



## **RENO-EVALUE – Et værdibaseret værktøj til målformulering og evaluering af bygningsrenovering**

ACES-projektet. Arbejdspakke WP 2. Dansk hovedrapport. Aflevering DTU-D2-1

**Jensen, Per Anker; Maslesa, Esmir**

*Publication date:*  
2013

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*

Jensen, P. A., & Maslesa, E. (2013). RENO-EVALUE – Et værdibaseret værktøj til målformulering og evaluering af bygningsrenovering: ACES-projektet. Arbejdspakke WP 2. Dansk hovedrapport. Aflevering DTU-D2-1. Department of Management Engineering, Technical University of Denmark. (DTU Management Engineering Rapport; Nr. 8.2013).

## **DTU Library** Technical Information Center of Denmark

---

### **General rights**

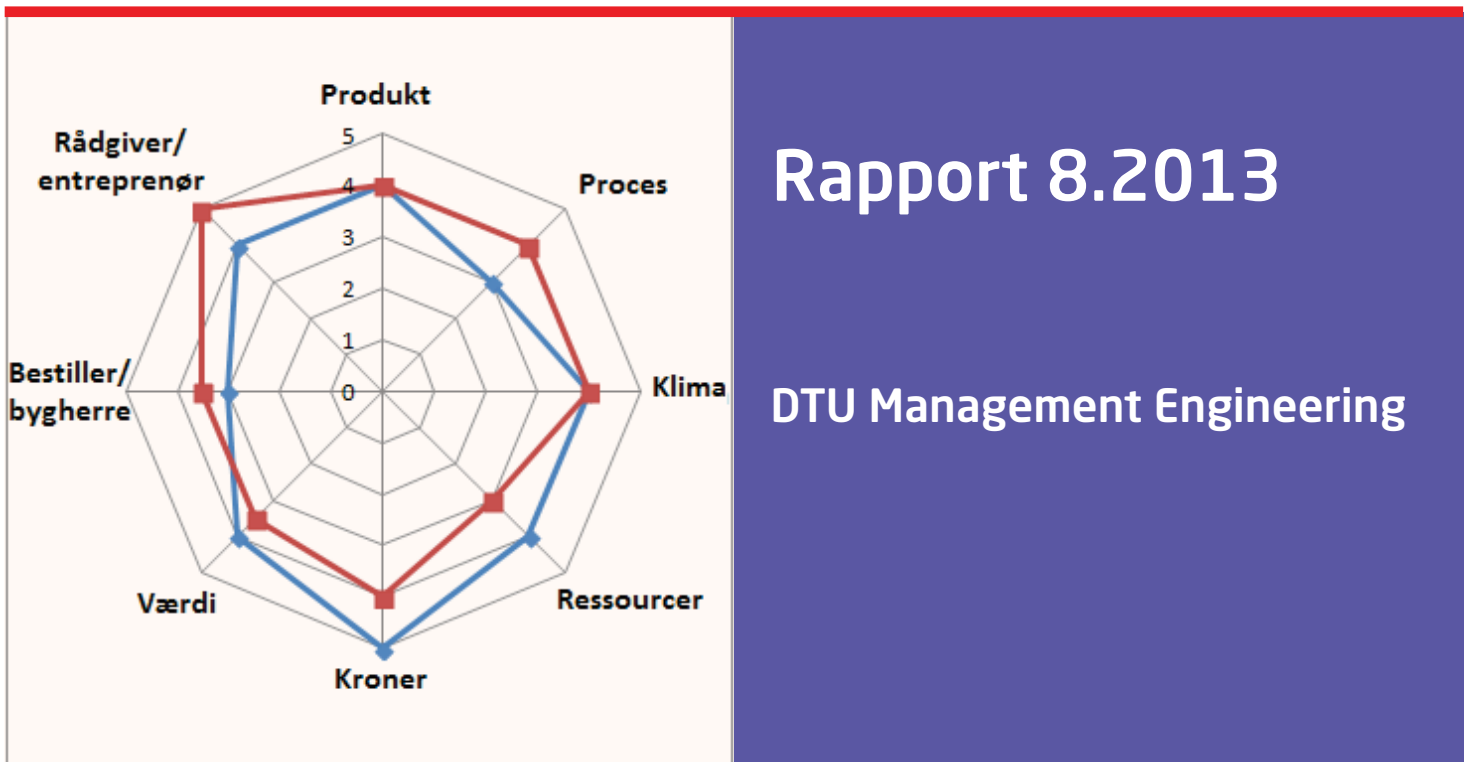
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# RENO-EVALUE

Et værdibaseret værktøj til målformulering og evaluering af bygningsrenovering



Rapport 8.2013

DTU Management Engineering

Per Anker Jensen  
Esmir Maslesa  
Oktober 2013

## **ACES-projektet**

### **Arbejdspakke WP 2**

# **RENO-EVALUE**

**Et værdibaseret værktøj til målformulering og  
evaluering af bygningsrenovering**

**Dansk hovedrapport**

**Aflevering DTU-D2-1**

**Per Anker Jensen og Esmir Maslesa**

**Oktober 2013**

<b>INDHOLD</b>	<b>Side</b>
<b>Sammenfatning</b>	<b>4</b>
<b>English summary</b>	<b>5</b>
<b>1. Indledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Baggrund</b>	<b>9</b>
<b>3. Metode</b>	<b>12</b>
<b>4. Interessent- og behovsanalyse</b>	<b>16</b>
<b>5. Præsentation af Reno-Evalue</b>	<b>20</b>
<b>6. Casestudier</b>	<b>25</b>
6.1 Sorgenfrivang II	25
6.2 Langkærparken	35
6.3 Bredgade 43	47
6.5 Ellebjerg Skole	57
<b>7. Tværgående analyse og erfaringsopsamling</b>	<b>68</b>
<b>8. Vejledning til brug af Reno-Evalue</b>	<b>75</b>
<b>9. Konklusion</b>	<b>78</b>
<b>Referencer</b>	<b>80</b>
<b>Hjemmesider</b>	<b>81</b>
<b>Kilder til casestudier</b>	<b>82</b>

## **Appendiks: RENO-EVALUE skabeloner**

- 1. Projektbeskrivelse**
- 2. Evaluering**
- 3. Målsætninger**

## **Særskilte bilagsrapporter**

- 1. Interessent- og behovsanalyse**
- 2. Casestudier**
- 3. Workshops**

## SAMMENFATNING

Denne rapport udgør den danske hovedrapport fra det europæiske forskningsprojekt ACES, som har fokuseret på at skabe et bedre informationsgrundlag for beslutningstagere i forbindelse med igangsætning af bygningsrenovering. Projektet indgår i det europæiske Eracobuild program om værdidrevne processer. Projektet er gennemført af Danmarks Tekniske Universitet (DTU) i Danmark, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Sverige og Frederick Research Centre (FRC) på Cypern. Projektet blev igangsat i september 2011 og er afsluttet i efteråret 2013. DTU har været ansvarlig for et delprojekt (WP2) om vurdering af økonomiske og miljømæssige fordele ved bygningsrenoveringstiltag. I denne rapport præsenteres resultaterne af DTU's arbejde med dette delprojekt.

Værdi er et komplekst og mangetydigt begreb, som indeholder et stærkt subjektivt element. Delprojektet har derfor lagt vægt på at synliggøre hvilke interesser og præferencer, som de primære interessenter har i renoveringsprojekter. Indledningsvist gennemførtes en behovs- og interessentanalyse for at indsamle viden om renovering med henblik på at målrette projektet, så det så vidt muligt bygger videre på eksisterende viden og vil gøre en forskel. Blandt resultaterne var, at projektet skulle sigte mod at udvikle et anskueliggørelsesværktøj, der kan understøtte beslutningsprocesser for renoveringsprojekter i den professionelle sektor.

Det nyudviklede anskueliggørelsesværktøj betegnes RENO-EVALUE. Det er et værktøj til holistisk målsætningsformulering og evaluering af bæredygtigheden af bygningsrenoveringsprojekter. Hovedformålet for RENO-EVALUE er at blive anvendt som et værktøj til at understøtte en dialogbaseret beslutningsproces i de tidlige faser af renoveringsprojekter. Det er et procesorienteret værktøj, der kan anvendes af alle med indsigt i projektet. RENO-EVALUE fokuserer ikke alene på det færdige resultat af renoveringen – produktet, men det dækker tillige projektets organisation, økonomi og renoveringsprocessen. De primære brugere af RENO-EVALUE forventes at være bygherreorganisationer, boligselskaber, ejendomsadministrationer, facilities managers mv.

RENO-EVALUE er udviklet og afprøvet i 4 casestudier og 2 workshops med interessenter. De 4 casestudier kan ligeledes anvendes til inspiration for beslutningstagere, som ønsker at anvende RENO-EVALUE. Værktøjet er enkelt at benytte. Det anbefales at der udpeges en facilitator til at foretage den konkrete anvendelse. Det kræver ingen særlig uddannelse, men en vis erfaring med renoveringsprojekter er en fordel. De grundlæggende elementer i RENO-EVALUE er indeholdt i 3 skabeloner vedlagt som appendiks. Bearbejdning og præsentation af data kan på enkel vis foretages ved hjælp af et regneark-program som Excel.

I nærværende projekt har det alene været muligt at afprøve anvendelsen af RENO-EVALUE til evaluering af igangværende eller gennemførte projekter og ikke til identificering af målsætninger for nye projekter i de helt indledende faser. Dette udgør således et oplagt område for videreudvikling af værktøjet. Vi inviterer bygherrer o.l., der er interesseret i at anvende RENO-EVALUE til at kontakte os for at samarbejde om en sådan videreudvikling.

## ENGLISH SUMMARY

This report is the main Danish report from the European research project ACES, which focuses on creating an improved information basis for decision makers involved in initiating building renovation. The project is part of the European programme on Value Driven Processes. It has been undertaken by The Technical University of Denmark (DTU) in Denmark, The Royal Institute of Technology (KTH) in Sweden and Frederick Research Centre (FRC) on Cyprus. The project started in September 2011 and was finished in autumn 2013. DTU has been responsible for Work Package 2 (WP2) concerning evaluation of economical and environmental benefits of building renovation. This report in Danish presents the results of DTU's activities on this work package.

Value is a complex and ambiguous concept, which involves a strong subjective element. Therefore, the research has stressed to make the interests and preferences of the primary stakeholders involved in renovation projects visible. Initially a needs and stakeholder analysis was carried out to collect knowledge about renovation to be able to target the project building on existing knowledge and making a difference. Among the conclusions was that the project should aim at developing an information tool to support the decision making processes for renovation projects in the professional sector.

The new information tool is called RENO-EVALUE. It is a tool for holistic identification of objectives and evaluation of the sustainability of building renovation projects. The main intention of RENO-EVALUE is to be utilised as a tool to support a dialogue based decision making process in the early stages of renovation projects. It is a process orientered tool, which can be used by everybody with insights in the project. RENO-EVALUE focuses not only on the final results of the renovation – the product, but also covers the organisation, economy and process of renovation projects. The main users of RENO-EVALUE are expected to be building client organisations, housing associations, property administrations, facilities managers etc.

RENO-EVALUE has been developed from and tested in 4 case studies and 2 workshops with stakeholders. The 4 case studies can also be used as inspiration for decision makers, who want to use RENO-EVALUE. The tool is simple to use. It is recommended that a facilitator is appointed for the specific implementation. No special education is needed, but some experience from renovation projects is an advantage. The basic elements in RENO-EVALUE are incorporated in 3 templates included as appendices to the report. The elaboration and presentation of data can be done very simply by use of a spreadsheet programme like Excel.

In this project it has only been possible to test the use of RENO-EVALUE in evaluation of ongoing and finished projects and not for identification of objectives for new projects in the early stages. This constitutes an obvious area for further development of the tool. We invite building clients and others interested in utilising RENO-EVALUE to contact us for possible collaboration about such further development.

## 1. INDLEDNING

ACES er et europæisk forskningsprojekt, som fokuserer på at skabe et bedre informationsgrundlag for beslutningstagere i forbindelse med igangsætning af bygningsrenovering. Der sigtes især mod energirenovring af eksisterende bygninger.

Projektet indgår i det europæiske Eracobuild program om værdidrevne processer. Projektet gennemføres af Danmarks Tekniske Universitet (DTU) i Danmark, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Sverige og Frederick Research Centre (FRC) på Cypern. Projektet blev igangsat i september 2011 og er afsluttet i efteråret 2013.

DTU har været ansvarlig for et delprojekt (Work Package WP2) om vurdering af økonomiske og miljømæssige fordele ved bygningsrenoveringstiltag. Dette har omfattet udvikling af RENO-EVALUE, der er et anskueliggørelsesværktøj, der kan hjælpe bygherrer og andre interessenter med at vurdere de væsentligste faktorer af betydning for igangsættelse og evaluering af renoveringsprojekter. Forud for udviklingen af værktøjet gennemførtes en interessent- og behovsanalyse i form af 10 ekspertinterviews. Grundlaget for værktøjet er en model, der fokuserer på de tre hovedområder af bæredygtighed: Interessenter, Miljø og Økonomi, samt som et fjerde hovedområde: Organisation. Modellen og værktøjet er udviklet og afprøvet i 4 casestudier i form af bygningsrenoveringsprojekter i forskellige faser. Disse 4 cases indgår tillige som pædagogiske eksempler til at illustrere fordelene ved at gennemføre bygningsrenovering. I løbet af projektet blev der gennemført 2 workshops for interesserede, henholdsvis den 20. marts 2012 med 18 deltagere, og den 11. april 2013 med 23 deltagere.

Den danske del af projektet blev ledet af professor Per Anker Jensen, Center for Facilities Management – Realdania Forskning ([www.cfm.dtu.dk](http://www.cfm.dtu.dk)), DTU Management Engineering. Desuden har civilingeniør Esmir Maslesa medvirket som forskningsassistent. Projektet har i Danmark fået støtte fra Energistyrelsen.

Nærværende rapport er en dansksproget hovedrapport, som indeholder en samlet afrapportering af DTU's arbejde med delprojektet. Som appendiks findes 3 RENO-EVALUE skabeloner. Dokumentationen, som rapporten bygger på, findes i 3 særskilte bilagsrapporter.

Der er desuden udarbejdet en fælles engelsksproget resumé-rapport for WP2 (Aflevering ACES-D2-1), der bl.a. giver en samlet oversigt over alle afleveringer fra projektpartnerne opdelt i fælles afleveringer (ACES-deliverables) og afleveringer fra hver projektpartner. DTU har udover nærværende rapport også været ansvarlig for redigering af den fælles WP2-rapport (Jensen, 2013) og hovedansvarlig for et conferencepaper (Jensen et al., 2013). Endvidere har vi udviklet en Excel-fil med RENO-EVALUE-regneark ([www.cfm.dtu.dk](http://www.cfm.dtu.dk)) samt skrevet en populær artikel om en af vore case-projekter (Maslesa og Jensen, 2013), som begge findes på [cfm.dtu.dk](http://cfm.dtu.dk)

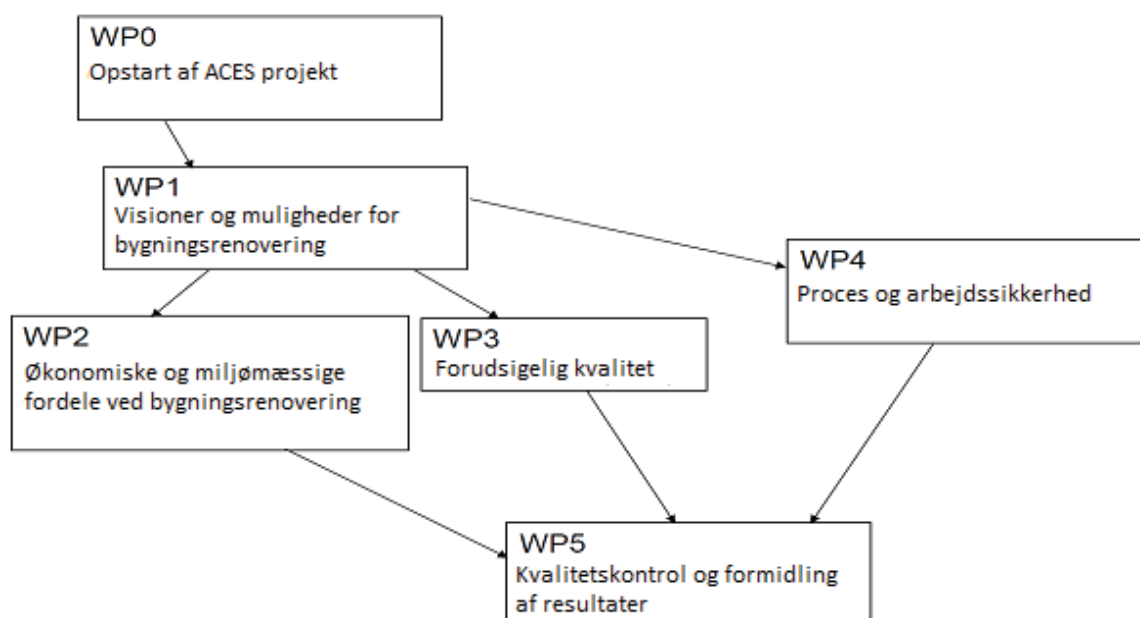


## ACES-projektet generelt

ACES er et akronym, som står for “A Concept for promotion of sustainable retrofitting and renovation in Early Stages”. Projektet har således fokus på de tidlige faser af renoveringsprojekter, når beslutninger om teknologi bliver taget. I disse faser har bygningsejeren behov for meget information af god kvalitet. ACES-projektet vil bidrage til at klarlægge hvordan sådan information indhentes og kan nyttiggøres. Hypotesen for projektet er, at der er rationelle grunde baseret på “sund økonomi” til at gennemføre renovering, som også vil føre til at bygninger opnår en mere bæredygtig drift. Dermed bliver renoveringsprojekter til en værdidreven proces, der bidrager til bæredygtig udvikling. En alternativ hypotese er, at renovering for bæredygtig udvikling ikke resulterer i øget værdi, hvorfor renovering kun gennemføres hvis bygningsejeren er en entusiast eller hvis lovgivning eller subsidiering er drivkræfter.

I de tidlige faser, når bygningsejeren stadig ikke har besluttet hvad der skal foretages, er det muligt at påvirke planerne for renoveringen med henblik på indarbejde virkemidler, der vil få bygningen til at fungere på en mere bæredygtig måde. ACES-projektet bidrager med viden, der kan understøtte motivationen hos bygningsejere til at renovere bygninger med henblik forbedret driftseffektivitet i relation til energiforbrug og indeklima.

ACES er opdelt i arbejdsplaner (Work Packages – WP) som vist i Figur 1. For hver af arbejdsplanerne WP1-5 er der udarbejdet fælles resumé-rapport. Udover hovedansvaret for WP2 har DTU bidraget med et dokument (DTU-D1-1) til WP1, der giver en status over energirenovering i Danmark (Jensen, 2011).



Figur 1. Arbejdsplanerne i ACES-projektet

## Læsevejledning

Rapporten indledes i kap. 2 med en kort omtale af baggrunden for den stigende fokus på bygningsrenovering, som udgør motivationen for ACES-projektet. Derefter følger en beskrivelse af den anvendte metode i delprojektet i kap. 3, og i kap. 4 præsenteres resultaterne fra den indledende interessent- og behovsundersøgelse baseret på 10 ekspertinterviews.

RENO-EVALUE-værktøjet præsenteres i kap. 5 efterfulgt af de 4 casestudier i kap. 6. I sammenhæng med hvert casestudie vises resultaterne af evalueringerne med brug af RENO-EVALUE. I kap. 7 foretages en tværgående analyse af casestudierne og erfaringsopsamling fra afprøvning af RENO-EVALUE i cases og ved workshoppen den 11. april 2013. En vejledning i brugen af RENO-EVALUE følger i kap 8.

Rapportens afsluttes med konklusion i kap. 9 og lister med litteratur og hjemmesider. Som appendiks findes 3 RENO-EVALUE skabeloner. Som supplement til rapporten er der som nævnt udviklet en Excel-fil med RENO-EVALUE-regneark, der er lagt på hjemmesiden [www.cfm.dtu.dk](http://www.cfm.dtu.dk).

Dokumentationen, som rapporten bygger på, findes som nævnt i 3 særskilte bilagsrapporter.

Bilagsrapport 1 på i alt 95 sider vedrører interessent- og behovsanalysen og indeholder oversigt over 10 ekspertinterviews gennemført januar-marts 2012, spørgeguide og en temaopdelt præsentation af interviewresultaterne.

Bilagsrapport 2 på i alt 99 sider vedrører casestudier og indeholder oversigt over interviews og møder afholdt april 2012-marts 2013, interviewguide samt 12 interviewreferater.

Bilagsrapport 3 på i alt 11 sider vedrører workshops og indeholder deltagerlister, program og resumé af de 2 workshops afholdt den 20. marts 2012 og den 11. april 2013. Powerpoint-præsentationer fra de 2 workshops findes ligeledes på [www.cfm.dtu.dk](http://www.cfm.dtu.dk).

## Tak til alle involverede!

Vi vil gerne takke alle virksomheder, organisationer og personer, der har deltaget i projektet. Uden jeres interesse og velvilje havde projektet ikke været muligt.

Hvis du har kommentarer eller spørgsmål til projektet eller overvejer at anvende RENO-EVALUE, så er du velkommen til at kontakte Per Anker Jensen, e-mail [pank@dtu.dk](mailto:pank@dtu.dk) eller tlf. 4525 1674.

## 2. Baggrund

Ifølge Danmarks Statistik (2013) var der 2.531.701 bygninger i Danmark i 2012. Det estimeres at omkring 40 % af det samlede danske energiforbrug går til drift og brug af disse bygninger i form af varme og el (Høyer, 2012). De nationale målsætninger om at hele Danmarks energiforsyning skal dækkes af vedvarende energi i 2050 er derfor i høj grad afhængige af, at energiforbruget i danske bygninger bliver reduceret væsentligt. Ud over det så spiller de stigende energipriser fortsat en større rolle i vores hverdag og gør, at vi begynder at tænke i alternative baner – både for at spare, men også for at producere energi.

Der findes flere måder på at reducere vores energiforbrug i bygninger. Det kan for eksempel være ved nedrivning af gamle, energiineffektive bygninger, ved nedrivning og efterfølgende nybyggeri, ved optimeret ejendomsdrift, eller ved renovering af eksisterende bygningsmasse. Det skal dog nævnes i denne sammenhæng at nybyggeri kun udgør en lille del af den samlede bygningsmasse (omkring 1 %), og at energikrav til nybyggeri løbende bliver skærpet gennem Bygningsreglementet. For virkeligt at kunne gøre en forskel og bidrage til et mere bæredygtigt samfund, er det derfor essentielt at fokusere på eksisterende bygninger, da det er her energibesparelspotentialet er størst, og ikke mindst fordi mange af de eksisterende bygninger i forvejen har et stort vedligeholdelses efterslæb og trænger til fornyelse. Det er dog en meget kompleks opgave med mange barrierer og udfordringer.

En udfordring ved renovering af eksisterende bygninger er, at disse bygninger allerede har nogle foruddefinerede byggetekniske rammer for, hvor meget deres energiforbrug kan reduceres med, og dermed også hvor store de økonomiske og miljømæssige konsekvenser af deres renoveringer kan være. Ud over de fysiske rammer, som i høj grad relaterer sig bygningens alder og byggekvalitet, så afhænger dens energibesparelspotentiale af mange andre faktorer som fx beliggenhed, brugstider, brugeradfærd m.m.

En anden udfordring for renoveringsprojekter er de manglende økonomiske incitamenter og forskellige interesser blandt aktørerne. Prioriteringen af de forskellige renoveringstiltag afgøres ofte ud fra investeringens størrelse og simpel tilbagebetalingstid, hvor det som regel er de lavthængende frugter der bliver prioriteret højest. I private udlejnings-ejendomme er situationen karakteriseret af en anden udfordring – det såkaldte paradoks problem, hvor ejere og lejere som regel har forskellige interesser og ikke er interesserede i at foretage investeringer i energirenoveringer som ikke tilfalder dem (BiD og GI, 2011).

For lille politisk bevidsthed om værdiskabelse gennem renovering og manglen på komplette standardløsninger og fælles retningslinjer er også udfordringer som er med til at bremse en hurtigere bæredygtig transformation, samtidig med at den globale finanskriser forsinket processen yderligere.

På den anden side findes der også mange argumenter for, hvorfor det er nødvendigt at renovere vores bygninger og tænke bæredygtigheden ind i renoveringsprojekter. Bæredygtig bygningsrenovering giver et solidt afkast, ikke nødvendigvis rent økonomisk, men også socialt eller miljømæssigt. Ser man på totaløkonomi frem for simple tilbagebetalingstider, så kan bæredygtige renoveringer være med til at reducere driftsomkostninger

på sigt. Tidligere undersøgelser (Sustania, 2012) viser at energieffektive kontorbygninger typisk har 30 % mindre driftsomkostninger end standard kontorbygninger, og at deres salgsværdi kan være op til 35 % højere end lignende standard kontorbygninger. Ser man på bygningernes levetider, så overstiger drift- og vedligeholdelsesomkostninger typisk selve byggeomkostningerne, og derfor er det også ud fra dette perspektiv en god ide at energioptimere bygninger, da det på sigt giver lavere løbende udgifter.

I erhvervsejendomme, og især i kontorejendomme, er effekten af bæredygtige bygninger også målbar på bundlinjen, idet de bæredygtige løsninger bidrager til et bedre indeklima og forbedrer medarbejdernes helbred og produktivitet, hvilket i den sidste ende resulterer i mindre fravær og giver bedre forretningsresultater. Denne værdi vil typisk være mange gange større end selve omkostningerne til drift og vedligehold, hvilket er illustreret i Figur 2.



**Figur 2: Illustration af totalomkostninger for en erhvervsbygning, sammenlignet med værdien at det arbejde som bliver udført i bygningen. [Sustania, 2012]**

Det estimeres at mennesker i de vestlige lande bruger omkring 90 % af deres tid indendørs, og at dårligt indeklima globalt er skyld i 11 % af dødsfald hvert år. Bæredygtig bygningsrenovering kan derfor ikke betragtes kun som et spørgsmål om afkast, energi og energibesparelser, men skal også fokusere på den merværdi som renoveringen tilfører brugerne af disse bygninger. Der findes undersøgelser som viser at et godt indeklima bidrager til mindre sygdom og mere produktivitet blandt medarbejdere, og at eleverne i folkeskoler opnår bedre resultater når der er tilstrækkeligt frisk luft i undervisningslokaler. [Sustania, 2012]

På nationalt plan bidrager renoveringsprojekter til kompetence opbygning og innovation, øget produktion og beskæftigelse, samtidig med at flere energieffektive bygninger reducerer vores energi afhængighed og gør samfundet mindre sårbar over for stigende energipriser.

Princippet ”Tænk globalt, handl lokalt” afspejler sig i høj grad gennem bæredygtig bygningsrenovering, idet bæredygtigt byggeri ikke kun har en effekt på lokalt niveau, men kan også gøre en forskel på det globale plan. Energieffektive bygninger bruger mindre energi end standard bygninger, hvilket betyder at de også udleder mindre CO<sub>2</sub> og forurener mindre, hvormed de reducerer deres påvirkning på den globale opvarmning. Bæredygtigt byggeri kendetegnes ikke alene ved lavt energibehov, men arbejder også med andre elementer af bæredygtighed, som fx genanvendelse af materialer, vedvarende energiproduktion, klimatilpasningstiltag o.l., som igen har en global indflydelse på klimaet.

### 3. METODE

I delprojektet har DTU primært anvendt kvalitative forskningsmetoder i form af interviews, casestudier og workshops, mens vores projektpartnere ved KTH og FRC primært har anvendt kvantitative metoder i form af beregninger og simulering af energiforbrug m.v.

Hele ACES-projektet startede i september 2011 med en kick-off workshop med repræsentanter fra alle projektpartnere, hvor planer for de enkelte arbejdsopgaver blev fremlagt af de respektive ansvarlige projektpartnere og drøftet i hele projektgruppen. DTU fremlagde i den forbindelse de foreløbige planer for udvikling af RENO-EVALUE i relation til WP2.

I de første måneder af projektet gennemførtes derudover litteraturstudier. I forbindelse hermed udarbejdedes en engelsksproget status for energirenovering i Danmark (Jensen, 2011), som udgjorde DTU's bidrag til arbejdsopgave WP1 (Aflevering DTU-D1-1). Endvidere blev civilingeniør Esmir Maslesa ansat som forskningsassistent pr. 1. december 2011.

#### Interessent- og behovsanalyse samt workshop 1

I starten af 2012 gennemførtes en interessent- og behovsanalyse med 10 ekspertinterviews. Formålet var først og fremmest at indsamle viden om bygningsrenovering med særlig vægt på energirenovering med henblik på at kunne målrette vores indsats, så den så vidt muligt kunne bygge videre på eksisterende viden og aktiviteter samt gøre en forskel. Desuden var det et formål at finde bygningsrenoveringsprojekter, der var velegnede til efterfølgende casestudier.

Interviewpersonerne blev udvalgt, så de repræsenterede interesseorganisationer (Bygherreforeningen i Danmark og Det Økologiske Råd), private og offentlige bygherrer (DAB, Datea og Københavns Kommune), større rådgivere (COWI og Grontmij) og entreprenører (Enemærke & Petersen og Siemens). Nærmere oplysninger om interviewpersonerne findes i bilagsrapport 1. Set i bakspejlet burde der tillige have været repræsentant(er) fra arkitektvirksomheder blandt interviewpersonerne.

Ekspertinterviewene blev gennemført som åbne, semi-strukturerede interviews baseret på en spørgeguide, der anvendtes til at strukturere interviewene og som checkliste. Alle interviews blev optaget og transskriberet til et detaljeret referat, der blev sendt til interviewpersonerne til kommentering og godkendelse. Til brug for analysen blev interviewene opdelt i temaer og alle interviews samlet på tværs af de enkelte referater i et samlet dokument. Spørgeguide og det samlede referatdokument findes ligeledes i bilagsrapport 1.

