

Energioptimering i bygninger, daglig drift

SUS, Serviceerhvervenes
Efteruddannelsesudvalg

Brian Aagaard, AMU Hoverdal
Kim Hansen, AMU Hoverdal
Januar 2013



Energioptimering i bygninger, daglig drift

© Børne og Undervisningsministeriet. (januar 2013). Materialet er udviklet af Serviceerhvervenes Efteruddannelsesudvalg i samarbejde med Brian Aagaard, AMU Hoverdal og Kim Hansen, AMU Hoverdal. Materialet kan frit kopieres med angivelse af kilde.

SUS

Serviceerhvervenes Uddannelsesudvalg

Vesterbrogade 6D, 4.

1620 København V.

Tlf. 32 54 50 55

www.susudd.dk

sus@sus-udd.dk



Indholdsfortegnelse

Indledning	4
Varmeanlæg	5
Vurdering af varmeanlægget/varmebehov	6
Vejrkompenisering – klimastat	7
Varmekurver	7
Kontrol af cirkulationspumpens indstillinger	8
Energiforbrug i ventilationssystemer	9
Energibesparelser	10
CTS-anlæg og besparelser	15
Synliggørelse og vejledning af forbrugstal	16
Belysningsanlæg	17
Samarbejdspartner til energioptimering	19
Esco virksomheder	19
Energiopsummeringsvirksomheder	19
Links til energisider	19



Indledning

Dette undervisningsmateriale er til kurset energioptimering i bygninger, daglig drift (47475). Kurset skal give kursisten et indblik i at opnå en optimeret drift af tekniske forsyning anlæg i bygninger. Kurset er tilegnet kursister med faglige færdigheder svarende til kurser (40691) Drift og vedligeholdelse af ufyrede varmeanlæg, og ventilation og indeklima (41719).



Varmeanlæg

Energioptimering af varmeanlægget kræver ikke nødvendigvis en ombygning. Det er ofte bare små justeringer/ændringer, som kan forbedre varmeanlæggets virkemåde.

En forudsætning for en optimering af et givent anlæg, kræver viden om de enkelte komponenter og systemer. Komponenternes funktion og driftsbetingelser skal være kendt, for et optimalt samspil kan etableres.

For at sikre en besparelse er det vigtigt med et indgående kendskab til bygningen, de tekniske installationer og forbrugernes adfærd.

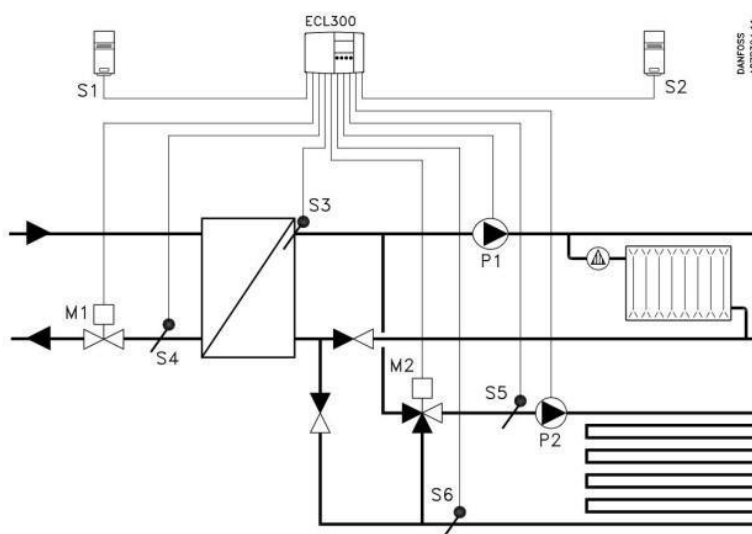
Enkelte forbrugeres uhensigtsmæssige adfærd kan ødelægge det samlede resultat. F.eks. kan en dårlig fordeling af centralvarmevand i en etageejendom resultere i en manglende afkøling af vandet.

En række områder som bør kontrolleres:

- Korrekt indstilling af varmekurve.
- Korrekt vandmængde og fordeling.
- Optimal justering af natsenkning.
- Stabile reguleringsløjfer.
- Korrekt dimensionerede vekslere, ventilstørrelser og beholdere.
- Korrekt afkøling på radiatorer og indstilling af termostater.
- Korrekt afkøling ved produktion af varmt brugsvand.
- Isolering af rør og komponenter.

Ejendommens lovpligtige energimærkning vil også kunne give ideer til nogle indsatsområder. Her vil der kunne findes forslag til rentable forbedringer. Desuden kan energikonsulenten bruges som sparringspartner, hvis man har spørgsmål eller ønsker et givent problem belyst.

Billedet viser et indirekte varmeanlæg, som kunne være forsynet med fjernvarme. Anlæggets fremløbstemperaturer reguleres med en klimastat.



