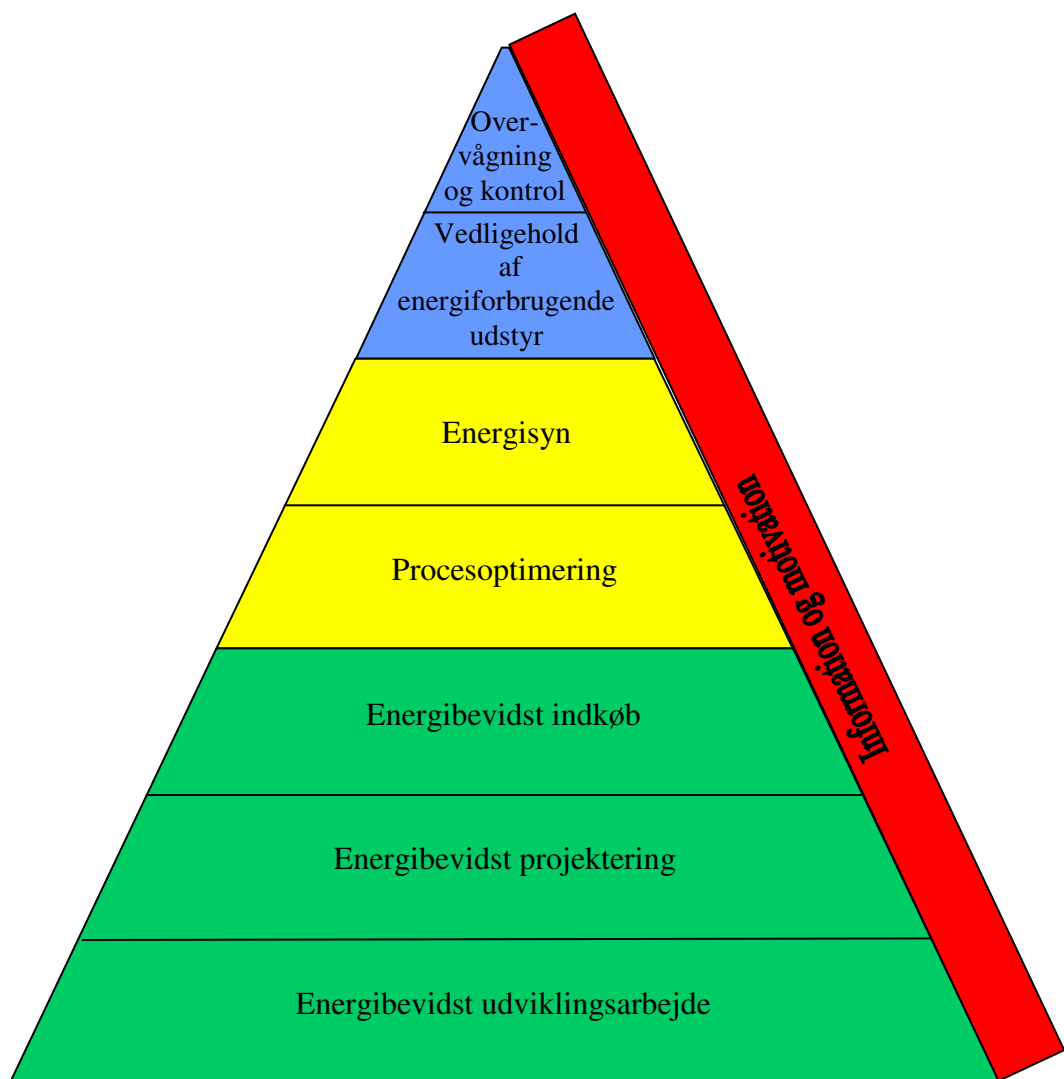


Energieffektivisering – sådan effektiviseres indsatsen

af civiling. Mogens Johansson, Dansk Energi Analyse A/S

For godt 20 år siden blev energistyring introduceret i Danmark som et vigtigt middel til energieffektivisering. I de følgende år og især i 90'erne er der kommet flere nye aktiviteter til som supplerer energistyringen, og samtidig er der udviklet nye metoder til at analysere energibesparelsesmulighederne. Artiklen sætter de mange spare-aktiviteter ind i en systematisk sammenhæng og beskriver en generel analysemetode. Desuden kommenteres den nye standard DS2403 for energiledelse i relation til de mange spare-aktiviteter.



