

# 13. ENERGIRENOVERING

---

*Peter Oldendow-Jantzen, Maskinmester. & Aut. el-installatør  
Maskinmesterskolen København  
poj@oldendow-jantzen.dk*

*Med editering af Arne Jakobsen, Docent  
Maskinmesterskolen København  
aj@msk.dk*

*Kapitlet kan læses selvstændigt, men er skrevet som et kapitel til en samlet lærebog indenfor  
Technical Facility Management, hvor omdrejningspunktet er indeklimate og energiforbrug.*



**ELFORSK**

Dette kapitel er blev udarbejdet som del af projektet **Energirigtigt drift af det rette indeklimate i bygninger – ENDRIN** støttet af ELFORSK i periode 2016–2017, projektnummer 348-006 ([www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)).

## 13.1. Indhold

13.1.	Indhold.....	2
13.2.	Læringsmål.....	3
13.3.	Indledning.....	4
13.4.	Energirenovering.....	4
13.5.	Behovsanalyse.....	6
13.6.	Ledelsen.....	7
	Forandringsledelse.....	7
	Ekspert- og deltagelsesstrategi.....	7
13.7.	Litteraturliste.....	9
13.8.	Bilag 1.....	11
13.9.	Bilag 2.....	12

## 13.2. Læringsmål

Studerende der læser følgende kapitel skal være i stand til at

- Forstå og identificere incitamenter til at foretage energirenovering
- Kunne tage udgangspunkt i relevante standarder og anvisninger
- Bevidst vælge projektstrategi, som sikrer at driftspersonalets viden og ønsker inddrages løbende
- Identificere hovedfaktorer som er bestemmende for en bygnings energiforbrug

### 13.3. Indledning

Med fokus på at give maskinmester- og ingeniørstuderende et indblik i, hvordan man både kan styre bygningsdrift mod et mindre energiforbrug og et bedre indeklima, vil der i de følgende afsnit blive inddraget korte emner, fra teknik til ledelse, som bidrager med en væsentlig betydning for at opnå disse mål. I flere energioptimeringsprojekter som Oldendow-Jantzen ApS på den ene eller anden måde har været aktør i, er der gjort erfaringer som videreformidles i dette opslag. Derudover har der været samtaler og præsentationer fra større aktører som DEAS A/S med Hans Andersen i spidsen for Energiafdelingen. Som udgangspunkt bør de studerende gøre sig bekendt med litteraturen angivet bagerst i rapporten. Hvad enten det drejer sig om energioptimering, indeklimastrategier eller begge dele på enkelte bygninger eller større ejendomsporteføljer så vil de oplyste standarder altid være gode udgangspunkter for valg af fremgangsmåde og de er nødvendige at kende for at man ”fremstår som professionel”. Det ønskede indeklima i en bygning er en vigtig parameter når de tekniske systemer skal forbedres, dimensioneres og vælges, da det har en direkte indflydelse på energiforbruget i bygningen. Iht. DS/EN 15251 (Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik) bliver bygninger klassificeret i fire forskellige kategorier: kategori 1, 2, 3 og 4. De forskellige kategorier angiver indeklimakriterierne til bygningen. Dette hænger stærkt sammen med forudsætningerne for energiforbruget til opvarmning, køling og ventilation af bygningen.

### 13.4. Energirenovering

Efter en energirenovering er den økonomiske besparelse på sparet energi ofte kun en lille del af den samlede økonomiske gevinst, især ved udlejningsejendomme:

1. Bygherre kan, ved reducerede forbrugsomkostninger for lejer, hæve huslejen således at lejers samlede udgifter er konstante.
2. I takt med at huslejen stiger og at bygningskvaliteten øges, vil bygningens værdi forøges.
3. Flere virksomheder efterspørger og kræver et godt indeklima, hvilket en energirenovering kan medføre. En energirenovering kan derfor være ensbetydende med at der kommer nye lejere til, samtidig med at de eksisterende lejere er interesseret i at forlænge lejekontrakten. Det medfører yderligere minimering af tomgang i bygningen.
4. Bygherre kan fastholde eller hæve sit gode omdømme ved at skabe sig en grøn profil.