De overordnede resultater af analysen præsenteres i kap. 4. Et væsentligt resultat var derudover, at vi med henblik på at bidrage til at understøtte rationelle beslutningsprocesser skulle fokusere på den professionelle sektor og ikke enfamiliehuse, hvor følelses-



mæssige aspekter ofte har stor betydning for at gennemføre eller ikke gennemføre renoveringstiltag.

Ved workshoppen den 20. marts 2012 blev resultaterne af interessent- og behovsanalysen præsenteret og drøftet sammen med de foreløbige idéer til RENO-EVALUE og case-studier. I workshoppen var vores projektpartner fra KTH repræsenteret og holdt et indlæg. Som afslutning på workshoppen blev deltagerne engageret i gruppearbejder med efterfølgende opsamling og diskussion i plenum om de parametre og faktorer, der indgik i de foreløbige idéer til RENO-EVALUE. De i alt 18 deltagere bestod udover projektdeltagere af nogle af interviewpersonerne samt en række inviterede fagfolk med interesse i projektet. Referat med deltagerliste findes i bilagsrapport 3.

## Casestudier og workshop 2

Igennem interessent- og behovsanalysen blev det klart at de fleste eksempler på renoveringsprojekter findes inden for almennyttigt boligbyggeri og til dels hos kommuner. Vores ønske var at finde velegnede cases, som repræsenterede forskellige typer af byggeri og projekter i varierende faser. Vores strategi var at finde cases blandt de virksomheder, hvor vi gennemførte interviews, og det begrænsede naturligvis mulighederne. Resultatet var at vi gennemførte casestudier af følgende 4 renoveringsprojekter:

- Sorgenfrivang II i Virum, som DAB foreslog, idet de fungerer som forretningsfører på projektet, og det var i beslutningsfasen for en meget stor almennyttig boligbebyggelse
- Langkærparken i Tilst ved Aarhus, som Enemærke & Petersen foreslog, idet de havde været hovedentreprenør på projektet, og det var et eksempel på et gennemført pilotprojekt med vidtgående renovering af en enkel blok i en større almennyttig boligbebyggelse
- Bredgade 43 i København, som Datea foreslog, idet de er administrator for ejendommen, og det er et af de første eksempler på en energirenovering/optimering af en kontorejendom, hvor staten som lejer har stillet krav om en forbedring af energimærket. Projektet var under gennemførelse og blev afsluttet i løbet af casestudiet
- Ellebjerg Skole, som Københavns Kommune foreslog, idet det var et eksempel på et stort, igangværende bygningsrenoveringsprojekt med både energi- og klimarelaterede tiltag.

Casestudierne startede i ovennævnte rækkefølge, men de gennemførtes i høj grad parallelt i perioden april 2012-marts 2013. Hvert casestudie startede med et interviewmøde med projektlederen fra den virksomhed/organisation, der havde foreslået casen og stillet den til rådighed. Projektet blev gennemgået og projektmateriale blev udleveret. Endvidere blev de væsentlige interessenter identificeret og kontaktpersoner udpeget. Efterfølgende gennemførtes interviewmøder med repræsentanter for de øvrige interessenter.

Interviewene i casestudierne blev i lighed med ekspertinterviewene gennemført som åbne, semi-strukturerede interviews baseret på en spørgeguide, der anvendtes til at strukturere interviewene og som checkliste. Desuden blev informationer fra projektmateriale og

tidligere interviews fra samme case inddraget i interviewspørgsmålene. Alle interviews blev optaget og transskriberet til et detaljeret referat, der blev sendt til interviewpersonerne til kommentering og godkendelse.

På grundlag af interviews og dokumentstudier blev der udarbejdet en kort fakta-beskrivelse og en detaljeret beskrivelse af hver case. Desuden udarbejdede vi en standardiseret RENO-EVALUE beskrivelse af forudsætningerne for hver case i forhold til de parametre og faktorer, indgår i værktøjet, jf. skabelonen i Appendiks 1. Disse beskrivelser af forudsætningerne sendt til interviewpersoner for hver case, og de blev bedt om at kommentere forudsætningerne og foretage en evaluering af casen med karakterer og begrundelse. I de fleste tilfælde skete dette pr. korrespondance via e-mails, mens det i enkelte tilfælde foregik ved særskilte møder med interviewpersonerne. Efter en del rykkere lykkedes det at indsamle evalueringer fra de fleste interviewpersoner.

Ved workshopen den 11. april 2013 blev resultaterne af casestudierne præsenteret og drøftet sammen med den bearbejdede udgave af RENO-EVALUE. Også i denne workshop var vores projektpartner fra KTH repræsenteret og holdt et indlæg. Endvidere præsenterede Elsebeth Terkelsen, Arkitektskolen i Aarhus værktøjet Bæredygtig Bo Barometer, som de har været med til at udvikle. Derefter blev der arbejdet i grupper med at afprøve RENO-EVALUE på de 4 case-projekter med afsluttende plenumdiskussion og opsamling. De i alt 23 deltagere bestod udover projektdeltagere af nogle af interviewpersonerne både fra interessent- og behovsanalysen og casestudierne samt en række inviterede fagfolk med interesse i projektet. Referat med deltagerliste findes i bilagsrapport 3.

## Generel udveksling og samarbejdsrelationer

I forbindelse med projektet har vi deltaget i en række faglige arrangementer om bygningsrenovering i form af møder, konferencer og studieture. Projektet er gennemført ved CFM, der er et nationalt forskningscenter for forskning i Facilities Management støttet af Realdania. I relation til emnet for nærværende projekt har vi sideløbende gennemført et forskningsprojekt om Energy Service Koncepter med fokus på ESCO i danske kommuner under ledelse af vores kollega lektor Susanne Balslev Nielsen i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut ved Aalborg Universitet. Vi har ligeledes haft samarbejde med et projekt ved vort institut om energirenovering af enfamiliehuse, som indgår i InnoByg (Innovationsnetværket for energirigtige og bæredygtige bygninger).

I tilknytning til projektet er gennemført flere studenterprojekter. Per Anker Jensen og Esmir Maslesa har været vejleder for Björn Ástmarsson, der i 2012 udarbejdede kandidat-speciale om energirenovering med fokus på paradoksproblemet i lejeboliger (Ástmarsson, 2012), og vi har efterfølgende i fællesskab udarbejdet en artikel, som er optaget i det videnskabelige tidsskrift *Energy Policy* (Ástmarsson et al., 2013). Per Anker Jensen har desuden været vejleder for Torben Hangaard, der er teknisk chef ved Boliggården i Helsingør, og som i 2013 har udarbejdet masterafhandling på videreuddannelsen Master i Ledelse af Byggeri om udvikling af bæredygtig renovering i den almene sektor (Hangaard, 2013).



Per Anker Jensen og Susanne Balslev Nielsen har været udpeget af DTU som repræsentanter i regeringens Netværk for Energirenovering med deltagelse i netværksgruppe for henholdsvis erhvervsbyggeri og offentligt byggeri. Per Anker Jensen har desuden deltaget i følgegruppen for et projekt om modeller for energirenovering, som er gennemført af Energiforum Danmark i 2012-2013 med støtte fra Realdania. Endvidere deltager Per Anker Jensen og Esmir Maslesa i Advisory Board for projektet AFTER, som er et EU-projekt om bl.a. energieffektivitet i almennyttige boliger med deltagelse i Danmark af BL (Boligselskabernes Landsforening), Arkitektskolen i Aarhus og Aarhus Kommune.

## 4. INTERESSENT- OG BEHOVSANALYSE

Da vi startede arbejdet med delprojekt WP2 fandt vi, at det var væsentlig at identificere de væsentligste motiver til at gennemføre renovering af bygninger i Danmark og hvilke behov for ny viden og nyt værktøj, som vores projekt med størst fordel skulle søge at dække for at gøre en forskel. Det var imidlertid ikke en enkel opgave, idet tidligere undersøgelser - både internationalt (Better Buildings Partnership, 2010; IEA, 2007; Itard et al., 2008; WBCSD, 2009) og i Danmark (Advice A/S, 2011; BiD and GI, 2011; Jensen, 2009) - havde dokumenteret mange barrierer for at initiere renoveringsprojekter.

Barriererne kan opdeles i 2 kategorier: Økonomiske og informationsmæssige barrierer. Mangel på økonomiske incitamenter og livscyklusperspektiver er de mest markante økonomiske barrierer, mens manglende politisk opmærksomhed, manglende fælles retning blandt de vigtigste interessenter og mangel på overblik til at prioritere er de væsentligste informationsmæssige barrierer. Desuden betragtes nybyggeri ofte som mere attraktivt end eksisterende bygninger. Generelt er problemet ikke mangel på tekniske løsninger, men det er først og fremmest et problem med at motivere bygningsejere til at implementere de tilgængelige løsninger.

### Motiver til bygningsrenovering

Næsten alle interviewpersonerne nævnte nedslidning af bygninger som en primær baggrund for at foretage bygningsrenovering. I nogle tilfælde blev problemer med indeklima i nyere bygninger nævnt som motiv for at gennemføre renoveringsprojekter, som tillige omfatter energirenovering. I offentlige institutioner, boligselskaber og private virksomheder benyttes energirenoveringer ofte som led i branding eller som et element i organisationens strategi i relation til Corporate Social Responsibility (CSR). Det forekommer at især globale virksomheder med lokaler i Danmark stiller krav til udlejere om energieffektive bygninger.

Energimærkning blev indført i Danmark i 2007 med sigte på at blive en væsentlig drivkraft for energirenoveringsprojekter, men Energimærkningsordningen (EMO) er ikke særlig populær. En rapport fra SBI om Energimærkning i Europa konkluderer, at energimærket ikke bliver udnyttet af danske bygningsejere (Gram-Hanssen & Haunstrup Christensen, 2011). Energimærket anvendes ifølge vore interviewpersoner sjældent som en motivator for energirenovering. Nogle mener at det skyldes at energimærket primært er baseret på teoretiske beregninger, som ikke reflekterer den faktiske situation særlig godt. Specifikt i forhold til socialt boligbyggeri introduceres nu et revideret system for energimærkning for at imødegå kritikken.

Markedssituationen er en væsentlig faktor i forhold til energieffektivitet og renovering af bygninger. I en situation med krise som vi har oplevet i de senere år, hvor der er mange ledige lejemål, så er lejere til en vis grad gunstigt stillet i forhold til udlejere og kan stille krav, som de sandsynligvis ikke ville have mulighed for at komme igennem med i en økonomisk opgangstid. Derfor har ejere af energieffektive bygninger bedre muligheder for at udleje deres bygninger end ejere med mindre energieffektive bygninger, forud-

sat at andre kriterier som fornuftigt lejeniveau og hensigtsmæssig lokalisering m.v. er tilgodeset.

## Bygningsbrugere og deres interesser

Analysen har bekræftet at bygningsbrugere ofte har forskellige interesser, men dette varierer afhængigt af typen af bygninger. Offentlige skoler og fredede bygninger indgår ofte i en politisk dagsorden, idet de opnår stor opmærksomhed blandt brugere og borgere hver dag. Energirenovering i sociale boligbebyggelser er i høj grad afhængig af beboerdemokratiet, idet et flertal af de beboere, der deltager i en afstemning om et renoveringsprojekt, skal være positive for at projektet kan gennemføres.

Paradoksproblemet med udlejerens og lejerens forskellige interesser er internationalt kendt under betegnelsen "Landlord/tenant dilemma" (IEA, 2007), og det gælder også i den danske private udlejningssektor og vurderes at være en af de største barrierer for energirenoveringsprojekter (CONCITO, 2011; Ástmarsson, 2012). Udlejeren sørger for at lejere får rådighed over en bolig med tilhørende installationer og forsyninger, mens lejeren betaler husleje og energiforbruget. Udlejeren kan normalt ikke hæve huslejen til at dække investeringer i energieffektivisering, mens lejere normalt ønsker lav husleje og lave energjudgifter, hvorved paradokset eller dilemmaet opstår. Lovgivningen på området er meget kompleks og lejeniveauet er lovreguleret, hvilket i mange tilfælde er en hindring for energirenovering - selv i tilfælde hvor renoveringen samlet set er rentabel, fordi det maksimale huslejeniveau er utilstrækkelig til at finansiere investeringer, hvis energibesparelsen ikke kan kapitaliseres. Regeringen har i efteråret 2012 indgået forlig med et flertal i folketinget om at ændre lovgivningen med henblik på at eliminere eller begrænse paradoksproblemet, men både udlejer- og lejerorganisationer har udtrykt skepsis i forhold til, om de foreslåede ændringer er tilstrækkelige.

## Beslutningsprocesser

I forbindelse med analysen kunne ingen af interviewpersonerne præsentere eksempler på rene energirenoveringsprojekter forstået som projekter, der er igangsat med energieffektivisering som den primære motivationsfaktor. Det skyldes at energirenovering i Danmark i de fleste tilfælde kombineres med generelt vedligehold, modernisering, ombygning, ændret anvendelse eller levetidsbaseret renovering.

Der er forskellige parametre, som kan have betydning for en beslutningsproces om energirenovering. I mange tilfælde er tilbagebetalingstiden den væsentligste parameter, når energirenovering overvejes. Beslutningstagerne er ofte hovedsageligt interesseret i korte tilbagebetalingstider, som ikke kræver meget store investeringer. Typiske eksempler kan være udskiftning af lyskilder eller IT udstyr, optimering af ventilations- og varmeagregater og opsætning af solceller. Der er i sådanne tilfælde tale om energioptimering uden væsentlige bygningsmæssige indgreb. Omfattende renoveringer – også betegnet helhedsrenoveringer eller dybe renoveringer – omfatter typisk efterisolering af ydervægge, udskiftning af vinduer og/eller tagudskiftning, og de er mere komplekse og dyrere med længere tilbagebetalingstid. Helhedsrenoveringer kræver længere planlægningstid og

involvering af mange parter som arkitekter, ingeniører, bygherrerådgivere, entreprenører og bygningsbrugere mv.

På grund af kompleksiteten af helhedsrenoveringer, så indebærer de, at der som regel gennemføres omfattende beregninger og simuleringer af forventet fremtidigt energiforbrug under planlægningen, men på grundlag af vores interviews er troværdigheden af resultaterne af sådanne beregninger diskutabile. Næsten alle interviewpersonerne nævnte, at i mange af de projekter, som de har været involveret i, har der været en bemærkelsesværdig forskel imellem det beregnede og det realiserede energiforbrug. Forskellen var typisk at det realiserede energiforbrug lå 10 – 30 % over det beregnede. Nogle giver beregningsværktøjerne skylden for denne unøjagtighed, andre mener at årsagen er at udgangspunktet – baseline – for beregningerne ikke fastsættes korrekt, og mange mener at det i sidste ende er brugeradfærden, der er årsag til forskellen. Nogle interviewpersoner peger endvidere på at dårlig udførelseskvalitet under renoveringsprocessen kan være årsag til forskellen.

Den manglende tillid til, at den forventede energieffektivitet bliver opnået, er en væsentlig årsag til, at der i de senere år har været en stigende interesse i Danmark for ESCO (Energy Service Companies) eller EPC (Energy Performance Contracts), hvor en virksomhed lover garanterede energibesparelser til en bygningsejer. Især mange danske kommuner har initieret ESCO projekter (Jensen et al., 2013), men der er også tegn på at ejere af andre bygningstyper viser interesse for ESCO-projekter. ESCO anses også for at være et lovende koncept til at overkomme paradoksproblemet – ikke mindst i det private udlejningsbyggeri.

## To typer af energirenovering

På baggrund af analysen konkluderer vi at energirenovering i Danmark kan kategorieres i følgende to typer af projekter: *Helhedsrenovering* eller *energioptimering*. Ved helhedsrenovering indgår energirenovering som en del af et større projekt, hvor arkitektoniske og sociale parametre også indgår. Sådanne energirenoveringer omfatter ofte både klimaskærm og tekniske installationer og tillige i stigende grad nye forsyningsanlæg med genanvendelig energi som solceller. Energioptimeringsprojekter fokuserer især på tekniske installationer som belysnings-, ventilations-, vand-, varme- og køleanlæg med hensyn til energieffektivitet, vedligehold og korrekt brug. Energioptimering kan fremfor at have projektkarakter ligeledes være en løbende driftsaktivitet – energirigtig drift.

## Brugerinvolvering

I relation til hensigtsmæssig brug af bygninger er det vigtigt at arbejde med brugerinvolvering og brugeradfærd, da brugerne er dem der kommer til at anvende det færdige resultat. Der er mange måder, hvorpå brugeradfærd kan påvirkes. Nogle interviewpersoner nævnte visualisering af energiforbruget, interne konkurrencer om energibesparelser, uddannelse af driftspersonale samt ildsjæle/lokale ambassadører som effektive metoder til at opnå bedre energieffektivitet. Ved at automatisere de tekniske installationer kan nogle usikkerheder med hensyn til brugeradfærd reduceres. I sådanne tilfælde er det vigtigt at

forklare viceværter og det tekniske driftspersonale, hvordan anlæggene skal drives og vedligeholdes.

## **Non-Energy Benefits**

Ikke-energimæssige fordele – på engelsk Non-Energy Benefits (NEBs) – er de fordele, der opnås som en sideeffekt ved energirenoveringsprojekter og som er vanskelige at kvantificere (Amann, 2006). Typiske NEBs er relateret til indeklima forbedringer i form af bedre komfort, mere dagslys og mindre træk mv. Der er forskningsmæssig dokumentation for at bedre indeklima er direkte koblet til øget produktivitet og mindre sygefravær, hvilket gør NEBs meget relevante for kontorvirksomheder. NEBs er på den anden side sædvanligvis ikke en afgørende faktor i den private sektor, men de kan ifølge nogle interviewpersoner anvendes som et godt argument i den indledende fase af renoveringsprojekter. Da NEBs er vanskelige at kvantificere, så inddrages de som regel ikke i beregninger af rentabilitet eller tilbagebetalingstid, men flere interviewpersoner mener at dette burde ændres, så NEBs bliver en reel parameter i beregningerne. Der er imidlertid andre interviewpersoner, der fremhæver at det er vanskeligt at tale om NEBs på forkant, da de ofte først opdages eller anerkendes, når energirenoveringen er gennemført.

## 5. PRÆSENTATION AF RENO-EVALUE

Der er mange udfordringer og problemer i forbindelse med bygningsrenovering. Mange muligheder forpasses i de tidligere faser af renoveringsprojekter på grund af manglende viden og manglende økonomiske incitament, og der er et behov for bedre kommunikation mellem de forskellige interessenter involveret i bygningsrenovering. For at bidrage til at afhjælpe disse problem har vi udviklet det nye værdibaserede værktøj RENO-EVALUE, som på enkel måde kan understøtte dialog om målsætninger for renoveringsprojekter i beslutningsprocessen og efterfølgende evalueringer af i hvilken grad målsætningerne bliver indfriet i det videre projektforsløb.

Værdi er et komplekst og mangetydigt begreb – især når vi ikke alene betragter kvantitativ økonomisk værdi men tillige inddrager mere kvalitative aspekter af værdi. Vurdering af værdi indgår ofte i transaktioner med køb og salg, hvor prisen er det man som køber betaler til sælger, mens værdien er det køberen får i stedet ("price is what you pay, value is what you get"). Jensen et al. (2012) giver et overblik over nøglebegreber i relation til værdi og forskellige typer af værdi. En almindelig anvendt definition er, at værdi er afvejningen mellem fordele og ofre (trade-off between benefits ("what you get") and sacrifices ("what you give")). Fra denne definition følger, at værdi har et stærkt subjektivt element. Forskellige mennesker evaluerer fordele og ofre forskelligt. Det betyder at vi i relation til værdi af bygningsrenovering bør fokusere på de forskellige interessenter og deres forskellige interesser og præferencer.

I den indledende fase af ACES-projektet gennemførtes et litteraturstudie af state-of-the-art for energirenovering i Danmark som led i WP1 (Jensen, 2011). Dette studie viste, at der er et behov for et enkelt anvendeligt værktøj til at understøtte beslutningsprocesser og evaluering af renoveringsprojekter, hvilket bl.a. fremgår af Advice A/S (2011). Det blev tillige understøttet af behovs- og interessentanalysen gennemført i WP2, jf. kap. 4.

### Formål

RENO-EVALUE er et værktøj til holistisk målsætningsformulering og evaluering af bæredygtigheden af bygningsrenoveringsprojekter. Hovedformålet for RENO-EVALUE er at blive anvendt som et værktøj til at understøtte en dialogbaseret beslutningsproces i de tidligere faser af renoveringsprojekter. Det er et procesorienteret værktøj, der kan anvendes af alle med indsigt i projektet. RENO-EVALUE fokuserer ikke alene på det færdige resultat af renoveringen – produktet, men det dækker tillige projektets organisation, økonomi og renoveringsprocessen.

RENO-EVALUE kan anvendes til at formulere målsætninger for renoveringsprojekter og bidrage til at fokusere på det, som de primære interessenter og beslutningstagere anser for at være de væsentligste aspekter. Fremfor at undertrykke forskellige interesser, værdier og præferencer ved at en projektleder gennemtrumfer en påtaget konsensus, så sigter værktøjet mod at synliggøres sådanne forskelle, så de kan håndteres i beslutningsprocessen gennem åben meningsudveksling, reelle kompromisser og/eller bevidste beslutninger.



RENO-EVALUE kan således anvendes som et kommunikations- og dialogværktøj mellem forskellige interessenter i fastlæggelsen af målsætninger og til afstemning af forventningerne i de indledende faser. I løbet af projektforløbet kan RENO-EVALUE anvendes i en løbende opfølgning til at foretage evalueringer af de opnåede resultater af projektet set i forhold til de fastlagte målsætninger og de identificere forventninger.

RENO-EVALUE giver ligeledes muligheder for at sammenligne forskellige projekter og sammenligne alternative forslag. De gennemførte casestudier, som præsenteres i kap. 6, er udover at have været et led i udviklingen og afprøvningen af RENO-EVALUE tillige tænkt som illustrative cases, der kan anvendes til inspiration ved anvendelsen af RENO-EVALUE i forbindelse med nye renoveringsprojekter.

## Målgruppe

RENO-EVALUE kan anvendes af beslutningstagere, der ikke nødvendigvis besidder de nødvendige tekniske kompetencer til at vurdere energirenoveringsprojekter i detaljer. Værktøjet kan anvendes af alle interessenter involveret i de tidlige faser af et bygningsrenoveringsprojekt, såfremt de har en vist kendskab til projektet.

Værktøjet er tænkt anvendt på større projekter i den professionelle sektor, dvs. ikke ved énfamiliehuse o.l. De primære brugere af RENO-EVALUE kan være bygherreorganisationer, boligselskaber, ejendomsadministrationer, facilities managers mv. En af fordelene ved RENO-EVALUE er at det kan anvendes som et kommunikations- og dialogværktøj mellem bygningsejere/udlejere og repræsentanter for beboere, lejere, ansatte og andre bygningsbrugere. Det kan ligeledes anvendes af projektledere til at håndtere forventningsafstemning blandt forskellige interessenter og anskueliggøre i hvilken grad målsætninger er blevet opfyldt. Arkitekter, bygherrerådgiver og entreprenører kan anvende RENO-EVALUE til at illustrere og sammenligne forskellige forslag.

## Opbygning

RENO-EVALUE er ombygget med fire kategorier, hvoraf de tre repræsenterer social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed, mens den sidste kategori relaterer sig til projektkarakteren af renovering. Hver kategori er opdelt i 2 parametre. De 4 kategorier og 8 parametre er følgende:

- Interessenter (tilfredshed)
  - Produkt
  - Proces
  
- Miljø
  - Ressourcer
  - Klima

- Økonomi
  - Kroner (kvantitativt)
  - Værdi (kvalitativt)
  
- Projektorganisation (kompetencer)
  - Bestiller/bygherre (efterspørgere)
  - Rådgiver/entreprenør (leverandører)

Kategorierne og parametrene er generiske i forhold til bygningstyper. Parametrene er opdelt i en række faktorer, og faktorerne kan variere i et vist omfang i forhold til specifikke bygningstyper. Faktorer for de enkelte kategorier og parametre er vist i Tabel 1. Udgangspunktet er boligbyggeri, hvilket kommer til udtryk i faktorerne for parameteren ”Værdi”.

## Anvendelse

Da værktøjet skal kunne anvendes af forskellige interessenter spændende over bl.a. professionelle beslutningstagere, bygningsfagfolk og almindelige bygningsbrugere, så skal det være letforståeligt og enkelt at anvende. Data indsamles gennem interviews med de primære interessenter, og der indgår ikke nye beregninger i værktøjet. En interviewer indsamler fakta om projektet på forhånd og checker dem med interessenterne gennem interviews. Interviewspørgsmål er standardiserede med mindre variationer afhængig af bygningstype.

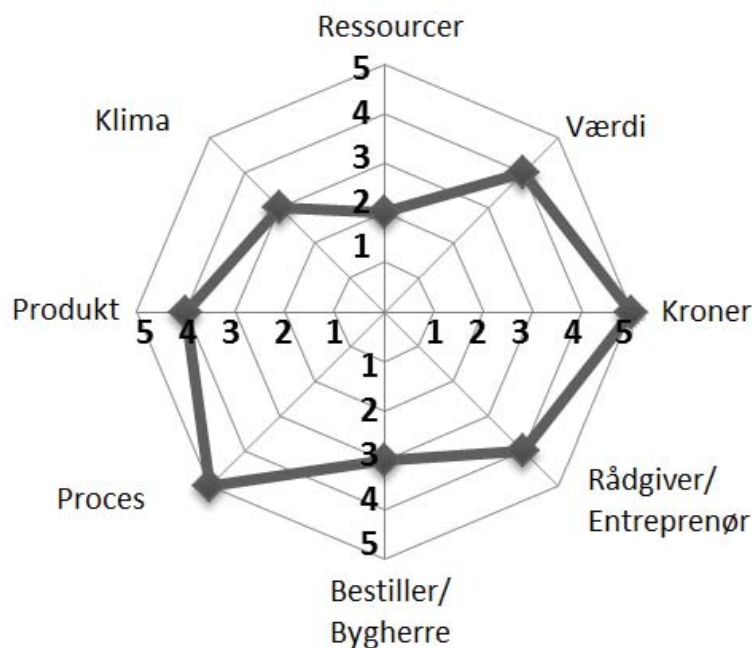
Evalueringer af et projekt er baseret på subjektive vurderinger men også understøttet af fakta om projektet. Derudover skal der gives en skriftlig begrundelse for hver enkelt karakter der afgives, og det skal ved præsentation af resultaterne fremgå, hvem der har foretaget de enkelte vurderinger.

RENO-EVALUE modellen er i Figur 3 illustreret som et edderkopdiagram, hvor det er muligt at give hver af de i alt 8 parametre en karakter fra 1-5, hvor 1 er lavest og 5 er højest. Der kan gennemføres evalueringer på forskellige tidspunkter i løbet af et renoveringsprojekt, hvorved det f.eks. er muligt at overvåge udvikling af projektet og sammenligne de aktuelle resultater med de indledende målsætninger og forventninger.



**Tabel 1: Kategorier, parametre og faktorer i RENO-EVALUE**

Kategori	Parameter	Faktor
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik
		Funktion og brugervenlighed
		Indeklima og komfort
		Holdbarhed/fremtidssikring
	Proces	Samarbejdet mellem parterne
		Gensidig information
Involvering af brugere		
		Udførelsehensyn til brugere
Miljø	Ressourcer	Energiforbrug
		VE produktion
		Vandforbrug
		Genbrug af vand
		Genbrug af materialer
		Omfang af affald
	Klima	Genbrug af affald
		CO2 udledning
		Lokal udledning af vand
		Forurening
Økonomi	Kroner	Rimelig husleje
		Rimelige driftsudgifter
		Rimeligt driftsniveau på sigt
	Værdi	Eftertragtet bolig
		Velfungerende bebyggelse
		Attraktivt område
Projekt-organisation	Bestiller/ bygherre	Projektledelseskompetencer
		Beslutningsdygtighed
		Teknisk kompetence
		Samarbejdsevner
		Involvering af driftsorganisation
		Risiko/ansvar/udvikling
	Rådgiver/ entreprenør	Projektledelseskompetencer
		Teknisk kompetence
		Problemløsningsevner
		Samarbejdsevner
		Sammenhæng i leveranceteam
		Risiko/ansvar/udvikling



**Figur 3: Illustration af RENO-EVALUE model**

Fordelen med RENO-EVALUE er, at det ikke tager lang tid at gennemføre evalueringen, at den grafiske præsentation af resultaterne er letforståelig, og at modellen giver et hurtigt overblik over den aktuelle situation set fra de forskellige interessenters perspektiv. Det kan for eksempel være nyttigt i de tidlige faser af energirenoveringsprojekter med henblik på at forbedre overensstemmelsen mellem de forskellige interessenter og fastsætte succeskriterier for projektet. Efter projektet er afsluttet kan en sammenligning af resultaterne fra den indledende fase med en afsluttende evaluering anvendes til at vurdere, hvorvidt eller i hvilken grad succeskriterierne er opfyldt. Evalueringer kan på denne måde anvendes internt til at sammenligne "før og efter" situationer, og eksternt kan evalueringer anvendes til erfaringsudveksling og sammenligning mellem forskellige projekter.