Figur 1. Energispare-trekanten

Systematik i energispare-aktiviteterne

Figur 1 er en oversigt over de mange aktiviteter for energieffektivisering, systematiseret med de mest grundlæggende aktiviteter nederst og de daglige opgaver øverst.

Nederst i trekanten er – angivet med grønt – de aktiviteter, som skal sikre, at nye anlæg og udstyr er energieffektive. Derefter følger – markeret med gult – aktiviteter i form af en revision af virksomhedens produktionsudstyr, som gennemføres med års mellemrum for at sikre, at udstyret arbejder energieffektivt ved den aktuelle produktion og produktionsmængde. Trekantens blå spids omfatter løbende aktiviteter til sikring af, at udstyret til stadighed er i god stand.

Trekanten indeholder kun tekniske discipliner, men de understøttes alle af blødere aktiviteter i form af information og motivation, som omfatter alle de personer, der har indflydelse på virksomhedens energiforbrug.

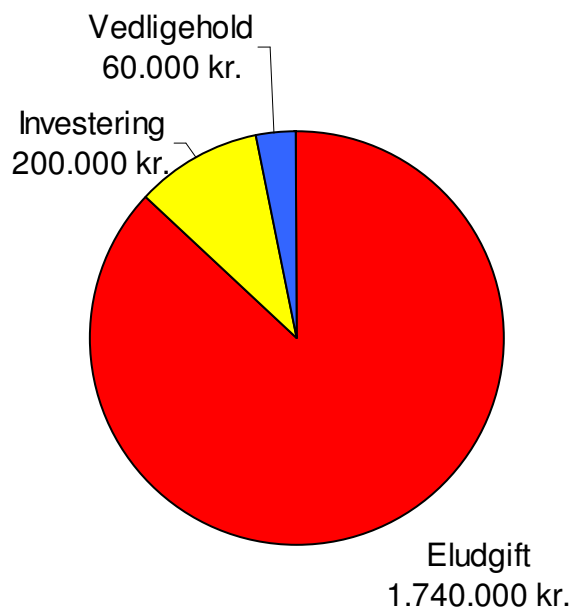
Energibevidst udviklingsarbejde er virksomhedens mest grundlæggende aktivitet for energieffektivisering. Energiforbruget i en fremstillingsproces fastlægges i meget høj grad på udviklingsstadiet, hvorfor det er vigtigt at inddrage energieffektiviteten i arbejdet, selv om opmærksomheden naturligt nok mest er rettet mod de mange produktionsmæssige fordele, som kan opnås med en ny fremstillingsproces. Energibevidst udviklingsarbejde omfatter især kerneprocesserne og supplerer dermed energibevidst projektering og indkøb, som erfaringsmæssigt især omfatter de perifere anlæg.

Energibevidst projektering: Projektering, der inddrager en reduktion af energiforbruget gennem behovsanalyser og optimering af anlæggets totaløkonomi.

Figur 2. Definition på energibevidst projektering

Energibevidst projektering er udviklet i 90'erne, ikke mindst gennem Energistyrelsens bevidste prioritering af CO₂-tilskudsmidlerne. Der er formuleret en definition (figur 2) og udviklet en metode (litt. 1), som dækker de fleste projekttyper. Definitionen af energibevidst projektering bygger på de to elementer behovsanalyse og totaløkonomi, som også er grundlaget ved andre anlægsoptimeringer, dvs. ved alle aktiviteterne i den grønne og gule del af trekanten.

Energibevidst indkøb er en pendant til energibevidst projektering, men omfatter anlæg og komponenter, som virksomheden køber færdige. Det nye udstyr skal naturligvis opfylde alle de krav, der er stillet vedrørende kapacitet, kvalitet, driftssikkerhed osv., men herudover er det vigtigt, at det også er energieffektivt. Specielt for udstyr som pumper, ventilatorer, kompressorer, kedler, tørreanlæg osv. gælder, at energien udgør langt den største del af de samlede omkostninger i udstyrets første fem år, se figur 3. Der er derfor god økonomi i at betale lidt mere for udstyret for at få et energieffektivt anlæg.



Figur 3. Totaludgiften til en 90 kW trykluftkompressor bliver 2,0 mio. kr. over fem år (ved 6.000 fuldlasttimer pr. år).

