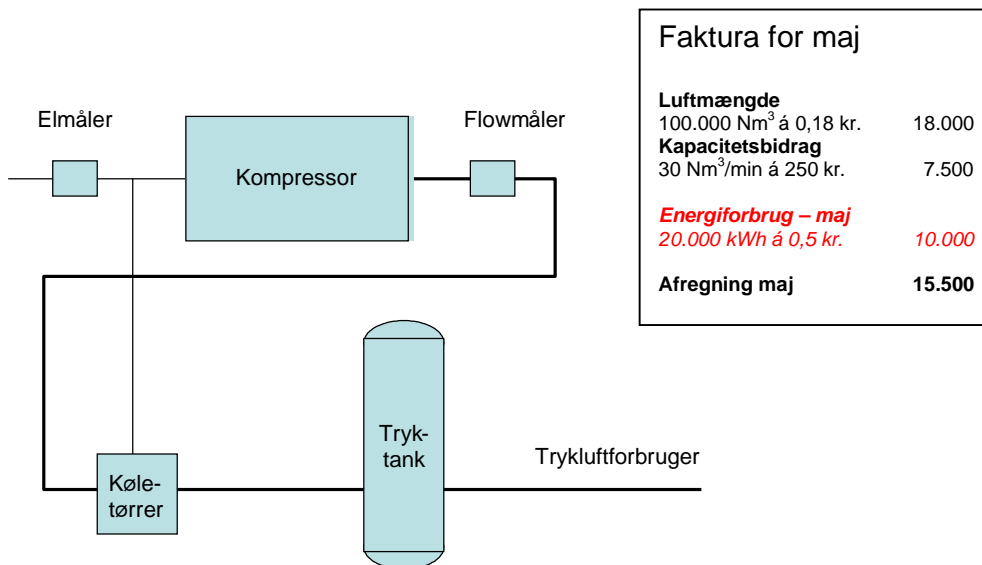




ESCO'S – ENERGY SERVICE COMPANIES / TRYKLUFT



Marts 2007

ESCO's – Energy Service COmpanies / trykluft

John Moritzen, Jakob Albertsen A/S

Martin Lykke Jensen, Birch & Krogboe

Signe Sønderkov Nielsen, Birch & Krogboe

Alaa Barky, Dong Energy

Henrik Møller, Trykluftcentret

Christian Grønborg Nikolaisen, Teknologisk Institut

Hans Andersen, Teknologisk Institut

Forord

Projekttitle: ESCO's – Energy Service Companies / trykluft; Elforprojekt 337-095

Projektet startede i foråret 2005 finansieret af PSO-midlerne, som forvaltes af Dansk Energi Net, og egenfinansiering fra de involverede parter. Projektet, der har strakt sig over 1,5 år, omfatter følgende delelementer:

- Fase 1: Rentabilitetsanalyse vedr. ESCO udført på trykluftanlæg
- Fase 2: Koncepter for kontraktmodeller
- Fase 3: Nødvendig monitorering
- Fase 4: Transparente demonstrationsanlæg
- Fase 5: Rapportering og formidling

Finansiering:

Den samlede projektsum for projektet er på 1,7 mio. kr. ELFOR har støttet projektet med 1,0 mio. kr. Resten er finansieret af deltagerne i projektet selv.

Deltagere:

Projektet er gennemført i samarbejde mellem en industrivirksomhed, der bruger trykluft, en trykluftleverandør, rådgivende ingeniører, Teknologisk Instituts, Industri og Energi og Københavns Energi (nu DONG Energy).

Styregruppen:

Jørn Borup Jensen, Dansk Energi Net
Ulrik Bang Termansen, Dansk Energi Net
John Moritzen, Jakob Albertsen A/S
Henrik Møller, Trykluftcentret
Martin L. Jensen, Birch & Krogboe
Alaa Barky, DONG Energy, administrativ projektleder
Hans Andersen, Teknologisk Institut, faglig projektleder

Hans Andersen
Teknologisk Institut, Industri og Energi
Ventilation og Proces

Indholdsfortegnelse

| | Side |
|--|-----------|
| 1 Konklusion | 5 |
| 2 Indledning | 9 |
| 2.1 Opbygning af rapport | 11 |
| 3 Definition af ESCO | 13 |
| 3.1 Rentabilitetsstudie | 13 |
| 3.2 Tre typer af ESCO kontrakter | 16 |
| 3.3 Internationale erfaringer | 18 |
| 4 Udvikling af kontrakt | 20 |
| 4.1 Rammerne omkring en kontrakt | 20 |
| 4.2 Udenlandske kontraktmodeller | 22 |
| 4.3 Disposition for dansk kontraktmodel | 24 |
| 5 Monitorering | 27 |
| 5.1 Monitorering for kortlægning af pris og potentiale | 27 |
| 5.2 Monitorering for afregning af ydelsen | 30 |
| 5.2.1 Græseflade & kontraktmodel | 32 |
| 5.2.2 Investeringer og måleudstyr | 35 |
| 6 Teknologiens egnethed for ESCO | 40 |
| 6.1 Trykluft | 40 |
| 6.2 Andre teknologier - ventilation og belysning | 43 |
| 7 ESCO i praksis, Jakob Albertsen | 49 |
| 7.1 Testvirksomheden | 49 |
| 7.2 Måleopstilling på testvirksomheden | 51 |
| 7.3 Målinger på testvirksomheden | 53 |

1 Konklusion

Projektets fokus

ESCO står for Energy Service COmpany. Betegnelsen dækker over en virksomhed, som tjener penge på at gennemføre såkaldte energitjenester for en kunde. I stedet for at kunden betaler en el- og/eller varmeregning, betaler kunden ESCO'en for at levere en aftalt ydelse, fx et indeklima defineret ud fra en bestemt rumtemperatur, luftfugtighed m.v., eller trykluft i en aftalt mængde og med et aftalt tryk til en virksomhed, der bruger trykluft i sit produktionsapparat.

Hvis konceptet fungerer efter hensigten, får både ESCO og kunde en gevinst ud af samarbejdet; Kunden får en ydelse til samme pris som hidtil (eller eventuelt lidt billigere), men uden at skulle bekymre sig om drift og vedligeholdelse af de anlæg der bruges til at levere ydelsen; ESCO'en høster en fortjeneste, idet den kan optimere anlægget, nedbringe energiforbruget, og dermed levere den aftalte ydelse til en lavere omkostning. Samtidig giver konceptet en samfundsmæssig gevinst i form af energibesparelser.

I dette projekt er der fokuseret på energitjenester indenfor trykluftområdet. Trykluft er en ydelse der rummer gode potentialer for en ESCO, dels fordi der er et stort besparelspotentiale, dels fordi trykluftmarkedet i forvejen er præget af services, hvorfor tryklufforbrugende virksomheder må formodes at være åbne for at "outsorce" endnu en ydelse/funktion.

Formålet med projektet har været at skabe gode rammer for at der i Danmark kan opstå ESCO'er indenfor trykluftområdet. I dag findes der ingen ESCO'er i Danmark, og det forhold at der mangler overordnede retningslinier og standarder for området, kan have betydning for om der kan komme gang i markedet for energitjenester. I projektet gives der derfor bud på:

- Hvordan en kontrakt mellem ESCO og kunde kan se ud
- Hvordan monitorering af ydelsen kan foregå, dels som grundlag for at vurdere besparelspotentialet forud for at der indgås aftale, og dels som grundlag for afregning
- Hvordan en ESCO kan fungere i praksis (afprøvet via en case)

Kontrakten mellem ESCO og kunde

Kontrakten er det fælles grundlag for implementering af et energitjenesteprojekt og for den efterfølgende opfølgning i overensstemmelse med en række aftalebetingelser. Kontrakten skal definere roller og ansvarsområder og tydeliggøre hvordan besparelser verificeres og hvordan besparelsgarantien fungerer. Kontrakten bør indeholde følgende punkter:

- Definition af kontraktparter, kontraktsum og kontraktperiode
- Beskrivelse af hvad ESCO'en er ansvarlig for at levere

- Beskrivelse af kundens ansvar
- Betingelser for betaling og eventuel kompensation (hvis energibesparelserne ikke opnås)
- Definition af ejerskab med hensyn til udstyr/anlæg
- Krav til den leverede service og komfort
- Præcisering af hvordan der måles – både før og efter at besparelestiltagene er gennemført – og hvordan besparelserne verificeres
- Forsikringsforhold og risikodeling
- Grundlag for genforhandling/regulering af kontrakt

Kontraktdelen er en stor barriere med hensyn til minimering af transaktionsomkostninger. Derfor er i projektet for trykluftanlægs vedkommende struktureret i en generel kontrakt, som i princippet vil kunne genbruges igen og igen og en bilagsdel, der varetager helt individuelle forhold relateret til det specifikke anlæg, samt nuancer i aftalen (undtagelser og tilføjelser) set i forhold til standardudformningen vist i den generelle del. Denne konstruktion vurderes helt nødvendigt, såfremt det grundlæggende rationale ved gennemførelse af ESCO's ikke skal udhules fuldstændig af transaktionsomkostninger.

Monitorering af det system ESCO'en skal optimere

Monitorering (måling) vil uden tvivl blive et kernepunkt ved udvikling/etablering af ESCO's. Udbyderen vil have stor interesse i koncept, der inden kontraktindgåelse kan afdække driften af et givent anlæg for vurdering af rationaliserings potentialer. Kunden vil inden underskrivelse af kontrakt uden tvivl være interesseret i at de fremtidige fakturaer bliver fremstillet på et sikkert, objektivt og gennemsommeligt grundlag.

Tre forskellige koncepter til monitorering er afprøvet i projektet. De tre koncepter har forskellige grænseflader mellem ESCO og kunde, og dermed målepunkter som har forskellige placeringer i forhold til forbrugssteder, kompressor m.v. Der kræves forskellige monitoreringsegenskaber af måleudstyret alt efter placering, og af den grund er transaktionsomkostningerne til monitorering meget forskellige for de tre koncepter.

I koncept A ligger den fysiske grænseflade for ESCO'ens arbejdsområde mellem forsyningsselskabet og kunden, dvs. inden kompressoren. I koncept B ligger grænsefladen efter kompressoren, men inden forbrugsstederne (maskinerne). I koncept C ligger grænsefladen ude ved leveringsstederne.

Jo nærmere grænsefladen ligger ved forbrugsstederne, jo bedre mulighed har ESCO'en for at optimere systemet, og jo større indtjeningspotentiale vil der dermed være i en aftale med kunden. Omvendt viser det sig, at nødvendigt måleudstyr også bliver dyrere, jo nærmere ved leveringsstederne der skal måles i det systemerne meget ofte forgrener sig ud i mod forbrugsstederne. Under forudsætning af at transaktionsomkostningerne til monitorering maksimalt må anløbe 20 % af det samlede økonomiske potentiale over 5 år – dvs. den potentielle økonomiske gevinst for ESCO'en ved at indgå aftale med virksomheden – kan koncept C sorteres fra, mens både A og B i nogle tilfælde er rentable.

Hvad angår usikkerheden i hver af de tre koncepter, giver A de mest pålidelige resultater, og B er også anvendelig om end ikke helt så sikker som A. C resulterer i en uacceptabelt stor måleusikkerhed. Følgelig kan det konkluderes, at kun monitoreringskoncepterne A og B er anvendelige.

ESCO i praksis (case)

Monitoreringskoncepterne A og B samt kontraktudvikling er afprøvet i fuldskala via en case, og gennemgangen af denne giver et billede af hvordan besparelespotentialer i en virksomhed kan se ud, målt via de to målekoncepter. Ved hjælp af målingerne afdækkes væsentlige besparelespotentialer (i alt ca. 80.000 kWh pr. år) blandt andet i optimering af den intelligente kompressorstyring, minimering af lækage og sænkning af produktionstrykket.

Operationen lykkedes men patienten døde... som beskrevet ovenfor virkede logikken omkring ESCO's. Der fandtes vitterligt store potentialer, da kompetente "trykluft-øjne" blev involveret dybere i anlæggets drift, men udkastet til kontrakt er i skrivende stund endnu ikke underskrevet af de to parter. Dette skyldes 2 helt nye opståede barrierer, som der tidligere ikke har været særlig fokus på:

- ESCO skal tilbagekøbe et anlæg, såfremt man ønsker ejerskab og fuld råderet over anlægget. At blive enige om en tilbagekøbspris, hvor ESCO i udgangspunktet skal betale sin nye kunde en sum penge, har i praksis vist sig vanskeligt.
- Så snart det er synligt, at der forefindes et sparepotentiale bliver kunden/forbrugerens umiddelbare interesse for indgåelse af en ESCO-kontrakt mindsket. De synlige potentialer kan forbrugeren i realiteten selv realisere for at billiggøre driften af anlægget. Denne mulighed kan virke mere attraktiv end indgåelse af en ESCO-aftale, hvor man overdrager ejerskab, service- og energiomkostning til en ESCO-udbyder.

Den praktiske tilgang i form af udvikling af konkret case har dog resulteret i en række interessante nøgletal og erkendelser:

- Kompressorer med et årligt forbrug under 100.000 kWh er ikke rentable i en ESCO aftale.
- Transaktionsomkostninger til monitorering ved grænseflade A (forsyningsiden af kompressoren) er tilnærmelsesvis konstant, med en gennemsnitlig værdi på kr. 17.770 pr. kompressor. Igennem projektet har der været et tæt samarbejde med ABB, som fremtidigt forventer at kunne levere en samlet enhed bestående af en effekt-bimåler, tryktransmitter, beregnings- og lan-modul, indenfor en prisramme på kr. 15.000. Enheden vil have mulighed for tilkobling af flere transmittere til monitorering af trykluftskvaliteten til fx måling af vandindholdet.
- Der er fundet en klar sammenhæng mellem den optagede effekt, leveret luftmængde og tryk, hvor af det fremgår, at det er muligt at anvende effektmåling til beregning af den leverede luftmængde. Effektmålingen må dog maksimalt have en samplingstid på 5 sek. (middelværdi over 5 sek. med samplingstid på 1 sek.) for at usikkerheden holdes under 5 %.

- I projektet er erfaret, at det **ikke er muligt**, at anvende flowmålere til afregning af en ESCO-ydelse indeholdende trykluftudbyder og aftager af ESCO. Flowmåling er forbundet med store omkostninger og stor usikkerhed i forbindelse med pulseringer ved start og stop, hvilket umuliggør princippet både af hensyntagen til transaktionsomkostninger og funktionalitet (præcision m.v.).

2 Indledning

Facility Management er et begreb, som langsomt er på vej ind i det danske samfund. Begrebet dækker over den situation, at en bruger af en given facilitet lader en underleverandør styre drift, service og vedligeholdelse af faciliteten, og for denne ydelse giver en aftalt betaling. Brugeren har dermed overblik over sine fremtidige udgifter vedr. faciliteten og er ikke følsomt overfor pludselig nedbræk eller store pludselige reparationsudgifter.

Af eksempler på Facility Management kan nævnes kantinedrift, drift af edb-anlæg, bygningsvedligehold, drift og vedligehold af installationer og maskiner. Brugeren køber i disse tilfælde tilstrækkelig edb kraft og software, korrekt vedligeholdte bygninger, maskiner og installationer. Det er facilitetens ydelse, brugeren er interesseret i, og ikke detaljer omkring driften for at få ydelsen. Princippet udnyttet i stor skala er i nyere tid blevet berømt under betegnelsen ”Farum-modellen”, hvor Farum Kommune modtog en sum penge for at overlade drift, vedligehold af bygninger til eksterne selskaber, som så selvfølgelig skal have betaling for deres ydelse i en aftalt årrække.

Leverandøren af faciliteten er interesseret i, at omkostningen til at drive faciliteten bliver så lav som muligt, da en given pris er aftalt for ydelsen. Er det kantinedrift, er leverandøren interesseret i lave indkøbspriser på fødevarer, minimalt spild af råvarer og minimalt spild af færdiglavet mad, således at indtjeningen for ydelsen optimeres.

Facility Management kunne ligeledes tænkes benyttet på energiområdet. I disse tilfælde benævnes det ESCO (Energy Service Companies). Eksempler herpå kan være drift, service og vedligeholdelse af trykluftanlæg, belysningsanlæg, ventilationsanlæg, køleanlæg, pumpeanlæg mm.. Brugeren/kunden køber trykluft, tilstrækkeligt lys, luft, lav temperatur i et kølerum, en vis pumpeydelse mm. På samme måde som ved kantinedriften, vil leverandøren af ydelsen være interesseret i at alle driftsomkostninger bliver så lave som muligt, herunder elforbruget.

Tanken om at markedsføre energibesparelser er ikke ny. I USA har der gennem de seneste 30 år udviklet sig et selvstændigt forretningsområde for energieffektiviseringer, hvor et ESCO tilbyder at stå for hele processen fra kortlægning af energieffektiviseringer, projektering, gennemførelse af projektet, finansiering, drift og vedligehold, samt dokumentering af den opnåede energibesparelse. Betalingen for dette sker bl.a. via energibesparelserne.

Erfaringerne fra udlandet viser, at et marked for energitjenester, hvor der eksempelvis sælges trykluft, varmekomfort og belysningskomfort i stedet for blot el og varme, fremmer implementeringen af energieffektiviseringer.

Dette er bl.a. sket ved at pålægge leverandører af energi, at udbyde energitjenester som led i deres distribution og salg af energi. Ofte er der ydermere behov for statslige energieffektiviseringsprogrammer for at fremme tiltag, som skal rette op på de markedssvigt, der er på energimarkedene med hensyn til energieffektiviseringer.

EU-kommisionen har i 2003 fremlagt et forslag til direktiv om energieffektivitet i slutanvendelserne og om energitjenester (KOM(2003) 739). Direktivet har til formål, at øge energieffektiviteten i slutanvendelserne og opstille en række foranstaltninger hertil. En af foranstaltningerne går ud på at udvikle markedet for energitjenester, og dermed gøre energieffektivitet til en integrerende del af det indre marked. I forslaget gøres dette ved at tilrettelægge en ramme for fremme af markedet for både energitjenester og energieffektivitetstiltag i almindelighed inden for de større slutanvendelsessektorer.

