

# **Bästa inneklimat**

– till lägsta energikostnad

Gunnel Forslund  
Jan Forslund



svenskbyggjänst

Förlag och distribution  
AB Svensk Byggtjänst  
113 87 Stockholm  
Telefon 08-457 10 00  
www.byggtjanst.se

© 2016 AB Svensk Byggtjänst och författarna  
Tredje utgåvan  
Grafisk form: Ingela Hallonquist  
Omslag: Ann-Cristin Björklund  
Omslagsfoto: Tobias Sterner och Susanne Kronholm  
Tryck: Exaktaprinting, Malmö 2016  
ISBN 978-91-7333-768-7



# Innehåll

<b>1   Inledning</b>	<b>7</b>
<b>2   Sammanfattning och framgångsfaktorer</b>	<b>9</b>
Sammanfattning	9
Framgångsfaktorer	9
<b>3   Utveckling av en fastighetsorganisation</b>	<b>14</b>
Fastighetsorganisationen	14
Ledningsgruppens ansvar	14
Värdegrundsarbete	15
Återkoppling och uppföljning	16
Samverkan och kommunikation	17
Helhetssyn av arbetsprocesserna	17
Struktur och rutiner	18
Motivation och engagemang	18
Skriflig dokumentation	18
Medarbetarnas ansvar och arbetsituation	19
Medarbetarsamtal	19
Fördelar med att arbeta i team	19
Konflikter	20
Vad kan hända vid en förändring?	21
Motivation	22
KASAM – begripligt, hanterbart och meningsfullt	22
Samhällsförändringar	23
Fastighetsägarens ansvar	23
Vilka positiva konsekvenser blir det av samarbete och samverkan?	24
Hur kan samverkan ske med kunden?	25
Konflikthantering – hantering av besvikna hyresgäster	25
En konfliktlösningsmodell	26
Felanmälan/ärendehantering	27
<b>4   Energistrategier</b>	<b>28</b>
Sociotekniskt perspektiv	28
Energieffektivisering i flerbostadshus	32
Energieffektivisering i ett kontorshus	33
<b>5   Inneklimat</b>	<b>35</b>
Termiskt klimat	35
Rumslufttemperatur	36
Operativ temperatur	36
Ekvivalent temperatur	37
Krav på inneklimatet	38

Nöjda kunder och inneklimat	41
Aktivitet, met	41
Klädsel, clo	41
Luftkvalitet	43
Biologiska hälsorisker	44
Gaser och emissioner från inredningar	44
Ventilation av utrymmen	45
Lagar och förordningar för luftkvalitet	48
Boverket	48
Folkhälsomyndigheten	50
Arbetsmiljöverket	50
Strålning	50
Inomhusklimat – Utvärdering och besiktningssprotokoll	51
Byggnaden – en vital del av systemet	55
Intelligenta betongstommar	55
Värmedynamik och värmetröghet	56
Vikten av ett bra klimatskal	58
Fönster – den svagaste länken i klimatskalet	59
Kondens på fönster	59
Kondens på fönstrens insida	59
Kondens på den yttersta rutan	60
Fönsterkonvertering	61
Fuktproblem i samband med energieffektivisering	61
Sambandet mellan fuktig luft och temperatur	62
<b>6   Luftbehandlingssystem</b>	<b>65</b>
Självdagsventilation, S-ventilation	66
Frånluftsventilation, F-ventilation	66
Från- och tilluftssystem med värmeåtervinning, FTX-ventilation	69
Deplacerande och omblandande ventilation	71
Benämning av luftflöden	73
Drivenergi för fläktar	74
Drift- och underhåll av ventilationsanläggningar	75
<b>7   Värmeproduktionssystem</b>	<b>78</b>
Fjärrvärme	78
Pellets pannor	84
Brandskydd och sotning	84
Värmepumpar	85
Varmvattenberedning	88
Flödesbegränsning	88
Risker vid sänkning av tappvarmvattentemperaturen	89
<b>8   Värmedistributionssystem</b>	<b>91</b>
Pumpar i cirkulationssystem	91
Differenstryck, ventilkoefficienter och ventilkarakteristik	93