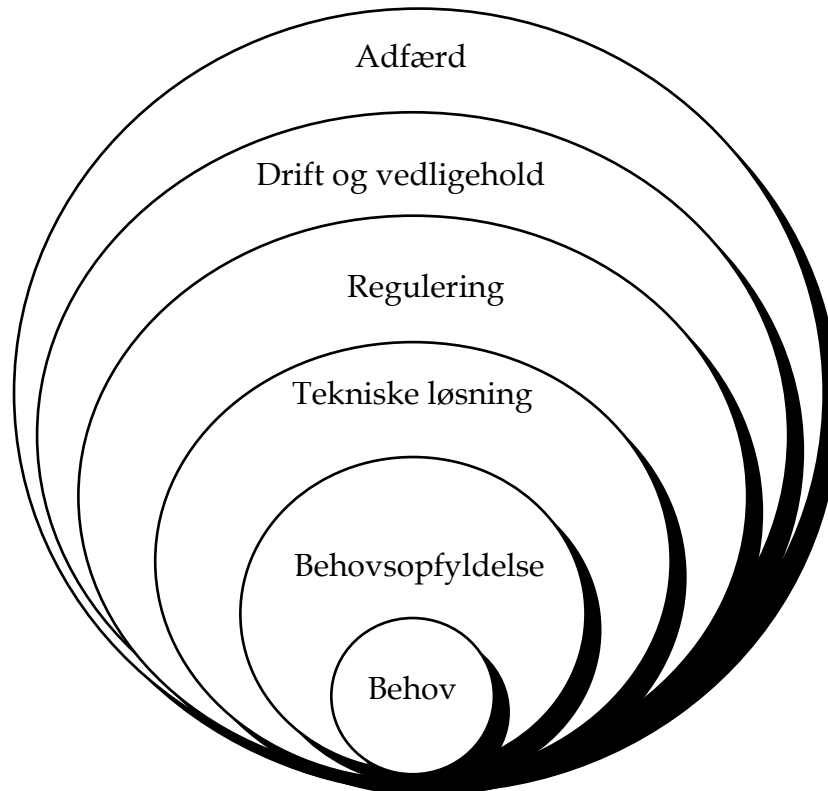
Med års mellemrum bør virksomheden analysere hele produktionsapparatet for ud fra en systemmæssig betragtning at optimere processerne til de aktuelle forhold og for at sikre, at de er energi-integrerede best muligt. Denne *procesoptimering* kan for termiske processer bl.a. omfatte en procesintegrationsanalyse, der udføres med nogle af de værktøjer, der er indført i Danmark i de sidste 10-15 år.

Energisyn gennemføres ligeledes med nogle års mellemrum. Her gennemgås virksomhedens energiforbrugende udstyr, og der udarbejdes forslag til energibesparende ændringer i selve udstyret og i dets regulering og drift. Der er et vist overlap mellem energisyn og procesoptimering, men sidstnævnte er mere omfattende og fokuseret på kerneprocesserne.

Vedligehold af energiforbrugende udstyr skal sikre, at udstyret holdes i god stand, så man undgår et unødigt energiforbrug. Det har altid været god energihusholdning at holde isoleringen på ovne og rør mm. i orden og at udbedre lækager i trykluftnettet. Holdningen skal brede sig til alt energiforbrugende udstyr, hvor vedligeholdelsen har indflydelse på energiforbruget (litt. 2).

Øverst i trekanten findes *overvågning og kontrol*, som er en løbende aktivitet, der udføres dagligt, ugentligt eller månedligt. Energistyring er i dag nærmest synonym for overvågning og kontrol, men var oprindeligt mere omfattende. Overvågning og kontrol har til formål at afsløre unødvendige energiforbrug så tidligt som muligt og at danne grundlaget for en detaljeret forståelse af, hvilke parametre der er væsentlige for energiforbruget. Derfor er nøgletal et vigtigt værktøj i arbejdet, og der er et stort behov for at udvikle nye måder – eksempelvis operationelle nøgletal (litt. 3) – til hurtigt at kunne afsløre unødvendige energiforbrug.

De syv tekniske aktiviteter understøttes af en ottende, ”blød” aktivitet. *Information og motivation* er væsentlig for at skabe forståelse hos de projekterende og driftspersonalet med flere for energieffektivisering. ”Vi tænker altid på energien” er ikke nok. Det er nødvendigt med en bevidst og systematisk indsats i alle led af arbejdet med energiforbrugende anlæg. Og der er behov for en forståelse af, at det både af økonomiske og miljømæssige grunde er vigtigt at undgå unødige energiforbrug – og at det også er muligt.



