

Energirenovering af Lyngby Storcenter

Case i EnDrin projekt, ELFORSK 348-006

Hovedforfattere: Maskinmester, Peter Oldendow-Jantzen (for MSK)

Maskinmester Daniel Oldendow-Jantzen (for MSK)

Bilag fra DEAS: Teknisk Projektleder, Fazal Sahibzada

Ansvarlig og kontakt: Arne Jakobsen (aj@msk.dk), Maskinmesterskolen København



ELFORSK

Undersøgelsen beskrevet i denne rapport blev udarbejdet som del af projektet **Energirigtigt drift af det rette indeklima i bygninger – ENDRIN** støttet af ELFORSK i periode 2016–2017, projektnummer 348-006 (www.elforsk.dk).

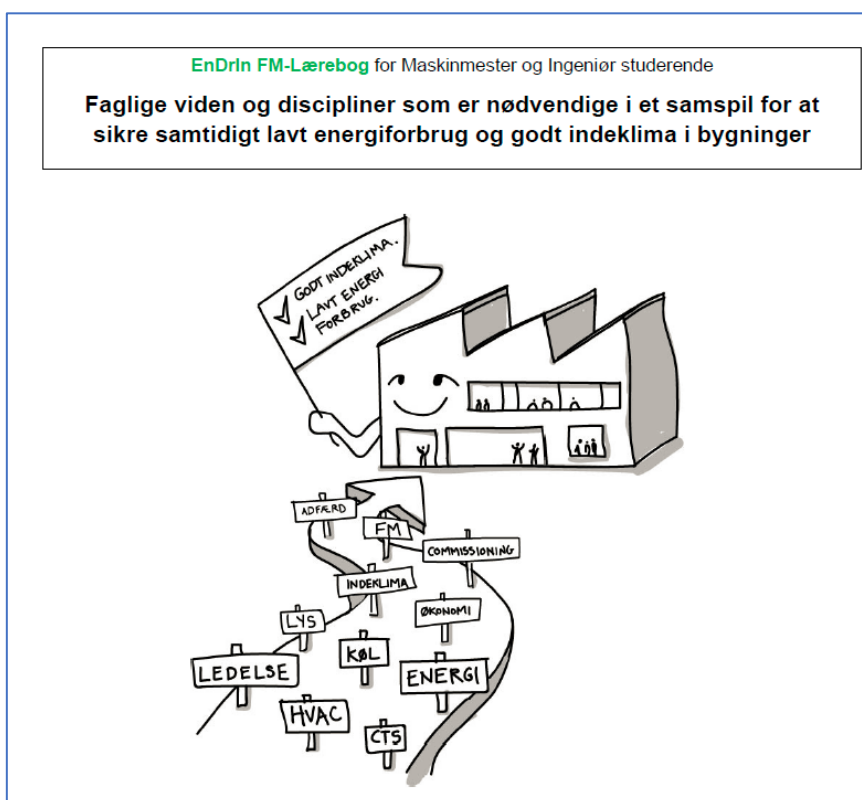
Indhold

Forord	3
Projektgrundlag	4
Interessenter og organisation	9
Redegørelse for energitiltag.....	11
Refleksioner og vurderinger	23
Bilag 1: Målt elforbrug, måler 1, 2011-2016	26
Bilag 2: Målt elforbrug, måler 2, 2011-2016	27
Bilag 3: Målt elforbrug, måler 3, 2011-2016	28
Bilag 4: Målt elforbrug, måler 4, 2011-2016	29
Bilag 5: Graddage korrigeret varmekonsum, 2011-2016.....	30
Bilag 6: DEAS Guideline, Inddragelse af Drift i Energirenovering.....	31

Forord

Parallelt med EnDrIn projektet har DEAS arbejdet med energirenovering af Lyngby Storcenter. Dette tiltag var påbegyndt før EnDrIn projektets start primo 2016 og de sidste opfølgninger afsluttes efter EnDrIn's formelle afslutning 31/3-2018.

EnDrIn's rolle har været at følge med på sidelinien – gerne med inspiration – og ud fra den position evaluere tiltag og forløb med særligt sigte på at uddrage den generelle læring, som er relevant for Energirenoveringstiltag af denne art. En væsentlig "aftager" af denne viden er lærebogen, hvis forside ses nedenfor.



På basis af casen har DEAS selv udarbejdet en guideline for, hvordan driftspersonalet skal inddrages i et sådant forløb. Denne guideline har form som et Powerpoint-slideshow og er med som sidste bilag i denne rapport.

Projektgrundlag

Indledning

Maskinmester og virksomhedsejer Peter Oldendow-Jantzen - medforfatter til denne rapport - var i professionsbachelorpraktik og lavede projekt hos DEAS A/S i år 2016. Det foregik i Lyngby Storcenter som stod foran en stor energirenovering til ca. 22 mio. kr. DEAS A/S står for driften af Lyngby Storcenter. Efter at have indsamlet en større mængde viden om centeret og driften af centeret og efter at have afsluttet maskinmesteruddannelsen er Peter Oldendow-Jantzen blevet hyret ind som opfølgingskonsulent i år 2017 i et Elforsk-projekt, styret af MSK.

På baggrund af Siemens-rapporten "Lyngby Storcenter – Projektudviklingsrapport" og en undersøgelse fra Teknologisk Institut som viser, at Lyngby Storcenter kan reducere deres luftmængder uden at det forringer indeklimaet, dannes der grundlag for udførelse af energibesparende projekter i en økonomisk størrelsesorden på ca. 22.000.000 kr. Der regnes med udskiftning af trefasede asynkronmotorer og ventilatorer til EC-motorer og B-skovls ventilatorer, udskiftning af CTS-anlæg, udskiftning af varmtvandsbeholdere til mindre varmtvandsbeholdere, udskiftning af cirkulationspumper, udskiftning af køleanlæg, konvertering fra naturgas til fjernvarme og opsætning af rulleporte i parkeringskælder.

DEAS A/S har udbudt hele energioptimeringsprojektet som en totalentreprise. Kemp & Lauritzen A/S vandt udbuddet og er totalentreprenøren på projektet. Alle energitiltag er efterfølgende sat i udbud til underentreprenører efter kriteriet "laveste pris". Denne struktur skaber mange interessenter i projektet.

ENDRIN

Maskinmesterskolen København har med projektet "ENDRIN, Energirigtig drift af det rette indeklima i bygninger", efterspurgt en dybere undersøgelse af energirenoveringer i samarbejde med DEAS A/S. DEAS A/S har givet tilladelse til, at der kan gøres brug af Lyngby Storcenter som case til at belyse processerne bag energirenoveringer. Lyngby Storcenter har med Danica Ejendomme ApS (investor), DEAS A/S (bygherrerådgiver) og Kemp & Lauritzen (totalentreprenør) gennemgået en energirenovering af centerets fællesarealer for 22,6 millioner kroner med tilhørende ekstraarbejder for 1,3 millioner kroner. Energirenoveringen dækker optimering af tekniske anlæg og installationer såsom ventilatordrev, cirkulationspumper, køl med konvertering fra 1,5 MW brine-anlæg til 1,5 MW varmepumpe, varmecentral med konvertering fra naturgas til fjernvarme, styring af rulletrapper i hele centeret og nyt CTS-anlæg.

Formål

Der vil blive foretaget en gennemgang af energirenoveringen. Først en gennemgang af det aktuelle energirenoveringsprojekt indeholdende interessenter, motivationsfaktorer, beregninger, opstilling af nøgletal og rationaler som ligger bag de forventede forbrugsværdier efter energirenoveringen. Dernæst vil gennemgangen danne grundlag for vurdering og refleksion omkring energirenoveringen. Der vil blive taget spørgsmål op som: Er beregninger udført korrekt og hvilke ting bør man tage højde for – og stilling til – i processen?

Metode

Til at gå i dybden med ovenstående, vil der primært blive indsamlet data via egne observationer bl.a. fra en daglig gang i centeret i professionsbachelorpraktikperioden. Der vil blive foretaget dialog med driftspersonale og ledelse. Dette skal give en indikation om kompetencer, færdigheder, holdninger og energiansvarlighed.

Der vil blive foretaget en fysisk gennemgang i LSC for at få indsigt i både teori og praksis.

Ydermere vil der blive taget kontakt til parter fra ENDRIN-projektet i forbindelse med vidensdeling og sparring.

Af Kemp & Lauritzen A/S er der udarbejdet flere excel-ark, som oplister de energibesparelser, økonomiske besparelser, anlægsinvesteringer og simple tilbagebetalingstider, som ligger til grund for det fremtidige energiforbrug i LSC. De forskellige excel-ark er navngivet efter det tilhørende energitiltag. I kapitlet "Redegørelse for energitiltag", anvendes data fra disse excel-ark kombineret med tal fra andre kilder, såsom Håndbogen for energikonsulenter og Den Lille Blå om varme.

Den lille blå om varme, udarbejdet i et tidligere ELFORSK-projekt, bruges til indhentning af nøgletal til beregninger af energibesparelser på varmeanlæg, herunder varmetabskoefficienter.

Beslutningsgrundlag

Nedenstående tabeller og diagrammer viser potentialet for energirenoveringstiltagene og kan danne grundlag for beslutningen om at gå videre med projektet.

Tabel 1 viser det anvendte forbrug af el og varme i år 2014, idet år 2014 betragtes som udgangspunktet. I Bilag 1 til Bilag 5 er der vedlagt energiforbrug og nøgletal for el og varme i perioden 2011-2016. Tallene i Tabel 1 er taget fra minenergi.dk fra elmåler-ID 69510 og varmemåler-ID 69842. Fra varnehovedmåler-ID 69842 er der fratrukket værdierne fra varmemåler-ID 801 og 799 som dækker varmeforbruget i Kulturhuset og Kontorhuset. De skal ikke regnes med, da de ikke er en del af fællesarealerne i LSC.

År 2014	El	Varme
MWh/år	5.607	7.605
kWh/år/m ²	51	69
Kr./år	4.485.637	4.182.805
Kr./år/m ²	41	38

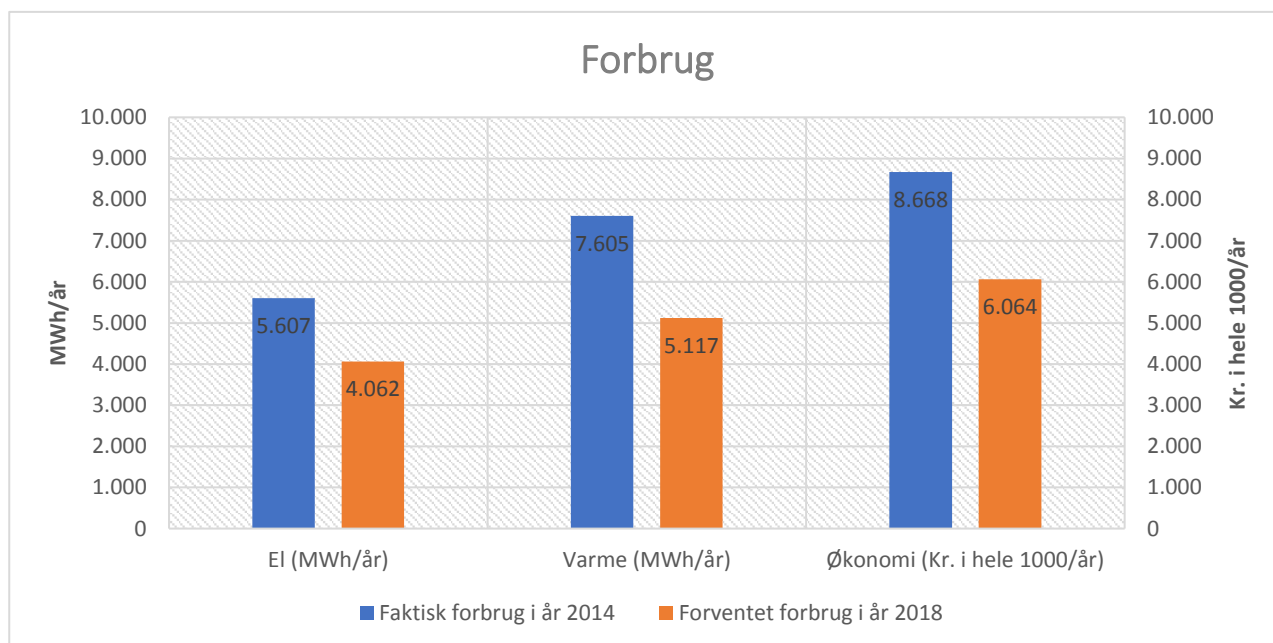
Tabel 1, Faktisk forbrug af el og varme i år 2014 (egen udarbejdelse)

Tabel 2 viser det forventede forbrug af el og varme i år 2018, hvor det formodes at projektet har nået sin afslutning. Tallene er beregnede af Kemp & Lauritzen A/S.

År 2018	El	Varme
MWh/år	4.062	5.117
kWh/år/m ²	37	47
Kr./år	3.249.477	2.814.607
Kr./år/m ²	30	26

Tabel 2, Forventet forbrug af el og varme i år 2018 (egen udarbejdelse)

Figur 1, se næste side, viser forbruget af el og varme før energirenoveringen i år 2014 og efter energirenoveringen i år 2018. Derudover vises det økonomiske forbrug før og efter energirenoveringen. Det økonomiske forbrug er en sammenlægning af beløbene fra både el og varme.