I Danmark er der endnu ikke et egentligt marked for energitjenester, og der er behov for at fjerne barrierer og tilvejebringe troværdige oplysninger, mekanismer og incitamenter, som kan få selskaber til at udbyde energitjenester og energieffektiviseringsprogrammer og -tiltag, inklusive implementering, drift og finansiering. EU-forslaget falder også fint i tråd med den nuværende Regeringens nyligt udmeldte større fokus på den danske SMV – masse, som med hensyn til drift af anlæg er særlig sårbar på grund af manglende teknisk kompetence hos eget driftspersonale.

Der er flere årsager til at markedet stort set er ikke eksisterende i Danmark, bl.a. manglende tradition hos energiselskaberne, mangel på udbydere (leverandører), mangel på viden og erfaringer inden for området, samt de forholdsvis store transaktionsomkostninger ESCO projekter typisk indebærer, hvis ikke der findes nationale værktøjer som understøtter etableringen af ESCO projekter.

For at starte op på ESCO i Danmark, har ELFOR støttet dette projekt vedr. trykluft. Trykluft er en oplagt facilitet, da teknologien i forvejen altid serviceres af underleverandører og samtidig er en teknologi med store potentialer for energioptimering. Brugeren er ofte ikke opmærksom på de oplagte effektiviseringsmuligheder, ligesom man ofte i eksempelvis industrien ser meget kortsigtet på investeringer og rentabilitet.

Projektet tager udgangspunkt i øvelsen om at udvikle og afprøve et egnet koncept, som kan tilfredsstille både brugere og leverandører og samtidig medføre energibesparelser. Hvilke betingelser vil parterne acceptere i et givet koncept, og hvordan kan ydelsen og betalingen for ydelsen kvantificeres i praksis. Skal eksempelvis det trykluftforbrugende anlæg indgå i aftalen og dermed lækagerne, der således for leverandøren af ydelsen vil søges minimeret, for at holde omkostningerne nede.

I konceptet vil desuden indgå traditionelle vedligeholdelsesopgaver, eksempelvis filterskift, olieskift, eftersyn af indstillinger for trykniveauer mm. Og her vil leverandøren have en naturlig interesse i at finde de optima for skift, eftersyn og udskiftning af dele, der på samme tid tager hensyn til omkostningerne til udstyr og mandetimer, samt omkostninger til drift, eksempelvis elektricitet. Her kunne forskellen til nuværende kendte systemer være, at brugeren i dag venter længere end det er rentabelt med vedligeholdelsesopgaver, med det resultat at energiforbruget utilsigtet stiger.

Hvis et koncept omkring ESCO for trykluft ligeledes indbefatter, at leverandøren stiller udstyret i trykluftcentralen, kompressor, køletørrer, styringer mm, til rådighed, vil leverandøren ligeledes have en naturlig interesse i at anlægget bliver rettidigt vedligeholdt, eftersat og justeret, således at udstyret ikke lider overlast under drift og skal udskiftes før tid. En sådan regelmæssig behandling er ligeledes til fordel for energiforbruget.

Leverandøren vil yderligere kunne se mere langsigtet på sine investeringer i energioptimale trykluftanlæg, da han evt. kan bruge trykluftanlægget hos andre ESCO kunder, i tilfælde af ændringer hos kunden, hvorimod kunden er ringe stillet med en dyr investering i et energioptimalt trykluftanlæg, som pludseligt viser sig overflødig. Det må betyde, at leverandøren i et forhold, hvor han stiller anlægget til rådighed, ofte vil vælge en dyrere og energimæssigt bedre løsning, i forhold til et ældre og udtjent trykluftanlæg hos en bruger, som er lidt usikker på sin fremtidige størrelse.

ESCO er en win/win løsning for både leverandør og bruger. Leverandøren får mere omsætning og større indtjening og brugeren samme omkostning som i dag, men et trykluftanlæg der er optimeret og fremtidssikret og en forsikring om, at der ikke kommer uforudsete omkostninger til driften. "Looser" er energiselskabet, som får en reduceret omsætning, som følge af det faldende energiforbrug til trykluftanlægget. Dog kan energiselskabet sagtens have taget rollen som ESCO-udbyder, og dermed få anlægsdrift som supplement til energisælget.

Desuden er danske energiselskaber faktisk pålagt at realisere energibesparelser hos forbrugerne. ESCO-forretninger kunne være et værktøj i denne henseende.

Formålet med dette projekt er at udvikle et koncept, som trykluftfirmaer begynder at markedsføre til sine kunder, dels fordi konceptet er udviklet, og dels fordi det vil forøge deres omsætning og indtjening. Brugere skulle meget gerne acceptere det nye tilbud, da deres omkostning til drift af trykluftanlæg vil være den samme som i dag, men bekymringerne langt færre. Og den sikre vinder skulle gerne være energiforbruget, som falder som følge af konceptet.

På sigt kan der udvikles og afprøves koncepter indenfor de andre energiarter, brancher, eller energiforbrugende anlæg.

2.1 Opbygning af rapport

Definition af ESCO og internationale erfaringer

For illustration af logik og økonomisk incitament i forbindelse med ESCO's er i kapitel 3 beskrevet et indledende rentabilitetsstudie af de omkostninger, der er forbundet med at eje og drive et trykluftanlæg, og den deraf følgende mulighed for optimering af disse omkostninger. Disse indledende betragtninger fører herefter til tre modeller for indgåelse af aftaler med en udbyder af ESCO på trykluftanlæg. De tre modeller benævnes A, B og C og fordele og ulemper for de tre modeller gennemgås i kapitlet.

Det er vigtigt at kigge mod udlandet for at høste af de erfaringer, der allerede findes der vedrørende udførelse af ESCO på energianlæg. Projektet har kigget på kontraktmodeller fra USA, som i en årrække allerede har udført energitjenesteopgaver på større anlæg. Kapitlet beskriver kontraktmodellerne og de erfaringer, der allerede er på området.

Kontraktens opbygning

I kapitel 4 er rammerne opsat for udviklingen af en konkret kontrakt. Der findes en del transaktionsomkostninger og formalia, som skal undersøges i forbindelse med indgåelse af kontrakt om ESCO. Kapitlet beskriver alle de detaljer, som skal undersøges og beskrives i en given kontrakt, for at både udbyder og bruger af en ESCO aftale kan føle sig sikker rent juridisk.

Monitorering

I kapitel 5 er gennemgået et af de mest essentielle punkter omhandlende udvikling af ESCO's. Både set fra kunden og udbyderen af ESCO's, er måling/monitorering af vital betydning. Begge parter har interesse i at ESCO i drift understøttes af et solidt målekoncept, der på enkel, gennemskuelig, præcis og entydig facon løbende måler ydelsen, der skal afregnes de to parter imellem. Udbyderen af ESCO's har yderligere et behov før kontrakten indgås. Det er essentielt for udbyderens fremtidige forretningspotentiale, at der rent faktisk forefindes muligheder for rationalisering af energiforbrug og serviceomkostning.

For at kunne udføre ESCO på trykluftanlæg i praksis er det nødvendigt, at der monteres måleudstyr på trykluftanlægget. Udstyret kan variere i omfang og pris, alt afhængig af opgaven. Kapitlet gennemgår udstyr fra det simpleste til det mest komplekse og beskriver fordele og ulemper, samt priser for udstyret.

Teknologispecifik ESCO

I kapitel 6 er gennemgået grundlæggende karakteristika for selve teknologien, der indikerer om en teknologi er egnet for udlægning i ESCO's. Vurderingen er udformet for henholdsvis trykluft og ventilation.

ESCO i praksis

I kapitel 7 er beskrevet hovedindholdet for gennemført fuldskalaforsøg. Når ny teknologi skal indføres i Danmark, er det vigtigt at udføre fuldskalaforsøg, da danskerne ellers ikke er tilbøjelige til at acceptere den nye teknologi. Det er derfor valgt i projektet, at udføre deltaljerede målinger i 1:1 skala på en industrivirksomhed i Svendborg, Jakob Albertsen A/S, som forbruger meget trykluft i sin produktion. Der er ligeledes i dette projekt udført en kontraktmodel på baggrund af en analyse af trykluftanlægget hos Jakob Albertsen A/S i Svendborg. Kontrakten er blandt typerne A, B, C valgt til type B. Den er udført således, at den kan tiltrædes af parterne. Kapitlet gennemgår alle udførte målinger. Selve kontrakten er indsat som bilag.

3 Definition af ESCO

For at beskrive de omkostninger, som ejeren i dag afholder på sit energianlæg, i dette tilfælde et trykluftanlæg, er der foretaget et indledende studie af regnskabsmæssige omkostninger. Dette gennemgås i det følgende.

3.1 Rentabilitetsstudie

Anlægsbestykning og kapitalomkostninger

Der er i forbindelse med de regnskabsmæssige omkostninger ved ejerskab og drift af trykluftanlæg, taget udgangspunkt i 5 forskellige industrivirksomheder med forskellig størrelse og forskellige behov for trykluft. Virksomhederne tæller 2 fremstillingsvirksomheder, 1 trykstøberi, 1 industrilakerer og 1 tapperi. Virksomhederne tæller medarbejderantal fra 17 stk. og op til 200 stk., og er dermed et repræsentativt udsnit af danske erhvervsvirksomheder.

Analysen er udført som en simpel indledende kortlægning af anlægsbestykning, samt en efterfølgende vurdering og analyse af omkostninger, forbundet med ejerskab og drift af anlæggene.

| Virksomhed | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| Virksomhedstype: | Fremstilling | Trykstøberi | Industrilakerer | Fremstilling | Tapperi |
| Størrelse: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Antal ansatte: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Omsætning: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Trykluftanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Tank: | 1000 liter | 1.000 liter | 2250 liter | 1000 liter | 2000 liter |
| Ledningsnet: | 100 m | 200 m | 200 m | 400 m | 1000 m |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Anskaffelse og kapitalomk. | | | | | |
| Kompressorer: | 150.000 kr. | 200.000 kr. | 400.000 kr. | 200.000 kr. | 400.000 kr. |
| Køletørrer: | 20.000 kr. | 20.000 kr. | 40.000 kr. | 20.000 kr. | 40.000 kr. |
| Tank: | 10.000 kr. | 10.000 kr. | 30.000 kr. | 10.000 kr. | 30.000 kr. |
| Ledningsnet: | 50.000 kr. | 50.000 kr. | 60.000 kr. | 100.000 kr. | 100.000 kr. |
| Samlet: | 230.000 kr. | 280.000 kr. | 530.000 kr. | 330.000 kr. | 570.000 kr. |
| Årlig afskrivning (10%): | 23.000 kr. | 28.000 kr. | 53.000 kr. | 33.000 kr. | 57.000 kr. |
| Forrentning af investering (4%): | 9.200 kr. | 11.200 kr. | 21.200 kr. | 13.200 kr. | 22.800 kr. |
| Årlige kapitalomk. | 32.200 kr. | 39.200 kr. | 74.200 kr. | 46.200 kr. | 79.800 kr. |

Tabel 3.1 Opgørelse over de 5 anlæg og deres kapitalomkostninger

Af Tabel 3.1 fremgår det, at trykluftanlæggenes størrelse ikke er afhængig af antallet af ansatte, men snarere den branche man er tilknyttet. Virksomheden med færrest ansatte, industrilakereren, har således den næststørste kompressor bestykning i analysen. Det skyldes, at

industri-lakerer branchen bruger megen trykluft til sin overfladebehandling. Tankanlæg, størrelsen på ledningsnettet og antal forbrugssteder følger derimod nogenlunde antal ansatte.

Ud fra den overordnede kortlægning af de 5 trykluftanlæg, er udarbejdet en vurdering af anskaffelsespriser for de 5 anlæg. Anskaffelsespriserne bruges efterfølgende til at vurdere den regnskabsmæssige afskrivning og forrentning af anlæggene, og dermed de samlede kapitalomkostninger.

Levetiden for anlæggene er sat til 10 år, og den regnskabsmæssige afskrivning derfor til 10 %. Hertil kommer forrentning af den bundne kapital i anlæggene. Den er sat til 4 %, som et gennemsnit af den investerede kapital i perioden. Det ses at selv den mindste virksomhed har store kapitalomkostninger til at opretholde det store trykluftanlæg.

Driftsomkostninger

Hertil kommer driftsomkostninger. De tæller elforbrug og vedligeholdelse af anlæggene.

| Virksomhed | Fremstilling | Trykstøberi | Industri-lakerer | Fremstilling | Tapperi |
|--------------------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|--------------|
| Virksomhedstype: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Størrelse: | | | | | |
| Antal ansatte: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Omsætning: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Trykluftanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Tank: | 1000 liter | 1.000 liter | 2250 liter | 1000 liter | 2000 liter |
| Ledningsnet: | 100 m | 200 m | 200 m | 400 m | 1000 m |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Drift | | | | | |
| Lækage: | 20 % | 25 % | 15 % | 30 % | 20 % |
| Blæseluft: | 40 % | 30 % | 65 % | 20 % | 40 % |
| Øvrig procesluft: | 40 % | 45 % | 20 % | 50 % | 40 % |
| Gennemsnitlig optagen effekt: | 15 kW | 25 kW | 75 kW | 50 kW | 65 kW |
| Årlig benyttelsestid: | 2.500 timer | 6.000 timer | 4.000 timer | 8.760 timer | 6.000 timer |
| Årligt elforbrug: | 37.500 kWh | 150.000 kWh | 300.000 kWh | 438.000 kWh | 390.000 kWh |
| Årlig elomkostning: | 20.625 kr. | 82.500 kr. | 165.000 kr. | 240.900 kr. | 214.500 kr. |
| Årlig vedligeholdelsesomk.: | 10.000 kr. | 20.000 kr. | 30.000 kr. | 20.000 kr. | 30.000 kr. |
| Årlige driftsomkostninger: | 30.625 kr. | 102.500 kr. | 195.000 kr. | 260.900 kr. | 244.500 kr. |

Tabel 3.2 Opgørelse over de 5 anlæg og deres driftsomkostninger

Elomkostningen afhænger af belastningen på anlæggene og den årlige driftstid. For den virksomhed, der kører året rundt, bliver den årlige elomkostning typisk meget høj, idet der altid er et basisforbrug til lækager, som anlæggene først vil forsyne for opretholdelse af tryk, før det egentlige forbrug af trykluft.

Vedligeholdelsesomkostningen følger nogenlunde anlæggenes størrelse og er nogenlunde konstante. Der er dog stigende vedligeholdelsesomkostninger på ældre anlæg, hvor dyrere dele må skiftes, som følge af naturligt slid.

Fordelingen af anvendelse af tryklufften varierer ligeledes fra virksomhed til virksomhed. Nogle anlæg har større lækage end andre, og nogle bruger luften til at blæse med, andre til egentlige procesformål, eksempelvis aktuatorer, doseringssystemer, luftdrevne motorer mm..

Trykluftanvendelsens fordeling er vigtig for en efterfølgende vurdering af potentiale for energibesparelser. Er der eksempelvis tale om stor lækageandel, kan det betyde et stort potentiale for effektivisering og derfor en mulig gevinst for en evt. ESCO udbyder.

Ydermere kan der ved substitution til anden energianvendelse end trykluft, opnås store energibesparelser. Der gælder eksempelvis mange former for trykluft til værktøj og trykluft til blæseformål, som kan erstattes af elektrisk drevet værktøj og blæseluft fra kapselblæsere.

Samlede omkostninger

Sluttelig kan de samlede omkostninger til ejerskab og drift af trykluftanlæg for de 5 virksomheder opgøres.

| Virksomhed | Fremstilling | Trykstøberi | Industrilakerer | Fremstilling | Tapperi |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Virksomhedstype: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Størrelse: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Antal ansatte: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Omsætning: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Trykluftanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Tank: | 1000 liter | 1.000 liter | 2250 liter | 1000 liter | 2000 liter |
| Ledningsnet: | 100 m | 200 m | 200 m | 400 m | 1000 m |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Årlige kapitalomk. | 32.200 kr. | 39.200 kr. | 74.200 kr. | 46.200 kr. | 79.800 kr. |
| Årlig elomkostning: | 20.625 kr. | 82.500 kr. | 165.000 kr. | 240.900 kr. | 214.500 kr. |
| Årlig vedligeholdelsesomk.: | 10.000 kr. | 20.000 kr. | 40.000 kr. | 20.000 kr. | 30.000 kr. |
| Samlede årlige omkostninger | 62.825 kr. | 141.700 kr. | 279.200 kr. | 307.100 kr. | 324.300 kr. |
| Leveret luftmængde: | 192.857 m ³ /år | 771.429 m ³ /år | 1.542.857 m ³ /år | 2.252.571 m ³ /år | 2.005.714 m ³ /år |
| Pris pr. leveret luftmængde: | 0,33 kr./m ³ | 0,18 kr./m ³ | 0,18 kr./m ³ | 0,14 kr./m ³ | 0,16 kr./m ³ |

Tabel 3.3 De 5 anlæg og de samlede årlige omkostninger til ejerskab og drift

De samlede omkostninger viser, at netop trykluftanlæg er oplagte til ESCO drift, idet elomkostningen i de fleste tilfælde udgør en stor del af den samlede udgift for at have anlæggene. En ESCO udbyder med de rigtige kompetencer indenfor optimering af anlægsdrift, vil derfor have en god mulighed for at trimme anlæggene til gavn for ham selv, kunden og samfundet.

Specifikke omkostninger

Det er i denne simple analyse vurderet, hvor meget luft der produceres på de 5 anlæg. Vurderingen er gjort ud fra et gennemsnitligt nøgletal på 4,2 m³ leveret trykluft pr. minut pr. kW optagen effekt. Dette er ca. 60 % af hvad en kompressor normalt kan levere ved fuldlast, men på grund af start/stop og dermed aflastning, samt elforbrug til køletørrer mm., reduceres dette tal.

Ud fra denne generelle betragtning for levering af luft, vil en kubikmeter trykluft for kunden samlet set koste ca. 18 øre pr. kubikmeter.

Den efterfølgende driftsmåling på anlægget i Svendborg vil vise om dette tal holder.

