



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

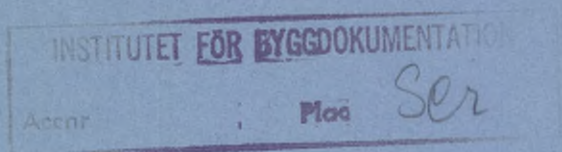
R116:1983

**Individuell och flexibel
temperaturanpassning i rum
och byggnader med små
energibehov**

**Mätning och utvärdering i kontors-
byggnad i Arboga**

V
ADK

**Stig Jansson
Lars-Göran Oskarsson
David Södergren**



Byggforskningsrådet

R116:1983

INDIVIDUELL OCH FLEXIBEL TEMPERATURANPASSNING
I RUM OCH BYGGNADER MED SMA ENERGIBEHOV

Mätning och utvärdering i kontorsbyggnad
i Arboga

Stig Jansson
Lars-Göran Oskarsson
David Södergren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770237-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Bengt
Dahlgren Stockholm AB.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R116:1983

ISBN 91-540-4010-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

| | | |
|-----|---|----|
| | FIGURFÖRTECKNING..... | 5 |
| | TABELLFÖRTECKNING..... | 7 |
| | FÖRORD..... | 9 |
| | SAMMANFATTNING..... | 11 |
| 1 | INLEDNING..... | 13 |
| 1.1 | Nuläge..... | 13 |
| 1.2 | Möjligheter till ytterligare energibesparing..... | 13 |
| 1.3 | Projektresultatets förväntade värde..... | 13 |
| 1.4 | Annan forskning inom området..... | 14 |
| 1.5 | Forskningsprojektets syfte..... | 15 |
| 1.6 | Forskningsprojektets uppläggning..... | 16 |
| 2 | BESKRIVNING AV KONTORSHUSET..... | 19 |
| 2.1 | Allmänt..... | 19 |
| 2.2 | Värme- och ventilationssystemet..... | 20 |
| 2.3 | Styr- och regler-systemet..... | 20 |
| 3 | UTVÄRDERINGSPROGRAM..... | 27 |
| 3.1 | Avgränsad målsättning..... | 27 |
| 3.2 | Använda utvärderingsmoder..... | 28 |
| 3.3 | Energimätning..... | 30 |
| 3.4 | Enkätundersökning om komfortupplevelser... | 31 |
| 3.5 | Jämförelse av utvärderingsmoder..... | 32 |
| 3.6 | Andra mätningar i kontorshuset..... | 32 |
| 4 | REDOGÖRELSE FÖR UTFÖRDA MÄTNINGAR..... | 33 |
| 4.1 | Driftsrapport..... | 33 |
| 4.2 | Störningar..... | 34 |
| 5 | MÄTVÄRDESANALYS, ENERGI..... | 35 |
| 5.1 | Databearbetning, översikt..... | 35 |
| 5.2 | Störande faktorer..... | 37 |
| 5.3 | Grunddata mätarställningar..... | 38 |
| 5.4 | Grunddata väder..... | 38 |
| 5.5 | Sammanställda energidata..... | 38 |
| 5.6 | Sammanställda väderdata..... | 38 |
| 5.7 | Regressionsanalys..... | 39 |
| 5.8 | Normerad energiförbrukning..... | 47 |
| 5.9 | Jämförelser, signifikans i erhållna resultat..... | 50 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6 | RESULTATBEHANDLING AV ENKÄTUNDERSÖKNINGEN. | 59 |
| 6.1 | Databearbetning, översikt..... | 59 |
| 6.2 | Enkätresultat i tabellform..... | 59 |
| 6.3 | Jämförelser, kommentarer..... | 60 |
| 7 | RESULTAT FRÅN ANDRA MÄTNINGAR I KONTORS- HUSET..... | 63 |
| 7.1 | Innetemperaturer och komfort..... | 63 |
| 7.2 | Årsförbrukning av energi..... | 67 |
| 7.3 | Skillnader i energiåtgång mellan olika fasader och plan..... | 68 |
| 7.4 | Lufteftervärmare..... | 71 |
| 8 | UTVECKLINGSTENDENSER..... | 75 |
| 9 | SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT OCH DISKUSSION | 77 |
| 10 | REKOMMENDATIONER..... | 81 |
| | LITTERATUR..... | 83 |
| BILAGA 1 | Värmebalans för kontorsmodul i Stockholm under uppvärmningssäsongen 18.9 till 14.5..... | 85 |
| BILAGA 2 | Frågeformulär för enkätundersökningen... | 86 |
| BILAGA 3 | Genomförda utvärderingsveckor..... | 93 |
| BILAGA 4 | Sammanställda energi- och väderdata..... | 97 |
| BILAGA 5 | Enkätundersökning..... | 109 |

FIGURFÖRTECKNING

| | | |
|-----------|--|----|
| Figur 2.1 | Telekomponentkontoret på FFV Underhåll i Arboga..... | 19 |
| Figur 2.2 | Värme- och ventilationssystemet i Telekomponentkontoret..... | 22 |
| Figur 2.3 | Det konventionella styr- och reglersystemet..... | 23 |
| Figur 2.4 | Det datoriserade styr- och reglersystemet..... | 24 |
| Figur 2.5 | Centralen i datorsystemet..... | 25 |
| Figur 2.6 | Lokal manöverpanel..... | 26 |
| Figur 2.7 | Planerad serieversion av lokal manöver- panel..... | 26 |
| Figur 3.1 | Utvärderingsmoder..... | 29 |
| Figur 3.2 | Energimätsystemet..... | 31 |
| Figur 3.3 | Jämförelse av utvärderingsmoder..... | 32 |
| Figur 5.1 | Databearbetning, översikt över mätvärdesanalysen för energi- förbrukning..... | 36 |
| Figur 5.2 | Totala värmeenergiförbrukningen per vecka som funktion av dygnsmedel- utetemperaturen..... | 42 |
| Figur 5.3 | Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat (E_{Tot}) per vecka som funktion av dygnsmedelutetemperaturen..... | 43 |
| Figur 5.4 | E_{Tot} per vecka som funktion av den okorrigerade solinstrålningen... | 44 |
| Figur 5.5 | E_{Tot} per vecka som funktion av solinstrålningen S korrigerad m a p solvinkeln..... | 45 |
| Figur 5.6 | Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat per vecka normerad med avseende på utetemperaturen (E'_{Tot}) som funktion av solinstrålningen S korrigerad m a p solvinkeln..... | 46 |
| Figur 5.7 | Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat per vecka normerad m a p utetemperaturen (E'_{Tot}) som funktion av utvärderingsmod..... | 49 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figur 7.1 | Innetemperaturvariationer i rum 209.... | 64 |
| Figur 7.2 | Luftrörelser i rum 209..... | 66 |
| Figur 7.3 | Fördelning av värmeenergiförbrukningen mellan olika fasader resp plan..... | 70 |
| Figur 7.4 | Lufteftervärmare i Telekomponent- kontoret..... | 72 |
| Figur 7.5 | Högsta värmeeffekt som får inkopplas samtidigt..... | 73 |
| Figur 8.1 | Exempel på avstängningsspjäll för rum.. | 76 |
| Figur 8.2 | Exempel på lufteftervärmare med inbyggd termostat..... | 76 |

TABELLFÖRTECKNING

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabell 4.1 | Genomförda utvärderingsveckor (Bilaga 3)..... | 93 |
| Tabell 5.1 | Förbrukning av vattenvärme- energi (kWh/vecka) (Bilaga 4)..... | 97 |
| Tabell 5.2 | Förbrukning av elenergi för elektriska eftervärmare i rum. (kWh/vecka) (Bilaga 4)..... | 99 |
| Tabell 5.3 | Sammanställning av totala elförbrukningen (kWh/vecka) (Bilaga 4)..... | 101 |
| Tabell 5.4 | Sammanställning av totala energiförbrukningen (kWh/vecka) (Bilaga 4)..... | 103 |
| Tabell 5.5 | Väderdata (Bilaga 4)..... | 105 |
| Tabell 5.6 | Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat normerad m a p utetemperaturen (kWh/vecka) (Bilaga 4)..... | 107 |
| Tabell 6.1 | Enkätundersökning (Bilaga 5)..... | 109 |
| Tabell 7.1 | Rumstemperaturmätningar..... | 63 |
| Tabell 7.2 | Årsförbrukning av energi i Telekom- ponentkontoret..... | 67 |
| Tabell 7.3 | Fördelning av värmeenergiförbrukningen mellan olika fasader resp plan..... | 69 |

FÖRORD

Styr- och reglersystemens stora betydelse för byggnaders driftsekonomi och komfort har ofta framhållits under senare år. Det inneklimatintervall som räknas som både energi-ekonomiskt och komfortabelt har krympt på grund av behovet att spara energi samtidigt som kraven på komfort och hygien är ständigt stigande. Genom att vägen blir smalare skärps kraven på styrutrustningen.

Med kvalificerade kunskaper som grund bestämde sig FFV Underhåll i Arboga år 1978 för att gå in i den installationstekniska styr- och reglermarknaden med tillämpning av mikrodator teknik. En ny kontorsbyggnad planerades vid samma tillfälle och denna valdes som försöksanläggning för utvecklingen av det nya mikrodatorbaserade styr- och reglersystemet. Byggnadens uppvärmnings- och ventilationssystem projekterades med målsättning att tillämpa sannolik framtidsteknik.

Dessa förhållanden lämpade sig väl för provning av individuell och flexibel temperaturanpassning i rum och byggnader med små energibehov. Provning och utveckling av denna princip för temperaturstyrning ansågs vara av sådant allmänt intresse att ett forskningsbidrag från BFR var motiverat.

Det av BFR bekostade arbetet har avsett mätning, utvärdering och redovisning av resultatet. FFV har stått för all utrustning bl a dubbla styr- och reglersystem. Alla registreringar och en stor del av arbetet med utvärdering av styr- och reglertekniken har utförts av FFV och därvid har även en stor del av detta arbete bekostats av dem. Naturligtvis har projektet bidragit till utveckling av den teknik som företaget planerar att sälja och det genomförda arbetet har även inneburit kontroll och en noggrant genomförd injustering av en mycket energisnål men ändå väl fungerande uppvärmnings- och ventilationsanläggning.

Jag hoppas att det forskningsresultat som föreliggande rapport innehåller, kommer att bidra till utvecklingen inom detta angelägna område.

För ett mycket värdefullt och stimulerande samarbete vill jag tacka Lars-Göran Oskarsson, som är chef för sektionen Mät- och reglersystem vid FFV Underhåll, samt Stig Jansson vid samma sektion för deras energiska och förtjänstfulla arbete. Arne Elmroth vid KTH har givit många värdefulla synpunkter vid planering och uppläggning av projektet och Bo Rudholm, BENGT DAHLGREN AB, Göteborg har noggrant och erfarenhetsmässigt analyserat uppvärmnings- och ventilationssystemets funktion i samband med kontrollen under mätperioden.

Stockholm i mars 1983

David Södergren

SAMMANFATTNING

Projektet redovisar energibehov och klimat i en kontorsbyggnad, där skilda åtgärder vidtagits för att göra byggnaden energisnål.

Byggnaden har fyra våningar med en total yta av 1 750 m². Uppvärmningssystemet är baserat på luftburen värmedistribution kompletterad med små elvärmare för individuell reglering i varje rum. Styr- och reglersystemet är utfört i två versioner, dels ett konventionellt elektromekaniskt, dels ett mikro-datorstyrt system. De två systemen har kunnat användas alternativt.

Klimatet i huset har kartlagts dels genom termiska mätningar, dels genom en omfattande enkätundersökning. Följande iakttagelser är angelägna att framföra:

Trots onormalt stort värmeläckage genom husets bottenplatta har energin för att hålla huset varmt och för att värma erforderlig tilluft begränsats till ca 40 kWh/m², år, vilket är ett medelvärde för de undersökta driftsalternativen.

Till detta kommer energin för fläktdrift 29 kWh/m², år. Med det energisnålaste alternativet, datorstyrning med sänkt luftflöde och temperatur under nätter och helger, starttids-optimering samt med rumsindividuell temperaturstyrning, har den totala energin för uppvärmning och ventilation kunnat sänkas från dessa 69 kWh/m², år till 58, en sänkning med 16%. Energin till fläktmotorerna utnyttjas till stor del för uppvärmning under den kalla årstiden, men det finns ändå skäl att uppmärksamma förhållandet och att välja apparater och dimensioner med hänsyn till driftsekonomin.

I sådana driftsfall, som har en möjlig motsvarighet med konventionell styrning, gav datorstyrningen i och för sig inte någon större energibesparing eller så mycket bättre klimat, men med datorstyrning kan på ett enklare sätt andra åtgärder vidtagas som ger lägre energibehov och som också styr temperaturen närmare den önskvärda.

Sänkt luftflöde och sänkt temperatur under nätter och helger har givetvis stor besparingseffekt, 35%, och med datoriserad styrning kan tidpunkten för att öka flödet och höja tilluftstemperaturen anpassas till utetemperaturen, så att kontorsrummen alltid har rätt temperatur vid arbetstidens början. Flödesminskningen har fyra gånger så stor betydelse för energihushållningen som temperatursänkningen.

Den rumsindividuella temperaturstyrningen hade ingen större betydelse för energibehovet, men betydde mycket för temperaturkomforten. Den stora betydelsen för komforten sammanhänger sannolikt i detta fall till stor del med värmeläckaget från bottenvåningen.

Möjligheten att hålla en lägre temperatur i tomma rum prövades genom att låta personalen trycka på en knapp när de första gången under dagen kom in i sitt rum. Någon större

energibesparande effekt uppnåddes inte med detta system. Effekten hade dock kunnat bli avsevärd om även luftflödet till rummen kunde ha begränsats när rummen var tomma. Lämplig utrustning för sådan reglering saknas tills vidare, men kontakt har tagits med den tillverkande industrin för att framhålla behovet av dylika komponenter.

Trots att avsevärda brister i byggnadens värmeisolering har förelegat, har uppvärmningssystemet visat sig fungera tillfredsställande, såväl ur komfortsynpunkt som ur energihushållande synpunkt. Ett datoriserat styr- och reglersystem ger bra möjligheter för driftspersonalen att få ett optimalt driftsätt.

Resultatet av undersökningen visar att de prövade principerna är väl lämpade för de krav på ökad energihushållning och förbättrad komfort som framtiden kommer att ställa på installationer i byggnader. Kombinationen av luftburen värmefördelning och datoriserat styr- och reglersystem är ur alla synpunkter lovande, men för att resultatet skall bli helt tillfredsställande fordras också att byggnadens klimatskärm utförs med en tillförlitlig funktion.

1 INLEDNING

1.1 Nuläge

Den gällande byggnormens långt förda krav på täthet, god värmeisolering och begränsning av fönsterareor medför en avsevärd förändring av förutsättningarna för uppvärmningssystemens funktion. Under de tider då rum och byggnader utnyttjas kommer oftast ett kylbehov att föreligga, medan man under övriga perioder får ett förhållandevis blygsamt värmebehov. Kan de oavsiktliga värmetillskotten från solenergi, elbelysning och personer utnyttjas effektivt blir exempelvis kontorshus synnerligen energisnåla med värmebehov i storleksordningen 50 kWh/m² golvyta, år. För att uppnå sådana värden fordras emellertid en i det närmaste ideal temperaturstyrning samt möjligheter till rumsindividuell och flexibel värmetransport till och från rum. Bilaga 1.

Under de närmaste åren kan man förvänta att den nya bebyggelsen utförd enligt nu gällande energihushållande krav, kommer att exemplifiera behov av nya metoder för den temperaturstyrande funktionen. Problemet är redan ett faktum under projekteringsarbetet.

1.2 Möjligheter till ytterligare energibesparing

Normal kontorsarbetstid utgör 1780 h/år (1978), dvs 20% av total tid. Avsevärda energibesparingar torde kunna uppnås om rumstemperaturen kan sänkas under perioder utanför arbetstiden då rummen ej utnyttjas. Även under normal arbetstid förekommer ofta att kontorsrum står tomma på grund av tillfällig frånvaro (sjukdom, resor, sammanträden etc). Kan temperatursänkning tillämpas även vid dessa tillfällen kan en ännu större energibesparing förväntas.

Möjligheten till sådana temperatursänkningar sammanhänger med hur snabbt rummen kan återvärmas till komforttemperatur samt med egenskaperna för individuella temperaturstyrsystem. Strålningsförlusten från människan till rumsytorna skall snabbt kunna kompenseras genom övervärmning av rumsluften. Värmemotståndet mellan rumsluft och byggnadskonstruktion bör vara av viss storlek och anpassad till temperaturstyrsystemets effekter. Liknande krav på anpassning gäller för fönsterareor, solskydd och installerad elbelysningseffekt.

Energibesparing kan även ernås genom att övervärmning undviks varvid vädring sannolikt kommer att minska. Energiöverskott i vissa rum överföres i stället till rum med underskott.

1.3 Projektresultatets förväntade värde

Enligt Energikommissionens betänkande 1978, SOU 1978:17, var under 1975 energiförbrukningen för bostäders uppvärmning omkring 89 TWh. Till detta kan adderas 13 TWh för hushållsel vilken också i stor utsträckning bidrar till bostadsuppvärm-

ningen. Uppvärmning av servicesektorns lokaler fordrade 42 TWh. Totalt således 144 TWh för uppvärmning av lokaler och bostäder.

Om nybyggnadsverksamheten för åren 1971-1975 tas som underlag för uppskattning av en kommande femårsperiod kan värden för denna första hälft av 70-talet hämtas från Sektorrapporten från Expertgruppen för energihushållning, Ds I 1977:13.

| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Småhus | $29,9 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ |
| Övriga bostäder | $18,9 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ |
| Övriga lokaler | $14,2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ |
| Nybyggnad under 5 år totalt | $63,0 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ |

Antages att 1% av nybyggnadsproduktionen under fem år kan utnyttja projektets resultat och att därigenom energiförbrukningen för denna procent reduceras med hälften dvs från 100 - 150 kWh/m² till 50 - 75 kWh/m² och år erhålles följande besparingar:

Med besparingen 50kWh/m² och år Totalt 31,5 GWh/år.

Med besparingen 75 kWh/m² och år Totalt 47,3 GWh/år.

Om principen kan förutsättas komma att tillämpas även vid mer omfattande ombyggnader kan en sammanlagd besparing av omkring 50 GWh/år antagas. Detta är mindre än en halv promille av den totala förbrukningen för uppvärmning av lokaler och bostäder 1980, men det motsvarar ändå mer än 6 000 ton olja per år och med ett oljepris av ca 2.000 kr/m³ blir besparingen 15 Mkr/år.

Den ovan nämnda förutsättningen att 1% av nybyggnadsproduktionen kommer att nyttja projektets resultat synes som ett blygsammare antagande om det samtidigt framhålles att kraven på komfort sannolikt kommer att innebära att nya principer och lösningar för temperaturstyrning kommer att erfordras i energisnåla byggnader.

1.4 Annan forskning inom området

Vid flera pågående FoU-projekt inom landet studeras byggnaders energibehov för uppvärmning som funktion av bl a byggnadstekniska faktorer (fönsterarea, värmeisolering, värmekapacitet, etc) och principer för drift av klimatiseringssystemet (intermittent uppvärmning respektive ventilation). Den dominerande delen av dessa projekt utnyttjar datorberäkningar för bestämning av skilda faktorer relativa och absoluta betydelse för energibehov och termiskt klimat. Ett avsevärt material föreligger således i detta avseende, varför ett fullföljande med utveckling av system och komponenter för klimatiseringssystem för lågenergibyggnader synes ha stor aktualitet.

1.5 Forskningsprojektets syfte

En sänkning av temperaturen inom komfortintervallet kommer att fordra en noggrannare styrning av temperaturen, för att obehag ej skall uppstå. Kan även en styrning av flödet åstadkommas, skärps kraven på anpassning av flödet till aktuell personbelastning.

Projektet syftar till att utveckla, prova och optimera de principer, system och komponenter som erfordras för noggrann temperaturstyrning, intermitterent uppvärmning och energisnål klimatisering av rum och byggnader. Speciellt har undersökts vad datorisering av styrsystemet kan ge i sammanhanget.

Individuell temperaturstyrning med små effekter kan lämpligen utföras med elvärme. Vanligtvis förekommer redan ett vitt förgrenat distributionssystem för elenergi i moderna byggnader. Kostnaden för rumstemperaturgivare, elvärmare för ventilationsluft, överhettningsskydd samt för distributionssystem och elcentraler kan bedömas utvecklas mot lägre priser. Kostnaden för elenergi kan bedömas bli något högre än för energi från förbränningscentraler, men detta påverkar ej nämnvärt den totala kostnadsbilden med hänsyn till de små energibehov som är aktuella.

Emellertid har utvecklingen av lämplig utrustning för tillsatsvärme med elvärmare i tilluften hittills gått mycket långsamt, vilket delvis har orsakats av en konservativ tolkning eller dålig anpassning till gällande bestämmelser och normer. En ömsesidig anpassning och utveckling av utrustning, material och säkerhetskrav bör kunna leda till avsevärda besparingar såväl ur installationssynpunkt som driftkostnadsynpunkt.

En oklar fråga har bland andra varit erforderlig värmeeffekt för elvärmarna. Detta gäller speciellt i system för intermitterent uppvärmning där återvärmningstiden till termisk komfort bl a beror av värmemotstånd och värmekapacitet i byggnadsmaterialen.

Risken för överhettning av elvärmare och behov av och konstruktion för överhettningsskydd är effektberoende. Kostnaden för eldistribution i byggnaden, krav på förregling av el-effekten över flödesvakt eller fläktvakt är också starkt effektberoende.

När elvärme används för den individuella styrningen av rumstemperaturen kan temperaturgivare och eleffektregleringen utföras som bimetallbrytare eller som thyristor-termistor-system. Ökade kunskaper om styrenoggrannhet, driftsäkerhet, kostnader, livslängd etc, erfordras. Principer för utspridning av inkopplingstider bör ytterligare studeras. Likaså metoder för att undvika störningar på elnätet och innehålla eldistributörens krav vid inkoppling av erforderliga effekter.

Tilluft med övertemperatur i förhållande till rumsluft leder lätt till stora vertikala temperaturgradienter om inte vissa konstruktionsförutsättningar iakttages. Dessa har försökt fastställas under forskningsprojektets genomförande, huvud-

sakligen på bas av annan redan utförd forskning, samt specificeras i form av konstruktionsanvisningar i slutrapporten. Tilluftsdonets placering i rummet är av avgörande betydelse för såväl funktion som kostnad.

1.6 Forskningsprojektets uppläggning

FoU-behovet inom projektets ram är som framgår av ovanstående omfattande och övergripande.

Med hänsyn till tid- och kostnadsbegränsningar har projektet avgränsats till att i huvudsak omfatta mätningar och utvärderingar i ett mindre nybyggt fyra våningars kontorshus inom FFV Underhålls fabriksområde i Arboga. Byggnaden är konstruerad i överensstämmelse med gällande krav på energihushållning enligt SBN och installationerna för värme och ventilation är utförda så att en god energiekonomi ska kunna erhållas samtidigt med att en god termisk arbetsmiljö ska tillgodoses. (Vissa brister i utförandet beträffande speciellt isolationen i bottenplattan har dock kunnat konstateras som biprodukt i utvärderingsarbetet).

Förutom ett konventionellt klimatstyrningssystem har FFV Underhåll installerat ett mikrodatorbaserat styr- och regler-system i huset. Systemet har utgjort en försöksanläggning som ett led i utvecklingen av FFV 8000, som numera marknadsförs allmänt. Försöksanläggningen har bekostats av FFV Underhåll, men installation av extra energimätare samt framtagning av särskilda statistikrutiner i datorn som erfordrats för detta forskningsprojekt har bekostats av Byggnadsforskningsrådet.

Husets uppbyggnad tillsammans med såväl ett konventionellt som ett datoriserat styr- och regler-system innebar unika möjligheter till mätningar och utvärderingar med just det syfte som detta projekt har.

Datorsystemet har då inte enbart använts för att utvärdera datoriseringens effekter, utan systemet har p g a sin flexibilitet kunnat användas för att simulera olika driftfall även för konventionell styrning, som annars ej kunnat erhållas. Huset är inte särskilt stort (1750 m²) men ganska behändigt för ett fullskaleprojekt som detta.

Dessa gynnsamma förhållanden påverkade beslutet att förlägga huvuddelen av mätningarna till detta kontorshus. Förutom omfattande energi- och temperaturmätningar har undersökning av komfortupplevelser gjorts med hjälp av enkätförfrågningar. De exakta avgränsningar som gjorts för mätningarna i kontorshuset framgår av kap 3.1.

Som stöd för arbetet har system, principer och komponenter analyserats på basis av befintliga forskningsresultat. Parallellt med det aktuella arbetet har vissa värmebalansberäkningar utförts i en annan studie, vilket utnyttjats för att komplettera underlaget. (Värmekapacitet i byggnadsstommar. Stommens tillgänglighet för energilagring. Södergren et al, 1983).

Dessutom har diskussioner och samråd förekommit med normerande myndigheter och den tillverkande industrin beträffande utveckling av elvärmare i tilluft, eldistributionsystem, överhettningsskydd och andra säkerhetsanordningar främst med hänsyn till systemsynpunkter.

2 BESKRIVNING AV KONTORSHUSET

2.1 Allmänt

Det kontorshus som använts vid utvärderingen kallas Telekomponentkontoret och finns inom FFV Underhålls fabriksområde i Arboga. Se figur 2.1. Det projekterades och byggdes på något mindre än ett år. Inflyttning skedde i januari 1979. Byggnaden är fyra våningar hög med en byggnadsyta på ca 1750 m² och en byggnadsvolym på 5500 m³ samt är försedd med hiss. Den innehåller 61 en- och tvåmans kontorsrum, 2 konferensrum, 9 mindre laboratorie- och verkstadslokaler, 2 förråd, 3 pausrum, 1 vilrum samt ett antal kapprum, WC, städtrum etc. Byggnaden är delad i längsled av korridorer i en NV-del och en SO-del. Mellan 75 och 80 personer arbetar i huset.

Byggnaden är uppförd med prefabricerad betongstomme med SH-bjälklag. Ytterväggarna är utförda som utfackningsväggar med träregelstomme, mineralullsisolering och gipsskivor. Ytterväggarna är beklädda med fasadtegel. Innerväggarna är utförda av gipsskivor på stålreglar. Yttertaket är utfört med SH-bjälklag, fallbetong, isolering av cellplast och mineralull samt papp och singeltäckning. Bottenplattan är utförd som gjuten platta på mark, isolerad med 60 mm mineralullsskiva.



Figur 2.1 Telekomponentkontoret på FFV Underhåll i Arboga.

2.2 Värme- och ventilationssystemet

Värmesystemet är baserat på luftburen värme d v s inga radiatorer under fönstren förekommer.

Grundvärmen erhålls från ett huvudcirkulationssystem för värmewatten inom området. Via två värmebatterier i fläktrummet försörjes sydost- respektive nordvästfasaden med erforderlig grundvärme.

Tilluftens grundtemperatur kan centralt ställas in olika för respektive fasad med hänsyn till det faktiska värmebehovet. Rumsindividuell tilläggsvärme erhålls genom ett kombinerat tilluftsdon och luftteftervärmare typ Farex. Anslutningseffekten är 450 W alt 250 W för olika stora rum.

Ventilationen är balanserad, d v s både till- och frånluftsfälktar används och är balanserade så att varken över- eller undertryck erhålls i huset. Frånluften leds från rummen ut via frånluftsfönster. Dessa utgörs av treglasfönster. Luften passerar mellan de två inre rutorna, vilket har en isolerande effekt mot värmetransmission. Vintertid erhåller härvid den inre glasytan en högre temperatur än på ett vanligt fönster, vilket motverkar kallras och minskar strålningsunderskottet från fönstret. På sommaren erhålls i stället en dämpning av uppvärmningseffekten från solinstrålning. Frånluftsfönstren innebär således att komfortzonen flyttas närmare fönstren.

Luftbehandlingsaggregatet är av typ BAHCO storlek 5 och består, förutom av fläktar och värmebatterier även av roterande värmeväxlare och återluftspjäll. Även ett kylaggregat ingår men användes ej under utvärderingsperioderna. Se figur 2.2. Aggregatet är placerat i ett platsbyggt fläktrum på taket.

2.3 Styr- och regler-systemet

Som grundinstallation finns ett konventionellt styr- och regler-system typ STÅFA. Se figur 2.3. Utöver detta finns en försöksanläggning för datorstyrning. Omkoppling mellan konventionellt och datoriserat system sker enkelt med hjälp av en omkopplare som via relästyrda växlingskontakter kopplar om samtliga manöverfunktioner, larmfunktioner och ställdon.

Temperaturgivarna i det konventionella systemet (termistor-typ) används dock ej vid datorstyrningen. I stället har noggrannare temperaturgivare typ Pt-100 monterats vid sidan om de andra. Dessutom har antalet temperaturgivare utökats av utvärderingsskäl. Se figur 2.2. Vidare har ett antal flödes-givare anslutits enbart till det datoriserade systemet.

Försökssystemet består av en mikrodatorbaserad undercentral, som är placerad intill apparatskåpet i fläktrummet samt en central, även den mikrodatorbaserad, placerad på annat håll. Se figur 2.4 och 2.5. Under utvärderingsperioden utnyttjades ett ledigt rum i Telekomponentkontoret för centralen. Kommunikation mellan central och undercentral är av serietyp (RS232C-standard). Centralen kan placeras på stora avstånd från undercentralerna (upp till 10 km med hjälp av korthålls-modem och ännu längre med hjälp av televerksmodem).

Flera undercentraler kan kopplas till samma central.

Förutom funktionerna för styrning, reglering och övervakning av den centrala luftbehandlingsanläggningen innehåller systemet även 82 st lokala manöverpaneler för rumsindividuell temperaturstyrning.

De lokala manöverpanelerna är via anpassningselektronik anslutna till undercentralen och ger regelbundet information om rumstemperaturernas är- och börvärden.

Dessutom erhåller datorsystemet, genom en tryckknappsfunktion på panelerna, information om när temperering önskas. Från dator till manöverpanelerna går styrsignaler för lämpligt pådrag alternativt avstängning av elvärmedonen.

På panelerna finns ett vred för inställning av önskad rumstemperatur, en diodramp som visar rådande temperatur, en tryckknapp för aktivering av panelen samt en lysdiod som indikerar när panelen är aktiv. Se figur 2.6.

Panelerna kan arbeta dels i datormod, varvid reglering sker från undercentralen och dels i en reservmod.