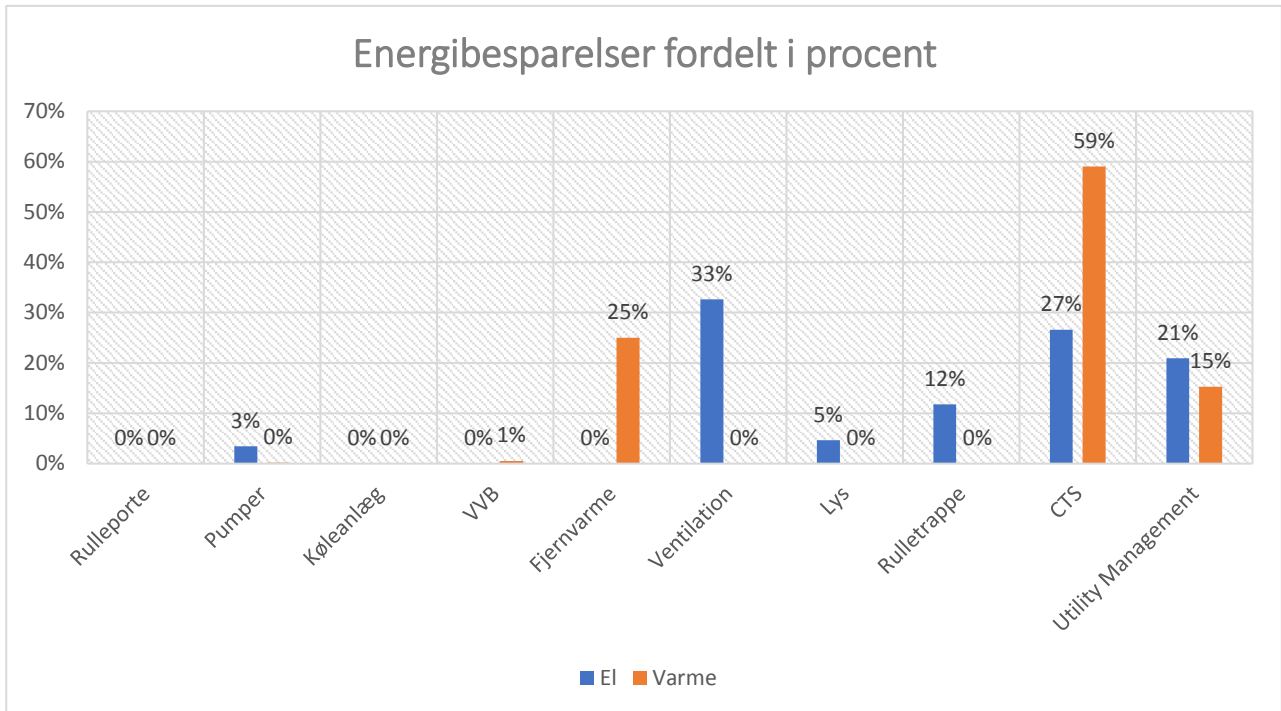
Figur 1, Forbrug, før og efter energirenovering (egen udarbejdelse)

Tabel 3 viser besparelserne ved de enkelte tiltag. Det gælder energibesparelser og økonomiske besparelser. Det ses at besparelserne ved Ventilation, Utility Management og udskiftning af CTS-anlægget udgør en stor del af den samlede besparelse.

Energiltag	kWh/år (EI)	Kr./år (EI)	kWh/år (Varme)	Kr./år (Varme)
Rulleporte	-	-	-	-
Pumper	52.719	42.175	4.576	2.517
Køleanlæg				
VVB	0	0	13.157	7.236
Fjernvarme	0	0	622.000	342.100
Ventilation	504.680	403.744	0	0
Lys	71.795	57.436	0	0
Rulletrapper	181.913	145.530	0	0
CTS	411.094	328.875	1.467.900	807.345
Utility Management	323.000	258.400	380.000	209.000
I alt	1.545.200,8	1.236.159,8	2.487.633	1.368.198

Tabel 3, Besparelser, både energibesparelser og økonomiske besparelser ved de enkelte energiltag (egen udarbejdelse)

Figur 2 viser hvor stor en andel i procent, de enkelte energiltag har i den samlede besparelse af både el og varme.



Figur 2, Energibesparelserne i procentvis fordeling (egen udarbejdelse)

Interessenter og organisation

For at få et overblik over interessenter og deres motivationsfaktorer i energireoveringsprojektet, udarbejdes en interessentanalyse sammen med et projektorganisationsdiagram.

Interessenter

Bygherre er Danica ejendomme ApS som ejer Lyngby Storcenter. De har efterspurgt information omkring energibesparelspotentialer i LSC.

DEAS A/S, som står for driften af LSC, skal stå for dataindsamlingen og projektledelsen. Det kommer til at foregå i et samarbejde med DEAS A/S' Energi- og indeklimateam og Driftsafdelingen samt Siemens som vil udarbejde en rapport over mulige energibesparelspotentialer. Efter at have modtaget rapporten og vurderet potentialerne vil DEAS A/S sætte det samlede projekt i udbud. Kemp & Lauritzen A/S vinder udbuddet og vil anvende underentreprenører til udførelsen af flere dele af projektet. Lejere og butikspersonale vil blive påvirket bl.a. i form af ændringer i husleje og bedre indeklimateam.

Følgende interessenter vil i større eller mindre grad blive påvirket af en energireovering (se Figur 3):

- Danica Ejendomme ApS, DEAS A/S, Kemp & Lauritzen A/S (inkl. underentreprenører), lejere, butikspersonale og kunder.



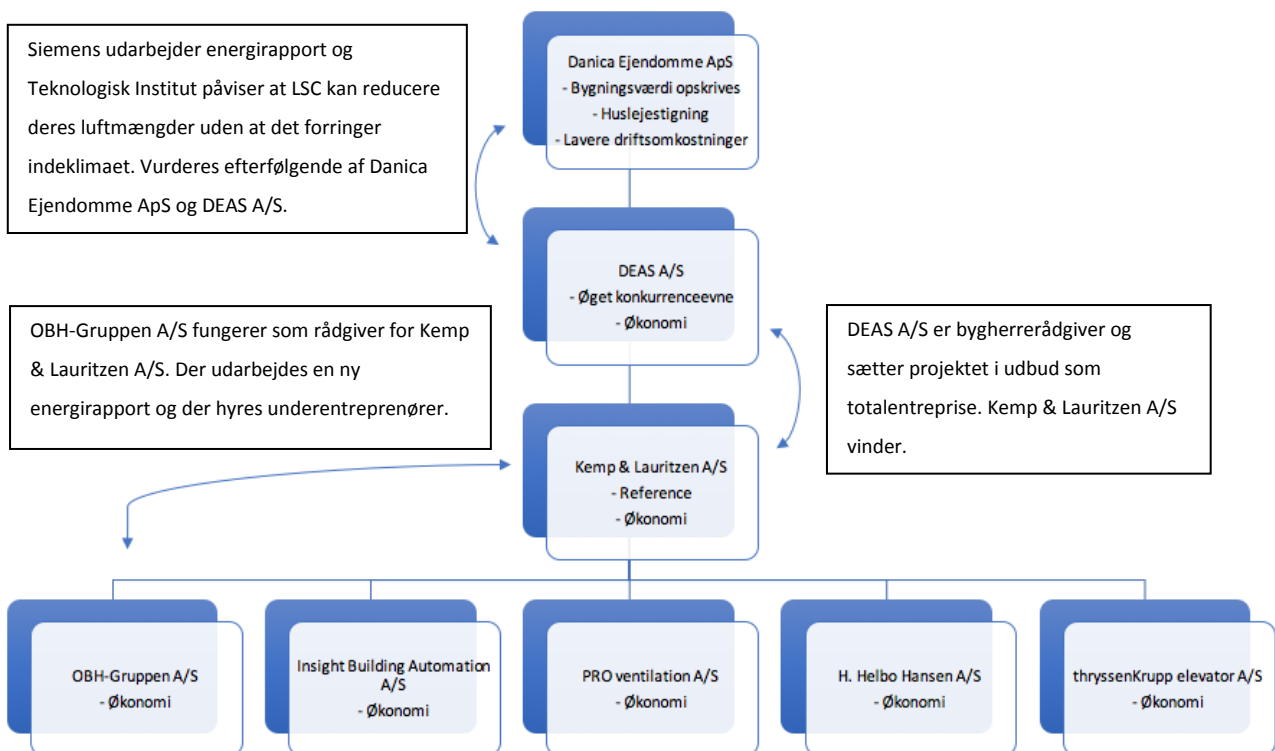
Figur 3, Interessentmodel

Motivationsfaktorer

Danica ejendomme ApS er interesseret i at optimere den tekniske drift og forbedre indeklimaet for at opskrive bygningens værdi, hæve indtjeningen i form af højere husleje og for at sænke driftsomkostningerne.

DEAS A/S fungerer som bygherrerådgiver og projektleder og motiveres bl.a. ved den øgede konkurrenceevne og at stå stærkere på markedet sammenlignet med andre store ejendomsadministratorer.

Kemp & Lauritzen A/S vinder totalentreprisen og vil tjene på de forventede energibesparelser i form af et honorar pr. sparet enhed. Dvs. at Kemp & Lauritzen A/S tager 1,013 kr. pr. sparet kWh el og varme og 60,782 kr. pr. sparet m³ vand over en periode på ét år. Derudover antages det at Kemp & Lauritzen A/S tillægger en procentdel i underentreprenørernes tilbud til egen fortjeneste. Underentreprenørerne har fremlagt tilbud og deri ligger deres fortjeneste og motivation.



Figur 4, Projektorganisationsdiagram med motivationsfaktorer

Redegørelse for energitiltag

Alle energitiltag vil i de følgende afsnit blive gennemgået. Dermed skabes der et overblik over beregningerne og rationalet for energibesparelserne.

Energirigtigt udstyr

Tiltag 1.3 – Rulleporte i p-kældre

Jævnfør Driftsafdelingen er projektet omkring opsætning af rulleporte i P-kældre blevet sløjft inden for nyere tid.

Der vil dog blive redegjort for tiltaget alligevel.

Forudsætninger			
Pris varme	0,55	kr./kWh Ngas	
U-værdi betondæk	1,84	W/(m ² *K)	(500mm armeret beton)
Areal	20000	m ²	
Opvarmningssæson	5448	timer	
Temp. Diff. før	8	C	20C - 12C
Temp. Diff. efter	7	C	20C - 13C

Tabel 4, Uddrag fra excel-ark "Tiltag 1.3, Beregning rulleporte i p-kælder"

Der er ingen porte ved nedkørslerne til parkeringskælderen i LSC. Det betyder, fra et energimæssigt synspunkt, at der er et varmetab fra bygningen og ned til parkeringskælderen som kan reduceres ved at installere rulleporte. Rulleportene vil begrænse varmetabet ved at lukke blottede åbninger når der ikke kører biler ind og ud af parkeringskælderen. Formålet er at virke isolerende og ved at begrænse den naturlige ventilation som transporterer varmen væk fra parkeringskælderen. Totalentreprenøren har beregnet følgende energibesparelse ud fra en simpel varmetransmissionsberegning med forudsætningerne fra Tabel 4:

$$\Delta E_{varme} = U \cdot A \cdot \Delta t \cdot h = 1,84 W / (m^2 \cdot K) \cdot 20.000 m^2 \cdot (8 - 7) ^\circ C \cdot 5.448 \text{ timer} / \text{år} = 200.486 kWh / \text{år}$$

$$\begin{aligned} \text{Økonomisk besparelse, varme} &= \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 200.486 kWh / \text{år} \cdot 0,55 \text{ Kr.} / kWh \\ &= 110.267 \text{ Kr.} / \text{år} \end{aligned}$$

Tiltag 1.5, Udskiftning af pumper

Der er optalt 52 cirkulationspumper i LSC og beregnet energibesparelser ved udskiftning til nye pumper samt isolering af pumperne. Energibesparelserne gør sig gældende ved mindre elforbrug og mindre varmetab. Med et beregningseksempel redegøres der for, hvordan der er beregnet energibesparelser på én ud af de 52 pumper med totalentreprenørens tilgængelige data. I totalentreprenørens beregningsdokumentation er der anvendt driftstider, isoleringsstatus, varmetabskoefficienter, Grundfos' udskiftningstabel og viden fra Den lille blå om varme/Håndbog for Energikonsulenter. Yderligere har totalentreprenøren antaget, at ved at udskifte de eksisterende pumper til nye og efterfølgende isolere pumperne, vil varmetabet reduceres med 60 %. Med udgangspunkt i udskiftning af pumpen Smedegaard Vario 6-150-4 til en Grundfos Magna3 65-80 F er følgende forudsætninger stillet op (se Tabel 5):

Forudsætninger		
Timer/år	8760	Timer
Driftstimer (Varmesæson 15 september - 15 maj)	5760	timer
Elpris kr./kWh	kr. 0,80	kr.
Varmepris kr./kWh	kr. 0,55	kr.
Pumpedata		
Driftstimer	5760	timer
Isolering på eksisterende pumpe	Uisoleret	
Varmetab pr. m.	30	W/m
Varmetab ¹	60	W
Grundfos' elbesparelse ved 8760 timer	3.985	kWh/år
Varmetabsreduceringsprocent	60	%

Tabel 5, Uddrag fra excel-ark "Tiltag 1.5, Udskiftning af pumper" med modificeringer.

