

INSTITUTIONEN FÖR VÄRME- OCH KRAFTTEKNIK  
**ENERGIHUSHÅLLNING**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND



**Laststyrning i lokaler – datorsimulering**

Corfitz Norén & Jurek Pyrko

ISSN 0282-1990

ISRN LUTMDN/TMVK--3179--SE

DEPARTMENT OF HEAT AND POWER ENGINEERING  
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
P.O. BOX 118, SE-221 00 LUND  
SWEDEN

INSTITUTIONEN FÖR VÄRME- OCH KRAFTTEKNIK  
**ENERGIHUSHÅLLNING**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND



**Laststyrning i lokaler – datorsimulering**

Corfitz Norén & Jurek Pyrko

ISSN 0282-1990

ISRN LUTMDN/TMVK--3179--SE

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag nr 940257-8 från  
Byggforskningsrådet och nr 4014 från Elforsk till Institutionen för Värme- och  
kraftteknik, Lunds Tekniska Högskola.

DEPARTMENT OF HEAT AND POWER ENGINEERING  
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
P.O. BOX 118, SE-221 00 LUND  
SWEDEN

**Dokumentutgivare**  
LU/LTH  
**Inst. för Värme- och Kraftteknik**  
**Handläggare**  
  
**Författare**  
Corfitz Norén & Jurek Pyrko

**Dokumentnamn**  
Rapport  
**Utgivningsdatum**  
Februari 1998

**Dokumentbeteckning**  
LUTMDN/TMVK--3179--SE  
**Ärendebeteckning**

**Dokumenttitel och undertitel**

Laststyrning i lokaler – datorsimulering

**Referat (sammandrag)**

Syftet med projektet är att fastställa potentiella gränser för styrning av värmeeffekten i lokaler genom att simulera olika styrförlopp i datorprogrammet tsbi3. Stryplängdens och strypintensitetens inverkan på innetemperaturen och effektbehovet har studerats och utifrån fastställda kriterier på maximala variationer för innetemperaturen har en potentiell gräns för styrbarhet grovt bestämts. Valet av strypstrategi har även studerats. Vidare har olika strategier för drift av komfortkyla och ventilation sommartid studerats. Möjligheter att minska värmeeffektbehovet genom att strypa ventilationen har också analyserats. Effektmässiga konsekvenser av nattsänkning och natthöjning av innetemperaturen har studerats. Resultaten pekar på att den lämpligaste strategin är strypning av värmeeffekten under längre tidsperioder (4 h) där strypningen endast omfattar 40-50% av värmeeffektbehovet. Högre strypintensitet under kortare tidsperioder orsakar återvändande laster som är högre än det tidigare maximala effektbehovet och är därför mindre tillrådligt.

**Referat skrivet av**  
Författarna

**Förslag till ytterligare nyckelord**

**Klassifikationssystem och -klass(er)**

**Indextermer (ange källa)**

**Omfång**  
43 sidor

**Övriga bibliografiska uppgifter**

**Språk**  
Svenska

**Sekretessuppgifter**

**ISSN**  
ISSN 0282-1990

**ISBN**

**Dokumentet kan erhållas från**  
Inst. f. Värme- och Kraftteknik  
Box 118  
221 00 LUND

**Mottagarens uppgifter**

**Pris**

## **Förord**

Föreliggande rapport utgör en resultatredovisning av en förstudie inom ramprogrammet för kunskapsutveckling ”Effekthushållning i byggnadsanknutna energiförsörjningssystem”, som pågått i flera etapper vid Institutionen för Värme- och Kraftteknik, Lunds Tekniska Högskola, sedan 1987.

Detta projekt har finansierats av Byggforskningsrådet (forskningsanslag nr 940257-8) samt Elforsk (anslag nr 4014).

Lund, februari 1998

Corfitz Norén

Jurek Pyrko, projektledare

## **Sammanfattning**

Syftet med projektet är att fastställa potentiella gränser för styrning av värmeeffekten i lokaler genom att simulera olika styrförlopp i datorprogrammet tsbi3. Stryplängdens och strypintensitetens inverkan på innetemperaturen och effektbehovet har studerats och utifrån fastställda kriterier på maximala variationer för innetemperaturen har en potentiell gräns för styrbarhet grovt bestämts. Valet av strypstrategi har även studerats. Vidare har olika strategier för drift av komfortkyla och ventilation sommartid studerats. Möjligheter att minska värmeeffektbehovet genom att strypa ventilationen har också analyserats. Effektmässiga konsekvenser av nattsänkning och natthöjning av innetemperaturen har studerats. Resultaten pekar på att den lämpligaste strategin är strypning av värmeeffekten under längre tidsperioder (4 h) där strypningen endast omfattar 40-50% av värmeeffektbehovet. Högre strypintensitet under kortare tidsperioder orsakar återvändande laster som är högre än det tidigare maximala effektbehovet och är därför mindre tillrådligt.