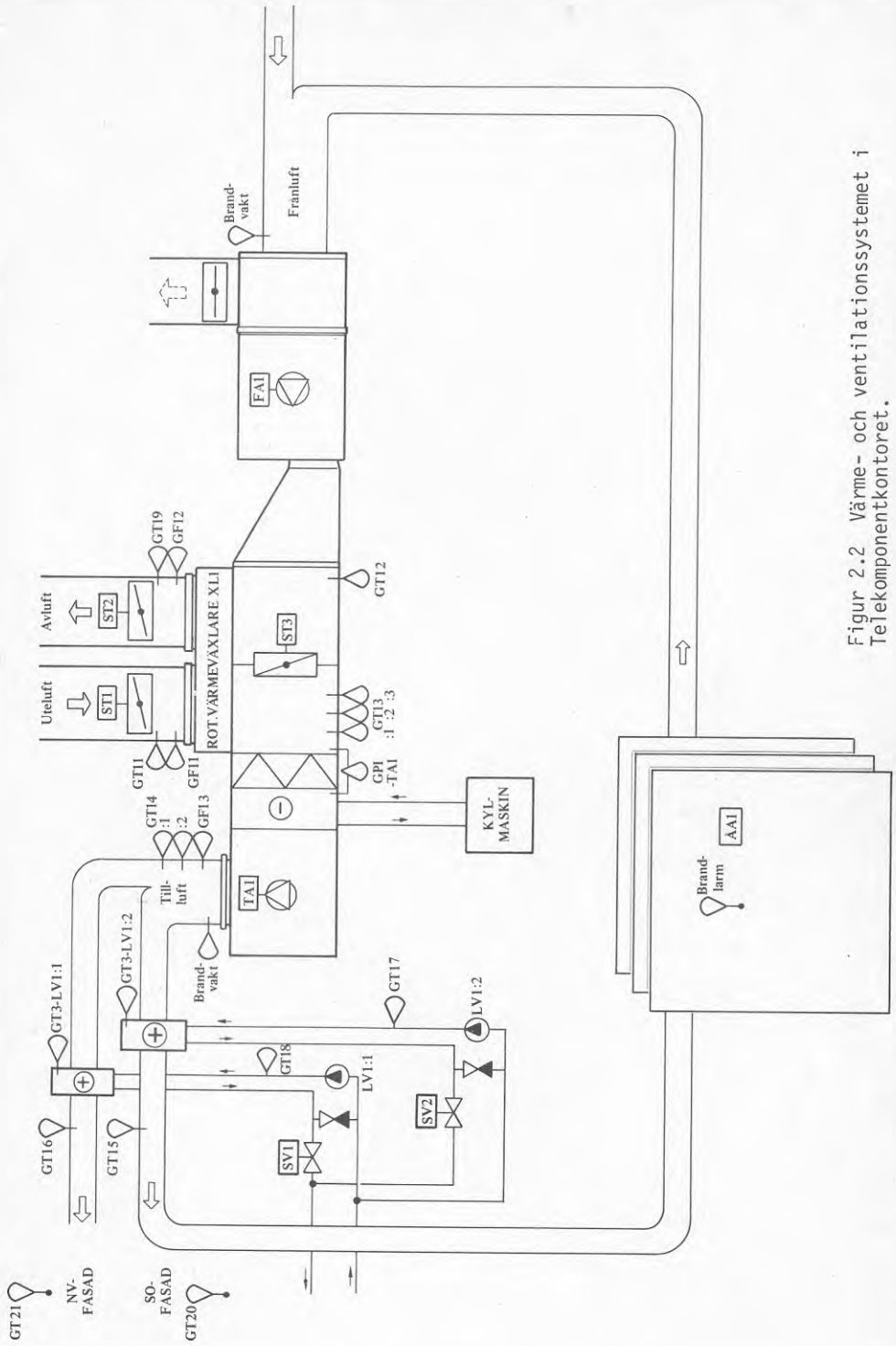
Reservmoden intas automatiskt när kontakt med datorsystemet saknas, och innebär att panelen alltid är aktiverad. Tryckknappen har då ingen funktion och regleringen sker på ett enklare sätt direkt från panelen.

Pådraget av elvärmedonen sker med hjälp av så kallad tidsproportionell styrning via ett solid state-relä (Triac). Regleringen är av PI-typ vid datorstyrning och P-typ i reservmod.

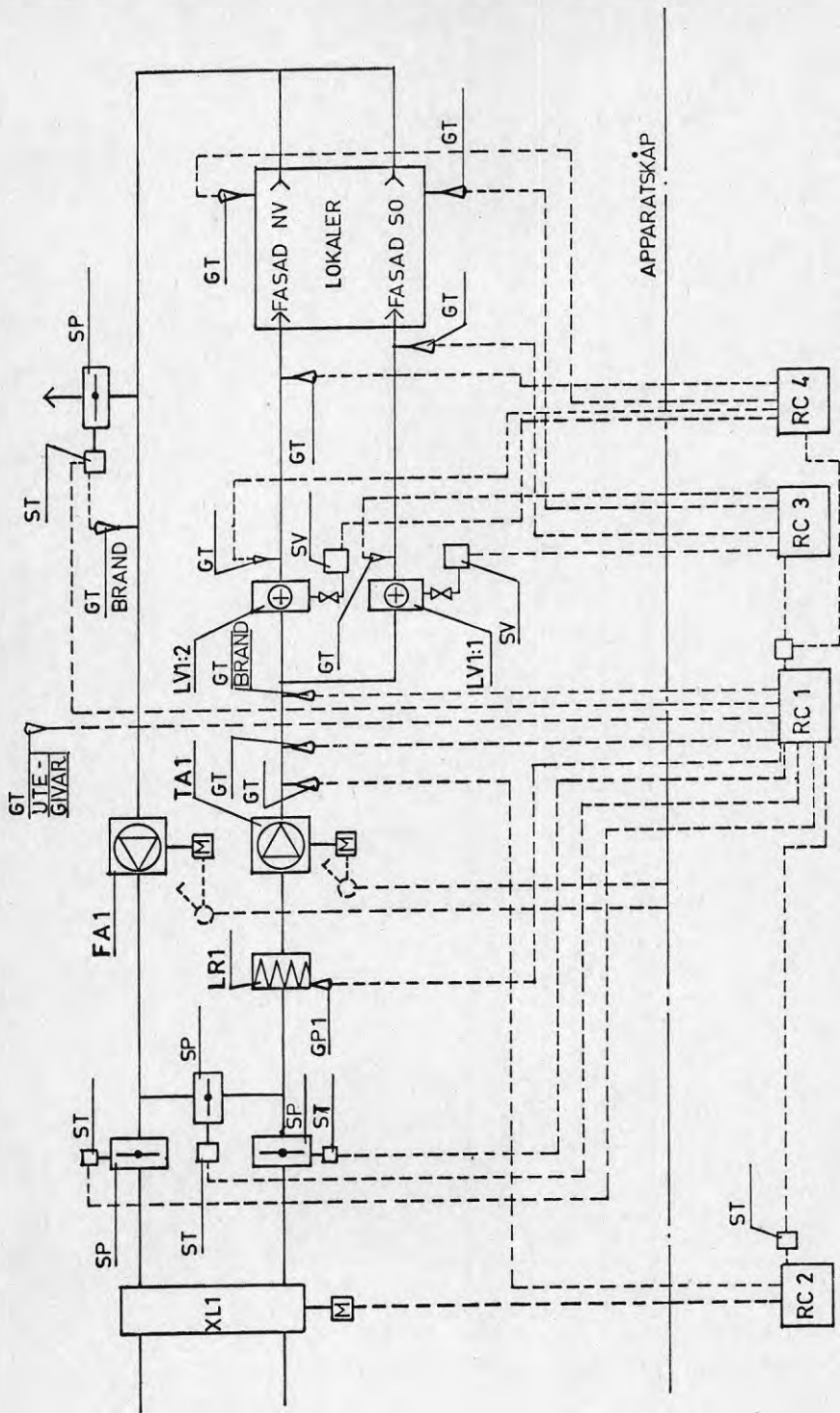
(OBS! Att panelen är aktiverad behöver ej betyda att elvärmarna är pådragna). Manöverpanelerna har ingen koppling till det konventionella styrsystemet. Vid nattsänkning av tilluftstemperaturen vid konventionell styrning, får därför manöverpanelerna inte vara i reservmod eftersom elvärmedonen då kommer att arbeta för fullt.

Under utvärderingen har manöverpanelerna varit anslutna till datorsystemet både vid konventionell styrning och vid datorstyrning dels av ovanstående skäl för att kunna sätta elvärmarna ur funktion vid nattsänkning och dels av det skälet att datorsystemet har använts för att föra statistik över rumstemperaturerna även vid konventionell styrning.

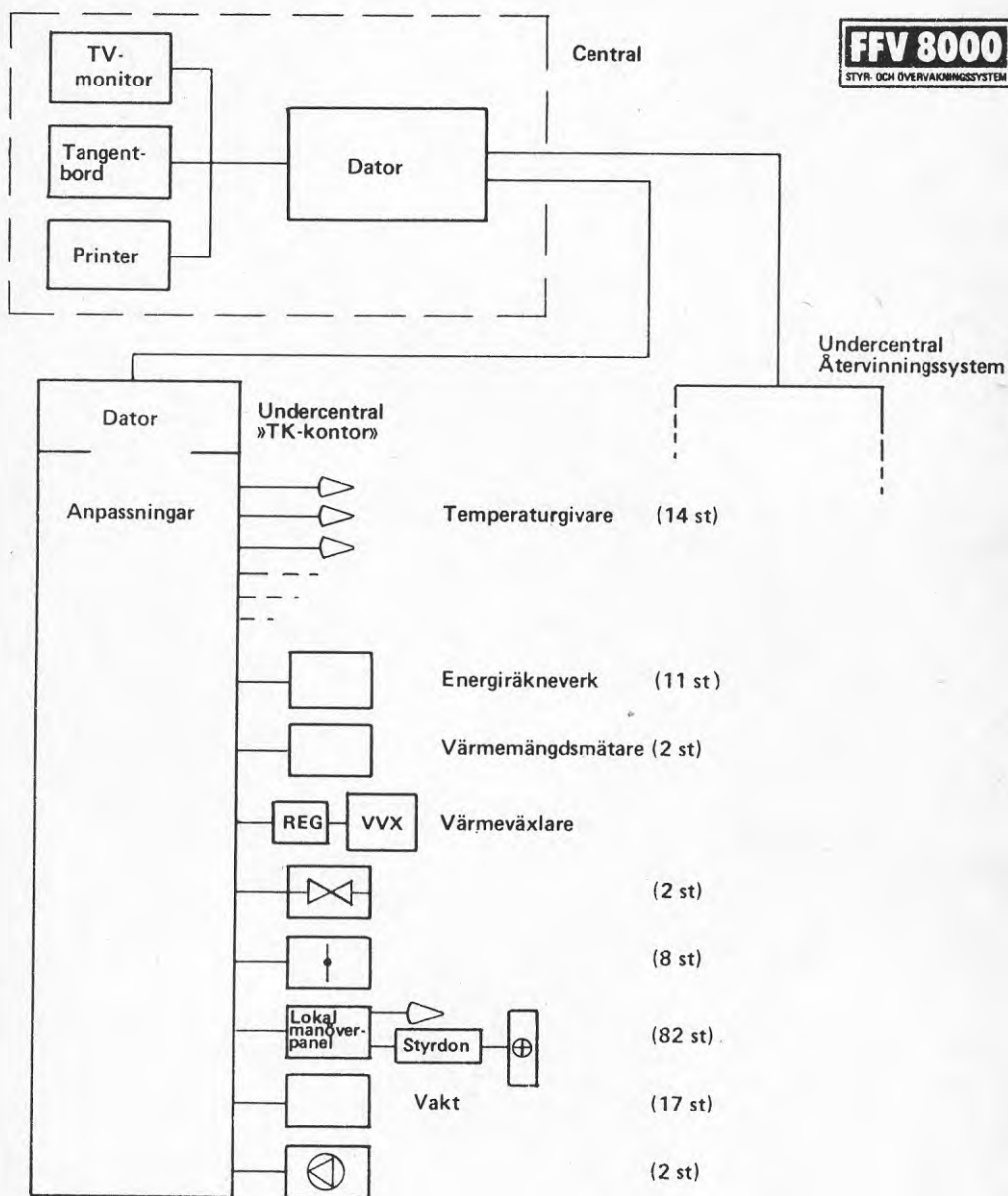
I figur 2.7 framgår en planerad serieversion av en lokal manöverpanel. Manöverpanelerna av denna typ kommunicerar med en undercentral via en gemensam tvåtrådsslinga.



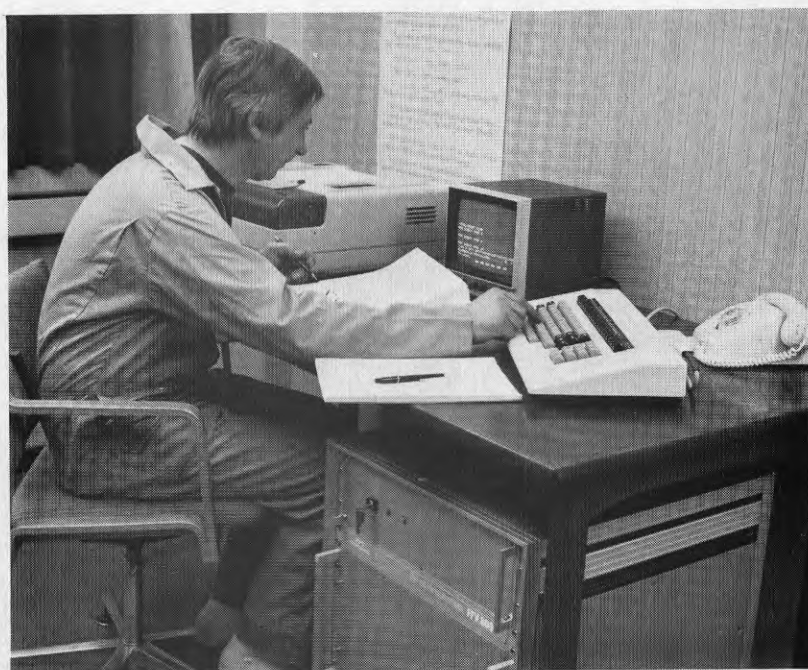
Figur 2.2 Värme- och ventilationssystemet i Telekomponentkontoret.



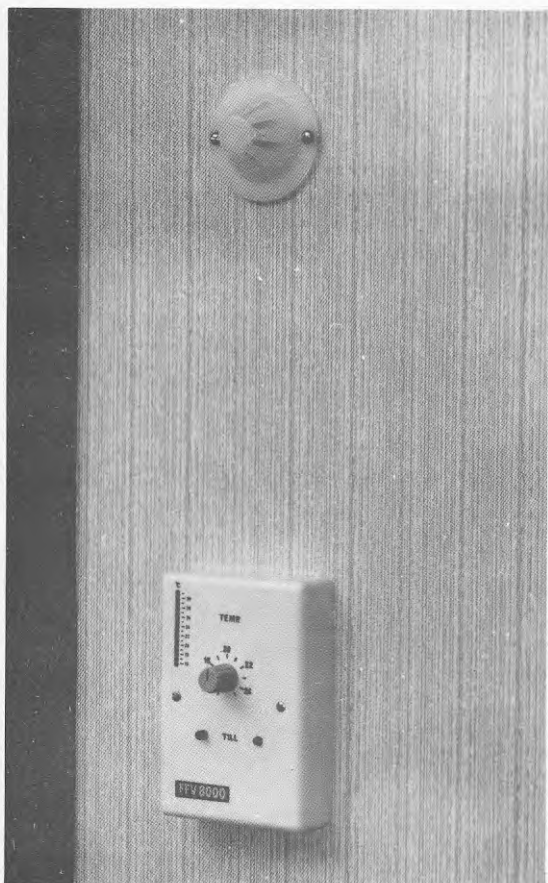
Figur 2.3 Det konventionella styr- och reglersystemet.



Figur 2.4 Det datoriserade styr- och reglersystemet.



Figur 2.5 Centralen i datorsystemet.



Figur 2.6 Lokal manöverpanel.



Figur 2.7 Planerad serieversion av lokal manöverpanel.

3 UTVÄRDERINGSPROGRAM

3.1 Avgränsad målsättning

Bland de många problem och frågeställningar som diskuterades i samband med de inledande studierna och ansökan till BFR, valde vi att genom mätningar försöka ge svar på nedanstående konkreta frågeställningar, alla avseende dels inverkan på energiförbrukningen och dels komforten:

1. Vad innebär datorstyrning jämfört med konventionell styrning?

(Den minskning av driftkostnaden, främst personalkostnaden, som kan förväntas av datorisering har inte studerats i detta projekt).

2. Vad innebär sänkt luftflöde under nätter och helger? Optimerad tidpunkt för pådrag av fullt luftflöde används. (Starttidsoptimering).
3. Vad innebär därutöver sänkt temperatur under nätter och helger? Starttidsoptimering för pådrag av fullt luftflöde och temperatur används.
4. Vad innebär sänkt luftflöde tillsammans med sänkt temperatur jämfört med ingen sänkning alls? Starttidsoptimering används.

(OBS! Svaret på denna fråga fås i princip som summan av fråga 2 och 3, men på grund av större statistiskt underlag och större differens erhålls större signifikans i resultatet vid direkt jämförelse enligt fråga 4, varför denna är berättigad).

5. Vad innebär rumsindividuell temperaturstyrning oavsett datorisering?
6. Vad innebär tidfunktionen vid datorstyrning, d v s att genom knapptryckning erhålla möjligheter till temperering på icke arbetstid (vid övertid tex) och att inte i onödan temperera ej utnyttjade rum på dagtid?
7. Vad innebär starttidsoptimering vid datorstyrning jämfört med att använda en fast tidpunkt för start av uppvärmning?
8. Vad innebär forcerat luftflöde nattetid vid värmeböljor?

Utöver dessa frågor ville vi också försöka ge svar på följande frågor:

9. Vad är erforderligt effektbehov för eleftervärmare vid luftburen värme som funktion av rummets storlek för att tillräckligt snabbt uppnå komfortnivå vid inträde i rum?
10. Vad är erforderliga cirkulationsflödet för temperaturutjämnning under icke kontorstid?

11. Vad innebär temperaturreglering baserad på operativ temperatur i stället för lufttemperatur? Ekonomi och komfort.

3.2 Använda utvärderingsmoder

För att kunna svara på frågorna enligt kap 3.1, definierades ett antal utvärderingsmoder, som användes veckovis omväxlande under de ca 1,5 åren som utvärderingen pågick. Utvärderingsveckorna definierades med veckoskifte fredagar kl 08.00, för att så bra som möjligt få effekterna från helgerna (med eller utan temperatursänkning etc) hänföra till en och samma utvärderingsvecka. Sammanlagt användes 57 st utvärderingsveckor för energimätningar och vid 25 av dessa företogs enkätundersökningar. Semestrar och långhelger undantogs från utvärderingen. Se vidare kap 4.

I figur 3.1 har de olika utvärderingsmoderna (driftfallen) definierats.

De beteckningar som där används definieras närmare nedan.

K= Konventionellt styr- och reglersystem för värme- och luftbehandlingsinstallationerna.

För uppvärmningsförloppet efter nattsänkning valdes en konstant tid av 5 timmar. Vid rumsindividuell temperaturstyrning arbetade manöverpanelerna i reservmod motsvarande ett normalt sätt vid konventionell lösning. Normal tidkanalstyrning av eftervärmarsystemet fanns ej i det konventionella systemet, men simulerades genom att datorn aktiverade alla manöverpaneler kl 07.30 och slog av dem 16.30 (givetvis nödvändigt om det ska vara någon idé med nattsänkning av tilluftstemperaturen).

D= Datorstyrd motsvarighet till ovanstående. Datormoden innebär möjligheter till starttidsoptimering, tidfunktion vid rumsindividuell temperering och forcerat luftflöde under nätter vid värmebölja enligt nedan, och den innebär också en annan typ av reglering.

Här används något mer avancerade regulatorer (i programvara) för både tilluftstemperaturregleringen och rumstemperaturregleringen än vid konventionell reglering. För tilluftstemperaturen används en adaptiv PI-regulator och för rumstemperaturregleringarna används en PI-regulator medan enkla P-regulatorer används vid konventionell reglering.

Dessutom har i datormod utetemperaturkompenseringen av börvärdet för tilluftstemperaturen ersatts med ändring av börvärdet efter regler som tar hänsyn till medelvärdet av de faktiska temperaturerna i rummen och i vilken grad eftervärmarna lämnar effekt för rum som har aktiverade manöverpaneler. Utetemperaturkompensering används dock för begynnelsevärdet för tilluftens börvärde på morgonen.

S1=Sänkning av luftflöde under nätter och helger (halvfart på fläktar)

S2=Sänkning av såväl luftflöde som tilluftstemperatur under nätter och helger.

R= Rumsindividuell temperaturstyrning, d v s eftervärmarna används och arbetar automatiskt vid behov.

T= Tidfunktion. Efter knapptryckning erhålles temperaturreglering viss tid (vi har använt 2 timmar) under icke arbetstid. Under normal arbetstid erhålles temperaturreglering resten av dagen. Kl 16.30 slås eftervärmningen ifrån. Utebliven knapptryckning innebär utebliven reglering.

F= Forcerat luftflöde under nätter vid värmeböljor. Villkoret för att erhålla forcering var att medelvärdet för inne-temperaturen var minst 25°C och utetemperaturen minst 2,5°C lägre. Forceringen avbröts vid minimum inne-temperatur 19°C.

| Utvärderingsmod | | Funktioner egenskaper m m | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---|-----|-----|------|------|-------|-------|--------|------|----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5A | 6 | 6A | 7 | 9 | 10 | 11 |
| | | KS2 | D | DS1 | DS2 | DS2R | DS2R | DS2RT | DS2RT | DS2RTF | KS2R | DR | DRT |
| Konventionellt system | | x | | | | | | | | | x | | |
| Datorstyrt system | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x |
| Sänkning av luftflöde nätter och helger | | x | | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| Sänkning av tilluftstemperatur nätter och helger | | x | | | x | x | x | x | x | x | x | | |
| Starttidsoptimering använd | | | | x | x | x | | x | | x | | | |
| Rumsindividuell temperaturstyrning | Automatiskt aktiverad på arbetstid oavsett närvaro | | | | | x | x | | | | x | x | |
| | Tidfunktion med hjälp av knapptryckning | | | | | | | x | x | x | | | x |
| Forcerat luftflöde under nätter vid värmebölja | | | | | | | | | | x | | | |

Figur 3.1 Utvärderingsmoder.

3.3 Energimätning

Med hjälp av datorsystemet registrerades regelbundet en stor mängd mätvärden, däribland energiförbrukning för olika delar.

Beträffande övriga registreringar behandlas dessa i kap 4.1.

Energiförbrukningen mättes med 12 elmätare och två värmemängdsmätare. Se figur 3.2.

Alla mätarnas pulsutgångar var anslutna till datorn, 11 av dem via slavräkneverk i fläktrummet, där även de övriga tre var placerade. På så sätt kunde all energiförbrukning avläsas bekvämt även manuellt på ett ställe.

Följande delmätningar gjordes:

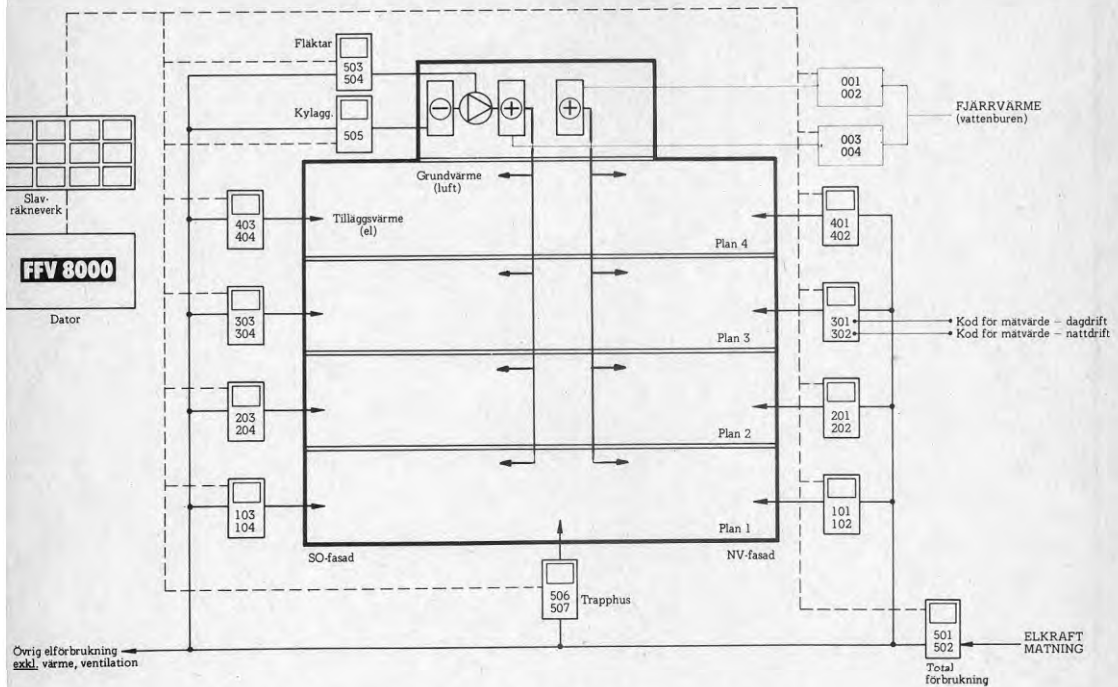
1. Vattenvärmeenergi SO-fasad
2. Vattenvärmeenergi NV-fasad
3. Elenergi SO-fasad, Plan 1
4. Elenergi SO-fasad, Plan 2
5. Elenergi SO-fasad, Plan 3
6. Elenergi SO-fasad, Plan 4
7. Elenergi NV-fasad, Plan 1
8. Elenergi NV-fasad, Plan 2
9. Elenergi NV-fasad, Plan 3
10. Elenergi NV-fasad, Plan 4
11. Elenergi i två trapphus
12. Elenergi för fläktaggregat exklusive kylaggregat
13. Elenergi kylaggregat
14. Total elenergiförbrukning i huset

Ur ovanstående kunde sedan övrig elenergiförbrukning för belysning, apparater etc beräknas som skillnaden mellan total elenergiförbrukning och summan av de övriga delförbrukningarna.

Alla registreringar gjordes dygnsvis och innehöll information om såväl dag- som nattförbrukning.

Som framgår av kap 5 användes den totala energiförbrukningen för jämförelser mellan de olika driftmodernas energisnålhet, medan uppdelningen har givit god sidoinformation för allmänna slutsatser om energibalansen i ett hus av detta slag.

Princip för TK-kontorets energimätutrustning



Figur 3.2. Energimätssystemet.

3.4 Enkätundersökning om komfortupplevelser

Enkätundersökningen planerades och genomfördes i samarbete med Statistiska centralbyrån (SCB), vilka även har svarat för databehandlingen av enkätsvaren.

Utvärderingen med hjälp av enkät planerades att omfatta ca 30 veckor utspridda under utvärderingsperioden (25 st veckor blev så småningom godkända. Resten blev underkända p g a störningar i driften). Under varje vecka utfördes ett sk styrt stickprov där ett 20-tal personer, placerade i olika delar av huset, blev tillfrågade. Varje individ av de ca 75 personerna blev sammanlagt tillfrågade 7 - 8 gånger under utvärderingsperioden. Ett frågeformulär delades ut till de utvalda personerna i början av varje utvärderingsvecka och lämnades sedan ifyllt tillbaka på fredagen.

Enkäten bestod av 16 delfrågor. Ett frågeformulär finns med som bilaga 2. Enkätsvaren gällde förhållandena under måndag - torsdag eftersom modväxlingen på fredagar och efterföljande insvängning under veckoskiftet ej fick påverka resultatet.

3.5 Jämförelse av utvärderingsmoder

För att svara på frågeställningarna 1 - 8 enligt kap 3.1, genomfördes jämförelser enligt figur 3.3 nedan såväl med avseende på energiförbrukning som komfort.

Genom att sammanslå flera utvärderingsmoder kunde ett större statistiskt underlag erhållas.

| FRÅGESTÄLLNING NR | JÄMFÖRELSE MELLAN NEDANSTÅENDE KOMBINATIONER AV UTVÄRDERINGSMODER | |
|----------------------|--|---------------------|
| 1 | 1 + 9 | 4 + 5 + 6 |
| 2 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 4 |
| 4 | 2 + 10 + 11 | 4 + 5 + 6 |
| 5 | 1 + 2 + 4 | 5 + 6 + 9 + 10 + 11 |
| 6 | 5 + 5A + 10 | 6 + 6A + 11 |
| 7 | 5A + 6A | 5 + 6 |
| 8 | 5 + 6 | 7 |

Figur 3.3 Jämförelse av utvärderingsmoder.

3.6 Andra mätningar i kontorshuset

För att dels om möjligt ge svar på frågorna 9 - 11 enligt kapitel 3.1 och dels ge stödjande förklaringar till olika resultat från energimätningarna och enkätundersökningarna gjordes ytterligare mätningar, i huvudsak temperaturmätningar.

Dels registrerades regelbundet med datorns hjälp på samma sätt som för energiförbrukningen en rad temperaturuppgifter och annan driftsinformation, och dels företogs i vissa rum noggrannare temperaturmätningar för att utröna temperaturförändringar m m. Se vidare kap 7.

4 REDOGÖRELSE FÖR UTFÖRDA MÄTNINGAR

4.1 Driftsrapport

En preliminär plan gjordes upp från början som innebar att 8 olika utvärderingsmoder skulle användas omväxlande under ca 1 år.

För att i möjligaste mån kompensera för årstidernas inverkan fördelades de olika modernas utvärderingsveckor så väl som möjligt över hela året. Det stod dock redan från början klart att detta inte var tillräckligt, utan dessutom skulle, speciellt för energimätningarna, korrektioner göras för utetemperatur, solstrålning och ev vind efter det att en korrelationsanalys genomförts. Från början undantogs också alla veckor som innehöll mer än en helgdag, semestrar eller inarbetade dagar.

Under utvärderingens gång träffades den referensgrupp som tillsattes för projektet vid ett antal tillfällen, varvid ändringar i planen beslöts efterhand.

De ändringar som gjordes var i huvudsak följande.

- Utvärderingsmod nr 8, som innebar reglering av rumstemperaturen med avseende på operativa temperaturen i stället för lufttemperaturen, användes ej. Anledningen till detta var att det befanns bli för omfattande arbete att förse hela huset med operativa temperaturgivare, vilket hade varit nödvändigt för att ge några säkra resultat. FFV-U har dock vid sidan om denna utvärdering framtagit en prototyp av en operativ temperaturgivare för praktiskt bruk samt handlett ett examensarbete i ämnet.
- Vissa utvärderingsveckor blev underkända p g a för mycket störningar i driften eller p g a odefinierad driftmod. (Tex kraftavbrott eller fläkthaveri).
- Ytterligare 5 utvärderingsmoder definierades och användes, i huvudsak beroende på att moderna 1 - 4 som alla var utan rumsindividuell temperering på ett tidigt stadium visade sig vara oacceptabla vintertid för personalen. För vintern 80 - 81 användes således enbart moder med rumsindividuell temperering men konstruerade så att svar ändå kunde ges på övriga frågeställningar.
- Utvärderingsprogrammet förlängdes med ca ett halvt år.