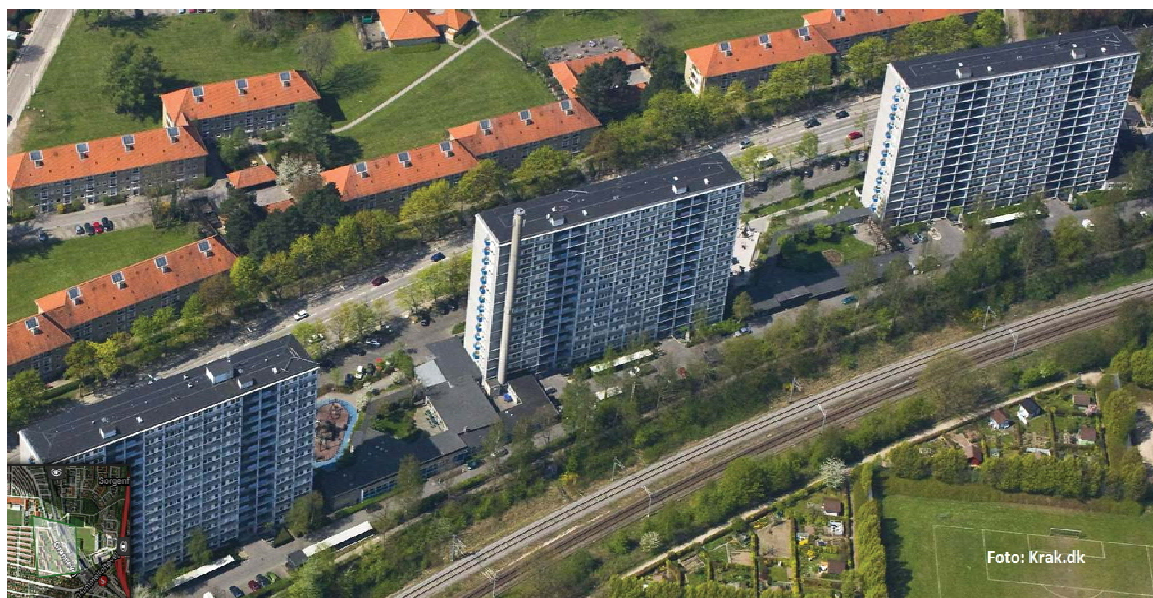
## 6. CASESTUDIER

I forbindelse med ACES er der gennemført 4 casestudier med henblik på at udvikle, teste og validere evalueringsværktøjet RENO-EVALUE i praksis. De 4 renoveringsprojekter er af forskellig karakter og omfang, og handler om forskellige typer af bygninger. To cases handler om almene boligbebyggelser (Sorgenfrivang II og Langkærparken), én case handler om erhvervsbyggeri (Bredgade 43 – kontorbygning), mens den sidste case er en offentlig institution (Ellebjerg Skole).

I det følgende beskrives de fire cases mere detaljeret, og deres RENO-EVALUE evalueringer bliver præsenteret. Evalueringer er foretaget af interessenter, som var direkte involveret i disse projekter og afspejler deres subjektive holdninger til pågældende projekter.

### 6.1 SORGENFRIVANG II

Sorgenfrivang II består af tre højhuse på 15 etager ved Sorgenfri Station i Virum. Sorgenfrivang II har 428 boliger fordelt på 9 typer (1-6 værelser), og er en del af Lyngby Almenyttige Boligselskab. Bebyggelsen er indflyttet i årene 1957-59 og har et samlet etageareal på 45.000 m<sup>2</sup>. Luftfoto af bebyggelsen er vist på foto 1.



**Foto 1: Luftfoto af Sorgenfrivang II.**

Ud over boliger, findes der fællesvaskeri og selskabslokale i Sorgenfrivang II, og der er også mulighed for at leje et værelse til overnattende gæster. Bebyggelsen ligger nær ved Sorgenfri Station, hvorfra der er S-togsforbindelse til København og Hillerød. De tre højhuse er af kommunen klassificeret som bevaringsværdige bygninger hvilket betyder at der ikke må ændres væsentligt på deres udvendige udformning [DAB].

Gennem årene har Sorgenfrivang II oparbejdet et stort vedligeholdelseefterslæb og der er behov for en gennemgribende renovering af bebyggelsen. Højhusene har mange byggetekniske udfordringer som fx dårligt isolerede og utætte facader, problemer med skimmelsvamp, kuldebroer o.l., og der er også synlige betonskader på bygninger. Ud over de byggetekniske udfordringer, har Sorgenfrivang II også behov for funktionsforbedringer. De eksisterende elevatorer er nedslidte og stopper på hver anden etage, VVS- og el-installationer er gamle og ikke tidssvarende, og lejligheder har små altaner. De byggetekniske udfordringer og gamle installationer er ikke kun til gene for bebyggelsens beboere, men har også en negativ effekt på bygningernes energiforbrug.

## **Renoveringsprojektet for Sorgenfrivang II**

Helhedsplanen for Sorgenfrivang II er en rapport udarbejdet i samarbejde mellem DAB, Domus arkitekter og Dominia rådgivende ingeniører. Den fungerer som projektgrundlaget for renoveringen af Sorgenfrivang II. Helhedsplanen indeholder beskrivelser af de eksisterende forhold i bebyggelsen og viser de forskellige løsningsforslag. Den indeholder også en overordnet tidsplan for det forventede renoveringsforløb og giver en oversigt over projektøkonomi. Dette afsnit beskriver de forskellige løsningsforslag som er indarbejdet i Helhedsplanen, med særlig vægt på de tiltag som har direkte indflydelse på bygningernes energipformance.

### **Bygningernes klimaskærm**

De eksisterende facader indeholder 100 mm isolering og har mange kuldebroer, især ved samlinger med konstruktioner, vinduer, altaner o.l. For at eliminere disse kuldebroer nedrives de eksisterende facaderammer og gavlbeklædninger og den fremtidige facade får 200 mm ekstraisolering (300 mm i alt), ny udvendig beklædning (eternitplade), ny facaderamme (fiberbetonskal), og ny kassette (50 mm). Facader på trappeopgange inddækkes med glaspartier og dermed beskyttes opgange og trapper mod kulde, regn og sne.

Eksisterende altaner nedrives for at minimere de kuldebroer som findes mellem altanplader og betonkonstruktioner, og nye, 50 % større altaner eftermonteres. Glaspartier ved altaner udskiftes med andre vinduespartier med større glasareal (gulv-til-loft), og altaner får glasværn i siderne, hvilket åbner boligen mod udsigten. De eksisterende vinduer (h=1.300 mm) udskiftes med nogle nye, større vinduer (h=1.500 mm) som er mere energieffektive, og som samtidig giver mere dagslys til boliger.

### **Installationer**

I dag fordeles vand- og varmemeforbruget i Sorgenfrivang II ud fra lejlighedsstørrelsen og ikke ud fra det aktuelle forbrug. Der er ikke individuelle vand- og varmemålere i lejligheder og derfor er det ikke synligt for beboere hvor meget vand og energi de bruger, og hvor meget de evt. kan spare. De manglende individuelle målere og afregning ift. lejlighedsstørrelsen giver derfor ikke nogle nævneværdige økonomiske incitamentter til beboere at spare på energi og ressourcer, men ved realiseringen af Helhedsplanen vil der blive sat individuelle målere op, således at hver lejlighed betaler for sit aktuelle forbrug af vand og varme.

Det eksisterende varmeanlæg i Sorgenfrivang II er et 1-strengsanlæg uden termostatstyring. Endvidere er mange varmerør og radiatorer i dårlig stand og trænger til at blive udskiftet. Det eksisterende varmeanlæg er ikke energieffektivt idet varmeudnyttelsesgraden ikke er optimal - det indstiller sig efter beboernes varmebehov, og ikke efter rumtemperaturen. Ifølge Helhedsplanen vil varmerør og radiatorerne blive udskiftet, der vil opsættes radiatortermostater, og et nyt 2-strengsanlæg vil erstatte det gamle 1-strengsanlæg. Hermed vil varmeudnyttelsesgraden blive optimeret og radiatortermostater vil sørge for automatisk indstilling af varmebehovet efter den aktuelle rumtemperatur.

Ventilationen i lejlighederne består i dag af et udsugningsanlæg alene, som suger den varme luft ud af lejlighederne uden at blive genvundet. Det nye ventilationsanlæg vil være med varmegenvinding hvormed den varme udsugningsluft ikke længere vil gå til spilde, men vil i stedet blive brugt til opvarmning af indblæsningsluften.

På en del fællesarealer (gange og foyer) er lyset tændt konstant, hvilket giver et højt elforbrug. For at ændre på dette er der planer om at installere intelligent lysstyring således at der kun er lys i gange og foyer når der er behov for det. Samtidig vil selve belysningen i opgange, fællesarealer og udearealer blive udskiftet med energibesparende lyskilder som fx LED belysning, hvormed der spares på driftsudgifter og CO<sub>2</sub> udslip bliver reduceret. På el-siden er der også planer om at udskifte de gamle stofledninger i bebyggelsen med nye el-kabler for at minimere risikoen for brand.

### **Vedvarende energiløsninger**

I Sorgenfrivang II er der planer om at opsætte 900 m<sup>2</sup> solceller på taget med en årlig effekt på 135 MWh. Den producerede strøm fra solceller vil primært blive brugt til det nye ventilationsanlæg og fællesvaskeriet, med mulighed for at bruge det overskydende strøm til udebelysning. Hermed nedbringes ejendommens driftsudgifter på el-siden, og der bliver samtidig udledt mindre CO<sub>2</sub> til naturen. Ud over solceller er der for fællesvaskeri også planer om regnvandsopsamling til at dække vaskeriets behov for vand, hvormed man også minimerer vandforbruget i bebyggelsen [Dominia interview, s. 11].

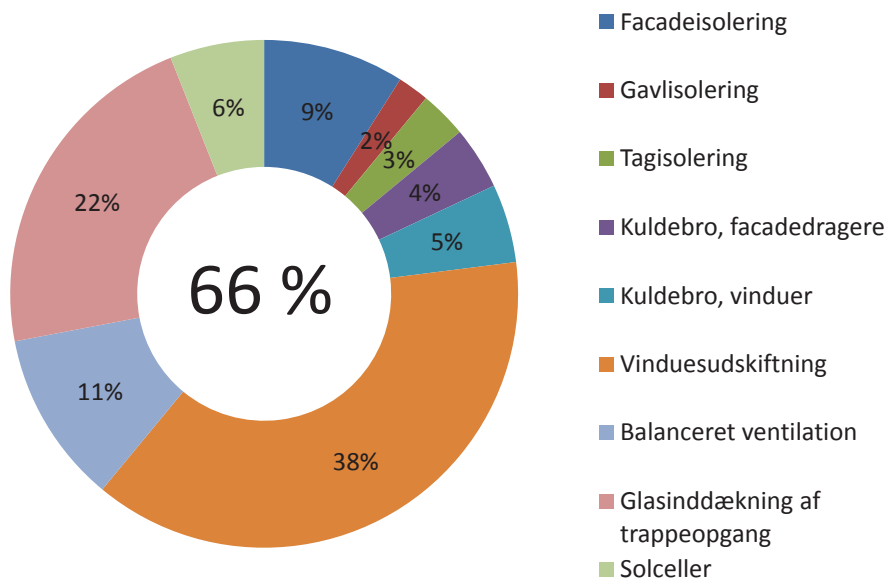
### **Energibesparelser**

I det ovenstående omtales, hvilke renoveringselementer helhedsplanen for Sorgenfrivang II indeholder. På baggrund af disse forslag har rådgivere foretaget en teoretisk beregning for de forventede energibesparelser. Beregningen er foretaget i beregningsprogrammet Be10 og viser at afdelingen kan spare helt op til 66 % af deres nuværende energiforbrug ved gennemførelse af helhedsplanen. Af de 66 % udgør el-besparelser 6 % (solceller), mens de resterende 60 % er varmebesparelser [Temaavisen, s. 10].

Figur 4 viser hvor meget de enkelte tiltag bidrager til energibesparelser og giver et overblik over de områder med størst besparelspotentiale. På figuren er det bl.a. muligt at se at den største varmebesparelse ligger ved vinduesudskiftning (ca. 25 %) og glasinddækning af trappeopgang (ca. 14,5 %).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vinduesudskiftning: 38 % af 66 % = 25,08 %. Glasinddækning af trappeopgang: 22 % af 66 % = 14,52 %.





**Figur 4: Den teoretiske energibesparelse ved totalrenovering [Helhedsplan, s. 3]**

Det nye ventilationssystem med varmegenvinding vil give store varmebesparelser, men også et øget el-forbrug på ca. 24 %. Solceller og ny belysning vil derimod reducere udgiften til fælles el-forbrug, og samlet set vil Sorgenfrivang II kunne spare op til 45 % i udgifter til fælles el-forbrug.

I forbindelse med ovenstående beregninger er det vigtigt at nævne at de baseres på en række forudsætninger og antagelser, og at de derfor indeholder en vis usikkerhed. For eksempel forudsætter varmeberegninger at beboerne holder indetemperaturen på 20-21 °C, og at varmeprisen er den samme som i 2010. Hvis indetemperaturen forhøjes til 22-23 °C, vil varmebesparelsen halveres, dvs. den vil ikke være 60 %, men kun 30 %. [Te-maavisen, s. 10].

## Økonomi

Helhedsplanen for Sorgenfrivang II bliver økonomisk støttet af Landsbyggefonden, hvilket vil sige at der er tale om støttet byggeri. Inden for det støttede byggeri har man forskellige tidspunkter for hvornår man skal få den kommunale og den statslige behandling af midlerne, og dette bliver gjort gennem et såkaldt skema ABC<sup>2</sup> [DAB interview, s. 15], jf. Figur 5.



**Figur 5: Landsbyggefondens skema A, B og C**

Man starter med at udarbejde et skema A, som er en politisk beslutning. Her indsender man projektet med en skemaøkonomi til kommunen. Der beder man om den politiske accept af, at man gennemfører projektet inden for nogle givne økonomiske rammer, inden for nogle konsekvenser for huslejen. Disse skal stort set passe med det endelige resultat. Efterfølgende forholder kommunen sig til det politisk, for det kommer også til at koste kommunen nogle penge, fordi den på lang sigt bl.a. skal støtte huslejen, og kommunen skal også kaste nogle midler ind i det. Når kommunen har accepteret skema A, bliver det videresendt til Landsbyggefonden. Landsbyggefonden har tidligere givet nogle rammer for hvad projektet i virkeligheden må koste. Så det man efterviser, er i virkeligheden at man holder sig inden for den ramme som LBF har oplyst tidligere.

Efter de to instanser har accepteret skema A, så kommer skema B. Skema B er den økonomiske fastlæggelse af budgettet og rammerne for projektet. Undervejs fra skema A til skema B bliver opgaven projekteret og udbudt, og bygherren får en pris hjem som forhåbentlig stemmer overens med prisen i skema A, som blev afleveret tidligere. Hvis priserne ikke stemmer, så skal der være nogle velbegrundede argumenter for at man hæver beløbet, og hvis man gør det, så skal hele opgaven til politisk behandling i kommunalbestyrelse igen, og den skal også til genbehandling hos Landsbyggefonden efterfølgende. Hvis priserne i skema B stemmer overens med dem i skema A, så bliver opgaven ekspederet gennem en standard procedure, ud fra den økonomiske ramme, og skema B bliver godkendt. I virkeligheden betyder godkendelsen af skema B at der gives grønt lys til byggeriet, og at man godt kan gå i gang med at renovere.

Når man er færdig med at renovere, og senest 9 måneder efter at byggeriet er taget i brug, skal der afleveres et skema C. I skema C gennemgås alle regnskaber af en uvildig revision for at eftervise, at det mandat man fik i forbindelse med skema B også er blevet overholdt. Her må der ikke være nævneværdige afvigelser i forhold til økonomien i skema B, og hvis der er det, så er det i første omgang forretningsføreren DAB der skal kompensere

<sup>2</sup>Skema ABC kan findes på:

<http://mbbl.dk/sites/mbblv2.omega.oitudv.dk/files/dokumenter/publikationer/bo63.pdf>

for det, og boligselskabet risikerer også at blive økonomisk straffet for det [DAB interview, s. 15-16].

### **Finansieringsgrundlag**

Helhedsplanen for Sorgenfrivang II er estimeret til at koste ca. 550 mio. kr. Boligselskabet betaler ca. 250 mio. kr. af dette beløb mens Landsbyggefonden støtter projektet med ca. 300 mio. kr.

Projektet delfinansieres ved huslejeforhøjelser samt driftsbesparelser. Sorgenfrivang II har i perioden 2008-2010 i gennemsnit haft varmeudgifter på ca. 3,3 mio. kr. og en gennemsnitlig årlig el-udgift på 480.000 kr. Det samlede energiregnskab er hermed 3,78 mio. kr./år for perioden 2008-2010, og med en 66 % reduktion i energiudgifter vil det kunne komme ned på ca. 1,285 mio. kr./år.

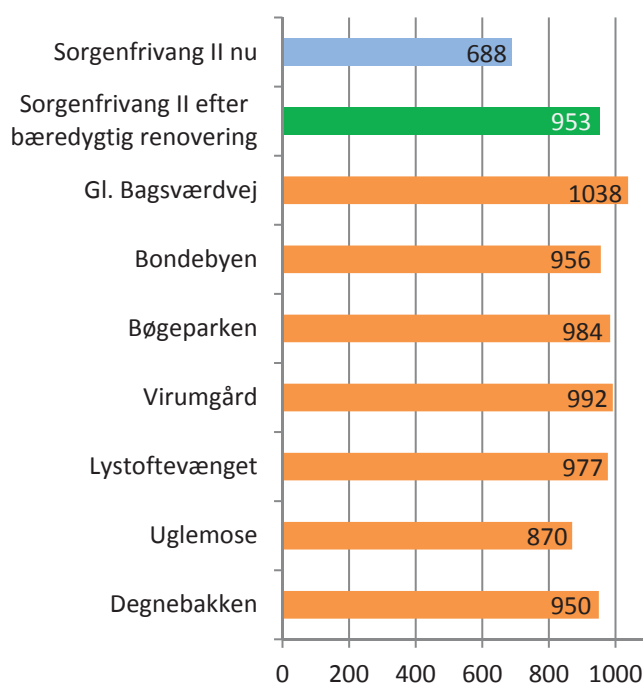
På nuværende tidspunkt er huslejen i Sorgenfrivang II på 688 kr/m<sup>2</sup>/år, hvilket er langt under gennemsnittet i forhold til de omkringliggende beboelsesområder. Ved realisering af Helhedsplanen vil huslejen gradvis komme op på 953 kr/m<sup>2</sup>/kr, hvilket betyder at huslejestigningen vil være på ca. 38,5 %.

Figur 6 viser huslejen for Sorgenfrivang II før og efter den bæredygtige renovering og sætter den i perspektiv med huslejen for de omkringliggende boligområder. Af figuren fremgår det, at den fremtidige (2017) husleje for Sorgenfrivang II vil være på det aktuelle (2012) huslejeniveau for de omkringliggende boligområder. Samtidig vil bebyggelsen få et markant løft og blive moderniseret til nutidige standarder. Det er én af grundene til at betegne Helhedsplanen, på trods af den samlede huslejestigning på 38,5 %, som en økonomisk fordelagtig investering for afdelingen, især hvis man antager at huslejen i de omkringliggende afdelinger også vil blive indeksreguleret i fremtiden.

Helhedsplanen indeholder også en anden økonomisk fordel: de forventede energibesparelser. I ovenstående huslejberegninger er der ikke taget højde for de teoretiske energibesparelser på 66 %, hvilket betyder det at beboerne fremover vil betale mere i husleje, men mindre i energiforbrug. Hvor meget mindre beboernes faktiske energiforbrug bliver, afhænger af flere faktorer. Den største usikkerhedsfaktor er beboernes adfærd (se afsnit ”Energibesparelser”), men parametre som vejrforhold, udvikling i energipriser og kvaliteten af det udførte arbejde spiller også en vigtig rolle [Dominia interview, s. 5].

I en typisk lejlighed på 129 m<sup>2</sup> betalte man omkring 9.500 kr. i varmeudgift i 2010, men ved gennemførelse af helhedsplanen kan beboeren forvente en varmeregning på ca. 3.400 kr./år, hvilket giver en varmebesparelse på 6.100 kr./år, eller ca. 508 kr./mdr. [Temaavis, s.10].





**Figur 6: Gennemsnitlig husleje (kr/m<sup>2</sup>/år) for de forskellige beboelsesområder [Temaavis, september 2012]**

### Tid

Projektet blev startet op i 2008. I starten blev der afholdt 3 beboerworkshops om forskellige emner (teknik og VVS, arkitektur, boligsociale forhold og grønne områder). Case studiet startede forsommeren 2012, da der var udarbejdet en helhedsplan og søgt om støtte hos Landsbyggefonden. Projektet opnåede kort tid efter tilsagn om støtte og den 2. oktober 2012 blev projektet godkendt af beboerne med stort flertal ved afstemning på et beboermøde.

Det er planlagt at hvert højhus bliver renoveret for sig, og der er afsat et år til hvert af dem. Ifølge den foreløbige tidsplan forventes projektet afsluttet i 4. kvartal 2016.

### RENO-EVALUE evaluering af Sorgenfrivang II

På grundlag af interviews med projektdeltagere og det udleverede projektmateriale udarbejdede forfatterne en standardiseret beskrivelse af forudsætningerne for Sorgenfrivang II med anvendelse af RENO-EVALUE skabelonen i appendiks 1. Tabel 2 præsenterer de forudsætninger, som er karakteristiske for de enkelte parametre, og som efterfølgende er blevet brugt til at evaluere casen ud fra.

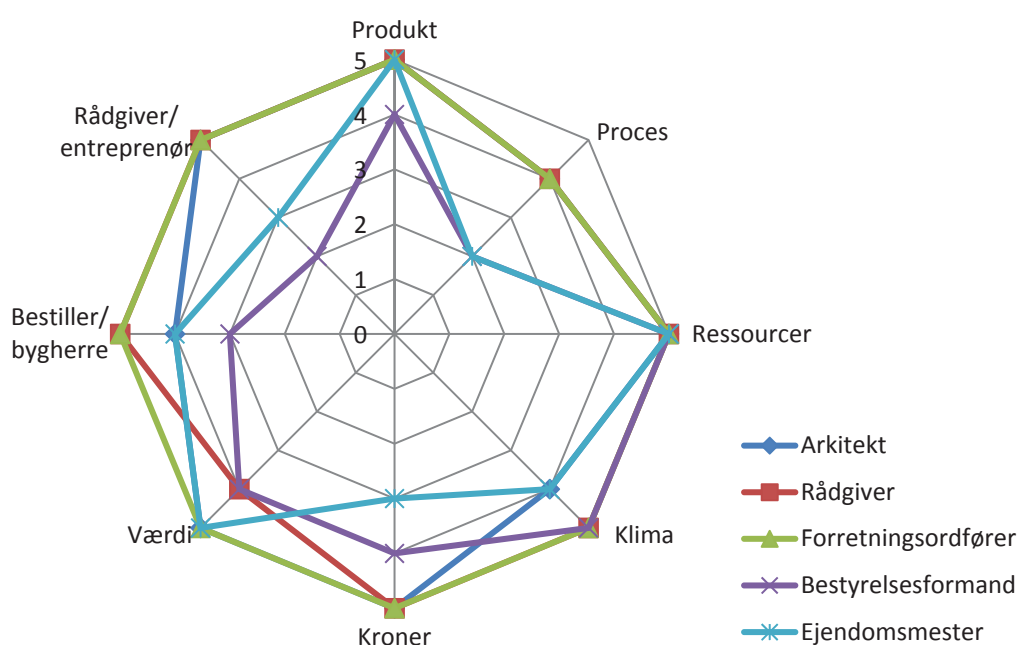
**Tabel 2: Forudsætninger for RENO-EVALUE evaluering af Sorgenfrivang II**

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vægt på at bibeholde det arkitektoniske udtryk</li> </ul>
		Funktion og brugervenlighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Større altaner (50 %) og elevatorer</li> <li>• Nye køkkener og badeværelser</li> <li>• Glasinddækning af trappeopgange.</li> </ul>
		Indeklima og komfort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindre træk/kuldebroer</li> <li>• Bedre temperaturregulering</li> <li>• Mere dagslys/ bedre udsyn</li> <li>• Mekanisk ventilation</li> </ul>
		Holdbarhed/fremtidssikring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nye facader og installationer med lang levetid (min. 30 år)</li> <li>• Opfylder nuværende energikrav</li> </ul>
	Proces	Samarbejdet mellem parterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseret på traditionelle principper</li> </ul>
		Gensidig information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Følger traditionelle principper</li> </ul>
		Involvering af brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Workshops i 3 grupper om forskellige emner</li> <li>• Beboermøder med afstemninger</li> </ul>
		Udførelsessensyn til brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beboere bliver boende</li> <li>• Facaden udskiftes på én dag</li> <li>• Tørklosetter i boliger under udskiftning af faldstammer.</li> </ul>
Miljø	Ressourcer	Energiforbrug	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuværende energiforbrug: 89,9 kWh/m<sup>2</sup>/år. Forventet reduktion i energiforbrug: 66 %. (ned til 30,6 kWh/m<sup>2</sup>/år) – gennemsnitlige tal.</li> <li>• Energimærke hæves fra D til A.</li> <li>• Størst beregnet effekt ved vinduesudskiftning (38 %) og glasinddækning af trappeopgang (22 %)</li> </ul>
		VE production	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 900 m<sup>2</sup> solceller på taget</li> <li>• Forventet effekt: 135.000 kWh/år.</li> </ul>
		Vandforbrug	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regnvandsopsamling på lave bygninger.</li> </ul>
		Genbrug af vand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regnvand til vaskeri.</li> </ul>
		Lokal udledning af vand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vides ikke.</li> </ul>
		Omfang af affald	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen ændringer – dog nye affaldssugere i 2002.</li> </ul>
		Genbrug af affald	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen ændringer.</li> </ul>
	Klima	CO2 udledning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO2 reduktion ikke opgjort.</li> <li>• CO2 neutralt vaskeri.</li> <li>• Vedvarende energiproduktion (solceller).</li> <li>• Brug af regnvand.</li> <li>• Energibesparende belysning i opgange, fællesarealer og udearealer.</li> </ul>
		Forurening	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke opgjort – afledt effekt af ovenstående tiltag.</li> </ul>

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Økonomi	Kroner	Rimelig husleje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Væsentlig huslejeforhøjelse: 38,5 % ift. huslejeniveau 2012.</li> </ul>
		Rimelige driftsudgifter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Væsentlig reduktion i varmeudgift</li> <li>• Lavere udgift til udvendig vedligehold i en årrække.</li> </ul>
		Rimeligt driftsniveau på sigt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afhænger af finansiering og prisudvikling (inflation + energipriser)</li> <li>• Formentlig ikke væsentlige huslejestigninger i lang tid (antagelse)</li> </ul>
	Værdi	Eftertragtet bolig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne bygning – moderniseres til nutidige standarder.</li> <li>• Grønt image fra miljøtiltag (solceller mm.)</li> <li>• Nye køkkener og badeværelser.</li> </ul>
		Velfungerende bebyggelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forbedrede adgangsrum og elevatorer</li> </ul>
		Attraktivt område	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arkitektonisk løft</li> </ul>
Projektorganisation	Bestiller/bygherre	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DAB er en stor, professionel bygherrerådgiver (forretningsordfører).</li> </ul>
		Beslutningsdygtighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meget engageret bestyrelse</li> <li>• Stor, lokal politisk bevågenhed</li> </ul>
		Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseret på eksterne rådgivere</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseret på fast samarbejdsaftale i form af rammeaftale med totalrådgiver</li> </ul>
		Involvering af driftsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vides ikke.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stort byggeudvalg.</li> </ul>
	Rådgiver/entreprenør	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalrådgiver er udvalgt pga. rammeaftalen.</li> </ul>
		Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuværende rådgiver er udvalgt som erstatning for tidligere rådgiver.</li> <li>• Både arkitekt og ingeniør er meget erfarne i store boligrenoveringsprojekter.</li> <li>• Både ingeniør og arkitekt benytter energi-simuleringsværktøjer.</li> <li>• Rentabilitetsberegninger primært ud fra tilbagebetalingstid og ikke totaløkonomi med indregning af konsekvenser for vedligeholdelsesudgifter.</li> <li>• Både arkitekt og ingeniør arbejder med bæredygtighedstrekant</li> </ul>
		Problemløsningsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vides ikke.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniør- og arkitektfirma har samarbejdet på tidligere projekter.</li> <li>• Både ingeniør og arkitekt er repræsenteret af medindehaver/partner i projektororganisationen.</li> </ul>
		Sammenhæng i leveranceteam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniør er totalrådgiver med arkitekt som underrådgiver.</li> <li>• Arkitekt er udvalgt i enighed mellem bygherrerådgiver og totalrådgiver.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektet er p.t. i projekteringsfasen.</li> <li>• Entreprenøren er endnu ikke udvalgt.</li> <li>• Lang byggeperiode (3 år) – muligheder for forbedringer og udvikling/erfaringsindsamling undervejs.</li> </ul>

I forbindelse med casestudie af Sorgenfrivang II blev der gennemført interviews med 5 forskellige repræsentanter fra projektet. Formålet med disse interviews var at afklare aktørernes hidtidige erfaringer, holdninger og meninger omkring projektet, hvorefter interviewpersonerne også blev bedt om at evaluere projektet ud fra RENO-EVALUE modellen. Evalueringen af renoveringsprojektet blev foretaget af sagens forretningsordfører, arkitekt, ingeniør, bestyrelsesformand og bebyggelsens ejendomsmester.

Evalueringerne blev foretaget, mens projektet var i projekteringsfasen, hvilket betyder at der fortsat var mulighed for yderligere ændringer og justeringer i projektet. Evalueringerne fra forretningsfører, arkitekt og ingeniør blev indsamlet via e-mail korrespondance i slutningen af 2012, mens formanden og ejendomsmesteren foretog evalueringerne ved et møde i foråret 2013. Evalueringerne blev foretaget med anvendelse af skabelonen i appendiks 3. Resultaterne af evalueringerne fremgår af edderkopdiagrammet i Figur 7.



**Figur 7: Evalueringresultater for renoveringsprojektet for Sorgenfrivang II**

Som det fremgår, er de 5 aktører enige på nogle områder og uenige på andre. *Alle* aktører mener at renoveringen vil gøre bebyggelsen ”meget mere miljøvenlig” (karakter 5) med hensyn til resourceforbrug (ressourcer) og fremhæver den beregnede energibesparelse på 66 % som det vigtigste argument. Holdninger til den hidtidige proces er ret forskellige, og mens arkitekten, rådgiveren og forretningsføreren betegner processen som ”bedre end man kunne forvente”(karakter 4), vurderer bestyrelsesformand og ejendomsmesteren den som ”dårligere end man kunne forvente” (karakter 2). På den ene side begrundes arkitekten, rådgiveren og forretningsordføreren deres karakterer med ord som ”engagerede beboere, bygherre og rådgivere” og ”glimrende samarbejde”, mens bestyrelsesformand og ejendomsmesteren oplever situationen anderledes og fortæller at ”opstarten gik godt, men i slutfasen har forholdet ændret sig” og at ”der ikke har været et ønske om inddragelse af beboere”.