## **Preface**

This scientific report presents a pre-study that summarises the results carried out in one sub-task during the research work in the field of load management in buildings, at the Department of Heat and Power Engineering of Lund Institute of Technology.

The project was granted by the Swedish Council for Building Research - BFR (grant nr 940257-8) and the Swedish Electrical Utilities R&D Company – ELFORSK (grant nr 4014).

February 1998 in Lund

Corfitz Norén

Jurek Pyrko, Project Manager

## **Summary**

The main purpose of this study is to investigate the potential limits of heat and ventilation load control in commercial buildings. The experiments are carried out as computer simulations on one "typical" object implemented in the tsbi3-programme from Danish Building Research Institute.

Load control limits are studied as relations between load reduction (%) or load reduction period (h) and indoor temperature variations. Different operating strategies are studied for winter and summer cases. Consequences of night indoor temperature drop and night indoor temperature rise are studied, as well. The results show that the most successful load control strategy in this type of buildings is a load reduction of about 40-50 % during longer time periods (4 h). Stronger load reduction during shorter periods can cause recovery loads higher than the previous maximum demand.

This methodology can be easily applied for similar studies and become an important information source about load control factors in commercial and public buildings.

Förord/Sammanfattning  
Preface/Summary  
Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Syfte</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Avgränsningar</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Metodik</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Byggnads- och simuleringsdata</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Simuleringar</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Val av datum och tidpunkter för laststyrning</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Strypning av värmeeffekt .....	4
2.2.2 Strypning av ventilationsflödet.....	5
2.2.3 Strategi för reglering av innetemperaturen.....	6
<b>3 Resultat</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Strypning av värmeförseln vintertid</b> .....	<b>7</b>
3.1.1 Fredag 16/2 .....	7
3.1.2 Torsdag 15/2 .....	9
<b>3.2 Strypning av ventilation i syfte att minska effektbehovet</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Reglering av innetemperaturen under helger och nätter, vintertid</b> .....	<b>13</b>
<b>3.4 Simulering av olika styrstrategier för kyla och ventilation under sommaren</b> .....	<b>18</b>
<b>4 Slutsats och diskussion</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 Strypning av värmeeffekten</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2 Strypning av ventilationsflödet i syfte att minska värmeeffektbehovet</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 Reglering av innetemperaturen under nätter och helger</b> .....	<b>22</b>
<b>4.4 Sommarfall</b> .....	<b>22</b>
<b>5 Referenser</b> .....	<b>23</b>

Bilaga A

# 1 Inledning

---

Ett flertal projekt som har syftat till att undersöka om det är möjligt att styra effektbehovet för uppvärmning i elvärmda småhus har genomförts, både i form av teoretiska datorsimuleringar och praktiska experiment [1,2]. Lokalsektorn däremot är i stort sett inte studerad när det gäller möjligheter att begränsa effektuttaget för uppvärmning. Även om större delen av Sveriges lokaler är uppvärmda med fjärrvärme så finns det lokaler som är elvärmda och det borde rimligtvis finnas ett intresse att utnyttja möjligheterna att begränsa värmeeffektbehovet eller andra laster även i dessa byggnader.

## 1.1 Syfte

Syftet med projektet är att fastställa potentiella gränser för styrning av värmeeffekten i lokaler genom att simulera olika styrförlopp i datorprogrammet tsbi3. Stryplängdens och strypintensitetens inverkan på innetemperaturen och effektbehovet har studerats och utifrån fastställda kriterier på maximala variationer för innetemperaturen har en potentiell gräns för styrbarhet grovt bestämts. Valet av strypstrategi har även studerats. Vidare har olika strategier för drift av komfortkyla och ventilation sommartid studerats. Möjligheter att minska värmeeffektbehovet genom att strypa ventilationen har också analyserats.