Radiatorsystem	96
Injustering	96
Lågflödessystem	97
Högflödessystem	98
Ett-, två- eller trerörssystem	99
Dimensioneringsprinciper för radiatorsystem	99
Expansionskärl	102
Golvvärme	103

## 9 | Kylsystem 104

Komfortkyla	104
Fjärrkyla	106

## 10 | Styr- och reglerstrategier 108

Styrning, reglering och övervakning	108
Svårighetsgrad för reglerobjektet	111
Värmereglerna med rumstemperaturen	114
Individuell styrning och reglering	114
Styrning och reglering av luftbehandlingssystem	116
Konstant tilluftstemperaturreglering	116
Konstant rumstemperaturreglering	116
Styr- och övervakningssystem	119

## 11 | Energieffektivisering 120

Energidirektivet	121
Energi och effekt	123
Värmeenergi	125
Värmeledning	125
Värmeledning	126
Värmestrålning	127
Energibalanser	128
Transmissionsförluster	130
Ventilationsförluster	131
Värmeförluster via avloppet	132
Systemförluster	132
Verktyg i analysarbetet	133
Klimatkorrigering	133
Effektsignaturer	136
Klimatkorrigering med effektsignaturen som grund	139
Varaktighetsdiagram	141
Exempel på typiska energisparåtgärder och hur dessa påverkar energianvändningen	143
Injustering av värmesystem	143
Tilläggsisolering av vindsbjälklag och ytterväggar	144
Minskning av ventilationsförluster	145
Anpassning av drifttider	145
Värmeåtervinning	145

Värmepumpar som energi/ kostnadsbesparingsåtgärd	150
Energihushållning med el	151
Behovsstyrd belysning	151
Lysrör	152
Utfasning av glödlampan	152
Effekt, ljusflöde och färgtemperatur	152
Frekvensomformare	153
Beräkningsblanketter	153
Beräkningsblanketter för energieffektiveringsåtgärder	154
Elanvändning i byggnader	159

## **12 | Modeller och verktyg för energieffektivisering 160**

Generell lista över tänkbara åtgärder för att minska energianvändningen	160
---	-----

## **13 | Investeringskalkyler 165**

Pay-off-metoden eller återbetalningstid	165
Nuvärdesmetoden	165
Kalkylränta	166
Livscykelkostnad	168
Fastighetsplaner	170

## **14 | Fastighetssektorn idag och i morgon 172**

Rekryteringskris	174
Komplex/enkel teknik	175
Globala miljöfrågor	177

## **15 | Blanketter för energiuppföljning 178**

Fjärrvärme	178
Värmepump – kylmaskin	179
Fjärrkyla	180
Luftbehandling	181
Ärendehantering – inomhusklimat	182
Kontroll – Driftutrymmen	183
Temperaturmätning i lokaler och analys av värmelaster	184

## **bilaga | På jakt efter onödiga värmekostnader 185**

### **Referenser 202**

### **Sakordsregister 203**

# 1 | Inledning

Ustav Sveriges totala energitillförsel används ca 40 % för drift och uppvärmning av byggnader. Fastighetssektorn har länge levt i skuggan av industri- och transportsektorn när det gäller fokusering på energieffektivisering. I den politiska debatten förs sällan frågan hur energieffektivisering kan ske i byggnader även om ett ändrat synsätt har börjat märkas bland politiker, t ex när det gäller renoveringsbehovet av miljonprogrammet.

Inom EU har exempelvis flera klimatmål fastlagts för att stoppa den fortsatta globala uppvärmningen.

Syftet med den här boken är att förmedla tankar, idéer och erfarenheter om energieffektivisering med ett sociotekniskt perspektiv för att uppnå bästa inneklimat till lägsta energikostnad.