Billede udlånt af Danfoss



Vurdering af varmeanlægget/varmebehov

Når varmeforbruget/adfærden skal vurderes, kan man bruge det årlige varmeforbrug divideret med det antal m², som er blevet opvarmet. Dette beregnede nøgletal kan så sammenlignes med nøgletal for tilsvarende bygningsmasse/erhverv. Dvs. at nøgletal for en skole kan ikke sammenlignes med tal fra et kontor.

Vil man se udviklingen i varmeforbruget, f.eks. som følge af renoveringer eller andre sparetiltag, skal varmeforbrugets graddage korrigeres, så der bliver taget højde for den varierende udetemperatur.

For at kunne bestemme, hvor meget vand en bygning skal have tilført, tager man udgangspunkt i bygningens dimensionerende effektbehov (-12°C ude og 20 °C inde). Kendes denne ikke, kan følgende overslagsværdier for boliger benyttes:

20 W/m² - Nye bygninger / lavenergi
35 W/m² - Nyere bygninger / god isolering / 1980-1999
50 W/m² - Ældre bygninger / middel isolering / 1960-1979
75 W/m² - Gamle bygninger / dårligt isoleret / 1930-1959
Over 50 W/m² - burde energirenoveres.

Ud fra denne samlede effekt for en given bygning, kan vandmængden beregnes, som skal forsyne bygningen med energi:

$$\frac{\text{kW} \times 0,86}{\text{Afkøling}} = \text{m}^3/\text{t}$$

Afkølingen i et fjernvarmesystem bør være ca. 35°C (30-40°C i returledningen).

Afkølingen bliver normalt størst om vinteren, hvor alle har brug for varme. Omvendt er den mindre om sommeren, hvor der kun bruges fjernvarme til at producere varmt brugsvand. Der kan være stor forskel på, hvor god afkølingen kan blive hos den enkelte forbruger. Dette kan blandt andet være afhængigt af, hvor på fjernvarmenettet installationen er tilsluttet. I yderområdet af nettet, kan fremløbstemperaturen på fjernvarmevandet være lavere. Det vil medføre en højere cirkulerende vandmængde i bygningen og lavere afkøling for at opnå samme effekt. Så jo højere fremløbstemperaturen er, jo nemmere er det at opnå en god afkøling.



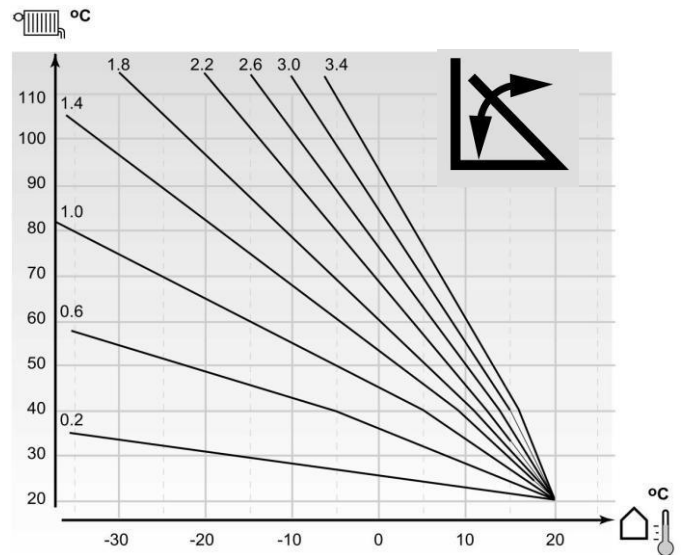
Vejrkompensering - klimastat

Vejrkompenenserende varmereguleringer (klimastat) regulerer varmeanlæggets fremløbs-temperatur afhængigt af udetemperaturen. Det gøres ved at vælge en varmekurve, som regulatoren bruger til bestemme fremløbstemperaturen efter.

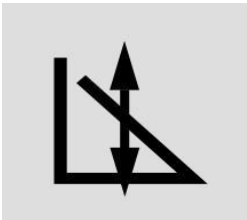
Varmekurver

Kurverne er normalt vist i fabrikant-vejledningen, hvor kurvehældningen kan vælges og indtastes direkte i regulatoren. Ved en stejl kurvehældning (3.4) bliver fremløbstemperaturen meget høj, når udetemperaturen falder. →

↓ På nogle regulator er det også muligt at lave en parallelforskydning af varmekurven, herved er hældningen den samme, men fodpunktet (20°C ude og 20°C fremløbstemperatur) og fremløbstemperaturen ændres.



Billede udlånt af Danfoss



Billede udlånt af Danfoss

Kurven skal tilpasses bygningens varmebehov, dvs. at fremløbstemperaturen skal være så høj, at varmeanlægget kan levere varme nok i de koldeste perioder. Gamle bygninger kræver en høj fremløbstemperatur ved lave udetemperaturer. Som tommelfingerregl skal fremløbstemperaturen ligge mellem 45-55°C ved en udetemperatur på 0°C.

Energibesparelsen er størst, når kurven stilles så flad som mulig. Herved bliver varmetab fra varmerør og komponenter mindre. Bliver fremløbstemperaturen for lav, vil der blive cirkuleret store mængder vand rundt i anlægget. Dette kan medføre støj og varmemangel.

