrum.

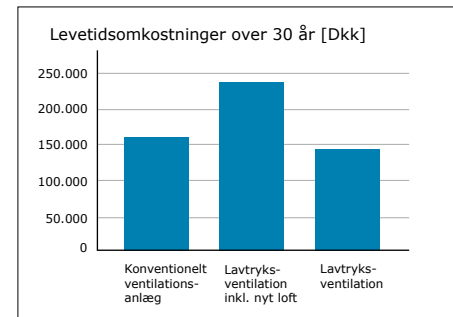
Driften af et lavtryksventilationsanlæg er billigere på grund af lavere energiforbrug, og fordi anlægget kræver mindre vedligeholdelse og dermed færre serviceeftersyn.

### Teknik

Det eksisterende ventilationsaggregat er afprøvet og har vist sig at fungere ved meget lavt tryk på 35 Pa. Det giver nye muligheder for anvendelse i lavtryksventilationsanlæg.

**Bygningsejere kan med fordel stille krav til godt luftskifte og en CO<sub>2</sub>-styring på rumniveau i udbudsmaterialet.**

**Sammentæk ventilation og lyddæmpning i loftskonstruktionen, og lav plads til de større ventilationskanaler.**



*Driftsøkonomi - set ud fra levetidsomkostninger over 30 år*

## TEKNISKE LØSNINGER - Lavtryksventilation

Lavtryksventilationssystemet i de to lokaler på Vallensbæk Skole omfatter et ventilationsaggregat og rør i store dimensioner med fleksible spjæld, der fordeler ventilationsluften til klasselokalerne. Selve luftfordelingen foregår gennem nye loftsplader, der er perforerede og derfor sikrer en diffus indblæsning. Det gavner indeklimaet uden at give træk. For at spare på energien styrer to sensorer mængden af luft, der blæses ind i klasselokalerne. Når eleverne ankommer i rummet, registrerer den ene sensor bevægelserne og starter ventilationen på lavt niveau. Den anden sensor måler mængden af CO<sub>2</sub> og hæver gradvist ventilationen, når klassen er fuld af elever, og CO<sub>2</sub>-indholdet i luften derved øges. På denne måde undgår man at bruge unødvendig energi til ventilation, når lokalet står tomt.

### SYSTEM

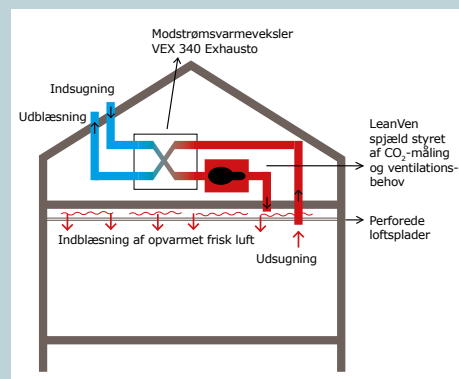
Lavtryksventilationen er opbygget omkring et Exhausto VEX340 aggregat med modstrømsvarmeveksler. Anlægget er overdimensioneret for at reducere tryktab i anlægget og kan levere luftmængder fra 400-2.440 m<sup>3</sup>/h. Den dimensionerende luftmængde er 450 m<sup>3</sup>/h pr. lokale. Ventilationsanlægget bruger i gennemsnit 700 J/m<sup>3</sup>, hvilket er 1/3 af bygningsreglementets krav til energiforbrug ved ventilation. Varmegenindvindingsgraden er 82-85 %.

### Troldtekt ventilationsloft

Lokalerne på skolen har fået monteret et nyt loft, som er sænket 20 cm. Det har skabt et hulrum, som bruges som fordelingsrum for ventilationsluften. 10 % af loftspladerne er perforerede og lader luften sive fra fordelingsrummet ned i klasselokalet.

### LeanVent LERX-2-300-U spjæld

Spjældene har et aerodynamisk design, der gør det muligt at få en præcis styring af luftmængderne til lokalerne, med et lavt tryk og minimal støj i ventilationskanalerne.



