



Miljø- og energioptimering 1

SUS, Serviceerhvervenes
Efteruddannelsesudvalg

Revideret af:
Faglærer Bjarne Sørensen, AMU Nordjylland
August 2023



Miljø- og energioptimering 1 - ejendomsservice

© Børne- og Undervisningsministeriet. (August 2023). Materialet er revideret af Serviceerhvervenes Efteruddannelsesudvalg i samarbejde med Faglærer Bjarne Sørensen, AMU Nordjylland. Materialet kan frit kopieres med angivelse af kilde.

Illustrationer/fotos uden anden angivelse af ophavsret, er udviklerens egne.

SUS

Serviceerhvervenes Efteruddannelsesudvalg

Vesterbrogade 6D, 4.

1620 København V.

Tlf. 32 54 50 55

www.susudd.dk

sus@sus-udd.dk



Forord

Uddannelsesmål

Dette kursusmateriale er udviklet til brug på AMU-kurset ”Miljø- og energioptimering 1”. Formålet med materialet er, at deltagerne efter endt uddannelse kan:

- Medvirke til at gennemføre forebyggende foranstaltninger for miljøet i boliger og institutioner, både teknisk og adfærdsmæssigt.
- Beskrive, planlægge, gennemføre, følge op på og forestå miljøfremmende tiltag for el, varme, vand og ventilation.
- Samarbejde med beboere, brugere og kollegaer på arbejdspladsen om ovenstående.
- Udvide kendskab til gældende lovgivning for områderne.
- Udvide kendskab til mulige tilskudsordninger til energitekniske installationer

Varighed

2 dage

Målgruppe for uddannelsen

Uddannelsesmålet retter sig mod personer, der arbejder inden for de jobområder, hvor der tilbydes AMU-uddannelser. Bl.a. medarbejdere fra ejendomsfunktionær og ejendomsserviceteknikerområdet.

Deltagerforudsætninger

Der er ingen særlige krav til deltagernes forudsætninger, blot de er omfattet af AMU-lovens målgruppe.

Før uddannelsen starter

Undersøg hvordan mulighederne er for undervisning ved varmetavler og ventilationsanlæg. Det er en god ide at kursisterne har mulighed for at se og indregulere varmeanlæg og ventilationsanlæg. Undersøg hvordan der er PC-muligheder i undervisningslokalerne, om der skal bookes PC-lokaler, eller der skal anskaffes mobile PC-sæt.

Der lægges et skema, hvor undervisningen i varmeanlæg og ventilationsanlæg, hvis dette er muligt, foregår i et dertil indrettet lokale. Ud over dette, lægges der et vejledende skema, hvor der er mulighed for at tilpasse tiderne, i forhold til elevernes hurtighed, faglige niveau og engagement.

Når uddannelsen er i gang

Den første dag kan man starte med en kort præsentationsrunde, hvor kursisterne fortæller om deres baggrund og daglige arbejde. Herefter kan læreren præsentere sig selv, og sine forudsætninger for at undervise på kurset.

Når man i kompendiet starter med at se på det globale miljø, er det vigtigt at man meddeler kursisterne dette. Hvis læreren efter præsentationsrunden fornemmer, at det ikke er nødvendigt at gennemgå dette emne, kan man vælge at undlade det.



Miljø- og energioptimering 1 - ejendomsservice

Læreren skal være opmærksom på, om der løbende kommer nyt bygningsreglement, nye love/bekendtgørelse, nye Danske/EU standarder og nye AT-vejledninger.

Kurset afsluttes med en Multiple Choice test som er udstedt af undervisningsministeriet.

Denne skal bestås med min. 75% rigtige svar. Hvis ikke dette er tilfældet, kan kursisten ikke få et kursusbevis, men kun et deltagerbevis udstedt af den pågældende skole.

Temaer for undervisningsindholdet

Undervisningsforløbet køres efter indholdsfortegnelsen. I forløbet kan det være en god ide at indlægge opgaver/mindre projekter, som kursisterne løser i 2-4 mands grupper.

Praktiske reguleringer på øvelsestavler med varme anlæg, kan ligeledes være en god ide, så kursisterne også får en smule praktik i undervisningstiden. Der kan laves mange, lærerige opgaver, hvor kursisterne i grupper skal finde oplysninger på www.spareenergi.dk. Man skal blot huske, at der ikke må kopieres direkte fra hjemmeside, til brug i eget materiale.



Indhold

Forord.....	3
Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner	7
Det globale miljø.....	7
Energimærkning af apparater og bygninger	9
Bygninger	9
Apparater	9
Tilskudsordninger til energitekniske installationer	10
Håndværkerfradraget.....	10
Tilskud til energirenovering	10
Belysning.....	11
Begreber inden for belysning	11
Ra- eller CRI-værdi	11
Lumen	11
Kelvin (K)	11
Lux	11
LED-pære.....	12
Lysstofrør.....	12
Sparepære	12
Glødepære.....	13
Muligheder for lysstyring – lovkrav.....	14
Bevægelsesmelder.....	14
Skumringsrelæ	15
Dagslysregulering	15
Tidsstyring	15
Sluk-alt-funktion	15
Varmeanlæg.....	17
Direkte fjernvarmesystem	17
Indirekte fjernvarmesystem.....	17
Radiatorer.....	17
Et-strengs anlæg.....	18
To-strengs anlæg.....	19
Gulvvarme	19
Afkøling.....	21



Vejrkompensering.....	22
Indregulering	24
Cirkulationspumpen	25
Forindstilling.....	26
Graddage.....	28
U-værdi	30
Ventilation	31
CAV-VAV-DCV	32
CAV	33
VAV	34
DCV	35
Rotorveksler.....	36
Krydsveksler	36
Modstrømsveksler	37
Brugsvand.....	38
Koldt brugsvand.....	38
Varmt brugsvand	38
Varmtvandsbeholder	39
Varmt brugsvandsveksler.....	39
Brugsvandscirkulation.....	39
Efterisolering af rør til varmt og koldt brugsvand.....	40
Driftstider	41
Kildeliste	41



Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner

Når der i dag bliver talt så meget om energieffektivisering, skyldes det primært fire ting:

- Komfort
- Økonomi
- Miljø
- Lovgivning

Det sidste punkt omkring lovgivning blev i februar 2008 skrevet meget tydeligt ned i et cirkulære, som hedder "Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner". Dette cirkulære omhandler alle statens institutioner, og har til formål at nedbringe energiforbruget i 2020 med 14% i forhold til 2006. Cirkulæret har altså til formål at fremme besparelser i energiforbruget, ved at sætte nogle rammer for energiforbruget. Det er herefter op til det enkelte ministerium at sikre, at målet nås.

Alle statslige institutioner skal indberette deres energiforbrug, hvorefter de bliver offentliggjorte på www.spareenergi.dk. På denne måde kan man også lettere sammenligne og kontrollere at institutionerne lever op til lovgivningen.

Det globale miljø

Hvad er CO²?

Kulstof indgår i et kompliceret kredsløb, som normalt er i balance, men under jorden ligger organisk materiale, som har ligget der i omkring 100 millioner år. Dette organiske materiale er blevet udsat for et enormt tryk og forskellige biologiske processer, og er derved blevet omdannet til næsten rent kulstof, eksempelvis i form af olie eller naturgas.

Når disse udvindes og afbrændes, udledes enorme mængder CO², eller kuldioxid. Dette sker så hurtigt, at vores natur ikke kan nå at optage det. På denne måde stiger koncentrationen af CO² i atmosfæren og drivhuseffekten forstærkes.

Så længe vores energiproduktion ikke er CO² neutral, vil vi forurene når vi producerer energi. Dette gælder såvel for el-produktion, som produktion af varme.



Brugeradfærd

Brugeradfærd har stor betydning for bygningers drift, når vi taler om komfort, energi, økonomi og indeklima. Det er derfor vigtigt, at vi kan forklare brugerne af bygningen, hvordan de skal forholde sig til indstilling og tildækning af radiatorer, indstilling af armaturer til ventilation, udluftning og brug af varmt og koldt vand.

Som eksempel kan nævnes, at når en radiatortermostat indstilles på 3, svarer dette til en ønsket rumtemperatur på 20°C. Skrues der blot 1°C op, svarende til den næste streg på termostaten, vil dette give en øget varmeregning på 5%. Når vi skal ændre folks adfærd, er det vigtigt at gøre det på en ordentlig måde. En god ide kan være ikke at virke belærende, men i stedet motiverende. Hvis vi vælger at fortælle brugeren om de miljømæssige konsekvenser af forkert brug, samt evt. de økonomiske konsekvenser, kan vi på denne måde ofte motivere til en ændret adfærd.

En anden måde at ændre folks adfærd, går under betegnelsen ”Nudging”. Vi kender sandsynligvis alle til de malede fodspor, som leder hen til en skraldespand, eller et rygeområde. Med de malede fodspor, *nudger* vi folk til at bruge skraldespanden, eller gå til et bestemt område, som vi ønsker. Et andet eksempel er det lille klistermærke af en spyflue nede i toiletkummen. Uden at skænke det en tanke, vil de fleste mænd forsøge at ramme denne spyflue når de tisser. På denne måde undgår man at for meget af tisset ender på gulvet foran, eller ved siden af toilettet.

Hvis man, som vist på illustrationen til højre, sætter et klistermærke over afbryderen til lyset, vil mange flere tænke over det når de tænder lyset. Er det nødvendigt med tændt lys? Samtidigt husker mange flere at slukke lyset på vej ud af lokalet.

Det er kun fantasien og kreativiteten der sætter grænsen. Nogle gange vil nudging virke bedre end formaninger og regler, da folk ændrer adfærd, uden rigtigt at være bevidst om det.



Illustration:
Kenneth Tække





Energimærkning af apparater og bygninger

Bygninger

Alle offentlige bygninger i Danmark skal energimærkes. Når et sådan energimærke skal laves, tages der udgangspunkt i bygningens teoretiske energiforbrug, og ikke det reelle forbrug (dog med undtagelser). Det vil sige, at der er tale om et beregnet forbrug, ud fra belysning, U-værdier, varme anlæg osv.

