

# ENERGI

MAGASINET

Nummer 4 1994 • Årgång 15



42 42

- **Nya metoder pressar priset på flisen**

Två nya finska metoder kan pressa flispriset med mellan 20-40 procent. Därmed kan priset bli direkt konkurrenskraftigt med fossila bränslen.

Sid 22, 34

- **Stor-affärer efter el-avreglering**

Både Stockholm och Göteborg Energi har planer på att gifta sig med utländska partners. Nästa riktigt stora affär kan bli ett tyskt köp av Syd-kraft.

Sid 30, 38

- **Kontoret som inte behöver värmas**

Moderna kontor är tillräckligt effektivt isolerade att de knappast behöver något värmesystem. Men teori och praktik går sällan ihop.

Sid 50

## Tema: Bioenergi

KARLSSON BJÖRN PROF-----  
LINKÖPINGS TEKN HÖGSKOLA

581 83 LINKÖPING  
2212

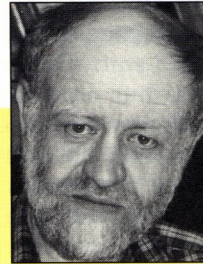
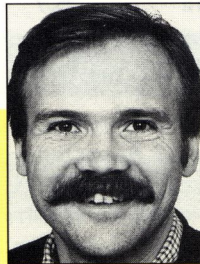
Är det nödvändi



# ligt att värma kontor?

Ett modernt kontorshus behöver teoretiskt sett knappast värmas. Gratisvärme från solinstrålning, kroppsvärme och framförallt överskottsvärme från apparater täcker mer än väl förluster. I det studerade exemplet i artikeln, ett kontorshus, i Linköping, är värmeförlusterna fyra gånger så stora som den teoretiskt borde vara. Trolig orsak är att fastigheten inte kan ta tillvara gratisvärme tillräckligt bra och därför finns mycket att göra med ett bättre regelsystem.

**K**ontorshus isoleras i huvudsak på samma sätt som bostäder. Samma dimensioneringskriterier används också för uppvärmningssystemet vilket innebär att anläggningarna blir avsevärt kraftigare än vad som behövs. Om man tog hänsyn till de stora mängder gratisenergi som finns tillgänglig på grund av solinstrålning, gratisvärme från belysning och apparater skulle många gånger helt andra uppvärmningssystem väljas än som idag är fallet. I denna artikel redovisar vi förhållandena för ett mindre kontorshus om 5 200 m<sup>2</sup> i Linköping. Byggnaden är ansluten till det kommunala fjärrvärmenätet. Hyresgästerna i byggnaden bestod vid undersökningstillfället huvudsakligen av olika dataföretag. Verksamheten innebar att mycket av den el som användes i byggnaden omgående omvandlades till värme vilket resulterade i att det blev för varmt i lokalerna. Flera kylmaskiner fanns därför installerade för att göra arbetsförhållandena drägliga för både människor och apparater. Att maskinerna kom till nytta framgick dessutom av att den förhärskande temperaturen i



Av Stig-Inge Gustafsson (t v) och Björn G Karlsson

lokalerna var 24 grader C i mitten av januari när 20 grader kanske skulle vara mera lämpligt.

## Byggnad, ventilation m m

Som nämndes ovan är den totala lokalytan omkring 5 200 m<sup>2</sup>. Omkring 4800 används som kontorslokaler medan 400 m<sup>2</sup> ianspråktoes för trapphus m m. Den sammanlagda transmissionskoefficienten för de olika byggnadsdelarna har beräknats till 2 192 W/K, se tabell 1.

I Linköping var den dimensionerande utetemperatur -19 grader C, varför den nödvändiga effekten för byggnadens klimatskärm blev 85 kW. Då har man antagit att en lämplig inomhustemperatur var 20 grader.