Principsnit

### STYRING

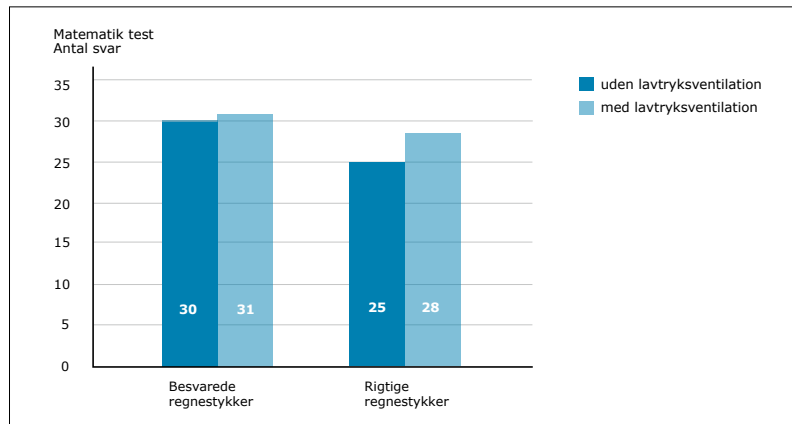
Anlægget er tændt i brugstiden fra klokken 7.30 til 16.30. I hvert lokale er en infrarød bevægelsesføler og en CO<sub>2</sub>-sensor. Ventilationen aktiveres, når der er bevægelse i lokalet og reguleres i mængde afhængig af CO<sub>2</sub>-koncentrationen.

## ELEVER LAVER FÆRRE FEJL

Luften i et lokale er afgørende for, hvor effektivt kroppen og hjernen fungerer. Et lavt luftskifte er lig med et højt CO<sub>2</sub>-indhold i luften, og det hæmmer indlæringsevnen. Erfaringer fra tidligere forsøg viser, at fordobler man indtaget af frisk luft, stiger elevernes indlæringsevne med op til 15 %.

Før det nye ventilationsanlæg blev installeret på Vallensbæk Skole, steg CO<sub>2</sub>-koncentrationen i brugstiden til over 2.000 ppm, langt over anbefalingen fra Arbejdstilsynet og kravene i bygningsreglementet. Målinger af CO<sub>2</sub>-niveauet efter installering af lavtryksventilationsanlægget viser, at CO<sub>2</sub>-koncentrationen holdes under 900 ppm og dermed overholder kravene til gavn for elever og læreres helbred, trivsel og ydeevne.

To klasser blev testet i dansk og matematik i to omgange. En gang i en uge, hvor lavtryksventilationen var i drift og en gang i en uge, hvor lavtryksventilationen ikke var tændt. Derudover udfyldte eleverne et spørgeskema med 16 spørgsmål om indeklimaet og deres fysiske velbefindende. Generelt påviste testene en øget koncentrationsevne hos eleverne.



*I matematik nåede eleverne 4 % mere og lavede samtidig færre fejl. Eleverne opnåede gennemsnitlig 10 % flere rigtige svar med et forbedret indeklima.*



*Opsætning af lavtryksventilationsanlæg og perforerede loftsplader.*

**Lavtryksventilation giver større arkitektonisk frihed, da der ikke skal tages hensyn til synlige ventilationskanaler, og man kan bruge forskellige typer perforerede lofter.**



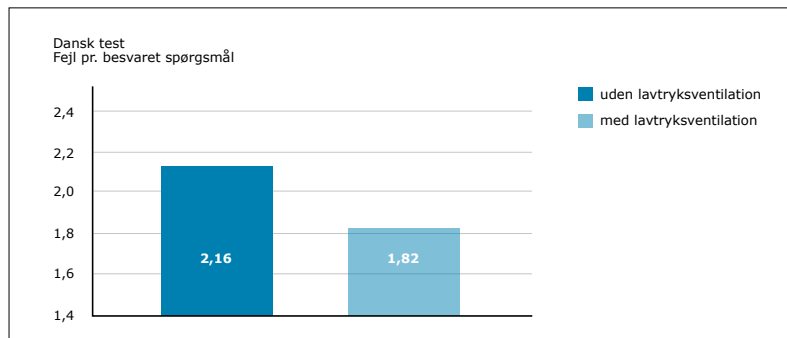
Den 1. december 2011 blev lavtryksventilationsanlægget testet, mens eleverne klippede julepynt.