Figur 4. Løgdiagram for energibesparelser

Den generelle analysemetode

Resultatet af energispare-indsatsen afhænger naturligvis af, at alle relevante besparelsesmuligheder analyseres. Det kan være svært, især når mulighederne er mange og tiden er knap. Løgdiagrammet i figur 4 er en hjælp til at strukturere arbejdet inden for de fem mest basale aktivitetsområder (det er de fem nederste områder – fra energibevidst udviklingsarbejde til og med energisyn – i figur 1).

En analyse af en proces eller et apparat tager sit udgangspunkt i løgets indre – behovet – og breder sig ud herfra. *Behovet*, som processen eller apparatet skal dække, er noget mere grundlæggende end de krav, der stilles til et anlæg. Kravet til et ventilationsanlæg kan f.eks. være: ”Anlægget skal give et luftskifte på 10 gange i timen”. Ingen mennesker har imidlertid behov for et sådant luftskifte, men de har behov for et ordentligt arbejdsmiljø. Når man har gjort sig det klart, kan man begynde at analysere, hvordan behovet – et ordentligt arbejdsmiljø – opfyldes. Der er et bredt spektrum af muligheder, mange flere end blot 10 gange luftskifte i timen, og analysen kan føre frem til helt andre løsninger som eksempelvis en anden produktionsproces, andre råvarer, flytning af udstyr osv.

Behovsanalysen kan starte med, at man til de opstillede krav stiller spørgsmålet "hvorfor?" og følger det første svar op med flere "hvorfor?". Når man ad denne vej har afdækket det grundlæggende behov, kan man ved at spørge "hvordan?" få opstillet en række løsningsmuligheder, som uddybes gennem flere "hvordan?"-spørgsmål. (Litt. 1 forklarer behovsanalysen nærmere).

Det næste lag i analysemetoden er spørgsmålet om behovsopfyldelse. Der vurderes, hvad der skal til for at opfylde behovet i dag og fremover, så anlægget og styringen på energieffektiv måde kan tilpasses herefter. Ekstra tillæg "for at være på den sikre side" koster dyrt både i anlægsinvesteringer og i unødvendigt høje energiforbrug.

Der vil normalt være mange *tekniske løsninger* på, hvordan behovet kan opfyldes. Er behovet eksempelvis "transport af produktet fra A til B" kan løsningerne være transport med blæseluft, pneumatisk transport, transport med åbent eller selvlukkende bånd, redlertransport, kopelevator, truckkørsel osv. Ved at opstille løsningsmulighederne og opgøre totaludgifterne over f.eks. fire år til hver af disse muligheder kan den totalt set billigste løsning udvælges.

Ved analyse af eksisterende anlæg (ved procesoptimering og energisyn) er det sjældent muligt at inddrage helt nye anlægsløsninger. Men de eksisterende anlæg kan effektiviseres, og ideerne til det kan bl.a. fås ved at opstille en energibalance for anlæggene og dermed opgøre energiforbrugets fordeling på nyttiggjort energi og på tab.

Reguleringen af udstyret er næste lag i løgdiagrammet. Hvordan skal anlægget reguleres for at sikre en energieffektiv drift, og hvor stort er energiforbruget ved de forskellige tekniske løsninger? Når mulighederne er opstillet, kan der igen vælges mellem dem ud fra en opgørelse af totaløkonomien.

Drift og vedligehold vurderes som det næste. Der vælges løsninger, som både tilgodeser virksomhedens primære krav til driftspålidelighed, lave reservedels udgifter osv. og sikrer en høj energieffektivitet.

Brugernes *adfærd* skal også overvejes. Ved projektering og indkøb kan der være tale om at skulle forudse risikoen for uhensigtsmæssig adfærd (f.eks. at man forlader et lokale uden at slukke lyset) og automatisere sig ud af den risiko. Ved analyse af eksisterende udstyr kan der både blive tale om tekniske løsninger og om motivation og information af brugerne, eksempelvis kampagner for energirigtig adfærd.

Et simpelt eksempel på en analyse ud fra løgdiagrammet er vist i figur 5.