Figur 5, se næste side, viser Grundfos' udskiftningstabel ved udskiftning af Smedegaard-pumpen til Grundfos-pumpen. Den eksisterende pumpe er ikke i drift 8760 timer om året og det er derfor nødvendigt at lave en forholdsregning, så energibesparelsen tilpasses den forventede driftstid, som er sat til 5760 timer om året. Se næste side for forholdsregning på elforbruget til pumpen.

¹ En pumpe udgør, ved varmetabsberegninger, ækvivalenten af to meter rør, dermed $30\text{W/m} * 2\text{m} = 60\text{W}$. Den lille blå om varme, afsnit 11.1, s. 152-154.

Nuværende Smedegaard-pumpe

Elektronisk regulerede Grundfos-pumper

Type	Bygge- mål [mm]	Tilslutning	Indst. [trin]	Forbrug [trin]	Q [m ³ /h]	H [mvs]	Årsfor- brug [kwh]	Ny pumpe	Bygge- mål [mm]	Tilslutning	Vvs-nr.	Årsfor- brug [kwh]	Samlet bes- parelse [kwh/år]
EV 6-150-4	370	DN 65	1	400	12	4	3.504	MAGNA3 65-60 F	340	DN 65	38 0954.606	902	2.602
EV 6-150-4	370	DN 65	2	525	15	4	4.599	MAGNA3 65-60 F	340	DN 65	38 0954.606	998	3.601
EV 6-150-4	370	DN 65	3	575	18	4.5	5.037	MAGNA3 65-60 F	340	DN 65	38 0954.606	1.247	3.790
EV 6-150-4	370	DN 65	4	625	20	5	5.475	MAGNA3 65-80 F	340	DN 65	38 0954.608	1.490	3.985
EV 6-160-4	370	DN 65	1	270-530	16	2.5	3.504	MAGNA3 65-60 F	340	DN 65	38 0954.606	635	2.869

Figur 5, Uddrag fra Grundfos' udskiftningstabel.

Med data fra Tabel 5 er energibesparelsesberegningen foretaget på den ene pumpe:

$$\Delta E_{el} = \frac{\text{Grundfos' besparelse}}{h/\text{år}} \cdot h = \frac{3.985 \text{ kWh/år}}{8760 \text{ timer/år}} \cdot 5760 \text{ timer/år} = 2.620 \text{ kWh/år}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, el} = \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 2.620 \text{ kWh/år} \cdot 0,8 \text{ kr./kWh} = 2.096 \text{ kr./år}$$

Som nævnt har totalentreprenøren forudsat at varmetabet vil falde til 40 % af varmetabet ved de eksisterende pumper, altså en difference på 60 %. Det ser dog ud til at totalentreprenøren har beregnet varmebesparelsen som 40 % af varmetabet i stedet for differencen i mellem det eksisterende og fremtidige varmetab som er 60 %. Derfor ganges der med 0,4 under energibesparelserne for varmetab på pumpen:

$$\begin{aligned} \Delta E_{varme} &= \text{Varmetab} \cdot \text{driftstimer} \cdot \text{varmetabsreduceringsprocent} \\ &= 60 \text{ W} \cdot 5760 \text{ timer/år} \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 138,24 \text{ kWh/år} \end{aligned}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, varme} = \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 138,24 \text{ kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./kWh} = 76 \text{ Kr./år}$$

Den samlede besparelse for pumpeudskiftning er fra totalentreprenøren beregnet til²:

$$\text{Samlet økonomiske besparelse, el} = \Sigma \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 52.719 \text{ kWh/år} \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 42.175 \text{ Kr./år}$$

$$\begin{aligned} \text{Samlet økonomiske besparelse, varme} &= \Sigma \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 4.576 \text{ kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./kWh} \\ &= 2.517 \text{ Kr./år} \end{aligned}$$

$$\text{Samlet økonomiske besparelse} = 44.692 \text{ Kr./år}$$

² De samlede energi- og økonomibesparelser ses i tabel 3, og er uddrag fra et længere excel-ark. Forfatteren er bekendt med disse ark.

Tiltag 1.7, Udskiftning af varmtvandsbeholdere

Der er optalt 7 VVB i LSC og beregnet energibesparelser ved udskiftning af 5 gamle VVB'ere til nye, og en VVB til en gennemstrømningsveksler. Energibesparelserne gør sig gældende ved mindre varmetab. Ved energioptimering på varmtvandsbeholdere, bør det bl.a. undersøges om varmetabet fra beholderen til omgivelserne kan reduceres med bedre isolering og/eller ved at reducere overfladearealet af varmtvandsbeholderen, fx ved udskiftning til en mindre varmtvandsbeholder. Det blev vurderet i Siemens-rapporten, at varmtvandsforbruget i LSC var mindre end hvad de tidligere beholdere var dimensioneret efter. I Tabel 6 og Tabel 7 ses anvendte data for en af de eksisterende varmtvandsbeholdere.

Driftstid	8760	timer
Temp. Diff.	32 (52 – 20)	grader
Gaspris	0,55	kr./kWh
Varmetab _{2500ltr}	10,2	W/K
Varmetab _{850ltr}	4	W/K

Tabel 6, Taget fra Excel-ark "Tiltag 1.7, Udskiftning af varmtvandsbeholdere", udarbejdet af Kemp & Lauritzen A/S

Rum	VVB	Størrelse [L]	Fabrikant	Årgang	Type	Varmetab/driftstab [W/K] 50mm iso. Hht. Håndbogen til energikonsulenter	Nuværende Forbrug (kWh/år)
20.02	1	2500	Reci	1972	GEK225	10,2	2859,3

Tabel 7, Taget fra Excel-ark "Tiltag 1.7, Udskiftning af varmtvandsbeholdere", udarbejdet af Kemp & Lauritzen A/S

I Tabel 7 fremgår varmetabskoefficienten i W/K, hvilket udgør ækvivalenten af varmtvandsbeholderens overfladeareal og varmetransmissionsværdi. Denne værdi kan man enten beregne selv eller finde som nøgletal i "Den lille blå om varme" eller "Håndbog for Energikonsulenter". På Figur 6 vises tabs-nøgletallet for en 2500 liter varmtvandsbeholder med 50 mm isolering. Det samme nøgletal er anvendt i Tabel 7.

Beholder Volumen	Tab i W/K				
	0 mm	30 mm	30 mm PUR	50 mm PUR	100 mm
50 l	6,1	1,2	1	0,9	0,8
100 l	9,7	1,8	1,5	1,3	1,2
150 l	12,4	2,2	1,9	1,6	1,5
200 l	14,8	2,6	2,3	1,9	1,7
300 l	20	3,5	3	2,5	2,2
500 l	27,4	4,7	4	3,3	2,9
750 l	35,3	6	5,1	4,1	3,7
1.000 l	42,1	7,1	6,1	4,9	4,3
1.500 l	54,3	9	7,7	6,2	5,4
2.000 l	65,6	10,8	9,2	7,3	6,4
2.500 l	73,1	12	10,2	8,1	7,1
3.000 l	82,6	13,5	11,5	9,1	7,9
5.000 l	112,6	17,5	14,7	11,4	9,7
10.000 l	181,8	28,7	24,2	18,9	16,2

Figur 6, Tabs-nøgletal (Den lille blå om varme, s. 155)

Følgende er et beregningseksempel på energibesparelsen ved udskiftning af én 2500 liter VVB til én 850 liter VVB. I excel-arket "Tiltag 1.7, Udskiftning af varmtvandsbeholdere" fremgår det at totalentreprenøren yderligere påligger en energibesparelse på 500 kWh varme årligt, hvorfor der citeres fra dokumentet Lyngby Storcenter – Energoptimering, VVS og ventilation.pdf: "Grundet bedre regulering, mindre vandmængde og bedre afkøling, er der tillagt en yderligere besparelse på 500 kWh årligt på udskiftning".

$$\Delta E_{varme} = (h \cdot \Delta t \cdot (\text{varmetab}_{2500\text{ltr}} - \text{varmetab}_{850\text{ltr}})) + 500\text{kWh}$$
$$= 8760 \text{ timer} \cdot 32^\circ\text{C} \cdot (10,2 - 4)\text{W/K} = 2.238\text{kWh/år}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, varme} = \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 2.238\text{kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./år} = 1231 \text{ Kr./år}$$

Den samlede besparelse for udskiftning af varmtvandsbeholdere er fra totalentreprenøren beregnet til:

$$\text{Samlet økonomisk besparelse} = \Sigma \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 13.157\text{kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./kWh}$$
$$= 7.237 \text{ Kr./år}$$

Tiltag 1.8 Fjernvarmekonvertering

I LSC er der 3 naturgasbrændere. Der er beregnet energi- og økonomibesparelser ved udskiftning til fjernvarme. Ved dette tiltag er der regnet 2 økonomiske besparelser.

Besparelse 1: Reducering af varmetab fra 15 % til 0 %, da der ved en fjernvarmeveksler antages 100 % virkningsgrad. I Siemens-rapporten er der anvendt en årsvirkningsgrad for gaskedlerne på 85 %, som ifølge Siemens er antaget af Vestegnens Forbrænding.

Besparelse 2: Den lavere pris på fjernvarmeenergien i forhold til naturgasprisen.

Kemp & Lauritzen A/S har beregnet besparelserne som fremgår i Tabel 8.

Specifikation af fjernvarmebesparelse		
Ngas-pris (<i>før</i>)	550	Kr./MWh
Fjernvarmepris (<i>efter</i>)	483	Kr./MWh
Besparelse (<i>Forhøjet virk.grad</i>)	622	MWh
Øko. besparelse (<i>Forhøjet virk.grad</i>)	300.426	Kr./år
Forbrug 2014	7.605	MWh
Øko. besparelse	509.535	Kr./år
Samlet besparelse	809.961	Kr./år

Tabel 8, Uddrag fra Referat Projektgruppemøde nr. 18.pdf (med modificeringer)

Det fremgår ikke i Kemp & Lauritzen A/S' rapport, hvordan besparelsen på 622 MWh er beregnet. Men det antages at det er et resultat af den forhøjede virkningsgrad. Den økonomiske besparelse ved den forhøjede virkningsgrad, beregnes af Kemp & Lauritzen A/S til at være 300.426 kr./år.

Derudover beregnes den økonomiske besparelse ved den lavere pris til fjernvarmeenergien til at være 509.535 kr./år.

Tiltag 1.9, Udskiftning af ventilation

I LSC er der optalt 62 ventilatorer, fordelt på ventilations- og udsugningsanlæg. I beregningsdokumentationen fremgår det ikke tydeligt, om der er målt tryk og volumenstrømme. I samme beregningsdokumentation er der dog indikationer på, at der har været kommunikation imellem Ebmpabst Denmark ApS og Kemp & Lauritzen A/S, som gør at det har været muligt at beregne energibesparelser. I beregningsdokumentationen er der kommenteret på høje virkningsgrader og enkelte steder mangel på luft- og trykmålinger. Ved optimering af en ventilator skal tryk, flowmængder, effektoptag og dimensioner på anlægget kendes. I Tabel 9 ses data registreret for et af de større ventilationsanlæg, VE101.

	VE101A	VE101B	VE101A+B	
Registreret data	Indblæsning	Indblæsning	Udsugning	
Effekt	16,4	16,4	16,8	kW
Trækkemetode	Rem	Rem	Rem	
Dagdrift	08.00 – 19.00	08.00 – 19.00	08.00 – 19.00	
Weekenddrift	08.00 – 19.00	08.00 – 19.00	08.00 – 19.00	
Hverdage driftstid	11	11	11	Timer
Weekend driftstid	9	9	9	Timer
Antal uger (uden helligdage)	50	50	50	Uger
Total driftstid	3650	3650	3650	Timer
Luftmængde	37,116	17,28	49,959	m ³
Tryktab	-	-	-	Pa
Type veksler	Væskekoblet	Væskekoblet	Væskekoblet	
Genvinding i % (skønnet)	40	40	40	%
Dybde	2000	2000	1600	mm
Bredde	1700	1700	1800	mm
Højde	1900	1900	1600	mm
Nye ventilatorer				
Ventilatorstype	K3G500-PA23-71	K3G500-PA23-71	K3G560-PC04-014	Model
Antal	4	4	4	stk.
Effekt ny ventilator	10,904	8,12	8,12	kW

Tabel 9. Uddrag fra "Tiltag 1.9, Udskiftning af ventilation" med modifikationer.

Driftstiderne i ovenstående tabel giver anledning til en lille undren, idet weekenddrift fra kl. 08:00-19:00 ikke stemmer overens med weekenddrift på 9 timer. Derudover må det formodes at de nævnte luftmængder er i tusinder. Der regnes med en total driftstid på 3650 timer/år.