I forbindelse med en energirenovering er det vigtigt at finde potentialerne til reducere af energiforbruget og forbedring af indeklimaet. Overordnet set, kan det kategoriseres i følgende; klimaskærm, brugeradfærd, energieffektivt udstyr og installationer samt energivenligt brug af udstyr og installationer (Tabel 13-1). I bilag 1 ses en illustrativ form af tabellen.

Tabel 13-1 Oversigt over potentielle forbedringer til gavn for energiforbrug og indeklima

<b>Klimaskærm</b>	<b>Brugeradfærd</b>
Isolering af mure Energivinduer Solafskærmning	Valg af påklædning Ingen overstyring af temperaturer osv. af ansatte som ikke er fra driftspersonalet
<b>Energieffektivt udstyr og installationer</b>	<b>Energivenligt brug af udstyr og installationer</b>
Ventilation Opvarmning Køling CTS Lys Pumper Diverse	Indeklimastrategier Utility Management Energiledelse

I en energirenovering skal de eksisterende forhold og anlæg kortlægges. Ligeledes skal det undersøges om de eksisterende anlæg kan udskiftes til en nyere teknologi med eksempelvis bedre virkningsgrader og med mulighed for at styre indeklimaparametre efter særlige sætpunkter for temperatur og belysning, som er i overensstemmelse med den pågældende bygnings indeklimastrategi og gældende lovgivning. De økonomiske besparelser skal beregnes på baggrund af forventningerne til energipriser og energibesparelserne skal beregnes ud fra de forudsætninger der indsamles fra bygningen omkring driftstider, brugsmønstre, nedetider, sætpunkter etc. Disse data kan indsamles via BMS-systemer med datalogning, opsætning af kalibreret udstyr til måling af data over en periode eller det kan foregå ved at indsamle værdifuld viden fra de driftsansvarlige, der dagligt begår sig i bygningen og de daglige brugere, fx personale. Ved inddragelse af driftspersonalet skal man forholde sig til, at der gøres brug af god forandringsledelse som et værktøj (jf- afsnittet om ledelse). Der skal vurderes en usikkerhed for de beregnede energibesparelser, særlig kritisk kan det blive på BMS-anlæg der har været driftet i en lang periode og hvortil der ikke findes data på hvordan det er blevet driftet. For at kunne komme i mål med et resultat der indfrier bygherrens forventninger til energirenoveringen skal det aftales hvordan forbedringerne kan kontrolleres og verificeres. Her kan der henvises til bygningsstyrelsens performancetest på tekniske installationer, <https://www.bygst.dk/viden-om/performancetest/>.

I år 2017 er SBi-anvisning 269 blevet udgivet og den omhandler metode og proces for gennemførelse af energirenoveringsprojekter for større bygninger fra idefase til driftsfase. Større bygninger omfatter etageboliger, bygninger til privat handel- og service samt offentlige institutioner.