I tabell 4.1 (Bilaga 3) finns en sammanställning över genomförda utvärderingsveckor. Sammanlagt godkändes 57 st veckor för energimätningarna och vid 25 av dessa utfördes enkätundersökningar. Ytterligare 7 veckor som hade odefinierade driftmoder eller enbart mindre störningar, men som i övrigt var representativa (d v s innehöll ej längre helger etc) användes vid en regressionsanalys för att utöka underlaget och ge bättre korrelation. Se kap 5.7.

4.2 Störningar

Under hela utvärderingen fördes en loggbok där alla data om inställningar, problem, störningar och händelser av vikt noterades.

En summering av de viktigaste störningarna förtecknas nedan:

- o Nätstörningar (transienter från externa objekt, åska etc) orsakade ett antal haverier av undercentralens kraftenhet. Systemet kopplades då om till konventionell mod. Sedermera försågs kraftsystemet med erforderliga skydd för nätstörningar.
- o I de rumsindividuella värmesystemen styrs el.kraftmatningen till konvektorerna av halvledarreläer (s k solid state-reläer). Dessa har haft ett onormalt stort felutfall, vilket orsakat två feltyper i rumsuppvärmningen, endera full el.värme eller ingen tilläggsvärme alls. Efter flera undersökningar har konstaterats fabrikationsfel hos nämnda reläer. Dessa har succesivt bytts ut.
- o I moder utan elektrisk tillsatsvärme i rummen tillsammans med låga utomhustemperaturer erhöles inte acceptabla rumstemperaturer i husets plan 1. Speciellt gällde detta måndagar efter helgens temperatursänkning. Efter klagomål från personalen tilläts el.värme i de mest utsatta rummen. Vissa på plan 1 samt något gavelrum på plan 2.

Problemet har senare undersökts varvid det har konstaterats en bristfällig isolering av husets grundplatta.

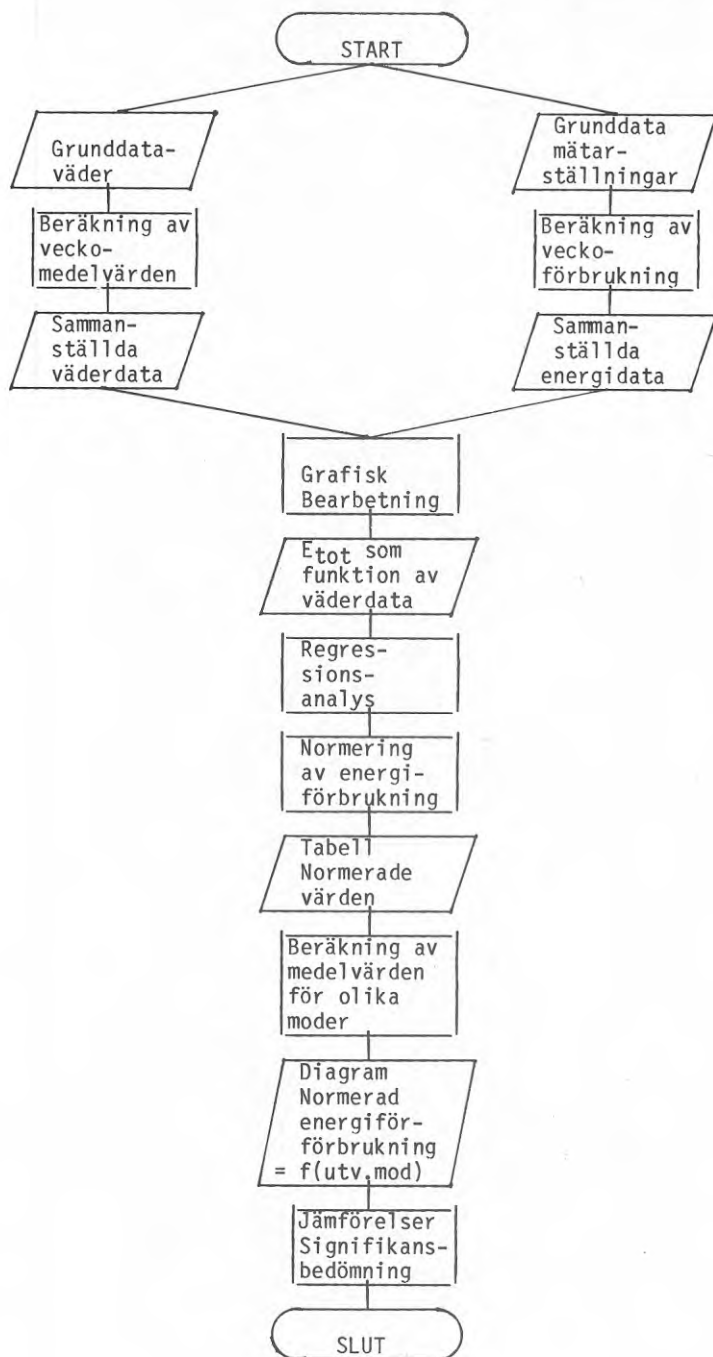
5 MÄTVÄRDESANALYS, ENERGI

5.1 Databearbetning, översikt

Bearbetningen genomfördes i princip enligt figur 5.1 nedan.

Ifrån mätarställningar respektive väderdata beräknades veckoförbrukningar respektive veckomedelvärden. Dessa sammanställdes i tabeller och representerades grafiskt. Därefter gjordes regressionsanalys med avseende på väderdata i syfte att möjliggöra en normering av energiförbrukningen till "normalväder", detta för att få en så rättvis jämförelse mellan utvärderingsmoderna som möjligt. Efter normering beräknades medelvärden för de olika moderna.

Den normerade energiförbrukningen visades också i diagram som funktion av de olika utvärderingsmoderna. Därefter gjordes jämförelser mellan de olika utvärderingsmoderna för att svara på de frågeställningar som framgår av kap 3.1. Härvid beräknades signifikansen i resultaten med statistiska metoder.



Figur 5.1 Databearbetning, översikt över mätvärdesanalysen för energiförbrukning.

5.2 Störande faktorer

Som alltid förekommer vid sådana här mätningar en lång rad störande faktorer som kan påverka mätvärdena och därmed säkerheten i resultatet. Man kan dock förbättra situationen betydligt om man dels planerar mätserierna så att förväntade störningar drabbar alla utvärderingsmoderna så lika som möjligt, dels utsträcker utvärderingsperioden så långt som möjligt. Emellertid kostar det senare mycket pengar och en kompromiss måste göras. Vidare kan man i vissa fall kompensera för faktorer, under förutsättning att man dels mäter deras storlek och dels tar reda på sambandet mellan dessa och mätvärdernas påverkan. Nedan har redogjorts för vilka störande faktorer som förekommer i vårt fall.

5.2.1 Faktorer för vilka korrigering har eftersträvat

Det var ursprungligen tre faktorer som diskuterades — utetemperatur, solinstrålning och vindstyrka. Efter diskussioner i referensgruppen beslöts att av praktiska och ekonomiska skäl endast mäta och korrigera för de två första. Som kommer att framgå av kapitel 5.7 nedan kunde vi dock ej finna någon tillräckligt bra korrelation mellan solinstrålning och påverkan av energiåtgången, varför korrigering av mätresultaten endast har gjorts för utetemperaturen.

5.2.2 Övriga faktorer

Av de störande faktorerna finns sådana som man med stora ansträngningar ev skulle kunna korrigera för, och sådana vars påverkan är helt okänd. Genom att köra varje utvärderingsmod flera gånger och sprida alla moderna så jämt som möjligt på de olika årstiderna, kan de okända faktorernas inverkan på det slutliga resultatet förväntas bli starkt reducerad.

Nedan följer en uppräknig av faktorer som kan tänkas ha inverkan på mätresultaten

- Mätfel i energimätutrustningen.
- Variation i avläsningstidpunkten på fredagar omkring kl 08.00.
- Mätfel i väderdata.
- Ev avläsningsfel.
- Fel i regressionskoefficienterna för utetemperatur.
- Solinstrålning.
- Vindstyrka.
- Fuktighet.
- Varierande antal värmeavgivande personer i huset.
- Varierande verksamhet i huset t ex effekten på inkopplade elförbrukande utrustningar.

- Öppna fönster och dörrar.
- Fel i värme- och ventilationsutrustningen eller i styr- och reglersystemen. (Vid kända större fel eller fel under längre tid har utvärderingsveckan diskvalificerats).
- Fördröjd inverkan från föregående utvärderingsvecka. (upplagrad energi i byggnaden) på grund av
 - variationer i vädret.
 - olika driftsätt t ex nattsänkning veckan innan men ej innevarande vecka.

5.3 Grunddata mätarställningar

Alla mätarställningar från elmätare och värmemängdsmätare noterades kl 08.00 varje fredag. Utifrån detta har energiförbrukningen för respektive vecka beräknats.

5.4 Grunddata väder

Av väderdata registrerades utetemperaturen med timmesintervall i datorsystemet. Uppgifter om solinstrålningen erhöles i efterskott från en observatör inom FFV Underhåll, som fört väderstatistik i många år (Bernt Wahlbom) och av eget intresse gjort sina iakttagelser på fabriksområdet ca 100 m från kontorsbyggnaden. Från hans material bedömdes medeltiden för solinstrålning under dagtid i fem skalvärden (0, 0.25, 0.5, 0.75 och 1.0) där 0 innebär mulet väder dagtid hela veckan och 1.0 innebär klart väder dagtid hela veckan. Även utetemperaturuppgifter erhöles från samma källa. Medelutemperaturen för hela veckan beräknades utifrån såväl dessa uppgifter som datoruppgifterna för att få säkrare data.

5.5 Sammanställda energidata

I tabell 5.1 och 5.2 finns förbrukningen av vattenvärmeenergi respektive elenergi för eftervärmare redovisade för olika plan och fasader.

En sammanställning av totala elförbrukningen finns i tabell 5.3 och slutligen en sammanställning av totala energiförbrukningen i tabell 5.4. Tabellerna återfinns i bilaga 4.

5.6 Sammanställda väderdata

I tabell 5.5, bilaga 4 finns medelutemperaturen för respektive utvärderingsvecka redovisad. Alla dygnets timmar är medtagna i medelvärdesberäkningen.

I samma tabell finns den i fem steg bedömda solinstrålningen dagtid redovisad. Dessutom finns en korrigeringsfaktor för årstiden och ett med denna faktor korrigerat värde redovisat.

Korrigeringsfaktorn valdes som sinus för solvinkeln över horisonten kl 12.00 i mitten på respektive vecka. Tanken var att på så vis erhålla en bättre korrelation. Som framgår av kap 5.7 erhöles inte ens med denna åtgärd tillräckligt bra korrelation för att kunna korriera för solstrålningen.

Korrigeringsfaktorn beräknades enligt:

$$\sin \beta = \sin (90 - \alpha - \arcsin (\cos B \cdot \sin P))$$

där β = solvinkeln över horisonten kl 12.00.

α = Latituden ($\alpha = 59,38$ i Arboga)

$B = \frac{V}{52} \cdot 360$ är vinkeln mellan aktuell sol-jordlinje och sol-jordlinjen vid vintersolståndet den 22/12.

V = Veckonumret.

P = $23,45^\circ$ är jordaxelns lutning.

5.7 Regressionsanalys

Syftet med energimätningarna är att analysera eventuella skillnader mellan de olika driftmoderna vad avser energiförbrukning. Man kan då tänka sig att mäta enbart den energiförbrukning som är avsedd för uppvärmning, d v s vattenvärmeenergin samt elförbrukningen för eftervärmare och radiatorer i trapphus. Hur denna förbrukning, som vi kallat totala värmeenergin, har utfallit som funktion av dygnsmedelutetemperaturen för respektive utvärderingsvecka, framgår av figur 5.2 nedan. Vi anser dock att det är fel att göra jämförelser med totala värmeenergin som grund av två skäl: Dels påverkar de olika driftmoderna energiåtgången för fläktaggregatet avsevärt, vilket givetvis måste tas med i jämförelserna, dels påverkar övrig elförbrukning indirekt åtgången av värmeenergi. Så gott som all övrig elenergiförbrukning utom den för kylaggregatet, som var placerat på taket, kan anses komma huset till godo som värme.

Alla energijämförelser har därför baserats på totala energiförbrukningen exklusive kylaggregatet.

Under fem av de varmaste utvärderingsveckorna arbetade kylaggregatet tidvis. Övrig energiförbrukning påverkades troligen inte av detta utan enbart klimatet. Eftersom projektet inte avsåg kylaggregatets påverkan användes inte dessa veckor för enkätundersökningen utan enbart för energimätningarna. Det mest rättvisa resultatet bör alltså erhållas om all energiförbrukning för kylaggregatet subtraheras från totala energiförbrukningen. Det så erhållna värdet har vi kallat för E_{Tot} . Som tidigare nämnts har vi sökt korrigera för utetemperaturen och solinstrålningen. I figur 5.3 framgår E_{Tot} som funktion av dygnsmedelutetemperaturen T_u . Här finns uppenbarligen goda förutsättningar att finna ett samband.

Regressionsanalys gjordes med såväl linjär, exponentiell som parabolisk regression. Alla tre regressionslinjerna är inlagda i figuren. Korrelationskoefficienten för linjär regression r blev $-0,84$ vilket är ganska bra.

Den bästa korrelationen synes uppnås med den paraboliska regressionen. Även resonemangsmässigt är det logiskt att energiförbrukningen måste plana ut vid högre temperaturer, och till och med stiga något på ökat fläktarbete vid forcerat luftflöde under värmeböljor.

Den paraboliska regressionen ger en funktion av följande slag:

$$\hat{E}_{\text{Tot}} = a_0 + a_1 T_u + a_2 T_u^2.$$

I detta fall förekom 64 st mätvärden som kan ingå i regressionen. Med data ur tabell 5.3, 5.4 och 5.5 i bilaga 4 erhålls följande:

$$n = 64$$

$$a_0 = 4071 \text{ kWh/v}$$

$$a_1 = -215,5 \text{ kWh/v, } ^\circ\text{C}$$

$$a_2 = 6,043 \text{ kWh/v, } (^\circ\text{C})^2$$

$$\bar{T}_u = +6,54 \text{ } ^\circ\text{C} = T_m$$

$$\bar{E}_{\text{Tot}} = 3313 \text{ kWh/v}$$

Observera att $T_m = +6,54^\circ\text{C}$ utgör medelutetemperaturen för de i regressionen ingående utvärderingsveckorna och inte årsmedeltemperaturen för Arboga, som är $+6,47^\circ\text{C}$. Eftersom utvärderingsveckorna var ganska väl utspridda under året, skiljer sig som synes värdena mycket litet från varandra.

Ur regressionsfunktionen kan beräknas att

$$\hat{E}_{\text{Tot}} = 2930 \text{ kWh/v vid } T_u = 6,47^\circ\text{C}$$

$$\hat{E}_{\text{Tot}} = 2920 \text{ kWh/v vid } T_u = 6,54^\circ\text{C} = T_m$$

Vidare utgör $\bar{E}_{\text{Tot}} = 3313 \text{ kWh/v}$ medelvärdet av energiförbrukningen för de i regressionen ingående utvärderingsveckorna. Den utetemperatur som svarar mot detta energimedelvärde blir enligt regressionsfunktionen $T_u = +3,958^\circ\text{C}$.

När det gäller solinstrålningen framgår av figuren 5.4 att det är svårt att finna något samband baserat på grundvärdena. Ett försök gjordes att korrigera för solvinkeln som redogjorts för i kap 5.6. Nu blev resultatet något bättre, se figur 5.5. Linjär regression utfördes och regressionslinjen är inlagd i figuren.

$$(\hat{E}_{\text{Tot}} = 3887 - 2648 \cdot S).$$

Korrelationskoefficienten beräknades till $r = -0,35$, vilket dock är en alltför svag korrelation. Under alla omständigheter har uppenbarligen utetemperaturen mycket större betydelse än solinstrålningen. För att bättre komma åt solinstrålningens inverkan kan man då utföra s k multipel regression, d v s undersöka samtidig påverkan av utetemperatur och sol. Detta kunde vi utföra enbart linjärt för både temperatur och sol med de standardprogram som vi hade tillgängliga. Vi erhöll då en inverkan av solinstrålningen som var ca 10 gånger mindre än tidigare och dessutom med omvänt tecken.

$$\hat{E}_{Tot} = 4207 - 147,2 \cdot T_u + 283,5 \cdot S).$$

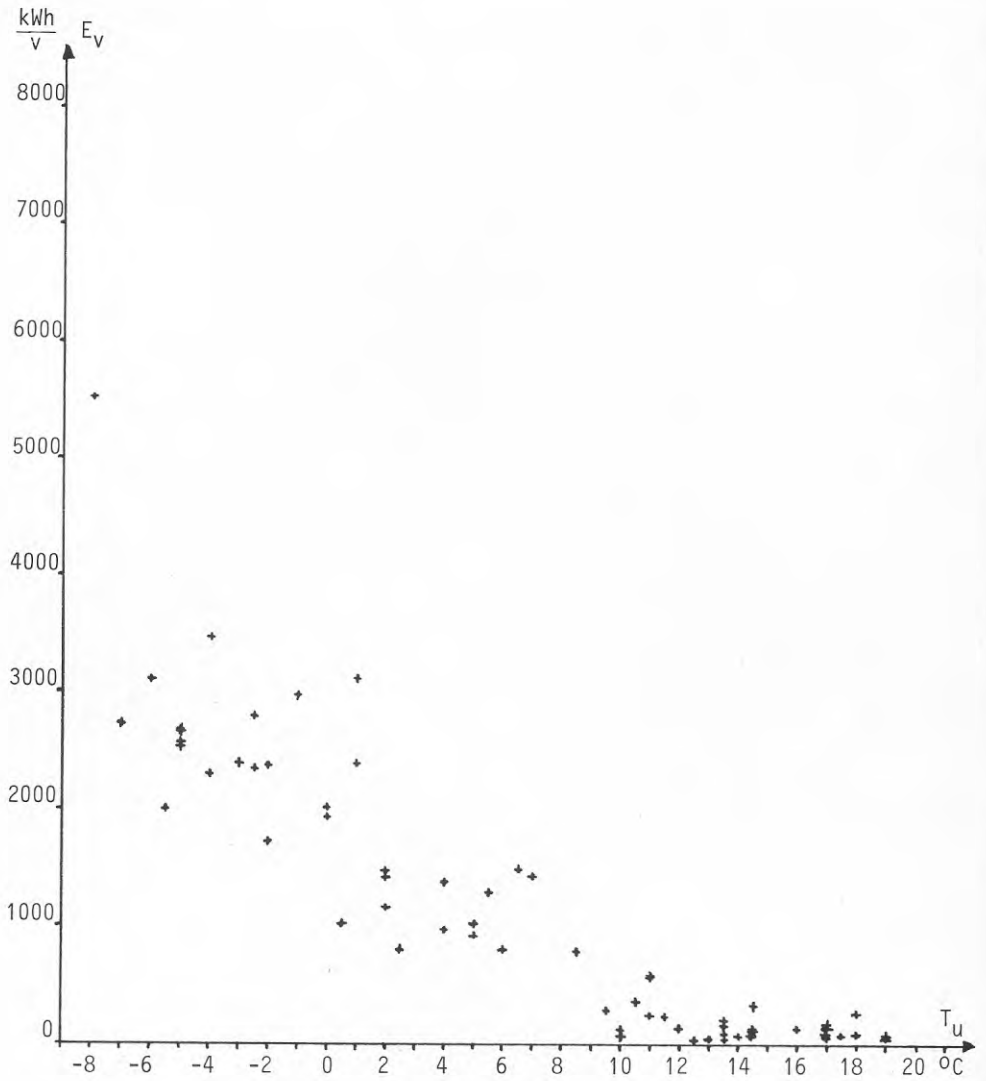
Denna linje är inlagd i figur 5.5 för $T_u = 3,958^\circ\text{C}$, vilket är den utetemperatur som svarar mot medelenergiförbrukningen för de i regressionen ingående veckorna (T_n). Man kan alltså ej tala om något samband av betydelse.

Vi provade också ett tvåstegsförfarande. Först normerade vi energiförbrukningen m a p utetemperaturen baserat på den paraboliska regressionen, som vi hade funnit bäst.

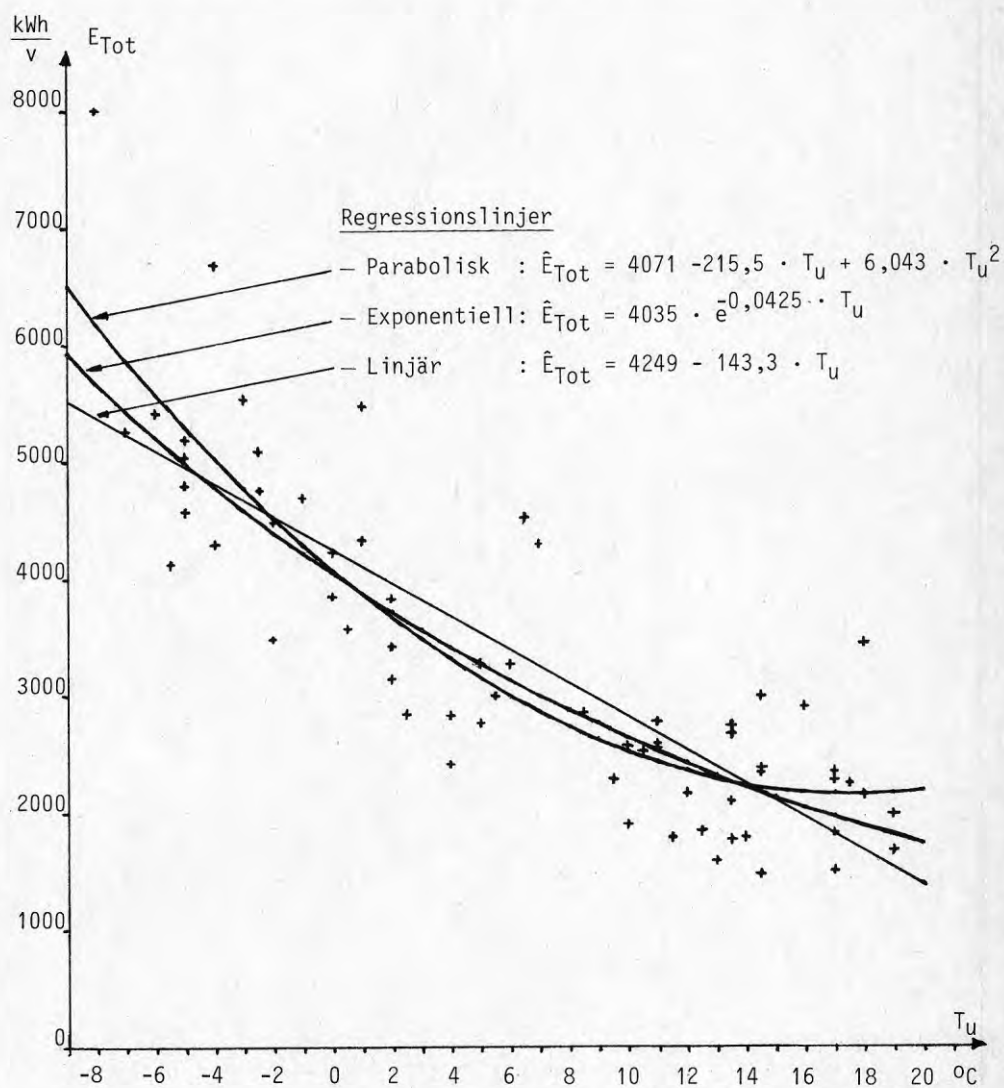
$$E_{Tot}^- = E_{Tot} + 215,5(T_u - 3,958) - 6,043(T_u^2 - (3,958)^2)$$

Se kap 5.8. Därefter gjordes en linjär regression med avseende på solinstrålningen. Inte heller nu kunde någon inverkan av värde noteras. ($\hat{E}_{Tot}^- = 3296 + 78,8 \cdot S$). Se figur 5.6 Eftersom inverkan av solen minskade till nästan noll när hänsyn togs till utetemperaturen, från att ha visat en viss inverkan, om än med dålig korrelation, när enbart solinstrålningen betraktades, måste den slutsatsen dras, att ett indirekt samband mellan utetemperatur och solinstrålning kvarstår trots korrigerig med avseende på solvinkeln. Det är givetvis årstiden som står för det indirekta sambandet. Med den enkla modell och den grova bestämning av solinstrålningen som stod oss till buds, kunde vi alltså ej finna något användbart samband. Med en utrustning som direkt på plats mäter antalet soltimmar och solintensitet och integrerar dessa skulle antagligen en viss av utetemperaturen oberoende inverkan ha kunnat konstateras.

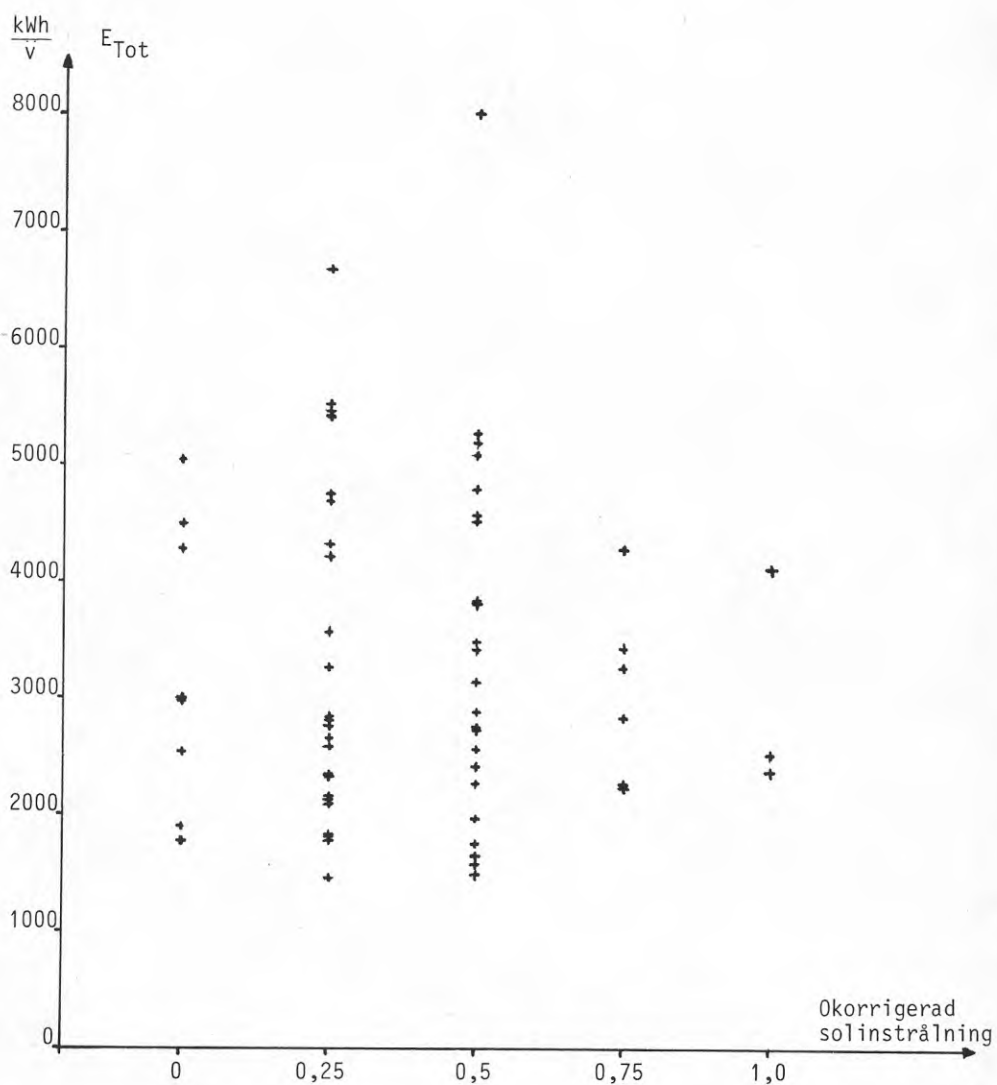
För de vidare beräkningarna korrigerade vi således enbart för utemperaturer.



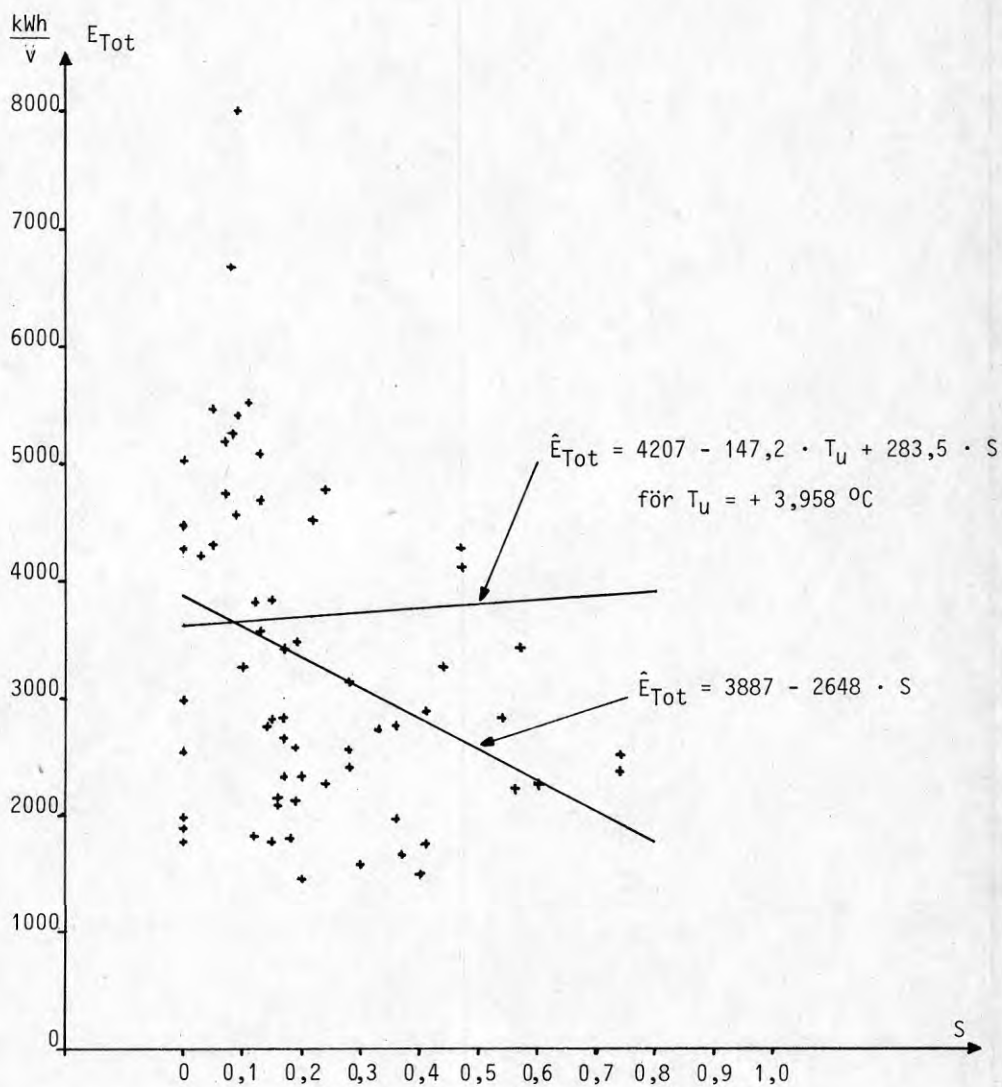
Figur 5.2 Totala värmeenergiförbrukningen per vecka som funktion av dygnsmedelutetemperaturen.