## 1.2 Avgränsningar

Datorprogrammet tsbi3s förmåga att simulera trögheten i ett vattenburet system är något begränsad och av denna anledning får objektet som simuleras anses vara utrustat med ett värmesystem där större delen av värmen tillförs via tilluften, vilket idag är förhållandevis vanligt i större lokaler, eller via direktverkande elvärme. Alla lokalobjekt får anses vara unika vad det gäller byggnadsdata och utnyttjandekarakteristik och det finns ingen möjlighet att definiera en typisk lokal liknande användandet av typhus på småhussidan. Därför föll valet på att definiera en prototyplokal med ungefärliga data sammanställda enligt Vattenfalls Uppdrag 2000 [4]. Lokalen som simuleras saknar verklig motsvarighet och är mer tänkt att betraktas som modell av en större byggnad med hög luftomsättning och hög intern belastning under dagtid, vilket är karakteristiskt för kontorsbyggnader.

## 1.3 Metodik

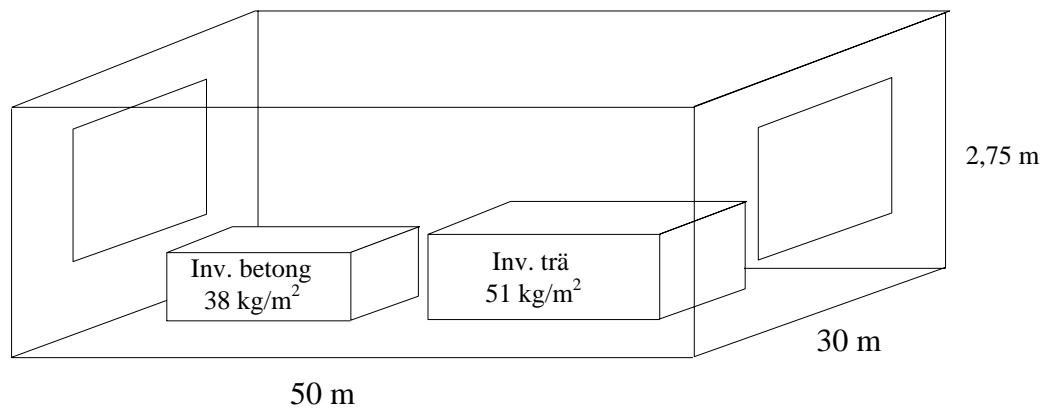
Det danska simuleringsprogrammet tsbi3 används för att simulera förloppet i byggnaden [3]. Datorprogrammet simulerar värmebehovet för byggnader ned till en timmes upplösning. Det är möjligt att på ett mycket detaljerat sätt implementera hela byggnaden och det är möjligt att använda sig av flera zoner i byggnaden där varje zon har olika karakteristik med avseende på utnyttjningstid och intern belastning. Utrustning som belysning, ventilation, och övrig elektrisk utrustning kan implementeras, där det ges möjlighet att definiera användningstiderna.

Tsbi3 använder sig av klimatdata från speciella förutbestämda väderdatafiler och de data som ingår är:

- Utetemperatur
- Luftfuktighet
- Solstrålning
- Molnighet
- Vindhastighet

Det finns även möjlighet att definiera egna klimatdata men den möjligheten har inte utnyttjats utan istället har klimatet från Köpenhamn 1990 använts.

Själva byggnaden har simulerats som en enda zon där ytterväggar, tak och golv utgör begränsningsytor mot det fria. Innerväggar samt möbler har definierats som respektive massor inne i zonen, se Figur 1-1. För mer detaljerade beskrivningar om hur programmet arbetar, speciellt värmeledningsberäkningarna, hänvisas till referenslitteraturen [1,3].



**Figur 1-1** Enkel skiss över den simulerade byggnaden.

## 2 Byggnads- och simuleringsdata

I Vattenfalls utredning Uppdrag 2000 har 88 st kontorsbyggnader undersökts vad gäller årlig el- och värmeförbrukning, byggnadskonstruktion, installerade effekter m.m. [4]. Resultaten har använts för att definiera vissa data för den simulerade byggnaden, vilka visas i Tabell 2-1 respektive Tabell 2-2.