Testen skulle vise, om de nye diffuse loftsplader tillader en tilpas jævn fordeling af luften i lokalet ved en tilpas lav hastighed.



Ved at blæse teaterrøg gennem systemet kunne forskere fra DTU Byg konstatere, at systemet fungerer optimalt.



I dansk lavede eleverne 15 % færre fejl med lavtryksventilation i lokalerne

### Ventilation og træk

Målinger af lufthastighederne i lokalet viste meget lave værdier og dermed ingen risiko for træk. Dette skyldes det store indblæsningsareal igennem det perforerede loft. Elevernes besvarelser i spørgeskemaer viste også, at de fandt luften markant friskere ved god ventilation, og at de ikke følte nogen gener.



**”** Forsøget på Vallensbæk Skole sætter ikke kun nye lave standarder for ventilationens energiforbrug. Det er også med til at vise, at alternative ventilationsløsninger kan give øget komfort og bedre indlæringssevne hos eleverne.

Søren Terkildsen, Ph.d. DTU Byg

## KONTAKTER



### Søren Terkildsen

Ph.d., ingeniør  
mail: sterk@byg.dtu.dk

*DTU Byg*

*Professor Svend Svendsen*

*mail: ss@byg.dtu.dk*

## GATE 21

### Per Boesgaard

Projektleder - Plan C

mail: per.boesgaard@gate21.dk

*Gate 21 - By og Byg*

*mail: gate21@gate21.dk*



### Lau Markussen Raffnsøe

Bygningsingeniør - energi  
mail: lmr@ai.dk

*AI a/s*

*mail: ai@ai.dk*



### Anders Mortensen

Distrikschef

mail: amo@exhausto.dk

*EXHAUSTO*

*mail: salgdk@exhausto.dk*



### Kenneth Bruun

Servicechef

mail: kbr@vallensbaek.dk

*Vallensbæk Kommune -*

*Center for Ejendomme, Park og Vej*

*mail: ke@vallensbaek.dk*

Læs mere på [www.plan-c.dk/Ventilation](http://www.plan-c.dk/Ventilation)







## *Energirigtig boligventilation*

- *Om energirigtig boligventilation*
- *Hvorfor boligventilation*
- *Tekniske løsninger*
- *Fire ventilationsløsninger*
- *Økonomi*
- *Kontakter*

*Til et murstensbyggeri fra 1950'erne i Gladsaxe er der udviklet fire forskellige løsninger til energirigtig boligventilation, der alle tager hensyn til de arkitektoniske værdier ved byggeriet, og kan afhjælpe problemer med fugt og dårligt indeklima.*





## Om energirigtig boligventilation



Etageejendom i Kildeparken i Gladsaxe

I Kildeparken i Gladsaxe har Plan C-partnere udviklet fire løsninger til decentral ventilation, der afhjælper fugtproblemer i boligerne. Alle løsninger er mulige at etablere med begrænsede ændringer i den bevaringsværdige arkitektur. To af løsningerne giver endvidere beboerne ekstra boligkvalitet i form af en altan eller en karnap. For alle fire løsninger gælder det, at de skal kombineres med en tætning af bygningen i form af hulmursisolering, efterisolering af loft og udskiftning af vinduer.

### UDBYTTE

- **Bedre ventilation og mindre risiko for skimmelsvamp.**
- **Forventet reduktion af energiforbruget med op til 50 %.**
- **Større brugsværdi ved ekstra rum i boligen eller som altan.**
- **Mulighed for at gentænke det arkitektoniske udtryk.**
- **Synlig løsning og dermed signalværdi om renoverede boliger.**

Renoveringen af boligerne bygger på to indsatser: tæthed og ventilation.