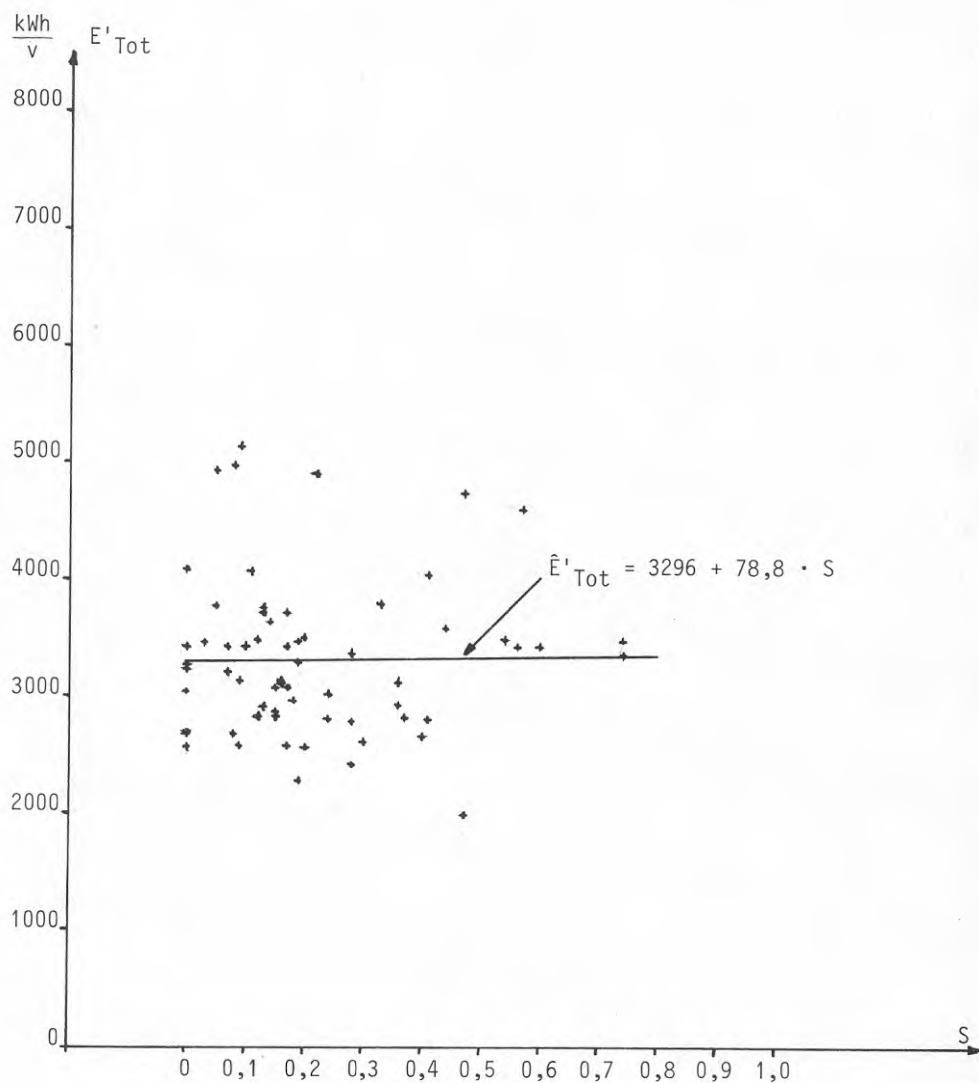
Figur 5.3 Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat (E_{Tot}) per vecka som funktion av dygnsmedelutetemperaturen.



Figur 5.4 E_{Tot} per vecka som funktion av den okorrigerade solinstrålningen.



Figur 5.5 E_{Tot} per vecka som funktion av solinstrålningen S korrigerad m a p solvinkeln.



Figur 5.6 Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat per vecka normerad m a p utetemperatur (E'_{Tot}) som funktion av solinstrålningen S korrigerad m a p solvinkeln.

5.8 Normerad energiförbrukning

För att kunna göra så bra jämförelse mellan olika driftmoder som möjligt måste nu energiförbrukningen för varje utvärderingsvecka omräknas (normeras) till samma dygnsmedelutetemperatur. Vilken man väljer är godtyckligt, men vi har valt den temperatur $T_n = +3,958^\circ\text{C}$ för vilken E_{Tot} är lika med medelenergiförbrukningen för de i regressionen ingående utvärderingsveckorna. (Se kap 5.7).

Man kan då visa att $\sum E'_{\text{Tot}} = \sum E_{\text{Tot}}$, där E'_{Tot} är de normerade värdena, d v s energimedelvärdet blir det samma efter normeringen. Vid normeringen antas att varje avvikelse från regressionslinjen för viss mätpunkt är konstant och inom rimliga gränser oberoende av temperaturen. Det antas vidare att den utgöres av just den skillnad i energiförbrukning som viss driftmod har gentemot genomsnittet samt av de störningar som tidigare behandlats. Med detta antagande kan mätpunkten parallellförflyttas utefter regressionslinjen på samma avstånd till $T_u = +3,958^\circ\text{C}$. Uttrycket för detta kan härledas enligt följande:

Man kan skriva E_{Tot} som

$$E_{\text{Tot}} = a_0 + a_1 T_u + a_2 T_u^2 + \epsilon$$

där ϵ utgör ovan nämnda avvikelse.

Vid T_n erhålles

$$E'_{\text{Tot}} = a_0 + a_1 T_n + a_2 T_n^2 + \epsilon$$

Insättning ger

$$E'_{\text{Tot}} = E_{\text{Tot}} + a_1(T_n - T_u) + a_2(T_n^2 - T_u^2) \text{ dvs}$$

$$E'_{\text{Tot}} = E_{\text{Tot}} + 215,5(T_u - 3,958) - 6,043(T_u^2 - (3,958)^2)$$

I tabell 5.6 bilaga 4 finns de normerade energivärdena redovisade, beräknade enligt denna formel. I figuren 5.7 har den normerade energiförbrukningen för de olika utvärderingsmoderna redovisats grafiskt. Medelvärdena är inritade med en sammanhängande linje.

Till sist ska visas att $\bar{E}'_{\text{Tot}} = \bar{E}_{\text{Tot}}$

Vi har följande samband

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{\text{Tot}} = a_0 + a_1 T_u + a_2 T_u^2 \quad (1) \\ \bar{E}_{\text{Tot}} = a_0 + a_1 T_n + a_2 T_n^2 \quad (2) \\ E'_{\text{Tot}} = E_{\text{Tot}} + a_1(T_n - T_u) + a_2(T_n^2 - T_u^2) \quad (3) \\ \bar{E}_{\text{Tot}} = \frac{1}{n} \sum_1^n E_{\text{Tot}} \quad (4) \\ \bar{E}'_{\text{Tot}} = \frac{1}{n} \sum_1^n E'_{\text{Tot}} \quad (5) \end{array} \right.$$

Insättning av (3) i (5) ger

$$\bar{E}^-_{\text{Tot}} = \frac{1}{n} \sum_1^n E_{\text{Tot}} + \frac{1}{n} \sum_1^n (a_1 T_n + a_2 T_n^2) -$$

$$\frac{1}{n} \sum_1^n (a_1 T_u + a_2 T_u^2)$$

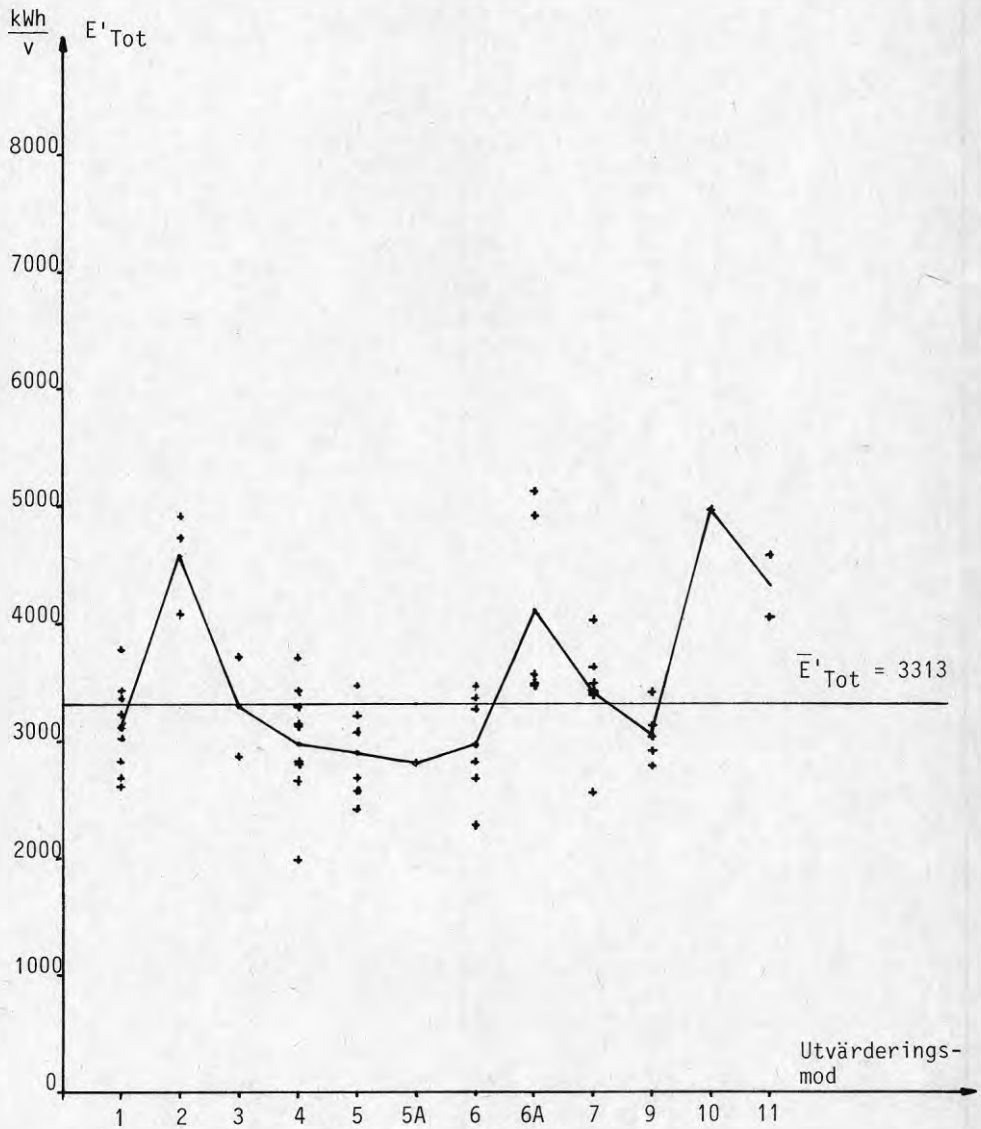
Insättning av (1), (2) och (4) ger

$$\bar{E}^-_{\text{Tot}} = \bar{E}_{\text{Tot}} + \frac{1}{n} \sum_1^n (\bar{E}_{\text{Tot}} - a_0) - \frac{1}{n} \sum_1^n (E_{\text{Tot}} - a_0)$$

$$\bar{E}^-_{\text{Tot}} = \bar{E}_{\text{Tot}} + \bar{E}_{\text{Tot}} - a_0 - \bar{E}_{\text{Tot}} + a_0$$

$$\bar{E}^-_{\text{Tot}} = \bar{E}_{\text{Tot}}$$

VSB



Figur 5.7 Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat per vecka normerad m a p utetemperatur (E'_{Tot}) som funktion av utvärderingsmod.

5.9 Jämförelser, signifikans i erhållna resultat

Figur 5.7 indikerar att datormoderna 4, 5, 5A och 6 är de energisnålaste men att de konventionella moderna med eller utan rumsindividuell styrning 1 och 9 inte ligger så långt efter. Däremot visar moderna 2, 10 och 11 (ej nattsänkning), 6A (ej starttidsoptimering) och 7 (forcerat luftflöde under nätter vid värmeböljor) högre energiåtgång. Exempelvis uppvisar mod 2 57% högre energiförbrukning än de energisnålaste moderna.

Det som är mest intressant är dock att nu försöka svara på de 8 frågeställningar som finns redovisade i kap 3.1. Detta har gjorts genom att gruppera ihop moderna på sätt som redovisats i kap 3.5 och sedan göra jämförelser mellan erhållna medelvärden. Härvid har skillnader iakttagits och för att kunna avgöra hur säkra slutsatser som kan dras beträffande dessa, har kända statistiska metoder använts. Metoderna kallas statistisk inferens och innebär att man med hjälp av stickprov på en eller flera variabler drar slutsatser om deras sannolikhetsfördelning.

I vårt fall har vi situationen där vi vill göra jämförelse av två stickprov, dessutom med olika storlekar. Stickproven utgör således utfallen av energiåtgång per vecka för de veckor som ingår i resp grupp av utvärderingsmoder, som jämförs.

Låt nu $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n_1})$ och $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_{n_2})$ vara två oberoende stickprov på stokastiska variabler x och y , som är normalfördelade (μ_1, σ) och (μ_2, σ) respektive. Vi ska nu behandla statistisk inferens angående skillnaden $D = \mu_1 - \mu_2$ mellan medelvärdena μ_1 och μ_2 .

Som framgår ovan har antagits att stickproven är oberoende och att variablerna har samma okända standardavvikelse σ . Båda dessa antaganden bör vara rimliga med tanke på utvärderingens uppläggning.

Med dessa förutsättningar kan Students fördelning användas. (t-fördelningen).

Följande gäller därvid:

Vid test av nollhypotesen $H_0: \mu_1 - \mu_2 = D$ används testvariabeln

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - D}{s} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \quad \text{som om } H_0 \text{ gäller, är } t\text{-fördelad} \\ \text{med } n_1 + n_2 - 2 \text{ frihetsgrader, där}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i \quad \text{är stickprovsmedelvärdet för } x$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i \quad \text{är stickprovsmedelvärdet för } y$$

$$s^2 = \frac{\sum x_i^2 - n_1 \bar{x}^2 + \sum y_i^2 - n_2 \bar{y}^2}{n_1 + n_2 - 2} =$$

$$= \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

är den sammanvägda stickprovsvariansen

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2 \text{ är stickprovsvariansen för } x$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2 \text{ är stickprovsvariansen för } y$$

n_1 och n_2 är respektive stickprovsstorlek (antalet ingående utvärderingsveckor).

Ett konfidensintervall med sannolikheten $(1-p)\%$ för skillnaden $D = \mu_1 - \mu_2$ kan skrivas

$$D = \mu_1 - \mu_2 = (\bar{x} - \bar{y}) \pm t_p \cdot s \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}} =$$

$$= (\bar{x} - \bar{y}) \left(1 \pm \frac{t_p}{t(D=0)} \right)$$

där $t(D=0)$ är testvariabelns värde om $D=0$ d v s $\mu_1 = \mu_2$.

En undre gräns för skillnaden $\mu_1 - \mu_2$ på signifikansnivån $\frac{p}{2}\%$ kan skrivas som

$$D = \mu_1 - \mu_2 < (\bar{x} - \bar{y}) \left(1 - \frac{t_p}{t(D=0)} \right)$$

För härledning av ovanstående formler hänvisas till vanliga läroböcker i statistik.

Med data ut tabell 5.6 har beräkningar enligt ovanstående formler gjorts med hjälp av statistikprogram för en kalkylator, samt med hjälp av färdiga tabeller för Student t-fördelningen.

Nedan redovisas resultaten för de gjorda jämförelserna.

Jämförelse 1: Vad innebär datorstyrning jämfört med konventionell styrning?

| Mod 1 + 9 (Konventionell) | Mod 4 + 5 + 6 (Datorstyrning) |
|------------------------------|----------------------------------|
| $n_1 = 14$ veckor | $n_2 = 22$ veckor |
| $\bar{x} = 3097$ kWh/v | $\bar{y} = 2965$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 132 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 4,3\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 34$$

$$t(D = 0) = 0,975$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 16,8\%$$

Kommentar: Datorstyrning uppvisar 4,3% lägre energiförbrukning, men på grund av den stora variansen (s^2) i mätvärdena är skillnaden statistiskt sett ej så säker.

Sannolikheten för att datorstyrning är energisnålare än konventionell styrning är 83,2%. Sannolikheten för att den är mer än 4,3% snålare är 50%.

Jämförelse 2: Vad innebär sänkt luftflöde under nätter och helger? Starttidsoptimering används.

| Mod 2 (Ej sänkt luftflöde) | Mod 3 (Sänkt luftflöde) |
|-------------------------------|----------------------------|
| $n_1 = 3$ veckor | $n_2 = 2$ veckor |
| $\bar{x} = 4578$ kWh/v | $\bar{y} = 3288$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 1290 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 28,2\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 3$$

$$t(D = 0) = 2,853$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 3,2\%$$

Kommentar: Sänkt luftflöde under nätter och helger uppvisar 28,2% lägre energiförbrukning. Trots det ringa antalet mätvärden (5 st) är sannolikheten för att sänkt luftflöde medför sänkt energiförbrukning mycket stor: 96,8% (nästan signifikant). Sannolikheten för att energibesparingen är över $\frac{226,1}{4578} \cdot 100 = 4,9\%$ är 95% (Signifikansnivå 5%)
Sannolikheten för att energibesparingen är över 28,2% är 50%.

Jämförelse 3: Vad innebär därutöver sänkt temperatur under nätter och helger? Starttidsoptimering används.

| Mod 3 (Sänkt luftflöde) | Mod 4 (Sänkt luftflöde och temperatur) |
|----------------------------|---|
| $n_1 = 2$ veckor | $n_2 = 9$ veckor |
| $\bar{x} = 3288$ kWh/v | $\bar{y} = 2997$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 291 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 8,9\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 9$$

$$t(D=0) = 0,724$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 24,4\%$$

Kommentar: Sänkt temperatur utöver sänkt luftflöde under nätter och helger uppvisar 8,9% lägre energiförbrukning. Skillnaden har statistiskt sett dålig säkerhet.

Sannolikheten för att sänkt temperatur utöver sänkt luftflöde medför en ytterligare energibesparing är 75,6%.

Sannolikheten för att energibesparingen är över 8,9% är 50%.

Jämförelse 4: Vad innebär sänkt luftflöde tillsammans med sänkt temperatur jämfört med ingen sänkning alls? Starttidsoptimering används.

| Mod 2 + 10 + 11 (Ej sänkning) | Mod 4 + 5 + 6 (Sänkt luftflöde och temperatur) |
|----------------------------------|---|
| $n_1 = 6$ veckor | $n_2 = 22$ veckor |
| $\bar{x} = 4559$ kWh/v | $\bar{y} = 2965$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 1594 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 35,0\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 26$$

$$t(D=0) = 8,150$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 5 \cdot 10^{-7}\%$$

Kommentar: Sänkt luftflöde tillsammans med sänkt temperatur ger, som man kan vänta sig, en stor energibesparing: 35%

P g a den stora skillnaden och det relativt stora antalet mätningar (28 st) blir sannolikheten för att energibesparing erhålles enormt stor: 99,999995% (Starkt signifikant). Sannolikheten för att energibesparingen är över $\frac{1260}{4559} \cdot 100 = 27,6\%$ är 95% (Signifikansnivå 5%).

Sannolikheten för att energibesparingen är över 35% är 50%.

Jämförelse 5: Vad innebär rumsindividuell temperaturstyrning oavsett datorisering?

| Mod 1 + 2' + 4 (Ej rumsindividuell) | Mod 5 + 6 + 9 + 10' + 11' (Rumsindividuell) |
|--|--|
| $n_1 = 21$ veckor | $n_2 = 21$ veckor |
| $\bar{x} = 3056$ kWh/v | $\bar{y} = 2982$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 74 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 2,4\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 40$$

$$t(D=0) = 0,613$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 27,2\%$$

För att få säkrare resultat har här moderna 2 respektive 10 och 11 medelvärdesjusterats (2', 10' och 11') med skillnaden mellan mod 1 + 4 och mod 2. Skillnaden är -1522 kWh/v. Justeringen avser inverkan av sänkt luftflöde och temperatur och har ansetts kunna göras eftersom skillnaden enligt jämförelse 2 är starkt signifikant. Detta påverkar ej differensen $\bar{x} - \bar{y}$ nämnvärt, men ökar den statistiska säkerheten genom minskad varians s^2 .

Kommentar: Rumsindividuell temperaturstyrning uppvisar 2,4% Tägre energiförbrukning än med enbart gemensam luftburen värme utan eftervärmare.

Sannolikheten för att rumsindividuell temperaturstyrning medför energibesparing är 72,8%.

Sannolikheten för att den är mer än 2,4% är 50%.

Jämförelse 6: Vad innebär tidfunktionen vid datorstyrning, dvs att genom knapptryckning erhålla möjligheter till temperering på icke arbetstid (vid övertid t ex) och att inte i onödan temperera ej utnyttjade rum på dagtid?

| Mod 5 + 5A' + 10'' (Ej tidfunktion) | Mod 6 + 6A' + 11'' (Tidfunktion) |
|--|-------------------------------------|
| $n_1 = 8$ veckor | $n_2 = 14$ veckor |
| $\bar{x} = 2836$ kWh/v | $\bar{y} = 2978$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = -142 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = -5,0\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 20$$

$$t(D = 0) = -0,550$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t < t_p) = \frac{P}{2} = 29,4\%$$

För att få säkrare resultat (mindre varians) har på samma sätt som i jämförelse 5 ovan medelvärdesjusteringar gjorts.

Dels har justering för sänkt luftflöde och temperatur gjorts, genom att justera mod 10 och mod 11 (10'' och 11'') med skillnaden mellan mod 6 och mod 11 (-1352 kWh/v) och dels har justering för starttidsoptimering gjorts, genom att justera mod 5A och mod 6A (5A' och 6A') med skillnaden mellan mod 6 och mod 6A (-1135 kWh/v). Även starttidsoptimeringen visar signifikant skillnad varför justering kan göras med avseende på denna.

Kommentar:

Moder med tidfunktionen uppvisar 5% högre energiförbrukning än moder utan. Skillnaden är statistiskt sett mycket osäker. Sannolikheten för att tidfunktionen medför höjd energiförbrukning är 70,6%. Sannolikheten för att den är över 5% är 50%. Man kan omvänt ej heller påstå att skillnaden är liten med särskilt stor säkerhet.

Skillnaden i energiförbrukning ligger mellan -24% och +14% med 95% sannolikhet.

Jämförelse 7: Vad innebär starttidsoptimering vid datorstyrning jämfört med att använda en fast tidpunkt för start av uppvärmning?

| Mod 5A + 6A (Ej starttidsoptimering) | Mod 5 + 6 (Starttidsoptimering) |
|---|------------------------------------|
| $n_1 = 6$ veckor | $n_2 = 13$ veckor |
| $\bar{x} = 3895$ kWh/v | $\bar{y} = 2943$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 952 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 24,4\%$$

$$\text{Antal frihetsgrader } n_1 + n_2 - 2 = 17$$

$$t(D = 0) = 3,217$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 0,25\%$$

Kommentar:

Starttidsoptimering uppvisar en stor energibesparing (24.4%). Skillnaden är statistiskt signifikant. Sannolikheten för att energibesparing erhålles är 99,75%. Sannolikheten för att energibesparingen är över

$$\frac{437}{3895} \cdot 100 = 11,2\% \text{ är } 95\% \text{ (Signifikansnivå } 5\%)$$

Sannolikheten för att energibesparingen är över 24,4% är 50%.

Jämförelse 8: Vad innebär forcerat luftflöde nattetid vid värmeböljor?

| Mod 7 (Forcerat luftflöde) | Mod 5+6 (Ej forcerat luftflöde) |
|-------------------------------|------------------------------------|
| $n_1 = 7$ veckor | $n_2 = 13$ veckor |
| $\bar{x} = 3424$ kWh/v | $\bar{y} = 2943$ kWh/v |

$$\bar{x} - \bar{y} = 481 \text{ kWh/v}$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{x}} \cdot 100 = 14,0\%$$

$$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{y}} \cdot 100 = 16,3\%$$

Antal frihetsgrader $n_1 + n_2 - 2 = 18$

$t (D = 0) = 2,493$

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad P(t > t_p) = \frac{p}{2} = 1,13\%$

Kommentar:

Forcerat luftflöde nattetid vid värmeböljor uppvisar 16,3% högre energiförbrukning. Skillnaden är på gränsen till signifikant. Sannolikheten för att ökad energiförbrukning erhålles är 98,87%.

Sannolikheten för att ökningen är över

$\frac{146}{2943} \cdot 100 = 5\%$ är 95% (Signifikansnivå 5%)

Sannolikheten för att ökningen är över 16,3% är 50%.

6 RESULTATBEHANDLING AV ENKÄTUNDERSÖKNINGEN

6.1 Databearbetning, översikt

Enkätundersökningen om komfortupplevelser (se även avsnitt 3.4) utfördes under 30 veckor, varav 25 godkända. Övriga underkändes p g a störningar av typ som framgår i avsnitt 4.2.

Enkätsvaren (formulär enligt bilaga 2), insamlades i slutet av resp utvärderingsvecka. Efter granskning och komplettering samt utdrag av icke maskinbearbetningsbar information (kommentarer, anmärkningar om komforten) stansades och bearbetades enkätsvaren av Statistiska Centralbyrån (SCB).

Från SCB:s resultattabeller har sedan stapeldiagram ritats med informationen om jämförelserna enligt avsnitt 3.5. Resultatsammanställning finns i nästa avsnitt (6.2).

Enkätundersökningarna i form av styrda stickprov tillsammans med olika antal utvärderingsveckor i jämförelserna krävde en normering av resultaten. Detta utfördes vid SCB:s bearbetning samtidigt som resultaten sammanställdes i överensstämmelse med jämförelserna definierade i avsnitt 3.5.

Från resultattabellerna och från stapeldiagrammen kunde vissa jämförelser göras rent okulärt, d v s utsortering av de med uppenbart stor skillnad och ingen skillnad alls. Övriga tveksamma och intressanta jämförelser testades för att få fram signifikanta skillnader. Genomgående användes då 95% konfidensintervall. Vid signifikanstesterna användes metoder som tar hänsyn till det heterogena stickprovunderlaget.

6.2 Enkätresultat i tabellform

Enkätresultatet har sammanställts i tabell 6.1 (bilaga 5) De normerade procentsiffrorna har avrundats till heltal. Varje talpar för svarsalternativ har testats för att söka signifikant skillnad mellan varje jämförelse. Härvid har det 95%-iga konfidensintervallet för varje svarsalternativ beräknats på följande sätt.

$$P_g \pm 1.96 \sqrt{\frac{P_g (100 - P_g)}{n_g} \left(1 - \frac{n_g}{N_g}\right)}$$

där P_g = Andelen individer (i procent) i redovisningsgrupp g som har den studerade egenskapen.

N_g = Storleken av redovisningsgrupp g .

n_g = Stickprovstorleken i redovisningsgrupp g .

Om konfidensintervallen för varje talpar icke överlappar varandra sägs att signifikant skillnad föreligger. Detta indikeras i tabell 6.1 (bilaga 5) med understrukna talpar.

6.3 Jämförelser, kommentarer

I detta avsnitt noteras de signifikanta skillnaderna i jämförelserna, d v s verbala kommentarer omkring de slutsatser man kan dra med minst 95%-ig sannolikhet.

Jämförelse 1: Vad innebär datorstyrning jämfört med konventionell styrning?

- o Datorstyrning upplevdes ge svalare måndagar, speciellt måndagsmorgnar.
- o Under övriga dagar ansågs konventionell styrning ge en mer lagom morgontemperatur.
- o Lagom temperatur ansågs inträffa tidigare på förmiddagen med konventionell styrning.
- o Temperaturregleringen och komforten i övrigt ansågs likvärdig.

Jämförelse 2: Vad innebär sänkt luftflöde under nätter och helger? Starttidsoptimering används.

- o Måndagsmorgnar upplevdes svalare utan luftflödessänkning och att temperaturen aldrig blev lagom under måndagen.
- o Under övriga dagar ansågs det inte bli tillräckligt varmt utan flödessänkning på natten.
- o Luftflödessänkning på nätterna medförde att det blev onödigt varmt i allmänna utrymmen.

Jämförelse 3: Vad innebär därutöver sänkt temperatur under nätter och helger? Starttidsoptimering används.

- o Temperatursänkningen upplevdes medföra en längre uppvärmningstid under måndagen. Många angav att det aldrig blev tillfredsställande varmt under måndagen.
- o Luftflödessänkningen innebar en för låg energitransport till nedre våningsplanet och medförde där en markant temperatursänkning.

Jämförelse 4: Vad innebär sänkt luftflöde tillsammans med sänkt temperatur jämfört med ingen sänkning alls? Starttidsoptimering används.

- o Temperatur- och flödessänkningen medförde en något senarelagd uppvärmning för vissa rum. Det var dock fler som ansåg att det var lagom temperatur på morgnarna. Färre ansåg också att det var för varmt.

Jämförelse 5: Vad innebär rumsindividuell temperaturstyrning oavsett datorisering?

- o Utan rumsindividuell temperering ansågs det för kallt på måndag morgon.
- o Den rumsindividuella tempereringen medförde en snabbare uppvärmning.
- o Utan rumsindividuell uppvärmning ansåg flera att det aldrig blev lagom varmt under måndag såväl som övriga dagar.

Jämförelse 6: Vad innebär tidfunktionen vid datorstyrning, d v s att genom knapptryckning erhålla möjligheter till temperering på icke arbetstid (vid övertid t ex) och att inte i onödan temperera ej utnyttjade rum på dagtid?

- o Ganska många ansåg att det var lagom temperatur på morgnarna i bägge fallen men av de ca 25% som tyckte det var för kallt innebar den automatiskt aktiverade moden en snabbare uppvärmning.
- o Den manuellt initierade medförde att många av de 25% ansåg att det aldrig blev lagom varmt på måndagen.

Jämförelse 7: Vad innebär starttidsoptimering vid datorstyrning jämfört med att använda en fast tidpunkt för start av uppvärmning?

- o Starttidsoptimeringen innebar att det blev tidigare varmt under såväl måndagen som övriga dagar för de ca 30% som tyckte det var för svalt på morgonen.
- o I allmänna utrymmen ansågs temperaturen onödigt hög.