**Tabell 2-1** Byggnadstekniska data för den simulerade byggnaden.

Del	Konstruktion	U-Värde (W/m <sup>2</sup> ·K)
Ytterväggar	Tegel 108mm, Isolering 75mm, Betong 150mm	0,43
Fönster	2-glas luftfyllda fönster	2,8
Dörrar	-	1,5
Tak	Betong 150mm, Isolering 150mm	0,24
Golv	Betong 150mm, Isolering 100mm	0,35

**Tabell 2-2** Övriga data för den simulerade byggnaden.

Invändig golvarea	1500 m <sup>2</sup>
Takhöjd	2,75 m
Invändig volym	4125 m <sup>3</sup>
Total väggyta	440 m <sup>2</sup> (inklusive fönster och dörrar)
Fönsteryta	94 m <sup>2</sup> (21% av totala väggytan)
Invändigt trä	51 kg/m <sup>2</sup>
Invändig betong	38 kg/m <sup>2</sup>
Ventilation	Installerad effekt 10,9 kW Dimensionerande luftflöde: 3,4 m <sup>3</sup> /s (3 oms/h) kl. 07-17 100% drift kl. 05-07 50% drift Övriga tider 20% drift Värmeåtervinning max 60%
Infiltration	0,2 oms/h alltid
Antalet anställda	60 personer vilket motsvarar en värmeeffekt på 6 kW
Övrig utrustning	Installerad effekt i belysning som utnyttjas under arbetstid: 16,5 W/m <sup>2</sup> (25 kW) Installerad effekt i övrig elektrisk utrustning <sup>a</sup> som utnyttjas under arbetstid: 7,3 W/m <sup>2</sup> (11 kW)
Innetemperatur	Börvärde: 20°C under eldningssäsongen
Utnyttjandetid	7-17, måndag-fredag
Värmeenergibehov	118 MWh eller 79 kWh/m <sup>2</sup> (Simulerat värmebehov)
Maximalt effektbehov	89 kW vilket inträffar den 16/2 kl. 7-8 (Simulerat effektbehov)

<sup>a</sup> Inkluderar ej pumpar, fläktar eller utrustning som används under kortare tidsperioder

Den simulerade byggnaden saknar verklig motsvarighet utan är mer tänkt att betraktas som en modellbyggnad med karakteristik motsvarande en kontorsbyggnad: hög luftomsättning, hög intern belastning, högt förhållande fönsteryta/väggyta etc.

## 2.1 Simuleringar

Den gräns som sätts för laststyrningen är att innetemperaturen inte får sjunka under 17°C under strypperioden eller efteråt. De potentiella gränserna för laststyrning bestäms genom trial-and-error-metoden med ovanstående villkor för innetemperaturen. Följande fall simuleras:

Vinterfall:

- Strypning av värmeeffekten under 1 timme (under 2 olika dagar)
- Strypning av värmeeffekten under 2 timmar (under 2 olika dagar)
- Strypning av värmeeffekten under 4 timmar (under 2 olika dagar)
- Strypning av värmeeffekten under 8 timmar (under 2 olika dagar)
  
- Natthöjning (till 21°C och 22°C)
- Nattsänkning (till 18°C och 19°C)
- Helgsänkning (till 18°C och 19°C)

Sommarfall:

- Ingen komfortkyla, ventilation enligt normaldrift
- Ingen komfortkyla, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag
- Komfortkyla inkopplad måndag-fredag 06-18, ventilation enligt normaldrift
- Komfortkyla inkopplad måndag-söndag 01-24, ventilation enligt normaldrift
- Komfortkyla inkopplad måndag-fredag 06-18, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag
- Komfortkyla inkopplad måndag-söndag 01-24, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag