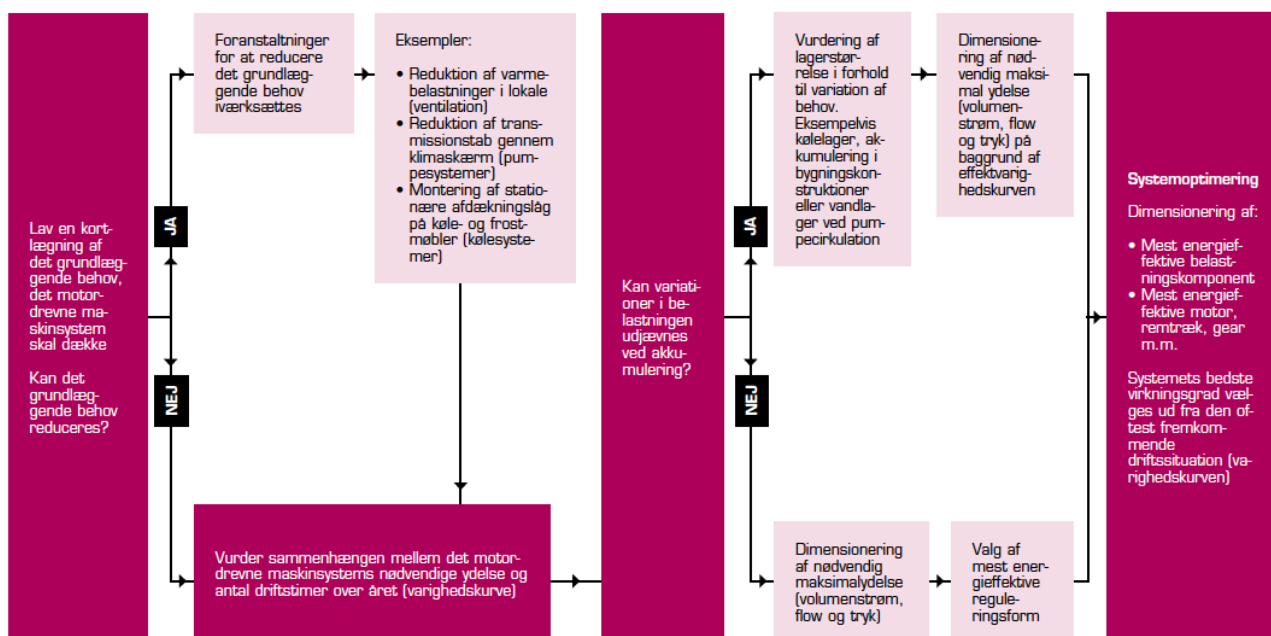
Faserne i energirenoeringen illustreres i bilag 2, som er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut selv.

### 13.5. Behovsanalyse

Det grundlæggende behov bør vurderes for de elektriske og termiske systemer som opretholder bygningens indeklima. Man bør starte med at sammenholde målte og aflæste værdier med de standarder der er relevante. Eksempelvis lysmålinger sammenholdt med værdier fra DS/EN 12464-1 eller indeklima-målinger sammenholdt med værdier fra DS/EN 15251. Man skal huske, at belysnings-, ventilations-, køle- og varmeanlæg ofte er overdimensioneret i forhold til det faktiske behov, og at en eventuel manglende strategi eller plan for, hvordan bygningen skal driftes, med tiden kan og oftest vil resultere i et øget energiforbrug og/eller et dårligere indeklima end oprindeligt tiltænkt.

*”Den dimensionerende ydelse vil i mange tilfælde være bestemt af det maksimale behov. Eksempelvis ventilationssystemer, hvor der skal kunne leveres en maksimal volumenstrøm, når de termiske og atmosfæriske belastninger i lokalet er maksimale”* – Den store blå om systemoptimering, s. 129.

Til maskindrevne systemer kan der blandt andet ses på analyseværktøjet beskrevet i den store blå om systemoptimering.