Jämförelse 8: Vad innebär forcerat luftflöde natttid vid värmbojlor?

- o Trots forceringen förelåg för varma morgontemperaturer i flera rum.

7 RESULTAT FRÅN ANDRA MÄTNINGAR I KONTORSHUSET

7.1 Innetemperaturer och komfort

7.1.1 Allmänt

Under inledningen av utvärderingsperioden konstaterades vissa brister i anläggningens funktion, varför en kompletterande kontroll och injustering av värme- och luftbehandlingsanläggningen genomfördes. Vid kontrollen kunde konstateras att ett relativt kraftigt återluftsläckage förekom i ventilationsaggregatet. I stället för att uteluftsflödet skulle kunna sänkas till 20-30% av totala flödet var uteluftsmängden alltid större än ca 50%.

Totala luftflödet överensstämde i stort sett med det projekterade värdet och fördelningen i byggnaden var också tillfredsställande. Balansen mellan till- och frånluftsflöden var god, likaså balansen mellan uteluft och avluft, varav kan dras slutsatsen att byggnaden var förhållandevis tät.

Stora temperaturdifferenser mellan bottenvåning och överliggande våningar hade observerats av personalen i huset. Anledningen konstaterades vara synnerligen otillfredsställande värmemotstånd i golvet nära yttervägg. Detta ställde mycket stora krav på den kombinerade värme- och ventilationsanläggningen i bottenvåningen.

Vid utvärdering av klimatmätningarna har värdena i bottenvåningen uteslutits, då förhållandena inte kan anses relevanta för normala anläggningar.

7.1.2 Rumstemperaturer

Temperaturmätningarna har utförts dels som en allmän temperaturmätning i ett rum på varje plan, dels som en noggrannare kontinuerlig temperaturregistrering i ett normalrum på plan 2. För att i den allmänna mätningen bestämma temperaturgradienten uppmättes lufttemperaturen på 3 olika avstånd från golvet. Mätningarna utfördes på ett avstånd från yttervägg av något mer än 1 m och på den plats i rummet där personalen hade sin normala arbetsplats.

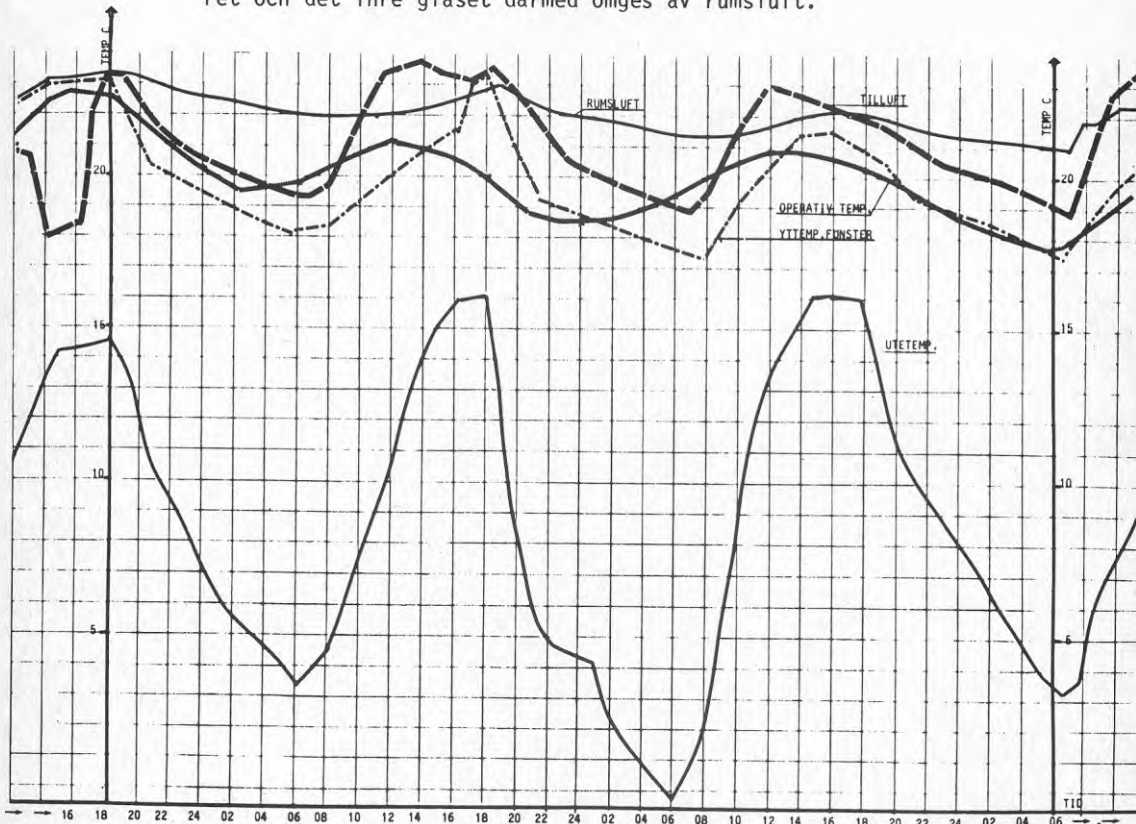
Tabell 7.1 Rumstemperaturmätningar.

| Vån.plan/ Rumsnr. | Avstånd från golvet mm | Lufttemp. °C | Temperatur- gradient °C/m |
|----------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 4/428 | 1800 | 22,2 | 1,12 |
| | 1200 | 21,2 | |
| | 10 | 20,2 | |
| 3/329 | 1800 | 23,5 | 1,28 |
| | 1200 | 22,5 | |
| | 10 | 21,2 | |
| 2/231 | 1800 | 24,0 | 1,01 |
| | 1200 | 23,0 | |
| | 10 | 22,2 | |

Tabell 7.1 visar att en temperaturgradient på omkring $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ förekommer. Varmluftsinblåsning vid tak leder helt naturligt till att temperaturen blir högre vid tak än vid golv. Ju jämnare yttemperaturer som råder i rummet, dess svagare blir de termiska strömmar som kan åstadkomma en omblandning. Det bör dock observeras, att mätningarna genomfördes när rummen var tomma. En ökad luftcirkulation erhålles så snart någon person vistas i rummen och därmed åstadkommes en viss utjämning av temperaturerna.

Rum 209 valdes för analys av klimatförhållandena i ett normalrum. Rummet är ett tvåpersonersrum i mitten av NV-fasaden. I diagram fig 7.1 visas hur innetemperaturerna har varierat under några representativa värddygn när utetemperaturen har svängt mellan 0 och $+16^{\circ}\text{C}$. Eftervärmarna för tilluften har varit avstängda mellan kl 17.00 och kl 08.00.

Med ledning av förekommande luft- och yttemperaturer har den operativa temperaturen beräknats i en punkt motsvarande huvudet för en sittande person mitt för fönstret. Anledningen till att fönsterytans temperatur så väl följer rumstemperatur och tilluftstemperatur är att rumsluften utsuges genom fönstret och det inre glaset därmed omges av rumsluft.



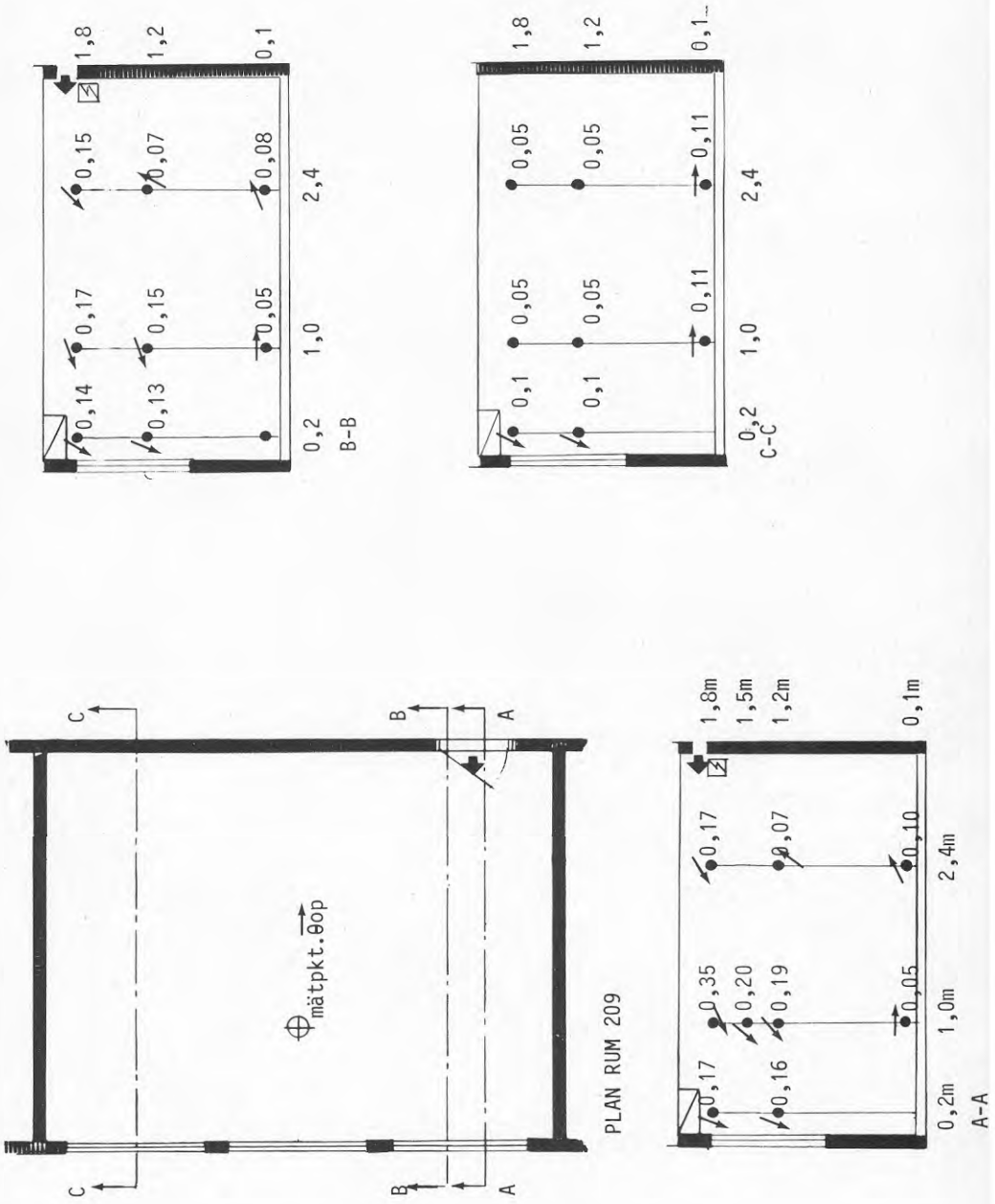
7.1.3 Luftrörelser i rum

I samma rum som var föremål för noggranna temperaturstudier har även registreringar av lufthastigheter i uppehållszonen genomförts.

Rummet är möblerat för två arbetsplatser enligt skiss figur 7.2. Tilluftsdonet är placerat ovanför dörren, vilket innebär att donets kastlängd i detta rum blir ovanligt lång på grund av att luftströmmen kommer nära mellanväggen och att en hög bokhylla intill väggen ytterligare förhindrar inblandning av rumsluft och därmed förstärker lufthastigheten nära mellanväggen. Detta framgår av figuren, som visar lufthastigheter och luftrörelsers riktningar i en sektion A-A rakt igenom centrum av tilluftsdonet.

Sektion B-B som ligger i fönstrets mittpunktsnormal men därmed bara 30 cm från sektion A-A visar, att lufthastigheterna är betydligt lägre så snart man kommer ifrån bokhyllan ett litet stycke. Lufthastigheterna avtar ju längre från donets centrumlinje man kommer och i sektion C-C, som ligger mitt för det tredje fönstrets mittpunktsnormal är hastigheterna knappast mätbara. Mätningen är genomförd med en varmtråds-anemometer.

Utetemperaturen var vid mättillfället ca + 6°C och tilluftstemperaturen var i genomsnitt 2°C lägre än rumstemperaturen.



Figur 7.2 Luftrörelser i rum 209.

7.2 Årsförbrukning av energi

Vid sidan om besvarandet av de frågeställningar som tidigare redovisats, kan det vara intressant att även redovisa den här aktuella byggnadens totala årsenergiförbrukning. Detta är speciellt intressant eftersom byggnaden är utförd enligt byggnormernas långt förda krav på energisnålhet. Uppvärmningssystemet är som tidigare framgått dessutom något ovanligt: luftburen värme, frånluftsfönster och rumsindividuell temperaturstyrning.

Eftersom energimätning utfördes under hela perioden 8010-8140 inklusive semestrar och andra ledigheter kan årsförbrukningen lätt erhållas ur materialet. De värden som är redovisade i tabell 7.2 nedan utgör energiförbrukning under en blandning av driftmoder samt är framräknade som medelvärden för de tre perioderna 8010-8109, 8027-8126 och 8041-8140. Korrigering har också gjorts så att förbrukningen avser ett helt år d v s 365,25 dygn.

Tabell 7.2 Årsförbrukning av energi i Telekomponentkontoret.

| Energislag | Års förbrukning | Genomsnittlig veckoförbrukning | Årsförbrukning per m ² golvyta | Procentuella fördelningar | | | | |
|---------------------|-----------------|--------------------------------|---|---------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-----------|
| | | | | Total energi | Total el/vattenvärme | Total värmeenergi/övrigt | Total värmeenergi | El energi |
| | | | | MWh/år | kWh/v | kWh/m ² ,år | % | % |
| Total elenergi | 138,6 | 2655 | 79,2 | | 75,8 | | | 100,0 |
| Fläktumsaggregat | 49,8 | 954 | 28,5 | 27,3 | | | | 35,9 |
| Kylaggregat | 1,9 | 37 | 1,1 | 1,0 | | | | 1,4 |
| Belysning och kraft | 60,9 | 1166 | 34,8 | 33,3 | | | | 43,9 |
| Elvärmeenergi | 26,0 | 498 | 14,9 | 14,2 | | | 37,1 | 18,8 |
| Vattenvärmeenergi | 44,1 | 846 | 25,2 | 24,2 | 24,2 | | 62,9 | |
| Total värmeenergi | 70,1 | 1344 | 40,1 | | | 38,4 | 100,0 | |
| Övrig elenergi | 112,6 | 2157 | 64,3 | | | 61,6 | | |
| Total energi | 182,7 | 3501 | 104,4 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | | |

Som framgår av tabellen är byggnaden anmärkningsvärt energisnål. Det behövs enbart 40,1 kWh/m², år för uppvärmning, vilket utgör 38,4% av all energiförbrukning i huset. Man kan också se att fläktumsaggregatet svarar för en stor andel av energiförbrukningen: 28,5 kWh/m², år eller 27,3% av totala energiförbrukningen. Merparten av denna kommer dock uppvärmningen till del eftersom det mesta av fläktarbetet medför förhöjning av temperaturen hos luften (ca 1,5°C vid helfart).

Det bör observeras att detta låga energibehov har uppmätts trots att stora värmeläckage har bevisats förekomma genom husets bottenplatta. Värmeförlusten genom bottenplattan påverkar energibehovet dels direkt med den energi som försvinner genom grunden, dels indirekt genom att temperaturförändringen emellanåt blir felaktig, resulterande i övervärmning av hela huset ovanför bottenvåningen för att temperaturen i bottenvåningen skall bli acceptabel.

Med en förbättrad värmeisolering av grunden kommer således de valda byggnads- och installationssystemen att ge en mycket energisnål byggnad.

7.3 Skillnader i energiåtgång mellan olika fasader och plan

Som framgått tidigare gjordes energimätningar för eleftervärmare såväl per plan som per fasad och för vattenvärmen per fasad. Det finns alltså bra möjligheter att studera hur energiåtgången fördelar sig i huset.

På samma sätt som i kapitel 7.2 har årsförbrukningen beräknats för tre olika perioder 8010-8109, 8027-8126 och 8041-8140 under en blandning av driftmoder. Därefter har ett medelvärde av dessa beräknats samt korrigerats att gälla helt år d v s 365,25 dygn.

I tabell 7.3 nedan finns en sammanställning av netto ventilerad yta, energiförbrukning samt specifik energiförbrukning ($MWh/m^2, \text{år}$). Den senare finns också representerad i figur 7.3. Observera att nettoyta har använts vid beräkningen. Korridorer och andra ej direkt ventilerade utrymmen är ej medtagna. Här framgår, att det inte är någon större skillnad mellan fasaderna. Rummen mot NO-fasaderna drar enbart ca 6% mer energi per m^2 .

Det bör observeras att det obetydliga energitillskott som solinstrålningen i detta fall ger, inte skall tas som indikation på att solenergin alltid har underordnad betydelse. SO-fasaderna skulle kunna ge ett värmetillskott från solinfallet är tyvärr delvis skuggad från närliggande skog de årstider ett energitillskott är av värde för husets uppvärmning.

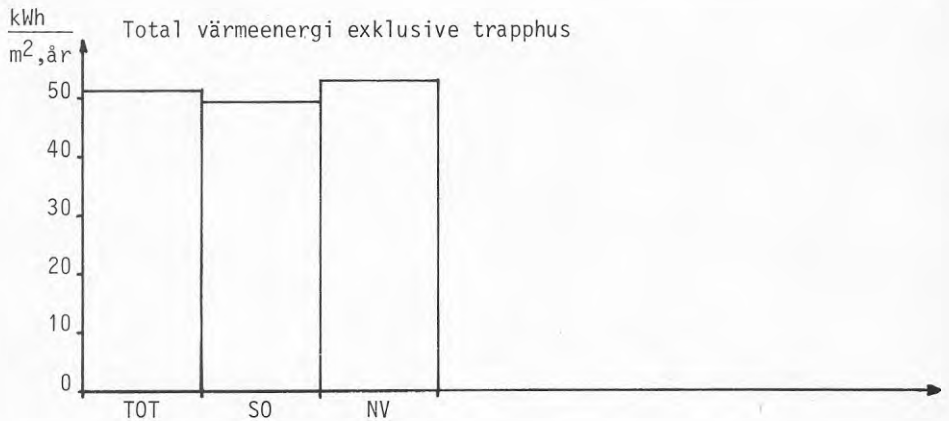
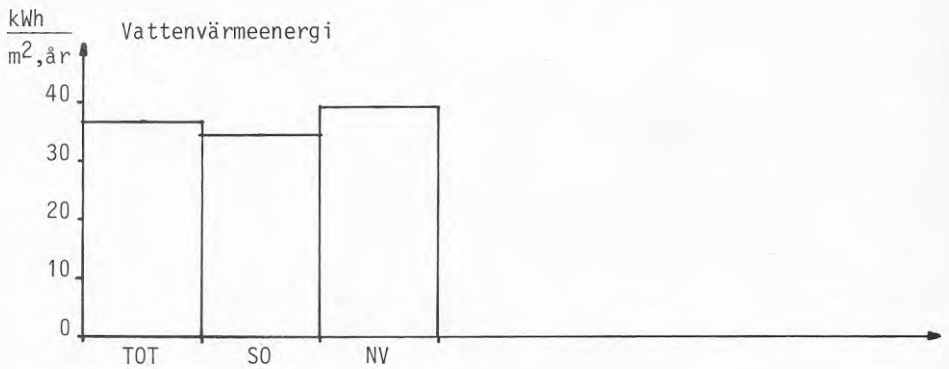
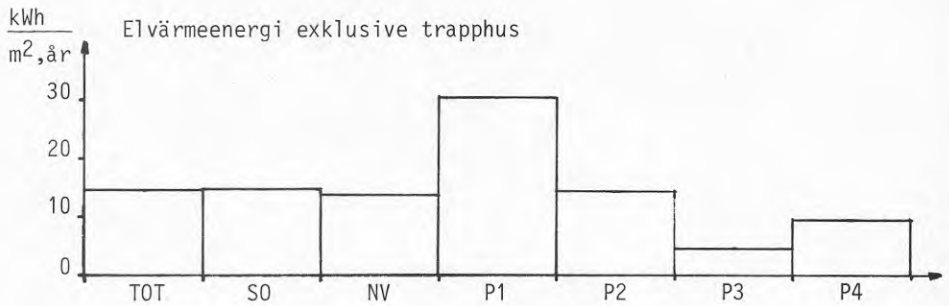
Solvärmen som tillvaratas i frånluftsfönster har fastställts i en undersökning i Lund 1979-81. Cirka hälften av den solenergi som träffar fönstrets utsida kan tillvaratas av den luftström som passerar genom fönstret. Energin i den på så sätt värmda luften kan sedan utnyttjas för exempelvis uppvärmning av uteluft i värmeåtervinningsaggregatet.

När det gäller fördelningen mellan planen kan dock stora skillnader noteras för eleftervärmern. Exempelvis har plan 1 dragit ca 6 ggr mer än plan 3! Hur vattenvärmeenergin via luftflödet upptagits av respektive plan har inte kunnat mätas. Troliga förklaringar till den stora skillnaden mellan planen är att plan 1 och i viss mån plan 4 förlorar mer energi genom transmission p g a större yta mot den kalla omgivningen, golv på grund resp yttertak.

Förmodligen har också skorstenseffekten i trapphusen medfört att värme transporterats uppåt. Däremot tror vi inte att felaktig injustering av luftflödena har förelegat så att lägre luftflöde förekommit för lägre plan. Kontrollmätningar av luftflödena har nämligen gjorts under utvärderingsperioden.

Tabell 7.3 Fördelning av värmeenergiförbrukningen mellan olika fasader resp plan.

| | P L A N | | | | F A S A D | | TOTALT |
|---|---------|------|------|------|-----------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | SO | NV | |
| Netto ventilerad yta (m ²) | 286 | 306 | 305 | 302 | 608 | 591 | 1199 |
| <u>Elvärmeenergi exklusive trapphus</u> | | | | | | | |
| Årsförbrukning (MWh/år) | 8,63 | 4,37 | 1,44 | 2,79 | 9,03 | 8,20 | 17,23 |
| Specifik energiförbrukning (kWh/m ² ,år) | 30,2 | 14,3 | 4,7 | 9,2 | 14,9 | 13,9 | 14,4 |
| <u>Vattenvärmeenergi</u> | | | | | | | |
| Årsförbrukning (MWh/år) | - | - | - | - | 21,01 | 23,11 | 44,12 |
| Specifik energiförbrukning (kWh/m ² ,år) | - | - | - | - | 34,6 | 39,1 | 36,8 |
| <u>Total värmeenergi exklusive elvärme i trapphus</u> | | | | | | | |
| Årsförbrukning (MWh/år) | - | - | - | - | 30,04 | 31,31 | 61,35 |
| Specifik energiförbrukning (kWh/m ² ,år) | - | - | - | - | 49,4 | 53,0 | 51,2 |



Figur 7.3 Fördelning av värmeenergiförbrukningen mellan olika fasader resp plan.

7.4 Lufteftervärmare

Som framgått tidigare användes lufteftervärmare typ FAREX med anslutningseffekten 450 W alt 250 W för olika stora rum.

Vissa erfarenheter från utvärderingsperioden kan dras beträffande erforderlig effekt, placering, inkopplingstider mm.

7.4.1 Erforderlig effekt

Nedan ska först beräknas vilken effekttäthet (W/m^3 ventilerad volym) och vilken maximal temperaturhöjning av tilluften som erhålles med den installation som finns i TK-kontoret.

Luftflödet $q = 12150 \text{ m}^3/h = 3,38 \text{ m}^3/s$.

Av byggnadsvolymens totalt 5500 m^3 utvändiga mått (eller 4725 m^3 invändiga mått) utgör 4324 m^3 uppvärmda delvolym. Av detta utgör ventilerad volym $V = 3238 \text{ m}^3$.

Antalet luftväxlingar per timme

$$n = \frac{q}{V} = \frac{12150}{3238} = 3,75$$

Vid effekten P W erhålles en höjning av tilluftens temperatur med

$$\Delta T = \frac{P \cdot 3600}{1000 \cdot q \cdot \rho \cdot c_p} \text{ } ^\circ\text{C}$$

där $\rho =$ Luftens täthet $= 1,293 \text{ kg/m}^3$

$$c_p = \text{Värme kapacitiveteten} = 1,0 \frac{\text{kWs}}{\text{kg, } ^\circ\text{K}}$$

$$\text{Detta ger } \Delta T = 2,784 \cdot \frac{P}{n}$$

P/V har beräknats för alla rum i huset och varierar från det lägsta värdet $4,9 \text{ W/m}^3$ till det högsta som är $29,8 \text{ W/m}^3$. Genomsnittsvärdet för huset är $9,4 \text{ W/m}^3$.

ΔT varierar då mellan $3,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ och $22,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ med ett genomsnittligt värde på $7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$. För den stationära höjningen utgör $3,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ ett något för lågt värde och $22,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ett alldeles för högt värde. Värmebehovsberäkningar visar att ett rum mitt i fasaden kan behöva en övertemperatur av max ca $4 \text{ } ^\circ\text{C}$ medan ett hörnrum med tre ytor mot uteklimatet fordrar 10 graders övertemperatur. Eftervärmaren behöver således dimensioneras för $\Delta T = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Nu är det inte bara det stationära tillståndet som är intressant utan även hur snabbt uppvärmning kan ske efter natt- och helgsänkning. Här beror det på hur man utnyttjar grunduppvärmningen av luften. I TK-kontoret höjs tilluftens temperatur med hjälp av värmebatterierna i fläktrummet till max $35 \text{ } ^\circ\text{C}$ under uppvärmningsfasen.

Med ett sådant förfarande behöver inte eftervärmarna dimensioneras upp på grund av det dynamiska kravet.

Med ett system liknande det i TK-kontoret rekommenderas således ett ΔT av 6°C , d v s med t ex en luftväxlingshastighet av $n = 3,75$ bör installerad effekt/ m^3 vara

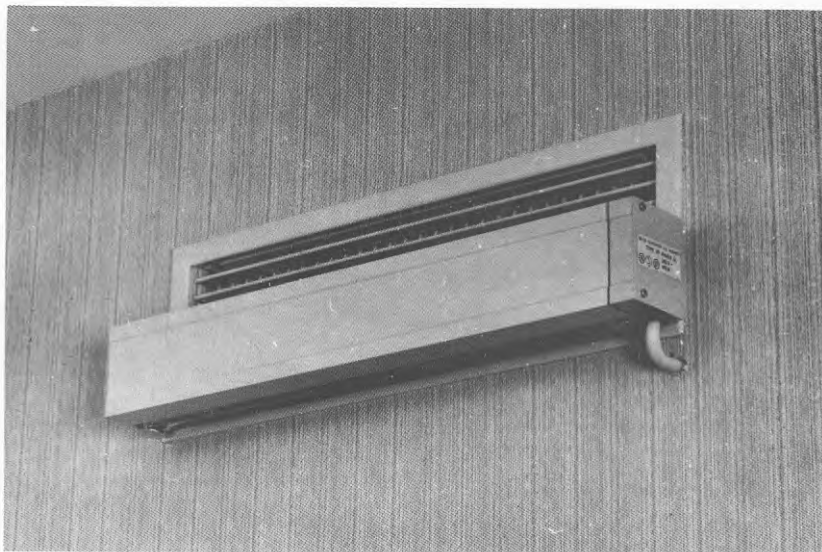
$$\frac{P}{V} = \frac{n \cdot T}{2,784} = 8,1 \text{ W/m}^3$$

Exempelvis fordrar ett 3-modulsrum på 14 m^2 och en takhöjd på $2,7 \text{ m}$ en märkeffekt på ca 300 W .

7.4.2 Tilluftsdonets placering

Det kombinerade tilluftsdon och lufteftervärmare som använts i Telekomponentkontoret får ej sitta för nära taket med tanke på brandrisken vid bortfall av luftflöde. Leverantören anger minimum 200 mm mellan tak och överkant av donet. I TK-kontoret har normalt 300 mm använts. Några som helst problem har ej observerats.

Fördelen med denna typ av eftervärmare jämfört med kanalmonterade är att överhettningsskydd inte erfordras. Se figur 7.4.



Figur 7.4 Lufteftervärmare i Telekomponentkontoret.

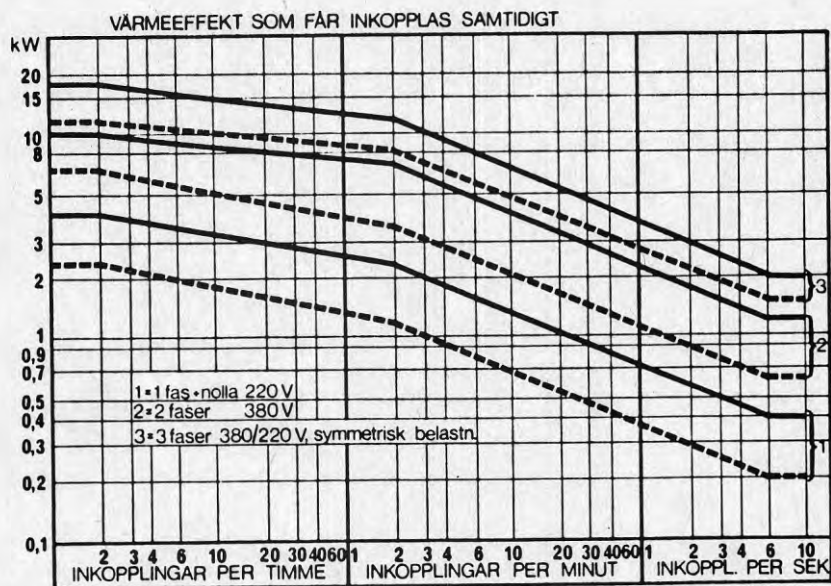
7.4.3 Eldistributörens krav

Det finns vissa krav på hur ofta man får koppla till och från elektriska laster, som man måste beakta vid den här typen av installation. I vårt fall användes så kallad tidsproportionell styrning av pådraget, vilket innebär att en medeleffekt åstadkommes genom att under varje tidsperiod t_p koppla till full effekt P_{max} under en andel a av den perioden. Medeleffekten under ett helt antal perioder t_p blir då $a \cdot P_{\text{max}}$. Sett över längre tid (många sådana perioder) kan man på vänligt sätt använda olika slags regulator typer, som då använder

a som sin utsignal. I vårt fall användes en digital regulator av PI-typ respektive en analog regulator (i reservmod) av P-typ. Det gäller nu att använda en periodtid t_p för pådraget som är betydligt mindre än tidskonstanterna i reglerloopen för att en hygglig reglering ska erhållas. Vid digital reglering använder man dessutom ett samplingsintervall, som är minst en faktor 2 mindre än tidskonstanten i reglerloopen. t_p bör således i sin tur vara betydligt mindre än samplingstiden, helst 5 gånger.