Hvis bygningen er 60-250m², skal bygningen kun have et energimærke i forbindelse med salg eller udlejning.

- Er bygningen over 250m², skal den altid have en gyldig energimærkning, også selvom den ikke skal sælges eller udlejes. Energimærket er gældende i 10 år, hvorefter det skal fornyes.
- Er bygningen over 1000m², kan man, hvis bygningen ikke ændrer anvendelse, få et energimærke med faktisk forbrug, forudsat at kravene herfor er opfyldt.
- Bliver mere end 25% af bygningen solgt, eller udlejet, skal man altid energimærke med et beregnet forbrug.

Energimærket har til formål at fortælle bygningens energimæssige tilstand ud fra en samlet vurdering, samt komme med forslag til energiforbedringer der kan betale sig. Energimærket skal sættes op, så det er synligt for bygningens brugere.

Apparater

I EU er der en obligatorisk ordning for energimærkning af elektriske apparater. Dette mærke indeholder alle de oplysninger man har brug for, for at kunne foretage et energirigtigt valg ved køb af nyt.

Energimærkningen går fra A til G, hvor A er bedst. Hvis man kigger på eksempelvis hvidevarer, kan man ofte møde et A⁺⁺ mærke. Dette er naturligvis bedre end et A mærke. Grunden til disse plusser er, at da man indførte mærkningen, tog man ikke højde for, at man måske på sigt ville kunne fremstille meget mere energivenlige produkter. Lidt det samme gør sig faktisk gældende for eksempelvis gaskedler. Man kan godt finde gaskedler med en virkningsgrad på 110%. Det betyder naturligvis ikke, at de giver mere energi end der bliver tilført, men et udtryk for at de er blevet meget bedre end man troede var muligt.



Tilskudsordninger til energitekniske installationer

I Danmark er der i øjeblikket 2 muligheder for tilskud i forbindelse med energirenovering af bygninger. Det drejer sig om tilskud fra energiselskaber og håndværkerfradrag (servicefradrag).

Håndværkerfradraget

Er en ordning, hvor man kan få fradrag for arbejdslønnen inklusive moms. Det vil sige at man ikke får fradrag for materialer. For at kunne bruge håndværkerfradraget, er der en række krav som skal være opfyldt, og det er ikke alt som kan give fradrag. Eksempelvis giver energirådgivning til energiforbedringer ikke fradrag, hvorimod hulmursisolering giver fradrag. Man kan på SKAT's hjemmeside finde en udførlig liste over de ting som giver fradrag, samt krav til arbejdets udførelse og betaling. Man skal selv sørge for at indtaste sit fradrag og gemme dokumentationen i mindst 3 år.

Der gælder nogle særlige regler for håndværkerfradrag hvis man bor i lejebolig. Det er kun privatpersoner der kan benytte sig af håndværkerfradraget.

Tilskud til energirenovering

I november 2012 indgik energiselskaberne i Danmark en aftale med energiministeren om at hjælpe med at skabe energibesparelser. Med denne aftale, har selskaberne forpligtet sig til at realisere besparelser hos slutbrugeren, så Danmark kan nå sine mål til 2020. Med tilskudsordningen kan energiselskaberne købe indberettningsretten til de energibesparelser der opnås ved energirenovering eller optimering af tekniske anlæg. Slutbrugeren får naturligvis stadig de penge som spares på energiregningen.

For at energiselskaberne kan indberette energibesparelserne, er det en betingelse, at det er en energibesparelse som ikke ville være blevet gennemført uden energiselskabets indsats. Det betyder, at der skal være lavet en aftale om salg af besparelser, dvs. ansøges om tilskud, inden projektet går i gang.

Eksempel på energirenoveringer der giver tilskud:

- Konvertering til fjernvarme eller varmepumpe
- Udskiftning af ruder
- Efterisolering af tagkonstruktion og ydervægge

Eksempel på energirenoveringer der ikke giver tilskud:

- Udskiftning af computer eller skærm
- Udskiftning af hårde hvidevarer
- Udskiftning af ældre kondenserende kedel til nyere kondenserende kedel

Alle kan få tilskud til energirenovering, både private, virksomheder og det offentlige. Almene boligforeninger har også mulighed for at få energitilskud.



Belysning

Begreber inden for belysning

Ra- eller CRI-værdi

Ra- eller CRI-værdien, er en betegnelse for farvegengivelsen i lyskilden. Man bruger solens farvegengivelse, som er 100%, som reference for målingen. Glødepærsers Ra-værdi ligger på omkring 99, som er meget tæt på sollys. Jo højere Ra-værdi – jo bedre gengivelse af farver.

Lumen

Lumen er et udtryk for ”hvor meget lys” en lyskilde giver. Dvs. den samlede mængde lys, en lyskilde udsender (*se figur 1.2*).

Kelvin (K)

Kelvin er et udtryk for farven på lyset. Skalaen går fra 0-11.000. Ved en lav K-værdi, hælder lyset imod den gul-røde del af farveskalaen, hvor lyset vil opfattes som varmt. En høj K-værdi, angiver derimod at lyset hælder mod de blå-hvide toner og opfattes dermed som koldere.

Lux

Lux er en betegnelse for, hvor meget belysning der rammer et område. Det er denne enhed Arbejdstilsynet bruger, når de taler om krav til belysning på eksempelvis et bord, eller et flugtvejsareal. Bliver også kaldt for lysintensiteten, eller belysningsstyrken (*se figur 1.2*)

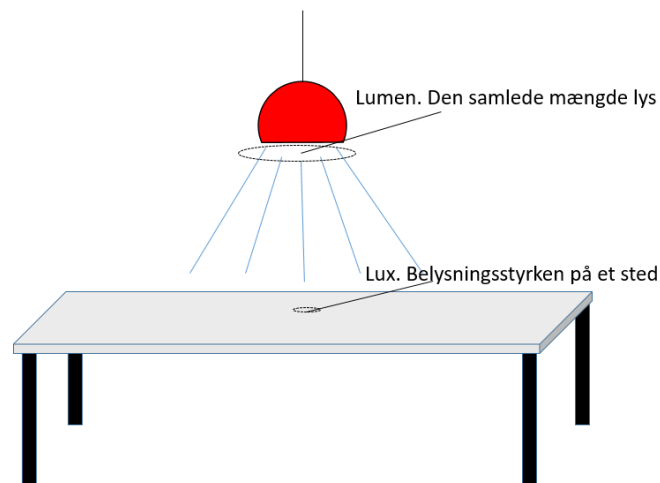


Illustration Kenneth Tække



LED-pære

LED er en forkortelse for light-emitting-diode, eller på dansk, lys-emitterende diode. Det tog nogle år, før LED for alvor vandt vore hjerter. De første LED-pærer, havde nemlig en meget dårlig Ra- eller CRI-værdi, og dette kunne ses i form af et blåligt lys. I dag har LED-pærene typisk en Ra- værdi på 95-97%. LED-pærene har efterhånden vundet stort indpas på markedet for belysning.

Dette skyldes det lave strømforbrug og den lange levetid, set i forhold til en traditionel glødepære. Man kan typisk udskifte en 60W glødepære til en 9,5W LED-pære, og få ca. det samme lysudbytte. LED-pærene har ofte en forventet levetid på 10.000-25.000 timer, nogle op imod 50.000 timer, og fås også som dæmpbare. Disse fakta gør, at det oftest er en meget rentabel investering at udskifte glødepærer til LED-pærer.

Lysstofrør

Lysstofrør egner sig til steder, hvor der er brug for meget lys, som eksempelvis haller, stalde, større lokaler. De giver meget lys, og kan dække store flader. Lysstofrørene kan variere meget i K-værdi og Ra-værdi, lige fra 2700K-6500K og fra 80-95 Ra. Man kan på lysstofrøret læse, hvor god K- værdien og Ra-værdien er. Det tredjesidste tal angiver Ra-værdien, og de to sidste tal angiver K- værdien. Eksempel:

Lysstofrør 36W830

Ottetallet betyder at 80-90% af farverne bliver gengivet korrekt (Ra-værdi på 80-90). Tallet 30 betyder at lysstofrøret har en farvetemperatur på 3000 Kelvin (3000K).

Sparepære

En sparepære er i princippet det samme som et lysstofrør, blot med form som en glødepære. Lyskvaliteten på en sparepære er ikke imponerende, og kan virke lidt dystert og farveløs, med en Ra-værdi på 80-85. En sparepære har, ligesom lysstofrøret, en optændingstid, hvorfor pæren ikke er optimal de steder, hvor man ønsker lys øjeblikkeligt.

Dette kan eksempelvis være gangarealer med bevægelsesmelder, eller udendørs lamper med bevægelsesmelder. Ved kolde temperaturer kan optændingstiden være længere. En sparepære giver ca. 4-5 gange så meget lys per tilført watt, som en glødepære. Den er dermed ikke lige så økonomisk som en LED-pære, og bliver derfor ikke anvendt ret meget mere. Det kan dog ikke altid svare sig at udskifte en sparepære til LED, før sparepæren ikke virker mere. Til sammenligning svarer en 13W sparepære ca. til en 9,5W LED- pære.



Glødepære

En glødepære fungerer ved hjælp af en glødetråd, der normalt er lavet af Wolfram, der har et højt smeltepunkt og kun oxiderer lidt. Det er modstanden i denne glødetråd, som gør at den bliver meget varm, og derved får den til at udsende lys og varme. Det er også på grund af denne varmeudvikling, at glødepæren ikke er lige så energieffektiv som eksempelvis LED-pæren. Meget af den tilførte energi går tabt som varme, i stedet for at blive til lys. En standard glødepære har en levetid på ca.

1.000 timer, hvor en LED-pære har en levetid på helt op til 50.000 timer, så selvom glødepæren er billig i indkøb, er LED-pæren den mest økonomiske på sigt.

I 2012 blev det i EU forbudt at producere glødepærer til brug i boliger, fordi de var energislugende og ineffektive. Det har dog været muligt i en årrække at importere til ”særlige formål”, så længe de var mærkede med, at de ikke var egnede til rumbelysning.