## 2.2 Val av datum och tidpunkter för laststyrning

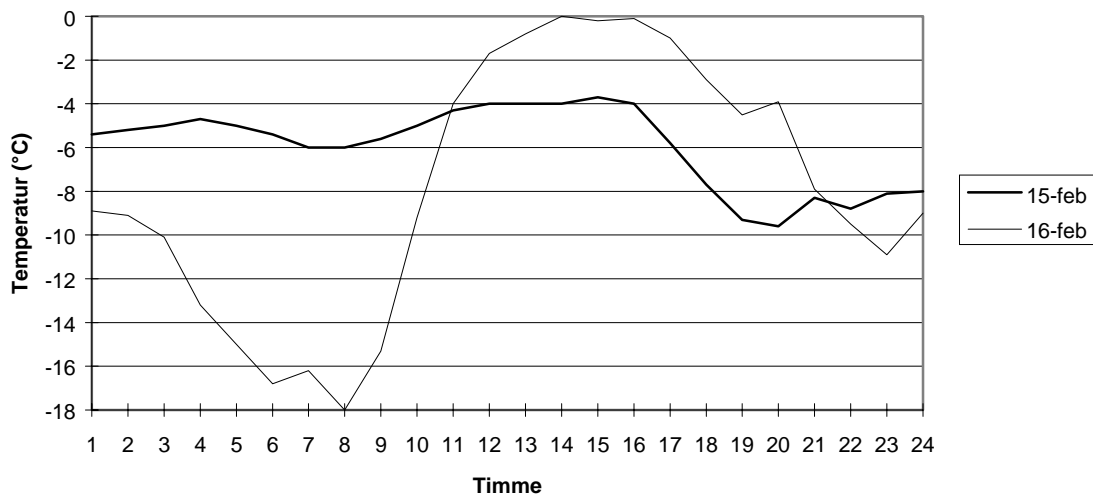
### 2.2.1 Strypning av värmeeffekt

Strypningarna för vinterfallet simulerades under två olika dagar i februari under den vecka när medeltemperaturen ute var som lägst, 12-18/2. Torsdagen den 15/2 och fredagen den 16/2 var de två dagar som valdes och samtliga strypfall simulerades under dessa två dagar. De timmar som strypning simuleras under, redovisas i Tabell 2-3.

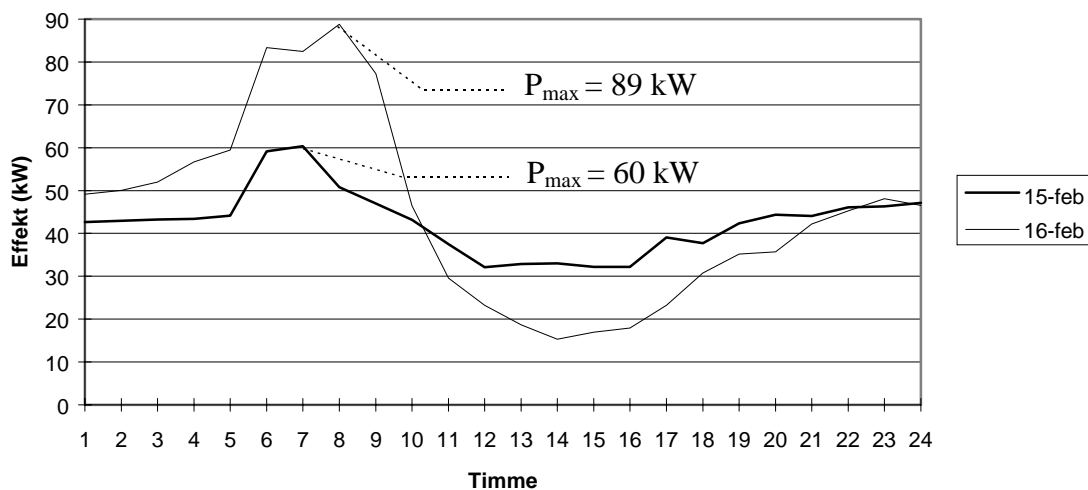
**Tabell 2-3** Tidpunkter för vilka olika strypalternativ simulerats.

Stryplängd	Tidpunkt
1 h	4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10
2 h	4-6, 5-7, 6-8, 7-9, 8-10
4 h	4-8, 5-9, 6-10, 7-11, 8-12
8 h	4-12, 5-13, 6-14, 7-15

Figur 2-1 visar uttemperaturen för de två dagar som används vid simuleringarna och Figur 2-2 det ostrypta värmeeffektbehovet. Uttemperaturen är mycket låg under morgonen den 16/2 och därför är dagen intressant ur laststyrningssynpunkt. Morgonen den 15/2 är inte lika kall som den 16/2, men dagen bedömdes som intressant då uttemperaturen ligger på en låg nivå hela dagen. Totalt simulerat energibehov för det ostrypta fallet är 1,02 MWh den 15/2 och 1,07 MWh den 16/2. Det simulerade effektbehovet på 89 kW på morgonen den 16/2 är också årets högsta. Uttemperaturen den 16/2 är inte årets lägsta men det är den lägsta som inträffar under en vardag.