Evalueringen af ”rådgiver/entreprenør” er også ret differentieret. Arkitekten, rådgiveren og forretningsordføreren vurderer egnetheden af organisationen på rådgiversiden som ”meget velegnet” (5), mens de to andre aktører vurderer rådgiversiden som ”acceptabel” (3) og ”uegnet” (2). Begrundelser for de høje karakterer er ”*Meget engageret, nysgerrigt og professionelt team*” og ”*Særdeles engageret og fagligt kompetent*”, mens de lave karakterer forklares med ”*De (rådgiverteamet) er indspiste og hører ikke altid hvad vi vil og ønsker*” og ”*De skal øve sig i beboerinddragelse.*”.

## 6.2 LANGKÆRPARKEN

Langkærparken er en almen boligbebyggelse beliggende i Tilst ved Aarhus. Bebyggelsens boligareal er 73.207 m<sup>2</sup> fordelt på 35 boligblokke, som er opført i perioden 1969-71. Hver boligblok er i 3 etager med fuld kælder, og der er 3 opgange pr. blok. Langkærparken har i alt 865 boliger, beliggende tæt på grønne områder og indkøbsmuligheder. [Erfaringsrapport, s. 7]. Case studiet omfattede et pilotprojekt med renovering af en boligblok betegnet ”Klimablokken”. Foto 2 viser Klimablokken før og efter renoveringen.



**Foto 2: Klimablokken før og efter renoveringen**

Langkærparkens boligblokke er bygget af betonelementer, mens facader og gavle er udført som sandwichelementer. Bygningerne er sidst renoveret i 1990 hvor bl.a. facader er blevet efterisoleret og beklædt med nye plader. Langkærparken blev opført for ca. 40 år siden og trænger til en gennemgribende modernisering. Boligblokkene har et stort vedligeholdelsesefterslæb og en række byggetekniske udfordringer. Facaderne er dårligt isolerede og har mange kuldebroer, beboere oplever kulde- og trækgener, dårligt indeklima, der er problemer med støj mellem lejligheder o.l. Endvidere har boligafdelingen også et fokus på sin sociale profil, som man ønsker at bevare, samtidig med at områdets image bliver forbedret [Erfaringsrapport, s. 4].

## Renoveringsprojektet for Langkærparken

Boligselskabet AL2Bolig udarbejdede et forslag til en helhedsplan for Langkærparken i 2008, men for at minimere risikoen for fejl og mangler besluttede afdelingsbestyrelsen kun at renovere én boligblok i første omgang. Afdelingsbestyrelsen valgte at udpege blok nr. 1 til pilotprojekt og blok nr. 8 som referenceblok. Blok nr. 1 blev udpeget, fordi den ligger synligt i området, er mere kompleks at arbejde med (havefacaden har ikke den optimale retning - den vender mod vest i stedet for mod syd), og fordi flere medlemmer af afdelingsbestyrelsen bor i den. Denne boligblok på 2.736 m<sup>2</sup> med 22 lejligheder blev efterfølgende udnævnt til "Klimablokken" og kan nu betegnes som demonstrationsprojekt for hele Langkærparken. Renoveringen af Klimablokken blev påbegyndt i maj 2010 og projektet blev afsluttet i maj 2011. I projektet indgår også monitorering af energiforbruget i 1 år (oktober 2011 – september 2012) og afrapportering af resultater (oktober-december 2012) [Erfaringsrapport, s. 5].

Klimaprojektet blev startet i efteråret 2008, hvor administration og bygherrerådgiver drøftede forskellige strategier for renoveringen af Klimablokken. Der blev udarbejdet en projektbeskrivelse med idé, baggrund, perspektiver, interessenter o.l. Tanken var fra starten at afdække økonomi, energi, arkitektur, teknisk indhold, bokomfort m.m. ved renovering til forskellige energiklasser. Først var tanken at renovere 4 blokke til hver sin energiklasse (BR08, LEK2, LEK1, LEK0), men denne tanke blev dog forladt igen, da det ville forudsætte betydelig støtte fra Landsbyggefonden, hvilket ville betyde en flerårig proces, før noget kunne sættes i gang. Derfor blev det besluttet at arbejde med én blok, samt en referenceblok i stedet. Referenceblokken skulle bruges til at sammenligne energiforbruget m.m. i en ikke-renoveret blok. Klimablokken skulle så projekteres og udbydes i de fire energiklasser for at få et mere realistisk billede af, hvor meget de fire forskellige energiniveauer kunne komme til at koste. På baggrund af projektbeskrivelsen blev der af Socialministeriets Innovationsmidler bevilliget 500.000 kr. til udvikling og gennemførelse af analyseprojektet. I januar 2009 blev styregruppen for helhedsplanen, og herunder også for klimaprojektet, nedsat.

I forbindelse med renoveringen af Klimablokken har boligforeningen overvejet fire forskellige energiklasser (BR08, lavenergiklasse 2 (nu BR10), lavenergiklasse 1 (nu BR2015), og egen defineret<sup>3</sup> lavenergiklasse 0 (nu BR2020)), og det var beboerne som næsten enstemmigt valgte at energirenovere Klimablokken til lavenergiklasse 0. Der blev renoveret én opgang ad gangen (3 opgange i alt), mens beboerne var genhuset i 3-4 måneder i andre møblerede lejligheder i Langkærparken.

---

<sup>3</sup> LEK0 var det energikrav som man forventede skulle blive gældende i 2020, men som på beslutningstidspunktet endnu ikke var officielt formuleret. I dag svarer LEK0 til LEK 2020.



## Projektorganisation

Projektet har haft følgende parter:

- Bygherre: Afdeling 111, Langkærparken – repræsenteres af afdelingsbestyrelsen.
- AL2Bolig (forretningsfører)
- Esbensen rådgivende ingeniører (totalrådgiver)
- Sloth-Møller rådgivende ingeniører og Nova5 arkitekter (underrådgivere)
- Enemærke & Petersen (hovedentreprenør)
- GBL Torben Gade (bygherrerådgiver)
- Afdelingens beboere

Styregruppen består af repræsentanter fra afdelingsbestyrelsen, hovedbestyrelsen, administrationen og bygherrerådgiver, og mødes cirka hver anden måned. Endvidere har styregruppen været suppleret med totalrådgiver og informationsmedarbejdere efter behov.

Ud over styregruppen, blev der i klimaprojektet også nedsat en følgegruppe bestående af en række sagkyndige personer med solidt kendskab til lavenergirenovering. Følgegruppen bestod af en professor, arkitekt, udviklingschef og en rådgiver. Følgegruppen har været samlet 3-4 gange undervejs og har hjulpet styregruppen med projektdrøftelser, erfaringsudveksling, informationsspredning m.m. I maj 2009 var styregruppen på en studietur til forskellige lavenergibyggerier og renoveringsprojekter i Sydtykland, Østrig og Schweiz for at indhente inspiration og viden til projektet.

## Tid

I vinteren 2008/2009 blev projektet udbudt for at finde totalrådgiveren til opgaven. 21 teams bød på opgaven, hvorefter kun 3 blev udvalgt til at afgive tilbud på opgaven. Bedømmeskriteriet var det økonomisk mest fordelagtige bud ud fra en samlet vurdering, hvorefter Esbensen rådgivende ingeniører A/S blev valgt som totalrådgiver, med Nova5 arkitekter og Sloth Møller A/S som underrådgivere.

Undervejs i processen havde totalrådgiveren oprettet og hostet et projektweb, der fungerede som en fælles platform for administration, hovedbestyrelse, afdelingsbestyrelse og rådgivere.

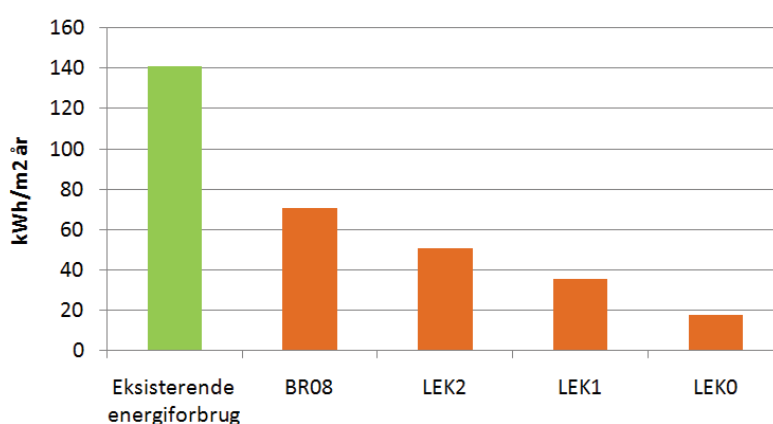
Fra januar til juni 2009 blev der arbejdet på byggeprogrammet mens dispositionsforslaget blev udarbejdet i perioden fra foråret til september 2009. I august 2009 blev det på beboermødet besluttet at projektet skulle gennemføres og herefter blev projekteringen sat i gang. Projekteringen varede fra sommeren 2009 frem til udbud i februar 2010. Projektet blev udbudt som hovedentreprise og der kom 13 ansøgninger til opgaven. 6 ansøgere blev udvalgt til at afgive bud, og i april 2010 blev Enemærke & Petersen A/S valgt som hovedentreprenøren til opgaven. Renoveringen af Klimablokken blev afsluttet i foråret 2011.

Det oprindelige forslag til helhedsplanen blev som nævnt tidligere udarbejdet i 2008, og efter en lang proces med beboerinddragelse og planlægning, blev den endelige helhedsplan vedtaget med et stort flertal af beboere på et afdelingsmøde i forsommeren 2012. De fysiske arbejder med renoveringen af de resterende 34 blokke, aktivitetshuset og udearealerne forventes igangsat i 2013 og vare ca. 3 år frem.

## Energiforbrug før og efter

Klimablokkens energibehov lå før renoveringen på ca. 140 kWh/m<sup>2</sup>/år [energifacaderenovering.dk]. De teoretiske beregninger forud for projektet viste at energiforbruget i Klimablokken kunne reduceres med 80 – 90 %, og at daværende energibehov på de ca. 140 kWh/m<sup>2</sup>/år kunne falde ned til ca. 18 kWh/m<sup>2</sup>/år. Ved implementeringen af LEKO bliver Klimablokkens energiforbrug ca. 7 gange mindre ift. udgangspunktet [Esbensen], jf. Figur 8. Samtidig ville klimablokkens CO<sub>2</sub> udledning blive reduceret med mere end de 53 tons CO<sub>2</sub>, som boligblokken udled før renoveringen, takket være solceller og solfångere som leverer overskud af varme og el til omgivelserne. Her skal det dog nævnes at energiforbruget i husholdninger ikke er medtaget i disse beregninger, da det i høj grad afhænger af slutbrugernes adfærd [At bo i lavenergiboliger, s. 1].

## Energiklasser



**Figur 8: Energiforbruget i Klimablokken før renoveringen og de fire energiklasser.**

For at kunne sikre et bæredygtigt bygningsdesign, har man valgt at renovere Klimablokken ud fra principperne i Trias Energetica modellen. Trias Energetica modellen består af tre simple trin, og i dette projekt har man i det første trin valgt at fokusere på efterisolering af klimaskærmen, eliminering af kuldebroer og tætning af huset, for dermed at minimere varmetabet og hindre unødvendig varmespild. I andet trin har man arbejdet med vedvarende energiløsninger i det omfang det var muligt, og i sidste trin har man implementeret energieffektive installationer for at minimere energibehovet og samtidig optimere indeklimaet, fx vha. mekanisk ventilation med varmegenvinding m.m. [Klimaprojekt Langkærparken, s. 2]

### Trin 1: Ny klimaskærm

De tidligere sandwichelementer er udskiftet med højisolerede, præfabrikerede facadeassetter baseret på en trækonstruktion. Efterfølgende er facaden og gavlene beklædt med naturskifer, bortset fra den vestvendte facade, som er beklædt med metalplader og store glaspartier. Taget har fået ny isolering og soklen er blevet isoleret udvendigt, mens kælderen er blevet efterisoleret under loft. De gamle vinduer er erstattet af nye energivinduer i træ-alu med skyggeskodder i hårdt træ. Hver opgang har fået ekstra vindfang for at tætte indgangspartier, og altanvægge, gulve og lofter er efterisoleret for at reducere kuldebroer. Endvidere har altanerne, som er uopvarmede, fået installeret manuelt betjente sol-



gardiner, for at reducere overophedning om sommeren [Klimaprojekt Langkærparken, s. 3].

### **Trin 2: Vedvarende energiløsninger**

På Klimablokkens tag er der installeret 216 m<sup>2</sup> solcellepaneler med en samlet effekt på ca. 32 kWp/år, jf. foto 3. Der er tale om polykrystallinske solceller med en typisk virkningsgrad på 13 – 15 %, hvilket betyder at de omsætter 13 – 15 % af solens indstråling til strøm. Solcelleproduktionen på Klimablokken afregnes 1:1, efter den gamle nettomålerordning, hvor man får lige så meget for sin producerede strøm, som man betaler for den strøm man får fra et energiselskab. De hidtidige erfaringer med solcelleproduktion i Klimablokken viser, at produktionen er bedre end forventet. De opstillede solceller har i deres første produktionsår produceret omkring 31.400 kWh el. Dermed fås en produktion pr. kWp på 975 kWh eller 142,9 kWh/m<sup>2</sup> solcelle [Erfaringsrapport, s. 19].



**Foto 3: Solcellepaneler på Klimablokkens tag. I baggrunden fornemmes solfangere som bruges til opvarmning af brugsvand [Enemærke & Petersen]**

Ud over solceller, er der på Klimablokkens tag også installeret 50 m<sup>2</sup> solfangere. Disse bruges til opvarmning af brugsvand og evt. til gulvvarme i badeværelser ved overskydende produktion om sommeren. Ved energiberegninger har man regnet med at solfangere kunne dække 50 – 60 % af brugsvandsopvarmningen, men i den efterfølgende måleperiode kunne man konstatere at solvarmeproduktionen var lavere end forventet, hvilket skyldtes flere faktorer. Dels var der tekniske udfordringer omkring selve systemet, hvor omfordelingen af varmen ved overproduktion var ude af drift i sommerperioden, og resultaterne viste også afvigelser mellem det faktiske og det forventede energiforbrug. Eksempelvis blev der til cirkulation brugt mere energi end forventet, mens energiforbruget til opvarmning af brugsvand var mindre end forventet.

Eftersom Klimablokkens energibehov er blevet kraftigt reduceret efter reoveringen, har det været muligt at indgå en lokal aftale med AffaldVarme Århus om prisreduktion på 50 % af den faste del af fjernvarmeprisen. Dette reducerer Klimablokkens varmeudgift med 19.450 kr./år [Erfaringsrapport, s. 21]

### **Trin 3: Energieffektive installationer**

I det sidste trin af Trias Energetica modellen blev der i Klimablokken arbejdet med optimeringen af boligblokkens installationer. Her har man bl.a. udført en komplet ny varmeinstallation med nye varmerør og konvektorer, samt gulvvarme på badeværelser. Ud over det, så har bygningen også fået et nyt centralt ventilationsanlæg med varmegenvinding, hvormed 85 % af varmen fra udsugningsluft genvindes til at opvarme den friske indblæsningsluft. I boligerne udsuges luften konstant fra badeværelser og køkkener og indblæses gennem indblæsningskanaler som er placeret i de øvrige rum.

Sideløbende med varme- og ventilationsanlæg er vand-, kloak- og afløbsinstallationer også blevet udskiftet. Der er etableret komplet nyt vandinstallation med nye vandrør, stigstrengene o.l. Afløb har fået nye faldstammer, som er ført i eksisterende risalitter (frem-spring i facaden), mens de tidligere kloakledninger og brønde af beton er blevet udskiftet med nye PVC-frie ledninger. Der er også etableret nye dræn og fugtisoleret af kælder-ydervægge langs begge gavle og facaden mod vest. [Klimaprojekt Langkærparken, s. 4]

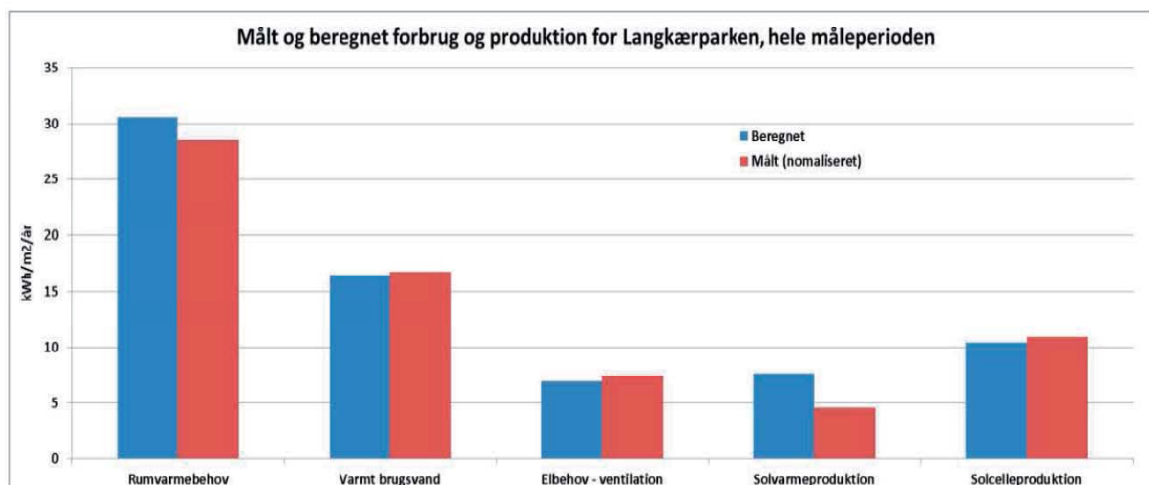
### **Det beregnede og det faktiske energiforbrug**

Generelt er det ikke direkte muligt at foretage en sammenligning mellem det beregnede og det faktiske energiforbrug, da det afhænger af flere faktorer, men i dette projekt er der afsat midler til måling og verificering af resultater efter at renoveringen af Klimablokken var gennemført. I Klimablokken har totalrådgiveren Esbensen været ansvarlig for monitering og afrapportering af resultater. De målte resultater er af rådgiveren blevet korrigeret for graddøgn, målt lufttæthed og gennemsnitlig indetemperatur i opvarmningssæsonen for at få det normaliserede forbrug, som derefter er blevet sammenlignet med det beregnede energiforbrug. [Esbensen, s. 6]

Figur 9 viser det beregnede og det normaliserede forbrug for Klimablokken i hele måleperioden (oktober 2011 – september 2012). Af figuren fremgår at der generelt er en god overensstemmelse mellem de beregnede og de normaliserede resultater, med undtagelsen af solvarmeproduktion, hvor der har været nogle tekniske udfordringer, som blev omtalt i forrige afsnit.

### **Økonomi**

AL2bolig var tidligt klar over, at det i princippet bedre kunne betale sig at bygge nyt frem for at renovere Klimablokken så omfattende, men der var også andre aspekter i det. Dels skulle Klimablokken fungere som et fyrtårn for Langkærparken og bidrage til et forbedret image for området. Herudover skulle Klimablokken også fungere som et pilotprojekt for, hvordan renovering af de øvrige 34 blokke kunne gribes an, og for at danne et overblik over, hvad der kan bruges, og hvad der ikke kan bruges i bebyggelsen fremadrettet [AL2bolig interview, s.2].



**Figur 9: Sammenligning af det beregnede og det målte (normaliserede) forbrug [Erfaringsrapport, s. 19]**

Tabel 3 giver et overblik over Enemærke & Petersens estimerede udgifter for de forskellige energiklasser. I tabellen er der ikke indregnet rådgiverhonorar, og rentabiliteten er vist både som simpel tilbagebetalingstid og som en tilbagebetalingstid, hvor der er taget højde for stigende energipriser (4 % for både el og fjernvarme) og renten på investeringen (7 %).

**Tabel 3: Økonomi for de 4 energiklasser i Klimablokken [Energioptimering af etageboligblok Langkærparken, s. 18]**

	Totalt			I forhold til BR08			
	Besparelse	Investering <sup>4</sup>		Mer-besparelse	Mer-investering	Rentabilitet	
	DKK/m <sup>2</sup> /år	DKK	DKK/m <sup>2</sup>	DKK/m <sup>2</sup>	DKK/m <sup>2</sup>	Simpel år	7 % og 4 % år <sup>5</sup>
BR08	50	24.803.246	8.568				
Lavenergikl. 2	65	26.341.046	9.099	15	531	35	33
Lavenergikl. 1	74	27.432.626	9.476	24	908	38	36
<b>Lavenergikl. 0</b>	<b>86</b>	<b>29.968.750</b>	<b>10.352</b>	<b>36</b>	<b>1784</b>	<b>49</b>	<b>43</b>

Meromkostningerne til renovering ud over bygningsreglementets gældende energiramme (dengang BR08, nu BR10) kan ikke forsvares alene ud fra en økonomisk vurdering. Som det ses af ovenstående, så var det på beslutningstidspunktet ca. 20 % (5 mio. kr.) dyrere at opgradere bygningen fra BR08 til LEK0, og tilbagebetalingstiden for LEK0 bliver i dette tilfælde forlænget med yderligere 49 år. Ser man fx på merinvesteringen for LEK0, i forhold til BR08 krav, kan man konkludere at en merinvestering på 1.784 DKK/m<sup>2</sup> giver en

<sup>4</sup> Samlet investering inkl. boligforbedringer.

<sup>5</sup> Rentabilitet ved en energistigning på 7 % og en forrentning af investeringen på 4 %.

merbesparelse på kun 36 DKK/m<sup>2</sup>, hvilket ud fra et rent økonomisk perspektiv ikke kan betegnes fordelagtigt [Erfaringsrapport, s. 23].

Projektets samlede udgifter udgør ca. 38 mio. kr., hvoraf hovedentrepriseudgifterne udgør de 30 mio. kr. De resterende 8 mio. kr. dækker udgifter til teknisk rådgivning, bygherre-rådgivning, finansieringsudgifter, udgifter til genhusning af beboere og udgifter til formidling af projekterfaringer. Landsbyggefonden og Realdania har til sammen støttet projektet med 2,1 mio. kr. Langkærparkens henlæggelser til vedligeholdelse og fornyelse har finansieret projektet med ca. 5 mio. kr., mens resten finansieres med 30-årige realkreditlån. De bliver delfinansieret af huslejestigninger. Før renoveringen lå huslejeniveauet i Klimablokken på 575 kr./m<sup>2</sup>/år. Efter renoveringen vil huslejen gradvist stige til 750 kr./m<sup>2</sup>/år (efter 2-3 år), dvs. at huslejen vil stige med ca. 30 %. I denne beregning er der dog ikke taget højde for energibesparelser, som ifølge beregninger kan være helt op til 80 - 90 %. [AL2bolig interview, s. 3]

Alene merhusleje er ikke tilstrækkelig til at dække låneydelser, og derfor støtter AL2boligs dispositionsfond projektet med ca. 1 mio. kr. årligt, dvs. i alt ca. 30 mio. kr. i lånets løbetid [inspirationskatalog.dk].

Realdania har bevilliget 1,5 mio. kr. til formidling af projektet, herunder monitorering og afrapportering af resultater. Denne støtte har også gjort det muligt at etablere en udstillingslejlighed for de besøgende. Udstillingslejligheden blev åbnet i december 2010 og fungerede frem til sommer 2012.

Ifølge entreprenøren ville det være ca. 0,5 mio. kr. billigere og 8 uger hurtigere hvis hele blokken var tømt under renoveringen. I stedet blev der fraflyttet og renoveret én opgang ad gangen. De berørte beboere havde 3 muligheder at vælge imellem: at flytte permanent til en anden bolig (i eller uden for AL2Bolig), at blive genhuset i Langkærparken i 3-4 måneder mens renoveringen pågik, eller at permanent flytte til en anden, tilsvarende lejlighed i Langkærparken. Valgte man at flytte, kunne man få dækket sine flytteomkostninger. 1 husstand flyttede selv for egen regning, 5 husstande flyttede ud eller internt og fik sine flytteomkostninger dækket, og 16 husstande valgte at blive midlertidig genhuset i Langkærparken, eller et andet sted for egen regning, mod fritagelse af husleje i genhusningsperioden. Totalomkostninger til genhusning og flytteudgifter var i dette projekt ca. 2,5 % af totalomkostninger, dvs. ca. 975.000 kr. [Erfaringsrapport, s. 14].

### **Erfaringer med projektet**

Ifølge AL2bolig er det en stor udfordring at gøre det rentabelt at energirenovere visionært, selvom de tekniske muligheder er til stede [Erfaringsrapport, s. 3]. Alternativet er nedrivning og erstatning med nyt byggeri, men i dette tilfælde mister man støtten fra Landsbyggefonden som primært yder støtte til genopretning og renovering af eksisterende bygningsmasse.

Merudgifterne for renovering i LEK2020 frem for LEK2010 er ikke økonomisk rentable, idet de slet ikke kan forrentes af de opnåede energibesparelser (se Tabel 3). Derfor anbefaler AL2bolig at man holder sig til den aktuelt gældende energiklasse ved omfattende renoveringer.

Ud fra Klimablokkens erfaringer med vedvarende energikilder kan det anbefales at installere solceller til produktion af el til fællesforbrug. Det producerede el fra solceller kan eksempelvis bruges til belysning i opgange, kældre, elforbrug i fællesvaskerier, varmecirkulation og drift af ventilationsanlæg. Ud fra de hidtidige erfaringer med solfangeranlæg kan det dog ikke anbefales at etablere disse til varmtvandsproduktion sammenbygget med fjernvarmeforsyningen.

Det kan anbefales at angribe problemer med støj og lugtspredning i boligerne i forbindelse med dybe renoveringsarbejder.

Det er vigtigt at få alle parter med i beslutningsprocessen, og det er især vigtigt at involvere beboere (slutbrugere) så godt som muligt i processen. I dette projekt har man valgt at afsætte ressourcer til information og genhusning af beboere, og projektet blev også realiseret til tiden, hvilket kan have stor betydning for beboere, men også for projektkøkonomien i den sidste ende.

Beregninger for Klimablokken er foretaget i Be06 og ud fra en dengang egendefineret LEK0. I dag anvendes beregningstværktøjet Be10, og LEK0 svarer til LEK2020. Det betyder at energifaktorerne også er blevet ændret undervejs, og i dag er energifaktor for fjernvarme 0,6 (før 1,0), og 1,8 for el-forbrug og el-produktion (før 2,5). De ændrede forudsætninger gør, at det i dag er blevet lettere at overholde LEK2020 krav, og hvis man fx i dag valgte at renovere tilsvarende byggeri i samme stil, så kunne man spare ca. 60 m<sup>2</sup> solceller, eller renoveringen ville være ca. 120.000 kr. billigere [Erfaringsrapport, s. 20].

## **RENO-EVALUE evaluering af Langkærparken**

På grundlag af interviews med projektdeltagere og det udleverede projektmateriale udarbejdede forfatterne en standardiseret beskrivelse af forudsætningerne for Langkærparken med anvendelse af RENO-EVALUE skabelonen i appendiks 1. Tabel 4 præsenterer de forudsætninger, som er karakteristiske for de enkelte parametre, og som efterfølgende er blevet brugt til at evaluere casen ud fra.

I forbindelse med casestudiet af Langkærparken blev der gennemført 3 interviews med 3 forskellige repræsentanter fra projektet, og der blev også foretaget en post-evaluering af projektet af to andre aktører. Interviews blev gennemført med teknisk chef i afdelingen, entreprenøren og totalrådgiveren på projektet, mens evalueringen blev foretaget af forretningsordføreren og en anden person fra totalrådgiverteamet.