Figur 13-1 Analyseværktøj, Den store blå om Systemoptimering, s. 131

## 13.6. Ledelsen

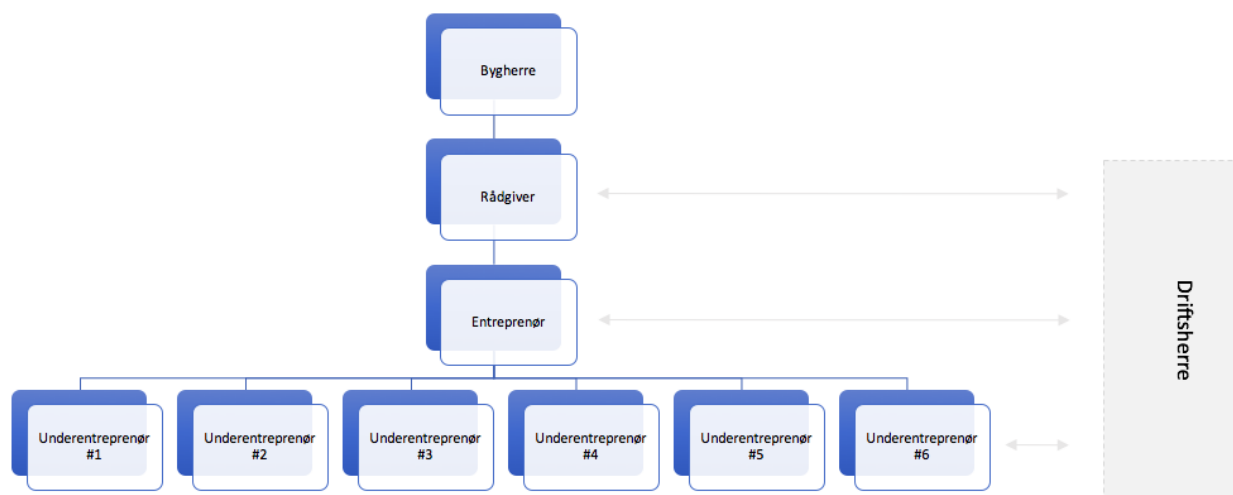
En uvurderlig del af at foretage en analyse af det aktuelle energiforbrug og deraf et forslag til, hvorledes energiforbruget i bygningen kan reduceres, er ”den tavse viden”. Den tavse viden er den viden som driftspersonale har omkring de tekniske anlæg, brugsmønstrene i bygningen og de erfaringer som driftspersonalet har gjort sig, ofte igennem mange år på samme arbejdsplads. Her kan maskinmesteren eller ingeniøren få forståelse for bygningens anvendelse og behov, se behovsanalysen. Derfor er det vigtigt, at man forstår at begå sig med gode kommunikationsevner iblandt virksomhedens driftspersonale. Det vil ligeledes give anledning til at der allerede i et tidligt stadium opbygges tillid mellem de personer, der ønsker at implementere den nye teknologi og de der efterfølgende skal drifte og vedligeholde anlæggene. Erfaring fra samtaler med forskellige personer som drifter både større og mindre ejendomme siger uafhængigt af hinanden, at der ønskes en større inddragelse i de energioptimeringsprojekter der gennemføres. Dette gælder allerede fra projektets spæde opstart.

### Forandringsledelse

I et fulgt energioptimeringsprojekt var der udfordringer med, at der på et ret sent tidspunkt blev forsøgt at ændre driftspersonalets faldende interesse for projektet. Det er derfor vigtigt, at man inddrager en type af forandringsledelse. Der bør derfor forventningsafstemmes ifht. om der er brug for at følge en ekspertstrategi eller deltagelsesstrategi (eller kombination heraf) i projektet for at undgå en dalende eller modarbejdende interesse for projektet.