I Telekomponentkontoret gällde att tidskonstanten för reglerlooparna i rummen var ca 5 minuter, samplingsintervallet var 1 minut och t_p valdes till 20 sekunder. Med en så pass kort periodtid gäller det att se upp med effektgränserna som är tillåtna. De normer som eldistributörerna brukar följa är IBL 77. Det finns även en europeisk standard CENELEC publication EN 50.006, som skiljer sig något från den svenska. I figur 7.5 nedan, som är hämtad ur den svenska normen framgår exempelvis att med lasten inkopplad mellan två faser (som i vårt fall) får i icke glesbyggd den maximala effekten vara 6 kW om t_p är 20 sekunder.

Den högsta effekt som styrs från samma manöverpanel i Telekomponentkontoret är 1350W (3 st 450W).



Figur 7.5 Högsta värmeeffekt som får inkopplas samtidigt. Diagrammet gäller för högst 25A mätarsäkring (smältpatron). De streckade linjerna avser nät med mycket låg belastnings-täthet inom glesbygd.

Det gäller vidare att se till att de olika eftervärmarna arbetar asynkront. Detta erhålles enklast genom att de har lokala oberoende regulatorer. Man får dock se upp med vad som händer vid första tillslag t ex efter nattsänkning, detta mera då med tanke på att inte säkringar ska lösa ut. Vi löste det så att undercentralen startade upp de olika regleringarna efter varandra utspritt under ca 1 minut.

7.4.4 Skydd av solid state-reläer

Vid tidsproportionell styrning med den höga frekvens på till- och frånslag som då används kan inte mekaniska reläer användas utan man använder helt elektroniska så kallade solid state-reläer (Triac). Vår erfarenhet är dock att dessa kan slås sönder av transienter på nätet. Visserligen hade vi ett onormalt stort felutfall (se kap 4.2) på grund av fabriktionsfel av en hel serie, men vi anser ändå att vissa skyddsåtgärder ska vidtagas.

Standardlösningen är att man tillsammans med solid state-reläet kopplar en varistor (MOV = Metal Oxid Varistor) tvärs över dess kopplande ingångar. Eventuellt kan det räcka med tre stycken varistorer för varje säkringsgrupp, vilka i triangel kopplas in mellan de tre faserna. Inkopplingen sker då lämpligen i elcentralen.

Varistorernas funktion är att de klipper av transienterna vid viss spänning. Nämnas bör att vi i samband med felutfallen under en längre period gjorde registreringar med en transientanalysator och fann då att det förekom 1-2 st transienter per dygn mellan 100 och 200 V, och ett större antal mindre transienter. De reläer som används i Telekomponentkontoret är av fabrikat NAXAB och är specificerade att tåla högst 800 V. 380 V effektivvärde medför ca 540 V toppspänning varför en överlagrad transient på över 260 V kan slå sönder reläet. Några så stora transienter kunde vi inte registrera, men troligen kan sådana finnas av så kort varaktighet att vår analysator ej kunde uppfatta dem. Förmodligen adderas också effekterna av något mindre transienter så att reläet till slut slås ut.

I likhet med leverantören av solid state-reläer rekommenderar vi anslutning av en varistor vid varje relä även om det går åt fler. Varistorerna kostar för närvarande 10 - 80 kr/st.

8. UTVECKLINGSTENDENSER

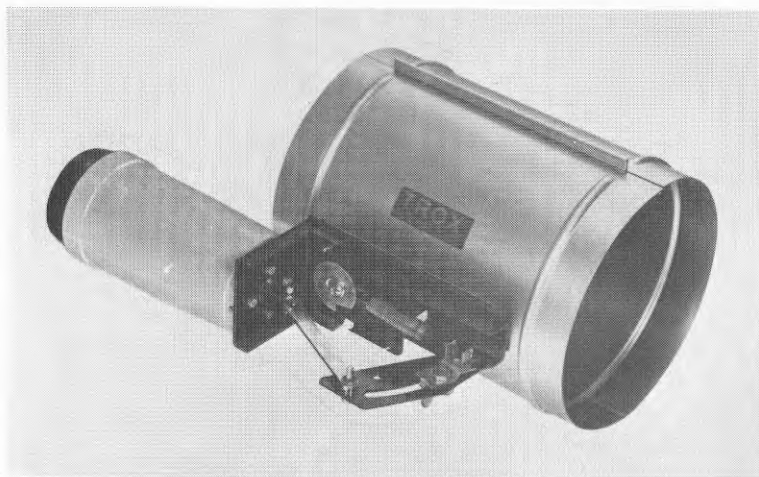
Den energibesparing som erhålles genom att tomma rum tillåts hålla en lägre temperatur har i försöksobjektet visat sig ge en mycket liten effekt. Något annat är inte heller att vänta dels på grund av att temperaturen inte sjunker mer än ett par grader, dels för att det i detta fall inte varit så många rum som stått tomma. Om funktionen kunde utökas så att luftflödet var avstängt när rummet var tomt skulle effekten baserat på överslagsberäkningar bli 10-20 gånger större. Variationen är beroende på hur stor del av luftflödet som är uteluft. Av denna anledning har kontakt tagits med den tillverkande industrin för att diskutera utvecklingen av små och billiga spjäll och ställdon som kunde komma till användning för avstängning av luftflödet till varje rum och som skulle kunna styras av tryckknapparna som indikerar närvaro. Vissa fabriker förekommer redan (se ex.vis Trox AKE, Farex DCA, Fläkt BDEP-2, Rasch RAMS OCH Stifab CRH). Priserna är dock ännu så höga att investeringen inte lär vara intjänad på kortare tid än 10-50 år.

En ytterligare komponent som kan bli av intresse i detta sammanhang är en billig CO₂-indikator som kan ersätta den manuella tryckknappen. CO₂-nivån skall i så fall mätas i rummet eller i rummets frånluftskanal och tilluftsspjället öppnas först när CO₂-halten överstiger ex.vis 700 ppm. Ett litet läckageflöde erforderligt för tomt rum skall finnas även med stängt spjäll. Ett visst arbete med utveckling av billiga CO₂-indikatorer (< 150 SEK) förekommer i Japan. I Lund arbetar också en liten grupp forskare och tekniker på utveckling av en sådan komponent.

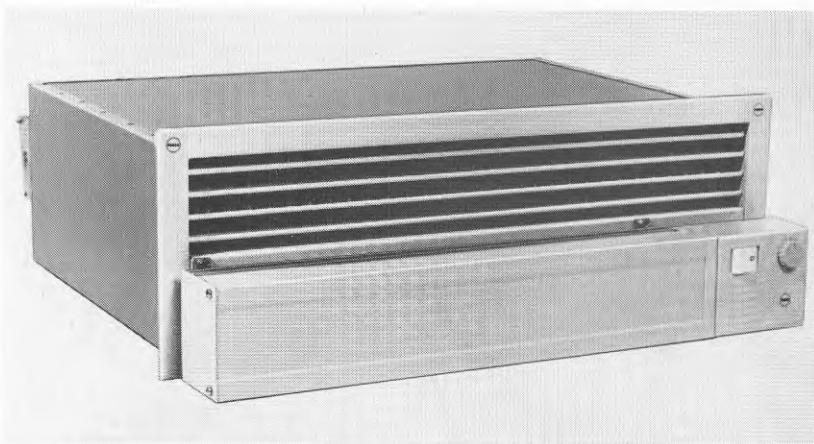
Den eftervärmare för direkt el som utnyttjats i projektet är av fabriken Farex. Fabrikanten har redan i detta projekt vidtagit åtgärder för att värmaren skall anpassas till tilluftsdonets design och ytterligare åtgärder är planerade.

Folkomröstningen angående kärnkraft behandlade bl a frågan om förbud mot direktverkande el och Elanvändningskommitténs förslag till tolkning av omröstningsresultatet kan påverka utnyttjandet av eftervärmare av aktuellt slag. Samråd i denna fråga pågår för närvarande med olika energiverk. Planverkets tolkning är dock att el-eftervärmare, som inte utgör den huvudsakliga uppvärmningsanordningen är tillåtna. Bland andra fabriker av el-eftervärmare som nu förekommer i marknaden kan nämnas Fläkt EMEA, Stifab CEV och PDT samt LHG kanalvärmare. Se figur 8.2.

Utvecklingen av dessa komponenter är tills vidare begränsad i avvaktan på en klar indikation på deras användning i framtiden.



Figur 8.1 Exempel på avstängningsspjäll för rum.



Figur 8.2 Exempel på luftteftervärmare med inbyggd termostat.

9. SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT OCH DISKUSSION

Nedan görs en sammanvägd bedömning beträffande såväl energi-åtgång som komfort.

Jämförelse 1: Vad innebär datorstyrning jämfört med konventionell styrning?

Datorstyrning pekade på en viss mindre energibesparing (4,3%). I huvudsak tror vi den härrör från starttidsoptimeringen. Denna var dock troligen inte tillräckligt optimerad (för snävt inställd) vilket innebär kallare rum på morgnarna speciellt måndagsmorgnarna. Styrningen och regleringen i övrigt var ur komfortsynpunkt likvärdig.

Det bör påpekas att potentialen för energibesparingar genom intelligentare styrning i just försökshuset är ganska liten, eftersom uppbyggnaden av såväl själva huset som värme- och ventilationssystemet med värmeåtervinning i sig innebär mycket låg energiförbrukning. Se mer om detta i kap 7.2.

Datoriserad styrning och övervakning med en central och självständiga undercentraler ger dock (förutom personalbesparingar) stora möjligheter för intresserad driftpersonal att sänka energiförbrukningen ytterligare utan att för mycket äventyra komforten. Om datorsystemet utnyttjas rätt som det fina verktyg det egentligen är, kan driftpersonalen genom successiva förändringar av temperaturbörvärden, drifttiden etc. sänka energiförbrukningen kraftigt. Genom att mäta energiförbrukningen och få regelbundna statistikutskrifts erhålles en bra återmatning på genomförda förändringar.

Under den utvärderingsperiod som här har utförts har några sådana förbättringar av driften ej gjorts. Det primära målet har ej heller varit att undersöka datoriseringens effekter, utan i stället problemen och tekniken kring rumsindividuell temperaturanpassning.

Jämförelse 2: Vad innebär sänkt luftflöde under nätter och helger. Starttidsoptimering används.

Sänkt luftflöde medförde en stor energibesparing (28,2%). De få mätvärdena ger dock inte något säkert stöd för att den normalt är så stor. Att en viss besparing erhålles kan man dock med fog påstå, vilket också är helt naturligt med hänsyn till anläggningens funktion.

Paradoxalt nog innebär flödessänkningen en mer lagom temperatur på såväl morgnar som dagar. En förklaring kan vara att en förhöjning av tilluftstemperaturen gjordes under uppvärmningsperioden. Eftersom båda de använda driftmoderna var utan rumsindividuell temperering och detta innebär en sämre temperaturfördelning i huset som framgår av jämförelse 5, förbättrade troligen den förhöjda temperaturen under uppvärmningen delvis temperaturfördelningen.

Jämförelse 3: Vad innebär därutöver sänkt temperatur under nätter och helger? Starttidsoptimering används.

Temperatursänkningen pekar på ytterligare 8,9% energibesparing. Signifikansen är dock mycket låg. Jämförelserna 2 och 5 tillsammans styrker dock att besparingen bör ligga mellan 5 och 10%, vilket väl överensstämmer med vad som kan förväntas. Nu ska man hålla i minnet att luftflödessänkningen i sig också medför en ofrivillig temperatursänkning p g a uppvärmningssystemets uppbyggnad. Temperatursänkningen medförde att komforttemperatur i genomsnittsrummet uppnåddes senare på morgnarna i vissa rum. Även här bör påpekas att ingen rumsindividuell temperering användes i någon av de jämförda moderna, varför en bra komfort i hela huset inte gick att få. En höjning av tilluftstemperaturen skulle t ex förbättra situationen för det nedersta planet, men medföra för varmt i de översta.

Jämförelse 4: Vad innebär sänkt luftflöde tillsammans med sänkt temperatur jämfört med ingen sänkning alls? Startids-optimering används.

Vid denna jämförelse kunde vi använda driftmoder både med och utan rumsindividuell temperering. Detta innebar större statistiskt underlag för energijämförelsen och, skulle det visa sig mindre komfortskillnader. Det förefaller som om komforten blev något bättre med sänkningen av luftflöde och temperatur.

Energibesparingen blev mycket stor: 35% och säkerheten i resultatet är mycket stor. Besparingen är minst 27,6% med 95% sannolikhet!

Jämförelse 5: Vad innebär rumsindividuell temperaturstyrning oavsett datörisering?

En liten energibesparing (2,4%) erhöles. Signifikansen är dock inte stor för att energibesparing erhöles.

Man kan med fog säga att rumsindividuell temperering inte behöver innebära någon nämnvärd förändring i energiförbrukningen. Någon större energibesparing kan dock ej förväntas. Av formlerna och data kan man räkna ut att sannolikheten är 95% för att skillnaden i energiförbrukning är så liten som mellan -5,6% till +10,4%. Detta kan alltså sägas med hög säkerhet eftersom t-fördelningen är mycket "smal" i detta fall runt medelvärdet för skillnaden på 74 kWh/v. Det stora antalet mätvärden (42 st) och medelvärdesjusteringen är orsaken.

Komforten blev mycket bättre med rumsindividuell temperaturstyrning än utan. Fler tyckte att det var lagom temperatur på morgnarna och för de som inte tyckte detta inträffade lagom temperatur tidigare på förmiddagen. Temperaturregleringen i övrigt var också bättre.

Som framgått av kap 4.1 var vi tvungna att frånga driftmoder utan rumsindividuell temperaturstyrning (moderna 1-4) efter en tid. Personalen ansåg det oacceptabelt under vintertid att använda dessa moder. Rumsindividuell eftervärmning synes således ha stor betydelse för temperaturstyrningen i flerplanshus om inte synnerligen god värmeisolering föreligger. Även när stora skillnader i oavsiktlig värmeförlust mellan olika rum föreligger är behovet av eftervärmare stort.

Jämförelse 6: Vad innebär tidfunktionen vid datorstyrning, dvs att genom knapptryckning erhålla möjligheter till temperering på icke arbetstid (vid övertid t ex) och att inte i onödan temperera ej utnyttjade rum på dagtid?

Moder med tidfunktionen pekade överraskande på en liten ökning av energiförbrukningen. Resultatet är tyvärr statistiskt sett mycket osäkert. Konfidensintervallet 95% sträcker sig ända från -24% till +14%.

Man kunde här ha väntat sig att tidfunktionen skulle medföra energibesparingar i stället för 5% energiökning. Detta kan alltså med 29,4% sannolikhet fortfarande vara fallet. Det som skulle minska energiförbrukningen är givetvis tidfunktionens inverkan dagtid, medan övertidsmöjligheterna har motsatt verkan.

Komforten skilde inte så mycket om tidfunktion användes eller ej. Något fler tyckte faktiskt att det var lagom på morgonen med tidfunktionen. Av de som inte var nöjda med morgontemperaturen ansåg dock fler vid moder utan tidfunktion att det tog lång tid för uppvärmning. Kan det beror på att flera av dessa "glömde" att trycka på knappen under viss tid på morgonen?

Jämförelse 7: Vad innebär starttidsoptimering vid datorstyrning jämfört med att använda en fast tidpunkt för start av uppvärmning?

Starttidsoptimeringen pekade på en energibesparing på ca 24%. Detta förefaller dock att vara ett för högt värde med hänsyn till att besparingen blev totalt 35% p g a sänkt luftflöde och temperatur under nätter och helger. (Se jämförelse 4.)

Man kan dock påstå att energibesparingen är över 11,2% med 95% sannolikhet!

Komforten synes inte ha påverkats av starttidsoptimeringen.

Jämförelse 8: Vad innebär forcerat luftflöde nattetid vid värmeböljor?

Energibehovet under en vecka med forcering kan förväntas vara minst 5% högre än utan forcering med 95% sannolikhet. Enkätundersökningen ger tyvärr ingen information om komfortförhållandena med och utan forcering p g a för få varma mätveckor.

10 REKOMMENDATIONER

De erfarenheter som det omfattande försöket i Arboga har givit kan utgöra underlag för rekommendationer om tillämpning av provade alternativ.

Det tilläppande systemet för uppvärmning och ventilation synes fungera bra och ge god energihushållning. Erforderlig övertemperatur på tilluften i relation till rumsluften blir endast några grader även under extremt kalla dygn. Rumsluftens temperaturgradient i vertikalled har uppmätts till omkring en grad per meter, vilket kan anses vara fullt acceptabelt. När systemet för uppvärmning och ventilation kombineras med ett datoriserat styr- och reglersystem kan en mycket god anpassning av det termiska inomhusklimatet till aktuella önskemål uppnås. Den tillämpade principen för uppvärmning och ventilation i kombination med datorstyrd reglering kan således rekommenderas. Detta gäller även med hänsyn till kostnaderna för installationerna.

Med ledning av de variationer i utförandet som prövats kan anges

- att möjligheterna till sänkt återluftsflöde och avstängt uteluftsflöde skall utnyttjas alla tider verksamheten så medger
- att rumsindividuell temperaturstyrning bör tillämpas
- att indikering av närvaro och därav erhållen energibesparing på grund av lägre temperatur i tomma rum inte är värd den ökade installationskostnaden
- att anpassningen av bastemperaturen i tilluftskanalerna till respektive zon i byggnaden med hänsyn till antalet inkopplade eftervärmare är värd att utnyttja
- att det är viktigt att byggnadens täthet och värmeisolering överensstämmer med rådande krav och är tillfredsställande kontrollerad i det hus där systemet skall tillämpas.

Vidare rekommenderas utveckling och marknadsföring av små billiga spjäll med ställdon lämpliga att anbringa i eller vid tilluftsdon för att reglera luftflödet med hänsyn till rummets aktuella behov av luft. Indikatorer som automatiskt registrerar behovet av luft exempelvis genom CO₂-indikering är också av intresse i så enkelt utförande att de kan utnyttjas för enskilda rum.

LITTERATUR

Fanger, P.O., 1970, Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering. (Danish Technical Press.) Copenhagen.

Fanger, P.O., Valbjörn, O, 1978, Indoor Climate. Effects on human comfort, performance, and health in residential, commercial and light- industry buildings. Proceedings of the first International Indoor Climate Symposium in Copenhagen Aug 30 -Sept 1, 1978. (Danish Building research institute). 895 s. Copenhagen.

Södergren, D, 1981, Fullskaleprov av kontorsmoduler för lagring av solenergi i byggnadsstomme. Slutrapport av ett projekt som finansierats av STU genom anslag nummer 77-6646 till Paul Petersson Konstruktionsbyrå AB. Stockholm.

Malmström, T-G, Ohlsson, S, Sandberg, C, 1981, Förutsättningar för energisnål klimatisering av kontorsbyggnader. Synpunkter och beräkningar. (Statens råd för byggnadsforskning. Anslagsrapport 791253, 195 S.) Tekniska högskolan. Inst för uppvärmnings- och ventilationsteknik, Tekniska meddelanden 203, VOL 10 (1981) Nr 3. Stockholm.

Energikommissionens betänkande 1978, SOU 1978:17.

Installationsbestämmelser för lågspänningsanläggningar (IBL77), 1977, Svenska Elverksföreningens normalbestämmelser av år 1977, (Svenska elverksföreningen) p 24, Stockholm.

Sektorrapporten från Expertgruppen för energihushållning, DsI 1977:13.

ASHRAE handbook and product directory systems, 1980, (ASHRAE, Inc.) New York.

GENELEC publication EN 50.006, (the European Committee for Electrotechnical Standardization).

Adamson, B, 1977, Möjligheter att spara energi i nya hus, VVS 48 (1977), Nr 1, p 27-31.

Andersson, J, 1981, Energisnålt kontorshus, VVS-FORUM 1981, Nr 8, p 52,54-56.

Andersson, L-O, Pal, J, 1980, Energilagring i platsgjutna stomme, Byggmästaren 59 (1980) Nr 11, p 10-12.

Blom, K, 1979, VVS-anleggene i postgirobygget i Oslo, Norsk VVS 22 (1979), Nr 5, p 306, 309, 312, 313, 317, 318, 321.

Eriksson, BE, Löfstedt, B, Norrbäck, K, 1978, Subjektivt bedömd luftkvalitet vid olika uteluftsventilation. En experimentell fältundersökning, VVS 1978, nr 4, p 53-54, 58-60.

Hansen, H, Möller, J, Wegner, S, 1980, VVS anlag i industriens hur, VVS 16 (1980), Nr 2, p 10-20.

Mandorff, S, 1980, Sluta lyxventilera-injustera, VVS 1980, Nr 5-6, p 57-60, 63-64.

Norell, L, 1977, Stora energisparmöjligheter med ventilationsåtgärder, VVS 1977, Nr 5, p 97-99, 104.

VÄRMEBALANS FÖR KONTORSMODUL I STOCKHOLM,
UNDER UPPVÄRMNINGSSÄSONGEN 18.9 TILL 14.5.

| | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------------|
| Dimensioner | 1,2x3,0x4,2 | m |
| Golvarea | 5,04 | m ² |
| Våningshöjd | 3,0 | m |
| Rumshöjd | 2,7 | m |
| Volym | 13,6 | m ³ |
| Fönsterarea SBN 75 | 0,9 | m ² |
| " dagmått (x0,8) | 0,7 | m ² |
| Värmeegenomgångskoefficient, vägg | 0,3 | W/m ² K |
| " fönster | 2,0 | W/m ² K |
| Läckage SBN 75 | 2,1 | m ³ /h |
| Elbelysning, allmän | 15 | W/m ² |
| " skrivbord (60 W) | 12 | W/m ² |
| Personvärme | 10 | W/m ² |

Värmeförluster, t(rum) +20°C.

| | | |
|--|------------|--------------------|
| Transmission, väggar | 86 | kWh/säsong |
| " fönster | 191 | kWh/säsong |
| Läckage 2,1 m ³ /h | 83 | kWh/år |
| Ventilation 10 m ³ /h, kontorstid | <u>130</u> | kWh/år |
| Totalt per modul | 490 | kWh |
| Totalt per m ² golvarea | 97 | kWh/m ² |

Värmetillskott.

| | | |
|------------------------------------|------------|-----------------------------|
| Elbelysning, allmän; (8x1980)/12 h | 100 | kWh/säsong |
| " skrivbord; -"- | 80 | kWh/säsong |
| Personvärme -"- | 67 | kWh/säsong |
| Sol ostfasad, genomsnittlig | <u>124</u> | kWh/säsong |
| Totalt per modul | 371 | kWh/säsong |
| Totalt per m ² golvarea | 74 | kWh/m ² , säsong |

ENKÄTUNDERSÖKNING AVSEENDE
VÄRME OCH VENTILATION I
TK-KONTORET

NAMN

AVD

RUMSNUMMER

ANVISNINGAR

Detta frågeformulär avser Dina åsikter om komforten i TK-kontoret under måndag t o m torsdag i den vecka som angivits på nästa sida. Formuläret utdelas vid undersökningsveckans början så att Du kan observera temperaturen inomhus.

I slutet av veckan fyller Du i formuläret. Riv därefter bort denna förstasidan och skicka formuläret till Gunnel Udd avd 4201 senast följande måndag.

En allmän orientering om denna enkätundersökning finns i PM 8940-CMR-PM25, 1980-02-12 "Information om enkätundersökning avseende värme och ventilation i TK-kontoret vid FFV-U/CVA", vilken har utsänts tidigare.

Vid frågor om enkäten ring Stig Jansson tel 531, eller kontaktman i TK-kontoret Kjell-Ove Johansson tel 908.

| |
|---|
| <p>ENKÄTUNDERSÖKNING AVSEENDE VÄRME OCH VENTILATION I TK-KONTORET</p> |
|---|

Återsänd det ifyllda formuläret till Gunnel Udd avd 4201

1-5 URVALSNUMMER (Urvalsnumret används vid SCB:s databehandling)

6-7 PERIOD (Ifylles av SCB)

VECKA

Fråga 1

Markera med kryss i tablån de perioder Du vistades i Ditt rum
åtminstone 1 timme

måndag tisdag onsdag torsdag

8-11

fm

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

(Fredag ingår ej i enkäten)

12-15

em

Om Du var frånvarande samtliga perioder:

16 sätt ett kryss i rutan och återlämna blanketten, TACK!

FRÅGORNA PÅ DENNA SIDA BESVARAS ENDAST OM DU VAR NÄRVARANDE MÅNDAG FM

Fråga 2

Du som var närvarande på måndag fm: Hur var temperaturen i Ditt rum när Du kom?

- 1 För kallt för att kunna arbeta
- 2 Något svalt, men arbetet påverkades inte
- 3 Lagom → Fråga 4
- 4 Varmare än jag vill ha det → Fråga 4
- 5 Ingen åsikt → Fråga 4

17

Fråga 3

Vid vilken tid på måndagen blev det lagom varmt i Ditt rum?

- 1 08.00 - 0900
- 2 09.00 - 10.00
- 3 10.00 - 11.00
- 4 11.00 eller senare
- 5 Det blev aldrig lagom varmt
- 6 Vet inte

18

FRÅGORNA PÅ DENNA SIDA BESVARAS ENDAST OM DU VAR NÄRVARANDE
MINST EN AV PERIODERNA TISDAG - TORSDAG FM

Fråga 4

Hur var temperaturen i Ditt rum när Du kom på tisdag-torsdag morgon?

- 1 För kallt för att kunna arbeta
- 2 Något svalt, men arbetet påverkades inte
- 3 Lagom → Fråga 6
- 4 Varmare än jag vill ha det → Fråga 6
- 5 Ingen åsikt → Fråga 6

19

Fråga 5

Vid vilken tid på dagarna (förutom måndag) blev det lagom varmt i Ditt rum?

- 1 08.00 - 09.00
- 2 09.00 - 10.00
- 3 10.00 - 11.00
- 4 11.00 eller senare
- 5 Det blev aldrig lagom varmt
- 6 Vet inte

20

Fråga 6

Hur upplevde Du temperaturregleringen (temperaturvariationen) i Ditt rum under veckan (efter temperaturhöjning på morgon)?

- 1 Tillfredsställande
- 2 Vanligen för varmt
- 3 Vanligen för kallt
- 4 Störande oregelbunden
- 5 Ingen åsikt

21

| | |
|-------------------------------|---|
| Fråga 7 22 | <p>Kände Du drag i Ditt rum under perioden? (Ange endast ett alternativ.)</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Nej</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ja, golvdrag</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Ja, fönsterdrag</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Ja, drag från ventilen</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Ja, annat drag. Ange var</p> |
| Fråga 8 23 | <p>Kändes någon del av Ditt rum kallare än övriga rummet? (Ange endast ett alternativ.)</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Nej</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ja, närmast fönstret</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Ja, vid golvet</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Ja, under bord</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Ja, annan plats. Ange vilken</p> |
| Fråga 9 24 25 26 | <p>Användes under perioden några värmealstrande apparater (förutom lampor) i Ditt rum? Ange ungefärlig sammanlagd effekt.</p> <p><input type="checkbox"/> Nej</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, instrument W</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, annat W</p> |
| Fråga 10 27 | <p>Hur stor del av Din närvarotid var fönster öppet/öppna i Ditt rum?</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Inte alls → Fråga 12</p> <p>2 <input type="checkbox"/> 0 - 10 %</p> <p>3 <input type="checkbox"/> 10 - 50 %</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Mer än 50 %</p> |

| | |
|----------|---|
| Fråga 11 | Varför var fönstret öppet? |
| 28 | 1 <input type="checkbox"/> För temperaturreglering 2 <input type="checkbox"/> För att vädra ut dålig luft 3 <input type="checkbox"/> Annan anledning |
| Fråga 12 | Hur stor del av Din närvarotid var dörren öppen? |
| 29 | 1 <input type="checkbox"/> Endast för in- och utpassage → Fråga 14 2 <input type="checkbox"/> 0 - 10 % 3 <input type="checkbox"/> 10 - 50 % 4 <input type="checkbox"/> Mer än 50 % |
| Fråga 13 | Varför var dörren öppen? |
| 30 | 1 <input type="checkbox"/> För temperaturreglering 2 <input type="checkbox"/> För att vädra ut dålig luft 3 <input type="checkbox"/> Annan anledning |
| Fråga 14 | Röker Du eller Din rumskamrat? |
| 31 | 1 <input type="checkbox"/> Ja 2 <input type="checkbox"/> Nej |

| | | | | |
|----------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fråga 15 | Vad anser Du om värmekomforten i övriga delar av byggnaden under perioden? Ange ett kryss för varje utrymme. | | | |
| | Onödigt varmt | Lagom | För kallt | Ingen åsikt |
| 32 | Entré | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 33 | Trapphus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 34 | Korridorer | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 35 | Kapprum | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 36 | Toaletter | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 37 | Pausrum | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 38 | Konferensrum | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | | | | 4 |
| Fråga 16 | Vilken önskad temperatur var manöverpanelen i Ditt rum vanligen inställd på under veckan? | | | |
| | 1 | <input type="checkbox"/> | mindre än 17° | |
| | 2 | <input type="checkbox"/> | 17° - 19° | |
| | 3 | <input type="checkbox"/> | 19° - 21° | |
| | 4 | <input type="checkbox"/> | 21° - 23° | |
| | 5 | <input type="checkbox"/> | 23° - 25° | |
| 39 | 6 | <input type="checkbox"/> | mer än 25° | |

Andra synpunkter på komforten i TK-kontoret mottas tacksamt nedan.

TACK FÖR HJÄLPEN!