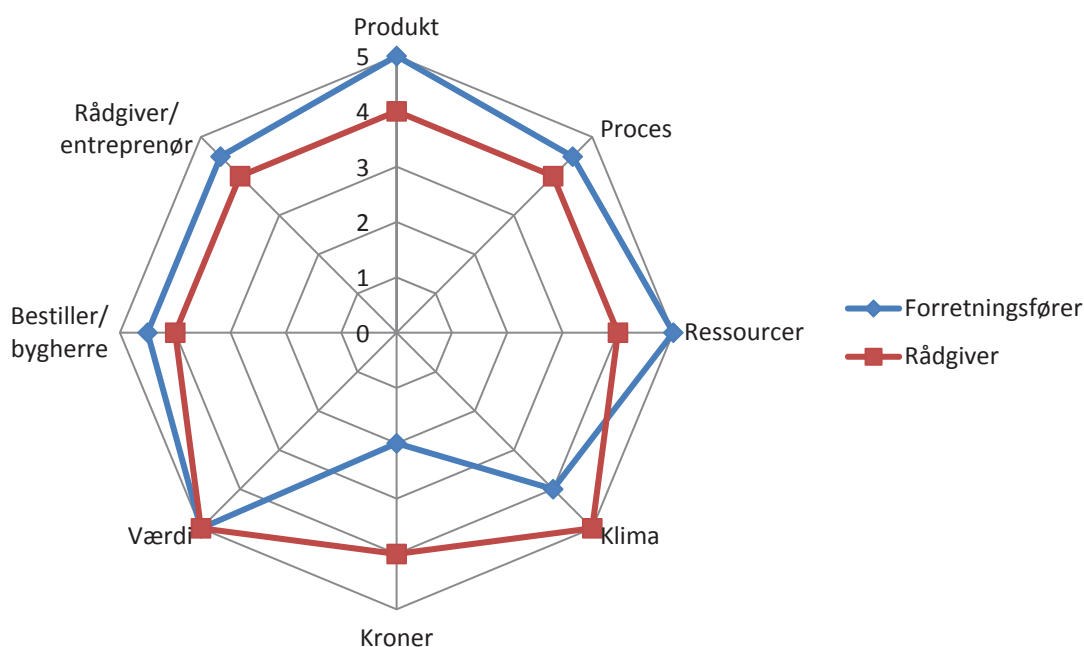
**Tabel 4: Forudsætninger for RENO-EVALUE evaluering af Langkærparken**

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger	
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye materialer til facadebeklædning og dermed nyt udseende</li> <li>Før: betonfacade. Nu: naturskifer og metalplader.</li> <li>Glasinddækning af altaner.</li> </ul>	
		Funktion og brugervenlighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye køkkener</li> <li>Nye badeværelser</li> <li>Nye gulve</li> <li>Nymalede vægge og lofter</li> </ul>	
		Indeklima og komfort	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk ventilation med varmegenvinding</li> <li>Bedre temperaturregulering</li> <li>Mindre træk</li> <li>Mindre støj</li> <li>I henhold til DS447 "Norm for ventilationsanlæg" og DS474 "Norm for specifikation af termisk indeklima".</li> </ul>	
		Holdbarhed/fremtidssikring	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye facader, køkkener, gulve og badeværelser med lang levetid.</li> <li>Bygningen opfylder lavenergiklasse 0 (defineret som 50 % af lavenergiklasse 1)</li> </ul>	
	Proces	Samarbejdet mellem parterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Følger traditionelle principper.</li> </ul>	
		Gensidig information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realdania støtte til informationsaktiviteter.</li> <li>Prøvelejlighed til rådighed.</li> </ul>	
		Involvering af brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beboermøder med afstemninger</li> </ul>	
		Udførelsessensyn til brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genhusning af beboerne i 3 måneder i byggefasen. Genhusning af én af 3 opgange ad gangen.</li> <li>Betaling af fraflytningsomkostninger og tilbagebetaling af hele indskud i tilfælde af fraflytning ifm. renoveringen.</li> </ul>	
	Miljø	Ressourcer	Energiforbrug	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beregnet reduktion i energiforbrug: ca. 87 %.</li> <li>Tidligere energiforbrug: 140 kWh/m<sup>2</sup>/år. Beregnet energiforbrug lavenergiklasse 0: 18 kWh/m<sup>2</sup>/år.</li> </ul>
			VE produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>216 m<sup>2</sup> solceller. Effekt ca. 32 kWp/år.</li> <li>50 m<sup>2</sup> solfangere. Dækningsgrad 50-60 % af brugsvandsopvarmning. Leverer ikke fuld effekt hidtil.</li> <li>(Ventilation med varmegenvinding: 85 % varmen fra den brugte luft genbruges.)</li> </ul>
Vandforbrug			<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet oplyst.</li> </ul>	
Genbrug af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet oplyst.</li> </ul>	
Lokal udledning af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet oplyst.</li> </ul>	
Omfang af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet oplyst.</li> </ul>	
Genbrug af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Intet oplyst.</li> </ul>	
Klima		CO2 udledning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Går fra at udlede ca. 53 ton CO2 om året til ca. minus 5 ton CO2/år. Energiforbruget for husholdninger er ikke indregnet i denne beregning.</li> </ul>	
		Forurening	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke opgjort.</li> </ul>	



Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Økonomi	Kroner	Rimelig husleje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huslejen stiger fra 550 kr/m<sup>2</sup>/år til 750 kr/m<sup>2</sup>/år, dvs. ca. 36 %.</li> </ul>
		Rimelige driftsudgifter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Varmeudgiften reduceres. Opvejer dog ikke huslejestigninger fuldt ud.</li> </ul>
		Rimeligt driftsniveau på sigt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen forventninger om væsentlige stigninger i lang tid. (antagelse)</li> </ul>
	Værdi	Eftertragtet bolig	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moderne bygning med lavt energiforbrug og nyt inventar.</li> <li>Moderne boliger som opfylder nuværende standarder.</li> </ul>
		Velfungerende bebyggelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pilotprojekt som skal bruges til inspiration og videns- og erfaringsindsamling for den kommende helhedsplan for hele bebyggelsen.</li> <li>Afventer renovering af øvrige blokke.</li> </ul>
		Attraktivt område	<ul style="list-style-type: none"> <li>Høj miljøprofil.</li> <li>Bidrager til kvarterløft.</li> </ul>
Projektorganisation	Bestiller/bygherre	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boligselskab med en teknisk chef og en ekstern bygherrerådgiver.</li> </ul>
		Beslutningsdygtighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beboerdemokrati.</li> <li>Stram tidsplan er blevet fulgt.</li> </ul>
		Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baseret i høj grad på eksterne rådgivere.</li> <li>Fortager egen erfaringsopsamling.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen særlige problemer oplyst.</li> </ul>
		Involvering af driftsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involvering af lokalinspektør.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pilotprojekt.</li> <li>Egendefineret energiklasse 0.</li> </ul>
	Rådgiver/entreprenør	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektet har været i udbud.</li> <li>Esbensen Rådgivende Ingeniører vandt konkurrencen og var totalrådgiver på projektet med arkitekt (Nova5) som underrådgiver.</li> <li>Enemærke &amp; Petersen var hovedentreprenør på opgaven.</li> </ul>
		Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Totalrådgiver har stor erfaring i energi-renoveringsprojekter.</li> <li>En rådgivende følgegruppe.</li> </ul>
		Problemløsningsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vurderet alternative energiklasser og deres økonomiske konsekvenser.</li> <li>Anvendt LEAN Construction under udførelse.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen særlige problemer oplyst.</li> </ul>
		Sammenhæng i leveranceteam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Totalrådgiver + hovedentreprenør.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Totalrådgiver ansvarlig for et måleprogram.</li> <li>Hovedentreprenør: eftervisning af tætheds-kravene med en Blower Door test.</li> </ul>

Resultaterne af evalueringerne vises i edderkopdiagrammet i Figur 10. Figuren viser at de to aktører næsten har den samme holdning til projektet på 7 ud af 8 evaluerede parametre, samt at de evaluerer økonomien ("kroner") anderledes.



**Figur 10: Evalueringsresultater for renoveringsprojektet for Langkærparken**

I "Kroner" evalueres de økonomiske konsekvenser af renoveringen på kort og på lang sigt, og her mener rådgiveren at konsekvenserne er "rimelige" (karakter 4) og begrundes sin karakter med "Nogle af de tiltag der har været gjort har kort, og andre lang tilbagebetalingstid. Formålet med projektet var blandt andet at afdække hvilke tiltag der i praksis ville give en god rentabilitet, og det er lykkedes at få disse forhold afdækket. Meningen har således ikke været at alle tiltag samlet set skulle være rentable over en vis tid, men at tiltagene efterfølgende kunne evalueres og de bedste tiltag udvælges til brug i andre projekter." Forretningsføreren vurderer de økonomiske konsekvenser som "urimelige" (karakter 2) og begrundes sin karakter med det argument at "så vidtgående renovering er ikke rentabel".

På den anden side er de to aktører meget enige omkring "værdien" af renoveringsprojektet, hvor de begge mener at renoveringen har gjort boliger, bebyggelsen og området "meget mere attraktiv" (karakter 5). Endvidere begrundes karaktererne med følgende påstande: "Såvel boligernes indre som ydre har fået et markant løft, og iagttages blokken som en del af hele området, skiller den sig meget positivt ud. Lejlighedernes standard leder tankerne hen mod nybyggeri og er som sådan meget attraktive for nye beboere i boligforeningen." - Rådgiver. "Projektet har meget stor imageværdi." - Forretningsfører.



På ”produkt” siden evalueres betydningen af renoveringen for den funktionelle og den byggetekniske kvalitet af boliger og bebyggelsen fremover, og her er de to aktører også stort set enige med hinanden om at renoveringsprojektet har bidraget til en meget bedre kvalitet af boliger og bebyggelsen. Forretningsføreren mener at der ligger en ”meget stor læringsværdi” i produktet, og rådgiveren uddyber sin evaluering med ”*Renoveringen viser hvilke markante funktionelle og arkitektoniske løft en så gennemgribende renovering kan give i et boligkompleks. Samtidig er byggeriet opført i robuste materialer med et minimum af vedligehold. Byggeriet viser at denne enkelthed kan gå hånd i hånd i indbydende arkitektur og et lavt energiforbrug.*”

### 6.3 BREDGADE 43

Ejendommen Bredgade 43 i København er en kontorbygning fra 1970. Bygningen er i 4 etager og har en P-kælder i to etager. Der er tale om modernistisk 70’er byggeri med synlig konstruktionsramme af beton og store glaspartier i facaden. Det samlede bygningsareal udgør 3.787 m<sup>2</sup>. Bygningen opvarmes af fjernvarme med damp og har i dag et energimærke C [Energioptimering af Bredgade 43, s. 1]. Foto 4 viser ejendommens facade mod Bredgade.



**Foto 4: Ejendommen beliggende på Bredgade 43, København**

I 2012 blev ejendommen energioptimeret fra energiklasse E til energiklasse C alene ved optimering af de tekniske installationer og uden indgreb i bygningens klimaskærm. Projektet kostede ca. 1,2 mio. kr. at realisere, og til den pris har man opnået en teoretisk energibesparelse på ca. 26 %. Denne case er et godt eksempel på samarbejdet mellem ejer og lejer for at overkomme ejer-lejer paradokset ved energirenoveringer og illustrerer fint, hvor lidt ressourcer der kræves for at reducere energiforbruget i bygninger. Det er ligele-

des et af de første eksempler på at energimærket udnyttes aktivt som målsætning for at opnå energiforbedringer i en kontorejendom udlejet til staten.

## Renoveringsprojekt

I forbindelse med fornyelsen af lejekontrakten har Bygningsstyrelsen, som er lejer i ejendommen, stillet krav om en mere energivenlig ejendom der lever op til ”Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner”. Formålet med cirkulæret er at reducere energiforbruget i 2011 med mindst 10 % (i forhold til 2006) i statslige institutioner ved udøvelsen af energieffektiv adfærd, gennemførelse af energibesparende tiltag, og synliggørelse og offentliggørelse af energi- og vandforbrug.

Cirkulæret, som trådte i kraft den 1. oktober 2009, er gældende for alle bygninger som staten ejer og lejer, hvilket betyder at det også er gyldigt for ejendommen beliggende på Bredgade 43. I cirkulæret er det specificeret hvilke energikrav forskellige ejendomme skal opfylde, og ved energioptimeringen af Bredgade 43 tog man udgangspunkt i følgende paragraf i cirkulæret:

*”De ministerier med tilhørende institutioner m.v. der er nævnt i § 3, der på vegne eller andre statsinstitutioners vegne indgår, forlænger eller genforhandler en lejeaftale vedrørende privatejede bygninger eller dele af privatejede bygninger skal ved indgåelse, forlængelse eller genforhandling af lejeaftalen sikre, at den pågældende ejendom klassificeres med et energimærke som er E eller bedre for ejendomme opført før 1961, C eller bedre for ejendomme opført senere end 1961, men før 2006 og B eller bedre for ejendomme opført i 2006 eller senere. Stk. 2: Hvis den pågældende ejendom på tidspunktet for indgåelse af lejemålet ikke møder disse krav til energimærket, skal det sikres, at den privatejede bygning bringes til at møde kravet til energimærket indenfor 2 år fra indgåelse af lejemålet.”* [Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner, § 11].

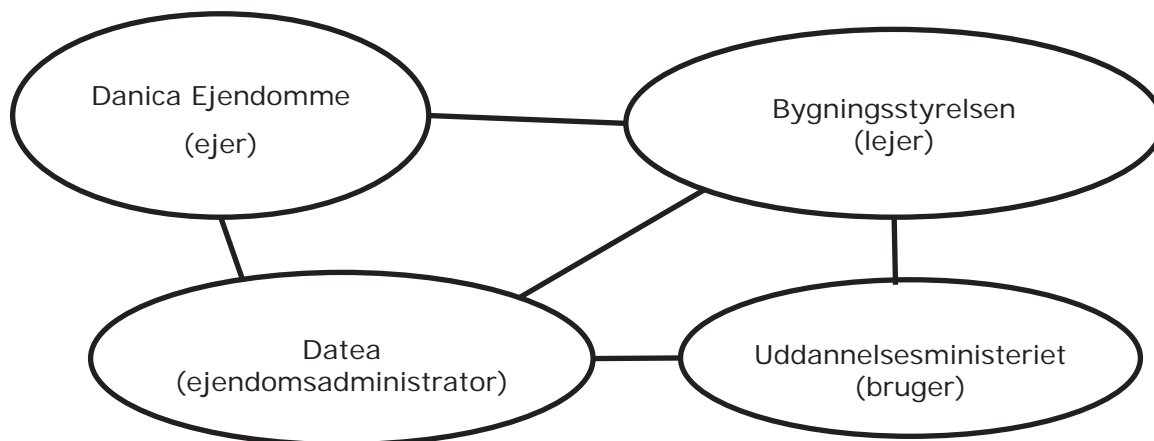
Eftersom ejendommen på Bredgade 43 er opført i 1970, skal den ifølge ovenstående mindst have et energimærke C for at opfylde statens kriterier for energieffektive ejendomme. Som udgangspunkt havde bygningen et energimærke E, og for at kunne leve op til cirkulærets krav skulle ejendommens energimærke forbedres, dvs. energimærket skulle hæves fra E til mindst C. Hvordan dette blev realiseret, samt hvilke processer der har foregået undervejs, kan man læse mere om i det følgende.

### Aktører og beslutningsprocesser

Bredgade 43 ejes af Danica Ejendomme og administreres af Datea. Datea har en fast ejendomsmester tilknyttet ejendommen, som er ansvarlig for drift og vedligehold af bygningen i hverdagen. Ydermere har Datea også en ejendomsinspektør tilknyttet ejendommen, hvis ansvar er mere overordnet og inkluderer bl.a. koordination af de store renoveringsopgaver. Bredgade 43 lejes af Bygningsstyrelsen men bruges af Styrelsen for Forskning og Innovation.

Figur 11 viser de fire vigtigste aktører for Bredgade 43 og illustrerer deres relationer over for hinanden. På figuren ses at ejeren har en relation med ejendomsadministratoren og

lejer, men ikke brugeren af bygningen. Det er fordi ejerens kontakt med brugeren foregår via ejendomsadministration, som har en fast repræsentant i ejendommen. Selve lejekontrakten forhandles juridisk mellem ejer og lejer, mens brugeren af bygningen refererer til lejer, hvis der er nogle kontraktmæssige forhold som skal afklares, og til ejendomsadministratoren, hvis der er problemer med selve driften og vedligehold af bygningen.



**Figur 11: Relationsdiagram for Bredgade 43**

Dialogen mellem ejer og lejer omkring energioptimeringen forløb over et års tid. Den startede i forsommeren 2011, hvor målet var at afklare, hvad der præcist skulle ske for at ejendommen kunne leve op til lejerens krav om energieffektive ejendomme. Her aftalte man bl.a., at projektet skulle forbedre ejendommens energimærke fra E til C, og at det skulle være realiseret inden vintersæsonen 2012, dvs. inden 1. oktober 2012. På det tidspunkt skulle projektet være dokumenteret færdigt ved en ny energimærkning af ejendommen [Datea interview, s. 6].

Beslutningsprocessen for energioptimering af Bredgade 43 var lidt langtrukket pga. mangelfuld rådgivning. I første omgang var et andet rådgivningsfirma involveret i projektet, men efter fejlagtige beregninger blev Cowi udpeget til at være rådgiver og projektleder på sagen. Her valgte man også at have to fagentreprenører til opgaven, én til el- og én til VVS-arbejde, som skulle referere til projektlederen fra Cowi. Efter udskiftning af rådgiveren blev der afholdt et opstartsmøde, og der blev også holdt statusmøder løbende. I statusmøder deltog Cowi, Datea og brugere af ejendommen. Grunden til at man valgte at involvere brugere var for at holde dem orienteret om, hvad der skulle komme til at ske og hvornår. Efter at projektet var aftalt, blev der udarbejdet en detaljeret aktivitetsplan for selve renoveringsarbejdet. Tabel 5 viser den detaljerede aktivitetsplan for energioptimering af Bredgade 43.

### Økonomi

Det samlede projekt har kostet 958.800 kr. ekskl. rådgivning. Den største del af investeringen er gået til implementering af tiltag i selve bygningen (839.800 kr.) mens et mindre beløb (119.000 kr.) er brugt på energibesparende tiltag i P-kælder. Tabel 6 og 7 specificerer mere detaljeret hvor meget de enkelte tiltag har kostet [Energioptimering af Bredgade, bilag].

## Tidsplan

Selve processen omkring energioptimering af Bredgade 43 varede omkring 4 måneder i perioden juni 2012 – september 2012. I starten af juni 2012 blev to entreprenører valgt til renoveringsopgaven. Bravida blev valgt som VVS-entreprenør mens Blynov & Co. var entreprenør på el-siden. Begge firmaer havde et godt kendskab til ejendommen i forvejen, da de tidligere havde udført opgaver i den. Efter entreprenørerne var fundet, blev ejendommen gennemgået med deres repræsentanter, og korte funktionsbeskrivelser for energiforbedrende tiltag blev udarbejdet. I midten af august 2012 blev selve renoveringsarbejdet igangsat, med fagtilsyn og statusmøder undervejs. Cowi førte fagtilsyn hver uge, mens statusmøder mellem lejer, Cowi og Datea blev holdt ca. hver 14. dag. Projektet blev afsluttet i slutningen af september 2012 med udskiftning af lysarmaturer i kontorer, samtidig med at et nyt energimærke blev udarbejdet.

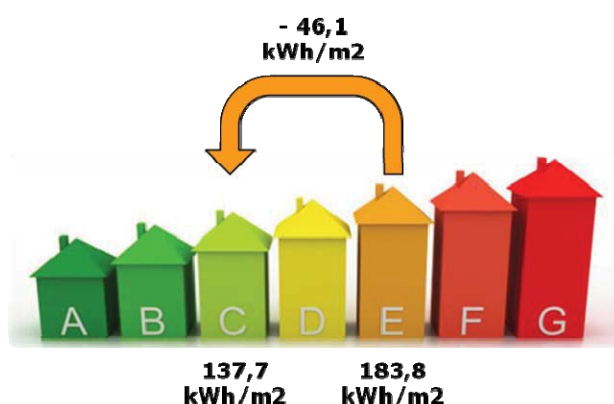
**Table 5: Aktivitetsplan for energioptimering af Bredgade 43 [Cowi]**

Måned (uger)	Juni				Juli				August					September			
Aktivitet	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Udvælgelse af entreprenør	Yellow	Yellow															
Gennemgang af ejendommen med entreprenørerne		Red	Red	Red													
Udarbejdelse af korte funktionsbeskrivelser for energiforbedrende tiltag		Green	Green	Green	Green	Green	Green										
Udførelse											Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Opfølgning på indregulering og justering															Yellow	Yellow	
Udarbejdelse af nyt energimærke												Dark Red				Dark Red	Dark Red

### Energiforbruget før og efter optimeringen

I fyringssæsonen 2011/2012 brugte ejendommen 160.132 kWh el og 399.700 kWh fjernvarme. På baggrund af disse målinger fås et beregnet energiforbrug på 183,8 kWh/m<sup>2</sup>/år, efter korrektion for vejr, benyttelse og driftstider. Det beregnede energiforbrug på 183,8 kWh/m<sup>2</sup>/år svarer til energimærke E, hvilket også er i overensstemmelse med ejendommens energimærke fra 2009 [EMO-2009].

Formålet med energioptimeringen var at forbedre ejendommens energimærke fra E til C for dermed at reducere energiforbruget og leve op til cirkulærets krav om energieffektive ejendomme i staten. For at opnå dette skulle ejendommens energiforbrug reduceres fra de tidligere 183,8 kWh/m<sup>2</sup>/år til maksimum 137,7 kWh/m<sup>2</sup>/år, se Figur 12. Der skulle således opnås en energireduktion på minimum 46 kWh/m<sup>2</sup>/år, eller 26 % [Energioptimering af Bredgade 43, s. 3].



Figur 12: Ændring i energimærke for Bredgade 43

Parkeringskældre er ikke medtaget i det opvarmede areal. Belysningen i P-kældre er medtaget i beregningen. Eftersom P-kælder ikke er medtaget i det opvarmede areal, er der udarbejdet to skemaer for projektet, af hensyn til EMO beregninger. Det første skema viser de tiltag som er rentable at gennemføre i selve bygningen, mens det andet skema viser de tiltag som er relevante for P-kælder.

Af tabel 6 og 7 med energibesparelser i henholdsvis bygning og P-kælder fremgår, at den største el-besparelse fås ved udskiftning af motorer og ventilatorer på ventilationsanlægget, samt ved udskiftning af belysning i kontorer og P-kælder. De to tiltag er samtidig dyrest at implementere, hvorimod deres tilbagebetalingstider er ret forskellige. Udskiftning af kontorbelysning har den længste tilbagebetalingstid (9,8 år), mens investeringer i ventilationsanlægget er tilbagebetalt efter 4 år. Den korteste tilbagebetalingstid er for efterisolering af rør og ventiler i varmecentralen, og for nye udsugningsventilatorer og styring i P-kælder (1,9 år).

I fremtiden vil bygningens statusforbrug ud fra ovenstående beregninger være reduceret til ca. 120,2 kWh/m<sup>2</sup>/år, hvilket svarer til energimærke C [EMO-2012].



**Tabel 6: Gennemførte energibesparelser i bygningen [Cowi]**

Tiltag - bygning	Besparelse (kWh/år)		Besparelse (kr./år)	Investering (kr.)	Tilbagebetalingstid (år)
	Varme	El			
Teknisk isolering af rør og ventiler i varmecentral	6.272		3.200	6.000	1,9
Udskiftning af pumper i varmecentral		9.850	14.086	65.500	4,7
Ventilationsanlæg – nye motorer og ventilatorer		40.000	57.200	230.000	4,0
Udskiftning af pumper for ventilationsanlæg		4.444	6.355	60.000	9,4
Udskiftning af kontorbelysning og afkobling af randbelysning		28.500	40.755	400.000	9,8
Belysning gård: PIR og nye armaturer		8.533	12.200	78.300	6,4
<b>Samlet:</b>	<b>6.272</b>	<b>91.327</b>	<b>133.796</b>	<b>839.800</b>	<b>6,0<sup>6</sup></b>

**Tabel 7: Gennemførte energibesparelser i P-kælderen [Cowi]**

Tiltag – P-kælder	Besparelse (kWh/år)		Besparelse (kr./år)	Investering (kr.)	Tilbagebetalingstid (år)
	Varme	El			
Nye udsugningsventilatorer og styring		11.300	16.159	30.000	1,9
PIR og nye armaturer		26.700	38.181	89.000	2,3
<b>Samlet:</b>		<b>38.000</b>	<b>54.340</b>	<b>119.000</b>	<b>2,1</b>

### Varmecentral

Bygningens varmeanlæg er placeret i varmecentral i øvre parkeringskælder. Opvarmingskilde er fjernvarme fra et dampvarmeanlæg og gennem to vekslere. Varmeanlægget har én hovedcirkulationspumpe og 4 varmecirkulationspumper. I forbindelse med energioptimeringen af ejendommen er den gamle hovedcirkulationspumpe (Smedegaard, type T-10-210-4) udskiftet med en ny hovedpumpe (Grundfos, type TPE sense 2000 2,2 kW). Endvidere er 3 af de 4 gamle varmecirkulationspumper udskiftet med nye (Grundfos Al-

<sup>6</sup> Gennemsnitlig tilbagebetalingstid.



pha 2) varmecirkulationspumper. De nye varmecirkulationspumper har alle energimærke A og er automatisk styrede. Varmeanlæggets fremløbstemperatur korrigeres afhængigt af udetemperaturen.

Varmt vand forsynes fra en 1.000 liters isoleret beholder, som er anbragt i varmecentral. Beholderen opvarmes direkte fra fjernvarme kondensat. Varmt brugsvand er med cirkulation, og også her er den gamle pumpe (Smedegaard, type Vario 75V) udskiftet med en ny pumpe (Grundfos Alpha2, type 25-60, 45 W).

Udskiftning af de 4 cirkulationspumper og 1 hovedpumpe giver en teoretisk el-besparelse på 9.850 kWh/år [Energioptimering af Bredgade 43, bilag].

### **Ventilation**

Bygningen er forsynet med mekanisk ventilation og styres af to anlæg fra Novenco. De to ventilationsanlæg er placeret i ventilationsrummet over tagetagen og betjener hhv. kontorafsnit og møderum i stueetagen. Tidligere var de to ventilationsanlæg drevet af 4 gamle motorer af 3 forskellige typer, men i 2012 er anlægget blevet optimeret og de gamle motorer er udskiftet med nye, energieffektive motorer. Samtidig er 3 gamle cirkulationspumper i ventilationsanlægget udskiftet og anlæggene har nu frekvensstyring.

Herudover er der to boksventilatorer for udsugning fra toiletrum. Boksventilatorerne er af fabrikat Exhausto, og ved energirenoeringen i 2012 er de gamle boksventilatorer (type BESF 200-4-1) udskiftet med nye modeller (BES 225-4-1). Ventilatorer kan trinløst reguleres i ventilationsrum i bygningens benyttelses tid [EMO-2012, s. 5].

### **Belysning**

Tidligere var belysning på udearealer og i P-kælder tændt konstant, og det gav et unødvendigt højt elforbrug. Nu styres belysningen ved hjælp af PIR følere, hvilket betyder at der kun er lys på udearealer og i P-kælder når der er behov for det. Endvidere er selve belysningsarmaturer på kontorer og i P-kælder udskiftet med energibesparende lyskilder, hvormed der spares på driftsudgifter og CO<sub>2</sub> udslip reduceres. Ved udskiftning af belysningsarmaturer i P-kælderen blev de gamle stofledninger samtidig udskiftet med nye elkabler, for at minimere risikoen for brand.

Udskiftning af kontorbelysning og afkobling af randbelysning giver en teoretisk el-besparelse på 28.500 kWh/år mens den nye belysning på udearealer i kombination med PIR følere teoretisk reducerer el-forbruget med 8.533 kWh/år [Energioptimering af Bredgade 43, s. 8].

### **Andre mulige tiltag**

Selvom de førnævnte tiltag er tilstrækkelige til at sikre ejendommen et energimærke C, overvejer ejer også udskiftning af termoruder med energiruder med varm kant. Rammer og karme vurderes til at være i god stand og derfor overvejes ruderudskiftning alene. Dette kræver ikke stillads, da ruderne kan skiftes indefra. Udskiftning af 450 m<sup>2</sup> ruder estimeres til at koste 562.500 kr. og vil årligt kunne spare 27.540 kr. i varmeudgifter (54.000 kWh varme). Disse estimater giver en lang tilbagebetalingstid (20,4 år), men på trods af den, så vil tiltaget have stor betydning for indeklimaet i ejendommen. Brugere vil opleve mindre trækgener og kuldestråling vil blive reduceret.

I forbindelse med energioptimering af Bredgade 43 har ejeren også overvejet opsætning af 100 m<sup>2</sup> solceller på taget. Opsætning af 100 m<sup>2</sup> solceller er estimeret til at koste 300.000 kr. og vurderet til at kunne levere 13.500 kWh/år. Denne el-produktion fra solceller giver en teoretisk el-besparelse på 19.305 kr./år og en simpel tilbagebetalingstid på 15,5 år. Dette tiltag er dog valgt fra af flere grunde. Ejendommens beliggenhed er ikke optimal for opsætning af solceller eftersom nogle af de omkringliggende ejendomme kaster skygger på dens tag, hvilket betyder at solceller ikke kan yde deres maksimale effekt. Den anden barriere for opsætning af solceller er at nettomålerordningen ikke kan benyttes fuldt ud her (virksomheder betaler ikke el-afgifter), og derfor burde den maksimale produktion ikke være højere end forbruget i ejendommen.

## RENO-EVALUE evaluering af Bredgade 43

På grundlag af interviews med projektdeltagere og det udleverede projektmateriale udarbejdede forfatterne en standardiseret beskrivelse af forudsætningerne for Bredgade 43 med anvendelse af RENO-EVALUE skabelonen i appendiks 1. Tabel 8 præsenterer de forudsætninger, som er karakteristiske for de enkelte parametre, og som efterfølgende er blevet brugt til at evaluere casen ud fra.

I forbindelse med casestudie af Bredgade 43 blev der gennemført 4 interviews med 2 forskellige repræsentanter fra projektet, og der blev også foretaget en post-evaluering af projektet af de samme aktører. Interviews og evalueringer blev foretaget med en bygherrerrepræsentant og projektlederen fra rådgiverteamet. Evalueringer blev foretaget efter at projektet blev gennemført.

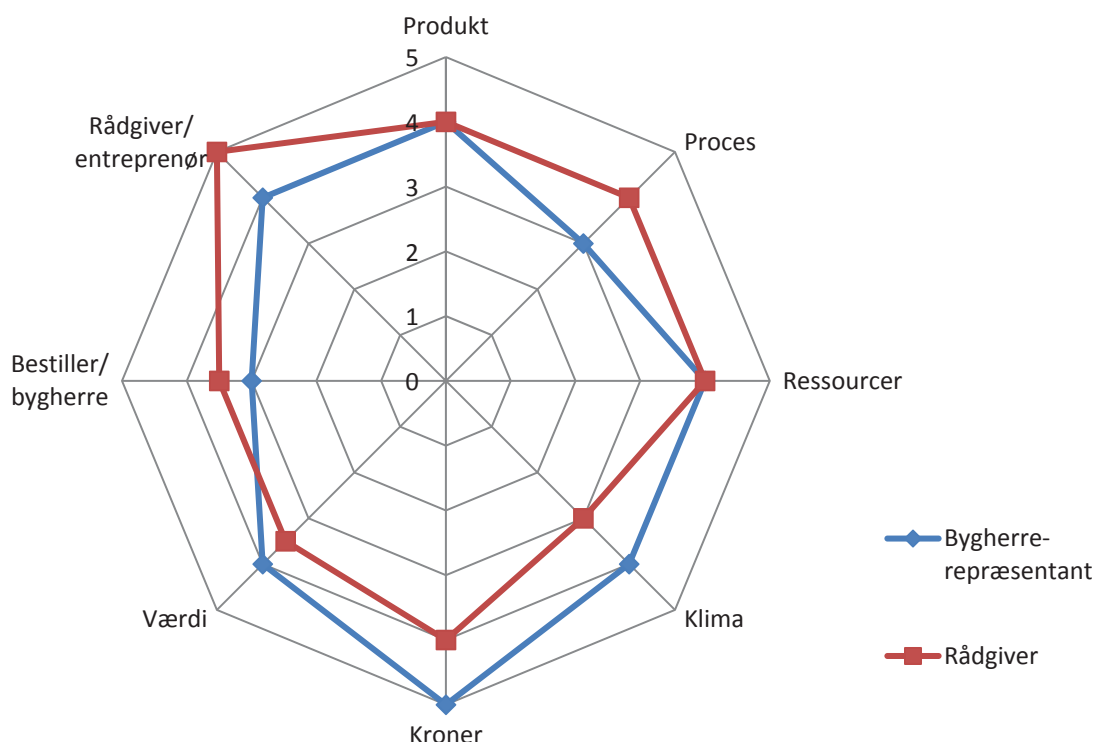
Resultaterne af evalueringerne vises i edderkopdiagrammet i Figur 13. Det fremgår, at begge aktører generelt set er tilfredse med projektet og projektforsløbet, men at der også er afvigelser i evalueringen af de forskellige RENO-EVALUE parametre. Eksempelvis evaluerer bygherrerrepræsentant de økonomiske konsekvenser af renoveringen ("kroner") som "meget rimelige" (karakter 5) og mener at "*udbytte er meget rimeligt ift. investeringen*", og at "*lejer sparer på driftsomkostninger og ejer har korte tilbagebetalingstider*", mens rådgiveren evaluerer den samme parameter som "rimelig" (karakter 4), og begrundes karakteren med følgende argument: "*Udlejer får nok en afkast på ca. 15 % af investeringen, ift. den aftalte huslejerreduktion hvis projektet ikke blev lavet.*"

"Klima" parameter vurderes i denne evaluering forskelligt, og mens bygherrerrepræsentant mener at renoveringen har gjort bygningen "mere miljøvenlig" (karakter 4), opfatter rådgiveren betydningen af renoveringen for klimaet som "uændret" (karakter 3). På den ene side mener bygherrerådgiveren at "*forbedret energiforbrug medfører mindre udledning*", og at det gør bygningen mere miljøvenlig, mens rådgiverens argument er at "*der blev ikke forbedret på klimaskærmen*", og at bygningen derfor ikke kan betegnes mere miljøvenlig.