- *Med tætning af boligen begrænses tilstedeværelsen af kolde flader på vægge, lofter og vinduer, hvor fugt kan samles, og samtidig begrænses varmetabet i boligen, så energiforbruget reduceres.*
- *Med ventilation fjernes den overskydende fugt i luften effektivt og giver dermed et bedre indeklima. Derudover reduceres varmetabet gennem varmegenvinding i ventilationssystemet, hvor varmen overføres fra den luft, der suges ud, til den luft, der blæses ind.*

## HVORFOR BOLIGVENTILATION

Skimmelsvamp er blevet en udfordring for en del af byggeriet fra 50'erne og 60'erne. På grund af generationsskifte blandt beboerne og en ændret adfærd, er der begyndt at komme problemer med skimmelsvamp i boligerne. Skimmelsvampen opstår som et resultat af høj luftfugtighed og kulde. Da boligerne ofte er mangelfuldt isoleret og uden mekanisk ventilation, er der gode betingelser for skimmelsvamp, når beboerne ikke er opmærksomme på at begrænse fugt i lejligheden eller at sørge for hyppig udluftning.

Med energirigtig boligventilation er det muligt at fjerne årsagen til skimmelsvamp ved at sørge for en konstant ventilation i lejligheden. Når ventilationen kombineres med tætning af boligen gennem isolering af hulmure og udskiftning af vinduer, fjernes muligheden for at skimmelsvamp kan genopstå.

Projektet har taget udgangspunkt i udvikling af præfabrikerede ventilationsenheder, der kan indpasses i eksisterende byggeri, og tilføje værdi i form af lavere energiforbrug og forbedret luftkomfort, uden at tage plads indendørs eller kræve genhusning.



” *Det vigtigste for os som rådgiver er at skabe gode løsninger, der sparer energi og forbedrer ventilationen, men som ikke ødelægger arkitekturen.*

*Tomas Snog, Chefarkitekt, Cand Arch, Partner, AI*

### KILDEPARKEN 1

Opført i 1956-1959  
380 boliger

- 9 stk. 1-rumsboliger 38 m<sup>2</sup>
- 59 stk. 2-rumsboliger 50-79 m<sup>2</sup>
- 213 stk. 3-rumsboliger 69-90 m<sup>2</sup>
- 99 stk. 4-rumsboliger 90 m<sup>2</sup>

**Vælg renoveringsløsninger  
der både forbedrer bolig-  
kvaliteten, indeklimaet og  
giver energibesparelser.**

## TEKNISKE LØSNINGER - Energirigtig boligventilation

Projektet er designet til et muret byggeri på 3 etager og omfatter tæthed og ventilation. Projektet er på skitseniveau.

### TÆTHED

Boligerne forventes tætnet med nye vinduer, hulmursisolering og efterisolering af taget.

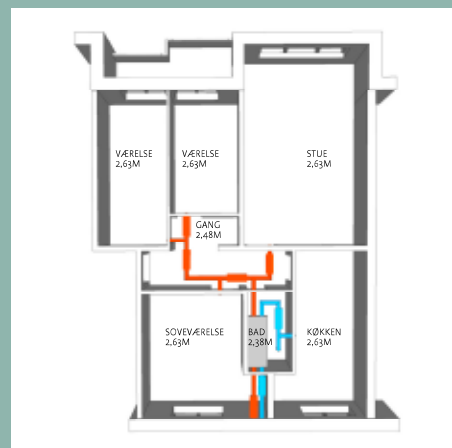
### DECENTRAL VENTILATION

Der forventes etableret en decentral ventilationsløsning, hvor hver bolig har sit eget ventilationssystem, uafhængigt af de øvrige boliger. Ved en decentral løsning etableres der et ventilations- og varmevekslingsaggregat for hver bolig, og der monteres ventilationsrør ind i boligen til hvert rum. Placeringen af ventilationsaggregatet afgøres af boligens udformning og i samarbejde med beboerne. I projektet i Kildeparken i Gladsaxe er der udviklet fire forskellige forslag til placering af ventilationssystemet:

- I loftet i baderummet
- I væggen på en udbygning på trappeopgangen
- I gulvet på en ny altan
- I væggen på en ny karnap

### MODELLER

Tre af løsningerne findes som fysiske modeller i 1:50. Modellerne kan lånes hos Gate 21 til brug som inspiration ved afdelingsmøder, workshops og lignende.



Rørføring ved løsning i boligen



Model af trappeløsningen

## FIRE VENTILATIONSØSNINGER

De fire løsninger udviklet til Kildeparken i Gladsaxe giver samme resultat i form af ventilation i lejligheden, men de tilføjer boligerne forskellige typer af nye kvaliteter.