3.2 Tre typer af ESCO kontrakter

- De samlede omkostninger viser den samlede forpligtigelse ved en totalløsning, hvor ESCO udbyderen tilbyder både ejerskab og drift af anlægget. Denne type af kontrakt kalder vi i det følgende **type A**.
- Hvis der derimod vælges en løsning hvor det stadig er kunden der ejer trykluftanlægget, men ESCO udbyderen, der driver anlægget for kunden, er det kun tale om den rent driftmæssige side af sagen, det vil sige el- og vedligeholdelsesomkostninger. Denne type kalder vi i det følgende **type B**.
- Endelig er der den tredje type, hvor kunden selv ejer og driver anlægget, men hyrer ESCO udbyderen til at optimere anlæggets driftsomkostninger, eksempelvis til at minimere/stabilisere udgifter til elektricitet og vedligeholdelse. Denne type kalder vi i det følgende type C. Forskellen på type B og type C er, at udbyderen i type B afholder alle driftsudgifter, hvor han i **type C** kun får betaling for at minimere dem.

| Omk. / Type | A | B | C |
|----------------|---------|---------|-------|
| Kapitalomk. | Udbyder | Kunde | Kunde |
| Elomk. | Udbyder | Udbyder | Kunde |
| Vedligeh. omk. | Udbyder | Udbyder | Kunde |

Tabel 3.4 De 3 typer af ESCO aftaler og omk. fordeling

Betalingen for ydelse A og B kan være efter forbrug. Eksempelvis antallet af leverede kubikmeter luft. Det kan også være efter et fastprissystem (flatrate).

Betalingen af ydelse C er typisk efter et fast honorar, som afhænger af anlæggets størrelse og de samlede årlige omkostninger til drift og vedligeholdelse.

Kundebetaling og potentiale ved ESCO aftale

Incitamentet for udbyder og kunde i de tre aftaletyper afhænger af anlæggets størrelse, dets tilstand og drift, samt udbyderens kompetencer og muligheder for at optimere anlægget.

| Virksomhed | Fremstilling | Trykstøberi | Industrilakerer | Fremstilling | Tapperi |
|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| Virksomhedstype: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Størrelse: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Antal ansatte: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Omsætning: | | | | | |
| Trykluffanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Tank: | 1000 liter | 1.000 liter | 2250 liter | 1000 liter | 2000 liter |
| Ledningsnet: | 100 m | 200 m | 200 m | 400 m | 1000 m |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Årlige kapitalomk. | 32.200 kr. | 39.200 kr. | 74.200 kr. | 46.200 kr. | 79.800 kr. |
| Årlig elomkostning: | 20.625 kr. | 82.500 kr. | 165.000 kr. | 240.900 kr. | 214.500 kr. |
| Årlig vedligeholdelsesomk.: | 10.000 kr. | 20.000 kr. | 40.000 kr. | 20.000 kr. | 30.000 kr. |
| Samlede årlige omkostninger | 62.825 kr. | 141.700 kr. | 279.200 kr. | 307.100 kr. | 324.300 kr. |
| Administration mm.: | 10.000 kr. | 15.000 kr. | 20.000 kr. | 20.000 kr. | 20.000 kr. |
| Kundebetaling | | | | | |
| Type A | 72.825 kr. | 156.700 kr. | 299.200 kr. | 327.100 kr. | 344.300 kr. |
| Type B | 40.625 kr. | 117.500 kr. | 225.000 kr. | 280.900 kr. | 264.500 kr. |
| Type C | 10.000 kr. | 15.000 kr. | 20.000 kr. | 20.000 kr. | 20.000 kr. |
| Potentiale | | | | | |
| Kapitalomk., 10%: | 3.220 kr. | 3.920 kr. | 7.420 kr. | 4.620 kr. | 7.980 kr. |
| Mulig elbesparelse, 20%: | 4.125 kr. | 16.500 kr. | 33.000 kr. | 48.180 kr. | 42.900 kr. |
| Årlige vedligehold. omk., 30%: | 3.000 kr. | 6.000 kr. | 12.000 kr. | 6.000 kr. | 9.000 kr. |
| Samlet potentiale: | 10.345 kr. | 26.420 kr. | 52.420 kr. | 58.800 kr. | 59.880 kr. |
| Andel af samlede årlige omk.: | 16,5 % | 18,6 % | 18,8 % | 19,1 % | 18,5 % |

Tabel 3.5 De 5 anlæg, kundebetaling og det samlede ESCO potentiale

Tabel 3.5 viser den samlede vurderede betaling i afhængighed af de tre typer af ESCO aftaler, A, B og C. Der er til denne betaling tillagt administrationsomkostninger, som udbyderen skal have for at gennemføre aftalen. Omkostningerne er i dette simplificerede tilfælde vurderet at være ens for de tre typer af aftaler.

Endelig er potentialet for ESCO aftalerne opgjort. Der kan dels opnås reduktion i kapitalomkostningerne, såfremt udbyderen er i stand til at optimere på anlægsopbygningen med det resultat, at forrentning og afskrivning af anlægget bliver mindre. Det kan eksempelvis ske såfremt det er muligt, at reducere størrelse eller mængden af kompressorer.

Der kan ligeledes i langt de fleste tilfælde opnås en energibesparelse, idet mange trykluffanlæg kører u hensigtsmæssigt, eller har store tab til lækager. En mulighed er ligeledes at substituere til anden energianvendelse end trykluft. Potentialet er sat til 20 % af de samlede elomkostninger.

Endelig er der vurderet en optimering af vedligeholdelsesudgifterne. Afhængig af typen vil udbyderen i en ESCO aftale få en given betaling for sin ydelse, uafhængig af omkostninger til eksempelvis vedligeholdelse. Dette animerer udbyderen til at optimere vedligeholdelsesomkostninger og først skifte reservedele, når det er nødvendigt. Potentialet er i dette eksempel vurderet til 30 % af de nuværende vedligeholdelsesomkostninger.

Det samlede opgjorte potentiale udgør hermed ca. 18 % af de nuværende samlede omkostninger, og det er i alle tilfælde lavere end det administrationsbidrag, som udbyderen skal have for sin ulejlighed.

Hermed burde der kunne udarbejdes aftaler som sikrer, at kunden får et perfekt og korrekt vedligeholdt anlæg, til de samme omkostninger, som han har i dag, men med et noget lavere elforbrug til gavn for miljø og omverden.

3.3 Internationale erfaringer

Der er foretaget en del research på de erfaringer, der allerede er gjort i udlandet vedr. ESCO aftaler.

Det viser sig, at de fleste af de aftaler som er indgået i udlandet og senere standardiseret, er af typen B og C. Det vil sige aftaler, hvor kunden stadig ejer anlægget, men hvor energiforbrug, plus drift og vedligehold er helt eller delvist udliciteret til ESCO udbyderen.

Følgende er en overordnet beskrivelse af nogle af de erfaringer, der er opnået i ESCO projekter i udlandet.

Et typisk ESCO projekt

Et ESCO projekt består af en ESCO, som leverer en ydelses- og energibesparelsesgaranti i forhold til en kontrakt med en kunde – en såkaldt performans kontrakt. ESCO'ens honorar er direkte forbundet, med de realiserede energibesparelser. ESCO'en bærer derfor en risiko for ikke at kunne levere de garanterede besparelser, hvorved de mister deres fortjeneste.

Et typisk ESCO projekt inkluderer normalt følgende elementer:

- En energiaudit, som fastlægger investeringsgraden
- Identificering af potentielle energibesparelser og energieffektiviseringer
- Tilrettelæggelse, projektdesign og kravspecifikationer
- Garanterede resultater gennem kontraktbetingelser
- Projektledelse og implementering af f.eks. forbedringer
- Drift og vedligeholdelse af anlæg i kontraktperioden
- Monitorering og verifikation (M&V) af besparelser
- Projektfinansiering

Koncepttyper

Der findes to primære performance koncepttyper

Guaranteed Savings

I den garanterede besparelseskontrakt antager ESCO risikoen for at levere de lovede energibesparelser og ydelserne, mens kunden antager den økonomiske risiko ved at stille nødvendig finansiering til rådighed. Kunden vil ofte benytte sig af 3. parts investering, som bærer den økonomiske risiko. Kunden betaler et fast afdrag til investorer samt til ESCO for drift. De garanterede energibesparelser skal således kunne dække alle udgifter (afdrag, ESCO samt drift og vedligehold). ESCO risikerer således, at skulle betale kunden for forskellen mellem den realiserede besparelse og de samlede udgifter, men scorer til gengæld også den mulige fortjeneste (eller en del af den afhængig af kontrakten med kunden).

Når kunden stiller finansieringen til rådighed gennem en 3. part, er kundens kreditværdighed som lånet baseret på. Derved er renten ofte lavere, da der ikke skal kompenseres med en højere rente for projektrelaterede risici.

Shared Savings

I den delte besparelseskontrakt, sørger ESCO'en for finansieringen af investeringerne. Kunden forpligtiger sig til at betale en del af eller hele den realiserede energibesparelse til ESCO. Der er således en større risiko for ESCO'en. De bærer risikoen for levering af ydelser og energibesparelser til kunderne, samt den økonomiske risiko både i forhold til betaling fra kunden, men også i forhold til at kunne betale afdragene til finansieringskilden. På grund af den øgede risiko, betaler kunden ofte mere for denne kontraktform. Kontraktformen benyttes primært til mindre forbedringsprojekter, hvor der ikke kræves store investeringer.

Typiske ESCO projekter

De typiske projekter, som er implementeret af ESCO'er i Europa, omhandler:

- Drift af bygningers varmforsyning
- Installering og drift af kombineret kraftvarmeanlæg
- Renovering af industrianlæg og efterfølgende drift
- Facility management af bygninger
- Renovering af lysanlæg og efterfølgende drift

I primært USA er der også erfaringer med andre anlægstyper såsom ventilation, trykluft, køle-/frysanlæg, kedler, vedvarende energikilder mv.

Hvorfor er ESCO projekter interessante for kunderne?

- For at reducere driftsomkostninger samtidig med at en stabil drift sikres
- For at reducere eller omdirigere kapital investeret i forretningen
- For at kunne have fokus udelukkende på kernekompetencer
- For at reducere tekniske ressourcer
- For at reducere emissioner

4 Udvikling af kontrakt

Alle erfaringer viser store fordele ved at standardisere kontrakter, projektforslag, protokoller for måling og verifikation (M&V). Udviklingen af standardprocedurer for M&V af besparelserne og af standardkontraktbetingelser, vil nedsætte omkostninger for kontraktindgåelse, kunne hjælpe kunden og finansieringskilderne til at forstå indholdet samt øge tilliden til projekterne.

I stedet for at udvikle en enkelt standardkontrakt pr. ydelse fokuserer fx NAESCO på at bruge standardformuleringer for en række nøgle kontraktforhold, såsom forsikring, ejerskab af anlæg/udstyr og anskaffelsesmuligheder, som betyder, at standardkontrakter kan opbygges gradvis alt efter det enkeltes projekts omfang. Det kan være brugbart at have sådanne fleksible standard kontrakter, som også kan tilpasses til mindre projekter.

Der findes to industristandarder for god M&V:

IPMPV – International performance M&V Protocol og ASHRAE Guideline 14

Den amerikanske IPMPV er meget udbredt og danner baggrunden bl.a. for standarden, der benyttes til ESCO projekter i Italien.

Der er i det følgende ud fra udenlandske erfaringer redegjort for baggrunden for kontrakter ved ESCO aftaler, og de forskellige typer af kontrakter, samt deres typiske indhold og diskussionspunkter.

4.1 Rammerne omkring en kontrakt

Hvorfor energiperformance kontrakter

Brug af kontrakter med en garanteret besparelse er en mekanisme, som giver bygningsejere mulighed for at installere mere energieffektivt udstyr og systemer, uden at binde deres egen kapital. Udenlandske erfaringer viser, at man kan opnå energibesparelser fra mellem 10 – 40 %, og på sigt med forventede stigende energipriser endnu større omkostningsbesparelser.

Det er muligt for kunderne at få gennemført projekter, som der måske ellers ikke vil blive godkendt fx på grund af stramme budgetter. Kunden opnår et nyt og bedre system (komfort, reliability), samtidig med at de kun bærer en meget lille økonomisk risiko. Behovet for teknisk personale, som har bredt kendskab til de tekniske installationer nedsættes, da ESCO'en fungerer som tekniske eksperter.

Incitamentet for ESCO'en til at indgå i en sådan en aftale, er muligheden for en højere fortjeneste på service- og vedligeholdsarbejde end ved en traditionel serviceaftale. Det er desuden en ny tilgang til opgaver (forretningsudvikling). Da ESCO'en bærer stort set hele den økonomiske risiko, er det vigtigt, at der er mulighed for at opnå en fornuftig fortjeneste. Kontrakten skal sikre, at der er incitament for ESCO'en for at opretholde et højt kvalitetsni-

veau af anlægget. Det primære incitament ligger i, at ESCO'en skal tilbagebetale forskellen mellem den garanterede besparelse og den realiserede besparelse til kunden (hvis for lille). I nogle tilfælde tilfalder en del af et overskud desuden ESCO, som et yderligere incitament.

Hvad skal en kontrakt sikre

Kontrakten er det fælles grundlag for implementering af projektet og efterfølgende opfølgning i overensstemmelse med en række aftalebetingelser. Kontrakten skal klart definere roller og ansvarsområder og tydeliggøre hvordan besparelser verificeres og hvordan besparelsesgarantien fungerer.

I kontrakten kan udgifter og besparelser til energi, drift og vedligehold indgå. Der ses på før kontrakt, under og efter kontrakt – og det er disse betingelser, som skal være fastlagt i en aftalegrundlaget.

Hvorfor en standardkontrakt

En energipræstationskontrakt skal primært bestå af to dele – en juridisk del og en teknisk del, som verificerer aftalen. Den del, som kan standardiseres er selve den juridiske del af kontrakten. Den tekniske del vil variere fra kontrakt til kontrakt, da den afhænger af kundespecifikke forhold. Eksempler på bilag kan være udregning og dokumentation af baseline, liste over leverancer og opgørelse over beregningsmetoder til at verificere besparelser. Til denne del er det kun muligt, at udforme skabelonerne til bilag og komme med forslag til indholdet i bilaget.

Udformning af en standardkontrakt kan være en stor fordel for spillerne på et fremtidigt marked. Erfaringer og viden fra andre lande kan danne baggrund for en dansk standardkontrakt. Dette giver en øget sikkerhed for at der foreligger et juridisk grundlag for projekter. Der er erfaringer forholdsvis store transaktionsomkostninger ved udbud og aftaleindgåelse, hvilket brug af standardkontrakt kan mindske. Det gør det desuden lettere for mindre firmaer at udbyde energitjenester, da der ligger et tilgængeligt set up. Med andre ord kan brug af standardkontrakter være en af metoderne til at stimulere et marked for energitjenester i ESCO regi.

Forhandling af en langsigtet kontrakt med den udvalgte ESCO

Nedenstående er den overordnede gang i indgåelsen af en aftale:

Forhandlinger af omfang og kontraktbetingelser

Få input fra dine teknikere, økonomiske og juridiske fagfolk til at se om en energi performans kontrakt er aktuel for dig, fx forhandle omkostninger og spørg efter en åben prispolitik sådan du sikrer at opnå god værdi.

Forhandlinger af garanti, som tilgodeser/møder dine behov

Garantien udgør hjørnesteinen i en energi performans kontrakt. Normalt vil garantien dække renteomkostninger og stille krav til ESCO om at betale resterende omkostninger, hvis de forventede besparelser ikke opnås.

Arrangere finansiering

Der er normalt to tilgange til finansiering. Afhængig af ESCO'en kan de hjælpe med at sikre finansieringer, hvis kunden ikke selv finansierer. Der kan være forskellige muligheder for tilskud, fradrag eller lignende i den enkelte stat.

Gennemgå vedligeholdskrav og services

Ofte indgår vedligehold af anlæggene som en del af kontrakten. Tillægsservices kan inkludere evaluering/vurdering af driftsstrategier, rapportering af problemer og reparationer og udskiftning af udstyr.

4.2 Udenlandske kontraktmodeller

Energispareaftaler i Tyskland

Den Tyske Energistyrelse (Dena) har i 2004 udgivet en vejledning i udbud og kontraktindgåelse af energisparepartnerskaber.

Vægten i vejledningen ligger på energispareaftaler, hvor leverandøren/ESCO garanterer en bestemt besparelse i energiudgifterne – det vil sige den svarer til en energipreformance kontrakt med en garanteret besparelse. De nødvendige investeringer i energianlægget skal kunne afskrives fuldt ud gennem energibesparelserne i aftalens løbetid (normalt 7 – 12 år). Leverandør/ESCO bærer den fulde risiko for driftssikkerheden af de tekniske anlæg og vedligeholdet af anlægget.

Transaktionsomkostningerne anføres som høje i forbindelse med opstilling af en energispareaftale, udbud, aftaleindgåelse, og ses derfor kun som egnet for store energiforbrugere (anfører en nedre grænse på energiomkostninger på 100.000 EUR/år). Ser det som en fordel at poole/samle flere ejendomme/anlæg. Her angives det, at 20 – 25 % af de samlede omkostninger skal regnes til udbud, aftaleindgåelse og brug af eksterne konsulenter.

Forventningen er energibesparelser på ca. 10 %

Den af leverandøren/ESCO lovede energibesparelse aftales i EUR, idet aftaleårets energipriser og referenceårets graddagetal lægges til grund. Hvis den aftalte energibesparelse ikke opnås, modtager leverandøren/ESCO kun en forholdsvis betaling. Dette betyder, at der ikke i denne form for kontrakt er et særligt incitament for at opnå yderligere besparelser fx på grund af stigende energipriser (projekter, som ikke var rentable i aftaleåret).

Hvis der sker bygningsmæssige ændringer, herunder evt. forringelser, som følge af bygningsbrugernes forhold, eller hvis der sker brugsmæssige ændringer (fx i antallet af pc-arbejdspladser, arbejdstider, komfortbetingelser), skal der på grundlag af en vurdering af de dermed forbundne omkostningsændringer, træffes aftale om hvorledes dette forhold påvirker aftalen. Da dette er vanskeligt, råder vejledningen til at der i aftaleperioden sker færrest muligt ændringer. Der er ingen retningslinier for håndtering af ændringer i bygningernes brug i vejledningen.