Ventilationsanläggningen har kon-

struerats för att kunna distribuera 26 000 m<sup>3</sup> luft per timma vilket också verifierades vid våra mätningar. Motsvarande beräkningar som ovan visade att värmeförlusterna p g a ventilationsförlusterna uppgick till 2 574 W/K vilket resulterade i en nödvändig effekt om 112 kW. Då hade man dessutom antagit att den värmeväxlare som ventilationssystemet var försett med hade en återvinningsgrad om 70 procent. Det regelsystem som användes i byggnaden skulle stänga av ventilationen nattetid och under helger. Om temperaturen var högre än den önskvärda var dock fläktarna igång tills denna hade sjunkit till förinställt värde. Den värme som då utvanns avsåg man lagra i byggnadsstommen. Höga temperaturer i vissa delar av huset skulle därför jämnas ut och värme leveras till byggnadsutrymmen där värmen behövdes. I Linköping kan fjärrvärmekunderna påverka den sk debiteringseffekten genom att spara värme under januari och februari. Denna effekt uppgick till 177 kW för den undersökta perioden.

## Klimat

Några klimatmätningar för en längre sammanhängande period företogs inte, men SMHI, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, har mätserier från Malmsslätt som inte ligger långt från byggnaden ifråga. I

Tabell 1. Transmission för olika byggnadsdelar, [1]

	Yta (m <sup>2</sup> )	U-värde (W/m <sup>2</sup> •K)	Yta • U-värde (W/K)
Vindsbjälklag mm	1 340	0.15	201.0
Ytterväggar	2 565	0.20	513.0
Golv	1 340	0.30	402.0
Fönster	538	2.0	1076.0
Summa			2 192.0

Forts. på sid 52

### Fort. från sid 51

tabell 2 återfinnes månadsmedelvärdet från 1989 samt för perioden 1931-1960. Anledningen till att 1989 valts beror på att fastighetsägaren hade en förhållandevis väl samlad statistik över fjärrvärmeanvändningen för detta år.

Då ventilationsanläggningen under vissa tider är helt avstängd har vi antagit att den används mellan 08.00-24.00 under vardagarna och mellan 14.00-24.00 på lördagar och söndagar. Detta skulle innebära att ventilationsanläggningen används cirka 504 timmar per månad i snitt. Det är nu möjligt att beräkna hur mycket värme som borde användas i byggnaden, vilket återfinns i tabell 3. I tabellen har också redovisats hur mycket solvärme som vi bedömt kommer in via fönstren. Beräkningsrutinen för solinstrålningen finns utförligt redovisad i [2], sidorna 77-94. Tappvarmvattenanvändningen har erhållits genom att undersöka användningen av fjärrvärme sommartid medan andelen personvärme beräknats som den värme som erhålls från 75 personer som avger 100 W vardera. I kolumnen för apparater ingår värme från belysning, kopieringsmaskiner, datorer m m. Här har vi använt statistik från de olika hyresgästernas elräkningar och antagit att den övervägande andelen av elanvändningen övergår i

Tabell 2.  
Utomhustemperaturer

	1989	1931-1960
Januari	3.9	-2.9
Februari	3.4	-3.0
Mars	4.0	-0.1
April	5.7	5.3
Maj	12.1	11.0
Juni	15.3	15.4
Juli	17.5	17.7
Augusti	14.8	16.4
September	11.0	12.2
Oktober	7.0	7.1
November	2.1	2.7
December	-1.3	0.0

nyttig värme. Som framgår av tabellen 3 skulle det endast behövas omkring 55 000 kWh tillförd värme via fjärrvärmenätet eller 11 kWh per m<sup>2</sup>.

En stor del av denna värme skulle dessutom användas under december månad 1989, jämför med tabell 2. Notera att det endast borde gå åt värme för lokalerna under november och december, alla andra månader räcker gratisvärmen till för att vidmakthålla det önskade inneklimatet. Man bör också notera att vi vid beräkningarna av tabell 3 använt en innetemperatur om 24 grader C då detta visade sig överensstämma med verkliga förhållanden. Om 20 grader i stället använts skulle också en stor del av det beräknade värmebehovet i november och december helt försvinna. Verkligheten och de teoretiska beräkningarna skiljer sig dock helt åt. Enligt fastighetsägarens räkningar från fjärrvärmeleverantören har inte mindre än 220400 kWh gått åt eller fyra gånger mera än beräknat.