**Figur 2-1** Uttemperaturens variation den 15/2 respektive 16/2.



**Figur 2-2** Det ostrypta värmeeffektbehovet under den 15/2 respektive 16/2.

### 2.2.2 Strykning av ventilationsflödet

Under dagtid går större delen av uppvärmningsbehovet till att värma upp ingående ventilationsluft och genom att strypa ventilationsflödet under en eller flera timmar är det möjligt att minska effektbehovet. Ett problem med detta är att innetemperaturen ökar men om strypningen genomförs under kalla dagar bör detta inte orsaka några större problem om stryptiden är begränsad till ett fåtal timmar.

En annan och viktigare begränsande faktor är inneklimatet och hur strypningar av ventilationsflödet påverkar halterna av olika ämnen i luften. Tsb3 saknar möjligheter att simulera dessa halter och av denna anledning är studien begränsad till att studera hur innetemperaturen påverkas av strypningar av ventilationsflödet.

### **2.2.3 Strategi för reglering av innetemperaturen**

För de simulerade fallen med natthöjning ökas börvärdet för innetemperaturen stegvis under flera timmar från klockan 21.00 på kvällen till klockan 03.00 på natten för att sedan åter sättas till 20°C klockan 06. Natthöjning genomförs under natt mot måndag-fredag men inte under natt mot lördag-söndag.

Nattsänkning av innetemperaturen påbörjas direkt efter arbetstid klockan 17.00 och uppvärmningen påbörjas åter klockan 24.00 och temperaturen höjs stegvis fram till klockan 06.00 då börvärdet åter är satt till 20°C. Nattsänkning genomförs alla dagar i veckan.

Vid helgsänkning är börvärdet för innetemperaturen ändrat från lördag klockan 01.00 till söndag klockan 17.00 då börvärdet ändras till 20°C stegvis under timmarna fram till klockan 24.00.

## 3 Resultat

Resultatdelen redovisas till större delen i tabell och diagramform där korta kommentarer görs efter varje resultatdel. En mer fullständig förteckning över de simulerade fallen återfinns i Bilaga A.

### 3.1 Strypning av värmeförseln vintertid

För varje strypfall visas:

- Tidsperiod för strypningen
- Strypintensiteten, d.v.s. hur stor del av det ostrypta effektbehovet som stryps bort.
- Effektbesparingen betecknar den *maximala* effektbesparing som görs under strypperioden
- $T_{inne,min}$  vilket är den lägsta simulerade innetemperaturen under strypperioden
- Förhållandet mellan simulerad maximal effekt för det strypta fallet (orsakat av den återvändande lasten) och simulerad maximal effekt för det ostrypta fallet
- Högsta simulerade effektbehovet under dagen
- Vilken tidpunkt som högsta effektbehovet inträffar
- Totalt simulerat energibehov för dagen

Resultaten visas i tabellform i Tabell 3-1 till Tabell 3-8. Asterisk betecknar att det maximala effektbehovet inte har påverkats utan är av samma storlek och uppträder vid samma tidpunkt som för det ostrypta fallet. Strypintensitet betecknar här hur stor del av det normala effektbehovet vid strypningens påbörjande som stryps bort:

$$\text{Strypintensitet} = 100 - \frac{\text{Tillgänglig effekt vid tidpunkten för strypningens början}}{\text{Normalt effektbehov vid tidpunkten för strypningens början}} \cdot 100 (\%)$$

#### 3.1.1 Fredag 16/2

**Tabell 3-1** Resultat för strypning av värmeeffekten under 1 timme fredagen den 16/2.

Tidsperiod	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	59	83	83	89	77	46
$T_{inne,min}$ (°C)	18,3	17,4	17,5	17,3	17,6	18,6
Maximal effekt (kW)	94	99	102	91	89*	89*
Tidpunkt för maxeffekt	7-8	7-8	7-8	8-9	7-8	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	104%	111%	115%	102%	100%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1064	1058	1058	1055	1056	1064

**Tabell 3-2** Resultat för strypning av värmeeffekten under 2 timmar fredagen den 16/2.

Tidsperiod	4-6	5-7	6-8	7-9	8-10
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	83	83	89	89	77
T <sub>inne,min</sub> (°C)	17,1	17,1	17,0	17,2	17,6
Maximal effekt (kW)	106	118	106	83	89*
Tidpunkt för maxeffekt	7-8	7-8	8-9	6-7	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	119%	133%	119%	94%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1050	1047	1041	1039	1047