Vejledningen er til gengæld meget systematisk og behandler tilbudsstående udbudsforløbet.

Energy performance Contract, Colorado

Der er her tale om en standardkontrakt, som behandler den juridiske del af aftalen. Bilagene bruges til at verificere og dokumentere baggrunden for kontrakten (de kundespecifikke ting). Den juridiske del er meget udførlig og behandler specielt ansvarsfordelingen mellem kunde og ESCO. Der er igen tale om meget store projekter.

Tommelfingerregelen som anvendes er, at projekter som kan betale sig selv hjem indenfor 10 år, er interessante.

Kontrakten er sat ind i en sammenhæng, som det fjerde skridt i vejen til at indgå en service aftale. De fem definerede skridt er:

1. Decide if energy performance contracting is a good solution for you.
2. Select an energy service company (ESCO).
3. Contract with your ESCO to identify energy saving opportunities.
4. Negotiate a long-term contract with your ESCO.
5. Verify savings and enjoy the benefits

Opmærksomhedspunkter baseret på udenlandske erfaringer

Opmærksomhedspunkter og barrierer fra ESCO projekterne:

1. Projektet skal være "bankable"

Det er vigtigt, at kunne vise, at energibesparelser er bankable (både i forhold til forrentning og tilbagebetalingstid) – det vil sige at en 3 parts investorer vil bære risikoen for den garanterede besparelse og er villig til at betale for tabet. Dette gælder for at være sikker på, at omkostningerne i projektet kan dækkes uanset kontraktform. Det er således vigtigt, at acceptere at der skal tænkes i investeringspotentialer.

2. Risikostyring er essentiel

Erfaringer fra USA viser, at traditionelle meget kvantitative estimater for energibesparelsepotentialer ikke er gode nok. Disse skal oftest suppleres med flere risikoanalyser, som tager hensyn til hele anlægget levetid samt mere subjektive ting, såsom medarbejdernes adfærd.

3. Der er brug for standardkontrakter

Målinger og verifikation af besparelser er essentielle for performance kontrakter, men kan være meget tidskonsumerende. Der er således brug for standardkontrakter, som kan benyttes til at dokumentere hvordan de garanterede resultater måles og verificeres.

4. Ikke penge nok i små projekter

Små faciliteter er ikke egnede til ESCO, da der simpelthen ikke er et stort nok økonomisk incitament. Der er bl.a. for meget arbejde med kontrakter i forhold til mulige energibesparelser.

5. For lave energipriser

Der er generelt for lave energipriser i forhold til risikoen i projekterne.

6. Myndigheder skal være involverede

Der skal være en politisk vilje til at sætte et marked i gang for ESCO – da køberne er ukendte med begreberne. Bl.a. i Tyskland har de haft gode erfaringer med, at Tysklands Energistyrelse udarbejdede standardkontrakter i forhold til udbud af opgaver i offentlige bygninger.

4.3 Disposition for dansk kontraktmodel

Følgende disposition er baseret på erfaringer fra udlandet med udgangspunkt i at en dansk standardkontrakt skal være lettilgængelig og ikke for omfangsrig. Dispositionen er kun et udkast, som skal bruges som grundlag for videre diskussion.

Kontraktens omfang – Hvem, kontraktsum, periode

Hvem betaler for foranalyser/kortlægning, som danner beslutningsgrundlaget for indgåelse af en kontrakt. I udlandet indgår tekniske studier af effektivitetsforbedringen og design, som en del af leverandørens opgave. Enkelte steder håndteres det på den måde, at kunden indkalder en ESCO til at lave en energiaudit/kortlægning af besparelspotentialet. Finansieringen sker gennem besparelsen i et evt. projekt og kunden betaler ESCO'en, hvis de alligevel ikke er interesserede.

Energitjenesteselskabets ansvar

Beskrivelse af hvad ESCO'en er ansvarlig for at levere fx:

- et studie, som viser nuværende forhold og forslag til forbedringer
- plan for gennemførelse af projekter for energieffektivitet forbedringer (inkluderer licenser og tilladelser)
- drift og vedligeholdelse
- uddannelsesopgaver

vil primært være et bilag med en leveringsliste, samt den forhandlede besparellesgaranti.

Kundens ansvar

Der vil altid være elementer i et effektivitetsprojekt, som er afhængig af kunden. Derfor skal dennes forpligtigelser beskrives. Det kan være lige fra at levere oplysninger om tidligere drift og vedligehold – give besked ved ombygninger - krav til medarbejder om adfærd osv.. (Bilag)

Betaling/Kompensation

Hvordan skal ESCO'en dokumentere for energi- og omkostningsbesparelserne. Betingelser bag betaling. Eventuelle betingelser for betaling før energibesparelser og for ydelser ud over (bør dog nok holdes i anden aftale). Normalt vil det være fastpris aftaler.

Periode

Periode for kontrakt. Hvornår begynder betalingen af leverandøren baseret på energibesparelser, og hvad skal være afsluttet. Evt. tidsplan.

Ejerskab over udstyr/anlæg

Hvem ejer hvad, når kontrakten udløber. Dette kan være aktuelt, hvis leverandøren skal finansiere udstyr – her kan det være nødvendigt at de også har ejerskab (sikkerhed). Dette gælder også ejerskab over software + viden/informationer/ licenser.

Krav til service og komfort

Det er vigtigt, at besparelser ikke sker på bekostning af komfort- og serviceniveauet (fx luftskifte eller ”nedetid” på anlæg). Det skal således defineres parametre for komfortniveau (kan både være kvantitative og kvalitative).

Måling af besparelser

Hvordan måles der – både før og efter. Hvilke parametre bruges til verificering af besparelse. Her kan man forestille sig et valg mellem tre typer for monitorering:

- 1) Estimeret besparelse (billigste)
- 2) Regninger fra forsyningsvirksomheder/ aflæsninger af målere (mest anvendte)
- 3) Målte besparelser (mest præcise & omkostningstunge).

Forsikringsforhold/risikodeling

Et skrift der sikrer kunden mod skader og ansvar, som kommer på baggrund af kontraktholder ikke kan leve op til sine forpligtigelser - forsikringsforhold. Risikodelingen mellem kunde og leverandør – stillingtagen til de parametre, som kan have effekt på besparelsen (hvem påtager sig risikoen?). Risikodeling er en vigtig del af disse aftaler. Risici i denne kontekst betyder usikkerheder, der har indflydelse på om forventede besparelser kan opnås. Energitjenesteselskabet påtager sig en væsentlig risiko i forbindelse med den garanti for energibesparelser, de stiller. Jo højere risiko, desto mere af besparelsen bør ESCO'en få som compensation. Dette afhænger i høj grad af kontrakttypen – hvor fx en kontrakt baseret på at ESCO'en skaffer finansieringen, betyder en forøget risiko for dem. Kontrakten skal således tage højde for en fornuftig risikodeling.

Grundlag for genforhandling/regulering af kontrakt

Liste over ændringer parametre, som udløser regulering af kontrakt. Der skal ligeledes være en procedure for hvordan/hvornår kunden skal rapportere ændringer, samt hvem som bærer omkostninger i forbindelse med fastlæggelse af en ny baseline. Hvordan opbygges aftaler, som er fleksible i forhold til ændret brug af bygninger eller anlæg?

Eksempler på bilag

- Kravspecifikation fra kunden (Kontraktforudsætninger)
- Kortlægning
- Baselineantagelser
- Udskiftning eller renovering af anlæg udført af ESCO
- Leveranceliste med garanti for energi- og omkostningsbesparelser
- Vedligehold- og driftsplaner – samt aftaler
- Komfortmæssige krav
- Arbejdsmiljømæssige krav
- Miljømæssige krav
- Forudsætninger for måling/beregning af besparelser (monitoringsplan)

- Risikofordeling (finansielt, drift, vedligehold). Kan være en liste over de risici, som normalt skal vurderes - og dermed indgå i forhandlingerne mellem kunden og ESCO'en. Dette skal både være i kontraktindgåelse men også i de senere forhandlinger om regulering af kontrakten.
- Hvilke andre lovmæssige eller andre krav går denne kontrakt ind under (såsom F.R.I. aftalegrundlag).

5 Monitorering

Som tidligere nævnt i rapporten er monitorering/opmåling struktureret i to hovedproblemstillinger:

- Monitorering for kortlægning af eksisterende drifts- og udgiftsniveau
- Monitorering for løbende afregning

Den resterende del af kapitlet er struktureret i disse to former for monitorering

5.1 Monitorering for kortlægning af pris og potentiale

Før en ESCO kontrakt kan indgås, skal ESCO-udbyderen kortlægge trykluftanlægget hos en fremtidig kunde for at beregne prisen pr. kubikmeter leveret trykluft i det eksisterende anlæg. På sigt vil en udbyder med mange aftaler dog kunne placere sin risiko/erfaring på de eksisterende aftaler således, at denne indledende måle- og analyseøvelse med tiden vil have mindre betydning.

ESCO udbyderen tilbyder kunden at levere trykluften til en aftalt pris pr. kubikmeter leveret trykluft, afregnet pr. leveret kubikmeter trykluft. I denne pris vil givet være indregnet følgende omkostningsposter:

- udgift til serviceaftale
- udgift til energiomkostning
- udgift til afskrivning på anlæg
- udgift til egen service på anlæg

For udbyderen er det derfor relevant at vurdere mængden af produceret luft sammenholdt med ovenstående udgiftsposter. Typisk vil udbyderen vurdere disse forhold 1-2 år tilbage i tiden.

ESCO-udbyderen vil på basis af dette studie tilbyde trykluft leveret med en defineret kvalitet:

- trykniveau
- maksimalt fugt- og partikelindhold
- maksimal kapacitet (normalkubikmeter pr. sekund)
- garanteret ”opetid” (tilladelig længde af nedbrud)

Som forsiden af rapporten illustrerer, bliver regningen til kunden konstrueret som følger:

- variabelt bidrag beregnes med fast luftpris kombineret med målt luftforbrug i den forløbne periode
- evt. fast bidrag beregnet på basis af anvendte størrelser på kompressorer, køletørrer m.v. **modregnet bidrag** som følge af elforbruget i den forløbne periode

ESCO udbyderens incitament er dermed tydeligt. Den samme luftproduktion leveret med et reduceret energiforbrug vil direkte resultere i en større fakturering af kunden. Kundens incitament er, at han til samme pris får en garanteret trykluftskvalitet og opetid. Dermed får han færre bekymringer, sparer tid, bedre service, samt overvågning af lækagetab mv. Kunden betaler selvfølgelig efterhånden mere og mere til ESCO-udbyderen efterhånden, som denne får optimeret anlægget, men afregningen til elskabet reduceres jo tilsvarende.

ESCO udbyderen for øget indtjening ved bl.a. at:

- optimere styringen mellem kompressorer
- optimere styringen af den enkelte kompressor
- tilpasse trykniveauet til kritisk maskine
- sektionere anlægget
- optimere servicen

Hovedsageligt kommer indtjeningen fra reduceret tomgangskørsel (aflast) med kompressorerne. Dette gøres ved bedre styring eller opsætning af anden kompressor. Udbyderen skal sørge for at nedsætte energiforbruget ved at gøre den enkelte kompressors aflast tid kortere, hvorved udbyderen spare energi. Den sparede energi gør at udgifterne pr. leverede m³ luft bliver lavere. Differens mellem den nye "lave pris" og den gamle "høje pris" udgør udbyderens omsætning, som fratrukket omkostninger til udstyr, investeringer og service giver ESCO-indtjeningen.

For at beregne den eksisterende pris pr. kubikmeter leveret trykluft i det eksisterende anlæg, skal udbyderen have fremskaffet nedenstående oplysninger om anlægget:

- 1 Generel gennemgang af anlæg (inkl. krav til trykluft)
- 2 Serviceomkostninger og afskrivninger (opgives af kunden)
- 3 Trykluftforbrug – aflæsning af driftstimer og aflast tæller samt afregningsmåler med fx 1 måneds mellemrum
- 4 Datablad på kompressor
- 5 Driftsprofil – opgives af bruger
- 6 Værdi af "opetid"
- 7 Vurdering af potentialet / intern analyse

Generel gennemgang

Ad den generelle gennemgang af anlægget vurderes:

- Lækagedelen
- Er der knudepunkter der giver anledning til et for højt beholder/ anlægstryk med tab til følge
- Hvilken styringsform og hvordan denne køre
- Nødvendig luftkvalitet (maksimalt trykniveau, oliepartikler, fugt mv. – krav stilles af omgivende miljø, rørføringer og maskiner).

Serviceomkostninger og afskrivning

På mange mindre- og mellemstore anlæg udgør årlige serviceomkostninger (eksterne serviceaftaler) i størrelsesordenen 25-50 % af brugers årlige udgift til produktion af trykluft. Ved at vurdere serviceaftaler og reparationer 2-3 år tilbage i tiden, kan dette udgiftsniveau fastlægges. Desuden er det afgørende at få fastslået, hvorledes virksomheden håndterer værditabet på kompressorerne. Er anlægget straks-afskrevet eller foregår afskrivning af denne type sekundære produktionsanlæg over eksempelvis perioder på 3,5 eller 10 år.

Afregningsmåler og timer aflæsninger

Af afregningsmåleren eller alternativt databladet på kompressoren (effekttag), samt driftstid og aflast -tælleren beregnes tryklufteforbruget samt effektforbruget hertil. Hvis der ikke forefindes aflast tæller vurderes der med et alm. stopur over en time hvor mange aflastperioder der er pr. time.

Det er vigtigt, at aflasttiden kortlægges nøjagtigt, da det sammen med styringen udgør en stor del af besparelespotentialer. Det anbefales, at der opsættes en effektmåler med logfunktion samt tryk transmitter (fx. Moblog) med samplingstid på maksimalt 5 sek. Dette vil afsløre alle faldgrupper. En sådan måler, som kan bruges igen og igen, kan typisk anskaffes for kr. 15.000 + 1.000 for tryktransmitter

Databladet

Af databladet findes maksimal belastning på anlægget (normalkubikmeter pr. sek.) for dels trykluftkompressorerne og dels tørringsudrustning. Desuden er angivet trykniveau- og tilhørende effektoptag. Disse oplysninger benyttes i kombination med de udførte målinger for vurdering af den relative belastning på kompressorcentralen, samt anvendte komponenters grundlæggende effektivitet sammenlignet med lignende komponenttyper i markedet. Desuden benyttes oplysningerne om luftproduktionskapacitet i kombination med de detaljerede belastningsregistreringer til kortlægning af kompressorernes aktuelle luftproduktion i den givne måleperiode.

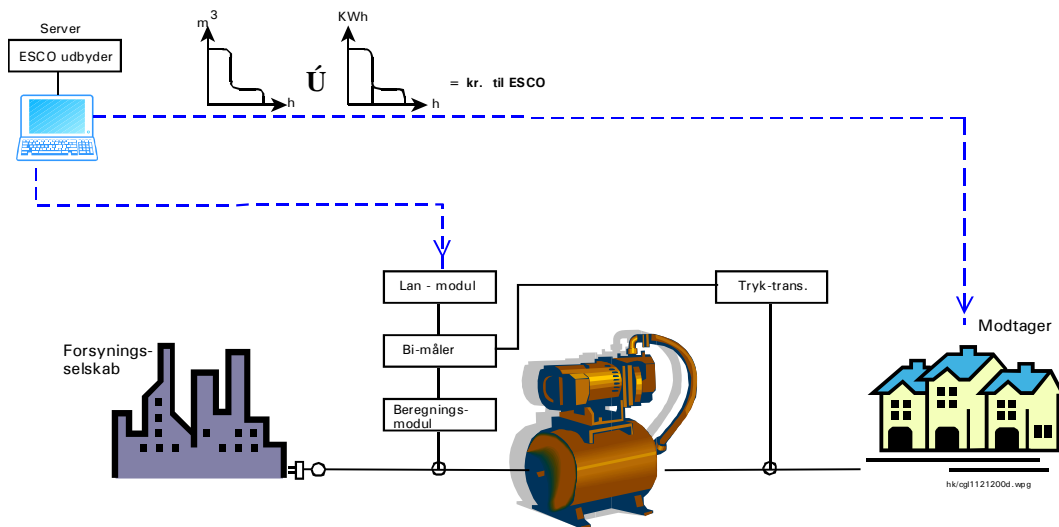
Vurdering af potentialet

Alle ovenstående observationer samles i en konklusion, hvor følgende vurderes:

- Forefindes muligheder for energieffektivisering og/eller rationalisering af omkostninger til service
- Er investeringer forbundet hermed overskuelige – eller alternativt er nogle af hovedkomponenterne (kompressor og tørring) alligevel klar til udskiftning pga. alder og slitage
- Står nødvendige transaktionsomkostninger (kontrakt og udgifter til måleudstyr) mål med det opgjorte maksimalt opnåelige sparepotentiale
- Kalkuler med stigende energipriser
- Hvilken kontraktlængde skal som minimum tilbydes

5.3 Monitorering for afregning af ydelsen

Figuren nedenfor viser, hvorledes en ESCO-forretning kan være konstrueret.



I snitfladen mellem forsynings-selskab (elselskab) og trykluftanlæg, hvilket i praksis betyder i eltavlen, er opsat elmåler med et indbygget beregningsmodul og kommunikationsmodul (fx Lan-modul). ESCO-udbyderen aftapper disse data for konstruering af den løbende afregning til kunden/modtageren.

I figuren er vist en minimalistisk ESCO, hvor regningen består af et kubikmeterforbrug minus energiforbruget, og luftkvaliteten (energitjeneste kvaliteten) understøttes udelukkende af en tryktransmitter, som er tilkøbt den løbende logning.

En faldgruppe ved dette minimalistiske set-up er, at lækage-forbrug optræder som et tryklufforbrug. Dermed er der ikke fra ESCO-udbyderens side et incitament til at dette forbrug minimeres – tvært imod. Det er i projektet fundet, at den bedste måde at kompensere for dette er, at udbyderen ud fra de opsamlede data skal anskueliggøre lækagens omfang og omkostninger på hver måneds faktura. Kunden kan heraf se lækageomkostningerne, og evt. bede udbyderen reducere dette ved at optimere/tætné på anlægget som en tillægsydelse.