### Diskussion

Som visats i tabell 3 borde det vara möjligt att värma upp kontorslokaler i byggnaden enbart med hjälp av gratisvärme, i alla fall om 20 grader C skulle kunna anses vara en tillräckligt hög innetemperatur. Varför är det då så stora skillnader mellan beräknade och verkliga värden? Några förklaringar kan vara:

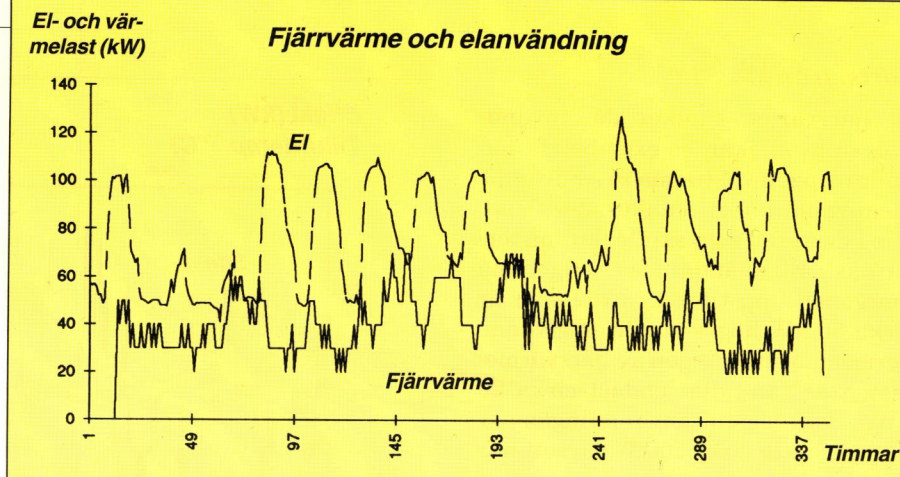
- Fel i beräknade U-värden för byggnadens klimatskärm.

Tabell 3. Beräknad användning av värme i kWh för 12 månader under 1989, [1].

Månad	Transm.	Förluster			Tillförsel		
		Vent.	Tappvarmv	Sol	Personer	Apparater	Fjärrv.
Januari	32 779	25 868	3 720	3 476	5 580	50 478	3 720
Februari	30 343	26 723	3 360	6 730	5 040	45 565	3 360
Mars	32 617	25 945	3 720	13 632	5 580	50 478	3 720
April	28 881	23 740	3 600	16 973	5 400	50 708	3 600
Maj	19 406	15 436	3 720	22 739	5 580	54 350	3 720
Juni	13 731	11 284	3 600	23 091	5 400	52 597	3 600
Juli	10 600	8 432	3 720	23 152	5 580	54 350	3 720
Augusti	15 004	11 933	3 720	19 647	5 580	54 350	3 720
September	18 066	15 178	3 600	15 114	5 400	52 597	3 600
Oktober	26 582	21 145	3 720	9 398	5 580	54 713	3 720
November	34 563	28 409	3 600	3 850	5 400	53 300	4 022
December	41 260	32 821	3 720	2 115	5 580	55 077	15 029
Total	303 832	246 914	43 800	159 927	65 700	628 563	55 531

- Fel i beräknade ventilationsflöden.
- För få gradtimmar.
- För liten tappvarmvattenanvändning.
- För höga förväntningar vad gäller solinstrålning och annan gratisvärme.

Byggnadens termiska status har beräknats med hjälp av bygghandlingar och andra konstruktionsdata. Både den VVS-konsult som dimensionerat anläggningen och vi själva kom fram till värden som i huvudsak överensstämmer. Det skulle också kunna vara ett fuskbygge men fastighetsägaren har egen personal med betydande byggkompetens som kontrollerat arbetet. Ventilationsflöden har mätts upp med ett s k Pitot-rör och dessa uppmätta värden överensstämde i allt väsentligt med de som föreslogs från konsulten. Värmeväxlaren syntes också fungera tillfredsställande då temperaturmätningar visade en verkningsgrad som var bättre än den antagna. Det skulle också kunna vara så att ventilationssystemet var i bruk mera än man avsett men detta har vi inte kunnat kontrollera då styrutrustningen för ventilationssystemet var föremål för justeringar vid vår



Figur 1. Fjärrvärme- och elanvändning under två veckor i januari för det undersökta kontorshuset i Linköping, (1).

mätperiod. De temperaturnivåer som använts vid energibalansen kommer från SMHI och mätstationen i Malmslätt som endast är några km avlägsen. Några större fel på detta torde därför heller inte vara för handen.