**Tabell 3-3** Resultat för strypning av värmeeffekten under 4 timmar fredagen den 16/2.

Tidsperiod	4-8	5-9	6-10	7-11	8-12
Strypintensitet	66%	88%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	75	79	89	89	77
T <sub>inne,min</sub> (°C)	17,0	17,0	17,0	17,2	17,6
Maximal effekt (kW)	120	92	83	83	89*
Tidpunkt för maxeffekt	8-9	9-10	5-6	5-6	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	135%	104%	93%	93%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1030	1016	1011	1017	1029

**Tabell 3-4** Resultat för strypning av värmeeffekten under 8 timmar fredagen den 16/2.

Tidsperiod	4-12	5-13	6-14	7-15
Strypintensitet	83%	88%	91%	100%
Effektbesparing (kW)	75	79	89	89
T <sub>inne,min</sub> (°C)	17,0	17,0	17,0	17,2
Maximal effekt (kW)	72	67	83	83
Tidpunkt för maxeffekt	12-13	13-14	5-6	6-7
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	81%	75%	94%	94%
Energibehov (kWh/dag)	975	967	973	963

### 3.1.2 Torsdag 15/2

**Tabell 3-5** Resultat för strypning av värmeeffekten under 1 timme torsdagen den 15/2.

Tidsperiod	4-5	5-6	6-7	7-8
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	44	59	60	51
T <sub>inne,min</sub> (°C)	18,7	18,2	18,2	18,5
Maximal effekt (kW)	66	70	60*	60*
Tidpunkt för maxeffekt	5-6	6-7	7-8	6-7
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	110%	117%	100%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1016	1012	1012	1013

**Tabell 3-6** Resultat för strypning av värmeeffekten under 2 timmar torsdagen den 15/2.

Tidsperiod	4-6	5-7	6-8	7-9
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	59	60	60	51
T <sub>inne,min</sub> (°C)	18,0	17,9	18,2	18,4
Maximal effekt (kW)	77	70	65	60*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8	8-9	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	128%	117%	108%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1006	1002	1003	1003

**Tabell 3-7** Resultat för strypning av värmeeffekten under 4 timmar torsdagen den 15/2.

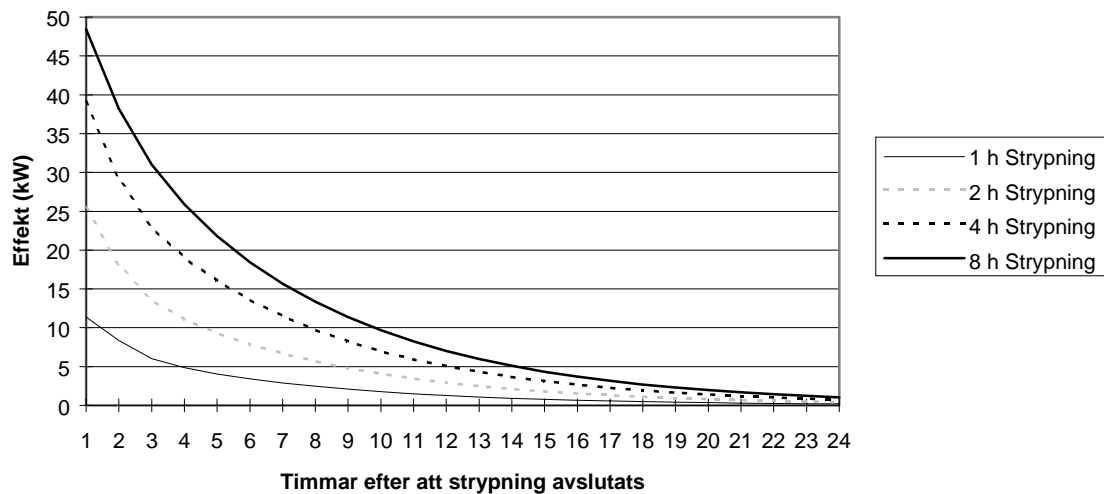
Tidsperiod	4-8	5-9	6-10	7-11
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	60	60	60	51
T <sub>inne,min</sub> (°C)	17,7	17,9	18,1	18,3
Maximal effekt (kW)	81	77	68	60*
Tidpunkt för maxeffekt	8-9	9-10	10-11	6-7
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	135%	128%	113%	100%
Energibehov (kWh/dag)	985	981	980	982