### Ekspert- og deltagelsesstrategi

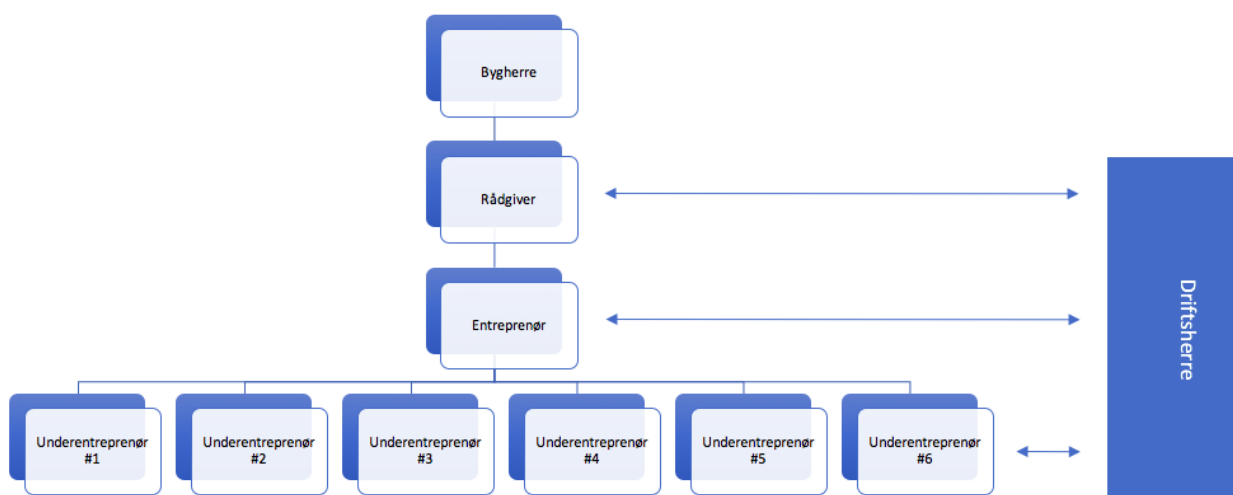
*”Anvendelse af ekspertstrategi er karakteriseret ved, at en eller flere eksperter gennemfører en analyse og diagnose, der fører frem til en problemformulering og design af det nye system. Denne strategi vil under implementeringen risikere at medføre modstand mod forandring hos brugerne af det nye system, idet de ikke har fået reelt ejerskab til og forståelse for indretningen af det nye. Ligeledes kan der blive truffet mange detailbeslutninger, som bærer præg af, at brugernes oparbejdede viden ikke er blevet anvendt. Det er typisk for en ekspertstrategi, at ledelsen gennem information og uddannelse på et relativt sent (og ofte for sent) tidspunkt i projektforløbet søger at indhente det forsømte ved at søge at skabe positive holdninger til det nye” – Organisationsteori, ekspertstrategi, s. 397.*



Figur 13-2 Kommunikation under et ekspertstrategiforløb, lidt eller ingen kommunikation i mellem de driftsansvarlige og byggeansvarlige

En anden strategi, deltagelsesstrategi, sætter fokus på at udnytte den viden som driftspersonalet har om deres arbejde.

”dette kan tale for, at vælge deltagelsesstrategi, som har til formål at udnytte den viden, de menige medarbejdere har om deres arbejde, og samtidig give dem mulighed for at varetage deres egne interesser”. – Organisationsteori, deltagelsesstrategi, s. 398.



Figur 13-3 Kommunikation under et deltagelsesstrategiforløb, nødvendig kommunikation i mellem de ansatte driftsfolk, de driftsansvarlige og byggeansvarlige



En god og succesfuld energirenovering med alle dens facetter handler i korte træk om:

- Teknisk know-how
- Projektledelse
- Anvendelse af eksisterende tværfaglig litteratur (teknik, lovgivning, standarder, forandringsledelse, Elforsks blå bøger, SBI-anvisninger og lign.)
- Inddragelse af brugere og driftspersonale

## 13.7. Litteraturliste

- DS/EN 12464-1                      Belysning ved arbejdspladser.  
*Giver læseren mulighed for at sætte krav der er hensigtsmæssige for energi, indeklime og arbejdsmiljø.*
- DS/EN 12464-1 NA:2015 National annekst til DS/EN 12464-1.  
*På en række punkter er der angivet nationale krav der er mere lempelige end Europa normen.*
- DS/EN 15251                      Input-parametre til indeklimeet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik.  
*Værdier for anbefalede temperaturspænd samt CO<sub>2</sub>-niveau.*
- ELFORSK                              Den store blå om systemoptimering.  
*Find virkningsgrader og best practice for analyser på maskintekniske anlæg.*
- ELFORSK                              Den lille blå om ventilation.  
*Find virkningsgrader for ventilatorer, rem-typer, el-motorer.  
Find målemetoder for måling på ventilationsanlæg.*
- ELFORSK                              Den lille blå om varme.  
*Find nøgletal for varmetabskoefficienter på rør, pumper og varmtvandsbeholdere, energiforbrug og fordele/ulempes ved forskellige typer af varmeanlæg samt årsvirkningsgrader for kedler.*
- HB2016                                Håndbog for energikonsulenter.  
*Find nøgletal til anvendelse for estimering af energiforbrug.*

