

# ÄR DET NÖDVÄNDIGT ATT VÄRMA KONTOR?

Stig-Inge Gustafsson och Björn G Karlsson  
IKP-Energisystem  
Tekniska Högskolan, 581 83 Linköping

## INLEDNING

Kontorshus 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 tillgängligt 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 innebär 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 lokalerna var 24 °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 4 800 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.

	Yta [m <sup>2</sup> ]	U-värde [W/m <sup>2</sup> × K]	Yta × U-värde [W/K]
Vindsbjälklag m.m.	1 340	0.15	201.0
Ytterväggar	2 565	0.20	513.0
Golv	1 340	0.30	402.0
Fönster	538	2.0	1 076.0
Summa			2 192.0

Tabell 1: Transmission för olika byggnadsdelar, se Referens [1]

I Linköping var den dimensionerande utetemperaturen  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , varför den nödvändiga effekten för byggnadens klimatskärm blev 85 kW. Då har man antagit att en lämplig inomhustemperatur var 20 grader.

Ventilationsanläggningen har konstruerats 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 pga 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 %. Det reglersystem som användes i byggnaden skulle stänga av ventilationen nattetid och under helger. Om temperaturen var högre än önskvärd 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 levereras 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 Malmslätt som inte ligger långt från byggnaden ifråga. I tabell 2 återfinnes månadsmedelvärden för 1989 samt för perioden 1931-1960.

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

Tabell 2: Utomhustemperaturer för Malmslätt enligt SMHI.

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 0800-2400 under vardagarna och mellan 1400-2400 på lördag och söndagar. Detta skulle innebära att ventilationsanläggningen används c:a 504 timmar per månad i snitt. Det är nu möjligt att beräkna hur mycket värme som borde användas i byggnaden, vilket återfinnes 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 referens [2], sidorna 77-94. Tappvarmvattenanvändningen har erhållits genom att undersöka användningen av fjärrvärme sommartid medan andelen peronvärme 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

Månad	Förluster				Tillförsel		
	Transm.	Vent.	Tappvarmv	Sol	Personer	Apparater	Fjärrv.
January	32 779	25 868	3 720	3 476	5 580	50 478	3 720
February	30 343	26 723	3 360	6 730	5 040	45 565	3 360
March	32 617	25 945	3 720	13 632	5 580	50 478	3 720
April	28 881	23 740	3 600	16 983	5 400	50 708	3 600
May	19 406	15 436	3 720	22 739	5 580	54 350	3 720
June	13 731	11 284	3 600	23 091	5 400	52 597	3 600
July	10 600	8 432	3 720	23 152	5 580	54 350	3 720
August	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
October	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

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

elräkningar och antagit att den övervägande andelen av elanvändningen övergår i 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 °C då detta visade sig överensstämna 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 220 400 kWh gått åt eller fyra gånger mera än beräknat.

## DISKUSSION

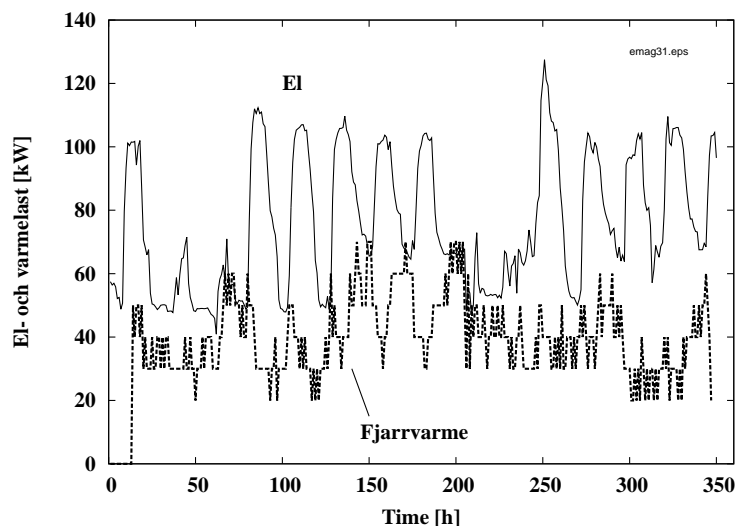
Som visats ovan borde det vara möjligt att värma upp kontorslokalerna i byggnaden enbart med hjälp av gratisvärme, i alla fall om 20 °C skulle kunna anses vara en tillräckligt hög innetemperatur. Varför är det då så stora skillnader mellan beräknade och verkliga värden? Några förklaringar kan vara:

- Fel i beräknade U-värden för byggnadens klimatskärm
- 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 tillfredställande 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 justering vid vår mätperiod. De temperaturnivåer som använts vid energibalansen kommer från SMHI och mätstationen i Malmslätt som endast är några km avlägsen. Några större fel pga 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 lokalerna 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?