### Løsning i boligen

Den billigste løsning er en montering af ventilationsaggregatet i loftet i boligens baderum. Denne løsning kræver ingen ændring af facaden, men tilføjer til gengæld heller ikke boligen yderligere kvalitet. Denne løsning giver samtidig den dårligste adgang til udskiftning af filter i ventilations-systemet.

### Trappeløsningen

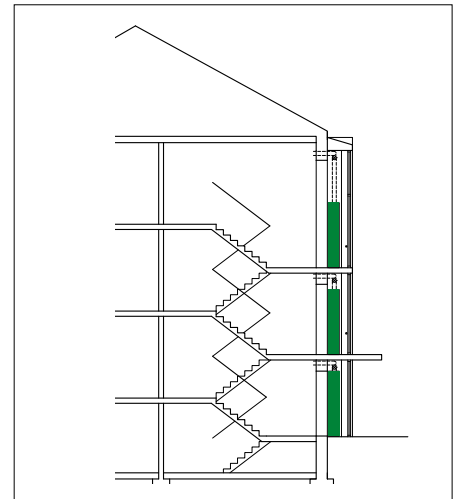
Næstbilligste løsning er en udbygning på trappeopgangen, som indeholder alle seks ventilationsaggregater til opgængens boliger. Løsningen tilføjer ikke boligerne yderligere kvalitet, men giver let adgang til filterskift for ejendomsfunktionærer eller beboere. Løsningen betyder en markant ændring af facaden.



Facade med trappeløsningen

### GADEKÆRET I ISHØJ

Til brug for renovering af den almene boligbebyggelse Gadekæret med 680 boliger, har AI i 2011 udviklet et indgangsparti, der rummer ventilationsanlæg med varmeveksler. Indendørs er der alene ventilationskanaler. Projektet i Kildeparken er inspireret af løsningen i Gadekæret.



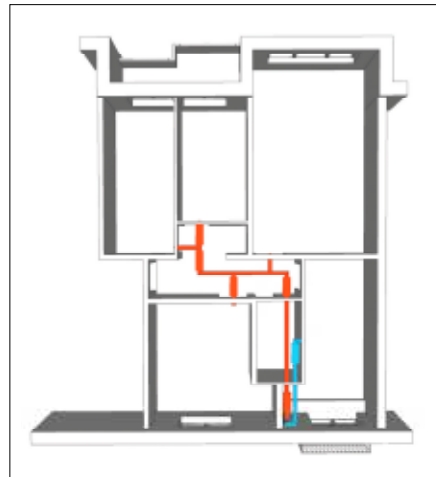
Snit af trappeløsningen

### Altanløsningen

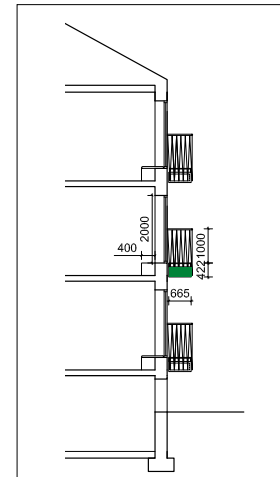
Næstdyreste løsning er etablering af altaner ved alle boliger. Ventilationsaggregatet placeres i en kasse i gulvet i altanen. Et vinduesfag ændres til at være terrassedøre og samtidig hæves gulvet i boligen lige inden for dørene, så det er i niveau med gulvet på altanen. Samlet giver det en ny altan, hvor halvdelen af gulvet er udendørs og halvdelen er indendørs. Løsningen tilfører boligen ny kvalitet, men giver umiddelbart kun adgang til filterskift for beboerne og ikke for ejendomsfunktionærerne.