**Tabel 8: Forudsætninger for RENO-EVALUE evaluering af Bredgade 43**

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger	
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer i facaden eller indretningen.</li> <li>Vinduer overvejes udskiftet.</li> </ul>	
		Funktion og brugervenlighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye belysningsarmaturer.</li> <li>Bevægelsesfølere på udearealer og i P-kælder.</li> <li>NOx målere i P-kælder.</li> </ul>	
		Indeklima og komfort	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedre indeklima pga. optimeret ventilation.</li> <li>Bedre belysning på kontorerne.</li> </ul>	
		Holdbarhed/fremtidssikring	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye mekaniske dele (motorer og pumper) med lang levetid og lavere energiforbrug.</li> <li>Automatisk styring i P-kælder.</li> </ul>	
	Proces	Samarbejdet mellem parterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektgrundlag: frivillig aftale mellem lejer og ejer.</li> <li>Lejer ønsker et mere energieffektivt lejemål.</li> <li>EMO brugt som udgangspunkt. Energimærke hæves fra E til C.</li> <li>Projektet udarbejdet i samarbejde mellem Danica Ejendomme og Datea med Cowi som totalrådgiver.</li> <li>En entreprenør til VVS, én til el.</li> </ul>	
		Gensidig information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kommunikation foregår via rådgiveren (Cowi) og ejendomsadministratoren (Datea).</li> <li>Byggemøder mellem Datea, Cowi og Byg.st.</li> <li>Opstartsmøder mellem Datea, brugere og lejer.</li> </ul>	
		Involvering af brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Møder med koncernchef.</li> <li>Orientering om kommende arbejde.</li> </ul>	
		Udførelsessensyn til brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noget af arbejde udføres over sommerferien.</li> <li>Skæve arbejdstider.</li> </ul>	
	Miljø	Ressourcer	Energiforbrug	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energimærke hæves fra E til C.</li> <li>Det beregnede energiforbrug reduceres fra 183,8 til 137,7 kWh/m<sup>2</sup>/år. (ca. 25 %)</li> </ul>
			VE produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solcelleanlæg på taget overvejet men implementeres ikke pga. en lang tilbagebetalingstid. (15,5 år)</li> </ul>
Vandforbrug			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer.</li> </ul>	
Genbrug af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer.</li> </ul>	
Lokal udledning af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer.</li> </ul>	
Omfang af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer.</li> </ul>	
Genbrug af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen ændringer.</li> </ul>	
Klima		CO2 udledning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke opgjort.</li> </ul>	
	Forurening	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke opgjort.</li> </ul>		

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Økonomi	Kroner	Forrentning af investering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investering afholdes af udlejer og bliver dækket gennem huslejen.</li> <li>• Lejerens driftsudgifter for ventilation reduceres idet ventilationsanlægget energioptimeres.</li> <li>• Lejeren bruger mindre el til belysning.</li> </ul>
		Afkast på ejendommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lejekontrakt forlænges.</li> </ul>
	Værdi	Attraktiv ejendom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen væsentlige ændringer.</li> </ul>
		Ejendomsværdi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejendommen er blevet opgraderet til nutidig standard.</li> </ul>
Projektorganisation	Bestiller/bygherre	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danica Ejendomme er ejer af ejendommen og bygherre på projektet.</li> <li>• Datea er ejendomsadministrator og fungerer som bygherrerepræsentant i projektet.</li> </ul>
		Beslutningsdygtighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Professionel bygherre og bygherrerepræsentant med kompetencer og stor erfaring indenfor ejendomsdrift.</li> </ul>
		Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datea har til dagligt en fast ejendomsmester tilknyttet ejendommen, og som samtidig passer på 3 andre ejendomme i nærheden.</li> <li>• Datea har også en ejendomsinspektør tilknyttet ejendommen. Han er samtidig driftsansvarlig for 44 ejendomme i Storkøbenhavn.</li> <li>• Datea har også en energikonsulent ansat i deres virksomhed.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukendt</li> </ul>
		Involvering af driftsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejendomsmesteren er velorienteret om projektet.</li> </ul>
		Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalrådgiver COWI er en rådgivende virksomhed med stor erfaring i gennemførelse af renoveringsprojekter.</li> </ul>
	Rådgiver/entreprenør	Teknisk kompetence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COWI har tekniske specialister i rådgivning om energirenoveringer.</li> <li>• Bravida udfører i forvejen ventilations og VVS service på ejendommen 2 gange årligt.</li> </ul>
		Problemløsningsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukendt.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalrådgiver COWI samarbejder med ejeren Danica Ejendomme på andre lign. projekter.</li> </ul>
		Sammenhæng i leveranceteam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalrådgiver COWI er engageret af ejeren Danica Ejendomme og samarbejder med ejendomsadministrator Datea.</li> <li>• Datea har den daglige kontakt med brugerne af bygningen.</li> <li>• Fagentreprenører Bravida og Blynov &amp; Co. er engageret under totalrådgiveren COWI.</li> </ul>



**Figur 13: Aktørernes evaluering af renoveringsprojektet på Bredgade 43**

I ”proces” parameter evaluerer bygherrerepræsentant processen ”som man kunne forvente” (karakter 3) og fortæller at ”*alt gik som planlagt*”, mens rådgiveren beskriver processen som ”bedre end man kunne forvente” (karakter 4), og at man har haft ”*løsningsorienterede brugere*” i processen.

## 6.4 ELLEBJERG SKOLE

Ellebjerg Skole er en folkeskole beliggende i Københavns Kommune. Skolen blev bygget i perioden 1945-53 og består af flere røde murstensbygninger i forskellig størrelse. Ellebjerg Skole er en tosporet skole med i alt 381 elever. Skolen administreres af Københavns Ejendomme, som er Københavns Kommunes ejendomsadministrator, og hvis opgaver er at administrere, udvikle og vedligeholde Københavns Kommunes ejendomsportefølje. Et luftfoto af skolen vises som foto 5.

### Renoveringsprojektet for Ellebjerg Skole

Gennem de sidste 20 år har Ellebjerg Skole ophobet et stort vedligeholdelsesbehov, og der er flere ting på skolen som ikke længere fungerer efter hensigten. For eksempel er



mange af skolens vinduer så rådne og nedslidte, at de er blevet skruet fast til karmen for ikke at falde ud. Det gamle varmeanlæg opvarmer skolen på en uheldig måde (strålingsvarme fra loftet) og kører ikke optimalt, og der er også problemer med trafikstøj og akustikken på klasseværelser og gangene. Skolen har naturlig ventilation og dens indeklima lever ikke op til nuværende standarder for undervisningsinstitutioner, idet der er konstateret forhøjede CO<sub>2</sub> værdier i klasseværelser.



**Foto 5: Luftfoto af Ellebjerghøj Skole og bygningsbetegnelser ifølge entreprenørens etapeplan**

Ud over de byggetekniske udfordringer og manglende vedligehold, så vil skolen også gerne ændre på sit image og tiltrække flere elever til skolen. I øjeblikket har skolen overkapacitet af lokaler, hvilket betyder at mange lokaler står tomme og ikke bliver brugt.

På Ellebjerghøj Skole arbejdes med bæredygtig bygningsrenovering ud fra flere forskellige principper. I projektet er der afsat midler til genopretning, helhedsrenovering (fremtidssikring) og energirenovering af ejendommen.

Genopretningen fokuserer i hovedtræk på bygningernes klimaskærm og omfatter bl.a. udskiftning af tage og tagrender, udskiftning af vinduer og udvendige døre, facadeistandsættelse i nødvendigt omfang, og delvis udskiftning af varmeanlæg og ny varmecentral.

Midler fra Helhedsrenoveringen er rettet mod fremtidssikringen af skolen i form af udskiftning af kloakker og tilslutning af eksisterende dræn, og ud fra disse midler finansieres også nye belægninger og legearealer i skolegårde, istandsættelse af 4 faglokaler og bibliotek, istandsættelse af trapper, gange og foyer, udskiftning af loft i aula, fornyelse af elinstallationer, etablering af solafskærmning på vinduer mod syd, øst og vest, ny skiltning ved de 2 indgange. Endvidere er der i bygningernes vægge og gulve fundet sundhedsskadelige stoffer i form af PCB, asbest og bly, og disse bliver fjernet eller delvist saneret, hvilket kommer an på hvor disse stoffer befinder sig i konstruktionen.



Energirenoveringen af Ellebjerg Skole indeholder etablering af mekanisk ventilation i klasser og faglokaler og udskiftning af belysningsarmaturer.

Som en del af dette projekt er der allerede i 2011 foretaget udskiftning af tage og tagren-  
 der på 4 mindre bygninger (byg. 4,5,6 og 12), etableret varme i bygning 1, og foretaget  
 installationsarbejder i kælder, herunder ny varmecentral [Projektforslag, s. 4-5].

### Projektorganisation

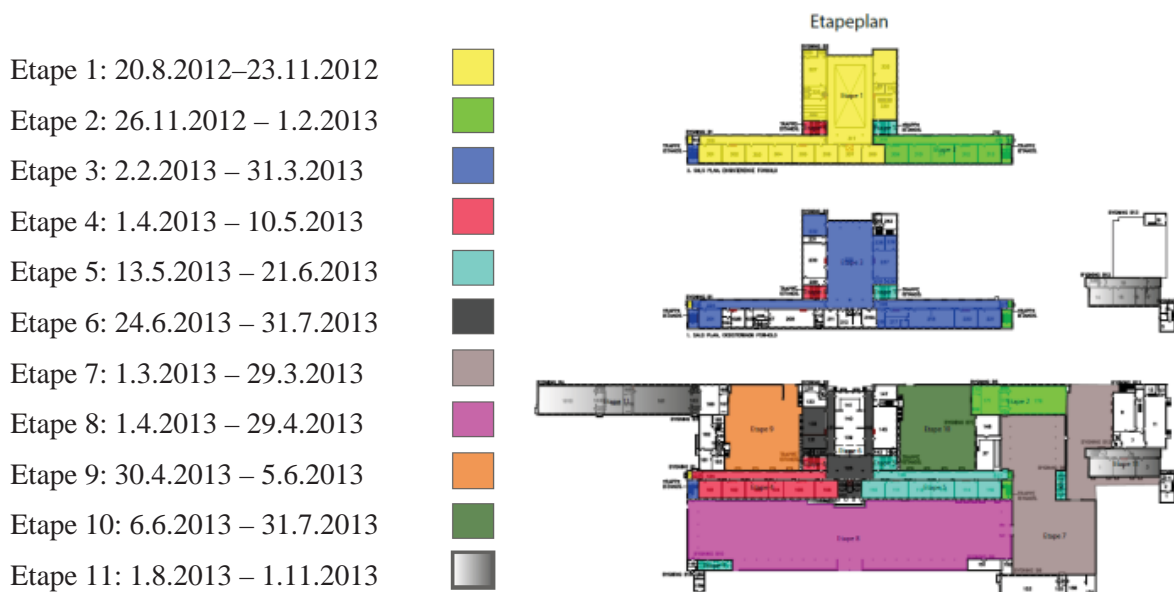
Beslutningen om at igangsætte renoveringen af Ellebjerg Skole blev truffet af politikere i borgerrepræsentationen. Beslutningen blev truffet ud fra nogle politiske kriterier, og skolebestyrelsen har ikke haft en direkte indflydelse i beslutningsprocessen. Efter at den overordnede beslutning var truffet har der været en dialog med skolens brugere (personale, elever og forældre) omkring en række praktiske og pædagogiske forhold, og der blev også arrangeret workshops, hvor man fik muligheden for at udtale sig om den generelle retning på projektet. I projektet er der ikke afsat midler til arkitektonisk omlægning, hvilket betyder at skolens arkitektoniske grundstruktur ikke bliver ændret i væsentligt omfang. Tabel 9 viser parterne involveret i projektet.

**Tabel 9: Projektparter i renovering af Ellebjerg Skole**

Sagens parter	
Bygherre	Københavns Kommune Københavns Ejendomme
Bestiller	Københavns Kommune Børne- og Ungdomsforvaltningen
Totalrådgiver	Henrik Larsen Rådgivende Ingeniørfirma
Underrådgiver/arkitekt	Arkitektfirmaet Friborg og Lassen A/S
Underrådgiver/konstruktioner	Jørgen Nielsen Rådgivende Ingeniører A/S
Akustiker	Delta A/S
Entreprenør	Adserballe & Knudsen

### Tidsplan

Renovering af Ellebjerg Skole er et stort og omfattende projekt, og derfor tager det lang tid at gennemføre det. Der er mange forhold som gør projektet komplekst, men det vigtigste er nok at skolen forbliver åben imens renoveringen står på. Det betyder at skolens elever og personale vil være på skolen mens renoveringen er i gang, og at hele skolen derfor ikke kan renoveres på én gang, men at arbejdet skal foregå i etaper. Ud fra disse hensyn er der også udarbejdet en etapeplan for renoveringen af Ellebjerg Skole, se Figur 14.



**Figur 14: Etapeplan for renovering af Ellebjerg Skole [Adserballe & Knudsen]**

Renoveringen er som angivet i figuren opdelt i 11 etaper, hvor man bl.a. renoverer én etage ad gangen, og hvor man arbejder oppefra og nedad (fra taget og ned til stuen). De første fire etaper foregår primært på hovedbygningens (B1+B2) første og anden etage, mens de andre etaper primært foregår i hovedbygningens stueplan, de mindre bygninger, og på udearealer. Den første etape blev igangsat i august 2012 og den sidste etape forventes i henhold til etapeplanen afsluttet i november 2013.

Undervejs bliver skolens personale, elever og deres forældre løbende orienteret om projektet via brochurer og Internettet.

Entreprenøren kører endvidere oplysningskampagner og inddrager elever i byggeriet. Eksempelvis er der gennemført elevkonkurrencer hvor eleverne skulle regne på materialemforbruget og efterfølgende kunne vinde en musikafspiller o.l. Mange steder på skolen har entreprenøren opsat QR koder (scan koder) som eleverne og andre interesserede kan scanne og dermed få yderligere oplysninger om projektet. Entreprenøren har også oprettet en Facebook side, hvor man kan følge projektet og se billeder af renoveringsprocessen [KEjd interview, s. 4].

### Energiforbrug før og efter renovering

Tabel 10 viser de beregnede energibesparelser for nogle af de tiltag, som bliver gennemført i forbindelse med renoveringen af Ellebjerg Skole. Af tabellen fremgår at den største energibesparelse ligger i et nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding, hvor op til 85 % af den brugte energi genanvendes (varmebesparelse: 575.431 kWh/år), mens brystningsisolering giver den mindste energibesparelse (45.808 kWh/år). Det nye ventilationsanlæg giver dog samtidig et øget elforbrug (57.717 kWh/år), hvilket kompenseres fuldt ud af den nye belysning, som forventes at kunne spare 55 % (70.423 kWh/år) af det hidtidige elforbrug til belysning. Det nye brugsvandsanlæg giver ikke alene besparelser på varmen, men også på el- og vandforbruget. Udskiftning af den gamle pumpe (200 W) med en ny pumpe (34 W) giver en årlig elbesparelse på 1.453 kWh, mens indregulering af varmt vand giver en årlig vandbesparelse på ca. 50 % (252 m<sup>3</sup>) [HLA, Energibesparelser].

**Tabel 10. Beregnet energibesparelse for Ellebjerg Skole**

Tiltag	Beregnet energibesparelse		
	El (kWh/år)	Varme (kWh/år)	Vand (m <sup>3</sup> /år)
Nyt brugsvandsanlæg	1.454	73.542	252
Nyt radiatoranlæg		262.350	
Brystningsisolering		45.808	
Nyt ventilationsanlæg	-57.717	575.431	
Renovering af varmecentral		210.000	
Nyt belysningsanlæg	70.423		
<b>I alt:</b>	<b>14.160</b>	<b>1.167.132</b>	<b>252</b>

Belysningsarmaturer udskiftes til nye armaturer med dagslysstyring og zoneopdelt trinløs dæmpning af belysningen. I gangarealer og trapper etableres PIR-følere for styring af lyset afhængig af dagslys og bevægelse [Projektforslag, s. 19].

De gamle, nedslidte trævinduer udskiftes til termovinduer med et varmetab mindre end 1,40 W/m<sup>2</sup>C. De nye vinduer tilstræbes udført i samme profil som de gamle, men udføres i træ-alu konstruktion af driftsmæssige hensyn. Ud mod P. Knudsensgade, som er en stor og meget trafikeret vej, opsættes støjreducerende ruder, der lever op til SBI-anvisning 230, hvor det er defineret at støjniveauet i undervisningsrum fra trafik ikke må være over 33 dB. På syd-, øst- og vestvendte facader får vinduer i undervisningslokaler solafskærmning for at undgå problemer med overophedning om sommeren [Projektforslag, s. 10].

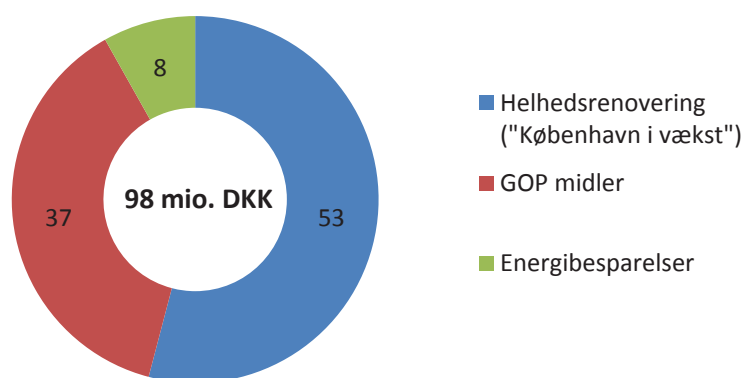
Før renoveringen havde Ellebjerg Skole problemer med lange efterklangstider i klasselokaler, gangarealer og aulaen, og i forbindelse med renoveringen af skolen er der foretaget en række akustiske forbedringer, som gør det muligt at klasseværelser, mediatek og faglokaler opfylder nuværende SBI krav vedr. lydforhold i undervisningsinstitutioner. I forbindelse med renoveringen er der også foretaget en række jordbundsundersøgelser, hvor der er konstateret et mindre omfang af forurenede jord, som vil blive bortskaffet i forbindelse med kloakarbejde og udskiftning af belægninger [Projektforslag, s. 9].

## Økonomi

Renoveringen af Ellebjerg Skole finansieres som nævnt af tre forskellige finansieringskilder, hvor hver kilde repræsenterer en årsag eller en kraft, jf. Figur 15. Den første kilde er genopretningsmidler (GOP) og disse midler skal bruges til genopretning og istandsættelse af skolen så den kan leve op til de nuværende krav for undervisningsinstitutioner.

Den anden finansieringskilde er midler til helhedsrenovering og det er primært bevillinger som betoner klimatilpasningsproblematikken.

Den sidste finansieringskilde er energibesparelser og de knytter sig til bygherrens aftaler med energiforsyningsselskaber, hvor en dokumenteret energibesparelse delvis finansieres af eksterne (energiselskabernes) midler.



**Figur 15: Finansieringskilder til renovering af Ellebjerg Skole [KEjd]**

Projektets samlede udgifter er estimeret til ca. 98 mio. kr. Størstedelen af disse udgifter dækkes af midler til helhedsrenovering (ca. 53 mio. kr.). GOP midler finansierer projektet med ca. 37 mio. kr., mens de resterende 8 mio. kr. er midler til energibesparelser. De første to finansieringskilder (GOP og helhedsrenovering) stammer fra Københavns Kommune, mens den sidste finansieringskilde (energibesparelser) kommer fra forsyningsselskaber og er knyttet til skolen [KEjd interview, s. 5].

Afsætningsbeløb til uforudsete udgifter er i dette projekt sat til 11 %. Normalt er beløbet for uforudsete udgifter højere (ca. 15 %), men da renoveringen af Ellebjerg Skole er et stort projekt, har bygherren valgt at have et lavere afsætningsbeløb af 2 grunde: dels har man allerede erfaringer med uforudsete udgifter fra andre, lignende projekter, dels er 11 % fortsat mange penge. [Projektforslag, s. 19].

## Erfaringer indtil videre

Projektet blev udbudt således at byggestart fandt sted mens skolen holdt sommerferie i juni 2012. Ifølge tidsplanen skulle projektet blive afsluttet i august 2013, men ifølge totalrågiveren og hovedentreprenøren kan projektet forventes afsluttet tidligst i december 2013. Der har været mange forsinkelser og overraskelser undervejs i projektet, hvilke i den sidste ende resulterer i en forsinkelse på minimum 3 måneder. Eksempelvis har projektet stået stille i nogen tid, fordi flugtveje ikke har været i orden, og det meste af byggepladsen skulle laves om for at sikre velfungerende flugtveje i tilfælde af brand. En an-

den faktor, som har haft en betydelig påvirkning på projektet, er den lange vinter, som har besværliggjort udskiftning af skolens tag og facadefuger, hvorfor noget af det planlagte arbejde først blev udført i foråret 2013.

Ud over Ellebjerg Skole er der i Københavns Kommune planer om at renovere 5 andre skoler i kommunen. Årsagen til at man er foran på Ellebjerg Skole er, at man har et kapacitetsproblem på de andre skoler, hvilket ikke er tilfældet på Ellebjerg Skole, hvor mange lokaler står tomme [KEjd interview, s. 11].

## **Reno-Evalue evaluering af Ellebjerg Skole**

På grundlag af interviews med projektdeltagere og det udleverede projektmateriale udarbejdede forfatterne en standardiseret beskrivelse af forudsætningerne for Ellebjerg Skole med anvendelse af RENO-EVALUE skabelonen i appendiks 1. Tabel 11 præsenterer de forudsætninger, som er karakteristiske for de enkelte parametre, og som efterfølgende er blevet brugt til at evaluere casen ud fra.

I forbindelse med casestudie af Ellebjerg Skole blev der gennemført 3 interviews med 3 forskellige repræsentanter fra projektet, og der blev også foretaget 3 evalueringer af projektet ved brug af RENO-EVALUE værktøjet. Interviews blev gennemført med bygherren, totalrådgiveren og entreprenøren, mens RENO-EVALUE evalueringer blev foretaget af totalrådgiver, entreprenør (projektleder) og skoleleder (bruger). Evalueringer blev foretaget undervejs i renoveringsprojektet.

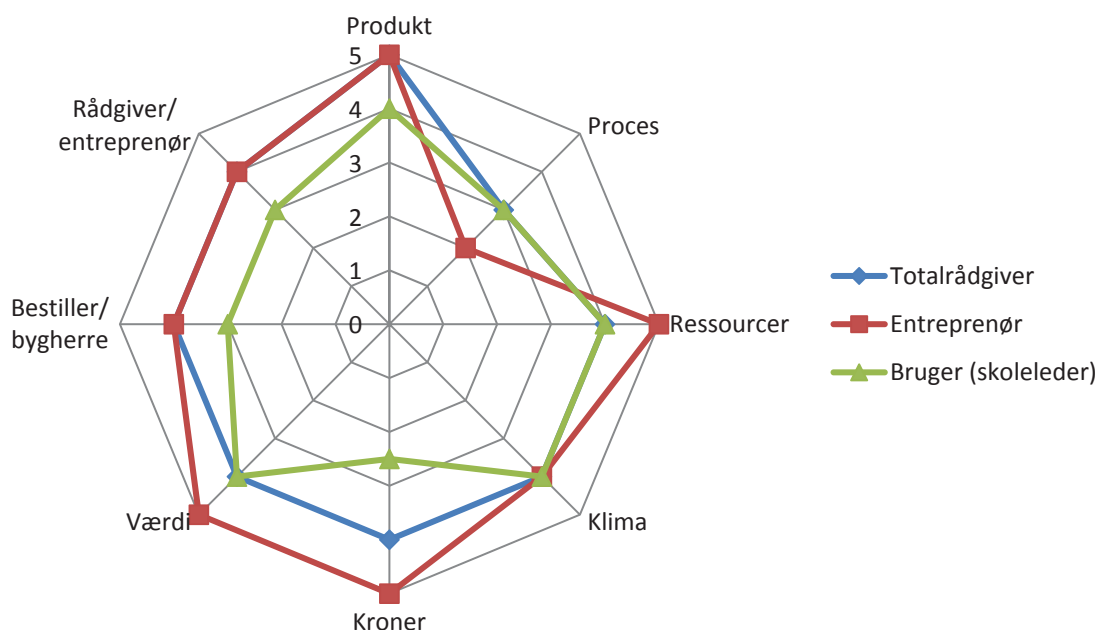
Resultaterne af evalueringerne vises i edderkopdiagrammet i Figur 16. Som det fremgår af figuren, er aktørernes holdninger til projektet forskellige, og der er kun én parameter, hvor alle tre aktører er enige med hinanden (klima delen). På 6 andre parametre er 2 ud af 3 aktører enige med hinanden, mens de 3 aktører er ret uenige omkring projektøkonomi ("kroner").

**Tabel 11: Forudsætninger for RENO-EVALUE evaluering af Ellebjerg Skole**

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger	
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen markante ændringer i facaden.</li> <li>Vinduer og tag udskiftes.</li> <li>Nye gulve, døre og lofter.</li> <li>Maling af vægge.</li> </ul>	
		Funktion og brugervenlighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indretning ændres enkelte steder og klasse-lokaler moderniseres.</li> <li>Nye belysningsarmaturer.</li> <li>PIR belysning på trapper.</li> <li>Nye toiletter.</li> <li>Smartboards til undervisning.</li> <li>Udearealer moderniseres.</li> </ul>	
		Indeklima og komfort	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk ventilation med varmegenvinding.</li> <li>Mindre trækgener.</li> <li>Mindre støj/efterklang.</li> <li>Bedre belysning i klasselokaler.</li> </ul>	
		Holdbarhed/fremtidssikring	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nye elinstallationer.</li> <li>Delvis udskiftning af varmeanlæg og ny varmecentral.</li> <li>Nyt kloaksystem – en del af kommunens klimatilpasningsplan. Regnvand og brugsvand separeres – dog er den overordnede infrastruktur endnu ikke på plads.</li> <li>PCB-, asbest- og blysanering.</li> </ul>	
	Proces	Samarbejdet mellem parterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Københavns Ejendomme er bygherre på sagen.</li> </ul>	
		Gensidig information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entreprenøren primært ansvarlig for kommunikation med brugere (skolen, elever og forældre)</li> <li>Totalrådgiver hovedansvarlig for kommunikation mellem bygherre og entreprenøren.</li> </ul>	
		Involvering af brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brochurer til forældrene.</li> <li>Facebook hjemmeside.</li> <li>Konkurrencer for elever.</li> </ul>	
		Udførelsessensyn til brugere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapearbejde.</li> <li>Elever flyttet til andre lokaler.</li> </ul>	
	Miljø	Ressourcer	Energiforbrug	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nyt ventilationsanlæg medfører øget elforbrug med ca. 57.700 kWh/år. Til gengæld spares der 575.400 kWh i varme pga. varmegenvinding.</li> <li>Samlet varmebesparelse: 1.167.132 kWh/år.</li> <li>El-forbruget til belysning forventes reduceret med 55 % (70,423 kW/år) pga. ny belysning.</li> <li>Nyt brugsvandsanlæg sparer 1.454 kWh/år.</li> <li>Samlet el-besparelse: 14.160 kWh/år. (ny belysning + brugsvandsanlæg – ny ventilation)</li> </ul>
			VE production	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen VE kilder.</li> </ul>
Vandforbrug			<ul style="list-style-type: none"> <li>Nyt brugsvandsanlæg.</li> <li>Vandbesparelse: 252 m<sup>3</sup>/år.</li> </ul>	
Genbrug af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Vides ikke.</li> </ul>	
Lokal udledning af vand			<ul style="list-style-type: none"> <li>Brugsvand og regnvand separeres.</li> </ul>	
Omfang af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Vides ikke.</li> </ul>	
Genbrug af affald			<ul style="list-style-type: none"> <li>Vides ikke.</li> </ul>	
Klima		CO2 udledning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke opgjort.</li> </ul>	
		Forurening	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke opgjort.</li> </ul>	



Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Økonomi	Kroner	Rimelige driftsudgifter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Væsentlig reduktion i energiudgifter.</li> <li>• Projektsum: ca. 98 mio. kr.</li> <li>• Flere (3) forskellige finansieringskilder: genopretningsmidler, midler for klimatilpasning og pædagogisk modernisering, samt tilskud fra energiselskaber.</li> </ul>
		Rimeligt driftsniveau på sigt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavere omkostninger til energiforbrug.</li> <li>• Mulighed for at sælge energibesparelser til energiforsyningsselskaber.</li> </ul>
	Værdi	Attraktiv ejendom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imageløft.</li> <li>• Kvarterløft.</li> <li>• Symbolværdi for Københavns Kommune.</li> </ul>
		Ejendomsværdi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skolen bliver opgraderet til moderne standarder.</li> </ul>
Projektorganisation	Bestiller/ Bygherre	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Københavns Ejendomme (KEjd) er ansvarlige for drift og vedligehold af København Kommunes egne bygninger.</li> <li>• Københavns Ejendomme er en professionel bygherre-repræsentant for Københavns Kommune.</li> </ul>
		Beslutningsdygtighed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offentlig virksomhed med politisk baggrund.</li> <li>• Flere parter involveret i beslutningsprocessen: KEjd – Skolen – Københavns Kommune</li> </ul>
		Teknisk competence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke i huset - ekstern rådgivning.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bredt samarbejde med byggebranchen.</li> </ul>
		Involvering af driftsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vides ikke.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stort projekt med mange interessenter.</li> </ul>
	Rådgiver/ Entreprenør	Projektledelseskompetencer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Henrik Larsen Rådgivende Ingeniørfirma fungerer som totalrådgiver på sagen.</li> <li>• Totalrådgiver udvalgt pga. rammeaftalen.</li> <li>• 2 underrådgivere (arkitekt og konstruktør) og én akustikvirksomhed involveret i rådgivning.</li> </ul>
		Teknisk competence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Henrik Larsen Ingeniører har tidligere arbejdet med store renoveringsopgaver.</li> </ul>
		Problemløsningsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplekst projekt for hovedentreprenøren pga. etapearbejde.</li> <li>• Koordinering: Nogle håndværkere arbejder i faser.</li> </ul>
		Samarbejdsevner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rådgiver holder løbende kontakt med entreprenøren og bygherren.</li> <li>• Rådgiver har statusmøder med hovedentreprenøren 1 gang om ugen og ca. 1 gang om måned med bygherren.</li> </ul>
		Sammenhæng leveranceteam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapearbejde – ikke alle opgaver kan afsluttes på én gang.</li> <li>• Logistiske udfordringer – fx ved udskiftning af vinduer.</li> <li>• Forsinkelser pga. vejrforhold og byggeplads-indretning.</li> </ul>
		Risiko/ansvar/udvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mange parter involveret.</li> <li>• Igangværende projekt - risiko for at projektet bliver forsinket.</li> </ul>



**Figur 16: Aktørernes evaluering af renoveringsprojektet på Ellebjerg Skole**

I ”klima” parameter mener alle 3 aktører at renoveringen vil gøre skolen ”mere miljøvenlig” (karakter 4), hvor ”mindre CO<sub>2</sub> udledning og mindre energiforbrug” fremhæves af alle parter som de vigtigste argumenter for denne karakter.