Dette gør sig ikke gældende mere, og det er således forbudt at producere og importere glødepærer i Europa. Halogenpærer er ligeledes på vej til at være udfaset. En halogenpære bruger ca. 5 gange så meget strøm som en LED-pære.



Muligheder for lysstyring – lovkrav

Der findes mange forskellige metoder til at styre belysningen i vore bygninger. Fælles for dem alle er, at man ved brug har fokus på at bruge mindst muligt energi. Dette kan gøres ved eksempelvis bevægelsesmeldere, skumrigsrelæer, dagslysregulering, tidsstyring og sluk-alt-funktioner. I det følgende afsnit vil der være en nærmere beskrivelse af disse styringsmuligheder. Der er flere krav til belysning i Bygningsreglementet, så som sikring af acceptable lysforhold gennem elektrisk belysning. DS/EN 12464-1 indeholder en række specifikke krav, der skal overholdes ved projektering og udførelse af byggeri. Disse tekniske krav skal kunne opfyldes i hele anlæggets levetid.

Gange og trapper	100 lux
Kontorarbejde	500 lux på synsobjektet og
Kontorarbejde	300 lux i nærområdet (over ½ m fra synsobjektet)
Børnehaver og vuggestuer	300 lux
Undervisningslokaler	300 lux

Et andet vigtigt krav i Bygningsreglementet er, at arbejdsrum og fælles adgangsveje skal forsynes med automatisk dagslysstyring, hvis der er tilstrækkeligt dagslys. Rum som kun lejlighedsvis benyttes, skal ligeledes være forsynet med bevægelsesmeldere. Disse krav kan fraviges, når opfyldelsen vil betyde en afgørende ulempe for virksomhedens eller skolens drift.

Bevægelsesmelder

Bevægelsesmeldere/PIR Sensor fås i mange forskellige modeller, og med mange forskellige egenskaber. Nogle reagerer udelukkende på bevægelse, men andre også reagerer på varme eller lyd. Nogle er beregnet til udvendig brug, mens andre er beregnet til indvendig brug. Nogle er lysfølsomme, andre ikke. De fås som loftmonterede, vægmonterede, 360°, til montering i indmuringsdåse og til montering i loftdåse. Fælles for dem alle er, at de kan give en besparelse på strømforbruget, samt en længere levetid på lyskilderne, idet de ikke brænder så mange timer i døgnet. Oftest har bevægelsesmelderne indstillingsmuligheder som timer, hvor man kan bestemme hvor længe lyset skal brænde efter den ikke har registreret bevægelse. En funktion som indstilling af følsomhed og lys niveau er også at foretrække, så lyset ikke tænder pga. en flue, eller tænder når lokalet er lyst nok. Der er et stort spild af forbrug i mange større bygninger, når personale glemmer at slukke lyset efter brug. Dette undgås på denne måde. Ved køb af bevægelsesmelder, er det også værd at være opmærksom på hvor stort et område den kan dække.



Skumringsrelæ

Skumringsrelæet er beregnet til styring af udendørs belysningsanlæg, hvor man ønsker lyset tændt/slukket ved bestemte mørke- lys niveauer. Skumringsrelæet sættes ofte sammen med en ur-styring. På denne måde kan man eksempelvis bestemme at lyset skal tænde fra kl.16:00-23:30, forudsat at det er mørkt nok til det. Der kan være store besparelser ved at bruge denne kombination. Ved anvendelse af en udendørs bevægelsesmelder, vil man få mange utilsigtede tændinger af lyset i hele den mørke periode, og driftstiden kan derfor blive længere end ved anvendelse af skumringsrelæ koblet sammen med en ur-styring.

Dagslysregulering

Denne form for intelligent lysstyring gør at lyset regulerer sig selv i forhold til niveauet af naturligt dagslysindfald. Dette gør, at der på dage med meget sollys, ikke er så meget brug for kunstigt lys, og energiforbruget vil dermed blive lavere. Ofte kobles en sådan styring sammen med en bevægelsesmelder.

Tidsstyring

En mere simpel form for styring af det kunstige lys, er en tidsstyring. Det er en styring hvor man kun kan sætte tider for tænd og tider for sluk, så lyset vil være tændt hele tiden, når tidsstyringen siger det. Denne form for styring er ikke meget anvendt, uden at være sammenkoblet med skumringsrelæ, bevægelsesmelde eller dagslysstyring.

Sluk-alt-funktion

Sluk alt funktion ses ofte i forbindelse med eksempelvis IHC, men kan også fungere som en stand-alone funktion. Man bygger nogle komponenter ind i tavlen, og placerer en kontakt ved udgangsdøren i bygningen. Når man slukker på denne, vil alt som er koblet op på funktionen slukke. Det kan være lys, stikkontakter i køkken (undgå en tændt kaffemaskine), ventilationsanlæg og andet. På denne måde sikrer man, at alt er slukket når man forlader bygningen.

Oftest er det ikke rentabelt at etablere dagslysregulering på eksisterende belysningsanlæg, da den økonomiske gevinst er forholdsvis lille, set i forhold til investeringen. Andre styrings/belysningsmuligheder, som eksempelvis udskiftning af ældre lyskilder, eller bevægelsesmeldere og tidsstyringer har ofte en relativ kort tilbagebetalingstid.



Miljø- og energioptimering 1 - ejendomsservice

Eksempel på besparelse/tilbagebetalingstid:

I et gangområde er der 22 lysarmaturer med hver 2 stk. 36W rør. Armaturerne er af ældre dato, og har derfor drosselspole og starter. I disse armaturer er der et stort tab af energi. Et armatur bruger i alt ca. 90W. Lyset er tændt fra 06:00-18:00. En analyse af brændtimer viser, at der med bevægelsesmelder kan nedbringes til ca.

60%. Dvs. ca. 7,2 brændtimer om dagen. Lysstofrørene udskiftes til LED som kun bruger 18W/rør.

Etablering af bevægelsesmelder koster 3.000kr

Indkøb af lysrør og starter koster 37 kr/rør og starter.

Samlede investering:

$$3000+(37*2*22) = 4.628\text{kr}$$

$$\text{Forbrug/døgn ved gl. armatur} = 90*22*12 = 23.760\text{Wh}$$

$$\text{Forbrug/døgn ved nye lyskilder og bevægelsesmelder} = 18*2*22*7,2 = 5.702\text{Wh}$$

Hvis vi anslår at prisen for 1 kWh er 2,00 kr, er besparelsen/dag

$$\text{altså: } (23,760-5,702)*2,00 = \text{ca. } 36 \text{ kr}$$

Tilbagebetalingstiden vil således være:

$$4.628/36 = \text{ca. } 129 \text{ dage}$$



Varmeanlæg

Direkte – indirekte fjernvarmeanlæg

Fjernvarme produceres på fjernvarmeværker rundt omkring i Danmark. Det varme vand ledes herfra videre ud til de enkelte forbrugere, hvor vandet bliver brugt til rumvarme og opvarmning af varmt brugsvand. Når vandet har afgivet tilstrækkeligt varme til husstanden, ledes vandet tilbage til fjernvarmeværket, hvor det igen opvarmes. På denne måde cirkulerer vandet i et lukket rørsystem. Hos den enkelte forbruger er der to installationstyper af varmeanlæg, et direkte og et indirekte anlæg.

Direkte fjernvarmesystem

I et direkte fjernvarmesystem, cirkulerer fjernvarmevandet direkte i boligens varmekredsløb, altså radiatorer eller gulvvarmesystemer.

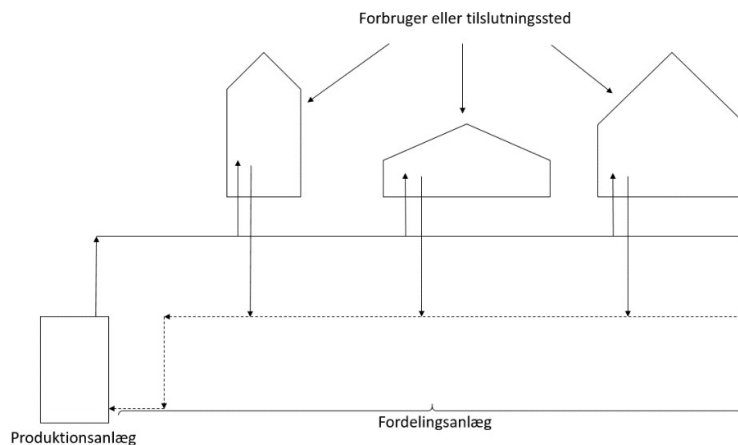


Illustration Kenneth Tække

Indirekte fjernvarmesystem

I et indirekte fjernvarmesystem, cirkulerer fjernvarmevandet frem til boligen, hvor det via en veksler varmer det vand op, som cirkulerer i boligens varmesystem. I dette system er det altså ikke fjernvarmevand der cirkulerer i husets radiatorer, eller gulvvarmeanlæg.

Radiatorer

Ved dimensionering af 1-strengs radiatoranlæg benyttes de temperaturer, som er i nedenstående tabel. Fremløbstemperaturen er 10-15 °C højere end returtemperaturen.

I dag er det sjældent, at der installeres 1-strengs radiatoranlæg, da det af mange grunde, bl.a. energi- mæssige, er ufordelagtigt.

Radiatorer dimensioneres til at kunne opvarme rum ved det dimensionerende varmetab, dvs. ved en udetemperatur på -12 °C.



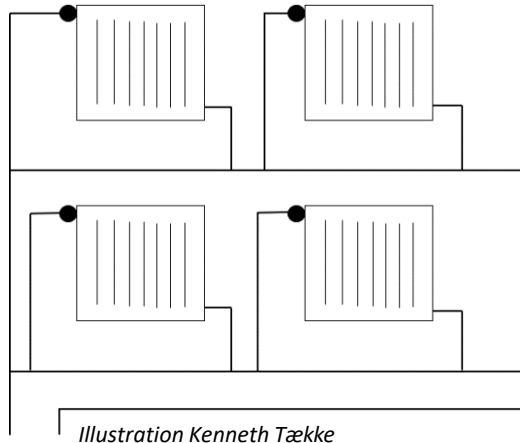
Ved dimensionering af 1-strengs radiatoranlæg benyttes typisk de temperatursæt, som er angivet i nedenstående tabel.