*Facade med altanløsningen*



*Plan af altanløsningen*



*Snit af altanløsningen*

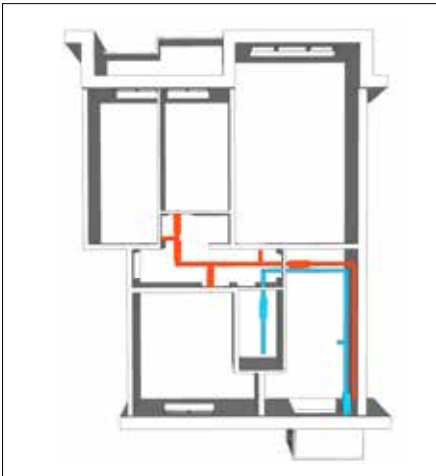
*Energirigtig boligventilation*

### Karnapløsningen

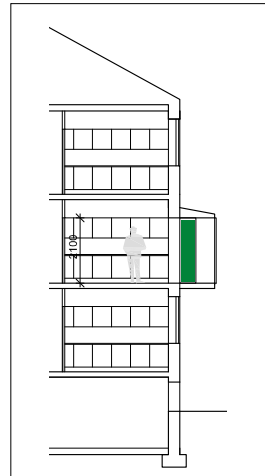
Den dyreste løsning er etablering af en karnap ud for et vinduesparti i et køkken eller værelse i boligen. Karnappen tilføjer boligen yderligere areal og ekstra lys. Samtidig vil karnappen give facaden et mere varieret udtryk, fordi beboerne selv kan vælge, hvor karnappen skal placeres. Løsningen giver umiddelbart kun adgang til filterskift for beboerne og ikke for ejendomsfunktionærerne.



Facade med karnapløsningen



Plan af karnapløsningen



Snit af karnapløsningen

Løsning	Pris pr. bolig
Løsning i boligen	198.000 kr.
Trappeløsningen	225.000 kr.
Altanløsningen	268.000 kr.
Karnapløsningen	345.000 kr.

Etableringsomkostninger

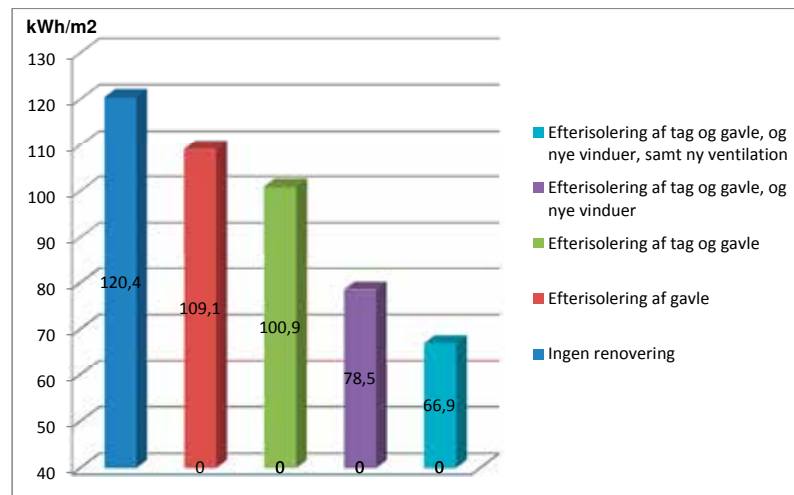
## ØKONOMI

Økonomien dækker både over etableringsomkostninger og fremtidige energibesparelser. Energibesparelserne er nogenlunde de samme, uanset hvilken løsning der vælges. Derfor afhænger valget af løsning af faktorer som etableringsomkostninger, forbedret kvalitet i boligen og adgangen til filterskift i ventilationsaggregatet. Filtre skal skiftes mindst en gang om året for hver af de 360 boliger. Hvis ikke beboeren selv har mulighed for at skifte filter, vil det være en tidskrævende opgave for ejendomsfunktionærerne at varetage.

## Energibesparelser

Med isolering af hulmur, efterisolering af tage, nye vinduer og en ventilationsløsning bliver energiforbruget halveret i boligerne. De eksisterende boliger bruger 120 kWh/m<sup>2</sup> og med den fulde løsning kommer energiforbruget ned på 63 kWh/m<sup>2</sup>, inklusive elforbruget til ventilationsløsningen. Det svarer til en besparelse på 2.400 kr. pr. år for hver bolig.

godt  
**Prøv løsningen af, så du får afprøvet teknikken og besvaret tvivlsspørgsmål fra brugerne.**





## KONTAKTER



### **Tomas Snog**

Chefarkitekt, Cand Arch, Partner

mail: [ts@ai.dk](mailto:ts@ai.dk)