Bygningsstyrelsen

Performancetest

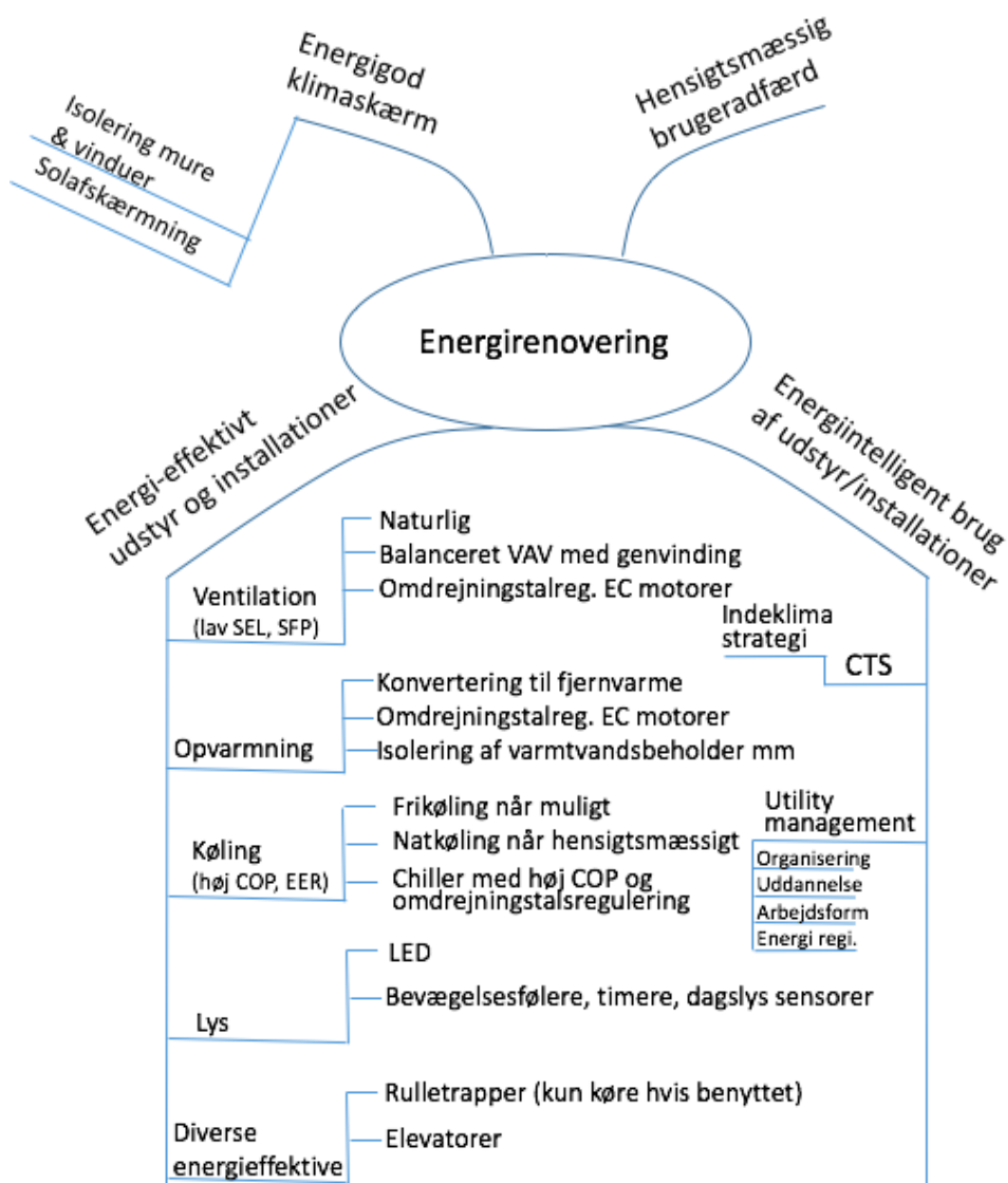
*Ved aflevering af tekniske anlæg anbefaler bygningsstyrelsen, at man udfører en funktionsafprøvning der påviser, at anlæggene kører optimalt og med et hensigtsmæssigt energiforbrug.*