Tabell 4.1 Genomförda utvärderingsveckor.

| Vecko- nr | Mod | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5A | 6 | 6A | 7 | 9 | 10 | 11 | Ej godkänd p g, a | | |
|--------------|-----|-----|----|-----|-----|------|------|--------|-------|--------|------|----|-----|-------------------|-----------------------|------------|
| | | KS2 | D | DS1 | DS2 | DS2R | DS2R | DS2RT | DS2RT | DS2RTF | KS2R | DR | DRT | Odef. mod | Semester, Tånghelg | Störningar |
| 8010 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | GE | | | G G | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | GE | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | GE | | | GE | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | GE | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | U | | | U | | | | | | | | | U | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | K |
| 20 | | | | | | | | G | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | G | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | GE | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | G | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | GE | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | G | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | G | | | | | | |
| 27 | | U | | | | | | | | U | | | | U | | |

Förklaringar: G = Godkänd
 K = Endast godkänd för regressionsanalys
 U = Underkänd
 E = Enkätundersökning genomförd

Tabell 4.1 Genomförda utvärderingsveckor.

| Vecko- nr | Mod | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5A | 6 | 6A | 7 | 9 | 10 | 11 | Ej godkänd p g a | | |
|--------------|-----|-----|---|-----|-----|------------|------|-------|-------|--------|------|----|-----|------------------|-----------------------|------------|
| | | KS2 | D | DS1 | DS2 | DS2R GE | DS2R | DS2RT | DS2RT | DS2RTF | KS2R | DR | DRT | Odef. mod | Semester, långhelg | Störningar |
| 8050 | | | | | | GE | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | GE | | U | | | | | | U | | |
| 52 | | | | | | | | U | | | | | | U | | |
| 8101 | | | | | | | | U | | | | | | U | | |
| 02 | | | | | | | | U | | | | | | U | | U |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | G | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | GE | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | G | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | G | GE | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | GE | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | GE | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | G | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | U | | | | | U | | U |
| 18 | | | | | | | | | U | | | | | | | U |
| 19 | | | | | | | | | U | | | | | | | K |
| 20 | | | | | | | | | K | | | | | | | K |
| | | | | | | | | | G | | | | | | | |

SAMMANSTÄLLDA ENERGI- OCH VÄDERDATA

Tabell 5.1 Förbrukning av vattenvärmeenergi (kWh/vecka).

| Mod | Veckonr | SO-fasad | NV-fasad | S:a Hus | Anm |
|-----|---------|----------|----------|---------|-----|
| 6 | 8010 | 536 | 436 | 972 | |
| 6 | 8011 | 644 | 476 | 1120 | |
| 4 | 8012 | 836 | 764 | 1600 | |
| 3 | 8013 | 1132 | 1252 | 2384 | |
| 5 | 8014 | 252 | 304 | 556 | |
| 6 | 8015 | 132 | 136 | 268 | |
| 2 | 8016 | 560 | 608 | 1168 | |
| 1 | 8017 | 584 | 424 | 1008 | |
| 3 | 8019 | 176 | 160 | 336 | * |
| 6 | 8020 | 24 | 32 | 56 | |
| 6 | 8021 | 8 | 12 | 20 | |
| 6 | 8022 | 0 | 4 | 4 | |
| 7 | 8023 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 8024 | 4 | 4 | 8 | |
| 7 | 8025 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 8026 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 8032 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 8033 | 0 | 4 | 4 | |
| 1 | 8034 | 8 | 0 | 8 | |
| 2 | 8035 | 8 | 4 | 12 | |
| 4 | 8036 | 8 | 8 | 16 | |
| 3 | 8037 | 0 | 8 | 8 | |
| 7 | 8038 | 20 | 28 | 48 | |
| 7 | 8039 | 20 | 20 | 40 | |
| 1 | 8040 | 8 | 4 | 12 | |
| 2 | 8041 | 464 | 452 | 916 | |
| 4 | 8042 | 212 | 164 | 376 | |
| 5 | 8043 | 332 | 256 | 588 | |
| 5 | 8044 | 304 | 256 | 560 | * |
| 5+1 | 8045 | 888 | 888 | 1776 | * |
| 5 | 8046 | 768 | 688 | 1456 | |
| 5 | 8047 | 704 | 512 | 1216 | * |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.1 Förbrukning av vattenvärmeenergi (kWh/vecka).

| Mod | Veckonr | S0-fasad | NV-fasad | S:a Hus | Anm |
|-----|---------|----------|----------|---------|-----|
| 5 | 8048 | 912 | 1032 | 1944 | * |
| 5 | 8049 | 968 | 828 | 1796 | |
| 5 | 8050 | 936 | 884 | 1820 | |
| 5 | 8051 | 588 | 584 | 1172 | |
| 6A | 8104 | 2188 | 2536 | 4724 | |
| 6A | 8105 | 1160 | 1236 | 2396 | |
| 6A | 8106 | 264 | 544 | 808 | |
| 9 | 8107 | 712 | 668 | 1380 | |
| 10 | 8108 | 1220 | 1488 | 2708 | |
| 9 | 8109 | 784 | 1048 | 1832 | |
| 9 | 8110 | 796 | 1048 | 1844 | |
| 11 | 8111 | 720 | 1012 | 1732 | |
| 5A | 8112 | 720 | 1060 | 1780 | |
| 9 | 8113 | 248 | 276 | 524 | |
| 9 | 8114 | 260 | 296 | 556 | |
| 6A | 8115 | 128 | 152 | 280 | |
| 6A | 8118 | 196 | 328 | 524 | * |
| 6A | 8119 | 100 | 280 | 380 | * |
| 6A | 8120 | 4 | 20 | 24 | |
| 11 | 8121 | 84 | 100 | 184 | |
| 4 | 8123 | 52 | 96 | 148 | |
| 4 | 8125 | 0 | 4 | 4 | |
| 4 | 8131 | 0 | 4 | 4 | |
| 4 | 8132 | 0 | 4 | 4 | |
| 4 | 8133 | 0 | 4 | 4 | |
| 4 | 8134 | 4 | 0 | 4 | |
| 1 | 8135 | 4 | 4 | 8 | |
| 1 | 8136 | 12 | 0 | 12 | |
| 1 | 8137 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 8138 | 12 | 0 | 12 | |
| 1 | 8139 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 8140 | 0 | 0 | 0 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.2 Förbrukning av elenergi för elektriska eftervärmare i rum (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | SO-fasad | | | | | NV-fasad | | | | | SO + NV-fasad | | | | |
|-----|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a SO | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a NV | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a Hus |
| 6 | 8010 | 194 | 25 | 63 | 3 | 285 | 168 | 92 | 45 | 7 | 312 | 362 | 117 | 108 | 10 | 597 |
| 6 | 8011 | 214 | 156 | 69 | 144 | 583 | 237 | 140 | 93 | 27 | 497 | 451 | 296 | 162 | 171 | 1080 |
| 4 | 8012 | 44 | 37 | 30 | 51 | 162 | 39 | 67 | 66 | 6 | 178 | 83 | 104 | 96 | 57 | 340 |
| 3 | 8013 | 50 | 41 | 21 | 32 | 144 | 148 | 41 | 20 | 6 | 215 | 198 | 82 | 41 | 38 | 359 |
| 5 | 8014 | 45 | 18 | 9 | 22 | 94 | 81 | 36 | 10 | 9 | 136 | 126 | 54 | 19 | 31 | 230 |
| 6 | 8015 | 216 | 106 | 45 | 59 | 426 | 209 | 84 | 43 | 7 | 343 | 425 | 190 | 88 | 66 | 769 |
| 2 | 8016 | 5 | 53 | 5 | 8 | 71 | 3 | 8 | 7 | 6 | 24 | 8 | 61 | 12 | 14 | 95 |
| 1 | 8017 | 33 | 98 | 8 | 11 | 150 | 96 | 22 | 6 | 6 | 130 | 129 | 120 | 14 | 17 | 280 |
| 3 | 8019 | 66 | 44 | 12 | 13 | 135 | 110 | 36 | 7 | 7 | 160 | 176 | 80 | 19 | 20 | 295 |
| 6 | 8020 | 93 | 26 | 12 | 18 | 149 | 98 | 28 | 12 | 8 | 146 | 191 | 54 | 24 | 26 | 295 |
| 6 | 8021 | 84 | 19 | 8 | 12 | 123 | 72 | 16 | 10 | 8 | 106 | 156 | 35 | 18 | 20 | 229 |
| 6 | 8022 | 57 | 18 | 5 | 8 | 88 | 108 | 19 | 7 | 7 | 141 | 165 | 37 | 12 | 15 | 229 |
| 7 | 8023 | 51 | 11 | 6 | 10 | 78 | 45 | 10 | 7 | 6 | 68 | 96 | 21 | 13 | 16 | 146 |
| 7 | 8024 | 15 | 7 | 6 | 8 | 36 | 4 | 8 | 6 | 6 | 24 | 19 | 15 | 12 | 14 | 60 |
| 7 | 8025 | 17 | 11 | 8 | 11 | 47 | 5 | 41 | 29 | 9 | 84 | 22 | 52 | 37 | 20 | 131 |
| 7 | 8026 | 12 | 4 | 3 | 4 | 23 | 7 | 30 | 4 | 4 | 45 | 19 | 34 | 7 | 8 | 68 |
| 7 | 8032 | 4 | 13 | 6 | 8 | 31 | 11 | 9 | 6 | 6 | 32 | 15 | 22 | 12 | 14 | 63 |
| 6 | 8033 | 6 | 16 | 5 | 8 | 35 | 10 | 17 | 7 | 6 | 40 | 16 | 33 | 12 | 14 | 75 |
| 1 | 8034 | 42 | 34 | 15 | 8 | 99 | 5 | 10 | 7 | 7 | 29 | 47 | 44 | 22 | 15 | 128 |
| 2 | 8035 | 15 | 23 | 7 | 8 | 53 | 35 | 8 | 7 | 6 | 56 | 50 | 31 | 14 | 14 | 109 |
| 4 | 8036 | 13 | 22 | 6 | 9 | 50 | 5 | 9 | 6 | 7 | 27 | 18 | 31 | 12 | 16 | 77 |
| 3 | 8037 | 5 | 20 | 5 | 7 | 37 | 4 | 8 | 6 | 6 | 24 | 9 | 28 | 11 | 13 | 61 |
| 7 | 8038 | 130 | 83 | 16 | 38 | 267 | 142 | 68 | 18 | 9 | 237 | 272 | 151 | 34 | 47 | 504 |
| 7 | 8039 | 120 | 72 | 19 | 49 | 260 | 163 | 62 | 22 | 6 | 253 | 283 | 134 | 41 | 55 | 513 |
| 1 | 8040 | 70 | 49 | 5 | 9 | 133 | 77 | 44 | 6 | 6 | 133 | 147 | 93 | 11 | 15 | 266 |
| 2 | 8041 | 52 | 29 | 6 | 8 | 95 | 138 | 53 | 7 | 7 | 205 | 190 | 82 | 13 | 15 | 300 |
| 4 | 8042 | 52 | 32 | 7 | 10 | 101 | 127 | 57 | 8 | 8 | 200 | 179 | 89 | 15 | 18 | 301 |
| 5 | 8043 | 88 | 55 | 24 | 78 | 245 | 258 | 108 | 30 | 21 | 417 | 346 | 163 | 54 | 99 | 662 |
| 5 | 8044 | 161 | 95 | 55 | 192 | 503 | 344 | 140 | 87 | 24 | 595 | 505 | 235 | 142 | 216 | 1098 |
| 5+1 | 8045 | 147 | 111 | 20 | 73 | 351 | 201 | 106 | 26 | 11 | 344 | 348 | 217 | 46 | 84 | 695 |
| 5 | 8046 | 176 | 87 | 34 | 35 | 332 | 198 | 98 | 23 | 9 | 328 | 374 | 185 | 57 | 44 | 660 |
| 5 | 8047 | 214 | 149 | 22 | 97 | 482 | 272 | 102 | 50 | 25 | 449 | 486 | 251 | 72 | 122 | 931 |
| 5 | 8048 | 102 | 61 | 23 | 60 | 246 | 127 | 58 | 15 | 8 | 208 | 229 | 119 | 38 | 68 | 454 |
| 5 | 8049 | 149 | 100 | 40 | 125 | 414 | 183 | 138 | 23 | 37 | 381 | 332 | 238 | 63 | 162 | 795 |
| 5 | 8050 | 116 | 78 | 42 | 96 | 332 | 122 | 97 | 19 | 20 | 258 | 238 | 175 | 61 | 116 | 590 |
| 5 | 8051 | 107 | 58 | 24 | 69 | 258 | 88 | 66 | 18 | 23 | 195 | 195 | 124 | 42 | 92 | 453 |

Tabell 5.2. Förbrukning av elenergi för elektriska eftervärmare i rum (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | SO-fasad | | | | | NV-fasad | | | | | SO + NV-fasad | | | | |
|-----|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a SO | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a NV | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | S:a Hus |
| 6A | 8104 | 101 | 64 | 16 | 109 | 290 | 65 | 32 | 9 | 21 | 127 | 166 | 96 | 25 | 130 | 417 |
| 6A | 8105 | 88 | 68 | 17 | 102 | 275 | 39 | 20 | 7 | 17 | 83 | 127 | 88 | 24 | 119 | 358 |
| 6A | 8106 | 91 | 38 | 12 | 22 | 163 | 28 | 17 | 7 | 18 | 70 | 119 | 55 | 19 | 40 | 233 |
| 9 | 8107 | 144 | 88 | 23 | 96 | 351 | 110 | 80 | 35 | 35 | 260 | 254 | 168 | 58 | 131 | 611 |
| 10 | 8108 | 145 | 46 | 15 | 90 | 296 | 74 | 45 | 13 | 55 | 187 | 219 | 91 | 28 | 145 | 483 |
| 9 | 8109 | 205 | 96 | 20 | 131 | 452 | 254 | 132 | 31 | 74 | 491 | 459 | 228 | 51 | 205 | 943 |
| 9 | 8110 | 129 | 40 | 18 | 46 | 233 | 140 | 37 | 19 | 44 | 240 | 269 | 77 | 37 | 90 | 473 |
| 11 | 8111 | 103 | 41 | 16 | 36 | 196 | 55 | 33 | 10 | 26 | 124 | 158 | 74 | 26 | 62 | 320 |
| 5A | 8112 | 115 | 36 | 13 | 48 | 212 | 120 | 35 | 9 | 39 | 203 | 235 | 71 | 22 | 87 | 415 |
| 9 | 8113 | 16 | 29 | 16 | 47 | 108 | 1 | 21 | 10 | 37 | 69 | 17 | 50 | 26 | 84 | 177 |
| 9 | 8114 | 105 | 27 | 19 | 16 | 167 | 75 | 38 | 9 | 22 | 144 | 180 | 65 | 28 | 38 | 311 |
| 6A | 8115 | 109 | 13 | 8 | 10 | 140 | 26 | 59 | 7 | 18 | 110 | 135 | 72 | 15 | 28 | 250 |
| 6A | 8118 | 75 | 17 | 7 | 8 | 107 | 29 | 50 | 5 | 18 | 102 | 104 | 67 | 12 | 26 | 209 |
| 6A | 8119 | 105 | 36 | 10 | 12 | 163 | 48 | 70 | 10 | 22 | 150 | 153 | 106 | 20 | 34 | 313 |
| 6A | 8120 | 79 | 11 | 5 | 9 | 104 | 29 | 58 | 7 | 14 | 108 | 108 | 69 | 12 | 23 | 212 |
| 11 | 8121 | 36 | 3 | 2 | 3 | 44 | 4 | 21 | 2 | 4 | 31 | 40 | 24 | 4 | 7 | 75 |
| 4 | 8123 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 4 | 8125 | 38 | 0 | 0 | 0 | 38 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 45 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 4 | 8131 | 78 | 0 | 0 | 0 | 78 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 84 | 0 | 0 | 0 | 84 |
| 4 | 8132 | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 | 37 | 0 | 0 | 0 | 37 | 48 | 0 | 0 | 0 | 48 |
| 4 | 8133 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 48 | 0 | 0 | 0 | 48 | 67 | 0 | 0 | 0 | 67 |
| 4 | 8134 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 127 | 0 | 0 | 0 | 127 | 151 | 0 | 0 | 0 | 151 |
| 1 | 8135 | 31 | 0 | 0 | 0 | 31 | 161 | 0 | 0 | 0 | 161 | 192 | 0 | 0 | 0 | 192 |
| 1 | 8136 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 103 | 0 | 0 | 0 | 103 | 125 | 0 | 0 | 0 | 125 |
| 1 | 8137 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 35 | 0 | 0 | 0 | 35 | 45 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 1 | 8138 | 32 | 0 | 0 | 0 | 32 | 78 | 0 | 0 | 0 | 78 | 110 | 0 | 0 | 0 | 110 |
| 1 | 8139 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 | 51 | 0 | 0 | 0 | 51 | 63 | 0 | 0 | 0 | 63 |
| 1 | 8140 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 16 | 8 | 1 | 1 | 26 | 17 | 9 | 2 | 2 | 30 |

Tabell 5.3 Sammanställning av totala elförbrukningen (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | El- efter- värmare | Elvärme trapp- hus | Fläkt- rums- aggregat | Kyl- aggregat | Belys- ning och kraft | Totalt | Anm |
|-----|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|--------|-----|
| 6 | 8010 | 597 | 144 | 831 | 0 | 948 | 2520 | |
| 6 | 8011 | 1080 | 154 | 771 | 0 | 1355 | 3360 | |
| 4 | 8012 | 340 | 57 | 805 | 0 | 1318 | 2520 | |
| 3 | 8013 | 359 | 224 | 714 | 0 | 1013 | 2310 | |
| 5 | 8014 | 230 | 174 | 548 | 0 | 908 | 1860 | |
| 6 | 8015 | 769 | 334 | 673 | 0 | 774 | 2550 | |
| 2 | 8016 | 95 | 154 | 1717 | 0 | 1154 | 3120 | |
| 1 | 8017 | 280 | 0 | 712 | 0 | 988 | 1980 | |
| 3 | 8019 | 295 | 155 | 1005 | 0 | 1055 | 2510 | * |
| 6 | 8020 | 295 | 0 | 1103 | 0 | 1062 | 2460 | |
| 6 | 8021 | 229 | 0 | 1105 | 0 | 1226 | 2560 | |
| 6 | 8022 | 229 | 0 | 547 | 0 | 994 | 1770 | |
| 7 | 8023 | 146 | 0 | 918 | 0 | 1276 | 2340 | |
| 7 | 8024 | 60 | 0 | 1286 | 0 | 904 | 2250 | |
| 7 | 8025 | 131 | 0 | 1440 | 20 | 1319 | 2910 | |
| 7 | 8026 | 68 | 0 | 688 | 40 | 704 | 1500 | |
| 7 | 8032 | 63 | 0 | 1225 | 10 | 952 | 2250 | |
| 6 | 8033 | 75 | 0 | 564 | 30 | 1161 | 1830 | |
| 1 | 8034 | 128 | 0 | 1105 | 20 | 1087 | 2340 | |
| 2 | 8035 | 109 | 0 | 1705 | 20 | 1166 | 3000 | |
| 4 | 8036 | 77 | 0 | 713 | 20 | 1290 | 2100 | |
| 3 | 8037 | 61 | 0 | 713 | 20 | 1006 | 1800 | |
| 7 | 8038 | 504 | 0 | 782 | 20 | 1424 | 2730 | |
| 7 | 8039 | 513 | 0 | 802 | 20 | 1185 | 2520 | |
| 1 | 8040 | 266 | 0 | 657 | 20 | 1337 | 2280 | |
| 2 | 8041 | 300 | 274 | 1755 | 30 | 1271 | 3630 | |
| 4 | 8042 | 301 | 338 | 937 | 20 | 1314 | 2910 | |
| 5 | 8043 | 662 | 219 | 696 | 20 | 1253 | 2850 | |
| 5 | 8044 | 1098 | 270 | 619 | 20 | 1293 | 3300 | * |
| 5+1 | 8045 | 695 | 323 | 845 | 20 | 1447 | 3330 | * |
| 5 | 8046 | 660 | 182 | 834 | 20 | 1154 | 2850 | |
| 5 | 8047 | 931 | 241 | 590 | 20 | 1338 | 3120 | * |
| 5 | 8048 | 454 | 161 | 585 | 20 | 1420 | 2640 | * |
| 5 | 8049 | 795 | 143 | 969 | 20 | 1553 | 3480 | |
| 5 | 8050 | 590 | 268 | 1012 | 20 | 1500 | 3390 | |
| 5 | 8051 | 453 | 383 | 741 | 20 | 1463 | 3060 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.3 Sammanställning av totala elförbrukningen (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | El- efter- värmare | Elvärme- trapp- hus | Fläkt- rums- aggregat | Kyl- aggregat | Belys- ning och kraft | Totalt | Anm |
|-----|--------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|--------|-----|
| 6A | 8104 | 417 | 380 | 1032 | 20 | 1451 | 3300 | |
| 6A | 8105 | 358 | 350 | 889 | 20 | 1473 | 3090 | |
| 6A | 8106 | 233 | 366 | 861 | 20 | 1550 | 3030 | |
| 9 | 8107 | 611 | 356 | 933 | 20 | 1470 | 3390 | |
| 10 | 8108 | 483 | 271 | 1806 | 20 | 1410 | 3990 | |
| 9 | 8109 | 943 | 327 | 953 | 20 | 1357 | 3600 | |
| 9 | 8110 | 473 | 342 | 946 | 20 | 1429 | 3210 | |
| 11 | 8111 | 320 | 341 | 1755 | 20 | 1374 | 3810 | |
| 5A | 8112 | 415 | 340 | 928 | 20 | 1327 | 3030 | |
| 9 | 8113 | 177 | 314 | 910 | 20 | 1639 | 3060 | |
| 9 | 8114 | 311 | 285 | 824 | 20 | 1170 | 2610 | |
| 6A | 8115 | 250 | 269 | 1110 | 20 | 1351 | 3000 | |
| 6A | 8118 | 209 | 57 | 800 | 20 | 1254 | 2340 | * |
| 6A | 8119 | 313 | 209 | 721 | 20 | 1137 | 2400 | * |
| 6A | 8120 | 212 | 80 | 816 | 20 | 1242 | 2370 | |
| 11 | 8121 | 75 | 0 | 1542 | 140 | 1633 | 3390 | |
| 4 | 8123 | 18 | 0 | 573 | 150 | 759 | 1500 | |
| 4 | 8125 | 45 | 0 | 704 | 20 | 1001 | 1770 | |
| 4 | 8131 | 84 | 0 | 834 | 330 | 1212 | 2460 | |
| 4 | 8132 | 48 | 0 | 840 | 120 | 762 | 1770 | |
| 4 | 8133 | 67 | 0 | 832 | 190 | 1071 | 2160 | |
| 4 | 8134 | 151 | 0 | 1259 | 20 | 1240 | 2670 | |
| 1 | 8135 | 192 | 0 | 1033 | 30 | 1505 | 2760 | |
| 1 | 8136 | 125 | 0 | 839 | 20 | 1176 | 2160 | |
| 1 | 8137 | 45 | 0 | 750 | 10 | 785 | 1590 | |
| 1 | 8138 | 110 | 0 | 1106 | 30 | 1334 | 2580 | |
| 1 | 8139 | 63 | 0 | 710 | 20 | 1127 | 1920 | |
| 1 | 8140 | 30 | 0 | 759 | 10 | 1041 | 1840 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.4 Sammanställning av totala energiförbrukningen (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | Vatten- värme- energi | Elvärme- energi | Total värme- energi | Övrig elenergi | Total energi- förbrukn | Anm |
|-----|--------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|-----|
| 6 | 8010 | 972 | 741 | 1713 | 1779 | 3492 | |
| 6 | 8011 | 1120 | 1234 | 2354 | 2126 | 4480 | |
| 4 | 8012 | 1600 | 397 | 1997 | 2123 | 4120 | |
| 3 | 8013 | 2384 | 583 | 2967 | 1727 | 4694 | |
| 5 | 8014 | 556 | 404 | 960 | 1456 | 2416 | |
| 6 | 8015 | 268 | 1103 | 1371 | 1447 | 2818 | |
| 2 | 8016 | 1168 | 249 | 1417 | 2871 | 4288 | |
| 1 | 8017 | 1008 | 280 | 1288 | 1700 | 2988 | |
| 3 | 8019 | 336 | 450 | 786 | 2060 | 2846 | * |
| 6 | 8020 | 56 | 295 | 351 | 2165 | 2516 | |
| 6 | 8021 | 20 | 229 | 249 | 2331 | 2580 | |
| 6 | 8022 | 4 | 229 | 233 | 1541 | 1774 | |
| 7 | 8023 | 0 | 146 | 146 | 2194 | 2340 | |
| 7 | 8024 | 8 | 60 | 68 | 2190 | 2258 | |
| 7 | 8025 | 0 | 131 | 131 | 2779 | 2910 | |
| 7 | 8026 | 0 | 68 | 68 | 1432 | 1500 | |
| 7 | 8032 | 0 | 63 | 63 | 2187 | 2250 | |
| 6 | 8033 | 4 | 75 | 79 | 1755 | 1834 | |
| 1 | 8034 | 8 | 128 | 136 | 2212 | 2348 | |
| 2 | 8035 | 12 | 109 | 121 | 2891 | 3012 | |
| 4 | 8036 | 16 | 77 | 93 | 2023 | 2116 | |
| 3 | 8037 | 8 | 61 | 69 | 1739 | 1808 | |
| 7 | 8038 | 48 | 504 | 552 | 2226 | 2778 | |
| 7 | 8039 | 40 | 513 | 553 | 2007 | 2560 | |
| 1 | 8040 | 12 | 266 | 278 | 2014 | 2292 | |
| 2 | 8041 | 916 | 574 | 1490 | 3056 | 4546 | |
| 4 | 8042 | 376 | 639 | 1015 | 2271 | 3286 | |
| 5 | 8043 | 588 | 881 | 1469 | 1969 | 3438 | |
| 5 | 8044 | 560 | 1368 | 1928 | 1932 | 3860 | * |
| 5+1 | 8045 | 1776 | 1018 | 2794 | 2312 | 5106 | * |
| 5 | 8046 | 1456 | 842 | 2298 | 2008 | 4306 | |
| 5 | 8047 | 1216 | 1172 | 2388 | 1948 | 4336 | * |
| 5 | 8048 | 1944 | 615 | 2559 | 2025 | 4584 | * |
| 5 | 8049 | 1796 | 938 | 2734 | 2542 | 5276 | |
| 5 | 8050 | 1820 | 858 | 2678 | 2532 | 5210 | |
| 5 | 8051 | 1172 | 836 | 2008 | 2224 | 4232 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.4 Sammanställning av totala energiförbrukningen (kWh/vecka).

| Mod | Vecko- nr | Vatten- värme- energi | Elvärme- energi | Total värme- energi | Övrig elenergi | Total energi- förbrukn | Anm |
|-----|--------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|-----|
| 6A | 8104 | 4724 | 797 | 5521 | 2503 | 8024 | |
| 6A | 8105 | 2396 | 708 | 3104 | 2382 | 5486 | |
| 6A | 8106 | 808 | 599 | 1407 | 2431 | 3838 | |
| 9 | 8107 | 1380 | 967 | 2347 | 2423 | 4770 | |
| 10 | 8108 | 2708 | 754 | 3462 | 3236 | 6698 | |
| 9 | 8109 | 1832 | 1270 | 3102 | 2330 | 5432 | |
| 9 | 8110 | 1844 | 815 | 2659 | 2395 | 5054 | |
| 11 | 8111 | 1732 | 661 | 2393 | 3149 | 5542 | |
| 5A | 8112 | 1780 | 755 | 2535 | 2275 | 4810 | |
| 9 | 8113 | 524 | 491 | 1015 | 2569 | 3584 | |
| 9 | 8114 | 556 | 596 | 1152 | 2014 | 3166 | |
| 6A | 8115 | 280 | 519 | 799 | 2481 | 3280 | |
| 6A | 8118 | 524 | 266 | 790 | 2074 | 2864 | * |
| 6A | 8119 | 380 | 522 | 902 | 1878 | 2780 | * |
| 6A | 8120 | 24 | 292 | 316 | 2078 | 2394 | |
| 11 | 8121 | 184 | 75 | 259 | 3315 | 3574 | |
| 4 | 8123 | 148 | 18 | 166 | 1482 | 1648 | |
| 4 | 8125 | 4 | 45 | 49 | 1725 | 1774 | |
| 4 | 8131 | 4 | 84 | 88 | 2376 | 2464 | |
| 4 | 8132 | 4 | 48 | 52 | 1722 | 1774 | |
| 4 | 8133 | 4 | 67 | 71 | 2093 | 2164 | |
| 4 | 8134 | 4 | 151 | 155 | 2519 | 2674 | |
| 1 | 8135 | 8 | 192 | 200 | 2568 | 2768 | |
| 1 | 8136 | 12 | 125 | 137 | 2035 | 2172 | |
| 1 | 8137 | 0 | 45 | 45 | 1545 | 1590 | |
| 1 | 8138 | 12 | 110 | 122 | 2470 | 2592 | |
| 1 | 8139 | 0 | 63 | 63 | 1857 | 1920 | |
| 1 | 8140 | 0 | 30 | 30 | 1810 | 1840 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

| Vecko- nr | Medelute- temperatur °C | Solinstrålning S | | |
|--------------|-------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | | Grundvärde | Korr. faktor (sin β) | Korrigerat värde |
| 8010 | - 2,0 | 0,5 | 0,38 | 0,19 |
| 8011 | - 2,0 | 0 | 0,43 | 0 |
| 8012 | - 5,5 | 1,0 | 0,47 | 0,47 |
| 8013 | - 1,0 | 0,25 | 0,51 | 0,13 |
| 8014 | + 4,0 | 0,5 | 0,55 | 0,28 |
| 8015 | + 4,0 | 0,25 | 0,59 | 0,15 |
| 8016 | + 7,0 | 0,75 | 0,63 | 0,47 |
| 8017 | + 5,5 | 0 | 0,66 | 0 |
| 8019 | + 8,5 | 0,75 | 0,72 | 0,54 |
| 8020 | + 10,5 | 1,0 | 0,74 | 0,74 |
| 8021 | + 11,0 | 0,25 | 0,76 | 0,19 |
| 8022 | + 11,5 | 0 | 0,78 | 0 |
| 8023 | + 17,0 | 0,25 | 0,79 | 0,20 |
| 8024 | + 17,0 | 0,75 | 0,80 | 0,60 |
| 8025 | + 16,0 | 0,5 | 0,81 | 0,41 |
| 8026 | + 14,5 | 0,25 | 0,81 | 0,20 |
| 8032 | + 17,5 | 0,75 | 0,74 | 0,56 |
| 8033 | + 17,0 | 0,25 | 0,72 | 0,18 |
| 8034 | + 14,5 | 0,25 | 0,69 | 0,17 |
| 8035 | + 14,5 | 0 | 0,66 | 0 |
| 8036 | + 13,5 | 0,25 | 0,63 | 0,16 |
| 8037 | + 14,0 | 0,25 | 0,59 | 0,15 |
| 8038 | + 11,0 | 0,25 | 0,55 | 0,14 |
| 8039 | + 11,0 | 0 | 0,51 | 0 |
| 8040 | + 9,5 | 0,5 | 0,47 | 0,24 |
| 8041 | + 6,5 | 0,5 | 0,43 | 0,22 |
| 8042 | + 5,0 | 0,25 | 0,38 | 0,10 |
| 8043 | + 2,0 | 0,5 | 0,34 | 0,17 |
| 8044 | + 0,0 | 0,5 | 0,30 | 0,15 |
| 8045 | - 2,5 | 0,5 | 0,26 | 0,13 |
| 8046 | - 4,0 | 0 | 0,23 | 0 |
| 8047 | + 1,0 | 0,25 | 0,20 | 0,05 |
| 8048 | - 5,0 | 0,5 | 0,17 | 0,09 |
| 8049 | - 7,0 | 0,5 | 0,15 | 0,08 |
| 8050 | - 5,0 | 0,5 | 0,14 | 0,07 |
| 8051 | ± 0,0 | 0,25 | 0,13 | 0,03 |

| Vecko- nr | Medelute- temperatur °C | Solinstrålning S | | |
|--------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| | | Grundvärde | Korr. faktor (sin β) | Korrigerat värde |
| 8104 | - 8,0 | 0,5 | 0,17 | 0,09 |
| 8105 | + 1,0 | 0,25 | 0,20 | 0,05 |
| 8106 | + 2,0 | 0,5 | 0,23 | 0,12 |
| 8107 | - 2,5 | 0,25 | 0,26 | 0,07 |
| 8108 | - 4,0 | 0,25 | 0,30 | 0,08 |
| 8109 | - 6,0 | 0,25 | 0,34 | 0,09 |
| 8110 | - 5,0 | 0 | 0,38 | 0 |
| 8111 | - 3,0 | 0,25 | 0,43 | 0,11 |
| 8112 | - 5,0 | 0,5 | 0,47 | 0,24 |
| 8113 | + 0,5 | 0,25 | 0,51 | 0,13 |
| 8114 | + 2,0 | 0,5 | 0,55 | 0,28 |
| 8115 | + 6,0 | 0,75 | 0,59 | 0,44 |
| 8118 | + 2,5 | 0,25 | 0,69 | 0,17 |
| 8119 | + 5,0 | 0,5 | 0,72 | 0,36 |
| 8120 | + 14,5 | 1,0 | 0,74 | 0,74 |
| 8121 | + 18,0 | 0,75 | 0,76 | 0,57 |
| 8123 | + 17,0 | 0,5 | 0,79 | 0,40 |
| 8125 | + 13,5 | 0,5 | 0,81 | 0,41 |
| 8131 | + 18,0 | 0,25 | 0,76 | 0,19 |
| 8132 | + 19,0 | 0,5 | 0,74 | 0,37 |
| 8133 | + 19,0 | 0,5 | 0,72 | 0,36 |
| 8134 | + 13,5 | 0,25 | 0,69 | 0,17 |
| 8135 | + 13,5 | 0,5 | 0,66 | 0,33 |
| 8136 | + 12,0 | 0,25 | 0,63 | 0,16 |
| 8137 | + 13,0 | 0,5 | 0,59 | 0,30 |
| 8138 | + 10,0 | 0,5 | 0,55 | 0,28 |
| 8139 | + 10,0 | 0 | 0,51 | 0 |
| 8140 | + 12,5 | 0,25 | 0,47 | 0,12 |