I det følgende beskrives i flere detaljer et målekoncept for en ESCO alt efter, hvorledes den fysiske grænseflade mellem ESCO-udbyder og forbruger er defineret.

For afregningsmonitorering er det gældende, at følgende parametre skal måles og afstemmes med kontraktens indhold hver måned (alternativt hvert kvartal):

- Luft kvaliteten (trykspand fx 9-10 bar, vand- og olieindhold)
- Oppetid
- Luftmængden
- Elforbruget

Igennem projektet har der været et tæt samarbejde med ABB, som fremtidigt forventer at kunne levere en samlet enhed bestående af en effekt-bimåler, tryktransmitter, beregnings- og lan-modul, indenfor en prisramme på kr. 15.000. Enheden vil have mulighed for tilkobling af flere transmittere til monitorering af trykluffskvaliteten til fx måling af vandindholdet.

Enheden skal på displayet ud over det summerede energiforbrug, ud fra indtastet nøgletal som fås af en opmåling af kompressoren, kunne angive det summerede tryklufforbrug.

Displayvisningen er afregningsgrundlaget for den leverede luftmængde.

Kompressoropmåling (kWh pr. Nm³)

Nøgletallet kan konstrueres med forskellige metoder:

- En beholdertest hvor et kendt volumen fyldes op fra atm tryk til forbrugstryk med den pågældende kompressor samtidig med at pumpetid og effektoptag registreres. Metoden er forbundet med stor måleusikkerhed.
- Anvendelse af mærkepladen/datablad. Metoden er forbundet med stor usikkerhed.
- Kapacitetsopmåling af kompressoren på laboratorium (fx Teknologisk Institut) - alternativt opmåling af kompressoren i installationen med kalibreret måleudstyr. Metoden er tilstrækkelig præcis (anvendt i dette projekt) men er omkostningskrævende. Ud over smedetimer til indskæring af flanger til flowmåler og trykudtag, vurderes det at en sådan opmåling vil anløbe ca. kr. 20.000 pr kompressor op til 20 Nm³/min. Det vurderes at måleusikkerheden på målemetoden er under 5 %.

Luftkvaliteten

Konditionerne som trykluft leveres ved (tryk, luftmængde, varighed mv.), opsamles via en server som er opstillet af ESCO-udbyderen. Lanforbindelsen på afregningsenheden sender 5 sek. værdierne via internettet til serveren, hvor måleværdierne anvendes til månedlig opgørelse. Af øjebliksværdierne kan udbyderen overfor kunden godtgøre at luftkvaliteten i form af tryk og luftmængde er indenfor de aftalte rammer, samt udarbejde en lækagevurdering, som evt. er en del af ydelsen defineret i bilag til kontrakten.

Trykket kan måles relativt enkelt med en tryktransmitter. Olie- og vandindholdet er dog svært at måle løbende, men meget væsentlig i forhold til trykluft anvendt til fx. friskluftsmasker eller luft anvendt i kemisk/fødevarer-industri. Kontrakten kan dog sikre, at der anvendes den bedste type filtre (aktive kulfiltre) og de bedste typer tørrere (adsorptionstørrere). I nogle miljøer må endvidere udelukkende anvendes oliefri kompressor.

Driftsgaranti – ”oppetid”

Oppetiden (anlægs tilgængelighed) monitoreres ved hjælp af tryktransmitter. Hvis trykket ligger indenfor det aftalte bånd, er der luft til rådighed. Kontrakten er indgået på basis af et maksimalt tilkoblet forbrug (håndværktøjer, maskiner m.v.). I tilfælde, hvor kunden selv tilkobler yderligere forbrug uden at informere/genforhandle med ESCO-udbyderen vil driftsgarantien selvfølgelig falde bort.

Luftmængden og elforbrug

Registrering af henholdsvis luftforbrug og elforbrug er to opgaver, som har direkte indflydelse på den månedlige/kvartalsvise faktura.

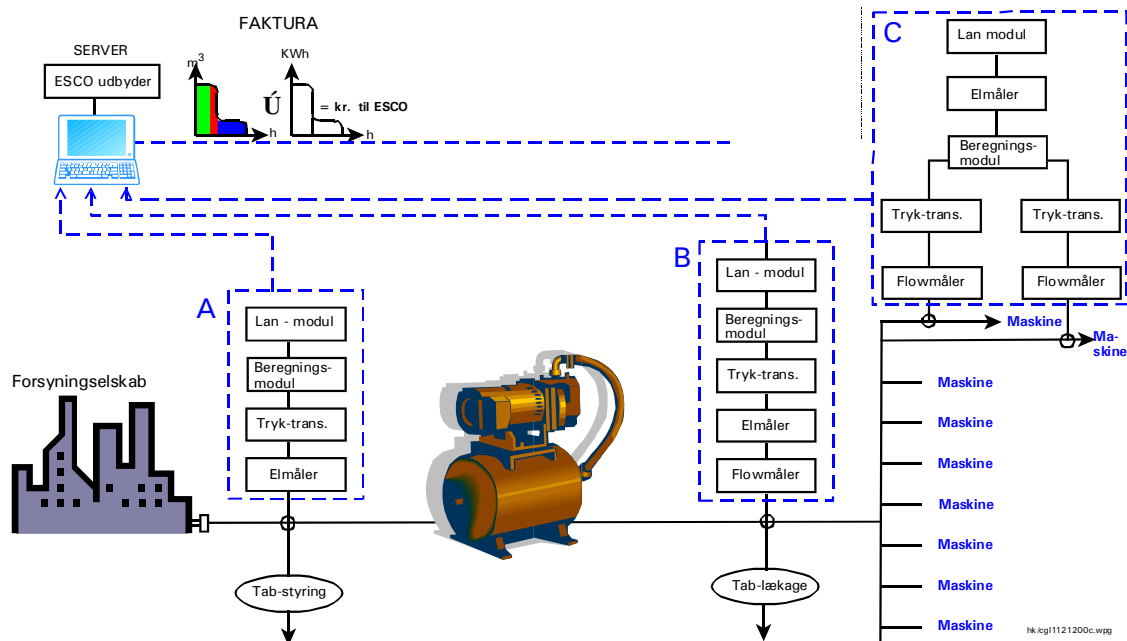
Det nødvendige måler-setup afhængig af 2 parametre:

- Grænsefladen
- Kontraktmodellen

Grænseflade og kontraktmodel

Grænsefladen for monitorering (ikke at forveksle med kontraktmodel A, B og C) kan ligge på tre steder henholdsvis før kompressoren (A), umiddelbart efter kompressoren (B) eller ved forbrugsstedet (C).

De tre grænsefladerne fremgår af nedenstående figur.



Figur 5.1

Grænseflade A

| Forbrug | op/ ned | Ændring/ Incitament |
|-----------------------|---------|---|
| Forbrug | — | Uændret evt. reducere |
| Lækage tab | ▼ | Oplyses på faktura => Synlig => Driftsudgift reduceres |
| Tomgangs/ styring tab | ▼▼ | Mindre tab => Færre kWh pr. m ³ => Mere indtjening til udbyder |

Ejerskab ligger hos bruger, udbyder kan dog overtage kompressor centralen. Metoden har stor målesikkerhed og lave omkostninger til etablering af monitorering, hvilket gør den meget anvendelig.

Grænseflade B

| op/ ned | Ændring/ Incitament |
|---------|---|
| — | Uændret evt. reducere |
| ▼ | Oplyses på faktura => Synlig => Driftsudgift reduceres |
| ▼▼ | Mindre tab => Færre kWh pr. m ³ => Mere indtjening til udbyder |

Ejerskab ligger hos bruger, udbyder kan dog overtage kompressor centralen. Metoden har middel målesikkerhed pga. trykstød. Middel omkostninger til etablering af monitorering. Metoden er anvendelig.

Grænseflade C

| op/ ned | Ændring/ Incitament |
|---------|---|
| — | Uændret evt. reducere |
| ▼▼ | Lavere lækage => Mere indtjening til udbyder |
| ▼▼ | Mindre tab => Færre kWh pr. m ³ => Mere indtjening til udbyder |

Rendyrket ESCO da alle tab ligger hos udbyder. Ejerskab ligger hos udbyder. Store omkostninger til etablering af monitorering, og svær kontraktuel. Metoden er svært anvendelig.

Ved grænseflade A tænkes det at anvende en intelligent afregnings el-bimåler med LAN modul, samt en tryk- og temperaturtransmitter til monitoreringen af den leverede ydelse ved hver kompressor. Modellen beror på en beregning af flowet ved hjælp af den optagne effekt på kompressoren.

Ved grænseflade B tænkes det at anvende en flowmåler med relativ lav målesikkerhed, samt en tryk- og temperaturtransmitter til monitoreringen af den leverede ydelse ved et knudepunkt i kompressorcentralen fx før køletørrer. Den optagende effekt på kompressorerne måles med en intelligent afregnings el-bimåler med LAN modul.

Ved grænseflade C tænkes det at anvendes en flowmåler til en relativ billig kostpris (heraf følger større måleusikkerhed), samt en tryk- og temperaturtransmitter til monitoreringen af den leverede ydelse ved hvert leveringssted (trykluftkobling/ trykluftforbrugende maskine mv.). Den optagende effekt på kompressoren måles med en intelligent afregnings el-bimåler med LAN modul.

I alle grænseflademodellerne sendes målingerne til udbyderen via det indbyggede LAN modul i bimåleren og en multifunktionscomputer til procesopgaver. Bimålerens hukommelse anvendes som afregningssikkerhed ved dataudfald. Effektoptaget til køletørrer monitoreres særskilt.

Lækage

Hovedsageligt kan det siges, at grænseflade A og B har relativ lave transaktionsomkostninger men incitamentet til nedbringelse af lækagen er lille, hvorimod der ved grænseflade C er stort incitament for udbyderen til nedbringelse af lækagen men transaktionsomkostninger er store.

| | |
|------------------|--|
| Grænseflade C. | ESCO-udbyder betaler for lækage |
| Grænseflade A+B: | Bruger betaler for lækagen => Lækageandelen skal estimeres løbende ved hjælp af monitoreringen => Lækageandelen skal estimeres ved faste indlagte audit. - Kontrakten kan herunder indeholde at ESCO-udbyder udbedrer lækager over fx 10 % eller at - Bruger selv udbedrer lækager, men lækageandelen hver måned bliver opgjort med særskilt post på regning |

Kontraktmodel og grænseflade

Kontraktmodel A

ESCO udbyderen afholder både ejerskab og drift af anlægget, hvilket giver mulighed for at have grænsefladen ved kompressoren eller ved leveringsstedet.

Kontraktmodel B

Kunden ejer trykluftanlægget, og ESCO-udbyderen driver anlægget, hvilket giver mulighed for at have grænsefladen ved kompressoren eller ved leveringsstedet.

Kontraktmodel C

ESCO-udbyderen hyres til at optimere anlæggets driftsomkostninger, hvilet ikke giver anledning til løbende monitorering.

Hvis grænsefladen ligger på leveringsstedet, afholdes lækagen i kontraktmodel A og B af ESCO udbyderen, men monitoreringen bliver meget dyr. Energimæssigt er dette at fortrække, da udbyderen vil have incitament til at nedbringe lækagen og dermed energiforbruget.

Hvis grænsefladen derimod ligger inden kompressoren, vil der ikke være noget incitament for at nedbringe lækagen, da udbyderen vil få øget omsætning ved øget lækage. Det er derfor vigtigt, at når grænsefladen ikke ligger ved forbrugsstedet, at lækageandelen enten bliver estimeret løbende ved hjælp af monitoreringen eller fastindlagte audit og opgivet på regning til kunden.

5.3.2 Investeringer og måleudstyr

I projektet er undersøgt, hvilke firmaer der kan levere udstyr til måling på trykluft, hvilket måleprincip der er anvendeligt og hvilke omkostninger installation af en ”ESCO målepakke” vil resultere i.

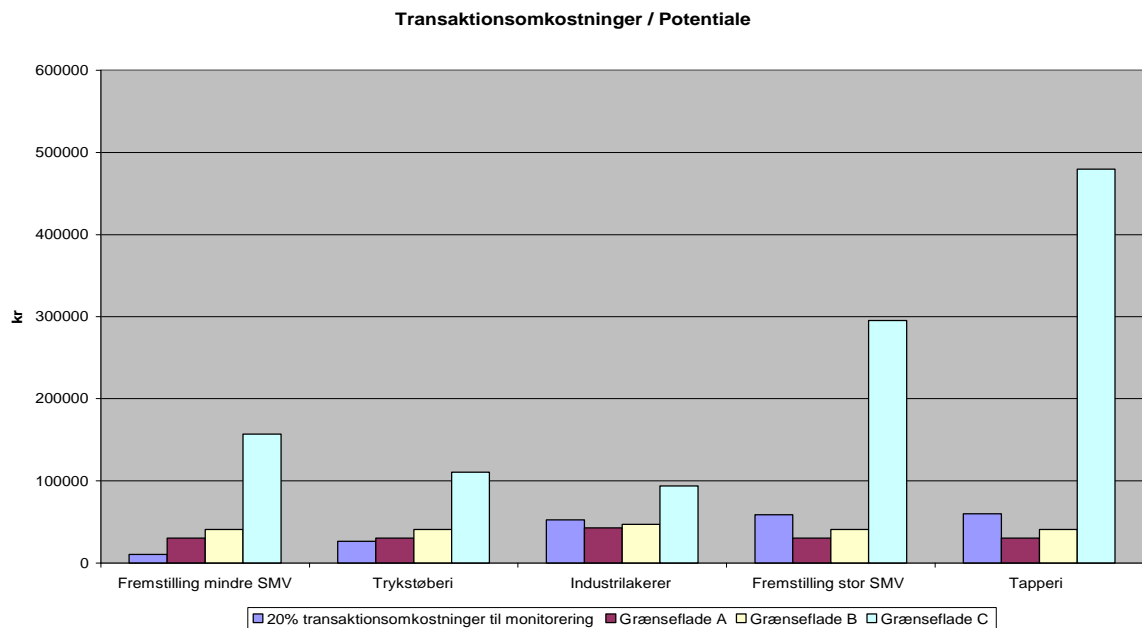
Ved de forskellige grænseflader skal der anvendes forskellige typer af måleudstyr.

Af undersøgelsen fremgår det, at det bedst anvendelige måleprincip til grænseflade B er vortex swirl flowmåling, ud fra kravspecifikationer om et bredt måleområde, lav måleusikkerhed og lavt tryktab.

For grænseflade C er det kun mulighed at anvende en producent med et termisk måleprincip, da det er de eneste der havde en relativ lav kostpris.

Grænseflade A beror på estimering af flowet, hvorfor kun kostprisen er undersøgt. Muligheden for anvendelse af princippet bliver behandlet i afsnittet ”ESCO i praksis”.

Omkostninger forbundet med monitoreringen i forbindelse med grænsefladerne / måleprincipperne er opgjort til:



Figur 5.2 – Omkostninger til måleudstyr

Af undersøgelsen fremgår det yderligere, at det ikke er rentabelt at anvende wireless LAN til at sende data til udbyderen. Dataoverførsel via et accesspoint og alm. LAN forbindelse er at foretrække, når der som i dette tilfælde er tale om kontinuerligt store datamængder

Til alle modellerne er der tillagt antal målepunkter, server til dataopsamling og program til datahjemtagning, håndværkertimer til opsætning, samt div. komponenter til samling. Priser på udstyr er midlet over de udbydende producenters listepreiser minus 30 % rabat.

Under forudsætning af, at transaktionsomkostningerne til monitoreringen maksimalt må anløbe 20 % af det samlede potentiale over 5 år fremgår det, at det kun er grænseflade A og B der er anvendelige. Desuden indgår omkostninger til kontraktudformning mv. også som en del af transaktionsomkostningerne

Grænseflade C har alt for høje transaktionsomkostninger. Endvidere er måleprincippet eftermålt i Teknologisk Instituts laboratorium og målinger på testvirksomheden, hvilket giver afvigelser på over 20 %. Afvigelserne svinger fra 16 til 25 % og er ikke kontinuerlige, hvilket gør måleprincippet alt for usikkert til evt. afregning.