Varmesystem: (1-streng)	Fremløb °C	Retur °C
Direkte fjernvarme	70	55
Indirekte fjernvarme	65	50
Oliekedler med stort vandindhold	65	50
Gas- og oliekedler med lille vandindhold	60	50
Varmepumper	55	45

Ved dimensionering af 2-strengs radiatoranlæg benyttes typisk de temperatursæt, som er angivet i nedenstående tabel.

Varmesystem: (2-streng)	Fremløb °C	Retur °C
Direkte fjernvarme	70	40
Indirekte fjernvarme	65	35
Oliekedler med stort vandindhold	65	35
Gas- og oliekedler med lille vandindhold	60	40
Varmepumper	55	30

Et-strengs anlæg

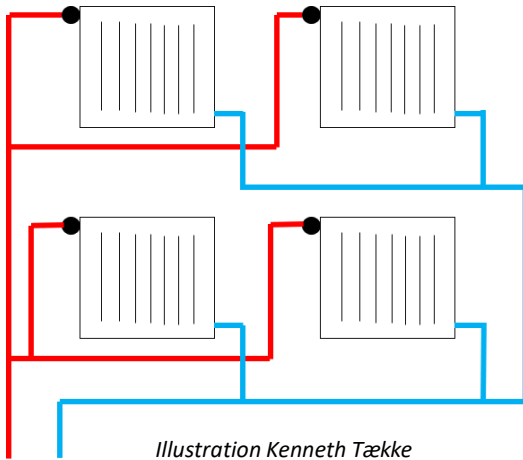


Ved 1-strengsanlæg anvendes en ringledning med konstant cirkulation. Ved hver radiator er der en hydraulisk modstand. (røret imellem til- og afgang er en dimension mindre) Det er tryktabet over denne modstand, der driver vandet gennem radiatoren.

Der skal benyttes særlige radiatorventiler til et 1-strengsanlæg, og det er ikke muligt at etablere en god afkøling på denne type anlæg, så anlægstypen regnes generelt for uegnet til fjernvarmeinstallationer. Den altid varme cirkulationskreds (ringledning) giver et større varmetab, der ikke altid kan udnyttes.



To-strengs anlæg



Ved 2-strengs anlæg er radiatorerne parallelforbundne. Herved fås et højt tryk til hver radiatortermostatventil og afkølingen over hele anlægget kan blive meget stor. Radiatortermostatventilerne bør vælges med et tryktab på maks. 0,1 bar (1 mVs eller 10 kPa).

Radiatortermostatventilerne i det enkelte rum bør indstilles på samme niveau, så alle radiatorerne bidrager til afkølingen. Er der monteret radiatortermostater med forindstilling, kan den optimale fordeling af vandet findes ved at justere disse. (se evt. afsnittet forindstilling under indregulering).

Gulvvarme

Gulvvarme er blevet en populær opvarmningsform, og i dag bygges parcelhuse stort set kun med gulvvarmeanlæg som eneste varmeanlæg. Der skelnes mellem bade- og opholdsrum.

I barfodsområder bør overfladetemperaturen være fra 26 - 30 °C ved tunge materialer og fra 23 - 28 °C ved lette materialer som træ.

I opholdsrum er en overfladetemperatur på 19 - 29 °C god med normale sko.

I praksis skal nok regnes med, at overfladetemperaturen i opholdsrum skal være 22 – 23 °C som minimum ved almindeligt brug. I rand/yderzoner kan højere temperaturer tolereres.

Gulvvarmeanlæg dimensioneres ligesom radiatoranlæg til at kunne opvarme rummet ved det dimensionerende varmetab, dvs. ved en udetemperatur på -12 °C.



Temperatursæt for gulvvarme.

Gulvtype:	Fremløbstemperatur:	Afkøling: (ΔT) ved -12°C ude temp.
Trægulv (strøer)	40 - 45°C	mellem 6,0 - $7,5^{\circ}\text{C}$
Trægulv (støbt fundament)	35 - 40°C	mellem 5,5 - $6,5^{\circ}\text{C}$
Klinker / Fliser (støbt fundament)	25 - 30°C	mellem 5,0 – $6,0^{\circ}\text{C}$

Fremløbstemperaturen til gulvvarmen er vigtig. Man skal altid være opmærksom på de krav/begrænsninger, som gulvbelægning, gulvvarmeslange og gulvopbygning stiller/sætter.

Det er også muligt at lave natsenkning på gulvvarmeanlæg. Her skal man dog tage højde for at gulvvarmen ofte reagerer meget langsomt på temperaturændringer.



Afkøling

Forskellen mellem fjernvarmevandets fremløbs- og returtemperatur har betydning for økonomien. Den forskel kaldes for afkølingen. Jo koldere fjernvarmevandet er, når det sendes tilbage til varmekædet, jo bedre har man udnyttet den varme, der er i fjernvarmevandet. Denne afkøling bør som regel være minimum 30°C, men ikke alle fjernvarmekæder har de samme krav. Nogle fjernvarmekæder opkræver en straf, hvis kunden har en dårlig afkøling. Det kan eksempelvis være 1% af den samlede varmeregning per grad for dårlig afkøling. Dette kan hurtigt blive en bekostelig affære. Grunden til at fjernvarmekædet ønsker en så god afkøling som muligt, er naturligvis økonomien. Det er dyrt at sende vand rundt i ledningsnettet, og jo dårligere afkøling, jo mere vand skal pumpes rundt.

Her kan du se, hvad der i princippet sker, når afkølingen ikke er god nok. I eksemplet får alle fire huse leveret samme mængde varme, nemlig 1 MWh (megawatttime). Men se lige hvad der sker med forbruget af fjernvarmevandet, hvis afkølingen ligger på 20 °C og derunder! Det stiger voldsomt, og så får varmekædet større omkostninger til opvarmning/transport af fjernvarmevandet. Hvis alle på fjernvarmenettet får mere ud af energien i fjernvarmevandet, så vil varmekædet kunne nedbringe omkostningerne til at få vandet varmet op og pumpet rundt.

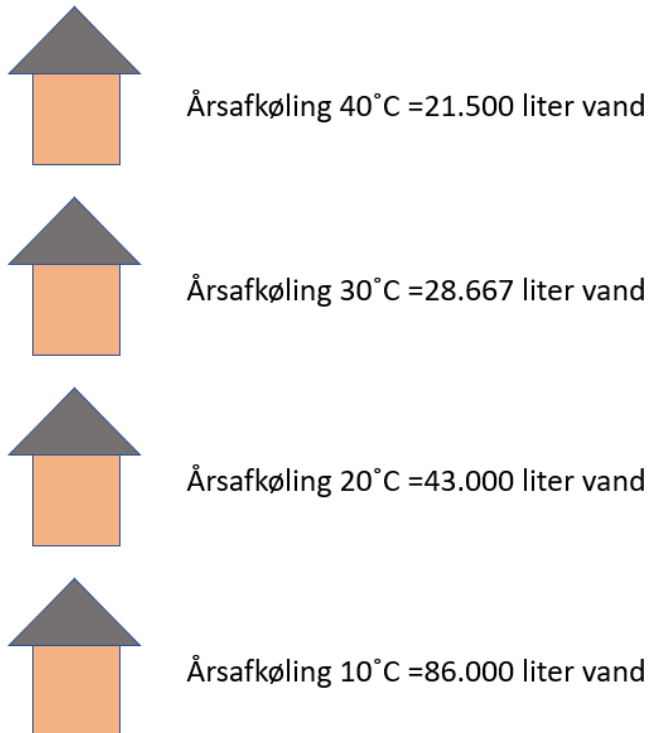


Illustration Kenneth Tække



Vejrkompensering

Vejret er det parameter som har størst indflydelse på varmebehovet i en bygning. Ved at installere en styring med vejrkompensering, sørger vi for at regulere vores fremløbstemperaturer til radiatorer og gulvvarme i forhold til udetemperaturen.

Jo koldere det er ude, desto varmere vil vores fremløb være. Ved varmere udetemperaturer, falder vores fremløbstemperaturer. På denne måde sikrer vi at der ikke produceres overskudsvarme (spild).

Cowi, som er en førende rådgivningsvirksomhed indenfor miljøvidenskab, har i en rapport anslået, at energibesparelserne med elektronisk vejrkompensering i enfamilieshuse ligger på 10% og i nogle tilfælde helt op til 40%.

Ved nybyggeri, er det i dag et lovkrav at der etableres vejrkompensering. For større bygninger beregnes varmebesparelsen ved indregulering og udetemperatur kompensering ud fra et årligt varmeforbrug.



Ældre vejrkompeningsanlæg Foto: Kenneth Tække

Vejrkompensering er en forholdsvis lille investering, som oftest tjenes hjem igen i løbet af en forholdsvis kort årrække, hvorimod udskiftning af rør, eller udskiftning af varmeanlæg, er en større investering med en længere tilbagebetalingstid. Når der etableres vejrkompensering, bør dette indeholde en funktion der stopper anlægget inkl. dets cirkulationspumpe, når udetemperaturen kommer over en given temperatur. Denne vil man typisk indstille til mellem 18 og 20 grader, afhængig af bygningstype, alder på bygningen, vinduesareal og andre faktorer som har indflydelse på bygningens varmebehov. Foruden denne funktion, bør anlægget også indeholde en funktion hvorved man kan sænke rumtemperaturen på bestemte tidspunkter (natsækning).

For at kunne etablere vejrkompensering er det en forudsætning at et direkte fjernvarmeanlæg har en blandesløjfe. På et indirekte anlæg kan man styre fremløbstemperaturen vha. veksleren.

Af fordele ved et vejrkompeningsanlæg kan nævnes:

- Lavere varmeregning
- Lavere CO₂ udledning
- Bedre komfort og indeklimate
- Mindre varmetab fra rør og ventiler
- Lavere strømforbrug til drift af pumper



Nyere ECL310 Foto: Kenneth Tække

For at kunne beregne en evt. besparelse, er det nødvendigt at kende det graddageuafhængige forbrug (GUF). En bygnings graddageuafhængige forbrug defineres som den mængde varme, der bruges i bygningen uafhængigt af udetemperaturen.