Følgende er beregninger over ventilatorerne på anlæg VE101.

$$\begin{aligned}\Delta E_{el-VE101A} &= E_{gammel-ventilator} - E_{ny-ventilator} \\ &= (P_{gammel-ventilator} \cdot total\ driftstid) - (P_{ny-ventilator} \cdot total\ driftstid) \\ &= (16,4kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) - (10,904kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) = 20.060kWh/\text{år}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Økonomisk besparelse, } el_{VE101A} &= \Delta E_{el-VE101A} \cdot Pris_{el} = 20.060kWh/\text{år} \cdot 0,8\ Kr./kWh \\ &= 16.048\ Kr./\text{år}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta E_{el-VE101B} &= E_{gammel-ventilator} - E_{ny-ventilator} \\ &= (P_{gammel-ventilator} \cdot total\ driftstid) - (P_{ny-ventilator} \cdot total\ driftstid) \\ &= (16,4kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) - (8,12kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) = 30.222kWh/\text{år}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Økonomisk besparelse, } el_{VE101B} &= \Delta E_{el-VE101B} \cdot Pris_{el} = 30.222kWh/\text{år} \cdot 0,8\ Kr./kWh \\ &= 24.178\ Kr./\text{år}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta E_{el-VE101A+B} &= E_{gammel-ventilator} - E_{ny-ventilator} \\ &= (P_{gammel-ventilator} \cdot total\ driftstid) - (P_{ny-ventilator} \cdot total\ driftstid) \\ &= (16,8kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) - (8,12kW \cdot 3650\ timer/\text{år}) = 31.682kWh/\text{år}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Økonomisk besparelse, } el_{VE101A+B} &= \Delta E_{el-VE101A+B} \cdot Pris_{el} = 31.682kWh/\text{år} \cdot 0,8\ Kr./kWh \\ &= 25.346\ Kr./\text{år}\end{aligned}$$

Den samlede besparelse for udskiftning af ventilatorer er fra totalentreprenøren beregnet til:

$$\begin{aligned}\text{Samlet økonomisk besparelse, } el &= \Sigma \Delta E_{el} \cdot Pris_{el} = 504.680kWh/\text{år} \cdot 0,8\ Kr./kWh \\ &= 403.744\ Kr./\text{år}\end{aligned}$$

Tiltag 1.10, Udskiftning af belysning i fællesarealer

Der udskiftes 627 ældre og forskellige typer af lysarmaturer til LED-armaturer. I Tabel 10 ses anvendte driftstider til beregning af energibesparelserne på belysningen.

Elpris	0,80	kr.
Driftstid center	4000	Timer
Driftstid udv.	4300	Timer
Driftstid Hotel	8760	Timer

Tabel 10, Uddrag fra "Tiltag 1.10, Belysning"

Følgende er et beregningseksempel for energibesparelsen ved udskiftning af én type af armaturer:

Antal	Armatur nu	Effekt	Armatur efter	effekt
63	70 W metalhalogen	82	A-LED Gismo	30

Tabel 11, Uddrag fra "Tiltag 1.10, Belysning"

$$\begin{aligned}\Delta E_{el} &= E_{\text{metalhalogen}} - E_{LED} = (P_{\text{metalhalogen}} - P_{LED}) \cdot \text{antal} \cdot \text{driftstid udv.} \\ &= (82 - 30)W \cdot 63 \text{ stk.} \cdot 4.300 \text{ timer/år} = 14.086kWh/\text{år}\end{aligned}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, el} = \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 14.086kWh/\text{år} \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 11.269 \text{ Kr./år}$$

Den samlede besparelse for udskiftning af belysning er fra totalentreprenøren beregnet til:

$$\text{Samlet økonomisk besparelse, el} = \Sigma \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 71.795kWh/\text{år} \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 57.436 \text{ Kr./år}$$

Tiltag 1.11, Frekvensstyrede rulletrapper

Der findes 21 stk. rulletrapper i LSC, som kører konstant fra kl. 09:00-20:00. Der er foretaget beregninger på at indsætte frekvensstyring foran rulletrapperne, således at der vil foregå en reducere af tomgangsenergiforbruget till 10 % af det nuværende tomgangsenergiforbrug i 1/3 af totaldriftstiden. Tabel 12 viser indsamlede data.

Elpris	0,80	kr.	
Antal rulletrapper	21,0	stk.	
Effekt tomgang	7,5	kW	
Driftstid	3850	kl. 09.00 - kl. 20.00	
Reduceret drift	1283,33	timer	1/3 af nuværende driftstid
Reduceret effekt	0,75	kW	90% neddrosling 1/3 af tiden

Tabel 12, Uddrag fra "Tiltag 1.11, Frekvensstyrede rulletrapper"

Først beregnes det nuværende tomgangsenergiforbrug $E_{0_{1/1}}$. Derefter beregnes tomgangsenergiforbruget $E_{0_{2/3}}$ ved den nye driftstid svarende til 2/3 af den nuværende driftstid. Dernæst beregnes det neddroslede tomgangsenergiforbrug $E_{0_{1/3, reduceret}}$ i 1/3 af den nuværende driftstid. Til sidst beregnes det besparede energiforbrug ΔE_{el} og den deraf økonomiske besparelse. Beregningerne er foretaget af Kemp & Lauritzen A/S.

$$E_{0_{1/1}} = P_0 \cdot driftstid \cdot antal = 7,5kW \cdot 3.850 \text{ timer/år} \cdot 21stk = 606.375kWh/år$$

$$E_{0_{2/3}} = P_0 \cdot ny \text{ driftstid} \cdot antal = 7,5kW \cdot (3.850 - 1.283,33) \text{ timer/år} \cdot 21stk = 404.250kWh/år$$

$$E_{0_{1/3, reduceret}} = P_{0_{hastighedsreduceret}} \cdot reduceret \text{ driftstid} \cdot antal = 0,75kW \cdot 1.283 \text{ timer/år} \cdot 21stk \\ = 20.212kWh/år$$

$$\Delta E_{el} = E_{0_{100\%}} - E_{0_{66\%}} - E_{0_{33\%}} = 606.375kWh/år - 404.250kWh/år - 20.212kWh/år \\ = 181.913kWh/år$$

$$\text{Økonomisk besparelse, el} = \Delta E_{el} \cdot Pris_{el} = 181.913kWh/år \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 145.530 \text{ Kr./år}$$

Energirigtig drift

Tiltag 1.14, Udskiftning af nuværende CTS

Bygningen har indtil energirenoeringen, været udstyret med et Honeywell CTS-anlæg af ældre dato. Af Siemens-rapporten fremgår det, at det er vanskeligt at skaffe reservedele til CTS-anlægget og at det har svært ved at opdatere tidsprogrammerne og er begyndt at køre ustabil. Siemens vurderer at CTS-anlægget har opbrugt sin levetid. Det oplyses i rapporten, at også Teknologisk Institut påpeger et potentiale ved udskiftning af CTS-anlægget. Teknologisk Instituts vurdering er dannet på baggrund af en separat indeklimarapport for LSC, foretaget af Teknologisk Institut selv.

Kemp & Lauritzen A/S har efterfølgende vurderet energibesparelser ved udskiftning af CTS-anlægget, på baggrund af en indeklimastrategi udarbejdet af Teknologisk Institut og DEAS A/S. Indeklimastrategien behandler emner som reducere luftmængder i centeret, natkøling, naturlig ventilation med åbning af ovenlysvinduer og et glidende sætpunkt om sommeren som tillader stigende temperaturer i løbet af dagen.

Tabel 13 viser indsamlede data og vurderede besparelser i %.

Pris varme	kr. 0,55	kr./kWh Ngas
Pris el	kr. 0,80	kr./kWh
Eksisterende varmeforbrug	8155,0	MWh
Eksisterende elforbrug	4110,9	MWh
Vurderet besparelse varme	18,0	%
Vurderet besparelse el	10,0	%

Tabel 13, Uddrag fra "Tiltag 1.14, Udskiftning af nuværende CTS-anlæg"

Nedenstående beregninger er udført af Kemp & Lauritzen A/S.

$$\Delta E_{el} = E_{el_{før}} \cdot \Delta E_{el\%} = 4.110.900 \text{ kWh/år} \cdot 10 \% = 411.090 \text{ kWh/år}$$

$$\Delta E_{varme} = E_{varme_{før}} \cdot \Delta E_{varme\%} = 8.155.000 \text{ kWh/år} \cdot 18 \% = 1.467.900 \text{ kWh/år}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, el} = \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 411.090 \text{ kWh/år} \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 328.872 \text{ Kr./år}$$

$$\begin{aligned} \text{Økonomisk besparelse, varme} &= \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 1.467.900 \text{ kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./kWh} \\ &= 807.345 \text{ Kr./år} \end{aligned}$$

Tiltag 1.15, Utility Management

Siemens har i samarbejde med DEAS A/S vurderet, at der ved implementering af Utility Management, kan opnås 5 % energibesparelser på den baseline der er for el og varme. I Siemens-rapporten er baselinen for el 6.463.405 kWh/år og for varme 7.605.092 kWh/år. Siemens nævner at der skal etableres et struktureret energiledelsessystem og gennemføres uddannelse af driftspersonel i energirigtig drift af tekniske installationer. Siemens har med DEAS A/S vurderet de 5 % i energibesparelse på grundlag af at Siemens hjælper til i starten, dels via et grundlæggende uddannelsesforløb i deres 'ESCO Akademi', og dels ved opsættelse af mål for energiledelsesprogrammet og tilvejebringelse af grundlæggende målerdata.

Kemp & Lauritzen A/S har anvendt Siemens energibesparelser i deres egne beregninger.

$$\Delta E_{el} = E_{el_{siemensrapport}} \cdot \text{vurderet besparelserprocent} = 6.463.405 \text{ kWh/år} \cdot 5\% = 323.170 \text{ kWh/år}$$

$$\begin{aligned} \Delta E_{varme} &= E_{varme_{siemensrapport}} \cdot \text{vurderet besparelserprocent} = 7.605.092 \text{ kWh/år} \cdot 5\% \\ &= 380.255 \text{ kWh/år} \end{aligned}$$

$$\text{Økonomisk besparelse, el} = \Delta E_{el} \cdot \text{Pris}_{el} = 323.170 \text{ kWh/år} \cdot 0,8 \text{ Kr./kWh} = 258.536 \text{ Kr./år}$$

$$\begin{aligned} \text{Økonomisk besparelse, varme} &= \Delta E_{varme} \cdot \text{Pris}_{varme} = 380.255 \text{ kWh/år} \cdot 0,55 \text{ Kr./kWh} \\ &= 209.140 \text{ Kr./år} \end{aligned}$$

Refleksioner og vurderinger

Der vurderes på data, men ikke på dataindsamlingen.

I dette afsnit vil der blive reflekteret over de data og beregninger som er foretaget af Kemp & Lauritzen A/S samt den proces der har været omkring involvering af driftspersonalet. For at vurdere på de menneskelige faktorer vil der kort blive gjort brug af bogen: Organisationsteori³. Refleksionerne påpeger ikke validiteten af den indsamlede data. Refleksionerne skal give stof til eftertanke for efterfølgende energirenoveringsprocesser. Dag 0 for den fremtidige energibaseline er lagt i slutningen af år 2017. Derfor kan der ikke evalueres på resultaterne af energimålene. Kemp & Lauritzen A/S skal først afslutte og aflevere energiprojektet og derefter følge udviklingen af energiforbruget.

Kemp & Lauritzen A/S præsenterer sig som en stærk teknisk virksomhed med spidskompetencer inden for samtlige tekniske fagområder til, eksempelvis, at stå for en omfattende energirenovering. De tekniske 1:1 udskiftninger udgør mindre end halvdelen af de samlede forventede besparelser. I de mindre økonomiske tiltag er der anvendt data fra "Håndbog for energikonsulenter", og i de større økonomiske tiltag er der anvendt vurderinger og antagelser. Ved beregning på udskiftning af el-motorer og ventilatorer, er der ingen tilgængelige data til beregning af besparelser. Det vurderes derfor, at detaljeringsgraden er sat lavt.

I Kemp & Lauritzen A/S beregningsark er der anvendt energital, som ikke er helt i overensstemmelse med dem der er angivet i figur 1, som er projektets baseline. I forbindelse med evaluering af projektet ville det have været belejligt med en mere detaljeret beskrivelse af baggrunden for disse tal.

Der kan endvidere reflekteres over, hvorfor den anvendte data eller vurdering til udskiftning af CTS og implementering af Utility Management ikke er belyst bedre. Større energirenoveringer vil altid være komplekse og med en vis usikkerhed når der analyseres på behovs- & personstyret tekniske anlæg. Alt afhængig af detaljeringsgraden (simpelt eller detaljeret) på de indsamlede data vil usikkerheden være derefter. Figur 7 illustrerer en model for spændet på størrelsen af usikkerheden ved deres detaljeringsgrader.