”Proces” er den parameter som klart scorer lavest i denne evaluering. To aktører betegnes processen ”som man kunne forvente” (karakter 3) mens entreprenøren betegner den som ”dårligere end man kunne forvente” (karakter 2). Her er det vigtigt at nævne at denne evaluering blev foretaget mens projektet er i gang, og at renoveringsprocessen endnu ikke er afsluttet. Omkring processen forklarer entreprenøren at de er utilfredse med at ”*elever og håndværkere må ikke blandes – det medfører en forsinkelse*”. Rådgiveren ser på processen fra en anden vinkel og forklarer sin karakter med at ”*mange har en mening og en holdning til en renovering af en skole som man skal tage med i planlægningen (ejere, administratorerne, brugerne, forældre m.fl.)*” Skolelederen vurderer processen som man kunne forvente, men undrer sig over ”*at bygherre og projektleder ikke ved 100 % hvordan tingene skal være mht. fx sikkerhed, flugtveje m.m.*”

I økonomidelen (”kroner”) vurderes de økonomiske konsekvenser af renoveringen på kort og lang sigt, og mens entreprenøren mener at de er ”meget rimelige” (karakter 5), og rådgiveren mener at de er ”rimelige” (karakter 4), så mener skolelederen at de ligger på grænsen mellem ”acceptable” og ”urimelige”. Skolelederen begrundes sit svar med den usikkerhed der ligger ”*ved nedskrivning af budget for fx elforbrug alene pga. beregninger*”. På den anden side mener entreprenøren at konsekvenserne er meget rimelige idet ”*projektet har været i udbud, og den laveste pris vandt*”.

Omkring ”rådgiver/entreprenør” siger skolelederen at de ”burde have mere styr på sikkerhed”, og vurderer deres egnethed som ”acceptabel” (karakter 3). Entreprenøren oplyser at der er ”god kontakt mellem rådgiverteamet og entreprenør”, men at ”det ville være en stor fordel hvis der ikke havde været børn på skolen”, og at ”en anden gang skal skolerenovering være uden elever”.

”Værdi” vurderes ret positivt i denne evaluering, hvor både rådgiveren og skolelederen mener at renoveringen vil gøre skolen ”mere attraktiv” (karakter 4), mens entreprenøren er endnu mere positiv og mener at skolen vil blive ”meget mere attraktiv” (karakter 5) efter renoveringen. De vigtigste argumenter i denne sammenhæng er at skolen bliver ”mere up-to-date”, og at det kan bidrage til flere elever på skolen.

## 7. TVÆRGÅENDE ANALYSE OG ERFARINGSOPSAMLING

Renoveringsomfang i de fire udvalgte cases er ret forskelligt, hvilket betyder at dækningsgraden af bæredygtighedsløsninger i de fire renoveringsprojekter også er forskellig. Nogle cases er simple, mens andre er mere komplekse og indeholder flere dimensioner af bæredygtighed. I dette projekt betragtes kontorbygningen på Bredgade 43 som en simpel case, da den primært fokuserer på de tekniske installationer og dermed energioptimering, hvorimod de andre cases arbejder mere aktivt med andre aspekter af bæredygtighed (økonomi, miljø og socialt ansvar) og dermed repræsenterer helhedsrenovering, jf. kap. 5.

Tabel 12 giver et overblik over de typer af tiltag, der er indeholdt i de fire udvalgte cases. I tabellen skal funktionsforbedringer forstås som tiltag, der understøtter de sociale aktiviteter og forbedrer livskvaliteten, og de behøver ikke nødvendigvis at have noget med energibesparelser at gøre. I denne rapport kan funktionsforbedringer eksempelvis være udskiftning af køkkener, badeværelser, altaner, elevatorer, bedre belysning, bedre indeklima o.l. Klimatilpasning handler om fremtidssikring og projekternes evne til at tilpasse sig klimaforandringer. Her kan der være tale om etablering af faskiner, opsamling og afledning af regnvand, grønne tage, separering af regn- og brugsvand m.m. I tabellen betragtes solceller og solfangere ikke som elementer af fremtidssikringen, men udelukkende som tekniske installationer.

**Tabel 12: Typer af tiltag i de 4 cases**

Case	Klimaskærm	Tekniske installationer	Funktionsforbedringer	Klimatilpasning
Sorgenfrivang II	✓	✓	✓	✓
Langkærparken	✓	✓	✓	÷
Bredgade 43	÷	✓	✓	÷
Ellebjerg Skole	✓	✓	✓	✓

Den tværgående analyse baseres på en række generelle kriterier for sammenligning af de udvalgte cases, men i virkeligheden er det svært at sammenligne de 4 cases på tværs pga. deres karakter. Den ene case er en kontorbygning med ejer-lejer problematikken i fokus, den anden case er en offentlig bygning med kommunen som bygherre, mens de to sidste cases er almene boliger med forskelligt udgangspunkt og visioner for fremtiden. I Langkærparken valgte man at gennemføre et 1:1 forsøgsprojekt for at hente inspiration og for at se hvor meget værdi man kunne få for pengene, mens tilgangen til renoveringen af Sorgenfrivang II er lidt anderledes. Her er planerne at renovere et højhus ad gangen og samle på erfaringer og viden undervejs.

Tabel 13 viser en sammenligning de fire udvalgte cases på økonomi (investering) og energi (energibesparelser) parametre. Af tabellen fremgår at renoveringsprojekt på Bredgade 43 har den laveste investering (kr/m<sup>2</sup>) blandt de fire cases, men at det samtidig har en større energibesparelse (kWh/år/m<sup>2</sup>) end Sorgenfrivang II projekt. På den anden side har Langkærparken case den største investering (kr/m<sup>2</sup>) og den største energibesparelse (kWh/m<sup>2</sup>/år), men sammenlignes dens investering og energibesparelser med Bredgade 43

ses det, at investeringen (kr/m<sup>2</sup>) i Langkærparken er over 43 gange større, mens de beregnede energibesparelser (kWh/m<sup>2</sup>/år) kun er omkring 2 gange større.

**Tabel 13: Sammenligning af de 4 cases med hensyn til areal, investering og energi**

Case	Areal (m <sup>2</sup> )	Samlet investering (mio. kr.)	Investering (kr/m <sup>2</sup> )	Energiforbrug (kWh/m <sup>2</sup> /år)		Energi-besparelse (kWh/m <sup>2</sup> /år)	Energi-besparelse (i %)	Ref. år
				Før	Efter			
Sorgenfri-vang II	45.000	550	12.222	89,9	30,6	59,3	66	2012
Langkærparken	2.736	38	13.889	140	18	122	87	2012
Bredgade 43	3.787	1,2	317	183,8	120,2	63,6	34,6	2012
Ellebjerg Skole	8.691	98	11.276	÷	÷	Ikke opgjort.	47 <sup>7</sup>	2013

Renoveringen af Sorgenfrivang II har mange fælles træk med renoveringen af Klimablokken i Langkærparken, men her er renoveringsomfanget meget større (45.000 m<sup>2</sup> i forhold til 2.736 m<sup>2</sup>) mens investeringen (kr/m<sup>2</sup>) er næsten den samme. Energibesparelser (kWh/m<sup>2</sup>/år) i de to cases er dog ret forskellige, og mens Langkærparken forventer en energibesparelse på omkring 87 % (122 kWh/m<sup>2</sup>/år), er de beregnede energibesparelser for Sorgenfrivang II 66 % (59,3 kWh/m<sup>2</sup>/år). Forskellen i de forventede energibesparelser skyldes sandsynligvis bygningernes energiforbrug før renoveringen, hvor Langkærparken havde betydeligt højere energiforbrug (140 kWh/m<sup>2</sup>/år) end Sorgenfrivang II (89,9 kWh/m<sup>2</sup>/år), hvilket giver ret forskelligt udgangspunkt for de to projekter.

Ud fra de gennemførte casestudier og analysen af renoveringsprojektet på Bredgade 43 er der indikationer for at optimeringen af de tekniske installationer er økonomisk mest rentabelt at arbejde med. Dybe renoveringer koster mange penge, idet de som regel er tids- og ressourcekrævende, mens de på den anden side ikke giver ligeså store energibesparelser. Med andre ord er der ikke proportionalitet mellem investeringer og rentabilitet, når man taler om dybe renoveringer – se ovenstående sammenligning mellem Bredgade 43 og Langkærparken.

## Erfaringer fra Reno-Evalue evalueringer med aktører i casestudier

I forbindelse med casestudierne blev der gennemført en række interviews med de involverede parter i de forskellige projekter. Efterfølgende gik interviewpersoner mulighed for at evaluere deres egne projekter ud fra RENO-EVALUE modellen. Resultaterne fremgår af afsnittene om de enkelte cases i kap. 6. Tabel 14 viser en samlet oversigt over, hvilke aktører der har foretaget evalueringerne. Ikke alle aktører har foretaget evaluering af deres projekter, og de er markeret med "X", mens de aktører som ikke er blevet kontaktet, men som har været involveret i projektet, er betegnet med "÷".

<sup>7</sup> Gennemsnit af samlede energibesparelser for de forskellige tiltag.

**Tabel 14: RENO-EVALUE evalueringer af aktører i de 4 case studier**

Case	Bygherre/ bygherrerepræsentant	Arkitekt	Ingeniør	Entreprenør	Bruger/ brugerrepræsentant
Sorgenfrivang II	✓	✓	✓		✓✓
Langkærparken	✓	÷	✓	X	÷
Bredgade 43	✓		✓	÷	÷
Ellebjerg Skole	X	÷	✓	✓	✓

Evalueringen af Sorgenfrivang II er mest dækkende, idet der er 5 RENO-EVALUE resultater for denne case. På den anden side er der kun 2 aktører som har evalueret ”Langkærparken” og ”Bredgade 43”, hvilket gør det svært at uddrage generelle konklusioner om disse projekter. I Ellebjerg Skole case fik 3 ud af 4 aktører foretaget RENO-EVALUE evalueringen, mens den sidste aktør (bygherrerepræsentant) valgte ikke at foretage evalueringen.

Erfaringerne med at gennemføre evalueringer i casestudier var for det første, at der var behov for en mindre justering i skabelonen for forudsætninger (se appendiks 1) i relation til ”Projektorganisation”. Den førte til, at der for både ”Bestiller/bygherre” og for ”Rådgiver/entreprenør” blev tilføjet en faktor betegnet ”Risiko/ansvar/udvikling” til at indfange de særlige forhold, der har betydning i nogle projekter. F.eks. var Langkærparken kendetegnet ved at være et pilotprojekt, hvorfor bygherre påtog sig nogle særlige udviklingsmæssige risici, samtidig med at rådgiverne stod for et særligt omfattende måleprogram.

Ud over mindre justeringer i ”Projektorganisation”, var særlig definitionen af faktorer for kategorien ”Økonomi” for ejendomme med ejer-lejer problematikken en udfordring. Her blev det hurtigt klart at de to parter som regel vil se anderledes på økonomien i projektet, og at investeringen, der typisk foretages af ejeren, ikke vil have den samme betydning for lejeren som for ejeren. På den anden side vil de økonomiske gevinster af investeringen (energibesparelser) typisk tilfalde lejere/brugere af ejendommen, hvorfor det mere er den del som er relevant for dem. Lejere/brugere risikerer dog også at ejerens investeringer i renoveringsprojekter bliver finansieret med en større husleje, som ikke nødvendigvis dækkes fuldt ud af lavere energiudgifter. Ud fra disse forhold anbefales det derfor at man ved evalueringer af renoveringsprojekter med ejer-lejer problematikken altid tager højde for målgruppen og afklarer, hvorvidt aktørerne er ejere eller lejere/brugere af ejendommen.

For det andet var erfaringerne, at aktørerne for så vidt ikke havde så vanskeligt ved at give karakterer på en skala fra 0 til 5 som specificeret i skabelonen for evalueringer (se appendiks 3), men det var langt vanskeligere at give skriftlige begrundelser for karaktererne. Det gjaldt især for ikke-professionelle aktører, og ikke mindst for disse var det en fordel at gennemføre evalueringer ved et møde, mens det for professionelle aktører i højere grad var mulig at gennemføre evalueringer ved e-mail korrespondance.

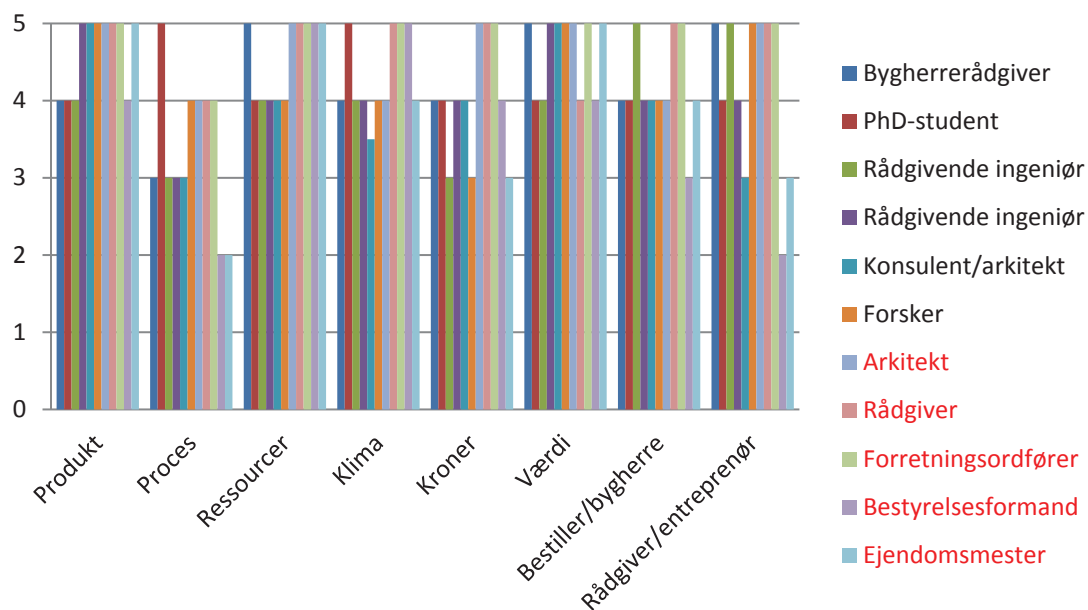


For det tredje kan det konstateres, at det er vanskeligt at involvere alle væsentlige interessenter i evalueringerne. Det gælder ikke mindst i casen med Bredgade 43, hvor vi ikke kunne opnå tilladelse til at kontakte lejerne af ejendommen, ligesom ejeren af ejendommen heller ikke var interesseret i at medvirke i den konkrete case. Dette har uden tvivl baggrund i, at der er tale om forskellige kontraktparter, så det hænger sammen med paradoks-problemet selvom denne case netop er et eksempel på en energioptimering baseret på en i princippet frivillig aftale mellem ejer og udlejer. Heller ikke i Langkærparken lykkedes det os at indhente evalueringer fra beboerrepræsentanter.

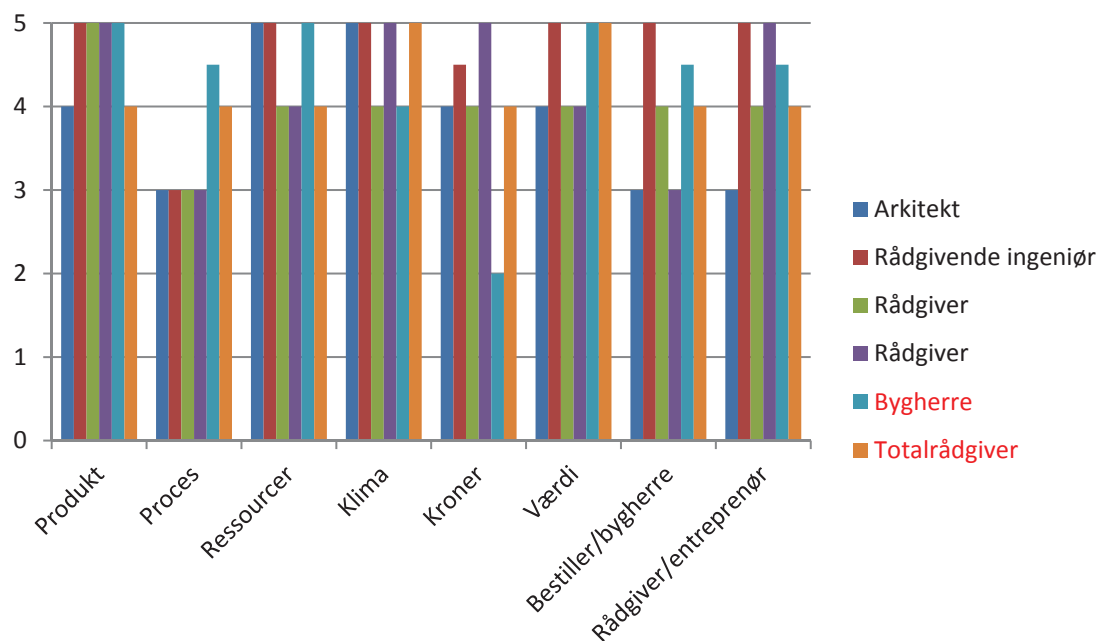
## **Erfaringer fra afprøvning af RENO-EVALUE i workshop 2**

Ved workshop 2 den 11. april 2013 blev deltagerne bedt om at afprøve RENO-EVALUE i grupper, hvor hver gruppe evaluerede en af de 4 casestudier med udgangspunkt i forudsætningerne præsenteret i kap. 6 for de enkelte cases med brug af skabelonen i appendiks 1. I workshoppen deltog nogle aktører fra casestudierne, men ingen af aktørerne medvirkede i evalueringen af deres eget projekt under workshoppen. I Figur 17, 18, 19 og 20 er samtlige evalueringer sammenstillet for hver af de 4 cases omfattende både aktører fra casestudierne angivet med rød tekst og deltagere i workshoppen angivet med sort tekst i figurforklaringerne.

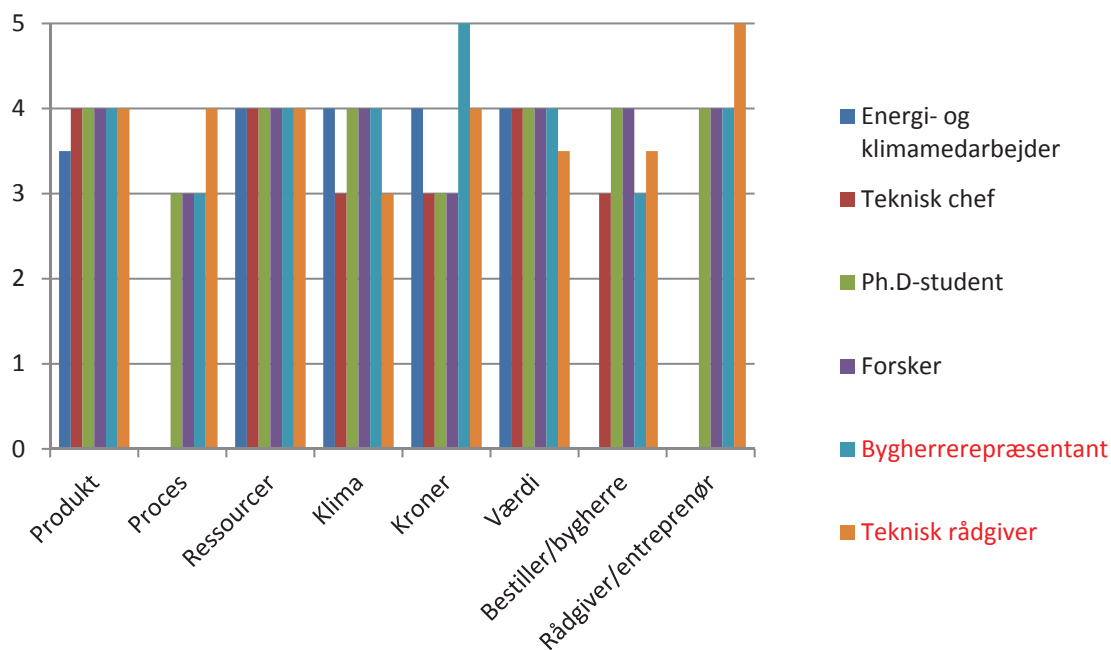
Det fremgår, at der er væsentlige forskelle i de forskellige vurderingerne. Produkt vurderes generelt højere end proces, og værdi vurderes generelt højere end kroner. Ressourcer og klima vurderes generelt højt, hvilket ikke er overraskende, idet casestudierne var udvalgt ud fra at have et væsentligt element af energirenoovering. De to cases med boligrenoveringer vurderes generelt højere end de øvrige 2 cases. For Bredgade 43 hænger det formentlig sammen med, at projektet primært har omfattet optimering af de tekniske installationer. For Ellebjerg Skole er det vanskeligere at finde en umiddelbar forklaring. Der synes ikke at være meget éntydige forskelle imellem aktørernes og workshopdeltageres evalueringer. Dog kan det konstateres at brugerrepræsentanter blandt aktørerne er mere kritiske overfor proces og projektorganisation end øvrige i Sorgenfrivang II og Ellebjergs Skole, som er de eneste cases, hvor brugerrepræsentanter indgik.



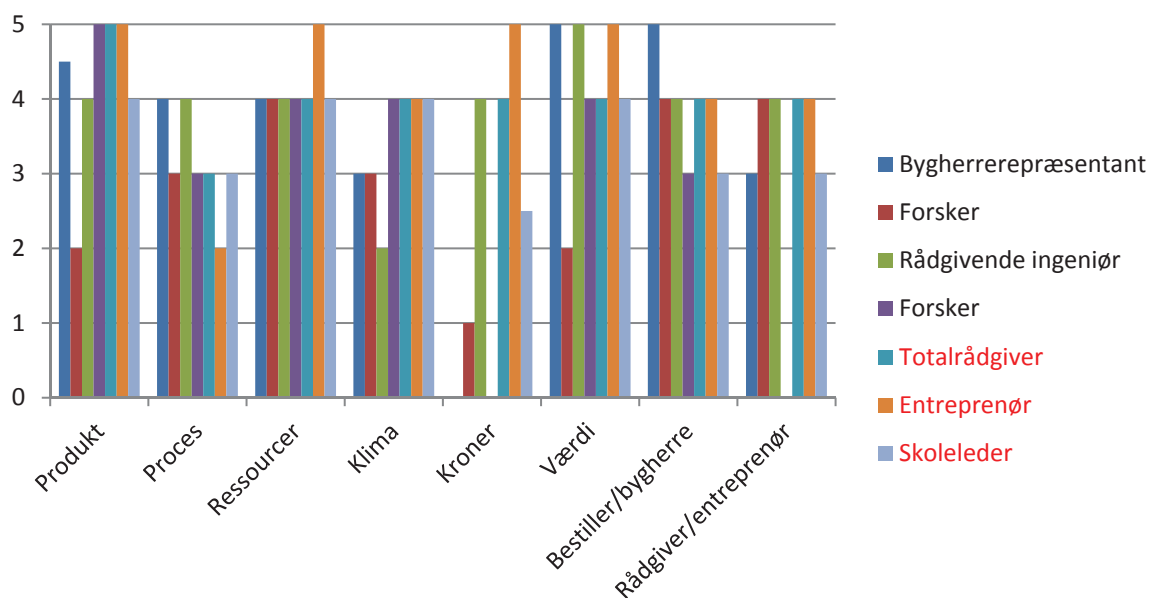
Figur 17: RENO-EVALUE resultater for Sorgenfrivang II



Figur 18: RENO-EVALUE resultater for Langkærparken



Figur 19: RENO-EVALUE resultater for Bredgade 43



Figur 20: RENO-EVALUE resultater for Ellebjerg Skole.

Ved workshoppen blev der stillet spørgsmålstejn ved hensigtsmæssigheden af en evalueringsskala fra 0 til 5, hvor 3 er et neutralt midtpunkt med 0 som meget lav og 5 som meget høj. En skæv skala kunne evt. overvejes, da der er en klar tendens til, at der er flere karakterer over end under 3. Evalueringerne viser, at der ikke blev givet karakteren 0, men derudover er hele skalaen blevet anvendt omend karakterne 1 kun er anvendt en enkelt gang. En mere findelt skala med mere end 5 karakterer kunne ligeledes overvejes. Det viser sig imidlertid i praksis, at skalaen fra 0 til 5 giver mulighed for en findeling og også en hvis form for skævdeling. Der er således flere der har angivet karakterne 2-3 eller  $2\frac{1}{2}$ , 3-4 eller  $3\frac{1}{2}$  og 4-5 eller  $4\frac{1}{2}$ . I alle figurerne er der eksempler på sådanne halve karakterer. Vi finder derfor ikke, at der på nuværende tidspunkt er grund til at ændre skalaen, men yderligere afprøvninger kan måske give grundlag for en ny vurdering på et senere tidspunkt.

Derudover førte den anden workshop til nogle mindre justeringer i en af skabelonerne. I skabelonen med forudsætninger i appendiks 1 hed overskriften i højre kolonne tidligere "Beskrivelse", men det er nu ændret til "Forudsætninger", ligesom dette nu også er betegnelsen for denne skabelon. I samme skabelon blev faktoren "Lokal udledning af vand" under kategorien "Miljø" flyttet fra parameteren "Ressourcer" til "Klima", mens den nye faktor "Genbrug af byggematerialer" blev tilføjet under "Ressourcer".

## 8. VEJLEDNING I BRUG AF RENO-EVALUE

I dette kapitel gives en vejledning i anvendelse af RENO-EVALUE. Værktøjet er tiltænkt anvendt dels i de indledende beslutningsfaser af renoveringsprojekter til at afklare målsætninger dels i efterfølgende faser og/eller efter afslutning af renoveringsprojekter til at gennemføre evalueringer af de opnåede resultater.

De grundlæggende elementer i RENO-EVALUE er indeholdt i de 3 skabeloner, der er vedlagt som Appendiks 1-3. Skabelonerne i Appendiks 2 og 3 er generiske, men det kan være nødvendigt med en vis tilpasning af skabelon i Appendiks 1 i forhold til bygningstyper. Den viste skabelon i Appendiks 1-3 er rettet mod renovering af større boligbebyggelser, hvilket giver sig udtryk i de specifikke faktorer for parameteren Værdi. Skabelonen kan på enkel måde tilpasses andre bygningstyper ved at ændre faktorerne.

### Rollen som facilitator

De primære brugere af RENO-EVALUE forventes som nævnt i kap. 5 at være bygherreorganisationer, boligselskaber, ejendomsadministrationer, facilities managers mv. Det anbefales, at der udpeges en facilitator, der står for den praktiske anvendelse af værktøjet. Facilitatoren kan være en medarbejder eller rådgiver, der arbejder for lederen med ansvar for projektet (i det følgende betegnet projektlederen). Det vil være en fordel, at facilitatoren har erfaring fra at gennemføre renoveringsprojekter, og derudover er gode kommunikative evner samt kendskab til spørgeteknik og brug af regneark til bearbejdning og præsentation af data relevante kompetencer. Facilitatoren bør så vidt muligt fremstå neutral uden stor personlig egeninteresse i projektet.

Facilitatoren står for at indsamle de informationer, der udgør forudsætninger for projektet, vurderinger fra de forskellige interessenter, og bearbejdning af de indsamlede vurderinger i regneark med præsentationer i form af edderkopdiagrammer med tilhørende begrundelser fra de forskellige interessenter. Facilitatorerne kan ligeledes stå for at gennemføre workshops, hvor resultaterne danner grundlag for en fælles drøftelse og evt. beslutninger. Det bør i det enkelte projekt aftales, hvordan resultaterne skal behandles og distribueres.