Som det fremgår af nedenstående tabel, hvor de mest essentielle værdier er udtrukket, er årsagen til at grænseflade C har højere transaktionsomkostninger i forhold til A og B, det øgede antal målepunkter som enkeltvis er billige, men sammenlagt bliver meget dyrt.

| Virksomhed | | | | | |
|---------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| Virksomhedstype: | Fremstilling | Trykstøberi | Industrilakerer | Fremstilling | Tapperi |
| Størrelse: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Antal ansatte: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Omsætning: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Trykluftanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Potentiale | | | | | |
| Samlet potentiale: | 10345 kr. | 26420 kr. | 52420 kr. | 58800 kr. | 59880 kr. |
| Grænseflade A | | | | | |
| Antal mp (inkl køletørrer) | 3 stk | 3 stk | 4 stk | 3 stk | 5 stk |
| Effektmåling (inkl. køletørrer) | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. |
| Antal mp | 2 stk | 2 stk | 3 stk | 2 stk | 3 stk |
| Kapacitet måling | 6497 kr | 6497 kr | 6497 kr | 6497 kr | 6497 kr |
| Datopsamling (1) | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr |
| Total | 36198 kr | 36198 kr | 48781 kr | 36198 kr | 54867 kr |
| Grænseflade B | | | | | |
| Antal mp | 3 stk | 3 stk | 4 stk | 3 stk | 5 stk |
| Effektmåling | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. |
| Antal mp - kapacitet | 1 stk | 1 stk | 1 stk | 1 stk | 1 stk |
| Kapacitet måling (1) | 23673 kr | 23673 kr | 23673 kr | 23673 kr | 23673 kr |
| Datopsamling (1) | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr |
| Total | 46876 kr | 46876 kr | 52962 kr | 46876 kr | 59048 kr |
| Grænseflade C | | | | | |
| Antal mp | 3 stk | 3 stk | 4 stk | 3 stk | 5 stk |
| Effektmåling | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. | 6086 kr. |
| Antal mp - kapacitet | 30 stk | 20 stk | 15 stk | 60 stk | 100 stk |
| Kapacitet måling | 4615 kr | 4615 kr | 4615 kr | 4615 kr | 4615 kr |
| Datopsamling (1) | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr | 4946 kr |
| Tryk og temperatur (1) | 1247 kr | 1247 kr | 1247 kr | 1247 kr | 1247 kr |
| Total | 162903 kr | 116752 kr | 99763 kr | 301356 kr | 498132 kr |

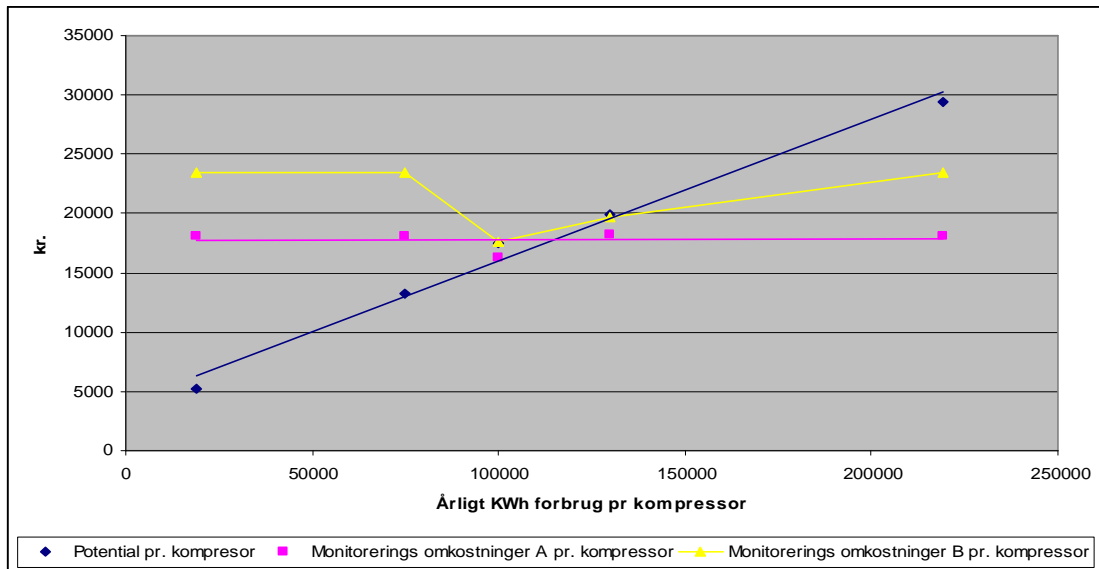
Tabel 5.1

Transaktionsomkostningerne til monitorering sammenholdt med det økonomiske potentiale for ESCO'en angiver yderligere hvilke anlægsstørrelser, der er rentable for ESCO aftaler. Transaktionsomkostningerne til monitorering er udelukkende afhængig af antallet af målepunkter, og dermed antallet af kompressorer og køletørrere. Selvom antallet af køletørrere ændres, er der tilnærmelsesvis konstante transaktionsomkostninger pr. kompressor, hvilket fremgår af nedenstående kurve.

Potentialet er afhængigt af kapitalomkostninger til kompressorcentral, vedligeholdelseskostninger og mulige elbesparelser, som igen er afhængig af brugstiden. Alle potentialeparametrene er delvist afhængig af antallet af kompressorer, men da elomkostningerne vejer tungt i potentialet, er der en tilnærmelsesvis lineær sammenhæng mellem potentialet pr. kompressor og årligt effektforbrug pr. kompressor.

| Virksomhed | Fremstilling | Trykstøberi | Industrilakerer | Fremstilling | Tapperi |
|-----------------------------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|
| Virksomhedstype: | Mindre SMV | Mindre SMV | Mindre SMV | Større SMV | Større SMV |
| Størrelse: | 60 stk. | 25 stk. | 17 stk. | 200 stk. | 200 stk. |
| Antal ansatte: | 60 mio. kr. | 25 mio. kr. | 15 mio. kr. | 200 mio. kr. | 200 mio. kr. |
| Omsætning: | | | | | |
| Trykluftanlæg | | | | | |
| Antal kompressorer: | 2 stk. | 2 stk. | 3 stk. | 2 stk. | 3 stk. |
| Installeret kompressor effekt: | 36 kW | 60 kW | 247 kW | 70 kW | 90 kW |
| Køletørrer: | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 1 stk. | 2 stk. |
| Tank: | 1000 liter | 1.000 liter | 2250 liter | 1000 liter | 2000 liter |
| Ledningsnet: | 100 m | 200 m | 200 m | 400 m | 1000 m |
| Antal forbrugssteder: | 30 stk. | 20 stk. | 15 stk. | 60 stk. | 100 stk. |
| Drift | | | | | |
| Gennemsnitlig optagen effekt: | 15 kW | 25 kW | 75 kW | 50 kW | 65 kW |
| Årlig benyttelsestid: | 2500 timer | 6000 timer | 4000 timer | 8760 timer | 6000 timer |
| Årligt elforbrug: | 37500 kWh | 150000 kWh | 300000 kWh | 438000 kWh | 390000 kWh |
| Årlige kapitalomk. | 32200 kr. | 39200 kr. | 74200 kr. | 46200 kr. | 79800 kr. |
| Årlig elomkostning: | 20625 kr. | 82500 kr. | 165000 kr. | 240900 kr. | 214500 kr. |
| Årlig vedligeholdelsesomk.: | 10000 kr. | 20000 kr. | 40000 kr. | 20000 kr. | 30000 kr. |
| Potentiale | | | | | |
| Kapitalomk., 10%: | 3220 kr. | 3920 kr. | 7420 kr. | 4620 kr. | 7980 kr. |
| Mulig elbesparelse, 20%: | 4125 kr. | 16500 kr. | 33000 kr. | 48180 kr. | 42900 kr. |
| Årlige vedligehol. omk., 30%: | 3000 kr. | 6000 kr. | 12000 kr. | 6000 kr. | 9000 kr. |
| Samlet potentiale: | 10345 kr. | 26420 kr. | 52420 kr. | 58800 kr. | 59880 kr. |
| Andel af samlede årlige omk.: | 16,46637485 % | 18,6450247 % | 18,77507163 % | 19,1468577 % | 18,46438 % |
| Monitorerings omkostninger | | | | | |
| Grænseflade A | 36198 kr | 36198 kr | 48781 kr | 36198 kr | 54867 kr |
| Grænseflade B | 46876 kr | 46876 kr | 52962 kr | 46876 kr | 59048 kr |
| Pr. kompressor | | | | | |
| Effekt pr kompressor | 18750 KWh | 75000 KWh | 100000 KWh | 130000 KWh | 219000 KWh |
| Potential pr. kompresor | 5173 kr | 13210 kr | 17473 kr | 19960 kr | 29400 kr |
| Monitorerings omkostninger pr. | 18099 kr | 18099 kr | 16260 kr | 18289 kr | 18099 kr |

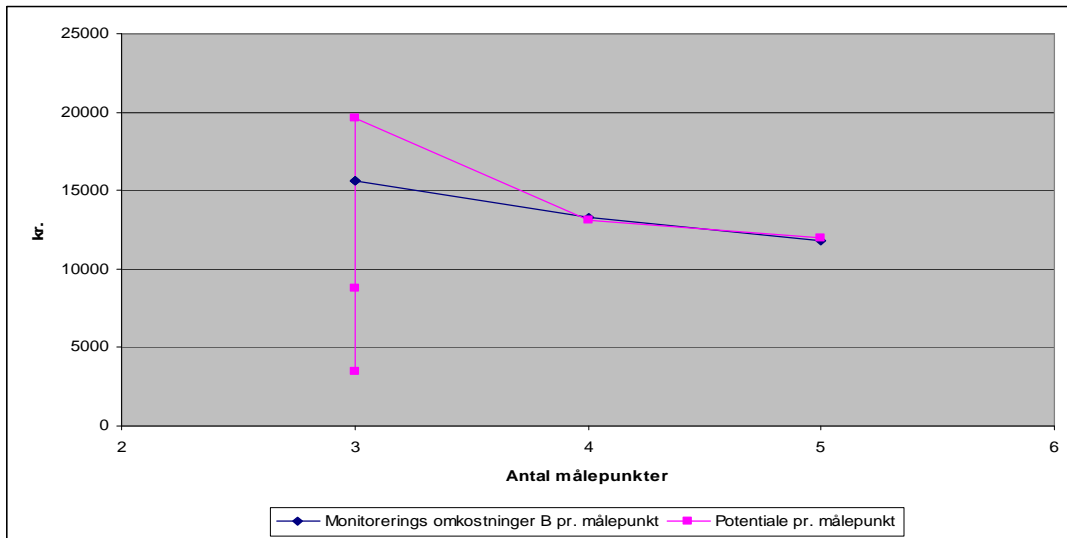
Tabel 5.2



Af kurven fremgår det at jo større kompressoren er, jo større er potentialet. Samtidig fremgår det at kompressorer med et årligt forbrug under 100.000 kWh ikke er rentable i en ESCO aftale. Dette indebærer dog ikke at mindre kompressorer ikke er interessante. Fx har virksomhed 4 ”kun” en installeret kompressoreffekt på 70 kW (~ 2 gange 35 kW), men et årligt effektforbrug på 130.000 kWh pr. kompressor.

Af kurven fremgår det yderligere, at der tilnærmelsesvis er konstant transaktionsomkostninger til monitorering pr. kompressor ved grænseflade A, uafhængigt af om effektforbruget pr kompressor stiger. Transaktionsomkostninger til monitorering ved grænseflade A er gennemsnitlig kr. 17.770 pr. kompressor.

Denne sammenhæng er ikke fundet ved grænseflade B. Årsagen er, at omkostningerne til monitoreringen har en høj basisværdi på grund af en dyr flowmåling og herefter er faldende pr. målepunkt ved et stigende antal af målepunkter, hvilket fremgår af nedenstående kurve. Potentialet ikke er på samme måde afhængig af antallet af målepunkter, men derimod af det årlige effektforbrug.



Figur 5.3

Der er ikke fundet samme sammenhæng mellem anlægs- eller kompressor størrelse og potentialet.

6 Teknologiens egnethed for ESCO

I dette kapitel behandles teknologierne trykluft, ventilation og belysning med hensyn til egnethed for at indgå i et ESCO-koncept.

De tre teknologier er gennemgået og vurderet på følgende parametre:

- Kan der tjenes penge, er der oplagte **sparepotentialer** i form af energi eller service?
- Er den leverede **energiservice målbar**?
- Er **kunderne parate** til at uddelegere ansvaret for teknologien på niveau med fx rengøring, plæneklipping eller kantinedrift?
- Er der oplagte **fremtidige udbydere** i markedet?
- Kan forretninger udvikles med passende **transaktionsomkostninger**

6.1 Trykluft

Trykluft er set ud fra en overordnet betragtning særdeles velegnet at udvælge som én af de første industrielle anvendelser, der udvikles/markedsføres ESCO's indenfor. Den overordnede vurdering er baseret ud fra følgende forhold:

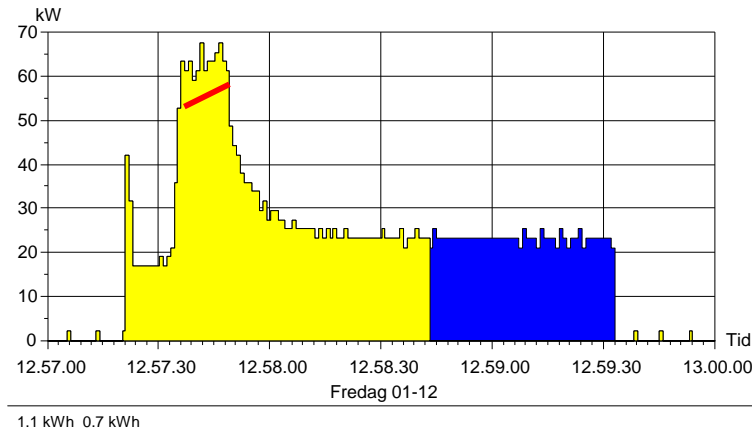
- stor udbredelse / mange potentielle kunder
- stort og afgrænset sparepotentiale (energi, service & vedligehold)
- overskuelige investeringer i forbindelse med realisering af potentialet
- eksisterende service-marked som kan udbygges til et ESCO-marked
- trykluft som oftest en sekundær teknologi hos virksomhederne / åbenhed for outsourcing

Spare potentialet (energi og service)

Det er veldokumenteret fra mange undersøgelser, at der forefindes et effektiviseringspotentiale på ca. 30 % på industriens trykluftanlæg.

Et trykluftanlæg er kendetegnet ved at det kan fungere upåklageligt, med for højt elforbrug til følge, uden at der er nogle umiddelbare tegn på at forbruget er for højt.

I Figur 6.1 er markeret nogle potentialer, som altid bør vurderes med hensyn til evt. indgåelse af en ESCO:



Figur 6.1 Effektoptag for skruekompressor

Figuren illustrerer, hvorledes et unødvendigt højt trykniveau (rød streg), vil resultere i et unødvendigt højt effektoptag, når kompressoren leverer luft til systemet. Den blå skravering illustrerer den største fejlkilde til unødigt elforbrug – En ikke optimalt indstillet aflasttimer eller defekt aflastningsfunktion bliver sjældent opdaget uden opsætning af måleudstyr. Denne resulterer ofte i kompressorforbrug, der er 20-30 % højere end nødvendigt.

En anden ofte nævnt kilde til unødigt forbrug på et trykluftanlæg er lækage. Lækager optræder primært via huller i rørsystemet samt ved utætte tilslutninger af maskiner. Som nævnt er afregningspunktet placeret lige ved kompressorafgangen, hvilket betyder lækage for ESCO-udbyderen er på niveau med reelt luftforbrug. ESCO-udbyderen skal derfor kontraktmæssigt bindes til en periodevis synliggørelse af lækageforbruget for kunden.

På samme måde skal et minimumstryk synliggøres for kunden.

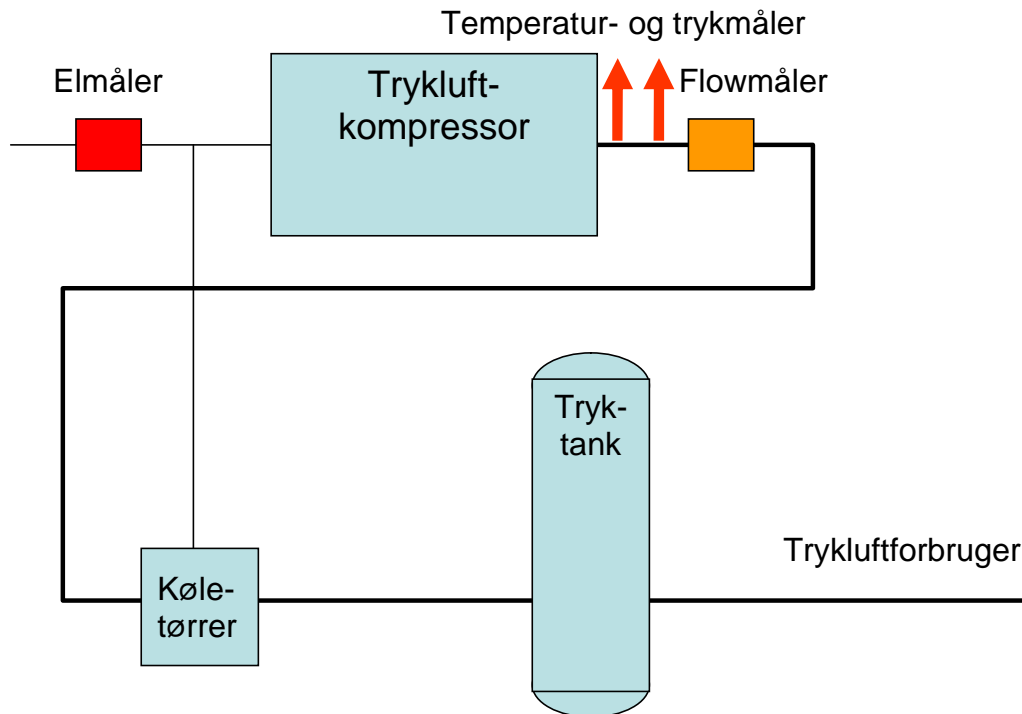
Mange serviceaftaler er konstrueret med serviceintervaller, bestemt af driftstimere på kompressorerne. Dette betyder, at serviceleverandøren i dag faktisk ikke har noget incitament til at reducere tomgangskørsel. I mange virksomheder udgør serviceomkostningerne på trykluftanlægget 25-50 % af energiudgifterne. Denne post forventes reduceret betydeligt, når en ESCO-udbyder selv skal dække serviceomkostninger. Servicen vil i langt højere grad blive tilrettelagt ud fra et tilstandsbaseret koncept.

Følgende nøgletal kan benyttes som sammenligningsgrundlag for energi- og serviceudgifter på et industrielt trykluftanlæg:

- energi: **0,15 kWh pr. Nm³** / forudsætning 8 bar (+ 7 % for hver bar højere tryk)
- service: **5 øre pr. Nm³** / forudsat en rimelig belastning på anlægget

For casen i projektet ligger de to nøgletal på henholdsvis 0,33 kWh pr. Nm³ og 7,5 øre pr. Nm³

Målbarhed & grænseflade



Figur 6.2 Eksempel på opbygning af trykluftsystem

Figuren illustrerer med de røde markeringer, hvilke målepunkter der er nødvendige for at beskrive *trykluft energitjenesten*, som består af en aftalt leverance af trykluft, nærmere bestemt et antal Nm³ ved et garanteret tryk.

Dette er en god definition i forhold til kunderne, i og med den kan betegnes som det direkte ”brændstof” til diverse maskiner tilsluttet trykluftsystemet, og dermed er nemt at forholde sig til for en kunde. På maskinerne er direkte opgjort luftforbrug angivet i [Nm³/sek] samt et minimumstryk luften skal leveres ved, for at maskinen fungerer tilfredsstillende.