Den antagna nivån på gratisenergin från apparater och belysning kommer från de elmätare som används för debitering av kunderna varför dessa endast torde ge mycket små fel. Det finns också en möjlighet att en stor del av kundernas utrustning skulle vara lokaliserad utanför loka-

lerna men den vi hittat har vi kompenserat för. Istället syns det som att byggnaden inte förmår ta till vara all den gratisenergi som trots allt finns tillgänglig.

### Används gratisvärmen?

Vi har vid mätningar i byggnaden försökt att analysera om gratisvärmen används som en kostbar resurs. Resultatet av en del av dessa mätningar återfinnes i figur 1.

Det är uppenbart att användningen

*Forts. på sid 54*

## ROSEMOUNT KAN TRYCK

Kompleta lösningar för Dina tryck-, absoluttryck-, differenstryck- och nivåmätningar.



### Modell 2088

Vårt ekonomiska alternativ  
Mätområde min/max:  
0-70 mBar/0-276 Bar  
Mätomfång: 10:1  
Onoggrannhet:  $\pm 0,25\%$

### Modell 1151S

Vår välkända slitvarg  
Mätområde min/max:  
0-1,2 mBar/0-420 Bar  
Mätomfång 15:1  
Onoggrannhet:  $\pm 0,1\%$   
SMART som standard

### Modell 3051C

Vår absolut bästa transmitter  
Mätområde min/max:  
0-1,2 mBar/0-276 Bar  
Mätomfång: 100:1  
Onoggrannhet:  $\pm 0,075\%$

Fisher-Rosemount AB

Box 1053, 651 15 KARLSTAD, Tel 054-19 00 90

**ROSEMOUNT**

**FISHER-ROSEMOUNT** Managing The Process Better.

Nyheter i rött

### Forts. från sid 53

av fjärrvärme sjunker då användningen av el ökar, se exempelvis den andra toppen vid timma 97. Fjärrvärmeanvändningen sjunker dock inte alls i den grad som skulle kunna förväntas. Elanvändningen stiger på morgonen upp till ett värde som är cirka 50 kW högre än för omgivande perioder. Minskningen av fjärrvärme-lasten är samtidigt endast cirka 20 kW. Den lägsta användningen av fjärrvärme är cirka 20 kW oavsett hur mycket el som används i byggnaden. Man bör också betänka att minskningen i fjärrvärmeanvändning troligen också beror på att utetemperaturer stiger under dagen. Våra mätningar visar att det finns ett samband mellan utetemperatur och fjärrvärmelast, vilket givetvis verkar rimligt, men det synes som om variationen mellan dag och natt är än viktigare. I figur 2 visas fjärrvärmeeffekt och tillufttemperatur i ventilationsanläggningen som funktioner av tiden.

Det framgår tydligt att ventilationsanläggningen under vissa timmar varit avstängd, för tillufttemperaturen har stigit till över 20 grader C vid dessa tillfällen. Under den senare delen av perioden har inte så skett och en viss korrelation mellan utelufttemperatur och fjärrvärmeanvändning kan märkas även om den inte är uppenbar. I figur 3 visas en del av mätperioden med bättre upplösning och man kan där tydligare se att fjärrvärmeanvändningen sjunker då temperaturen stiger och vice versa.