Dette er typisk energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand og de varmetab, der er forbundet hermed i rørinstallationer, varmtvandsbeholdere, cirkulationsledninger, tomgangstab på kedlen mv.



Miljø- og energioptimering 1 - ejendomsservice

GUF kendes normalt ikke. Der kan i disse situationer anvendes en standardværdi på 28–30 % af det årlige varmeforbrug. Dvs. at 28-30% af bygningens varmeforbrug, ikke bliver brugt som rumopvarmning. Det forudsættes, at der kan opnås en besparelse på minimum 5 % af det graddageafhængige forbrug (GAF), dvs. forbruget til rumopvarmning. Større besparelser ses imidlertid ofte.

Varmebesparelsen beregnes således:

$$\text{€ besparelse} = 0,05 \cdot \left(1 - \left(\frac{\text{GUF}}{100} \right) \right) \cdot \text{€ varme, årligt}$$

Eksempel:

I en ejendom på 4.300 m² foretages indregulering af varmeanlægget, og der etableres vejrkompensering. (5% besparelse)

Ejendommen opvarmes med naturgas. (11 kW/m³)

Det årlige gasforbrug er 54.500 m³ x 11 kW svare til i alt
599.500 kWh.

Naturgaspris: 7,25 kr. pr. m³. Gaskedlen er ny og kondenserende kr. 395.125,-

Årlig energibesparelse i kWh (5%) 20.983 kWh

Årlig Besparelse omregnet til m³ 20.983 kWh/11 kWh/m³ (5%) = 1796,0 m³

Kr. 7,25./m³ x 1.796 m³ = kr. 13.470,-

Årlig CO₂-besparelse kg Besparelse i kg 20.983 kWh x 0,205 kg/kWh =
40.302 kg

CO₂-udledning for forskellige energiformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,440 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8–10 kWh.

1 m³ naturgas = 9–11 kWh. (højest for nye kedler)



Indregulering

En indregulering af varmesystemet giver ikke altid i sig selv en varmebesparelse, da der kan være områder eller dele af bygningen som ikke tidligere har fået tilført den mængde energi / vandmængde i l/h, som de burde (dårlig komfort). Indreguleringen kan altså medføre et merforbrug, når disse områder efter indreguleringen får tilført den nødvendige energi (god komfort).

En indregulering gør dog ofte, at varmesystemet kommer i balance, og at der tilføres den vandmængde til de enkelte radiatorer, som er nødvendige for at opretholde den ønskede rumtemperatur (normalt 20°C). Når anlægget kommer i balance som følge af indreguleringen, medfører det ofte, at fremløbstemperaturen til varmesystemet kan reduceres (Der kan benyttes en lavere gennemsnits temperatur). Det resulterer i en bedre afkøling og i et lavere varmetab fra cirkulationsledningerne og dermed en energibesparelse.

Ventilen er lukket



Ventilen er åbnet
2,3 omdrejninger



Ventilen er helt åben



Illustration Kenneth Tække

De viste ventilhoveder kan låses så de kun kan åbnes til den indstillede vandmængde. Se datablad.

En simulation udarbejdet af TA/IMI fra Dansk Teknologisk Institut (DTI) viser, at et tilsyneladende velfungerende varmeanlæg uden strengreguleringsventiler, kan forbedres med op til 17% ved at monterer og optimere strengreguleringsventiler på alle hovedstrenge.

At indregulere et større varmeanlæg, er ikke noget man selv skal give sig i kast med, da denne indregulering oftest hviler på beregninger foretaget af ingeniører. Hvis man selv begynder at skrue for meget på disse strengreguleringer, vil man risikere at bringe anlægget ud af balance (hydraulisk balance).



Cirkulationspumpen

En cirkulationspumpe kan i nogle tilfælde være en slem energisluger. Særligt hvis man har ældre cirkulationspumper i installationen

Et eksempel:

I et varmerum er der 5 blandesløjfer, med hver en ældre cirkulationspumpe. Pumperne kører 24 timer i døgnet, 365 dage om året. Pumperne står på trin 2, som betyder et forbrug på 55Wh.

$$\text{Forbrug på et år: } 24 \cdot 365 \cdot 55 / 1000 = 481,8 \text{ kWh}$$

$$\text{Økonomi: } 2 \text{ kr/kWh: } 2 \cdot 481,8 = \text{kr. } 963,60$$

En nyere Grundfos Alpha2 som i gennemsnit bruger 8Wh:

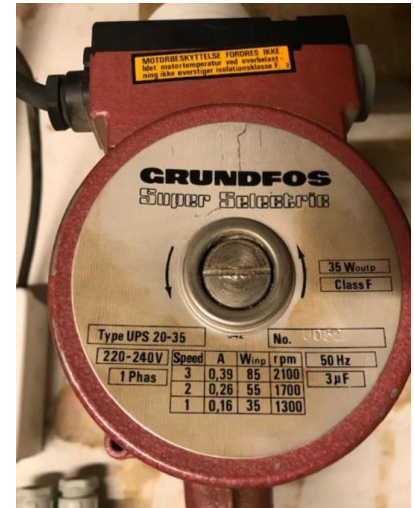
$$\text{Forbrug på et år: } 24 \cdot 365 \cdot 8 / 1000 = 70 \text{ kWh}$$

$$\text{Økonomi: } 2 \text{ kr/kWh: } 2 \cdot 70 = \text{kr. } 140,-$$

$$\text{Årlig besparelse} = 963,6 - 140 = \text{kr. } 823,60$$

Den nye pumpe koster ca. kr. 1800, så tilbagebetalingstiden er ikke meget mere end ca. 2 år. Altså en god investering!

Med udgangspunkt i ovenstående, vil man efter ca. 2 år have en årlig besparelse på $5 \cdot \text{kr. } 823,60 = \text{kr. } 4118$.



Ældre cirkulationspumpe
Foto: Kenneth Tække



Forindstilling

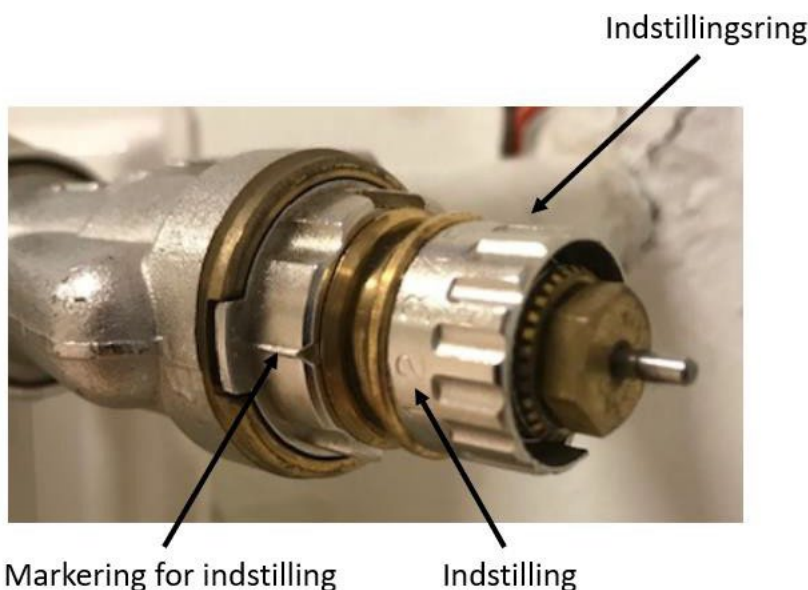
Alle radiatortermostater vil normalt være begrænset til en eller anden indstilling på termostadelen. (mellem 1 og 5) det er en begrænsning af RUMTEMPERATUREN og har intet at gøre med selve ventilens stilling og den tilførte vandmængde. Begrænsningen har altså ingen indregulerende effekt (ud over på temperaturen i rummet). Bliver det koldt, f.eks. fra et åbent vindue, vil ventilen åbne for fuld vandmængde. Dette forhold har nogle gange givet problemer i forbindelse med central natsenkning, fordi alle radiatortermostater vil stå fuldt åbne, når automatikken sætter varme på om morgenen, først når rumtemperaturen i rummene nærmest pumpen begynder at stige, vil ventilen begynde at lukke. Dernæst bliver der vand nok til den næste radiator på strengen osv. (man skal generelt indstille alle termostatfølere ens, særligt i samme rum). Man kan altså risikere, at de rum, der ligger længst væk fra pumpen, opnår korrekt rumtemperatur sidst; hvilket medfører dårlig komfort og økonomi.