### Anvendelse af RENO-EVALUE til at identificere målsætninger

**Trin 1** består i, at facilitatoren med anvendelse skabelonen for forudsætninger (Appendiks 1) indsamler de forudsætninger, der gør sig gældende for projektet. I den helt indledende fase vil disse formentlig være meget begrænsede, men der vil i alle tilfælde være nogle årsager til, at renovering anses for påkrævet, og disse udgør dermed forudsætninger for projektet. Disse forudsætninger indsamles ved forespørgsel hos de personer, der er involveret i at initiere projektet. De registreres for at give et fælles vidensgrundlag ved indsamling af interessenternes vurderinger. Samtidig skal det identificeres, hvem der udgør de primære interessenter i forhold til renoveringsprojektet. I de 4 cases i kap. 6 fremgår, hvem der i disse konkrete renoveringsprojekter medvirkede som interessenter.

Antallet af interessenter vil typisk øges i løbet af et projekt, så der kun er få interessenter i de indledende faser. Det aftales mellem facilitatoren og projektlederen, hvilke interessenter der skal involveres.

**Trin 2** består i, at facilitatoren indsamler vurderinger fra de primære interessenter. I de indledende faser anbefales, at vurderingerne indsamles ved møder mellem facilitatoren og de enkelte interessenter, så baggrund og formål med dataindsamlingen og projektet i det hele taget kan afklares i en dialog. Ved mødet præsenteres de registrerede forudsætninger for projektet (Appendiks 1), og skabelonen med forudsætninger anvendes ligeledes til at forklare, hvad de forskellige parametre og faktorer dækker over. Interessenterne anmodes endvidere om at udfylde skabelonen for målsætninger (Appendiks 2). Dette indebærer, at hver interessent for hver af 8 parametre giver en karakter fra 1 til 5 (skala er angivet i skabelon) med deres målsætning og prioritering for pågældende parameter samt giver en beskrivelse af de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning eller deres begrundelse for denne prioritering.

Det er væsentligt, at interessenterne foretager en reel prioritering og ikke blot ønsker det maksimale for alle parametre. Det anbefales derfor, at de enkelte interessenter tildeles et begrænset antal point til fordeling som karakterer på de 8 parametre. Spændvidden for karakterer er fra 8 til 40 point for alle 8 parametre, og middelkarakteren er 3 for hver parameter. Det indebærer, at tildeling af 24 point vil tvinge interessenterne til at udligne højere og lavere karakterer, mens 32 point vil begrænse antallet af helt høje karakterer. En anden måde at tvinge interessenterne til at prioritere er at maximere det mulige antal høje karakterer, for eksempel max. 2 karakterer på 5 og 4 karakterer på 4.

**Trin 3** består i, at facilitatoren bearbejder de indsamlede prioritering og præsenterer disse i form af eddekopdiagrammer og tilhørende virkemidler/begrundelser fra de forskellige interessenter. Det anbefales, at disse efterfølgende behandles i en workshop med deltagelse af interessenterne for at få en dialog og gensidig forståelse af de forskellige prioriteringer og identificere relevante målsætninger for projektet. Det bør på forhånd gøres klart, hvorvidt workshoppen skal føre til fælles beslutninger eller om den indgår som en mere uforpligtende meningsudveksling som led i afklaring af projektet og som grundlag for efterfølgende forventningsafstemning, når nærmere beslutninger er taget.

## Anvendelse af RENO-EVALUE til at foretage evalueringer

**Trin 1** består i, at facilitatoren med anvendelse af skabelonen for forudsætninger (Appendiks 1) indsamler de forudsætninger, der gør sig gældende for projektet. Disse forudsætninger vil udvikle sig i løbet af projektet og bør derfor opdateres forud for hver evalueringsrunde. Disse forudsætninger indsamles ved anvendelse af aktuelle projektdokumenter og ved forespørgsel hos de personer, der er involveret i at gennemføre projektet. De registreres for at give et fælles vidensgrundlag ved indsamling af interessenternes vurderinger. Samtidig skal det identificeres, hvem der udgør de primære interessenter i forhold til renoveringsprojektet i den pågældende fase. Det aftales mellem facilitatoren og projektlederen, hvilke interessenter der skal involveres.



**Trin 2** består i, at facilitatoren indsamler vurderinger fra de primære interessenter. Hvis en interessent ikke tidligere er blevet introduceret til RENO-EVALUE, så anbefales det at vurderingerne indsamles ved møde med facilitatoren. For interessenter, der kender RENO-EVALUE, kan vurderingerne evt. indsamles ved e-mail korrespondance. Som grundlag for vurderingerne præsenteres de registrerede forudsætninger for projektet (Appendiks 1), og skabelonen med forudsætninger anvendes ligeledes til at forklare, hvad de forskellige parametre og faktorer dækker over. Interessenterne anmodes endvidere om at udfylde skabelonen for evalueringer (Appendiks 3). Dette indebærer at hver interessent for hver af 8 parametre giver en karakter fra 1 til 5 (skala er angivet i skabelon) med deres evaluering for pågældende parameter samt giver en skriftlig begrundelse for deres evaluering. Til forskel fra prioriteringer ved identificering af målsætninger bør der ved evaluering ikke gives begrænsninger i det antal point, der kan fordeles som karakterer.

**Trin 3** består i, at facilitatoren bearbejder de indsamlede evalueringer og præsenterer disse i form af eddekopdiagrammer og tilhørende forklaringer/begrundelser fra de forskellige interessenter. Samtidig bør resultaterne i relevant omfang sammenlignes med de oprindelige målsætninger og resultaterne fra eventuelle tidligere evalueringer. Det kan være relevant, at disse efterfølgende behandles i en workshop med deltagelse af interessenterne for at få en dialog og gensidig forståelse af de forskellige evalueringer og identificere behov for at foretage eventuelle justeringer i projektet. Derudover kan resultaterne anvendes i generel information om projektets udvikling i forhold til en bredere kreds af interessenter, f.eks. alle beboerne i en boligbebyggelse.

## 9. KONKLUSION

ACES-projektet indgår i det europæiske Eracobuild program om værdidrevne processer og fokuserer på bæredygtig renovering af bygninger i tidlige faser. DTU har været ansvarlig for et delprojekt (WP2) om vurdering af økonomiske og miljømæssige fordele ved renovering. I denne dansksprogede hovedrapport præsenteres resultaterne af DTU's arbejde med dette delprojekt.

Værdi er et komplekst og mangetydigt begreb, som indeholder et stærkt subjektivt element. Vi har derfor lagt vægt på at synliggøre hvilke interesser og præferencer, som de primære interessenter i den professionelle byggesektor har i renoveringsprojekter. Indledningsvist gennemførtes en behovs- og interessentanalyse med henblik på at indsamle viden om renovering med henblik på at målrette projektet, så det så vidt muligt bygger videre på eksisterende viden og vil gøre en forskel. Blandt resultaterne var, at projektet skulle sigte mod at udvikle et anskueliggørelsesværktøj, der kan understøtte beslutningsprocesser for renoveringsprojekter i den professionelle sektor.

Af behovs- og interessentanalyse og casestudier fremgår det at renoveringsprojekter kan variere meget i omfang og kompleksitet, og der kan være forskellige drivkræfter for initiering af renoveringsprojekter. Nedslidning og manglende vedligehold er som regel de primære drivere for igangsætning af renoveringsprojekter, mens økonomien oftest er den afgørende faktor for, om renoveringsprojekter bliver realiseret og sætter som regel grænser for, hvor mange og hvilke tiltag et renovationsprojekt kan indeholde.

I nogle tilfælde blev projekterne igangsat ud fra nogle lovmæssige kriterier (energimærkningsordning – Bredgade 43), og på baggrund af nogle politiske beslutninger (Ellebjerget Skole), hvilket også indikerer, at de rette juridiske tiltag kan være et godt instrument til at nedbringe energiforbruget i bygninger.

Tværgående analyse af de fire udvalgte cases viste, at ikke alle renoveringstiltag er ligeså attraktive at gennemføre ud fra et økonomisk synspunkt (optimering af tekniske installationer er mere rentable end dybe renoveringer), og analysen viste også at udgangspunktet for energibesparelser (energiforbruget før renoveringen) også kan spille en væsentlig rolle for den kommende renovering og de forventede energibesparelser.

Som et hovedresultat af projektet er udviklet anskueliggørelsesværktøjet RENO-EVALUE. Det er et værktøj til holistisk målsætningsformulering og evaluering af bæredygtigheden af bygningsrenoveringsprojekter. Det primære sigte med RENO-EVALUE er at blive anvendt som et værktøj til at understøtte en dialogbaseret beslutningsproces i de tidligere faser af renoveringsprojekter. Det er et procesorienteret værktøj, der kan anvendes af alle med indsigt i projektet. RENO-EVALUE fokuserer ikke alene på det færdige resultat af renoveringen – produktet, men det dækker tillige projektets organisation, økonomi og renoveringsprocessen. De primære brugere af RENO-EVALUE forventes at være bygherreorganisationer, boligselskaber, ejendomsadministrationer, facilities managers mv.

RENO-EVALUE er udviklet og afprøvet i 4 casestudier og 2 workshops med interessenter. De 4 casestudier kan ligeledes anvendes til inspiration for beslutningstagere, som

ønsker at anvende RENO-EVALUE. Værktøjet er enkelt at benytte, og det anbefales at der udpeges en facilitator til at foretage den konkrete anvendelse. Det kræver ingen særlig uddannelse, men en vis erfaring med renoveringsprojekter er en fordel. De grundlæggende elementer i RENO-EVALUE er indeholdt i 3 skabeloner vedlagt som appendiks. Bearbejdning og præsentation af data kan på enkel vis foretages ved hjælp af et regnearksprogram.

Erfaringerne med RENO-EVALUE i casestudierne viser, at processerne i renoveringsprojekter kan være udfordrende for nogle parter, og at det især er forhold i relation til ansvar og rollefordeling, som ikke lever op til interessenternes forventninger. Her kan RENO-EVALUE hjælpe beslutningstagerne med at definere deres mål og forventninger til projektet ud fra nogle foruddefinerede parametre, og efterfølgende kan RENO-EVALUE bruges til efterevaluering af projektet og afklaring af, hvorvidt projektet lever op til de foruddefinerede kriterier.

I nærværende projekt har det alene været muligt at afprøve anvendelsen af RENO-EVALUE til evaluering af igangværende og eller gennemførte projekter og ikke til identificering af målsætninger for nye projekter i de helt indledende faser. Dette udgør således et oplagt område for videreudvikling af værktøjet. Vi inviterer bygherrer o.l., der er interesseret i at anvende RENO-EVALUE til at kontakte os for at samarbejde om en sådan videreudvikling.

## REFERENCER

Advice A/S (2011): *Renovering på dagsordenen: Interessentanalyse*. PowerPoint. Grundejernes Investeringsfond and Bygherreforeningen. May 2011.

Amann, J.T. (2006): *Valuation of Non-Energy Benefits to Determine Cost-Effectiveness of Whole-House Retrofits Programs: A Literature Review*. Report Number A061, American Council for an Energy-Efficient Economy.

Ástmarsson, B. (2012): *Sustainable retrofitting and renovation of buildings - Specific actions to overcome the landlord/tenant dilemma in residential housing*. M.Sc. Thesis, DTU Management Engineering, June 2012.

Ástmarsson, B., Jensen, P.A. and Maslesa, E. (2013): Sustainable Renovation of Residential Buildings and the Landlord/Tenant Dilemma. *Energy Policy* (accepteret 9. august 2013 og tilgængelig online 6. september 2013).

BiD and GI (2011): *Hvidbog om bygningsrenovering. Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter*. Bygherreforeningen and Grundejernes Investeringsfond. August 2011.

Better Buildings Partnership (2010): *Low Carbon Retrofit Toolkit*. The Building Centre, London.

CONCITO (2011). Grøn byfornyelse. Fra paradox til potential ved energirenovering af private udlejningsejendomme. Retrieved 4.2.2012 from: [http://concito.dk/files/dokumenter/artikler/rapport-\\_groen\\_byfornyelse\\_feb.\\_2011\\_pressemeddelelser---gr-n-byfornyelse-kan-l-se-paradoksproblemet\\_4\\_3304631096.pdf](http://concito.dk/files/dokumenter/artikler/rapport-_groen_byfornyelse_feb._2011_pressemeddelelser---gr-n-byfornyelse-kan-l-se-paradoksproblemet_4_3304631096.pdf)

Danmarks Statistik (2013): *Danmarks Statistikbank*. [www.statistikbanken.dk/BYGB11](http://www.statistikbanken.dk/BYGB11). Sidst tjekket 18. juni 2013.

Gram-Hanssen, K. and Haunstrup Christensen, T. (2011): *Improving the energy labelling scheme. Findings and recommendations for Denmark*. Research Report. SBI 2011:23. Danish Building Research Institute, Aalborg University.

Hangaard, Torben (2013): *Udvikling af bæredygtig renovering i den almene sektor*. Masterafhandling. DTU Management Engineering, 11.06.2013.

Pia Høyer (2012): *Energirenovering med dialog som redskab*. Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. Publikationen kan downloades på: [www.mbb1.dk](http://www.mbb1.dk).

IEA (2007): *Mind the gap. Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency*. International Energy Agency.

Itard, I., Meijer, F., Vriens, E. and Hoiting, H. (2008): *Building Renovation and Modernisation in Europe: State of the art review*. Final Report. ERABUILD. Delft University of

Technology.

Jensen, O.M. (2009): *Virkemidler til fremme af energi besparelser i bygninger*. Research Report. SBI 2009:06. Danish Building Research Institute, Aalborg University.

Jensen, P.A. (2011): State of the Art of Energy Renovations of Buildings in Denmark. Report. Centre for Facilities Management - Realdania Research, DTU Management Engineering. November 2011. (Aflevering DTU-D1-1).

Jensen, P.A., Voordt, T.v.d. and Coenen, C (eds.) (2012): *The Added Value of Facilities Management – Concepts, Findings and Perspectives*. Centre for Facilities Management - Realdania Research, DTU Management Engineering, and Polyteknisk Forlag, May 2012.

Jensen, J.O., Nielsen, S.B. og Hansen, J.R. (2013): *ESCO i danske kommuner – En opsamling af motiver, overvejelser og foreløbige erfaringer med ESCO i kommunale bygninger*. Forskningsrapport SBI 2013-10. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Jensen, P.A., Maslesa, E., Gohardani, N., Björk, F., Kanarachos, S. and Fokaides, P.A. (2013): *Sustainability Evaluation of Retrofitting and Renovation of Buildings in Early Stages. Proceedings of 7<sup>th</sup> Nordic Conference on Construction Economics and Organisation, 12-14 June 2013, Trondheim, Norway*. (Aflevering ACES-D2-2).

Jensen, P.A. (red.) (2013): *Economic and Environmental Benefit of Restoration*. ACES-project. WP2 Joint Report. (Aflevering ACES-D2-1).

Maslesa, E. and Jensen, P.A. (2013): *Energioptimering af kontorejendom med forbedring af energimærket som målsætning*. Artikel i FM Update #18, juni 2013. (Aflevering DTU-D2-3).

Sustania (2012): *Exploring the sustainable buildings of tomorrow*. Sustania Sector Guide. Buildings. Udgivet af Sustania og Mandag Morgen.

WBCSD (2009): *Energy Efficiency in Buildings – Transforming the Market*. World Business Council for Sustainable Development.

## HJEMMESIDER

CFM: [www.cfm.dtu.dk](http://www.cfm.dtu.dk)

## KILDER TIL CASE STUDIER

### Casestudie Sorgenfrivang II:

1. **DAB interview** – Interview med Torben Andersen, arkitekt MAA, byggeøkonom hos DAB (Dansk Almennyttigt Boligselskab). Interview gennemført 30-4-2012.
2. **Dominia interview** – Interview med Jesper Ring (civilingeniør) og Zeynel Palamutcu (bygningingeniør), Dominia. Interview gennemført 26-06-2012.
3. **Temaavis** – Temaavis Bæredygtig Helhedsplan Sorgenfrivang II. Udarbejdet af DAB, Dominia og Domus arkitekter for Lyngby Almennyttige Boligselskab. Udgivet september 2012.
4. **Helhedsplan for Sorgenfrivang II** – Helhedsplan for Lyngby Almennyttige Boligselskab afd. 1706 Sorgenfrivang II. Udarbejdet af DAB, Dominia og Domus arkitekter. Udgivet juni 2011.

### Casestudie Langkærparken:

1. **Erfaringsrapport: Innovationsprojekt – AL2boligs klimablok i Langkærparken.**  
Erfaringer med pilotprojekt i AL2Boligs afdeling 111 Langkærparken vedrørende en omfattende lavenergirenovering af en standard boligblok. Sidst downloadet d. 29-05-2013 fra:  
[http://www.al2bolig.dk/Files/Billeder/Helhedsplan/Langk%C3%A6rparken\\_Innovationsprojekt.pdf](http://www.al2bolig.dk/Files/Billeder/Helhedsplan/Langk%C3%A6rparken_Innovationsprojekt.pdf)
2. **Klimaprojekt Langkærparken**  
Brochure. Udarbejdet af GBL, januar 2011.
3. **At bo i lavenergiboliger** – senest set d. 29-05-2013:  
[http://www.al2bolig.dk/Files/Billeder/afd111/Plancher%20klimablokken/Plancher\\_At%20bo%20i%20lavenergiboliger.pdf](http://www.al2bolig.dk/Files/Billeder/afd111/Plancher%20klimablokken/Plancher_At%20bo%20i%20lavenergiboliger.pdf)
4. **Energifacaderenovering.dk** – senest set d. 29-05-2013:  
<http://www.energifacaderenovering.dk/da-DK/Klimablokken.aspx>
5. **inspirationskatalog.dk** – senest set d. 30-05-2013  
<http://inspirationskatalog.dk/projekter/energi-miljoe/2010/stor-energirenovering-af-klimaskaermen-i-langkaerparken,-tilst>
6. **Energioptimering af Etageboligblok Langkærparken, Tilst, Århus.**  
Per Heiselberg, Aalborg Universitet, DCE Technical Report No. 97. Udgivet juni 2010. Sidst downloadet d. 29-05-2013 fra:  
[http://vbn.aau.dk/files/43874201/Energioptimering\\_af\\_Etageboligblok\\_Langk\\_rparken\\_Tilst\\_rhus.pdf](http://vbn.aau.dk/files/43874201/Energioptimering_af_Etageboligblok_Langk_rparken_Tilst_rhus.pdf)
7. **AL2bolig interview** – Interview med Peter Brix Vestergaard, teknisk chef, AL2bolig. Interview gennemført 6.8.2012.
8. **Esbensen** – Energirenovering af Langkærparken. Power Point præsentation. Udarbejdet af Amdi Worm, ingeniør hos Esbensen.

### Casestudie Bredgade 43:



1. **Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner, § 11.** Udgivet af Energistyrelsen 1. oktober 2009. Sidst set 01-06-2013 på:  
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=127530>
2. **Energioptimering af Bredgade 43** – rapport. Udarbejdet af COWI for Danica Ejendomme. Rapportens forfattere er Karsten Ingerslev og Ole Hvid. Udgivelsesdato: 3. maj 2012.
3. **EMO-2009** – energimærkning af Bredgade 43. Rapporten udarbejdet 9. juni 2009 af energikonsulent Ole Holck fra OBH Ingeniørservice A/S.
4. **EMO-2012** – energimærkning af Bredgade 43. Rapporten udarbejdet 3. oktober 2012 af energikonsulent Ole Hvid Jensen fra COWI A/S.
5. **Datea interview** – Interview med Martin L. Christensen, projektleder, Datea. Interview gennemført 15.8.2012.

#### **Casestudie Ellebjerg Skole:**

1. **Projektforslag – Ellebjerg Skole.** Rapport udarbejdet af Henrik Larsen A/S, Friborg og Lassen A/S og Jørgen Nielsen A/S. Rapport skrevet d. 31.12.2011, senest revideret 26.1.2012.
2. **Etapeplan** – Adserballe & Knudsen. Udleveret d. 15.11.2012. Pdf fil.
3. **Energibesparelser** – Henrik Larsen A/S. Udleveret d. 15.11.2012. Excel fil.
4. **KEjd interview** – Interview med Lars Schou Pedersen, projektleder, Københavns Ejendomme. Interview gennemført 9.10.2012.

## **APPENDIKS: RENO-EVALUE SKABELONER**

De følgende 3 skabeloner er med hensyn til kategorier og parametre generiske i forhold til bygningstyper. Der er imidlertid enkelte faktorer, der er specifikke i forhold til bestemte bygningstyper. De viste skabeloner sigter mod renovering af større boligbebyggelser, hvilke bl.a. kommer til udtryk i faktorerne for ”Værdi”.

### **APPENDIKS 1: FORUDSÆTNINGER**

### **APPENDIKS 2: MÅLSÆTNINGER**

### **APPENDIKS 3: EVALUERING**

## APPENDIKS 1: FORUDSÆTNINGER

Kategori	Parameter	Faktor	Forudsætninger
Interessenter	Produkt	Arkitektur og æstetik	
		Funktion og brugervenlighed	
		Indeklima og komfort	
		Holdbarhed/fremtidssikring	
	Proces	Samarbejdet mellem parterne	
		Gensidig information	
Involvering af brugere			
Miljø	Ressourcer	Energiforbrug	
		VE production	
		Vandforbrug	
		Genbrug af vand	
		Genbrug af byggematerialer	
		Omfang af affald	
		Genbrug af affald	
	Klima	CO2 udledning	
		Forurening	
		Lokal udledning af vand	
Økonomi	Kroner	Rimelig husleje	
		Rimelige driftsudgifter	
		Rimeligt driftsniveau på sigt	
	Værdi	Eftertragtet bolig	
		Velfungerende bebyggelse	
		Attraktivt område	
Projekt-organisation	Bestiller/bygherre	Projektledelseskompetencer	
		Beslutningsdygtighed	
		Teknisk competence	
		Samarbejdsevner	
		Involvering af driftsorganisation	
		Risiko/ansvar/udvikling	
	Rådgiver/entreprenør	Projektledelseskompetencer	
		Teknisk competence	
		Problemløsningsevner	
		Samarbejdsevner	
		Sammenhæng i leveranceteam	
Risiko/ansvar/udvikling			

## APPENDIKS 2: MÅLSÆTNINGER – SIDE 1

Kategori	Parameter	Målsætning / prioritet	Virkemidler / begrundelse
Interessenter	Produkt	<p>Hvilken betydning ønsker du, eller kan du acceptere, renoveringen vil have for den funktionelle og den byggetekniske kvalitet af boliger og bebyggelsen fremover?</p> <p>1: Meget mindre kvalitet                      2: Mindre kvalitet                      3: Uændret                      4: Bedre kvalitet                      5: Meget bedre kvalitet</p>	<p>Karakter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		<p>Hvordan ønsker du, eller kan du acceptere, den videre proces under renoveringen bliver i sammenligning med, hvad du mener, man med rimelighed kunne forvente.</p> <p>1: Meget dårligere end man kunne forvente                      2: Dårligere end man kunne forvente                      3: Som man kunne forvente                      4: Bedre end man kunne forvente                      5: Meget bedre</p>	
Miljø	Ressourcer	<p>Hvilken betydning ønsker du, eller kan du acceptere, renoveringen vil have for, hvor miljøvenlig bebyggelsen vil være med hensyn til ressourceforbrug fremover?</p> <p>1: Meget mindre miljøvenlig                      2: Mindre miljøvenlig                      3: Uændret                      4: Mere miljøvenlig                      5: Meget mere miljøvenlig</p>	<p>Karakter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		<p>Hvilken betydning ønsker du, eller kan du acceptere, at renoveringen vil have for, hvor miljøvenlig bebyggelsen vil være med hensyn til klimapåvirkning fremover?</p> <p>1: Meget mindre miljøvenlig                      2: Mindre miljøvenlig                      3: Uændret                      4: Mere miljøvenlig                      5: Meget mere miljøvenlig</p>	

## APPENDIKS 2: MÅLSÆTNINGER – SIDE 2

Kategori	Parameter	Målsætning / prioritet	Virkemidler / begrundelse
Økonomi	Kroner	Hvor rimelige ønsker du, eller kan du acceptere, at de økonomiske konsekvenser af renoveringen vil være på kort og på lang sigt?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		1: Meget urimelige 2: Urimelige 3: Acceptable 4: Rimelige 5: Meget rimelige	
Økonomi	Værdi	Hvilken betydning ønsker du, eller kan du acceptere, at renoveringen vil have for, hvor attraktive boliger, bebyggelsen og området vil være fremover?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		1: Meget mindre attraktiv 2: Mindre attraktiv 3: Uændret 4: Mere attraktiv 5: Meget mere attraktiv	
Projektorganisation	Bestiller/bygherre	Hvordan ønsker du, eller kan du acceptere, at egnetheden af organisationen vil være på bestiller/bygherre siden i renoveringsprojektet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		1: Meget uegnet 2: Uegnet 3: Acceptabel 4: Velegnet 5: Meget velegnet	
Projektorganisation	Rådgiver/entreprenør	Hvordan ønsker du, eller kan du acceptere, at egnetheden af organisationen vil være på rådgiver/entreprenør siden i renoveringsprojektet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er de væsentligste virkemidler for at opnå denne målsætning / begrundelser for denne prioritering?</li> </ul>
		1: Meget uegnet 2: Uegnet 3: Acceptabel 4: Velegnet 5: Meget velegnet	

## APPENDIKS 3: EVALUERING – SIDE 1

Kategori	Parameter	Spørgsmål/karakter	Forklaring/begrundelse
Interessenter	Produkt	<i>Hvilken betydning vil renoveringen have for den funktionelle og den byggetekniske kvalitet af boliger og bebyggelsen fremover?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget mindre kvalitet 2: Mindre kvalitet 3: Uændret 4: Bedre kvalitet 5: Meget bedre kvalitet	
	Proces	<i>Hvordan har du oplevet den hidtidige proces og planerne for den videre proces under renoveringen i forhold til, hvad du mener, man med rimelighed kunne forvente?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget dårligere end man kunne forvente 2: Dårligere end man kunne forvente 3: Som man kunne forvente 4: Bedre end man kunne forvente 5: Meget bedre	
Miljø	Ressourcer	<i>Hvilken betydning vil renoveringen have for, hvor miljøvenlig bebyggelsen vil være med hensyn til ressourceforbrug fremover?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget mindre miljøvenlig 2: Mindre miljøvenlig 3: Uændret 4: Mere miljøvenlig 5: Meget mere miljøvenlig	
	Klima	<i>Hvilken betydning vil renoveringen have for, hvor miljøvenlig bebyggelsen vil være med hensyn til klimapåvirkning fremover?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget mindre miljøvenlig 2: Mindre miljøvenlig 3: Uændret 4: Mere miljøvenlig 5: Meget mere miljøvenlig	



## APPENDIKS 3: EVALUERING – SIDE 2

Kategori	Parameter	Spørgsmål/karakter	Forklaring/begrundelse
Økonomi	Kroner	Hvor rimelige er de økonomiske konsekvenser af renoveringen på kort og på lang sigt?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget urimelige 2: Urimelige 3: Acceptable 4: Rimelige 5: Meget rimelige	
Økonomi	Værdi	Hvilken betydning vil renoveringen have for, hvor attraktive boliger, bebyggelsen og området vil være fremover?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget mindre attraktiv 2: Mindre attraktiv 3: Uændret 4: Mere attraktiv 5: Meget mere attraktiv	
Projekt-organisation	Bestiller/bygherre	Hvordan vurderer du egnetheden af organisationen på bestiller/bygherre siden i renoveringsprojektet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget uegnet 2: Uegnet 3: Acceptabel 4: Velegnet 5: Meget velegnet	
Projekt-organisation	Rådgiver/entreprenør	Hvordan vurderer du egnetheden af organisationen på rådgiver/entreprenør siden i renoveringsprojektet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvad er din vigtigste grund til at give den karakter?</li> </ul>
		1: Meget uegnet 2: Uegnet 3: Acceptabel 4: Velegnet 5: Meget velegnet	

Denne danske hovedrapport er et resultat af det europæiske forskningsprojekt ACES, som har fokuseret på at skabe et bedre informationsgrundlag for beslutningstagere i forbindelse med igangsætning af bygningsrenovering. Projektet er gennemført af DTU i Danmark, KTH i Sverige og Frederick Research Centre (FRC) på Cypern. DTU har været ansvarlig for et delprojekt om vurdering af økonomiske og miljømæssige fordele ved bygningsrenoveringstiltag. Rapporten indeholder resultaterne af DTU's arbejde med dette delprojekt.

I rapporten præsenteres et nyudviklet anskueliggørelsesværktøj betegnet RENO-EVALUE. Det er et værktøj til holistisk målsætningsformulering og evaluering af bæredygtigheden af bygningsrenoveringsprojekter rettet mod den professionelle sektor. Hovedformålet for RENO-EVALUE er at blive anvendt som et værktøj til at understøtte en dialogbaseret beslutningsproces i de tidligere faser af renoveringsprojekter. Det er et procesorienteret værktøj, der kan anvendes af alle med indsigt i projektet.

RENO-EVALUE fokuserer ikke alene på det færdige resultat af renoveringen – produktet, men det dækker tillige projektets organisation, økonomi og renoveringsprocessen. RENO-EVALUE er udviklet og afprøvet i 4 casestudier og 2 workshops. De 4 casestudier præsenteres i rapporten, og de er tillige tænkt som inspiration for beslutningstagere, som ønsker at anvende RENO-EVALUE. De primære brugere af RENO-EVALUE forventes at være bygherreorganisationer, boligselskaber, ejendomsadministrationer, facilities managers mv.

ISBN 978-87-92706-52-2

**DTU Management Engineering**  
**Institut for Systemer, Produktion og Ledelse**  
Danmarks Tekniske Universitet  
Produktionstorvet  
Bygning 424  
2800 Kongens Lyngby  
Danmark  
Tel. +45 45 25 48 00  
Fax +45 45 93 34 35

[www.man.dtu.dk](http://www.man.dtu.dk)