Klimastaten giver endvidere muligheder for at lave programmer for drifttiden som fx i ferie og weekenden. Natsænkning af temperaturen er også en mulighed, men man skal være opmærksom på genopvarmningstiden.

Der kan også laves temperaturbegrænsninger på fremløb og returtemperaturen. Eksempelvis kan der indstilles, så den maksimale returtemperatur er 40 °C, hvilket er godt for fjernvarmeværket. Desværre kan forbrugerne have svært ved at holde rumtemperaturen på 20 °C, hvis varmgiverne er for små.



Energioptimering i bygninger, daglig drift

Man kan ikke tvinge varmeanlægget til en god afkøling, hvis varmgiverne er underdimensioneret eller hvis der er en dårlig vandfordeling. En god afkøling skal laves ude på varmgiveren.



Kontrol af cirkulationspumpens indstillinger

Cirkulationspumpen i varmeanlægget er ofte en overset energisluger, specielt hvis pumpen er 15-20 år gammel. Gamle pumper uden indstillingsmuligheder kører altid med høj omdrejningshastighed og bruger dermed altid meget energi.

Nye cirkulationspumper har elektronisk selvregulering, mens ældre pumper har manuel tretrinsregulering.

De nyere cirkulationspumper regulerer deres energiforbrug efter, hvor meget varme/vand der er brug for. Falder varmebehovet, falder pumpens omdrejninger (dermed også effekten) automatisk. Stiger varmebehovet, går den ligeledes op i omdrejninger.

Metoden som pumpen reguleres efter, kan indstilles på pumpen. Det er vigtigt at få vaigt den rigtige metode, ellers vil pumpen bruge unødvendigt mere energi.

Proportionaltrykregulering vælges til anlæg med relativt store tab i løftehøjde. Dvs. de cirkulerende vandmængderne i rørinstallationer giver tryktab, hvilket der må tages højde for.

Konstantrykregulering vælges til anlæg med relativt små tab i løftehøjde.

1. Fast hastighed, trin 1 (figur 1) 2.

Fast hastighed, trin 2 (figur 1) 3.

Fast hastighed, trin 3 (figur 1)

AUTOADAPT (figur 2) finder selv det optimale driftpunkt og kan ikke indstilles manuelt.

A. Lavt proportionalt tryk (figur 3) B.

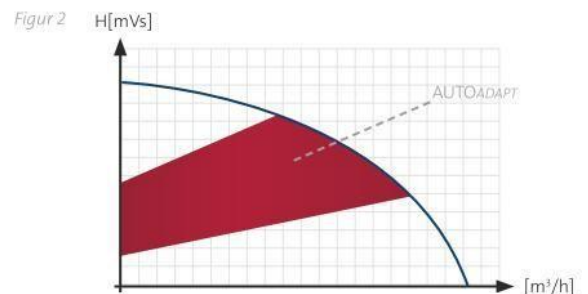
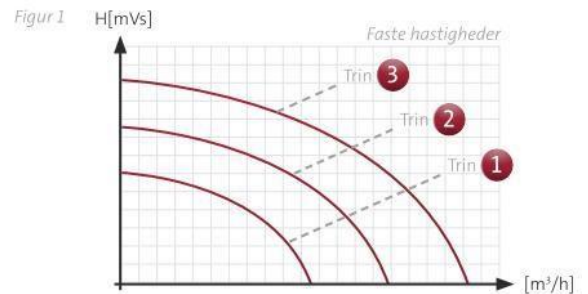
Højt proportionalt tryk (figur 3) C.

Lavt konstant tryk (figur 4)

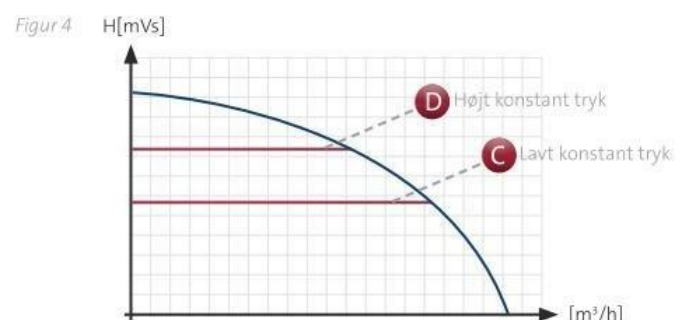
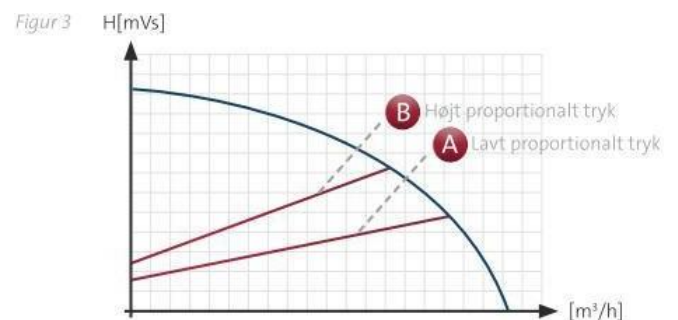
D. Højt konstant tryk (figur 4)

Fjernbetjening (R100) til ”grundfospumpen” kan også bruges til fejlsøgning, indregulering og aflæsning af energiforbrug.