Vi vill speciellt lyfta fram de mjuka frågorna i denna upplaga, eftersom vi sett att det finns ett stort behov i många fastighetsorganisationer att se över policy och strategier för att energimålen ska kunna uppnås. Det krävs ett ständigt förändringsarbete i organisationen, att anpassa resurser till ny teknik och till kundernas krav på fastighetsteknisk service.

Denna tredje upplaga och omarbetning har kommit till för att vi ständigt vill förbättra bokens innehåll utifrån nya erfarenheter, kunskaper och rön som vi fått ta del av under bl a våra utbildningsuppdrag.

Kurserna har varit mycket praktiskt inriktade där samspelet mellan teknik, organisation och kunden

ingått i programmet. Stommen till boken utgörs av konkreta erfarenheter och kunskaper hämtade ur vardagen från olika drift- och förvaltningsorganisationer, erfarenheter som vi fått ta del av i mötet med dessa olika organisationer under många år.

Det finns en övertro på att energieffektivisering endast sker genom olika tekniska åtgärder. Många åtgärder och funktioner bygger också på teoretiska modeller. Energisparåtgärder som utförts fungerar sedan inte som det var tänkt och ingen förstår varför det blir så. En viktig fråga är, vad kostar ett fel som inte åtgärdas?

Organisationerna har slimmats hårt, tid för att utföra ronderingar, brist på kompetens och resurser gör att många fel inte upptäcks i tid. Att jaga energitjuvar finns det därför inte tid för.

Byggnader och deras installationer är ofta, utifrån ett energiperspektiv, komplicerade system och det är viktigt att tillräckliga resurser och rätt kompetenser finns samt att samverkan mellan olika yrkeskategorier fungerar.

Att lyssna på erfarenheter från medarbetarna är en viktig framgångsfaktor för att åstadkomma långsiktiga och hållbara lösningar.

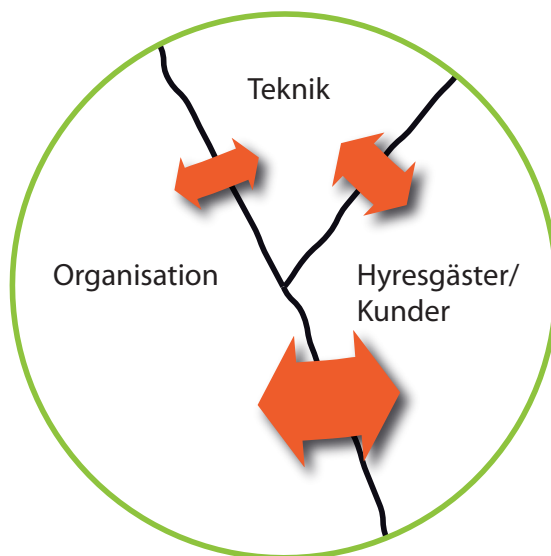
Ofta blir det drift- och fastighetsorganisationen som får lösa problemen och göra det bästa av situationen utifrån kundernas behov och krav av funktionella utrymmen med ett bra inneklimat.

Brist på samverkan och brist på förståelse för varandras arbetsuppgifter är i många fall den största orsaken till att det inte fungerar på många arbetsplatser.

Ett framgångsrikt och vinnande koncept är när fastighetsorganisationen styrs av en gemensam värdegrund och vision. Där ledningen är engagerad och medarbetarna tar ansvar. Då det finns tydliga mål och bra resultatuppföljning. När både ledare och med-

arbetare reagerar snabbt i olika situationer. Att robust teknik och överblickbara och lättskötta system installeras och att teknik används som bjuder in kunderna till bra och viktiga beteendeförändringar.

Vi anser att perspektiven teknik, organisation och kunder bör samverka och tillsammans bilda en helhet i energieffektiviseringsarbetet. Detta kallar vi ”socioteknik”.



En uppdelning för hur olika områden påverkar energianvändningen i en byggnad.

Alla delar är viktiga och behövs och det gäller att se till att teknik, fastighetsorganisation samt deras kunder/hyresgäster samverkar för bästa resultat.

**Bild 1.1** Socioteknik, energisparpotentialen.