Den resterende besparelse, som ikke udføres direkte ved teknikken, men nærmere driften af teknikken, skal hentes på optimal drift og styring af et nyt CTS-anlæg samt uddannelse og energistyring via Utility Management koncept, som udover 10 tavlemøder med Kemp & Lauritzen, fremadrettet vil være driftspersonalets egen opgave at håndtere. Af ovenstående kan der reflekteres over hvorfor bør man involvere driftspersonalet? Svaret er: For at øge motivationen og interessen i et energiprojekt. Det er

³ Organisation, 5. Udgave, TROJKA

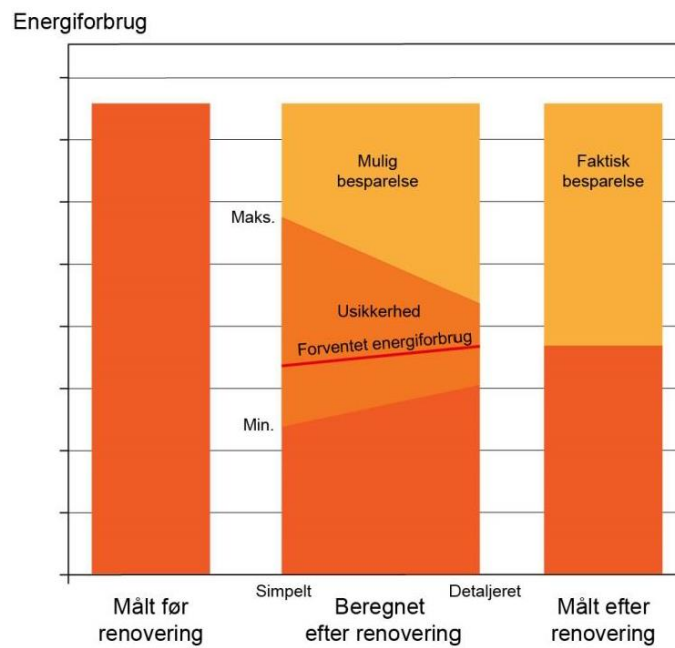
driften der skal hente en stor andel af energibesparelserne og sørge for at energiforbruget ikke stiger unødvendigt. Det vurderes at driftspersonalet ikke er blevet involveret og oplyst tilstrækkeligt, hvilket har resulteret i at den interne modstand til projektet øges og interessen i projektet falder. Dette afspejles i energiresultaterne og konfliktniveauet. Der kan derfor reflekteres over vigtigheden af at ledelsen i forbindelse med energirenoveringer har tilstrækkelig fokus på forandringsledelse og –strategier.

I forbindelse med egne erfaringer og oplevelser af processen, kan den anvendte strategi tolkes som en ekspertstrategi, der ikke har inddraget den viden som driftspersonalet har. Der kan reflekteres over, om der bør anvendes en alternativ eller kombineret strategi. Nedenstående er citater om ekspert- og deltagelsesstrategi jf. organisationsteorien.

*”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.*

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 7, Teoretisk model der viser spændet i mellem usikkerheden ved energiberegninger og detaljeringsgraderne⁴

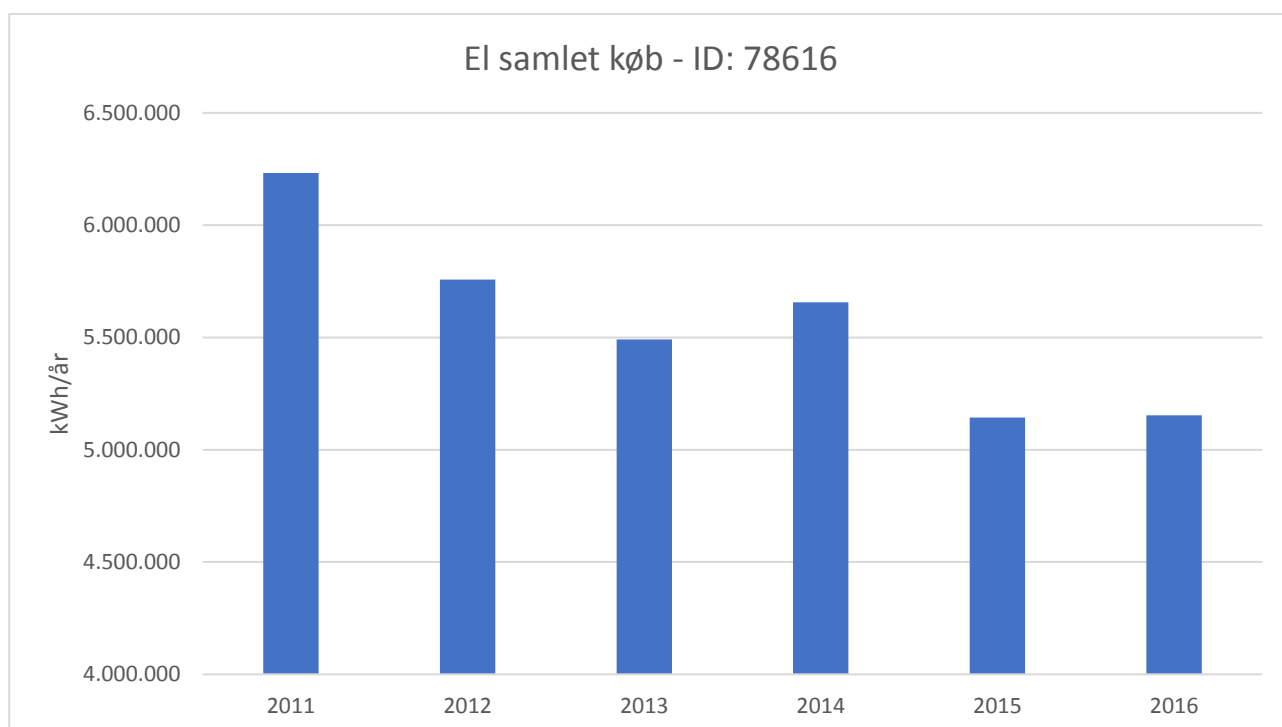
⁴ Figur 1, Branchevejledning for energiberegninger_samlet.pdf

Bilag 1: Målt elforbrug, måler 1, 2011-2016

Målerid: 78616 (El samlet køb)

År	kWh/år	kWh/år/m ²
2011	6.231.718	56,65
2012	5.757.174	52,33
2013	5.491.606	49,9
2014	5.657.195	51,4
2015	5.143.623	46,76
2016	5.152.865	46,85
Min	5.143.623	46,76
Max	6.231.718	56,65
Middel	5.572.363	50,65

Tabel 14, Aflæsning på målerid: 78616 (El samlet køb), minenergi.dk



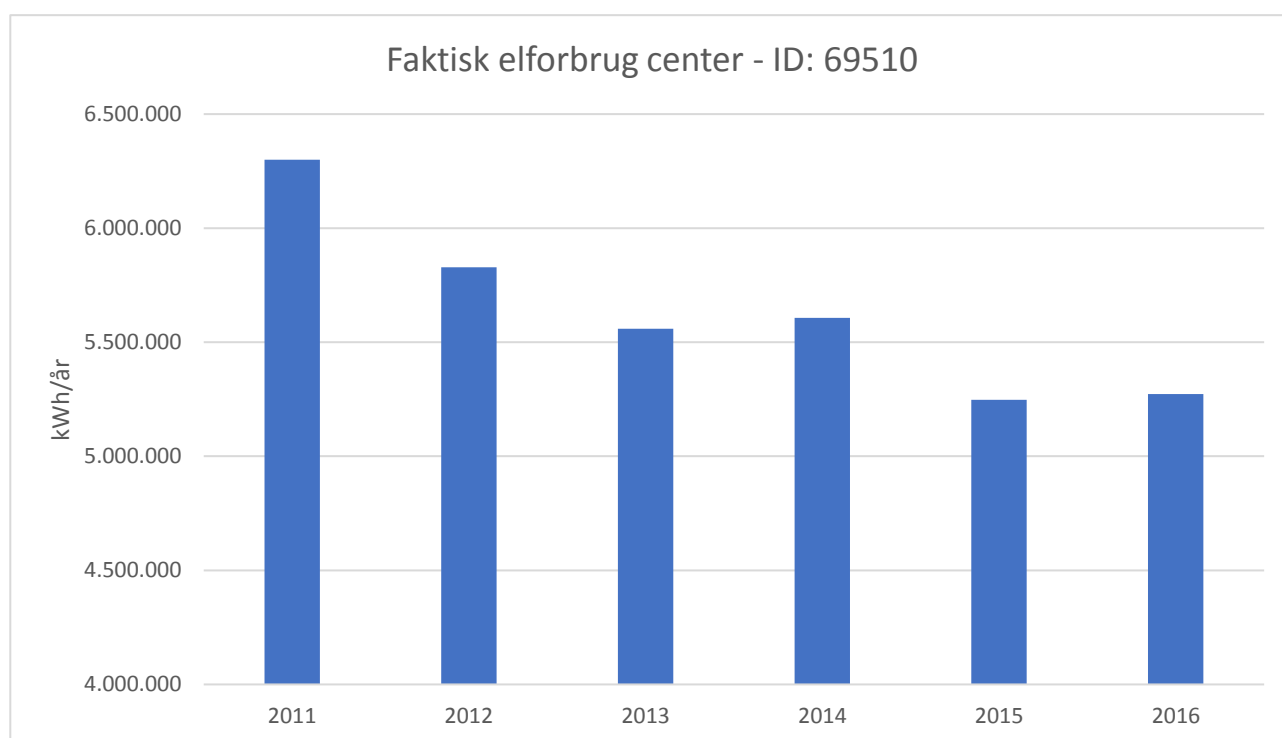
Figur 8, Forbrugsdiagram (egen udarbejdelse med tal fra minenergi.dk)

Bilag 2: Målt elforbrug, måler 2, 2011-2016

Målerid: 69510 (Faktisk elforbrug center)

År	kWh/år	kWh/år/m ²
2011	6.300.645	52,27
2012	5.828.244	52,98
2013	5.559.542	50,54
2014	5.607.047	50,97
2015	5.247.796	47,70
2016	5.272.766	47,93
Min	5.247.796	47,70
Max	6.300.645	52,27
Middel	5.636.006	51,23

Tabel 15, Aflæsning på målerid: 69510 (Faktisk elforbrug center), minenergi.dk



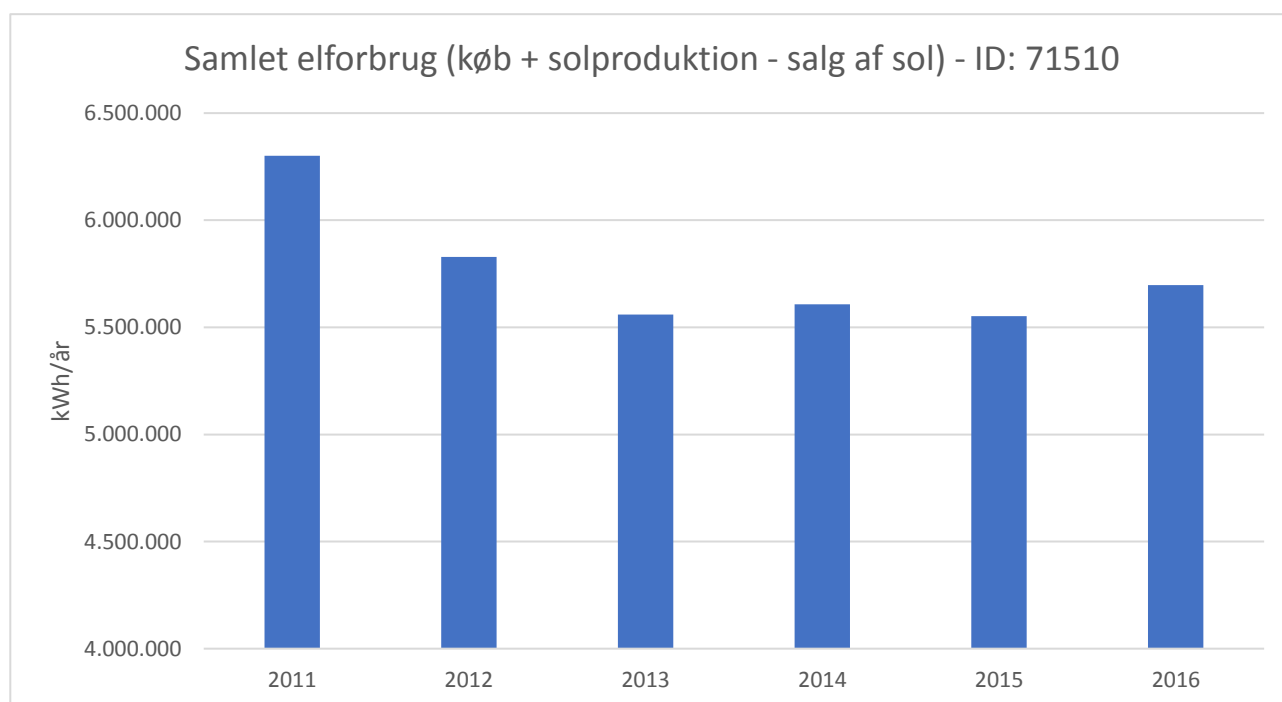
Figur 9, Forbrugsdiagram (egen udarbejdelse med tal fra minenergi.dk)

Bilag 3: Målt elforbrug, måler 3, 2011-2016

Målerid: 71510 (Køb plus solproduktion minus salg)

År	kWh/år	kWh/år/m ²
2011	6.300.645	52,27
2012	5.828.244	52,98
2013	5.559.542	50,54
2014	5.607.047	50,97
2015	5.552.490	50,47
2016	5.697.530	51,79
Min	5.552.490	52,27
Max	6.300.645	50,47
Middel	5.757.583	52,34

Tabel 16, aflæsning på målerid: 71510 (køb plus solproduktion minus salg), minenergi.dk