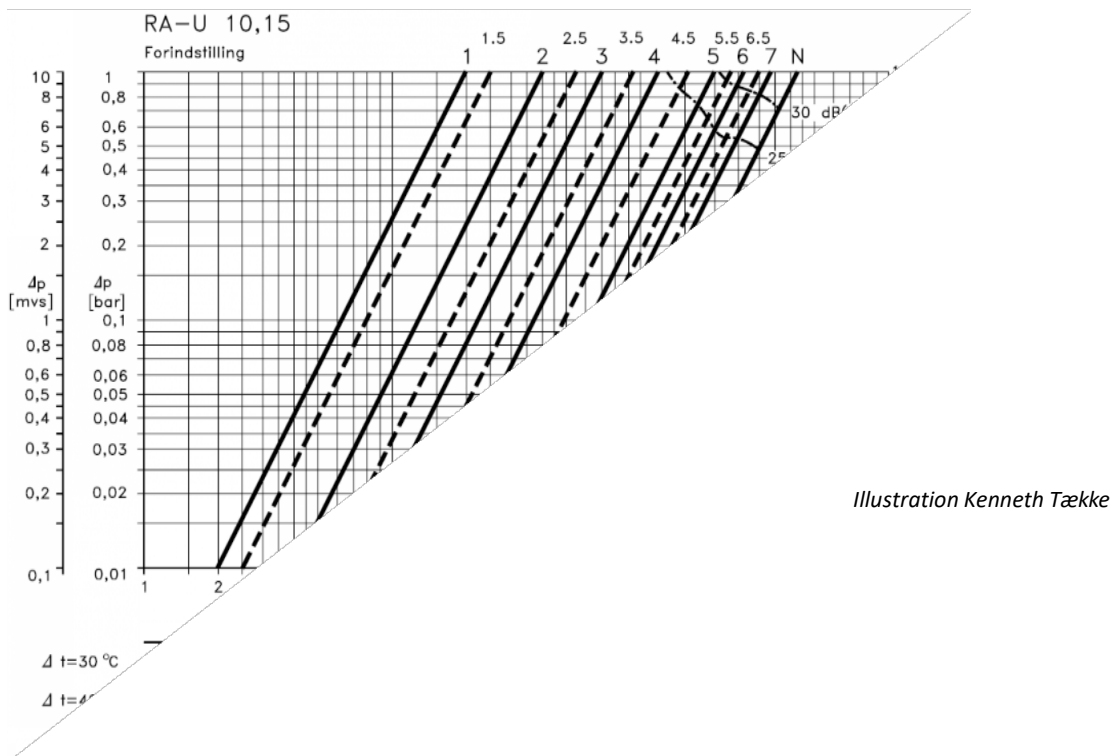
Ved korrekt valgt ventil samt forindstilling kan opnås maksimal komfort og fyringsøkonomi.

Det er altså vigtigt, at et varmeanlæg med radiatortermostater, og især samtidig med central varmeregulering, indreguleres til korrekt, altså en begrænsning af vandstrømmen, således at der ikke kommer mere vand igennem end nødvendigt, selvom radiatortermostaterne står helt åbne.

- Løft indstillingsringen
- Drej indstillingsringen indtil den ønskede værdi er ud for referencemærket
- Slip ringen og kontrollér indstillingen

Der kan vælges forindstillinger mellem 1 og 7, i trin på 0,5. Ved indstilling "N" er ventilen helt åben. Indstilling i det skraverede område på tegningen skal undgås.





På databladet for ventilen kan man bestemme forindstillingen meget præcist ud fra vandmængden og det lokale differenstryk.

Hvis radiatoren skal tilføres 30 l/h (se skala lige under diagram) og det lokale differenstryk er ideelt 10 kPa (0,1bar) (se skala til højre for diagram), skal ventilen forindstilles til 3,5.

Hvis man ikke kender varmebehovet for rummet, og ikke kan beregne dette (og det kan man ofte ikke, da man ikke kender byggematerialernes U-værdier), kan man starte med at indstille forindstillingen til 2-3. Herefter holder man øje med om rummet får tilført den nødvendige varme, og om returen på radiatoren bliver for varm (helst ikke over 35°C ved fjernvarme). Normalt vil en forindstilling på 2-2,5 være et godt bud.

Når der er flere radiatorer i det samme rum, er det vigtigt at man indstiller radiatorernes rumtermostater ens. Det giver en dårlig økonomi, hvis rummet skal varmes op af 1 ud af 4 radiatorer, og det kan give en meget dårlig afkøling, hvis der ikke er en form for gennemløbsbegrænser på ventilen. Indstillingen af en Danfoss rumtermostat er således:

Indstilling	*	1	2	3	4	5
Temp. °C	9,5	14	17	20	23	25



Graddage

Graddagssystemet er oprindeligt en registrering som Dansk Teknologisk Institut (DTI) laver lokalt i Tåstrup men det er Dansk Meteorologisk (DMI) Institut der har de fleste målestationer og dermed dem der kan levere de lokale tal som passer til anlægsadressen. Registrering af graddage måned for måned er frit tilgængelige hvor dag og uge kræver et abonnement.

En større bygnings graddageafhængige forbrug defineres som den mængde varme/energi, der bruges i bygningen uafhængigt af udetemperaturen. Dette er typisk energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand og de varmetab, der er forbundet hermed i rørinstallationer, varmtvandsbeholdere, cirkulationsledninger, tomgangstab på kedlen mv. GUF kendes normalt ikke. Der kan i disse situationer anvendes en standardværdi på 28–30 % af det årlige varmeforbrug.

Eksempler på graddagsafhængigt forbrug, den mængde energi der ikke bruges på opvarmning.

Etageboliger	28%
Kontor og handel	18%
Hotel og servicevirksomhed	28%
Kulturbygninger	14%
Skoler og forskningslaboratorier	19%
Hospitaler	29%
Daginstitutioner	28%
Idræt	36%

Varmebesparelsen beregnes således:

$$\mathbf{E \text{ besparelse} = K \cdot (1 - (GUF/100)) \cdot E \text{ varme} - \text{årlig}}$$

Hvor K er reduktionsfaktoren her etablering af vejrkompensering 5% (procentvis besparelse divideret med 100).



Eksempel

Ved et energicheck er det konstateret, at centralvarmeanlægget i en etagebolig er uden vejrkompensering. En nærmere undersøgelse kan belyse, hvor stor en energibesparelse, der kan opnås ved etablering af udekompensering.

For at beregne en besparelse ved etablering af udekompensering er det nødvendigt at registrere følgende: Anvendelsen, Graddage uafhængigt forbrug og årligt varmeforbrug. Nedenfor ses resultatet af registreringen: Etagebolig GUF = 28% Årlig varmeforbrug = 550.000kWh

Varmebesparelsen beregnes således:

$$E \text{ besparelse} = (5/100) \cdot (1 - (28/100)) \cdot 550.000 \text{ kWh} = \underline{19.800 \text{ kWh}}$$

En meget simpel måde at anvende graddagssystemet, er at registrere sit forbrug af kWh fjernvarme, m³ n- gas, liter olie eller kWh EL, fra den 1. i måneder til den sidste dag i måneden og derefter foretage en ændring i forsøg på at opnå en besparelse og derefter registrere sit forbrug i den kommende måned.

Forbruget skal divideres med antallet af graddage i begge måneder, det laveste tal vil være det bedste/laveste forbrug og dermed ved man om det var en ændring som skal indarbejdes i anlæggets anvendelse.

Når man benytter graddage, er det for at kunne sammenligne bygningens forbrug på eksempelvis en måned, med forbruget samme måned året før, eller tidligere år. Denne sammenligning kan man ikke lave uden et graddagekorrigeret forbrug, da udetemperatur og vindforhold sandsynligvis ikke er ens fra år til år.



U-værdi

Bygningsreglementet stiller krav til bygningsdeles U-værdi. Der er forskellige krav til U-værdien for gulve, vægge, vinduer og lofter. En U-værdi er et udtryk for, hvor meget varme der trænger ud igennem 1 m² af konstruktionen ved en temperaturforskel på 1 grad af den udvendige og indvendige side af konstruktionsdelen.

Enheden for en U-værdi er W/m²*K. Temperaturforskelle angives ofte i Kelvin i stedet for grader Celsius, derfor anvendes bogstavet K.

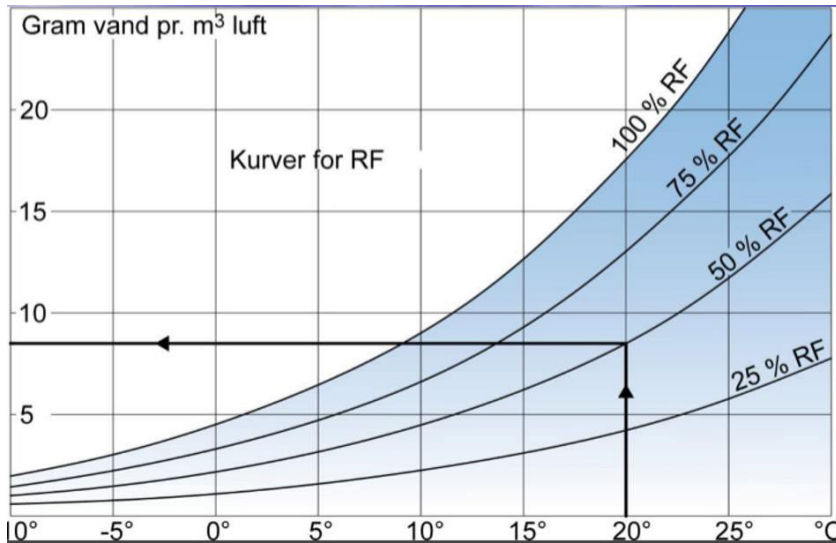
Jo lavere U-værdi desto bedre isolerer konstruktionen, så det er en god ide at kigge på U-værdien, når der skal skiftes vinduer og yderdøre. Ved ombygninger af tagkonstruktion er kravet $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{*K}$, som svarer til ca. 250 til 300 mm isolering. Hvis isoleringstykkelsen med almindelig isolering øges til ca. 400 mm falder U-værdien til ca. $0,1 \text{ W/m}^2\text{*K}$. Hvis der anvendes produkter med en bedre isoleringsevne, kan den samme U-værdi opnås med et tyndere lag isolering.

Når vi isolerer vores bygninger, er det naturligvis hovedsageligt for at spare på varmeregningen, men en anden, mindst lige så vigtig ting, er at sikre et godt indeklima. Nogle sætter spørgsmålstegn ved de nye, meget tætte bygninger. Vi gør bygningerne tætte, for derefter at ventilere dem. Det lyder som galskab? Nej – der er stor forskel på kontrollerbar ventilation, og ikke kontrollerbar ventilation. Ved at gøre vores bygninger tætte, undgår vi den ukontrollerbare ventilation, hvor vi ikke har nogen genvinding af varmen som siver ud af bygningen, og ofte har kuldebroer i forbindelse med utæthederne.

Man kan belyse problematikken, ved at kigge lidt på dugpunktet. Varm luft kan indeholde mere fugt (vanddamp), end kold luft. Et eksempel:

Vi har i vores stue en temperatur på 20°C og en relativ luftfugtighed på 50% (50%RF). Huset er gammelt og dårligt isoleret. Det er vinter, og udetemperaturen er lav. Temperaturen på vores ydervæg er derfor kun 7°C. I dugpunktsskemaet kan vi se at den relative luftfugtighed herved stiger til over 100%, og der vil dermed opstå en kondensering af vandet, og væggen vil få fugtskader.