De forskellige typer indstillinger



Billeder udlånt af Grundfos



(kilde: grundfos)



Energioptimering i bygninger, daglig drift

Billede udlånt af Grundfos



Indstillingen for anlægstyper:

Ventilation, Gulvvarme: Konstant tryk

Et-strengsanlæg, Brugsvandsanlæg: Konstant tryk

To-strengsanlæg: AUTOADAPT eller proportionalt tryk

Hvor højt trykniveau der skal vælges afhænger af varmeanlægget. Der skal ca. være 0,1 bar i differenstryk ved den radiator længst væk. Ved gulvvarme har slangernes længde betydning og der kan evt. laves en kvikdimensionering på danfoss.dk

Pumpefabrikanterne har online dimensioneringsprogrammer, som kan anvendes til at finde den mest energioptimale cirkulationspumpe f.eks. WebCAPS fra Grundfos.

Energiforbrug i ventilationssystemer

Den største del af energiforbruget i et ventilationsanlæg anvendes til opvarmning af erstatningsluften. Det årlige energiforbrug til opvarmning af 1 m³ erstatningsluft til 20°C er ca. 36 kWh/år. En undersøgelse har vist at 10 - 40 % af energiforbruget i bygningen bruges til ventilation.

Der er i dag ca. 15.000 mekaniske ventilationsanlæg i Danmark, som sikrer luftkvaliteten i offentlige bygninger og arbejdspladser.

De gør det godt, men det kan gøres endnu bedre - og meget billigere!

Faktisk viser analyser, at omkring 20-30 % af alle anlæg har et for stort energiforbrug, og at 50 % af dem kan halvere energiforbruget - alene ved at ændre på driftsparametrene.

Ved samme luftmængde i forskellige systemer, vil energiforbruget derfor være ens. Af denne grund er det meget vigtigt at fokusere på *driftsformer, behovsstyring, effektive emhætter og armaturer* samt korrekt placering af kontrolventiler og udeluftventiler. Disse forhold kan mindske den årlige erstatningsluftmængde, uden at luftkvaliteten forringes.

Ventilatorens effektivitet har naturligvis også stor betydning, selv om energiforbruget til ventilatordriften er mindre end energiforbruget til opvarmning af erstatningsluften, men det er en parameter, som har indflydelse på valg af ventilator.

Bygningsreglementet foreskriver, at ventilationsanlæg skal forsynes med effektive energigenvindingsaggregater. Kravet kan kun fraviges, når afkastluftens overskud af varme ikke på rimelig måde kan udnyttes.



Energioptimering i bygninger, daglig drift

SFP-værdi

Bygningsreglementets angivelser af det maksimale elforbrug, angives som det specifikke ventilator elforbrug (**SFP**). Det defineres som ventilatorens eller ventilatorernes optagne effekt divideret med den luftstrøm, som føres ind i bygningen og ud igen.

2100 W/m³ pr. sec.	VAV-Anlæg	Variabel luftydelse
1800 W/m³ pr. sec.	CAV- Anlæg	Konstant luftydelse
800 W/m³ pr. sec.	Udsugningsanlæg	
1000 W/m³ pr. sec.	Villaventilation	

Gennem optimal valg af komponenter og udformning af anlæg, kan SFP- værdien reduceres til 1000 W/m³/sek.

Optimale tryktab i ventilationsanlægget

Komponent	Maksimal trykfald
Luftindtag ind/ud pr. stk	25 Pa
Filter ind/ud pr. stk.	50 Pa
Varmegenvinding ind- og udblæsning pr. stk.	100 Pa
Lyddæmper	0 Pa
Kanalsystemet + indblæsningsarmatur	100 + 30 Pa
Kanalsystemet + indblæsningsarmatur	100 + 30 Pa
Varmeflade	40 Pa
Køleflade	100 Pa
Ventilatorer ind/ud systemeffekt	0 Pa

Målinger på eksisterende ventilationsanlæg har vist trykfald på op til 1000 Pa.

Ved hjælp af de rette komponenter og korrekt dimensionering, kan det optimale trykfald i ventilationsanlæg ved en volumenstrøm på 1m³/s blive mellem 600 - 800 Pa.