I projektet er fundet frem til, at effekt/el- tryk- og temperaturmåling faktisk er den enkleste, billigste og mest valide måde løbende at opmåle energitjenesten på. Umiddelbart skulle man tro at en direkte opmåling med en flowmåler var at foretrække, men denne metode er upræcis og omkostningstung.

Kundeeparthed og udbydere

At dømmen efter demonstrationsvirksomheden samt involveret leverandør, er der stor interesse for konceptet. Demonstrationsvirksomheden oplever en stor byrde blive fjernet fra dem såfremt pålideligheden af anlægget kan lægges i andre hænder, og være garanteret via en egentlig kontrakt. Virksomheden er en mindre virksomhed (oplagt målgruppe) og oplever en relativ stor eksisterende anvendelse af ledelsesmæssige og økonomiske ressourcer for at holde anlægget i drift – vel at mærke uden at det opleves helt optimalt.

Den danske trykluftbranche (kompressormarkedet) er opdelt i en håndfuld udbydere, hvor flere af dem har en markedsandel på 10-20 %. En del af virksomhederne består grundlæggende af et agentur for udenlandske produkter samt en serviceforretning. Flere store producenter er endvidere præsenteret på det danske marked i egne salgs selskaber, og disse opleves at konkurrere massivt på priser, service m.v. Flere af de danske leverandører vil være interesseret i denne nye forretningsform, da det kunne binde kunderne tættere til dem i en aftalt årrække.

Transaktionsomkostninger

Vælges en model, hvor afregningspunktet befinder sig umiddelbart ved udgangen af kompressorcentralen, kan omkostningerne til måling holdes på et niveau på ca. 15.000 kr. pr kompressor. Haves flere kompressorer reduceres dette beløb yderligere.

Dertil kommer omkostninger til udarbejdelse af kontrakt, indledende gennemgang og evt. opmåling af kompressorer såfremt katalogmaterialet ikke vurderes tilpas validt.

Alt i alt vil det være vanskeligt at få startet en ESCO på trykluftanlæg for et beløb mindre end 100.000 kr. Inden for trykluftanlæg findes relativt store potentialer indenfor energi- og service, således at 1-2 års potentiale vil kunne finansiere den nødvendige transaktion.

6.2 Andre teknologier - ventilation og belysning

Teknologierne ventilation og belysning har været diskuteret i projektgruppen, men har ikke været understøttet i praksis af et eksempel på udvikling af en energitjeneste. Hovedkonklusionerne fra diskussionen er medtaget i projektrapporten i dette afsnit.

Spare potentialet (energi og service)

Den primære målgruppe for ESCO's på teknologierne ventilation og belysning forventes at være offentlige institutioner.

I den forbindelse er det nye tillæg 12 til bygningsreglementet bemærkelsesværdigt. Kravene til energieffektivitet er strammet gevaldigt ved formuleringen af den nye energiramme og elforbrug til belysningsanlæg og ventilatordrift tæller med en faktor 2,5 i beregningen af energirammen.

Der er foretaget flere undersøgelser/kortlægninger omkring sparepotentialerne afledt af denne ændring i bygningsreglementet. Konklusionen fra en af disse er bragt i nedenstående boks:

Inden for de seneste 10 – 15 år er især elforbruget steget voldsomt i kontor-/administrations-bygninger. Stigningen er primært en konsekvens af, dels øgede krav til bedre indeklima, krav om mere effektiv ventilation, og dels stærkt øget anvendelse af køling. Behovet for køling er igen i høj grad en konsekvens af betydelig øgning i varmeafgivelse fra kontorudstyr, solindfald m.m. (overskudsvarme). Varmeforbruget er i samme periode til gengæld faldet væsentligt. Dette er en konsekvens af, at klimaskærmen er designet, dimensioneret og opbygget mere energieffektivt end tidligere, herunder ved anvendelse af lavenergiruder samt at bygningskonstruktionerne generelt er meget tætte. Kravene til det samlede energiforbrug er blevet skærpet i det nye bygningsreglement. Kravet gældende pr. 1. januar 2006 for kontorbygningens energiramme (energi til ventilation, køling, varme, brugsvand og belysning) er sat til 95 kWh pr. m² + 2200/A, hvor A er arealet. Dette betyder, at kravet er godt og vel 95 kWh/m² for alle større kontorbygninger (arealer på mere end 5000 m²)

Der består et betydeligt energisparepotentiale. Ifølge Dansk Byggeri bygges hvert år ca. 1 mio. m² kontorarealer inden for erhvervssektoren + ca. 0,5 mio. m² inden for den offentlige sektor. Der etableres køling i ca. 60 – 80 % af alt nyt kontorbyggeri, som desuden er kendetegnet ved intensiv mængde af elforbrugende enheder og store glasfacader. Regnes alene med kontorbyggeri fra 90 – erne til starten af 2000 – vil bruttoarealet andrage 15.000.000 m². Fratrækkes 30 % af kontorbygningerne, der vurderes at ligge i Best Practice kategorien og i den bedste del af Good Practice fås netto i størrelsesorden 10 mio. m² kontorareal, hvor der potentielt er store muligheder for at realisere betydelige elbesparelser. Dette kan ske ved energirigtigt valg af elforbrugende apparater, **ændring af belysningsanlæg**, helt eller delvist udfasning af køling, ved ændring og **effektivisering af ventilation**, som decentraliseres. Bestemmelse af elforbrug, der omsættes til varmeenergi:

| | |
|--|--|
| Årligt elforbrug v/100 kWh/m ² : | 10 mio. m ² * 100 kWh = 1000 GWh (Ordinary Practice) |
| Årligt elforbrug v/75 kWh/m ² : | 10 mio. m ² * 75 kWh = 750 GWh (Good Practice) |
| Årligt elforbrug v/50 kWh/m ² : | 10 mio. m ² * 50 kWh = 500 GWh (Best Practice) |
| Årligt elforbrug v. /30 kWh/m ² : | 10 mio. m ² * 30 kWh = 300 GWh (BR06) |

Best, good – og ordinary practice baseret på TI-projekt fra 2002, gennemgang af 30 nyere bygninger Nøgletallet på 30 kWh elforbrug for en BR06 bygning er sat ud fra at el til lys, ventilatorer m.v. bliver ganget med en faktor 2,5 ved udregning af energirammen. Dermed må eldelen nødvendigvis ned på ca. 30 kWh, og der vil kun være 20 kWh tilbage til dækning af varmebehov og brugsvand.

Undersøgelsen viser, at der er store energisparepotentialer forbundet med teknologierne ventilation og belysning.

Ventilation

Med hensyn til ventilationsteknologi, er 35 skoler blevet undersøgt med hensyn til ventilationsstandarden levede op til bygningsreglementets krav. Hovedresultaterne er vist i boksen nedenfor:

I alt har 35 skoler med undervisningslokaler fået foretaget ventilationseftersyn. Eftersynene viser:

- 1/3 af anlæggene overholdt ikke kravene til luftmængder og energieffektivitet i Bygningsreglementet (BR 95)
- Halvdelen af anlæggene ventilerede mere end 50 % for meget i forhold til kravene i BR 95
- 1/5 af anlæggene ventilerede mere end dobbelt så meget i forhold til kravene i BR 95
- 3/4 af anlæggene ventilerede om natten (mellem kl. 22-7)
- For ca. 1/5 af anlæggene lå mere end 30 % af anlæggets elforbrug om natten
- For ca. 1/3 af anlæggene lå mere end 20 % af anlæggets elforbrug om natten

Undersøgelsen viser, at der for den kompetente ESCO-udbyder generelt vil være et besparelsespotentialt i form af, at få trimmet anlæggets ydelse i forhold til bygningsreglementets krav. Det samme billede vil sikkert være gældende også for større kontorbygninger.

Hvad angår anlæggets effektivitet udtrykkes det i en SEL-faktor [Joule/m^3] eller [$\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$]. Kravene til denne er et godt pejlemærke for, hvor effektivt opgaven kan løses.

I BR95 er denne grænse netop blevet skærpet fra 2500 til 2200 på balancerede ventilationsanlæg. Anlæg med balance i såvel udsuget som indblæst luftmængde.

SEL-faktoren er bestemt af følgende forhold:

- Reduktion af tryktab i kanalsystemet og aggregat
- Elforbrug - Spareventilator
 - § Sparemotor
 - § Virkningsgrad remtræk
 - § Virkningsgrad frekvensomformer

Anlæggets energiøkonomi generelt vil kunne forbedres gennem:

- Reduktion af maksimal luftmængde (bedre strømningsmønster)
- Indførelse af behovsstyring
- Forbedret varmegenvinding

Alle de nævnte tiltag er forbundet med komponenter, automatik mv. Forhold som allerede i dag, hvad angår kompetencer, er samlet hos de større ventilationsentreprenører.

Belysning

Det er ikke vurderingen at der ”overbelyses” i væsentlig grad i det offentlige. Forstået på den måde, at belysningsstyrken (lux) med tændt anlæg overstiger kravene i DS700.

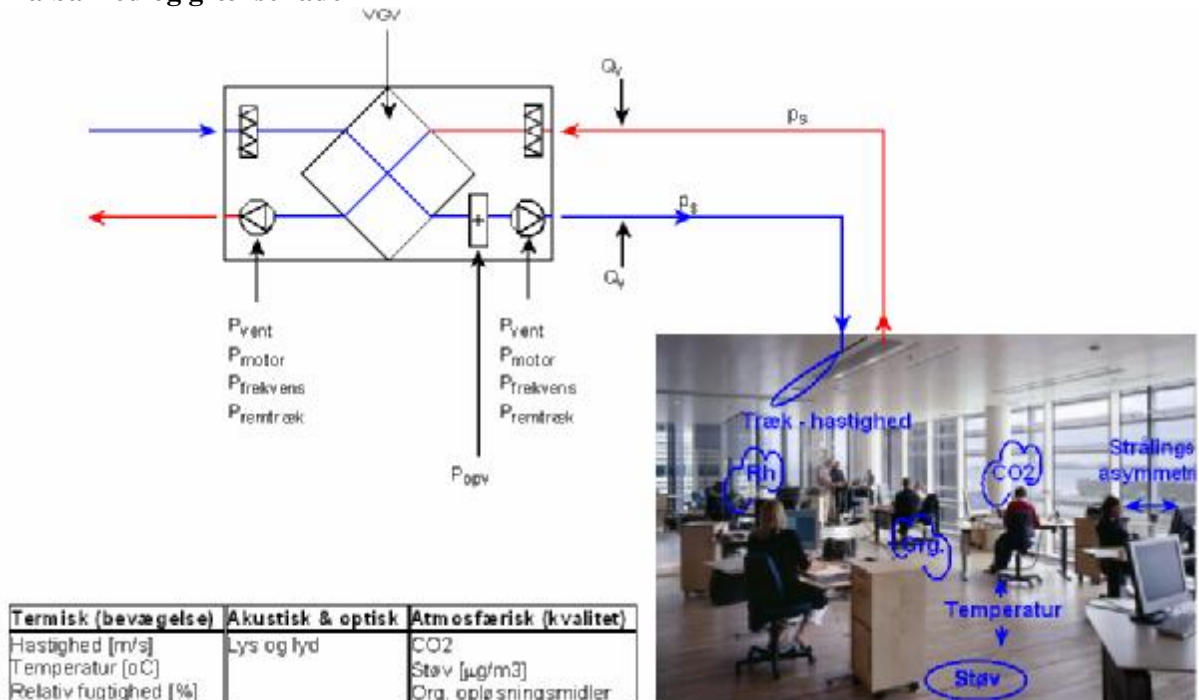
Givet er det dog, at en del almen belysning i kontorlokaler i praksis sagtens kunne være afbrudt i store dele af den sædvanlige brugstid (8-16). Specielt i områder kendetegnet med meget dagslys kombineret med god arbejdspladsbelysning. Denne mulighed dækkes rent faktisk allerede i dag i form af dagslysstyret højfrekvent belysning.

Desuden kan gang- og kælderarealer i højere grad være styret af bevægelsesfølere således, at lys automatisk slukkes når der ikke har været bevægelse i området i en given periode.

En væsentlig udgiftspost i forbindelse med vedligeholdelse af belysningsanlæg er udskiftning af lyskilder og rengøring af armaturer. Dette er som oftest noget som varetages af ”de blå mænd” i en kontorvirksomhed. Derfor er den reelle udgift forbundet hermed sandsynligvis ikke gjort op nøjagtigt, men skjult under generelt bygningsvedligehold.

I tilfælde af ESCO på lysanlæg vil udskiftning og rengøring givetvis blive udført efter nogle faste terminer (fx efter 75 % af garanteret brændtid), således at operationen gennemføres på hele installationer/bygninger frem for som ofte i dag, efter klager fra medarbejdere og dermed som nødudskiftninger. Der vil være et klart sparepotentiale forbundet hermed, men det er svært at synliggøre den nuværende interne udgift forbundet med service- og vedligehold på belysningsanlægget.

Målbarhed og grænseflade



Figur 6.3 Målbarhed Ventilation og belysning

I modsætning til trykluft vil det for belysning og ventilation være praktisk umuligt at udvikle et målekoncept, der entydigt kobler energisiden med den oplevede energitjeneste.

Ventilation

Energitjenesten (værdien for kunden) vil være et oplevet indeklima. Dette bevirker nedenstående forstyrrelser set i forhold til at udvikle en entydig sammenhæng mellem el/varme-forbrug og energitjenesten:

- Oplevet indeklima er en meget individuel størrelse. Nogle vil have 23 °C nogle 21 °C nogle bliver aldrig tilfredse.
- Leveret ydelse fra det tekniske anlæg (luftmængde med given temperatur, CO₂-indhold m.v.) er kun en af flere parametre, der har indflydelse på indeklimaet i opholdszonen. Uheldige afskærmninger, åbne vinduer, antal personer osv. er alle forhold som en ESCO-udbyder ingen indflydelse har på. Derfor vil det også være vanskeligt at garantere et givent indeklima.

Det bør dog være muligt at enes om nogle målbare kontrolpunkter, hvor en aftalt temperatur, CO₂-indhold m.v. som minimum skal være opfyldt. Disse krav kan så være forbundet med såvel sæson- som døgnvariation.

Det synes rimeligt for en administrationsbygning at ESCO-udbyderen varetager driften (evt. ejerskabet) for ventilationsaggregatet, styringsudrustning, kanalsystem, indblæsnings- og udsugningsarmaturer. Energimålingen skal udføres på køle- og varmeblæser (der skal huskes omregning til reel forsyningsform) samt ventilatorerne.

Energitjenesten skal som nævnt så garanteres/eftermåles i et aftalt antal kontrolpunkter.

Belysning

Belysning er ligeledes en energitjeneste forbundet med vanskeligheder/udfordringer omkring målbare:

- Belysningsniveau er en entydig størrelse (lux), men i praksis er det varieret, hvilket niveau de forskellige flader er forbundet med både hvad angår krav fra DS700 og det faktiske niveau. Det vil med andre ord blive meget omkostningstungt at lave et "måle-grid", der 100% kan dække en anlægs leverede energitjeneste.
- Lysanlæggets udformning, drift og tilstand er langt fra ene om at afgøre belysningsniveauet i de involverede lokaliteter. Reoler, gardiner mv. er faktorer brugeren er kontrollerende overfor, og som vil have stor indflydelse på om et lysanlæg kan levere den nødvendige belysningsstyrke, eller alternativ den relative belastning for et dagslysstyret anlæg.

Som for ventilation kan en strategi være at udvikle et kontrolpunkt baseret koncept for garanti af belysningsniveauet. Dette kombineret med en energimåler på hver lysinstallation bør kunne udgøre målekonceptet.

Kundeparathed og udbydere

Såvel belysning som ventilation er teknologier der er betydende for kontorejendommens energiforbrug. Disse er ikke fremmede overfor ”out-sourcing” af driftopgaver. Kantinedrift, pasning af udendørsarealer mv. bliver i forvejen i stor udstrækning varetaget af eksterne firmaer.

Specielt i brancher, hvor indeklimadebatten betyder meget, vil inddragelse af en ESCO-udbyder give et signal om, at der gøres noget aktivt ved problemerne. De involverede anlæg skal selvfølgelig altid som minimum leve op til gældende lovkrav. Dette vil blive en standardformulering i kontrakten. Et område der har været meget nævnt det seneste år er undervisning i form af folkeskoler, gymnasier mv. Her er der stor fokus på, at dårligt indeklima har en negativ indflydelse på indlæringsevnen. Samtidig har kommunerne ikke de store ressourcer til voldsomme investeringer i disse år.

Ventilation

På udbudssiden er specielt indenfor ventilation flere firmaer for hvilke der ikke er langt fra de eksisterende forretninger til egentlige ESCO's, hvor en del af indtjeningen er direkte placeret i energimålingerne. Der findes flere store service- og entreprenørvirksomheder som TAC, Siemens, YIT, Bravida m.fl. Desuden findes der allerede en kvalitetsordning for ventilationservice. Denne ordning har i dag tilslutning af 25-30 ventilationsentreprenører.

Belysning

Flere elselskaber har i dag en stor servicevirksomhed omkring specielt vejbelysning til kommuner, amter m.v. Desuden tilbyder flere selskaber finansiering/renovering af belysningsanlæg til offentlige institutioner over elregningen.

Transaktionsomkostninger

Kontrakten forventes at blive mere kompliceret for ventilationsteknologi end tilfældet er for belysningsteknologi, i og med indeklima er en mere kompleks størrelse end belysningsniveau.

Omkostninger til målinger er også højere for ventilation end tilfældet er for belysning. El-målingen er den samme, men på ventilationsanlægget skal der også måles på evt. køle- og varmeplader.