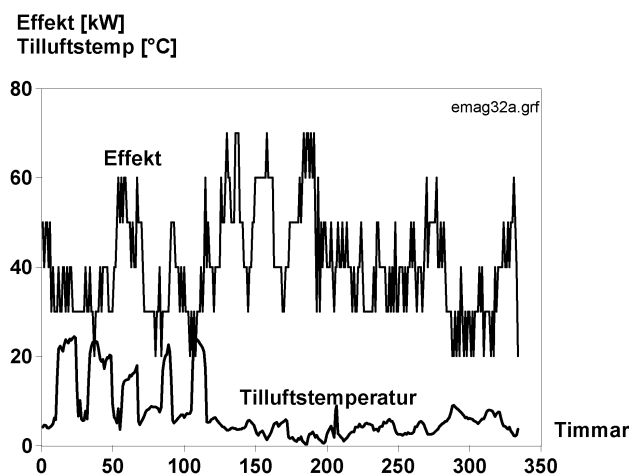
Vi har vid mätningar i byggnaden försökt att analysera om gratisvärmem används som en kostbar resurs. Resultatet av en del av dessa mätningar återfinnes i figur 1.



Figur 1: Fjärrvärme- och elanvändning under två veckor i januari för ett kontorshus i Linköping, se referens [1]

Det är uppenbart att användningen av fjärrvärme sjunker då användningen

av el ökar, se exempelvis den andra toppen vid timma 100. Fjärrvärmeanvändningen sjunker dock inte alls i den grad som skulle kunna förväntas. Elanvändningen stiger på morgonen upp till ett värde som är c:a 50 kW högre än för omgivande perioder. Minskningen av fjärrvärmelasten är samtidigt endast c:a 20 kW. Den lägsta användningen av fjärrvärme är c:a 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.

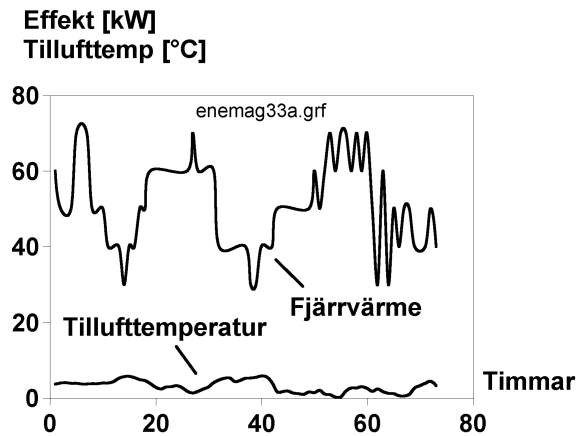


Figur 2: Fjärrvärmeanvändning kontra tillufttemperatur

Det framgår tydligt att ventilationsanläggningen under vissa timmar varit avstängd, för tillufttemperaturen har stigit till över 20 °C vid dessa tillfällen. Under den senare delen av perioden har inte så skett och en viss korrelation mellan utelufttemperatur och fjärrvärmeanvändning kan förmärkas 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 byggnaden till fjärrvärmenätet. Det borde ju vara så att värmeanläggningen mest skulle behöva utnyttjas nat-



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

tetid och under helger, dvs då det råder lågpris på el. Tappvarmvattnet skulle också enkelt kunna värmas nattetid mha en tidsstyrd varmvattenberedare. En förutsättning för detta är dock att reglersystemen inom huset fungerar på ett tillfredställande sätt så att onödiga övertemperaturer undviks.

## Referenser

- [1] Gustafsson S-I and Karlsson B. G. Is Space Heating in Offices Really Necessary? *Applied Energy*, 38, 1991.
- [2] Gustafsson Stig-Inge. A Computer Model for Optimal Energy Retrofits in Multi-Family Buildings. The OPERA model. Technical report, Byggeforskningsrådet, Dokument D21, Stockholm, 1990.