Energibesparelser

En række forhold har indflydelse på et ventilations- og/eller et klimaanlægs energiforbrug:

Drifttid

Startes/stoppes anlægget automatisk

Er uret indstillet korrekt

Fungerer f.eks. en bevægelsesføler korrekt

Volumenstrøm

Er den indblæste og/eller den udsugede luftmængde korrekt



Motorvirkningsgrad

Er anlægget forsynet med energisparemotor (det bør undersøges, om en udskiftning vil være rentabelt)

Remtrækkets virkningsgrad Er remmene slidte eller slappe Er remskiven slidt

Ventilatorvirkningsgrad

Har ventilatoren F - eller B-hjul
Det bør overvejes om en udskiftning til B-hjul er rentabelt

Systemvirkningsgrad

Er der uhensigtsmæssig kanalføring m.v.
Er der et stykke lige kanالرør før ventilatoren

Varmegenvinding

Hvis der ikke er varmegenvinding og temperaturen er 5°C højere end indblæsningstemperaturen, kan det være rentabelt at etablere varmegenvinding

Varmefladeregulering

Pendler reguleringsventilen
Kan der aflæses varierende indblæsningstemperatur i kanalen

Indstillingsværdier for temperaturreguleringen

Er indstillingsværdierne i overensstemmelse med de fastsatte værdier

Vedligeholdes anlægget regelmæssigt

Faste rutiner skal være etableret

Besparelse ved at udskifte gammel ventilator med ny lavenergiventilator

Den typiske besparelse ved at udskifte til spareventilator er ca. 30 %. Da man samtidig med udskiftning til spareventilator kan have fordel af at få ventilationsanlægget indreguleret og dimensioneret korrekt, er der mulighed for samlede besparelser på op til 40 % Beregningen på besparelse kan findes på: (www.spareventilator.dk).

Reduktion af luftmængde

Mange ventilationsanlæg er dimensioneret på et tidspunkt, hvor det var tilladt at ryge i lokalerne. Da rygning ikke længere er tilladt på arbejdspladser og kontorer, er der et besparelspotentiale ved at nedsætte ventilationsraten i lokalerne.

Hvis luftmængden sænkes 10 %, så falder elforbruget til lufttransport rundt i bygningen, med 30 %.



Energioptimering i bygninger, daglig drift

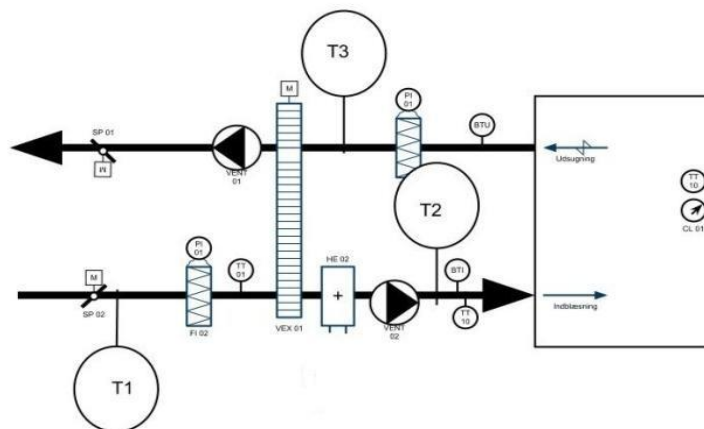
Hvis luftmængden sænkes 20 %, så falder elforbruget til lufttransport rundt i bygningen med 50 %.

Hvis luftmængden sænkes med 20 %, så falder varmekonsumet med samme 20 %. Samtidig reduceres luftbevægelser i lokalerne med 30 %, og det kan reducere problemer med træk.

Vurderinger af temperaturvirkningsgraden for varmegenvindingsaggregatet |
nedenstående tabel ses de opnåelige temperaturvirkningsgrader for varmegenvindingsaggregaterne:

Type	Opnåelig η /virkningsgrad [%]
Recirkulering (returluft)	100
Krydsvarmeveksler	50 – 65
Væskekoblede batterier	40 – 60
Roterende varmeveksler	70 – 80
Modstrømsveksler	70 – 85

Disse tal er for rene genvindingsaggregater. Tilsmudsning vil have en forholdsvis stor indflydelse på effektiviteten af genvindingsaggregatet.



— = temperaturvirkningsgrad

Eksemplet viser hvordan temperaturvirkningsgraden kan beregnes for et ventilationsanlæg med energigenvinding.



Energieftersyn af ventilations- og klimaanlæg

I Danmark er det lovpligtigt at få udført energieftersyn af større ventilationsanlæg (≥ 5 kW) hvert 5. år. Ordningen indføres over fem år, så anlæg i store bygninger efterses først.

Ventilations- og klimaanlæg i bygninger til erhvervsmæssig produktion i forbindelse med industri, håndværk, landbrug, gartneri o. l. er undtaget fra ordningen.

Formål med energieftersynet

Erfaringer fra bl.a. Elsparefondens ventilationstjek og energiselskabernes energirådgivning viser, at der selv for nyere anlæg kan opnås betydelige energibesparelser. Det gøres ved at tilpasse drifttider, volumenstrømme og temperaturer til behovet i de lokaler, der ventileres og eventuelt køles. Dertil kommer besparelser ved bedre vedligehold og ved anlægsændringer som eksempelvis udskiftning af ventilatorer eller etablering af varmegenvinding, hvis det ikke findes.