Tabell 5.6 Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat normerad
m a p utetemperaturen (kWh/vecka).

| Mod | Vecka | Medelute- temperatur | Solinstrål- ning (korr. map solvinkel n) S | Total energi- förbrukning exkl kylagg (E_{Tot}) | Total energi- förbrukning exkl kylagg normerad till 3,958°C (E_{Tot}) | Anm |
|-----|-------|-------------------------|--|---|--|-----|
| nr | nr | °C | - | kWh/v | kWh/v | |
| 6 | 8010 | - 2,0 | 0,19 | 3492 | 2279 | |
| 6 | 8011 | - 2,0 | 0,00 | 4480 | 3267 | |
| 4 | 8012 | - 5,5 | 0,47 | 4120 | 1994 | |
| 3 | 8013 | - 1,0 | 0,13 | 4694 | 3714 | |
| 5 | 8014 | + 4,0 | 0,28 | 2416 | 2423 | |
| 6 | 8015 | + 4,0 | 0,15 | 2818 | 2825 | |
| 2 | 8016 | + 7,0 | 0,47 | 4288 | 4742 | |
| 1 | 8017 | + 5,5 | 0,00 | 2988 | 3232 | |
| 3 | 8019 | + 8,5 | 0,54 | 2846 | 3483 | * |
| 6 | 8020 | + 10,5 | 0,74 | 2516 | 3354 | |
| 6 | 8021 | + 11,0 | 0,19 | 2580 | 3461 | |
| 6 | 8022 | + 11,5 | 0,00 | 1774 | 2695 | |
| 7 | 8023 | + 17,0 | 0,20 | 2340 | 3499 | |
| 7 | 8024 | + 17,0 | 0,60 | 2258 | 3417 | |
| 7 | 8025 | + 16,0 | 0,41 | 2890 | 4033 | |
| 7 | 8026 | + 14,5 | 0,20 | 1460 | 2556 | |
| 7 | 8032 | + 17,5 | 0,56 | 2240 | 3402 | |
| 6 | 8033 | + 17,0 | 0,18 | 1804 | 2963 | |
| 1 | 8034 | + 14,5 | 0,17 | 2328 | 3424 | |
| 2 | 8035 | + 14,5 | 0,00 | 2992 | 4088 | |
| 4 | 8036 | + 13,5 | 0,16 | 2096 | 3146 | |
| 3 | 8037 | + 14,0 | 0,15 | 1788 | 2862 | |
| 7 | 8038 | + 11,0 | 0,14 | 2758 | 3639 | |
| 7 | 8039 | + 11,0 | 0,00 | 2540 | 3421 | |
| 1 | 8040 | + 9,5 | 0,24 | 2272 | 3016 | |
| 2 | 8041 | + 6,5 | 0,22 | 4516 | 4903 | |
| 4 | 8042 | + 5,0 | 0,10 | 3266 | 3434 | |
| 5 | 8043 | + 2,0 | 0,17 | 3418 | 3067 | |
| 5 | 8044 | + 0,0 | 0,15 | 3840 | 3082 | * |
| 5+1 | 8045 | - 2,5 | 0,13 | 5086 | 3751 | * |
| 5 | 8046 | - 4,0 | 0,00 | 4286 | 2569 | |
| 5 | 8047 | + 1,0 | 0,05 | 4316 | 3767 | * |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 5.6 Totala energiförbrukningen exklusive kylaggregat normerad
m a p utetemperaturen (kWh/vecka).

| Mod | Vecka | Medelute- temperatur | Solinstrål- ning (korr. map solvinkel)n S | Total energi- förbrukning exkl kylagg (E _{Tot}) | Total energi- förbrukning exkl kylagg normerad till 3,958°C(E ⁻ _{Tot}) | Anm |
|-----|-------|-------------------------|--|---|--|-----|
| nr | nr | °C | - | kWh/v | kWh/v | |
| 5 | 8048 | - 5,0 | 0,09 | 4564 | 2577 | * |
| 5 | 8049 | - 7,0 | 0,08 | 5256 | 2693 | |
| 5 | 8050 | - 5,0 | 0,07 | 5190 | 3203 | |
| 5 | 8051 | + 0,0 | 0,03 | 4212 | 3454 | |
| 6A | 8104 | - 8,0 | 0,09 | 8004 | 5135 | |
| 6A | 8105 | + 1,0 | 0,05 | 5466 | 4917 | |
| 6A | 8106 | + 2,0 | 0,12 | 3818 | 3467 | |
| 9 | 8107 | - 2,5 | 0,07 | 4750 | 3415 | |
| 10 | 8108 | - 4,0 | 0,08 | 6678 | 4961 | |
| 9 | 8109 | - 6,0 | 0,09 | 5412 | 3143 | |
| 9 | 8110 | - 5,0 | 0,00 | 5034 | 3047 | |
| 11 | 8111 | - 3,0 | 0,11 | 5522 | 4063 | |
| 5A | 8112 | - 5,0 | 0,24 | 4790 | 2803 | |
| 9 | 8113 | + 0,5 | 0,13 | 3564 | 2912 | |
| 9 | 8114 | + 2,0 | 0,28 | 3146 | 2795 | |
| 6A | 8115 | + 6,0 | 0,44 | 3260 | 3577 | |
| 6A | 8118 | + 2,5 | 0,17 | 2844 | 2587 | * |
| 6A | 8119 | + 5,0 | 0,36 | 2760 | 2928 | * |
| 6A | 8120 | + 14,5 | 0,74 | 2374 | 3470 | |
| 11 | 8121 | + 18,0 | 0,57 | 3434 | 4597 | |
| 4 | 8123 | + 17,0 | 0,40 | 1498 | 2657 | |
| 4 | 8125 | + 13,5 | 0,41 | 1754 | 2804 | |
| 4 | 8131 | + 18,0 | 0,19 | 2134 | 3297 | |
| 4 | 8132 | + 19,0 | 0,37 | 1654 | 2809 | |
| 4 | 8133 | + 19,0 | 0,36 | 1974 | 3129 | |
| 4 | 8134 | + 13,5 | 0,17 | 2654 | 3704 | |
| 1 | 8135 | + 13,5 | 0,33 | 2738 | 3788 | |
| 1 | 8136 | + 12,0 | 0,16 | 2152 | 3110 | |
| 1 | 8137 | + 13,0 | 0,30 | 1580 | 2602 | |
| 1 | 8138 | + 10,0 | 0,28 | 2562 | 3354 | |
| 1 | 8139 | + 10,0 | 0,00 | 1900 | 2692 | |
| 1 | 8140 | + 12,5 | 0,12 | 1830 | 2821 | |

* Endast godkänd för regressionsanalys.

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---|---|------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde och helger | Sänkt luftflöde och helger | Däruöver sänkt temperaturer nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | | |
| SVARS-ALTER-NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 1+2+4 | 5+5A 5+6+9 +10+11 | 5+5A 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | | | | | |
| Fråga 1: Närvaro-kontroll | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fråga 2: Du som var närvarande på måndag fm: Hur var temperaturen i Ditt rum när Du kom? | 4 | 13 | 9 | 10 | 18 | 5 | 13 | 11 | 4 | 8 | 7 | 10 | 9 | 18 | 2 | 0 | 0 |
| | 26 | 24 | 41 | 22 | 33 | 24 | 24 | 32 | 19 | 19 | 18 | 20 | 18 | 18 | 2 | 2 | 2 |
| | 67 | 51 | 27 | 58 | 58 | 43 | 51 | 42 | 59 | 51 | 63 | 60 | 61 | 61 | 43 | 43 | 43 |
| | 2 | 9 | 21 | 10 | 7 | 24 | 9 | 11 | 16 | 22 | 9 | 10 | 12 | 12 | 55 | 55 | 55 |
| | 1 | 3 | 2 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|---------------|----------------------|--------------------|------|------|-------|-----|-----|-----|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Öärlutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindivuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2+10 | 1+2+4 | 5+6+9 | 5+5A | 6+6A | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | |
| SVARS-ALTER-NATIV | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fråga 3: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vid vilken tid på måndagen blev det lagom varmt i ditt rum? | 0 | 5 | 12 | 21 | 21 | 5 | 7 | 6 | 2 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0 | 0 | |
| (Observera besvarades senare) | 27 | 14 | 7 | 0 | 0 | 4 | 22 | 13 | 28 | 29 | 11 | 0 | 25 | 0 | 0 | |
| | 25 | 13 | 6 | 0 | 0 | 8 | 7 | 12 | 19 | 43 | 11 | 47 | 19 | 100 | 100 | |
| | 18 | 14 | 6 | 42 | 42 | 5 | 19 | 8 | 27 | 14 | 49 | 35 | 25 | 0 | 0 | |
| | 20 | 44 | 59 | 21 | 21 | 71 | 38 | 53 | 14 | 6 | 25 | 18 | 10 | 0 | 0 | |
| | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 7 | 7 | 8 | 10 | 8 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE ENKÄT- FRÅGOR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|---|--|---|---|---|--|--|---------------|--------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------|-----|---|----|--|
| | Datorstyrning Jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Därutöver Sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | |
| Fråga 4: Hur var tempera- turen när Du kom tisdag- torsdag morgon? | 1 | 4 | 8 | 0 | 6 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 | | 0 | |
| | 12 | 22 | 23 | 21 | 35 | 21 | 22 | 24 | 16 | 14 | 18 | 13 | 15 | | 2 | |
| | 72 | 54 | 48 | 57 | 43 | 49 | 54 | 49 | 60 | 53 | 61 | 64 | 59 | | 35 | |
| | 12 | 16 | 10 | 22 | 12 | 18 | 16 | 14 | 17 | 24 | 13 | 14 | 18 | | 59 | |
| | 3 | 4 | 11 | 0 | 4 | 9 | 4 | 8 | 5 | 7 | 7 | 9 | 5 | | 4 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--|---|---|---|--|--|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|-----|---|-----|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Därutöver Sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| EMKÄT- FRÅGOR | SVARS- ALTER- NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 |
| Fråga 5: | | 0 | 9 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 |
| Vid vil- ken tid | 1. 08.00- 09.00 | 0 | 9 | 0 | 14 | 6 | 0 | 9 | 3 | 6 | 11 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 |
| på dagar- na (för- utom män- dag) blev det lagom varmt i Ditt rum? | 2. 09.00- 10.00 | 28 | 8 | 15 | 53 | 10 | 43 | 8 | 12 | 37 | 23 | 31 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| (Observer- ra besva- rades en- bart av de som svarat ja på allt 1 eller 2 i fråga 4) | 3. 10.00- 11.00 | 8 | 23 | 0 | 0 | 20 | 0 | 23 | 12 | 10 | 16 | 15 | 30 | 26 | 0 | 0 |
| | 4. 11.00 el senare | 17 | 23 | 15 | 13 | 16 | 13 | 22 | 18 | 19 | 39 | 26 | 70 | 29 | 0 | 0 |
| | 5. Det blev aldrig varmt | 32 | 37 | 46 | 20 | 48 | 26 | 37 | 43 | 20 | 11 | 17 | 0 | 24 | 0 | 0 |
| | 6. Vet inte | 15 | 0 | 24 | 0 | 0 | 18 | 0 | 12 | 8 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 100 |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|---|--|-------|---|----|----|----|--|-------------|-------|-----------------|-------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | 4+5+6 | Sänkt luft- flöde nätter och helger | 2 | 3 | 4 | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | 2+10 +11 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | Forcerat Luftflöde | |
| SVARS- ALTER- NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | |
| Fråga 6: Hur upp- levde Du tempera- turregle- ringen (tempera- turvaria- tionen) i Ditt rum under veckan (efter tempera- turhöj- ning på morgon)? | 47 | 48 | 42 | 52 | 52 | 44 | 39 | 48 | 40 | 47 | 46 | 43 | 45 | 51 | 23 | |
| | 25 | 17 | 18 | 32 | 32 | 12 | 21 | 17 | 22 | 19 | 22 | 17 | 18 | 19 | 67 | |
| | 10 | 17 | 14 | 10 | 10 | 28 | 13 | 17 | 18 | 12 | 10 | 13 | 12 | 12 | 0 | |
| | 5 | 6 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 8 | 0 | |
| | 13 | 12 | 22 | 6 | 6 | 14 | 25 | 12 | 17 | 18 | 19 | 22 | 21 | 10 | 10 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|-----------------------------------|----|----|--|----|----|-------|-------------|---------------|---------|---------|----------------------|-------|-----|----|----|--|
| | Datorstyrning jämf med konv. styrning | 1+9 | Sänkt luftflöde nätter och helger | 2 | 3 | Därutöver Sänkt temperatur nätter och helger | 3 | 4 | 1+2+4 | 5+6+9+10+11 | Tidfunktionen | 5+5A+10 | 6+6A+11 | Starttids-optimering | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | |
| SVARS-ALTER-NATIV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENKÄT-FRÅGOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fråga 7: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0. Vet ej | 2 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 7 | 2 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Kände Du drag i | 59 | 59 | 48 | 45 | 45 | 45 | 60 | 59 | 52 | 64 | 73 | 59 | 67 | 64 | 64 | 64 | 78 | 78 | |
| Ditt rum under perioden? | 13 | 8 | 5 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 8 | 10 | 7 | 14 | 12 | 8 | 8 | 8 | 2 | 2 | |
| | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | |
| | 21 | 28 | 41 | 32 | 32 | 32 | 23 | 28 | 32 | 19 | 18 | 23 | 21 | 25 | 25 | 25 | 12 | 12 | |
| | 2 | 2 | 2 | 7 | 7 | 7 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|--|---------------|----------------------|--------------------|-------|------|------|-------|-----|----|---|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindivider eller temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| ENKÄT-FRÅGOR | SVARS-ALTER-NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 | 2+11 | 1+2+4 | 5+6+9 | 5+5A | 6+6A | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 |
| Fråga 8: | 0. Vet ej | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 | 6 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | |
| Kändes någon del av Ditt rum kallare än övriga rummet? | 1. Nej | 78 | 72 | 62 | 68 | 68 | 66 | 70 | 66 | 73 | 78 | 68 | 75 | 76 | 93 | |
| | 2. Ja, närmast fönstret | 1 | 3 | 3 | 3 | 7 | 4 | 3 | 3 | 2 | 7 | 1 | 5 | 2 | 0 | |
| | 3. Ja, vid golvet | 10 | 17 | 12 | 18 | 18 | 12 | 17 | 13 | 12 | 9 | 13 | 8 | 16 | 5 | |
| | 4. Ja, under bord | 7 | 6 | 10 | 9 | 9 | 9 | 6 | 9 | 7 | 4 | 14 | 11 | 6 | 0 | |
| | 5. Ja, annan plats | 2 | 2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

Bilaga 5

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|---------------------------|--|---|--|---|--|--|---------------|--------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------|-----|----|--|
| | SVARS- ALTER- NATIV | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Därutöver sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | |
| | | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | |
| Fråga 9.1.1: | 0. Nej | 87 | 90 | 93 | 93 | 90 | 90 | 90 | 90 | 88 | 91 | 92 | 96 | 91 | 88 | |
| Användes under perioden några värmeal- strande apparater (förutom lampor) i Ditt rum? | 1. Ja | 13 | 10 | 7 | 7 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 9 | 8 | 4 | 9 | 12 | |
| Fråga 9.2: | 0. Nej | 89 | 91 | 95 | 93 | 92 | 92 | 91 | 92 | 90 | 91 | 94 | 96 | 90 | 90 | |
| Användes under perioden några värmeal- strande instru- ment i Ditt rum? | 1. Ja | 11 | 9 | 5 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 | 10 | 9 | 6 | 4 | 10 | 10 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|---|---------------------------|--|---|---|--|--|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|--|---|--|
| | SVARS- ALTER- NATIV | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Därutöver sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| Fråga 9.3 | 0. Nej | 1+9 4+5+6 98 100 | 2 3 100 100 | 3 4 100 100 | 2+10 100 100 | 1+2+4 100 100 | 5+5A 100 100 | 5A+6A 100 100 | 5+5A 99 99 | 6+6A 100 100 | 5+6 100 100 | 5+6 100 100 | 5+6 98 98 | | | |
| Användes under perioden några andra värmeal- strande apparater i Ditt rum? | 1. Ja | 2 0 2 0 | 3 0 3 0 | 4 0 4 0 | 2+10 0 0 | 1+2+4 0 0 | 5+5A 0 0 | 5A+6A 0 0 | 5+5A 1 1 | 6+6A 0 0 | 5+6 0 0 | 5+6 0 0 | 7 2 2 | | | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---|------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------|-----|----|----|--|---|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Sänkt luftflöde nätter och helger | Däruöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttidsoptimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | | | |
| Fråga 10: Hur stor del av Din närvarotid var fönsteröppet/öppna i Ditt rum? | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 0. Vet ej | 60 | 74 | 86 | 81 | 78 | 71 | 79 | 84 | 86 | 90 | 73 | 33 | 33 | | | |
| 1. Inte alls | 30 | 19 | 11 | 10 | 18 | 22 | 14 | 10 | 11 | 10 | 20 | 14 | 14 | | | |
| 2. 0-10% | 7 | 6 | 0 | 9 | 4 | 4 | 5 | 6 | 2 | 0 | 6 | 20 | 20 | | | |
| 3. 10-50% | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 33 | 33 | | | |
| 4. Mer än 50% | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--|---|---|---|--|--|-----------------|--------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------|-----|---|----|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Därutöver sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | |
| SVARS- ALTER- NATIV | 39 | 56 | 45 | 69 | 62 | 48 | 48 | 52 | 56 | 48 | 49 | 100 | 53 | | | |
| Fråga 11: Varför var fönstret öppet? | 40 | 29 | 37 | 31 | 20 | 32 | 38 | 40 | 29 | 32 | 33 | 0 | 33 | 0 | 10 | |
| | 21 | 15 | 18 | 0 | 18 | 20 | 14 | 8 | 15 | 14 | 18 | 0 | 14 | 0 | 5 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|---------------|---------------------|--------------------|-------|------|------|-------|-----|-----|----|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Däruöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde nätter och helger | Sänkt luftflöde temp. nätter och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttidsoptimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| ENKÄTFRÅGOR | SVARS-ALTER-NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 | 5+5A | 6+6A | 5A+6A | 5+6 | 5+6 | 7 |
| Fråga 12: | 0. Vet ej | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hur stor del av Din närvarotid var dörren öppen? | 1. En-dast för in- och ut-passage | 31 | 33 | 26 | 32 | 32 | 31 | 33 | 30 | 32 | 28 | 40 | 37 | 33 | 25 | 25 |
| | 2. 0-10% | 19 | 19 | 26 | 17 | 14 | 5 | 17 | 14 | 12 | 8 | 12 | 9 | 18 | 12 | 12 |
| | 3. 10-50% | 14 | 13 | 19 | 18 | 16 | 11 | 13 | 16 | 12 | 24 | 13 | 36 | 12 | 14 | 14 |
| | 4. Mer än 50% | 36 | 35 | 29 | 33 | 29 | 50 | 36 | 39 | 43 | 40 | 33 | 18 | 37 | 49 | 49 |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|-----|--|----|----|---|-------------|-------|--|-----------------|---------------|-------------|-------------|--------------------------|-------|-----|----|----|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | 1+9 | Sänkt luftflöde nätter och helger | 2 | 3 | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | 3 | 4 | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | 2+10 +11 | 4+5+6 | Rumsindivider eller temperaturstyrning | 5+6+9 +10+11 | Tidfunktionen | 5+5A +10 | 6+6A +11 | Starttids- optimering | 5A+6A | 5+6 | 7 | 8 | |
| SVARS- ALTER- NATIV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fråga 13: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Varför var dörren öppen? | 10 | 2 | 4 | 0 | 0 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 5 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | |
| | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 | |
| | 78 | 93 | 96 | 100 | 100 | 94 | 95 | 99 | 93 | 95 | 93 | 98 | 92 | 94 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 72 | 72 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

Bilaga 5

| JÄMFÖRELSE ENKÄT- FRÅGOR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--|---|---|---|--|--|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|-----|----|--|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Sänkt luft- flöde nätter och helger | Därutöver sänkt tempe- ratur nätter och helger | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | Tidfunktionen | Starttids- optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| Fråga 14: Röker Du eller Din rums- kamrat? | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | |
| | 5 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 | 0 | 2 | 4 | |
| 1. Ja | 19 | 14 | 17 | 21 | 21 | 18 | 10 | 14 | 19 | 11 | 4 | 8 | 9 | 13 | 20 | |
| | 76 | 84 | 80 | 79 | 79 | 80 | 87 | 84 | 78 | 86 | 92 | 86 | 91 | 85 | 76 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---|------------------------------------|---------------|----------------------|--------------------|----|-----|-----|----|-----|----|---|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Sänkt luftflöde nätter och helger | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 1+2+4 | 5+5A +10 | 5+6A | 5+6 | 7 | 5+6 | 5+6 | 7 | 5+6 | 7 | 8 |
| SVARS-ALTER-NATIV | 14 | 16 | 8 | 29 | 13 | 13 | 14 | 7 | 17 | 13 | 14 | 7 | 5 | 17 | 37 | |
| Fråga 15: Entre | 63 | 60 | 71 | 49 | 56 | 65 | 68 | 65 | 63 | 59 | 68 | 65 | 78 | 63 | 43 | |
| 1. Onödigt varmt | 5 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 6 | 5 | 5 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 0 | |
| 2. Lagom | 18 | 20 | 18 | 20 | 28 | 20 | 12 | 23 | 15 | 21 | 12 | 23 | 12 | 15 | 20 | |
| 3. För byggnaden kallt under perioden? | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Ingen åsikt | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trapphus | 11 | 18 | 11 | 26 | 14 | 14 | 9 | 12 | 20 | 14 | 9 | 12 | 0 | 20 | 40 | |
| 1. Onödigt varmt | 71 | 65 | 73 | 68 | 63 | 68 | 77 | 75 | 66 | 66 | 77 | 75 | 84 | 66 | 43 | |
| 2. Lagom | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 0 | |
| 3. För kallt | 18 | 14 | 16 | 6 | 20 | 17 | 9 | 10 | 14 | 17 | 9 | 10 | 11 | 9 | 17 | |
| 4. Ingen åsikt | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forts.

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|------------------------------------|---------------|----------------------|--------------------|-------------|-------------|-------|-----|----|-----|---|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde nätter och helger | Sänkt luftflöde temp. nätter och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | |
| | 1+9 | 4+5+6 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | 5+6 | 8 |
| Forts. på fråga 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SVARS-ALTER-NATIV | 11 | 15 | 26 | 11 | 26 | 9 | 15 | 11 | 15 | 13 | 11 | 0 | 20 | 18 | 43 | |
| 1. Onödigt varmt | 74 | 73 | 68 | 69 | 68 | 67 | 62 | 67 | 69 | 77 | 67 | 84 | 66 | 75 | 40 | |
| 2. Lagom | 6 | 2 | 3 | 5 | 3 | 4 | 7 | 5 | 4 | 7 | 4 | 9 | 5 | 1 | 0 | |
| 3. För kallt | 9 | 10 | 3 | 15 | 3 | 20 | 16 | 17 | 12 | 3 | 18 | 7 | 9 | 6 | 17 | |
| 4. Ingen åsikt | 14 | 12 | 27 | 10 | 27 | 6 | 19 | 12 | 18 | 15 | 11 | 0 | 15 | 15 | 40 | |
| Kapprum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Onödigt varmt | 71 | 74 | 64 | 72 | 64 | 70 | 58 | 69 | 67 | 74 | 68 | 84 | 77 | 77 | 42 | |
| 2. Lagom | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 2 | 9 | 1 | 1 | 0 | |
| 3. För kallt | 12 | 12 | 6 | 17 | 6 | 22 | 23 | 17 | 14 | 7 | 19 | 7 | 7 | 7 | 18 | |
| 4. Ingen åsikt | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forts. | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|-----------------------|---------------------------|--|-------|---|----|---|----|--|----------------|--|-------------|---------------|-------|--------------------------|-----|-----------------------|----|
| ENKÄT- FRÅGOR | SVARS- ALTER- NATIV | Datorstyrning jmf med konv. styrning | | Sänkt luft- flöde nätter och helger | | Därutöver sänkt tempe- ratur nätter och helger | | Sänkt luft- flöde och temp. nätter och helger | | Rumsindividu- ell tempera- turstyrning | | Tidfunktionen | | Starttids- optimering | | Forcerat luftflöde | |
| | | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 1+2+4 4+5+6 | 5+6+9 +10+11 +11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 5+6 | 7 | 8 |
| Forts. på fråga 15 | Toa- letter | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1. Onö- digt varmt | 7 | 8 | 5 | 13 | 13 | 0 | 7 | 8 | 4 | 9 | 8 | 5 | 0 | 12 | 12 | 35 |
| | 2. Lagom | 74 | 76 | 74 | 74 | 74 | 74 | 65 | 76 | 73 | 70 | 78 | 71 | 84 | 76 | 45 | |
| | 3. För kallt | 8 | 6 | 5 | 13 | 13 | 7 | 3 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 9 | 6 | 2 | |
| | 4. Ingen åsiikt | 11 | 10 | 16 | 0 | 0 | 19 | 25 | 10 | 18 | 17 | 9 | 18 | 7 | 6 | 18 | |
| | <u>Pausrum</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1. Onö- digt varmt | 14 | 11 | 7 | 17 | 17 | 4 | 13 | 11 | 9 | 14 | 4 | 11 | 5 | 16 | 16 | 42 |
| | 2. Lagom | 66 | 62 | 66 | 65 | 65 | 53 | 55 | 61 | 58 | 61 | 11 | 12 | 66 | 65 | 33 | |
| | 3. För kallt | 1 | 7 | 9 | 5 | 5 | 12 | 3 | 7 | 8 | 1 | 63 | 57 | 13 | 5 | 2 | |
| | 4. Ingen åsiikt | 19 | 20 | 18 | 13 | 13 | 31 | 29 | 21 | 25 | 24 | 22 | 20 | 16 | 14 | 23 | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

Bilaga 5

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|--------------------|------|------|-----|-----|---|---|
| | Datorstyrning jämf med konv. styrning | 4+5+6 | Sänkt luftflöde nätter och helger | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde och helger | Sänkt luftflöde och helger | Rumsindividuell temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttidsoptimering | Forcerat luftflöde | | | | | | |
| SVARS-ALTER-NATIV FRÅGOR | 1+9 | 2 | 3 | 4 | 2+10 | 2+10 | 5+6+9 | 5+5A | 5A+6A | 5+6 | 6+6A | 6+6A | 5+6 | 5+6 | 7 | 8 |
| Forts. på fråga 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Konferensrum | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Onödigt varmt | 12 | 8 | 16 | 4 | 5 | 8 | 9 | 4 | 0 | 10 | 4 | 4 | 10 | 30 | | |
| 2. Lagom | 37 | 29 | 21 | 31 | 32 | 33 | 32 | 42 | 40 | 34 | 29 | 29 | 34 | 17 | | |
| 3. För kallt | 1 | 5 | 3 | 8 | 4 | 4 | 1 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | | |
| 4. Ingen åsikt | 50 | 58 | 60 | 57 | 59 | 55 | 58 | 50 | 55 | 55 | 65 | 65 | 55 | 55 | | |

Tabell 6.1 Enkätundersökning.

| JÄMFÖRELSE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---|--|---------------|----------------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|-----|----|----|----|
| | Datorstyrning jmf med konv. styrning | Sänkt luftflöde nätter och helger | Därutöver sänkt temperatur nätter och helger | Sänkt luftflöde och temp. nätter och helger | Rumsindivider eller temperaturstyrning | Tidfunktionen | Starttids-optimering | Forcerat luftflöde | | | | | | | | |
| SVARS-ALTER-NATIV | 1+9 | 4+5+6 | 2 | 3 | 4 | 2+10 +11 | 4+5+6 | 1+2+4 | 5+6+9 +10+11 | 5+5A +10 | 6+6A +11 | 5A+6A | 5+6 | 7 | | |
| Fråga 16: 0. Vet ej | 7 | 5 | 3 | 3 | 2 | 11 | 5 | 2 | 10 | 6 | 7 | 0 | 6 | | 6 | 0 |
| 1. Minst önskad temperatur var manöverpanelen i Ditt rum vanligen inställd på under veckan? | 24 | 17 | 16 | 16 | 13 | 21 | 17 | 23 | 19 | 12 | 23 | 15 | 18 | 18 | 48 | |
| 2. 17°C-19°C | 4 | 7 | 16 | 16 | 11 | 5 | 7 | 10 | 4 | 3 | 6 | 5 | 6 | | 6 | 12 |
| 3. 19°C-21°C | 48 | 51 | 46 | 46 | 48 | 42 | 51 | 42 | 50 | 64 | 42 | 63 | 53 | 53 | 29 | |
| 4. 21°C-23°C | 11 | 16 | 13 | 13 | 17 | 13 | 16 | 15 | 13 | 10 | 19 | 17 | 17 | 17 | 11 | |
| 5. 23°C-25°C | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6. Mer än 25°C | 2 | 3 | 6 | 6 | 7 | 6 | 3 | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
770237-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Bengt Dahlgren Stockholm AB.**

R116: 1983

ISBN 91-540-4010-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700816

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 35 kr exkl moms