Dette kan give anledning til dårligt indeklima, og svampeangreb på bygningen.



På www.besparelsesberegner.sbi.dk kan man bruge et beregningsprogram til at se den effektive besparelse ved udskiftning af vinduer, efterisolering af loft/væg/gulv samt udskiftning af varmeanlæg. Der findes flere forskellige muligheder på internettet for at benytte sådanne programmer.

Ventilation

I gennemsnit opholder vi os 90% af tiden indendørs, og ”indtager” mellem 25 og 30 kg luft i døgnet. Det er derfor ikke uden grund at der er fokus på et godt og sundt indeklima. Med stadig større udgifter til energi samt fokus på udledning af CO₂ til atmosfæren, er det vigtigt at effektiviteten på vore ventilations- og udsugningsanlæg er så høj som muligt.

Hvis der ikke er et ventilationsanlæg i bygningen, er det vigtigt at få luftet ud via naturlig udluftning (vinduer/døre) 2-3 gange om dagen i 5-10 minutter af gangen. Husk at lukke for radiatortermostater. Ved at sørge for denne udluftning, undgår man for store relative luftfugtigheder indendørs, og herved eventuelle fugtskader. Samtidigt er det økonomisk og miljømæssigt set en gevinst, da det er billigere at varme tør luft op, end fugtig luft.

Ventiler energirigtigt. Det kan betale sig.

- Det er mindre CO₂-belastende
- Iht. analyse fra RD (Realkredit Danmark) koster det omkring 5 % mere at bygge energirigtigt
- Iht. analyse fra RD koster det 10 % mere at bygge 100 % miljøvenligt
- Energiudgifter reduceres op til 65 %
- Energirigtig ventilation giver bedre indeklima og komfort og fjerner risikoen for trækgener. Så hvorfor ikke bruge det?



Når man påtænker at installere et ventilationsanlæg, er det vigtigt at rådføre sig med et firma/rådgiver, som ved hvad det handler om. Et forkert dimensioneret, eller forkert placeret ventilationsanlæg kan blive en dyr fornemmelse. Det kan eksempelvis være en fordel, at placere ventilationsanlægget centralt i bygningen, da man på denne måde undgår lange afstande på rør.

Når ventilationsanlægget er installeret og i drift, er det ofte manglende service på anlægget, der kan give en dårlig økonomi. Ventilationsrør som ikke bliver renholdt, filtre som ikke bliver skiftet og veksler som ikke bliver renholdt, kan give en temmelig dårlig driftsøkonomi. Når trykfaldet over eksempelvis et filter (det samme gælder veksler og rør) bliver for stort, dvs. at modstanden bliver for stor, skal der bruges uhensigtsmæssigt meget energi for at blæse/suge luften gennem den dårlige passage. Vigtigheden af at holde sit ventilationsanlæg i orden, kan altså ikke understreges nok.

I ældre bygningsreglementer var det beskrevet ved lov, at et ventilationsanlæg af en vis størrelse, minimum skulle have et årligt serviceeftersyn af firmaer som har uddannede folk til dette. Dette er ikke tilfældet i BR18, hvor det blot står at ventilationsanlægget skal vedligeholdes så nogle krav overholdes, men altså ikke noget om intervallet af vedligeholdelsen, eller hvem der skal udføre dette.

CAV-VAV-DCV

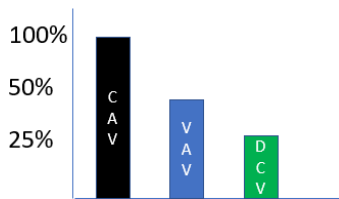
Behovsstyring er vejen til besparelser på energiforbruget til ventilationsanlægget. Ved at reducere luftmængden, når der ikke er personer til stede i bygningen/lokalerne eller ved at tilpasse luftmængden til belastningen, spares energi til opvarmning af udeluft samtidig med, at el-forbruget til drift af ventilatorerne reduceres. Der arbejdes med tre forskellige styringsprincipper, der kan bruges hver for sig eller i kombination i et ventilationssystem:

- [CAV - Konstant luftmængde](#)
- [VAV - Variabel luftmængde](#)
- [DCV - Behovsstyret luftmængde](#)



Nedenstående graf viser energiforbruget for hvert enkelt styringsprincip (el og varme).

Illustration Kenneth Tække

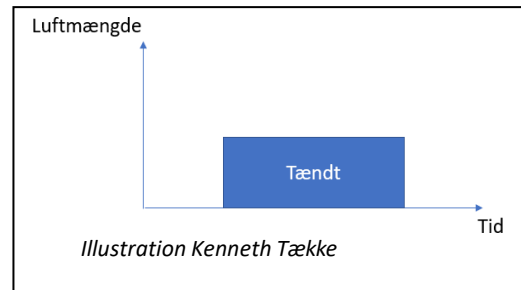


CAV

CAV er den simpleste form for styring. CAV svarer til et enkelt tænd/sluk ur, der f.eks. tænder for anlægget kl. 07.00 og slukker igen kl. 16.00.

CAV anvendes typisk hvor:

- Der er ensartet behov for ventilation
- Der er et lavt udsving i personbelastningen
- Der er et lavt udsving i varmebelastningen



Eksempel: Kopirum, gangarealer og toiletter

• Egenskaber	• Fordele	• Ulemper
• Ur og ugeplan styrer tænd/sluk af ventilationsanlægget Eventuelt ur kan overstyres via kontakt eller bevægelsessensor	• Billig installation Enkelt styring	• Samme luftmængde i alle rum, uanset belastning Større energiforbrug



VAV

VAV giver mulighed for styring af luftmængden i to trin i den enkelte zone. Her kan man styre ventilationen afhængigt af, hvornår de enkelte lokaler bruges, dog ikke hvor meget de belastes i tidsrummet.

VAV anvendes typisk hvor:



Illustration Kenneth Tække

Lokaler benyttes periodevis

- Der er et lavt udsving i personbelastningen
- Der er et lavt udsving i varmebelastningen

Eksempel: Nordvendte klasselokaler, kontorer.

• Egenskaber	• Fordele	• Ulemper
<ul style="list-style-type: none">• Ur og ugeplan styrer tænd/sluk af grundventilationen <p>Kontakt eller bevægelsessensor skruer op for ventilationen i de enkelte rum</p> <p>En regulator holder konstant tryk i kanalsystemet, så luftmængden fordeles korrekt.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Kun ventilation af de lokaler, der anvendes	<ul style="list-style-type: none">• Samme luftmængde i lokalet uanset antal personer <p>Opdatering af ugeplan ved ændring i brugsmønster</p>



DCV

DCV trinløs regulering af luftmængde individuelt i de enkelte zoner. Ud over at man kan styre ventilationen i de enkelte lokaler, - afhængigt af, hvornår de bruges, kan man også regulere luftmængden, afhængigt af, hvor meget de belastes, vha. CO₂- og temperaturmålinger.

DCV anvendes typisk hvor:

- Lokaler benyttes periodevis
- Der er stor variation i personbelastningen
- Der er stor variation i varmebelastningen



Illustration Kenneth Tække

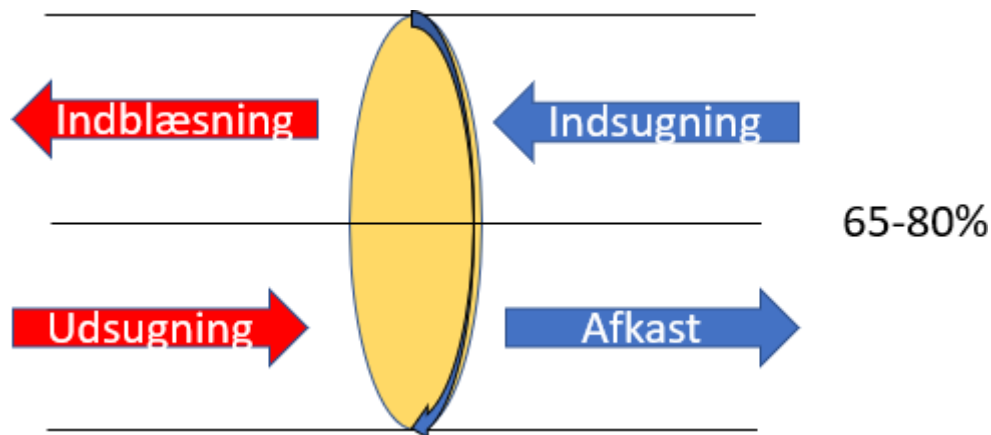
Eksempel: Lærerværelse, sydvendte klasselokaler, SFO, gymnastiksal, omklædningsrum og faglokaler.

• Egenskaber	• Fordele	• Ulemper
<ul style="list-style-type: none">• Ur og ugeplan styrer tænd/sluk af grundventilation• CO₂- og temperatursensor skruer gradvist op for ventilationen i de enkelte rum i takt med belastningen øges• En regulator holder konstant tryk i kanalerne så luftmængden fordeles korrekt	<ul style="list-style-type: none">• Ventilationen følger belastningen i lokalerne• Fuldautomatisk regulering• Færre opdateringer af ugeplan• Stor energibesparelse	<ul style="list-style-type: none">• Dyrere installation



Rotorveksler

Illustration Kenneth Tække



Som illustrationen ovenover viser, består rotorveksleren af et roterende hjul. I dette hjul er der en masse tynde plader, hvor luften ryger igennem. Ved denne gennemgang, opvarmes pladerne af luften som suges ud af lokalet, og pladerne afgiver varmen til den luft som blæses ind i lokalet. Veksleren ses oftest i større anlæg, hvor det ikke er muligt at anvende en modstrømsveksler. Som det ses, er virkningsgraden ikke lige så god som modstrømsveksleren. En stor ulempe ved rotorveksleren er, at der kan ske en "forurening" af den indblæste luft, da der kan komme noget af udsugningsluften med. Dette gør, at rotorveksleren ikke er anvendelig i eksempelvis laboratorier, sygehuse og andre steder hvor denne forurening er uønsket.