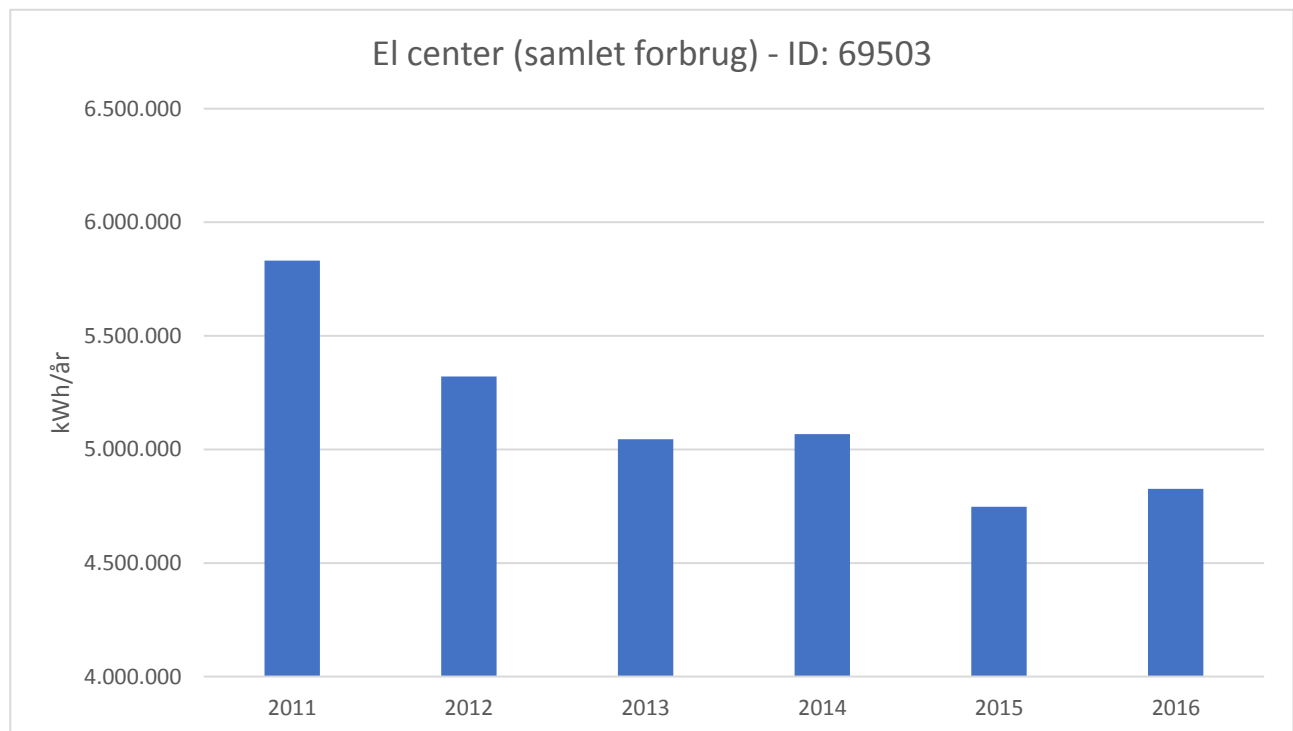
Figur 10, Forbrugsdiagram (egen udarbejdelse med tal fra minenergi.dk)

Bilag 4: Målt elforbrug, måler 4, 2011-2016

Målerid: 69503 (El center samlet forbrug)

År	kWh/år	kWh/år/m ²
2011	5.831.125	53,01
2012	5.321.144	48,37
2013	5.044.942	45,86
2014	5.067.165	46,06
2015	4.747.957	43,16
2016	4.826.475	43,87
Min	4.747.957	43,16
Max	5.831.125	53,01
Middel	5.139.801	46,72

Tabel 17, aflæsning på målerid: 69503 (el center samlet forbrug), minenergi.dk



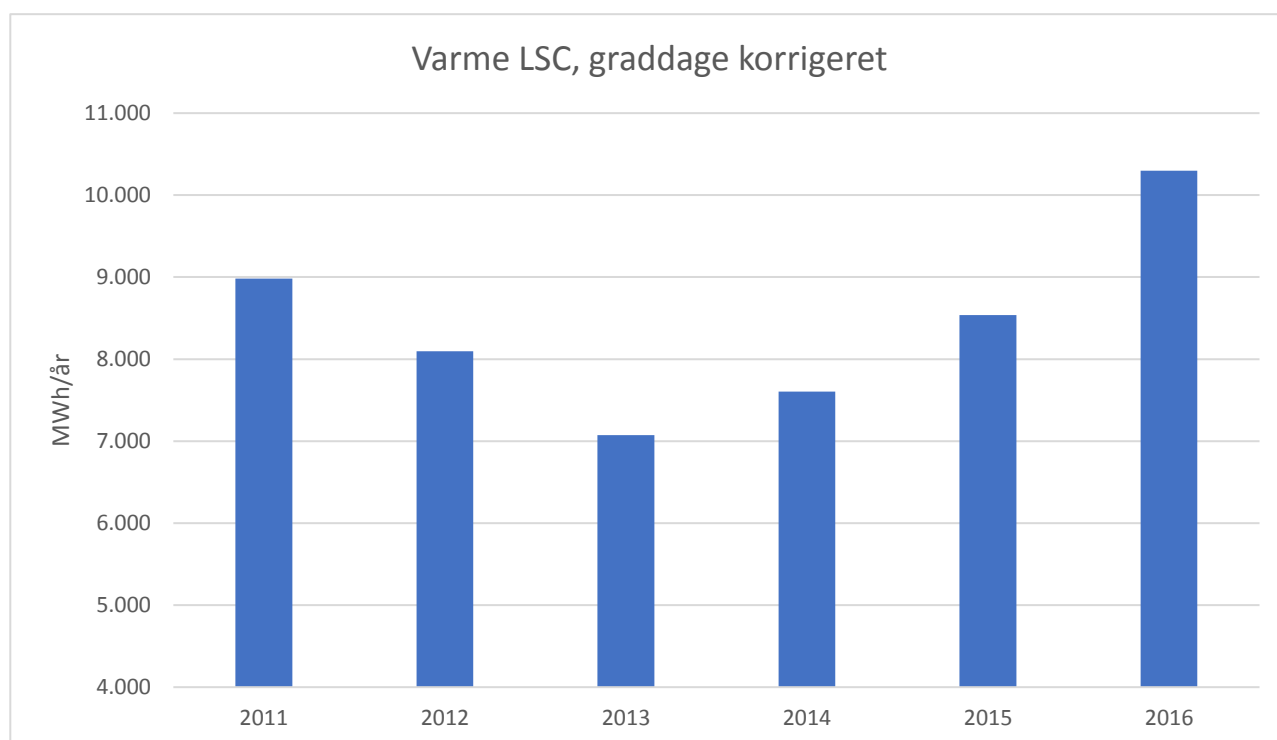
Figur 11, Forbrugsdiagram, egen udarbejdelse med tal fra minenergi.dk

Bilag 5: Graddage korrigeret varmeforbrug, 2011-2016

Målerid: 69842 fratrukket målerid: 801 og 799 (Samlet graddagekorrigeret varmeforbrug)

År	MWh/år	kWh/år/m ²	Graddage ⁵
2011	8.983,1	81,66	3325
2012	8.095,7	73,59	3073,7
2013	7.073,9	64,3	3035,3
2014	7.605,1	69,13	2569
2015	8.537,9	77,61	2795
2016	10.298,1	93,61	2895,6
Min	7.073,9	64,3	
Max	10.298,1	93,61	
Middel	8.432,3	76,65	

Tabel 18, aflæsning på målerid: 69842 fratrukket målerid: 801 og 799 (Samlet varmeforbrug), minenergi.dk



Figur 12, Forbrugsdiagram, egen udarbejdelse med tal fra min energi.dk

⁵ <http://www.dmi.dk/vejr/arkiver/maanedsaesonaar/>, År i tal 2011-2016, målelokalitet Jægersborg, graddage, side 5.



AGENDA

- Om DEAS` projektafdelings rolle
- Driften - lokalt kendskab - er afgørende vigtigt af få involveret før, under og efter en energirenovering
- Utility Management - energiledelse - er afgørende vigtigt at få etableret før, under og efter renovering
- Commissioning - fakta baseret opfølgning - er afgørende vigtigt af få adresseret før, under og efter renovering

DEAS I TAL

DEAS KORT



DEAS A/S og DEAS Property Asset Management A/S er ejet af DEAS Holding A/S

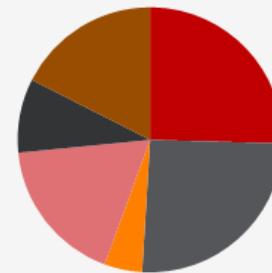
DEAS Holding A/S er ejet af Montagu Private Equity



Ca. 600 medarbejdere fordelt på ca. 400 administrative medarbejdere og ca. 200 ejendomsfunktionærer.

Hertil arbejdsgiveransvar over for ca. 700 ejendomsfunktionærer.

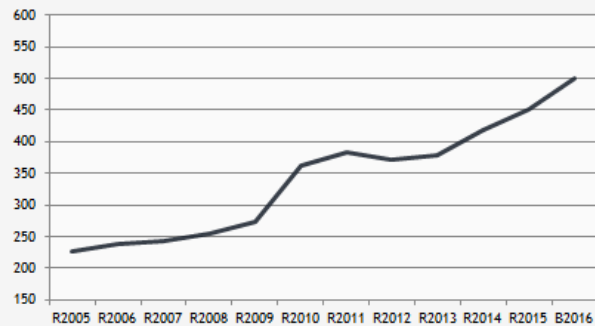
8,1 MIO. KVM. PORTEFØLJE



- UDLEJNINGSBOLIGER
- KONTORLOKALER/LAGER
- SHOPPING/RETAIL
- EJERLEJLIGHEDER
- ANDELSBOLIGER
- ANDET

Mio. DKK

OMSÆTNING



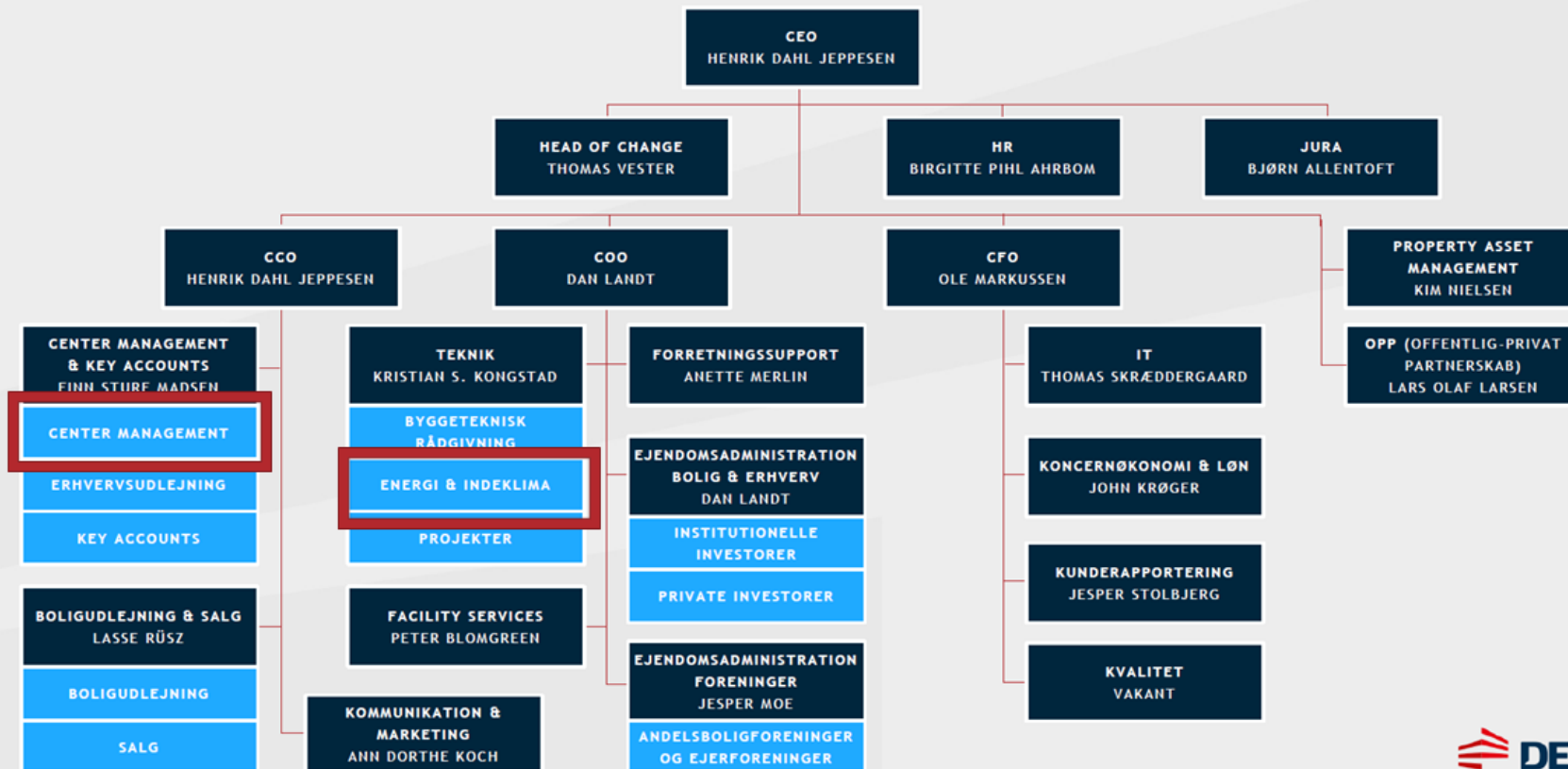
ENHEDER & MARKEDSANDELE

	ANTAL UNITS DEAS	Markedsandel (estimeret)
UDLEJNINGSBOLIGER	25.000	12%
KONTORLOKALER/LAGER	3.000	11%
SHOPPING/RETAIL	2.000	16%
EJERLEJLIGHEDER	20.000	10%
ANDELSBOLIGER	10.000	5%
ANDET	11.000	<1%



DEAS ROLLE: DRIFTER, RÅDGIVER, KONTROLLERER OG STYRER

ORGANISATION PR. 1. JANUAR 2018



ENERGIRENOVERING AF LYNGBY STORCENTER



Data om LSC

Investering for 23 mio.kr. Energibesparelser 3,0 mio.kr.
Værdiforøgelse på 60 millioner kr. !!