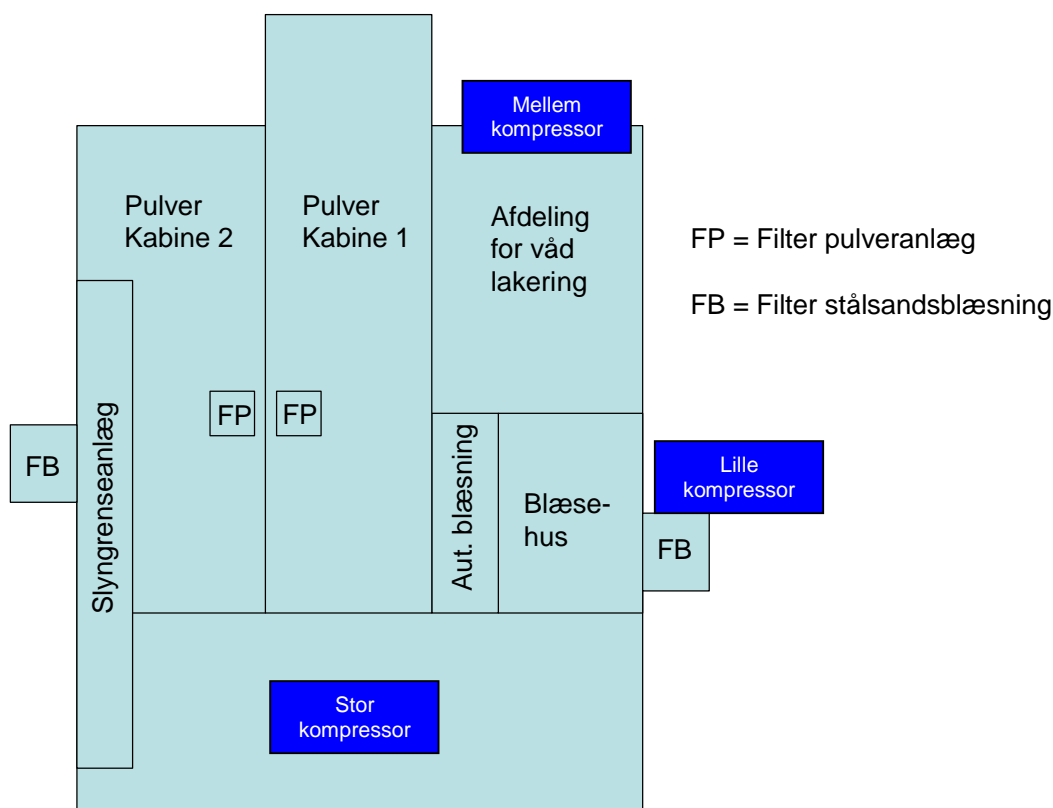
I en given kontorbygning er energiforbruget til klimaanlægget dog større end elforbruget til ventilationsanlægget, og der er også betydeligt flere investeringslette potentialer indenfor set i forhold til belysningsområdet, hvor de rigtig store besparelser ofte vil være forbundet med tilbagebetalingstider på mere end 5 år.

En farbar vej kunne være at udforme en generel kontrakt del møntet på fx en kommuneskole. Bilagsdele må så håndtere individuelle forhold omkring både de involverede belysningsanlæg og ventilationsanlæg.

7 ESCO i praksis, Jakob Albertsen

For at synliggøre resultater og virkning af en ESCO aftale på trykluft, er det i projektet valgt at tage udgangspunkt i trykluftanlægget i en konkret dansk virksomhed. Det skyldes dels, at man herved kan udføre rigtige målinger på anlægget, som kan vise muligheder for måling af afregningsforbrug på trykluft, men også at et fuldskalaforsøg er bedre til at demonstrere denne nye forretningsmodel. Et fuldskalaforsøg virker mere overbevisende, og det er efterfølgende muligt for kommende kunder og udbydere at besøge og kontakte testvirksomheden, for at få mere indsigt.

7.1 Testvirksomheden



Figur 7.1 Skematisk oversigt over testvirksomhed Jakob Albertsen A/S i Svendborg

Testvirksomheden er Jakob Albertsen A/S i Svendborg. Virksomheden er industrilakerer og tæller ca. 17 ansatte. Der produceres overfladebehandling af stål, i form af forskellige coatinger, pulver coating og våd coating. Disse coatinger kræver, at ståloverfladen er helt ren og ru før belægning. Denne forbehandling foretages blandt andet med stålgrit blæsning.

Stålgrit blæsning foretages med store mængder af trykluft, som accelerer de små stålkorn ind mod overfladen af de stålemner, som skal renses, hvorved de får den ønskede renhed og ruhed. Stålgrit blæsningen foregår i et blæsehus, hvor håndholdte blæsedyser peges mod emnerne, der skal renses. Hos Jakob Albertsen A/S er der således 2 arbejdspladser med håndholdte blæsedyser, samt et automatisk anlæg til indvendig blæsning i rør, bestående af 4 automatiske dysser.

Hertil kommer trykluftforbrug til pulverejektorer, luftdrevne motorer til pulverfordeling, luftdyser til renblæsning af emner før belægning, stempelpumper til pumpning i afdelingen for våd coating, samt trykluft til renblæsning af posefiltre i forbindelse med diverse udsugningsanlæg fra blæsehus, pulverkabiner og slyngrenseanlæg.

Anlægsbestykningen af trykluftkompressorer, samt det samlede forbrug af trykluft til de enkelte forbrugende anlæg ses af skemaet herunder.

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Kompressor kapacitet | Nm³/m |
| Allegro (stor kompressor) | 15 |
| Alup (mellem kompressor) | 11 |
| Ecoair (lille kompressor) | 4 |
| Samlet | 30 |
| | |
| Max trykluftforbrug | Nm³/m |
| Blæsehus med 2 arbejdspladser | 20 |
| Automatisk blæsekabine | 20 |
| Filter, ejektor pumpe | 3 |
| Øvrig, herunder lækage | 3 |
| Samlet | 46 |

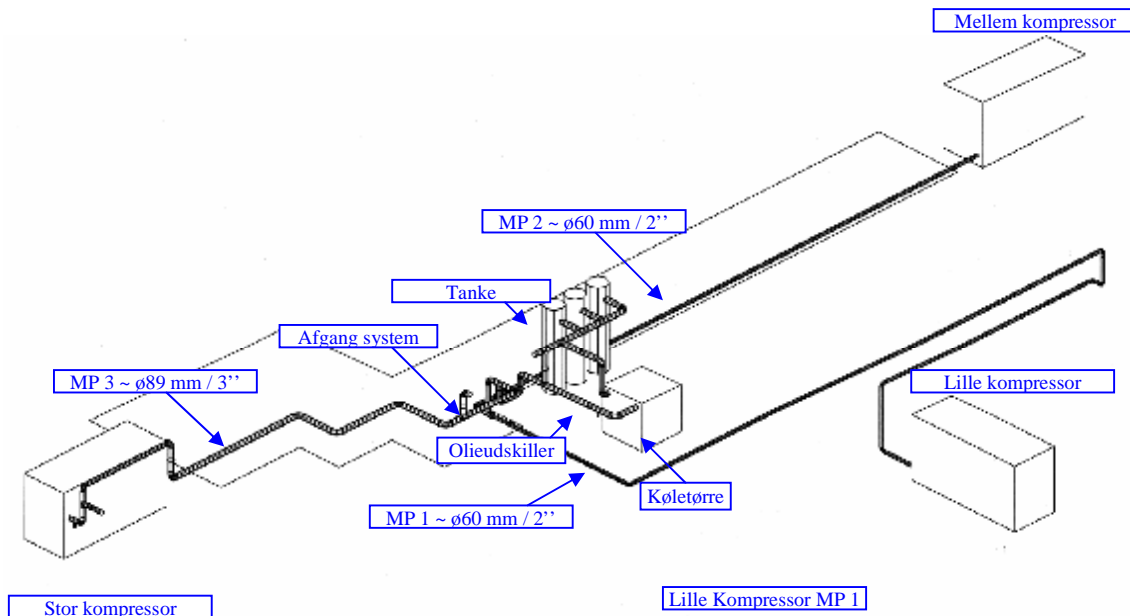
Tabel 7.1 Kompressorydelse og max. trykluftforbrug hos Jakob Albertsen A/S

Ved normal drift kører filtre til rensning af sugning fra blæseanlæg og pulveranlæg, ejektorer til pulveranlæggene og pumpen i våd afdeling, samt 1 til 2 arbejdspladser i blæsehuset. Hertil kommer diverse forbrug til renblæsning af emner og lækageforbrug. Den automatiske blæsekabine kører kun, når blæsehuset ikke benyttes, da kompressorkapaciteten ellers ikke er tilstrækkelig.

Kompressorstyringen foretages med en intelligent ”Air spy styring” Sparepotentialet er størst på styringen af den store kompressor, hvor aflasttiden er alt for stor.

7.2 Måleopstilling på testvirksomheden

Kompressor anlægget omfatter som tidligere nævnt 3 kompressorer, hvor der er målt på hhv. den lille kompressor (MP1), den mellem kompressor (MP2) og den store kompressor (MP3). MP1 og MP2 kører konstant og MP3 kører variabelt (frekvensstyret). Se evt. nedenstående figur til orientering.



Figur 7.2

Om anlæggets opbygning er der følgende oplysninger:

- alle kompressorer kører igennem en køletørrer, som udskiller vandet fra luften.
- alle kompressorer kører igennem en olieudskiller.
- alle kompressorer kører igennem 3 tanke á 1000 L.
- anlægget bliver styret af intelligent Air spy styring

På testvirksomheden er der målt på det eksisterende anlæg samt styring. Der er målt henholdsvis optagen effekt, flow, temperatur og afgangstryk på de tre kompressorer med en samplingstid på 1 sekund i 4 perioder af 2 dage. Endvidere er der målt med en samplingstid på 30 sekunder i en længere periode (1½ måned) for at anskueliggøre belastningsprofilen.

Flowmålingerne er foretaget med en 2 leder.vortex swirl flowmåler, som i tidligere studier er vurderet til at være den bedst egnede. Flowmåleren har lavt tryktab og har en nøjagtighed på ≤ 1 % af aktuelt flow, og er velegnet til måling på gasser, damp og væsker uden lednings-evne.

Trykmålingen er foretaget med 2 leder analog gaugetryktransmitter med en nøjagtighed på 0,2 %.

Temperatur målingen er foretaget med pt100 følere.

Målingerne er foretaget simultant på alle tre kompressorer for at anskueliggøre styringens effektivitet samt de tre kompressorerers kapacitet. Målepunkterne fremgår af nedenstående billeder



Lille kompressor - Målepunkt 1



Målepunkt 1



Mellem kompressor - Målepunkt 2



Målepunkt 2



Mellem kompressor - Målepunkt 3



Målepunkt 3

7.3 Målinger på testvirksomheden

Af målingerne fremgår det at de oplyste kapaciteter ikke stemte overens med de af kompressorerne leverede ydelser, hvilket ses af nedenstående tabel.

| | Ydelse (max) [Nm ³ /m v. 20 °C atm tryk] | | | Tryk [Bar] | | Effekt [kW] | | |
|------------------------------------|--|-----------|--------|---------------|--------|-------------------|-----------|--------|
| | Opgivet af kunden | Data-blad | Målt | Data-blad | Målt | Opgivet af kunden | Data-blad | Målt |
| MP 3, Stor –Allegro 130 | 20 | 15,3 | 3,5-15 | 5-13 | 9,1-10 | 140 | 140 | 43-145 |
| MP2, Mellem ALUP SCK-101-10 | 11 | 11,30 | 9,25 | 10 | 9,1-10 | 90 | 78 | 86,4 |
| MP1, Lille ECOAIR D 40B | 4 | 4,05 | 3,38 | 10 | 9,1-10 | 30 | 30 | 31,7 |
| Køletørre | 35 | 51 | XX | XX | XX | 4 | 3,7 | XX |

Tabel 7.2 Kompressorbestykning

Af målingerne fremgår det endvidere, at den intelligente styring ikke virker optimalt, hvilket giver et stort sparepotentiale (se nedenstående varighedskurver).

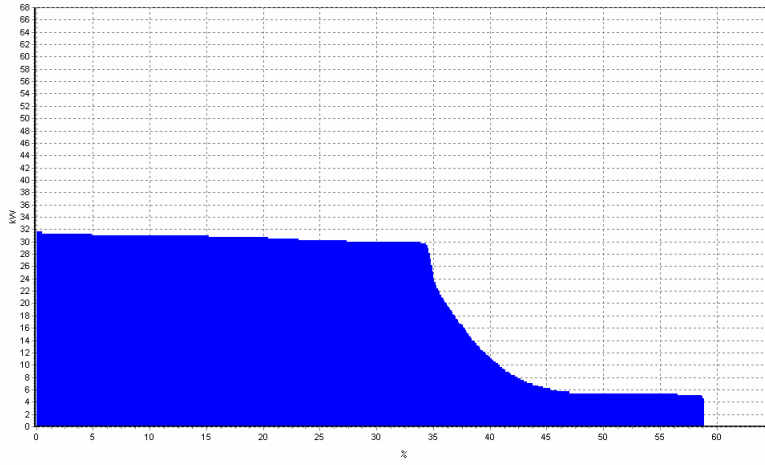
Sammenholdes varighedskurverne med belastningsprofilen, er det af målingerne beregnet, at der er et reelt sparepotentiale på testvirksomheden på godt 80.000 kWh, som fordeler sig på nedenstående områder:

| | [%] | [kWh] | Nyt forbrug [kWh] |
|-------------------|-----|-------|----------------------|
| 1 Styring | 25 | 66392 | 199176 |
| 2 Lækage | 5 | 3320 | 195857 |
| 3. Tryk / beh | 5 | 9793 | 186064 |
| Samlet besparelse | | | 79504 |

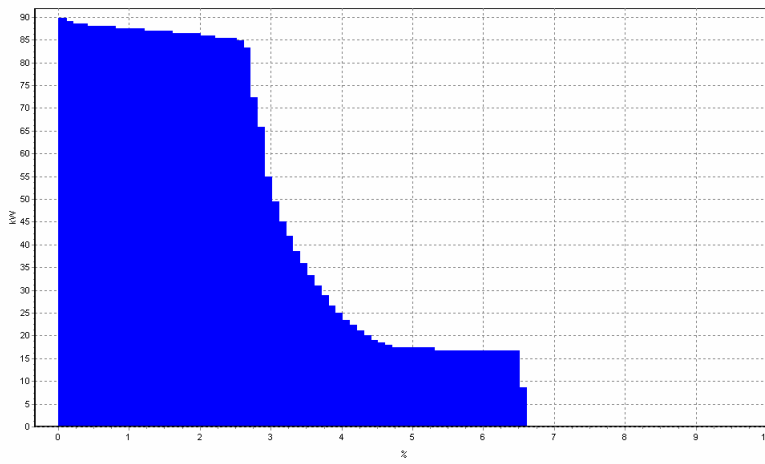
Tabel 7.3 Potentialer

Sparepotentialet er størst på styringen af den store kompressor, hvor aflasttiden er alt for stor. Dertil kommer, at der er fundet en uforholdsmæssig høj lækageandel på virksomheden, som virksomheden vil kunne reducere (ESCO-firmaet tjener ikke penge ved et sådant tiltag).

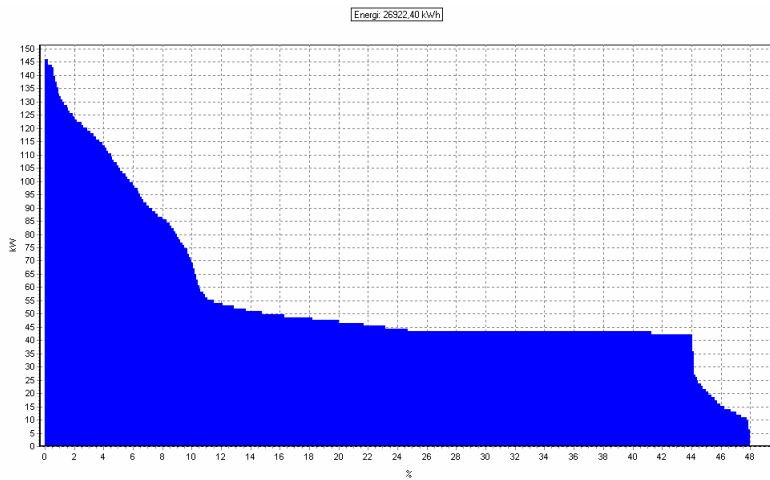
Endelig er afdækket et højt produktionstryk på 9-10 bar. Dette forventes at kunne reduceres væsentligt (op til 1 bar) ved installation af yderligere beholderkapacitet. Et sådant tiltag vil på lige fod med en optimeret styring betyde en direkte gevinst for ESCO-udbyderen.



Figur 7.3 Lille kompressor (oliesmurt skruer)



Figur 7.4 Mellem kompressor (oliesmurt skruer)



Figur 7.5 Stor kompressor (oliesmurt skruer – frekvensomformer)

Elmålingerne foretaget på de tre kompressorer viser tydeligt, at den mest energiforbrugende kompressor (den store) drives meget ineffektivt / har en meget ineffektiv driftsprofil / har et meget ineffektivt driftsmønster.

Produktionsnøgletallet for de tre kompressorer er:

| Kompressor | StorK | MellemK | LilleK | Total |
|------------------------------|-------|---------|--------|---------------|
| Reelt [kWh/Nm ³] | 0,39 | 0,24 | 0,20 | 0,33 |
| Opnåeligt | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Pot [kWh] | | | | 113648 |

Tabel 7.4 Nøgletal

Det beregnede besparelspotentiale med basis i et overordnet nøgletal på 0,2 kWh/Nm³ skal ses som en teoretisk maksimal besparelse. Ca. 80.000 kWh af denne ramme er konkretiseret i konkrete fysiske tiltag.

Besparselsen på 80.000 kWh svarer til en årlig eludgift på ca. 50.000 kr.

Serviceomkostningerne på anlægget er kortlagt til ca. 75.000 kr. pr. år baseret på regnskabs- tal for år 2004 og 2005. Det forventes at denne udgift vil blive reduceret med 10-15.000 kr. i fald ESCO-udbyderen via den opsatte fjernmonitorering vil kunne udføre et mere tilstands- baseret vedligehold.

Det samlede årlige sparepotentiale på casen kan dermed opgøres til 50-65.000 kr. svarende til 20-25 % af det nuværende årlige udgiftsniveau (ekskl. anlægsafskrivninger)