### Sammanfattning

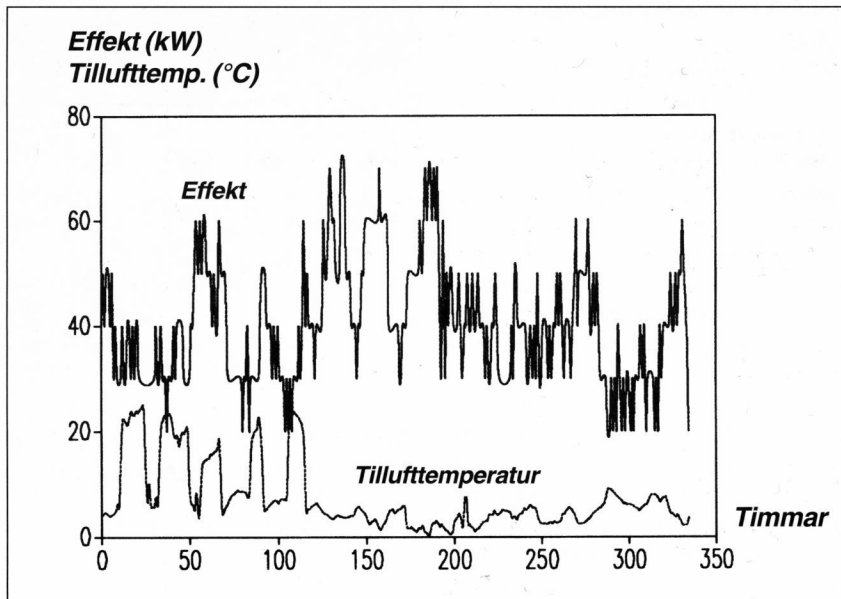
Som synes av det ovanstående skulle det, åtminstone teoretiskt, vara möjligt att helt slopa uppvärmningssystemet för det undersökta kontorshuset. Då så lite värme behövs är det också troligt att det skulle bli avsevärt mycket billigare att helt lita till elvärme istället för att ansluta bygg-

naden till fjärrvärmenätet. Det borde ju vara så att värmeanläggningen mest skulle behöva utnyttjas nattetid och under helger, dvs då det råder lågpris på el. Tappvarmvattnet skulle också enkelt kunna värmas nattetid med en tidsstyrd varmvattenberedare. En förutsättning för detta är dock att reglersystemen inom huset fungerar på ett tillfredsställande sätt så att

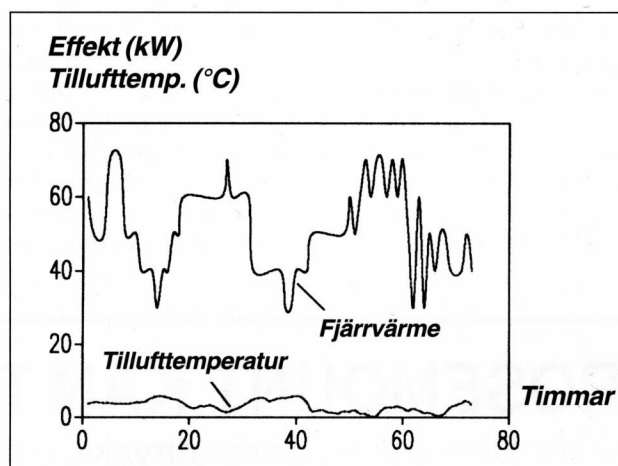
onödiga övertemperaturer undviks.

#### Referenser:

1. Gustafsson S-I, Karlsson B. G., "Is Space Heating in Offices Really Necessary?", Applied Energy, Volym 38, sidorna 283-291, 1991.
2. Gustafsson S-I, "A Computer Model for Optimal Energy Retrofits in Multi-Family Buildings. The OPERA-Model". Document D21:1990, Statens Råd för Byggnadsforskning, 1990.



Figur 2. Fjärrvärmeanvändning kontra tillufttemperaturer



Figur 3. Fjärrvärmeeffekt kontra tillufttemperatur under tre dygn i januari.

## Mänsklig aktivitet och utomhusluft förorenar mer än byggmaterial

Halten av förorenade gaser i kontorsbyggnader beror mer på utomhusluften än avgivning från byggmaterial och inredning.

Det är ett resultat av chalmersforskaren Lars Ekbergs doktorsavhandling.

Ett annat resultat är att förekomsten av föroreningarna varierar kraftigt under dygnet, mycket beroende på trafikbelastning, och efter mänsklig aktivitet inomhus. Det

hjälpes heller inte att ha uteluftsintag 15 till 20 meter över mark i fastigheter som är placerade vid trafikleder.

För att mäta förekomsten av flyktiga organiska ämnen och kväveoxider krävs därför långa mätserier.

Målet med avhandlingen är att bygga upp kunskaper om hur byggnader och deras ventilationssystem ska utformas för en önskad inomhusmiljö.