AI a/s

mail: [ai@ai.dk](mailto:ai@ai.dk)



### **Sven Mortensen**

Direktør

mail: [sm@eogp.dk](mailto:sm@eogp.dk)

Enemærke & Petersen

mail: [eogp@eogp.dk](mailto:eogp@eogp.dk)

## GATE 21

### **Sif Enevold**

Leder af Plan C

mail: [sif.enevold@albertslund.dk](mailto:sif.enevold@albertslund.dk)

Gate 21 - By og Byg

mail: [gate21@gate21.dk](mailto:gate21@gate21.dk)



### **Jesper Loose Smith**

Direktør

mail: [jls4700@abg.dk](mailto:jls4700@abg.dk)

Arbejdernes Boligselskab i Gladsaxe

mail: [abg@abg.dk](mailto:abg@abg.dk)



## GLADSAXE

### **Anne Stougaard**

Projektleder

mail: [annest@gladsaxe.dk](mailto:annest@gladsaxe.dk)

Gladsaxe Kommune - By- og Miljøforvaltningen

Forsyningsafdeling

mail: [bymiljoe@gladsaxe.dk](mailto:bymiljoe@gladsaxe.dk)

Læs mere på [www.plan-c.dk/Boligventilation](http://www.plan-c.dk/Boligventilation)

# Billedregister



## OMSLAG

Forside  
Illustration: Plan C  
Logo: Plan C  
Inderside af forside  
Logo: Vækstforum Hovedstaden  
Logo: Den Europæiske Fond for  
Regionaludvikling  
Logo: CoolGray - Svanemærket

Bagside  
Illustration: Plan C  
Inderside af bagside  
Logoer fra alle samarbejdspartnere



## FORORD - PLAN C

Side 5  
Foto: Albertslund Kommune

Side 6  
Foto: Gate 21

side 8  
Illustration: Plan C

Side 12  
Foto: Billedportal Colourbox

Side 13  
Foto: Gate 21

Side 15  
Fotos: Gate 21



## PRODUKTER

Side 18  
Foto: AI

Side 20  
Foto: Henning Larsen Architects  
Illustration: Plan C

Side 21  
Foto: Gate 21

Side 22  
Illustration: Henning Larsen Architects

Side 23  
Foto: Henning Larsen Architects

Side 24  
Illustration: Henning Larsen Architects  
Foto: Gate 21

Side 25  
Illustration: Københavns Ejendomme  
Foto: Mayday Film

Side 26  
Illustration: Henning Larsen Architects

Side 27  
Illustrationer: Henning Larsen Architects  
Foto: Mayday Film

Side 28  
Illustrationer: AI  
Foto: Mayday Film

Side 30  
Foto: Gate 21

Side 32  
Foto: Hi-con

Side 33  
Illustration: Rønne & Lundgren  
Foto: Hi-con

Side 35  
Illustration: Rønne & Lundgren  
Foto: Rønne & Lundgren

Side 36  
Illustration: Rønne & Lundgren  
Foto: Hi-con

Side 38  
Foto: Gate 21

Side 40  
Illustration: www.renproces.dk  
Foto: Gate 21

Side 41  
Foto: Dan Troest Birkemose

Side 42  
Illustration: www.renproces.dk

Side 43  
Illustration: Dan Troest Birkemose  
Foto: Gate 21

Side 44  
Foto: NCC  
Illustration: Dan Troest Birkemose

Side 46  
Foto: Gate 21

Side 48  
Foto: COWI

Side 49  
Illustration: DTU Byg  
Foto: BO-VEST

Side 51  
Illustrationer: DTU Byg  
Foto: DTU Byg

Side 52  
Foto: Maria Harrestrup

Side 54  
Illustration: www.cts-guide.dk

Side 56  
Foto: Hvidovre Kommune

Side 57  
Foto: Gate 21

Side 59  
Illustration: Ishøj Kommune

Side 60  
Foto: Gate 21

Side 62  
Fotos: Gate 21

Side 64  
Foto: Gate 21  
Foto: Københavns Ejendomme

Side 66  
Foto: Københavns Ejendomme

Side 68  
Foto: Henrik Poulsen

Side 72  
Foto: Gate 21

Side 74 - venstre spalte  
Fotos: Gate 21

Side 74 - højre spalte  
Foto: Gate 21

Side 75  
Foto: Hi-con

Side 76  
Foto: Per Jessen, [www.hylidenet.dk](http://www.hylidenet.dk)  
Foto: BO-VEST