Butikker: 115

Parkeringspladser: 1.200

Kunder: 5,4 millioner

Etablering af centret: 1973

Areal: 54.167 kvm / 34.000 kvm GLA

Seneste udvidelse/renovering: 2003 og 2017

Effektiviseringsprogram - 8 delprojekter:

- Konvertering af naturgas til fjernvarme
- Udskiftning af eksisterende CTS
- Optimeret styring butiks- og fælles ventilation
- Renoveret køleanlæg
- Renoveret varmeanlæg
- Renoveret fælles belysning
- Renoverede rulletrapper
- Renovering af ovenlysvinduer
- Etablering af Utility management

HVORFOR SKAL VI ENERGIOPTIMERE PÅ BUTIKSCENTER

1. Nedbringe udgifter - sparede penge er lige så gode som tjene
2. Hvis energiomkostningerne nedbringes, så kan afskrivninger og huslejen hæves, så lejers samlede omkostninger er kontant
3. Højere lejeindtægter og afskrivninger øger ejendommens værdi
4. De "rigtige" projekter har gode afkast, afskrivninger er altid lavere pr. år end værdien af energibesparelsen.
5. Værdien af aktivet øges markant mere end foretaget investering
6. Indeklimaet kan altid forbedres på eksisterende byggeri
7. Projekterne kan anvendes for minimering af "byggnings-tomgang"
8. Projekter i centret kan direkte anvendes for maksimering af salg i butikker
9. Projekterne er med til at give et "grønt profil"

INVOLVERING AF DRIFTSPERSONALET

Før renovering

- Opstart møde med drift personalet
- Forklar dem om processen, omfang, rollefordeling, formål, midler til nå målet
- Driftspersonalets ønsker, behov, oplevelser af klager, indeklime, problemområder (anlæg og styring)
- Eksisterende forhold
- Eksisterende materiale
- Rundvisning
- Energiforbrug, besøgstal, butikselægning, kortlægning af energiforbrug
- Baseline (dynamisk)

Under renovering

- Driftspersonalet skal deltage i projekteringsmøder
- Butikcenter i driften imens udførelse af ombygning. Oplyse butiksejer og entreprenør om påvirkning
- Nye entreprenør udførte foranalyse /idekatalog
- Driftspersonalet deltog aktivt, og føre entreprenør, drift og DEAS sammen.
- Rundvisning

Efter renovering

- Fastholdelse af energibesparelse og opfølgning af anlægsdrift.
- Overvågning af energiforbrug.
- Fremtidig forhold
- Nyt materiale
- Energiforbrug, besøgstal, butikselægning, kortlægning af energiforbrug
- Baseline efter renovering
- Hvad skal der til at opnå 2020 mål

INVOLVERING AF DRIFTSPERSONALET

Driftinvolvering i tråd med SBI anvisning 269 ENERGIRENOVERING AF STØRRE BYGNINGER

Drift involvering

Tabel 2. Oversigt over faserne i et energireoveringsprojekt, som svarer til hovedafsnitene i anvisningen. For hver fase er kort angivet indholdet i hvert fokusområde. Desuden er angivet hvilke aktører, der er relevante i hver fase.

● Angiver, at aktøren altid vil deltage i fasen. ● Angiver, at aktøren ofte eller med fordel kan inddrages i fasen, hvis det er relevant for projektet, hvilket blandt andet afhænger af udbudsformen.

I nogle projekter er det også rådgiver, der fungerer som bygherrerådgiver.

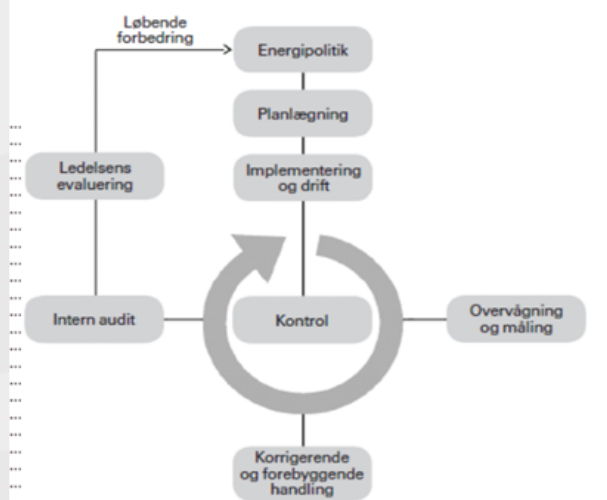
	Fokusområder		Aktører			
Faser	Ekisterende forhold	Fremtidige forhold	Økonomi og energibesparelse	Usikkerhed og robusthed	Verifikation og kontrol	Aktører
Ide og vision	<ul style="list-style-type: none"> Funktion og brug Analyse af nuværende energiforbrug Opsætning af målere 	<ul style="list-style-type: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

UTILITY MANAGEMENT

ENERGISTYRING OG ENERGILEDELSE - INSPIRERET AF ISO 50.001

Midler til at nå målet (energi i centrum)

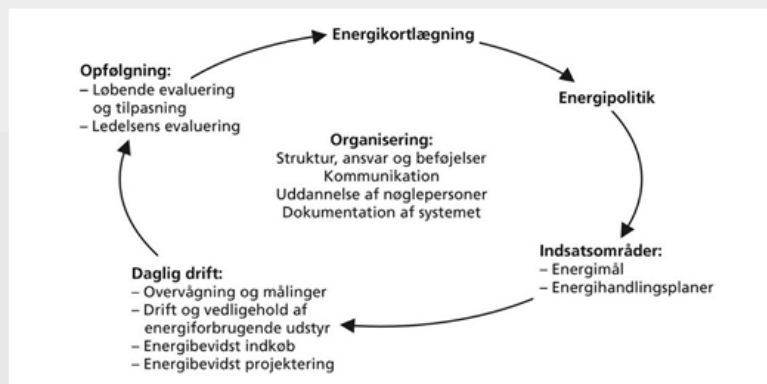
- Gap analyse, uvildig assesment (før situation)
- Tavle møder
- Gap analyse, uvildig assesment (efter situation)



Figur 1 – Denne standards model for et energiledelsessystem

Kilde: DS/EN 16001:2009

Gap Analyse - Strategisk / Overordnet niveau



UTILITY MANAGEMENT (ENERGISTYRING OG ENERGILEDELSE)

Før

- Energistyring (energiovervågningsystem)
- Energiledelse- mapping før niveau (spindelvæg). Kontrakt assesment ift. Modenhedsniveau på energiledelse (skala 1-5)
- Udefra eksisterende måler udføres energikortlægningen med grundig energianalyse.
- Udarbejde brugbare nøgletal.

Under

- Energiledelse: Arbejde mod målet: Driftsorganisation inkl. Centrale funktioner arbejder på at opnå et niveau på minimum 3. I energiledelsen måles på elementer -Ledelse, planlægning, drift& implementering, Opfølgning og kontrol.
- Indføring af tavlemøder med fokus på energistyring og elementer i energiledelse
- Nye måler opsættes i forhold til kunne verificere/følge besparelser på energitiltagene.
- Udvikling og træning af driftspersonale i "tavlemøde kultur", hvor MinEnergi er det primære værktøj.

Efter

- Fastholdelse af energibesparelse og opfølgning af anlægsdrift.
- Overvågning af energiforbrug.
- Mapping Efter niveau (spindelvæg)
- Tavlemøder hver uge
- At, der på grundlag af en opdatering af energikortlægningen årligt udvælges et eller flere områder til en særlig grundig energianalyse.
- At synliggøre energiforbrug og udledning af drivhusgasser for medarbejdere samt gæster.
- At motivere medarbejderne til at stille forslag, der kan medvirke til at nedbringe energiforbruget og minimere udledningen af drivhusgasser.

UTILITY MANAGEMENT, FORANKRING OG AKTIONER

CTS-kontrol på daglig basis

- Indeklima udvikling foregående døgn checkes dagligt
- Brug af luft, udeluft, køling, natkøling checkes for såvel butikker som fælles anlæg
- Alarmer på anlæg håndteres som vanligt
- Oprettelse af trendkurver

Energi -KPI / tavlemøde / på uge/månedlig basis

- Nye budgetter (år 1 efter energirenovering) følges måned for måned. Aktuel måned og år akkumuleret hænges op på tavlen. / elforbrug, solcelleproduktion, el-køling, varmemeforbrug, afkøling og vandforbrug
- Forslagskasse til forbedrende / optimerende tiltag screenes. Tavle-shoot sendes til DEAS - Energi.
- Afvigelser fra energibudget /kWh / drøftes og korrigerende handlinger drøftes.

Fysisk inspektion / "sparke dæk" / indlagt i ITWO driftsprogram

- Lysets reelle brændetid, rulletrappernes funktion, ventilationsanlæg tilstand skal indlægges som del af ITWO / evt. som runderinger udenfor åbningstiden
- Varmeanlægget skal gøres "sommerklar" ved evt. manuel nedlukning af cirkuleringsledning
- Køleanlægget skal gøres forårsklar ved check af køletårne, pumpefunktioner, kompressorservice m.v.
- Mekanisk spjæld, trykforhold mv. checkes med passende intervaller, evt. som en del af service-partners ydelser

Kvartals - og årsevaluering af DEAS -Energi, Ørsted og Center-ledelse

- 1 tavlemøde pr. kvartal er udvidet med deltagelse fra ØRSTED og DEAS-Energi
- Forslagskassen er bearbejdet og cleareres mht. forudsætninger, besparelser og investeringsniveau
- Revideret energiforbruget for året gennemgås.

Uvildig assesment hver 2. år

- Spider-web anbefales revurderes hvert andet år.