SBi-anvisninger

Energiforbrug i bygninger

*Flere udgivelser omkring energirenoveringsprocesser og energiforbrug i ejendomme.*

## 13.8. Bilag 1



Figur 13-4 Illustration af Tabel 13 - 1, udarbejdet af Arne Jakobsen

## 13.9. Bilag 2

	Fokusområder					Aktører
Faser	Eksisterende forhold	Fremtidige forhold	Økonomi og energibesparelse	Usikkerhed og robusthed	Verifikation og kontrol	
<b>Ide og vision</b>	Funktion og brug Analyse af nuværende energiforbrug Opsætning af målere	Beskrive tanker, ideer og behov til den fremtidige bygning Energivision	Budget til rådighed Overslag over mulige besparelser Overordnede krav til pris, tid og kvalitet	Vurdering af usikkerhed på tiltag og besparelser	Behov og ønsker til senere verifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bygherre</li> <li>Brugere</li> <li>Bygherrerådgiver</li> <li>Driftspersonale</li> </ul>
<b>Programmering</b>	Definering af baseline Kortlægning af fysiske forhold og energiforbrug	Specifisering og prioritering af ønsker og krav Fremtidig driftsorganisation	Overblik over økonomimodel Estimat af forventet energibesparelse	Forventningsafstemning om robusthed og usikkerheder Udpegning af kritiske forhold	Fastsættelse af krav til verifikation og performancetest Udarbejdelse af beslutningsgrundlag til bygherren (dokument) Måleprogram	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bygherre</li> <li>Brugere</li> <li>Bygherrerådgiver</li> <li>Rådgiver</li> <li>Driftspersonale</li> </ul>
<b>Design og projektering</b>	Detailinformation omkring klimaskærm, installationer, brug og drift	Forslag til bygge- og installationstekniske principper og løsninger inkl. kontrolmuligheder (måleprogram)	Beregning af energibesparelse ud fra valgt økonomisk model	Løbende revision af energiberegning ift. projekjusteringer	Plan for: - Optimal drift af anlæg - Opfølgning på drift og energiforbrug - Udarbejdelse af kontrolplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bygherre</li> <li>Rådgiver</li> <li>Entreprenør</li> <li>Driftspersonale</li> </ul>
<b>Udførelse og ibrugtagning</b>	Opfølgning og opdatering af baseline med ny viden	Sikring af fastholdelse af projektforsætninger og beslutningsgrundlag	Løbende revision af energiberegninger	Tilsyn på byggepladsen Kontrol af arbejdstegninger, Indregulering Performancetest (I)	Indbygning af målere og sikring af, at de kan aflæses Opsætning af system til dataopfølgning Performancetest (II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bygherre</li> <li>Rådgiver</li> <li>Entreprenør</li> <li>Driftspersonale</li> </ul>
<b>Drift</b>	Funktion og brug af den færdige bygning Opdatering af grundlag for forventet energiforbrug	Justering af mål og visioner for fremtidig drift Energiledelse	Endelig beregning af opnået besparelse ud fra valgt kontrolplan	Instruktion af driftsfolk Løbende driftsoptimering	Løbende kontrol af drift og energiforbrug Sammenholde energiforbrug med kontrolplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bygherre</li> <li>Brugere</li> <li>Rådgiver</li> <li>Entreprenør</li> <li>Driftspersonale</li> </ul>

Figur 13-5 Oversigt over faserne i et energioptimeringsprojekt, SBI-anvisning 269, Statens byggeforskningsinstitut