Krydsveksler

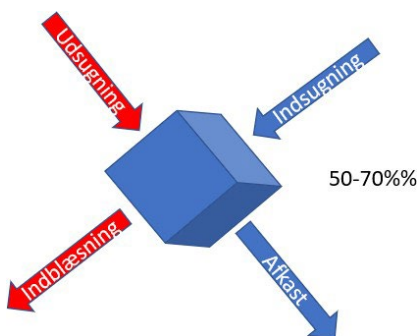


Illustration Kenneth Tække

Krydsveksleren ses mest i ældre, mindre ventilationsanlæg. Veksleren anvendes ikke mere i nye anlæg, da modstrømsvekslerens virkningsgrad er betydeligt bedre.



Modstrømsveksler

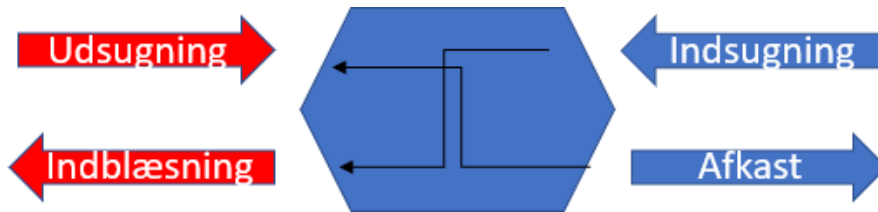


Illustration Kenneth Tække

Modstrømsveksleren anvendes i mindre ventilationsanlæg, og har ofte virkningsgrader på 90-95%. Veksleren kan desværre ikke anvendes i større anlæg, da tryktabet herved vil blive for stort, og for dyrt at overvinde. I denne vekslerstype er der ikke nogen forurening, medmindre anlægget har dårlige pakninger, eller på anden måde er defekt.



Brugsvand

Koldt brugsvand

Hvis man skal lave besparelser på det kolde brugsvand, er det ofte en god idé at starte i køkkenet, badeværelset og på toilettet. Vi bruger nemlig ca. 60-65% af vores vand i disse rum. Har man eksempelvis et gammelt toilet uden 2-skyld, kan købet af et nyt toilet oftest være tjent hjem i løbet af få år.

Når man skal vælge nye armaturer til badeværelse eller køkken, er der flere muligheder for at lave store besparelser på vandforbruget. Mange armaturer har i dag indbygget vandbegrænser og perlator. En anden mulighed er at installere et berøringsfri armatur, hvorved vandet altid lukkes automatisk efter brug.

Når der skal købes nyt armatur, er det en god idé at undersøge vandgennemstrømningen på armaturet. En vandgennemstrømning på 4 liter per minut er fint til badeværelse/håndvask, mens 6 liter er fint til køkkenet.

Hold øje med dit vandforbrug og kig efter løbende toiletter. Et toilet som løber så lidt, at man næsten ikke kan se det, kan koste op imod kr. 5.000 årligt i vandforbrug.

Der findes flere muligheder for at få overvågning på lækager og sivninger på vandinstallationerne. Dette kan være en god idé i lidt større bygninger med mange tappesteder. Måden det fungerer på, er at man fastsætter en tomgangsperiode, eksempelvis kl. 03-04 om natten, hvor der ikke er brugere i bygningen. Her vil noget elektronik overvåge forbruget, og hvis der er et forbrug, vil man modtage en alarm på mail eller SMS. En sådan løsning kan også have en meget kort tilbagebetalingstid.

Vil man lave yderligere sparetiltag på vandforbruget, kan der med fordel opsamles og anvendes regnvand til eksempelvis havevandingen.

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand kan produceres på to måder: Ved hjælp af en veksler, eller en varmtvandsbeholder. I begge tilfælde er det naturligvis vigtigt at temperaturen er korrekt indstillet. Dette gøres ved hjælp af forskellige typer ventiler, eksempelvis en AVTB (beholder) og PM regulator (veksler). Disse har forskellige indstillingsområder, som kan aflæses i ventilernes datablade.

Fremløbstemperaturen på det varme brugsvand skal være 55°C ved udløbet fra beholder/veksler. Temperaturen må aldrig komme over 58°C, da kalket i vandet her begynder at udskilles. Denne kalk vil sætte sig i beholderen/veksleren og gøre denne mindre effektiv.

Samtidigt vil beholderen/veksleren have en væsentlig kortere levetid, og med disse faktorer også en betydelig højere driftsudgift.



Varmtvandsbeholder

Ved at skifte en ældre varmtvandsbeholder til en ny, opnås der ofte en energibesparelse. En beholder der er isoleret med mindre end 20mm isolering, bør skiftes til en ny beholder. Er der tale om en vandretliggende beholder, bør man altid udskifte den, da den er uøkonomisk i drift grundet et stort varmetab. Fordele ved udskiftning til nyere beholder kan være mindre varmetab, økonomisk besparelse, lavere CO₂ udledning, forøgelse af bygningens værdi, bedre afkøling af fjernvarmevandet, sikring mod bakterier og mindre kalkudfældning.

En varmtvandsbeholder er dyrere i drift end en brugsvandsveksler. Dette skyldes at en beholder hele tiden har et tomgangsforbrug, da vandet i beholderen jo skal holdes på 55°C. Dette er ikke tilfældet ved brug af en veksler med PM regulator, da denne kun bruger energi når der tappes varmt brugsvand fra et tappested. PM regulatoren registrerer ved aftapning af varmt vand et trykfald i røret, og først her åbnes der for varmetilførslen.

Varmt brugsvandsveksler

Når en veksler har været i drift i længere tid, vil den typisk begynde at blive mindre effektiv. Dette skyldes kalkaflejringer i veksleren. Et tegn på en tilkalket veksler, kan være at returtemperaturen ved almindelig drift (fjernvarme og kondenserende kedel) er større end 45°C. I dette tilfælde bør veksleren afkalkes eller udskiftes.

Brugsvandscirkulation

Når en brugsvandsinstallation har en vis størrelse, begynder det at være et problem, at man skal vente på at det varme vand bliver helt varmt, det vil sige at man lukker en stor mængde vand direkte i afløbet, reglerne foreskriver at vandet skal blive varmt inden for rimelig tid. (tidligere var det inden 10 sekunder). Det er ressourcospild, og dårligt for miljøet, når rent vand kommer direkte i afløbet.

Når der skal etableres Brugsvandscirkulation (BCC) på varmtvandsbeholdere skal man sikre sig at fremløbstemperaturen er 55°C ved udløbet på beholderen og den retur der kommer fra det fjerneste tappested, ved indløbet i varmtvandsbeholderen er minimum 50°C for at hæmme Legionellabakterierne. Brugsvandscirkulationen består af en cirkulationspumpe (til brugsvand) som ikke er for stor da der derved kan opstå en utilsigtet opblanding i varmtvandsbeholderen på grund af for høj vandhastighed.

Indreguleringen foregår ved justering af brugsvandscirkulationspumpen, efter temperaturen som beskrevet ovenfor 55°C frem og 50°C retur. (hvis 50°C ikke kan opnås skal rørene efterisoleres).

Ved etableringen af brugsvandscirkulation kan det endvidere være en stor fordel at have tidsstyring (urstyring) på cirkulationen. Hvis det eksempelvis drejer sig om cirkulation på en skole, er der ingen grund til at vandet cirkulerer (varmetab, energiforbrug til pumpe, slid på installationen), når der ikke er brugere i bygningen.



Efterisolering af rør til varmt og koldt brugsvand

Hvis køkken eller badeværelse befinder sig langt fra bygningens varmekilde, er det vigtigt at rørene er godt isoleret. En evt. efterisolering af dårligt isolerede varmtvandsrør, giver ofte en hurtigt tilbagebetalt energibesparelse.

Et eksempel:

Et 15mm rør til varmt brugsvand (55°C) er isoleret med 20mm isolering. Driftstiden er 8760 timer per år. Lambdaværdi på isoleringen er 0,038W/mk. Røret befinder sig i krybekælder, dvs. uden for isoleringen af klimaskærmen. Røret efterisoleres med 30mm, så den samlede isoleringstykkelse er 50mm. Energibesparelsen vil herved være 210kWh/m per år. Er røret 20 meter langt, vil dette give en årlig besparelse på ca. 4.200kWh, eller 4,2MWh.

Det kan samtidigt anbefales, at man isolerer de kolde vandrør i bygningen, så disse ikke afgiver kulde til bygningens rum.



Driftstider

Når man taler om energioptimering, taler man ofte om ”de lavt hængende frugter”. Dette er et udtryk for de investeringer som er meget små, men giver stor gevinst/kort tilbagebetalingstid. Et eksempel på dette er driftstider. Det koster som regel ikke noget at trimme driftstiderne, og herved måske undgå unødigt drift af ventilations-, varme-, vand- eller belysningsanlæg. Der er jo ingen grund til at ventilationsanlægget kører fra 06:00-18:00, hvis der kun er brugere i bygningen fra 08:00-15:30. Før man begynder at trimme driftstiderne, er det dog vigtigt at undersøge behovet.

Der er flere forskellige muligheder for at styre disse tider. Af eksempler kan nævnes: Danfoss ECL310, simpel urstyring, PLC-styring og CTS-styring.

Lovgivning omkring arbejde med el- ventilations- og varmeanlæg, samt brugsvand

Før man selv begynder at udskifte radiatorventiler, belysningsanlæg, vandarmaturer eller andet, er det uhyre vigtigt at man undersøger lovgivningen. I dette kompendie vil vi ikke beskrive hvad man må, og hvad man ikke må, da disse lovtekster løbende ændres. Man kan finde vejledninger for hvad man selv må lave på sik.dk (Sikkerhedsstyrelsen).

Kildeliste

Bekendtgørelse om energimærkning af bygninger
Spareenergi.dk
Bygningsreglementet 2018
Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner
Sikkerhedsstyrelsen
Videnscenter for Energibesparelser i Bygninger
Energitjenesten
COWI
Statens Byggeforskningsinstitut
Realkredit Danmark
DS (Dansk Standard)