Har anlægget kun udsugning, gælder de 5 kW for ventilatormotoren i udsugningen. For klimaanlæg gælder, at et anlæg er omfattet af ordningen, hvis mærkepladeeffekten for kompressormotoren er 5 kW eller derover.

Indholdet i energieftersynet

Det lovpligtige energieftersyn af ventilations- og klimaanlæg omfatter en registrering af grundoplysninger om anlægget, inspektion af anlæggets driftstilstand og et måleprogram. Målingerne vedrører ventilatorernes optagne el-effekter og anlæggets volumenstrømme, trykforhold og temperaturer.

De typiske eftersynspunkter, der udføres af certificerede VENT firmaer (firmaer, der er certificerede af *VENT* - sekretariatet ved teknologisk institut), er:

- Tilsmudsning
- Spjæld
- Filter
- Varmegenvinding
- Køleflader
- Varmeflader
- Funktionsafprøvning af stop
- Funktionsafprøvning af frostalarm
- Funktionsafprøvning af brandtermostater
- Varme - og luftregulering

Ud fra målinger vurderes anlæggets energieffektivitet og der udarbejdes en række gode råd samt egentlige besparelsesforslag med angivelse af størrelsen af energibesparelsen og økonomien i besparelsen. Resultatet af eftersynet sammenfattes i en rapport til anlæggets ejer/bruger.



Som udgangspunkt kan listen også bruges på anlæg < 5kW

- Tjek elforbrug og drifttider.
- Tilpas hele tiden drifttider til behovet over året.
- Ventilationen bør som hovedregel først starte når 50 % af personerne bruger lokalerne, og slutte når 50 % har forladt lokalerne. Brug mødetider som udgangspunkt.
- Tjek jævnligt filtre, og skift dem, hvis tryktabet er for stort.
- Tjek jævnligt, at remtrækket mellem motor og ventilator er i orden.
- Vælg rem med høj virkningsgrad ved skift.
- Tjek indstillingsværdier for de ønskede temperaturer, f.eks. indblæsningstemperaturen.
- Tjek jævnligt, at spjældene lukker, når anlægget er slukket.
- Tjek, at kondens afløb på eventuel varmegenvinding ikke er stoppet, og rens ved behov.
- Tjek, at anlægget ikke er snavset, og rens ved behov.



CTS-anlæg og besparelser

Mange brugere, der har installeret CTS-anlæg i deres bygninger er af den opfattelse, at alene installeringen af anlægget giver besparelser på energibudgettet. Men mange anlæg har ikke givet den forventede besparelse.

Mange har forventet, at de avancerede system alene kan klare reguleringen, eller oplever at systemet er så indviklet, at man ikke kan finde ud af at betjene det.

Det er altså ikke CTS-anlægget alene, der sparer energien, men i høj grad det personale der betjener det.

Undersøgelser har vist, at der kan spares op til 10 % ekstra, hvis det eksisterende CTS anlægs muligheder for regulering og overvågning udnyttes bedre af driftspersonalet.

Hvis bygningen skal have installeret ny varmeautomatik, er der nogle enkelte punkter, man skal tage stilling til inden, man lægger sig fast på et bestemt system:

- Hvis det nye CTS-system skal afløse en gammel varmestyring, skal man ikke vælge de samme funktioner, som det gamle anlæg havde, men overveje hvad det nye skal bruges til, samt hvor mange informationer man har brug for at energioptimere.
- Brugerfladen på det nye system skal være enkelt og overskueligt, så det er let at overskue varme og ventilationsanlæggets vigtige oplysninger. Det skal være let at foretage logninger på forskellige målepunkter i anlæggene. F.eks. logning på rumtemperaturer, driftstider, udetemperaturer, virkningsgrader på vekslere i ventilationssystemet, samt logning af energiforbruget på de enkelte anlæg, så eventuelle overforbrug hurtigt opdages.
- Hvis de anlæg CTS-anlægget skal styre er ældre, vil det være godt at få gennemgået anlæggene, så de er opdaterede og indregulerede til optimale driftsforhold. Et varmeanlæg eller ventilationsanlæg, der ikke er indreguleret til korrekte vand- og luftmængder, er man ikke i stand til at optimere ved blot at indkøbe et CTS-anlæg.
- Det er vigtigt at man i planlægningen af systemet ikke spare på følere og komponenter, der er i stand til at overvåge forbrug, temperaturer og trykforhold i anlægget, da en senere tilbygning af følere og andre dataindsamlingsenheder er bekostelig på et eksisterende anlæg.
- Det anlæg man køber, skal være så åbent som muligt, så man får mest mulig indflydelse på indstillinger og driftsforhold.
- Man bør stille krav til en enkelt og overskuelig brugerflade, der er opbygget i flere niveauer, så der er mulighed for at give adgang til flere personer. Det er vigtigt, at man får udleveret alle de koder, der giver adgang til at foretage ændringer, som kan give



Energioptimering i bygninger, daglig drift

optimeret drift, så man ikke skal have leverandøren til at ændre driftsparametre og dermed have en udgift for dette.