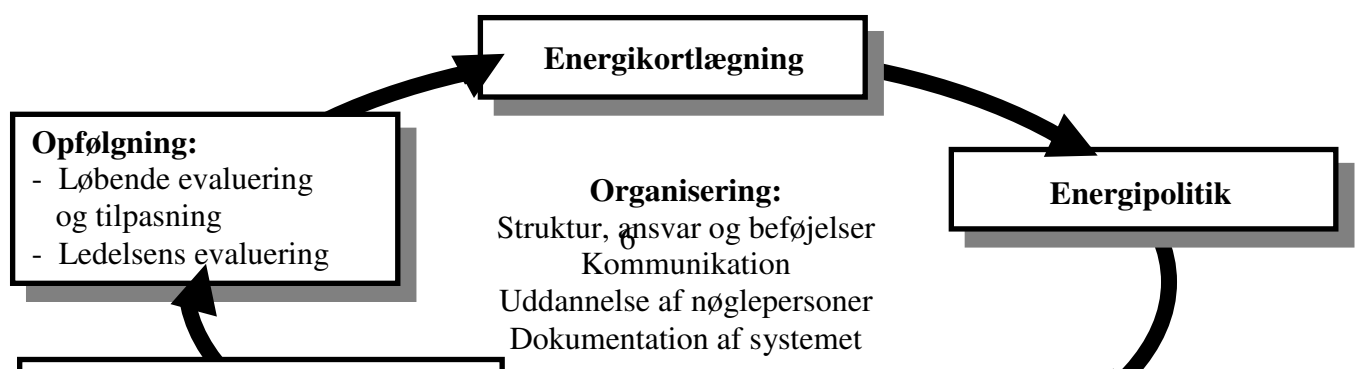
Behov:	Kan behovet for eksempelvis køling eller flytning af produkter opfyldes på anden måde end ved trykluft, f.eks. med ventilator eller direkte eldrev?
Behovsopfyldelse:	Er tryk og volumen nødvendigt, eller kan det reduceres?
Tekniske løsninger:	Ændret kompressorbestykning, f.eks. med flere trykniveauer. Større rør i fordelingsnettet. Mere effektive dysser.
Regulering:	Kompressorer med lav aflastforbrug. Større trykluftbeholder.
Drift og vedligehold:	Reduktion af lækager. Mindre tryktab i filtre.
Adfærd:	Brug en kost i stedet for trykluft til rengøring. Sluk kompressor ved fyraften.

Figur 5. Eksempler på spørgsmål, som udløses af en gennemgang af et trykluftsystem ud fra løgdiagrammet.

Fasthold engagementet

Det kan være svært at fastholde den energibeviste indsats år efter år. Derfor udviklede man i 90'erne et energiledelsessystem, som sætter arbejdet med energieffektivisering i faste rammer. Energiledelsessystemet, der tager udgangspunkt i miljøledelsessystemerne ISO14001 og EMAS, er i 2001 blevet formaliseret i en dansk standard DS2403 (litt. 4).

DS2403 illustrerer energiledelse ved en endeløs vindeltrappe, men figur 6 giver måske et bedre billede af ledelsessystemet efter DS2403 og er i tråd med den klassiske "se-tænke-handle-følge op", som også miljøledelse og kvalitetsstyring bygger på.



Figur 6. Illustration af energiledelsessystem

Som det ses af figur 6 kan de fleste af energispare-aktiviteterne fra figur 1 genfindes i DS2403. Det gælder overvågning og kontrol, vedligehold, energibevidst indkøb samt energibevidst projektering, der alle indgår i ”daglig drift”. Desuden gælder det kommunikation (information og motivation), som ligeledes er en fortløbende aktivitet.

Energievidst udviklingsarbejde er ikke nævnt i DS2403, men bør med, da det er helt fundamentalt for det langsigtede energiforbrug i virksomhedens kerneprocesser. Procesoptimering og energisyn omtales heller ikke, men indgår implicit som værktøjer i ”energikortlægning”. Erfaringen fra en række idriftværende energiledelsessystemer viser, at det er meget svært at udmønte energikortlægningen i gode, centrale energibesparelsesideer. Virksomhederne får ikke afdække alle de økonomisk fordelagtige sparemuligheder og får dermed ikke den fulde økonomiske og miljømæssige gevinst af energiledelsessystemet. Det bør der rettes op på ved, at aktiviteter som procesoptimering og energisyn medtages eksplicit i energiledelsessystemet.

Litteratur

1. Energievidst Projektering – metodebeskrivelse, Dansk Energi Analyse. August 2001.
2. Energiebesparelser gennem forebyggende vedligehold. Bladet Vedligehold, drift og økonomi. 4/01.
3. Udvikling af energinøgletal. Teknologisk Institut, Energi og Dansk Energi Analyse. Oktober 1998.
4. Energieledning – Kravbeskrivelse. DS2403. Dansk Standard.