Side 77 - venstre spalte  
Illustration: DTU Byg  
Foto: Thomas Fænø Mondrup

Side 77 - højre spalte  
Illustrationer: DTU Byg

Side 78  
Foto: Barsmark

Side 79 - venstre spalte  
Foto: DTU Byg

Side 79 - højre spalte  
Foto: Gate 21

Side 80  
Foto: Albertslund Kommune  
Illustration: New ark arkitekterne

Side 81  
Foto: Niels Bloch-Jensen

Side 82  
Foto: Niels Bloch-Jensen

Side 83  
Fotos: Kurt Andersen Thermografi

Side 84  
Foto: Per Jessen, [www.hylidenet.dk](http://www.hylidenet.dk)

Side 86  
Foto: Gate 21

Side 88  
Foto: Alexandra Instituttet

Side 89  
Foto: BO-VEST

Side 90  
Illustration: BO-VEST

Side 91  
Illustrationer: Alexandra Instituttet

Side 92  
Foto: BO-VEST  
Illustration: Gate 21

Side 94  
Foto: Ishøj Kommune

Side 96 - venstre spalte  
Foto: Gate 21

Side 96 - højre spalte  
Foto: Ishøj Kommune

Side 97  
Foto: Ishøj Kommune

Side 98  
Foto: Gate 21

Side 99  
Illustrationer: Ishøj Kommune

Side 102  
Foto: Ishøj Kommune

Side 104  
Foto: Gate 21

Side 106  
Foto: Gate 21

Side 108  
Illustration: Christian Kepser

Side 110  
Foto: Gate 21  
Illustration: Christian Kepser

Side 112  
Foto: Gate 21

Side 114  
Foto: Wissenberg A/S

Side 116  
Illustrationer: Wissenberg A/S

Side 117  
Foto: Gate 21  
Illustration: Wissenberg A/S

Side 118  
Foto: Thord Engström  
Illustration: Witraz arkitekter

Side 120  
Foto: Gate 21

Side 122  
Foto: Gate 21

Side 123  
Illustration: fm3.dk

Side 124  
Foto: Gate 21

Side 126  
Foto: Gate 21  
Illustration: Christian Kepser

Side 128  
Foto: Gate 21

Side 130  
Fotos: Gate 21

Side 132  
Illustration: Københavns Kommune

Side 133  
Illustration: Københavns Kommune  
Foto: Københavns Kommune

Side 134  
Illustration: SITE arkitekterne

Side 138  
Foto: Gate 21

Side 140  
Foto: Gate 21

Side 141  
Illustration: Plan C/DTU Byg

Side 142  
Illustrationer: Phillips

Side 143  
Illustrationer: Philips

Side 144  
Fotos: Gate 21

Side 145  
Illustration: COWI

Side 146  
Fotos: Gate 21

---

Side 148  
Fotos: Thea Aae  
Side 150 - venstre spalte  
Fotos: Thea Aae

Side 150 - højre spalte  
Foto: Rune Tønnes

Side 153  
Illustration: Kultur & Kommunikation/  
Luminex

Side 154  
Foto: Luminex

Side 156  
Foto: Gate 21

Side 158  
Foto: Helene Høyer Mikkelsen

Side 159  
Illustration: Plan C/DTU Byg

Side 160  
Foto: Gate 21  
Illustration Gate 21/DTU Byg

Side 161  
Illustration: Plan C/DTU Byg  
Fotos: Gate 21

Side 162 - venstre spalte  
Fotos: Gate 21

Side 162 - højre spalte  
Illustration: Plan C/DTU Byg  
Fotos: Gate 21

Side 164  
Foto: AI

Side 166  
Fotos: AI

Side 167  
Foto: AI

Side 168  
Illustrationer: AI

Side 169  
Illustrationer: AI

Side 170  
Illustrationer: AI

Side 171  
Illustrationer: AI

Side 172  
Illustration: AI