- De fleste CTS-anlæg er i dag koblet på en eller anden dataforbindelse, dette forhold giver mulighed for at fjernovervåge anlæggene og samtidig kan driftspersonalet få tilsendt alarmer, hvis forbruget afviger eller en komponent svigter.
- Indsamling af målerdata kan give et detaljeret overblik over energiforbruget ved forskellige driftsformer og temperaturer, og dette kan være med til at opdage eventuelle fejl i anlæggene og samtidig være en hjælp ved optimering. Nogle anlæg er i stand til at eksporterer data til andre systemer, så man på den måde hele tiden har mulighed for at sammenligne energiforbruget med budgettet.

Synliggørelse og vejledning af forbrugstal

En fornuftig adfærd med en energipræget tankegang er en oplagt og billig måde til at reducere energiforbruget mellem 5-10 %, fordi der ikke nødvendigvis skal investeres i nye teknologier eller ressourcekrævende løsninger.

Energirigtig adfærd er et spørgsmål om at have fokus på b.la. rumtemperaturer og at der slukkes for apparater, der bruger energi, når de ikke anvendes.

Som vicevært/pedel skal man tage medansvar for fællesarealerne på arbejdspladsen, samt prøve at vejlede beboer/brugere i en fornuftig adfærd.

Adfærdsændringer kommer ikke af sig selv. Her har ledelsen en central opgave med at få medarbejderne til at handle energirigtigt. Det handler om at forstå forudsætningerne for medarbejdernes arbejdsrutiner, da det oftest er medarbejderne, der kender bygninger og arbejdsgange.

Ledelsen skal overordnet have en energipolitik med et mål, som ledelsen selv har været med til at bestemme. Dette mål skal være målbart, så medarbejderne kan se, at deres anstrengelser har båret frugt.

Motivationen for medarbejderne kunne f.eks. være at man nedsatte en energigruppe, som har medansvar for at planlægge energiforbedringer og udveksle erfaringer på tværs af arbejdsstederne.

Gruppemedlemmerne kunne være en ledende nøgleperson, og medarbejdere med gode tekniske egenskaber. Der kunne også være en løbende udskiftning af nogle af medlemmerne i energigruppen, så alle medarbejderne oplever, at de bliver hørt og inddraget i projektet. Gruppen mødes 2-4 gange om året, hvor der laves mødereferat, status på igangværende projekter samt nye tiltag vurderes og planlægges.

Et mødereferat fra energigruppen kan være et værktøj til at motivere medarbejder og beboere til en mere energirigtig adfærd.



Energioptimering i bygninger, daglig drift

Andre værktøjer, som kan bruges, kan være kurver eller tabeller som synliggøre den positive/negative retning et evt. varmekonsum har.



Belysningsanlæg

Belysningen er en stor andel af elforbruget, og udgør op til 50% af det samlede elforbrug på f.eks. en skole. På kontor og lign. er forbruget ca. 35 % og i industrien udgør belysningen kun ca. 10 %.

Der er ofte gode muligheder for at optimere belysningsanlæggene, specielt hvor belysning anvendes i mange timer i døgnet.

Belysningsanlægget består af lyskilder og armaturer inkl. forkoblingsudstyr (forkobling, driver, transformer el.lign.), samt evt. reguleringsudstyr (lysdæmper, bevægelsesmelder mv.).

Nedenunder ses nogle lystekniske hovedbegreber:

Belysningsstyrke defineres som den indfaldene lysstrøm pr. arealenhed (hvor meget lys fra en lyskilde pr. m^2 .) Måles i lux(lx).

Lysstrøm defineres som den lysmængde, en given lyskilde udsender. Måles i lumen (lm). Lyskildernes lumenværdi oplyses i fabrikanternes data.

Luminans defineres som lysheden af en oplyst eller lysende flade opfattet af det menneskelige øje. Måles i candela (cd) pr. kvadratmeter(cd/m^2).

Lysstyrke defineres som mængden af lys i en given retning. Måles i candela (cd) og dokumenteres af fabrikanterne i form af lysfordelingskurver.

Farvetemperatur Kelvin K beskriver lysets farveindtryk og opleves som varmt (lav K-værdi <3000K) eller koldt lys (høj K-værdi).

Farvegengivelse Ra-værdi Lyskildens evne til at gengive farver korrekt og graderes fra 0- 100.

Lysudbytte Lm/W fra et armatur defineres som lyskildens lumenværdi pr. brugt Watt fra lyskilden (inkl. forkobling). F.eks. har halogenpærer et meget lavt lysudbytte på 8-26 lm/W og lysudbyttet for lysstofrør og lysdioder typisk mellem 75 og 100 lm/W.

Et energirigtigt belysningsystem har et lavt årligt elforbrug pr. m^2 gulvareal og en god belysningskvalitet, så der altid er den rette belysning i alle områder af arbejdslokalerne på de rigtige tidspunkter.