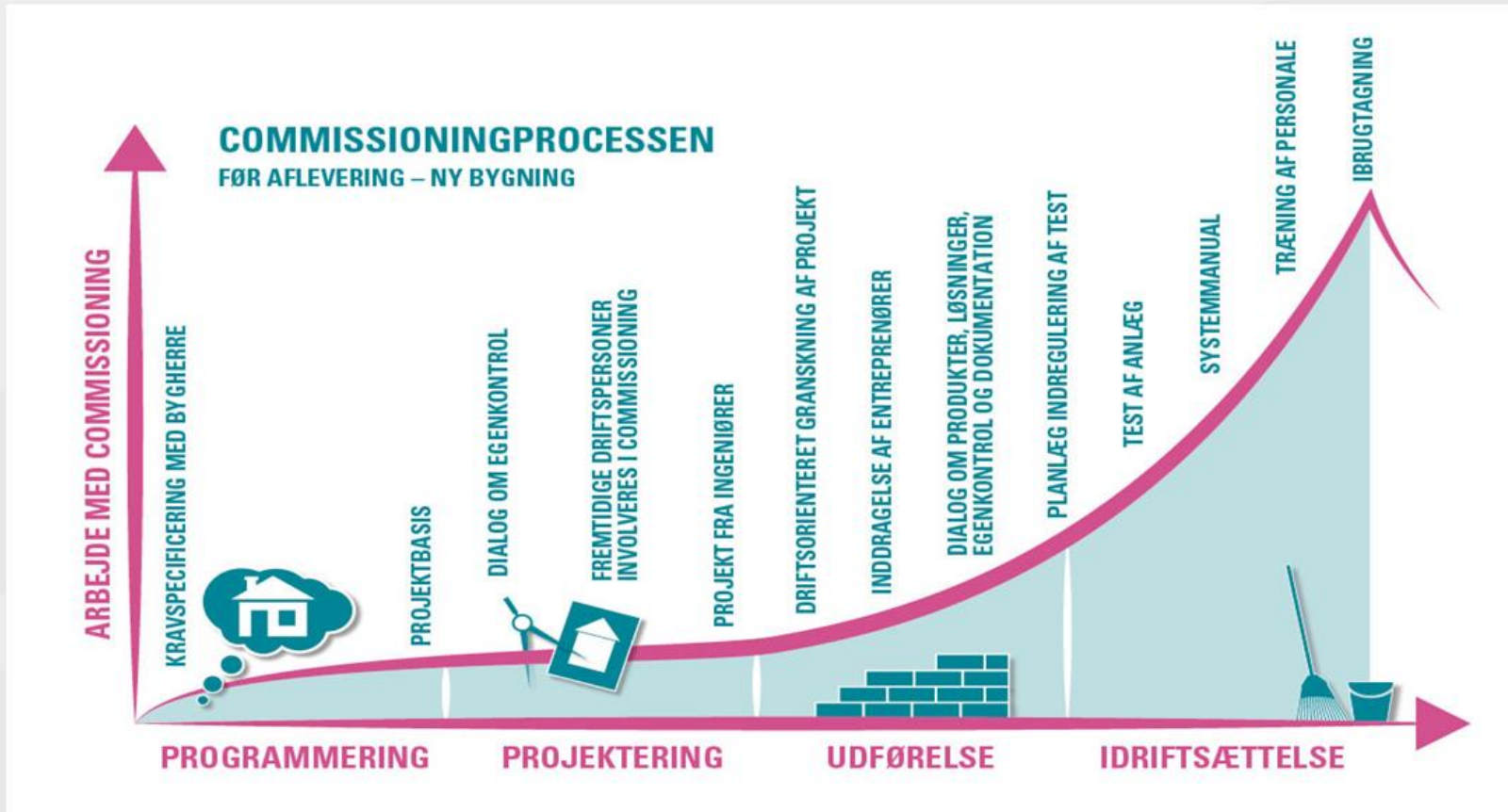
UTILITY MANAGEMENT

Utility i tråd med SBI anvisning 269 ENERGIRENOVERING AF STØRRE BYGNINGER

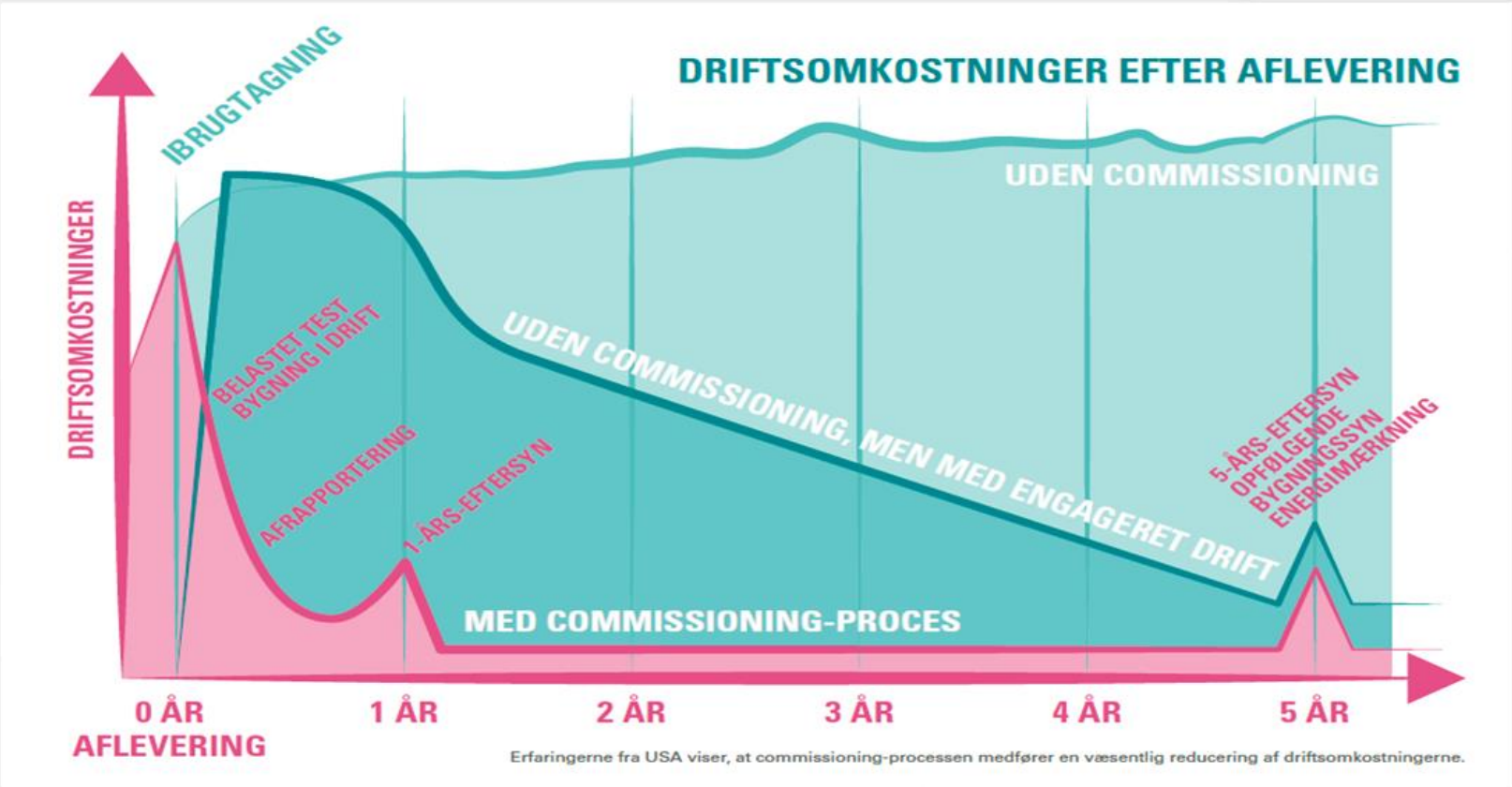
Tabel 2. Oversigt over faserne i et energirenoeringsprojekt, som svarer til hovedafsnitene i anvisningen. For hver fase er kort angivet indholdet i hvert fokusområde. Desuden er angivet hvilke aktører, der er relevante i hver fase.
 ● Angiver, at aktøren altid vil deltage i fasen. ● Angiver, at aktøren ofte eller med fordel kan inddrages i fasen, hvis det er relevant for projektet, hvilket blandt andet afhænger af udbudsformen.
 I nogle projekter er det også rådgiver, der fungerer som bygherrerådgiver.

	Fokusområder					Akterer
Faser	Eksisterende forhold	Fremtidige forhold	Økonomi og energibesparelse	Usikkerhed og robusthed	Verifikation og kontrol	
Ide og vision	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	● Bygherre ● Brugere ● Bygherrerådgiver ● Driftspersonale
Programmering	Definerings af baseline Kortlægning af fysiske forhold og energiforbrug	Specificering 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	● Bygherre ● Brugere ● Bygherrerådgiver ● Rådgiver ● Driftspersonale
Design og projektering	Detalinformation 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. projektsætninger	Plan for: - Optimal drift af anlæg - Opfølgning på drift og energiforbrug - Udarbejdelse af kontrolplan	● Bygherre ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale
Udførelse og ibrugtagning	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)	● Bygherre ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale
Drift	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	● Bygherre ● Brugere ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale

COMMISSIONING - FØR, UNDER OG EFTER



COMMISSIONING - HVORFOR ?



OPFØLGNING - COMMISSIONING - ALT AFGØRENDE

Nedbringe udgifter - sparede penge er lige så gode som tjene

- Store besparelser / kryotiske årsberegninger / forudsætter en relativt "følsom" styring, som holder indeklimakonditioner præcist på en fastlagt kurs i centrets åbningstid
- Store besparelser argumenteres med at "energi-mord" ikke længere forekommer
- Store besparelser forudsætter meget kritisk anvendelse af udeluft i specielt varmesæson
- Nogle besparelser (lys, rulletrapper, ventilatorer) kræver blot den normale fysiske inspektion
- Der kan ikke umiddelbart sættes lighedstegn mellem verificerede / støttede besparelser og direkte besparelse i driftsregnskab. (centerudvikling, energipriser, serviceniveau er ikke konstanter)

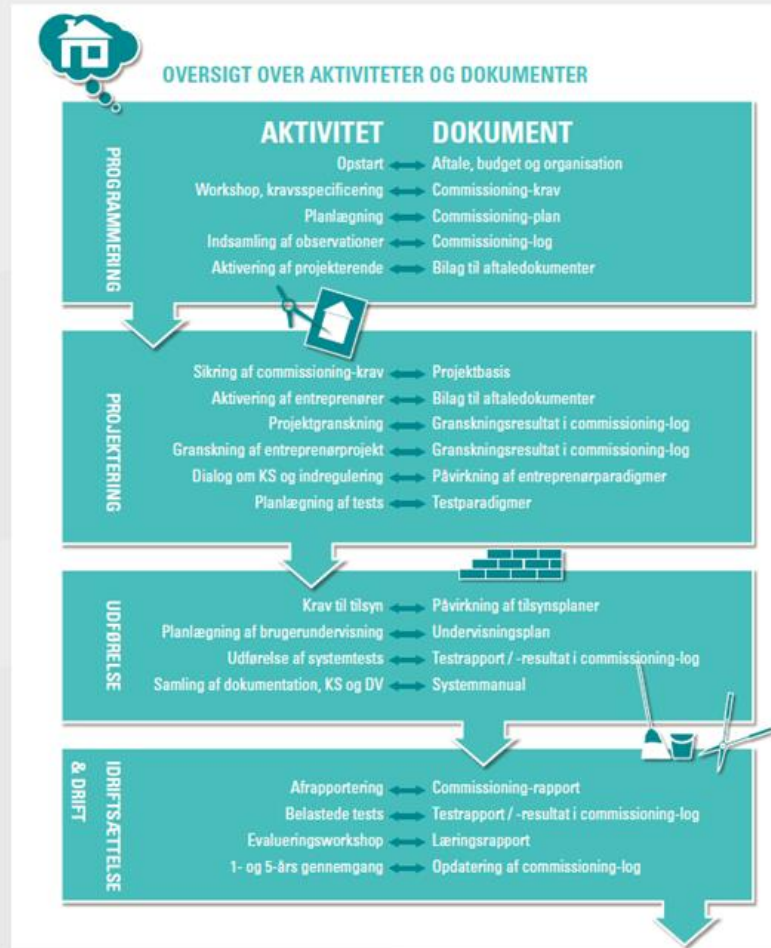
Fælles installationer - nybyg.

- Der skal være stor opmærksomhed på beregningsforudsætninger. Installationer udskiftes ofte, således at det er svært at løfte evt. bevisbyrde efter projektet
- De energimæssige strategier skal holdes i kort snor under "sparerunden" for Totalentreprenør
- Der skal særlig fokus på CTS-bestykningen, da den er meget afgørende for indeklimastyringen
- Totalentreprenør skal med medarbejderskab / forpligtes / til de estimerede besparelser
- Besparelser, nye m2, centerudvikling, energipriser, serviceniveau på eksisterende m2 indgår alle som parametre for ny energiudgift pr.m2.

Butikker - belysning.

- Dokumentation "dårlig" niveau inden renovering
- Estimat for nuværende driftsomkostning inkl. Kundeaccept
- Opfølgning på at tidsplan holdes (stram 1 kalendermåned fra underskrift)
- Opfølgning på lovet lys-kvalitet efter renovering
- Opfølgning på den lovede elbesparelse
- Overlevering af produktgarantierne / butik har stadigvæk selv drift

AKTIVITETER OG DOKUMENTER



DEAS COMMISSIONING I TRÅD MED SBI 269

Tabel 2. Oversigt over faserne i et energireoveringsprojekt, som svarer til hovedafsnitene i anvisningen. For hver fase er kort angivet indholdet i hvert fokusområde. Desuden er angivet hvilke aktører, der er relevante i hver fase.
 ● Angiver, at aktøren altid vil deltage i fasen. ● Angiver, at aktøren ofte eller med fordel kan inddrages i fasen, hvis det er relevant for projektet, hvilket blandt andet afhænger af udbudsformen.
 I nogle projekter er det også rådgiver, der fungerer som bygherrerådgiver.

	Fokusområder				Aktører	
Faser	Eksisterende forhold	Fremtidige forhold	Økonomi og energibesparelse	Usikkerhed og robusthed	Verifikation og kontrol	
Ide og vision	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	● Bygherre ● Brugere ● Bygherrerådgiver ● Driftspersonale
Programmering	Definering af baseline Kortlægning af fysiske forhold og energiforbrug	Specificering 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	● Bygherre ● Brugere ● Bygherrerådgiver ● Rådgiver ● Driftspersonale
Design og projektering	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	Levende revision af energiberegning ift. projekjusteringer	Plan for: - Optimal drift af anlæg - Opfølgning på drift og energiforbrug - Udarbejdelse af kontrolplan	● Bygherre ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale
Udførelse og ibrugtagning	Opfølgning og opdatering af baseline med ny viden	Sikring af fastholdelse af projektforsætninger og beslutningsgrundlag	Levende revision af energiberegninger	Tåsyn 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)	● Bygherre ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale
Drift	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 Levende driftsoptimering	Levende kontrol af drift og energiforbrug Sammenholde energiforbrug med kontrolplan	● Bygherre ● Brugere ● Rådgiver ● Entreprenør ● Driftspersonale

SPØRGSMÅL

KONTAKTOPLYSNINGER
DEAS A/S - ENERGI & INDEKLIMA
TEKNISK PROJEKTLEDER
FAZAL SAHIBZADA
FAS@DEAS.DK