Ved etablering af nye samt ændring/renovering af belysningsanlæg skal Bygningsreglement BR10 afsnit 6.5 følges. Arbejdstilsynets vejledning (*AT-vejledning A.1.5*), samt *DS 700* beskriver de myndighedskrav, som er gældende for kunstig belysning i arbejdslokaler.



Energioptimering i bygninger, daglig drift

For de fleste typer arbejde ligger de krævede lys værdier på 200 eller 500 lux, mens der kræves 1.000 eller 1.500 lux ved mere lyskrævende arbejdsopgaver.

Eksempler på typiske krav til belysningsstyrker fra Dansk Standard 700 kan nævnes:

Gange og trapper	50 lux
Kassepladser i banker	500 lux
Bedømmelse af farveprøver	1500 lux
Trykformkorrektur i grafisk industri	1000 lux
Svejsning	200 lux
Kontorarbejde, vedvarende læsning	500 lux
Biblioteksreoler (på bogryggene)	200 lux

Ved systematisk vedligehold kan forringelsen af belysningsanlægget mindskes. I en virksomhed, skole, institution m.m. bør der udarbejdes en vedligeholdelsesplan, som indeholder instrukser om, hvordan og hvornår vedligeholdelsen skal gennemføres, samt hvem der er ansvarlig for at vedligeholdelsen bliver gennemført. Dette kunne bl.a. være:

- Rengøring af lyskilder og reflektorer efter behov, mindst en gang pr. år
- Rengøring af armaturer
- Rengøring af vinduer og ovenlys
- Udskiftning af lyskilder, udskift systematisk lyskilder efter anbefalet brændetid
- Kontrol af belysningen, udskift snarest defekte lyskilder
- Terminer for maling af loft og vægge

Af sparetips kan følgende nævnes:

- Sluk for det lys, der ikke er nødvendigt. Det kan også betale sig at slukke for lysstofrør.
- Benyt urstyring eller bevægelsesmeldere samt lysføler.
- Vælg lyse farver til vægge, lofter og vinduesrammer. Lyse farver giver højere belysningsvirkningsgrad og begrænser ubehagsblænding.
- Tilpas anlægget til opgaven. Belysningsniveauet bør differentieres i lokalet efter behov.
- Anvend de mest energieffektive lyskilder til opgaven, dog under hensyntagen til belysningskomfort, herunder farvegengivelse.
- Anvend kun halogenbelysning til effektbelysning.
- Anvend de mest energieffektive armaturer.
- Anvend elektroniske forkoblinger (HF). HF-forkoblinger giver flimmerfrit lys, lavere elforbrug og længere levetid.
- Udnyt dagslyset ved at anvende on-off eller trinløs regulering.



Samarbejdspartner til energioptimering

Esco virksomheder

ESCO (Energy Service Company) er en virksomhed, som udbyder energitjenester og finansieret energibesparelser. Det kunne f.eks. være YIT eller Schneider Electric

Der tilbydes tekniske løsninger, som kan give kunderne besparelser på energiregningen. Kunderne betaler for serviceordningen og renoveringen med energibesparelsen og er dermed fritaget for økonomisk risiko i projektperioden.

Kunden er ofte institutioner, skoler, produktionsvirksomheder og administrationsbygninger.

Energiopsummeringsvirksomheder

Der er også mange tekniske virksomheder som udbyder energioptimering, service og drift af tekniske anlæg. Det kunne f.eks. være Danfoss eller Bravida.

Der købes en pakke af serviceydelser, som sikrer og fastholder lavest mulige omkostninger til drift og vedligehold. Løsningen kunne f.eks. være et grundigt check af varmeanlægget, indregulering og forslag til løbende udskiftning af defekte eller slidte komponenter. Periodisk eftersyn, som skal sikre løbende reduktion af energiforbruget, samt instruktion af den anlægsansvarlige.

Links til energisider

Firma	Omhandler	Link
Dansk Energi	Energiledelse-værktøjer	www.energiledelse.com/
Exhausto	Komponenter, Ventilationssystemer, undervisningsmaterialer	www.exhausto.dk
Indeklimaportalen	Branchearbejdsmiljørådet for undervisning og forskning.	www.indeklimaportalen.dk
Vent-ordningen	Ventilationseftersyn	www.vent.dk
Spareventilator	Beregning af besparelser ved udskiftning af gamle ventilatorer til nye	www.spareventilator.dk
Lindab	Komponenter, ventilationssystemer	www.lindab.dk
Energiforum	Videnbank om energibesparelser	www.energiforumdanmark.dk
Energistyrelsen	Om energi i DK (goenergi.dk)	www.ens.dk
Materialeplatformen	Undervisningsmidler og lærebøger på nettet	http://materialeplatform.emu.dk/materialer/index.jsp
Arbejdstilsynet	AT-vejledning A.1.5 - Lys	http://arbejdstilsynet.dk
Database	Lys	www.lysviden.dk