**Tabell 3-8** Resultat för strypning av värmeeffekten under 8 timmar torsdagen den 15/2.

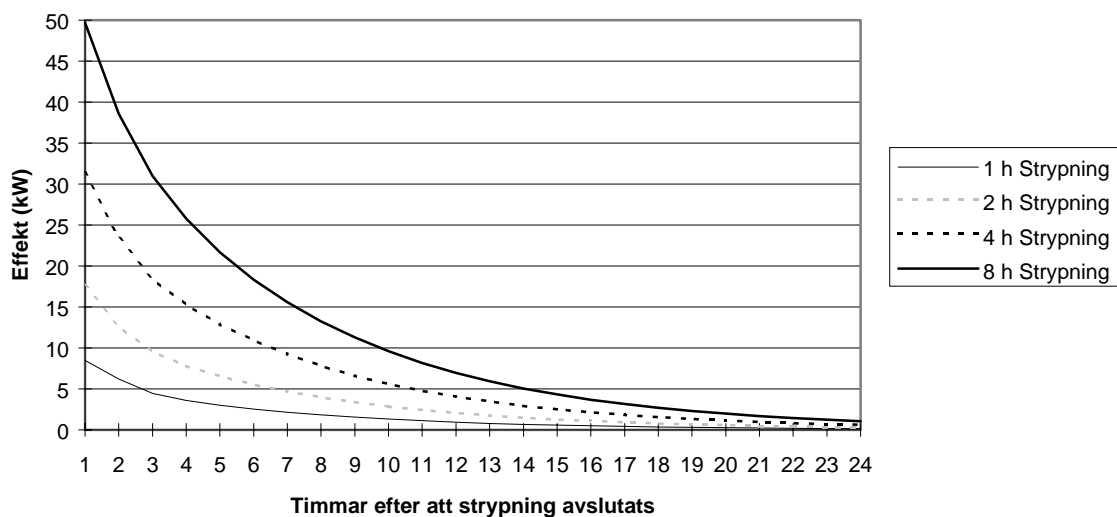
Tidsperiod	4-12	5-13	6-14	7-15
Strypintensitet	100%	100%	100%	100%
Effektbesparing (kW)	60	60	60	51
$T_{\text{inne,min}}$ (°C)	17,7	17,9	18,0	18,1
Maximal effekt (kW)	87	85	80	76
Tidpunkt för maxeffekt	12-13	13-14	14-15	15-16
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	145%	142%	133%	127%
Energibehov (kWh/dag)	926	919	917	917

Ett par av de simulerade strypfallen leder inte till reduktioner av det maximala effektbehovet, utan den återvändande lasten är upp till 45% högre än det ostrypta maximala effektbehovet. Självklart skulle det vara möjligt att införa reglerutrustning som begränsar lasten när värmen åter släpps på efter strypningen, men detta betyder att det tar längre tid att återställa innetemperaturen. Simuleringarna tyder dock på att det är möjligt att förskjuta det maximala effektbehovet en eller flera timmar framåt i tiden. För fredagen, där utetemperaturen är mycket låg under morgon och förmiddag, pekar simuleringarna på att längre strypningar kan betyda en reduktion av det maximala simulerade effektbehovet. Under torsdagen den 15/2 är utetemperaturen låg under hela dagen och där tyder inget av de simulerade fallen på att någon reduktion av det maximala effektbehovet är möjlig, dock går det att förskjuta det maximala effektbehovet till senare på för- eller eftermiddagen.

Efter en strypning återställs innetemperaturen inom en till två timmar men det kan ta åtskilliga timmar innan effektbehovet återigen är nere på normal nivå eftersom det går fort att återställa innetemperaturen medan det tar längre tid att värma upp byggnadsstommen. Beroende på strypintensiteten och under vilken tidsperiod som strypningen äger rum, kommer effektbehovet att vara förhöjt under olika antal timmar. I Figur 3-1 och Figur 3-2 visas hur mycket över det normala effektbehovet, som effektbehovet är timmarna efter att strypningen avslutats. I Figur 3-3 och Figur 3-4 visas motsvarande för innetemperaturen. I figurerna visas endast medeleffektbehovet och medeltemperaturen för de olika strypplängderna och tar inte hänsyn till vid vilken tidpunkt som strypningen sker. Figurerna är endast tänkta att ge en ungefärlig indikation över hur effektbehovet och innetemperaturen ser ut timmarna efter en strypning av värmeförseln.

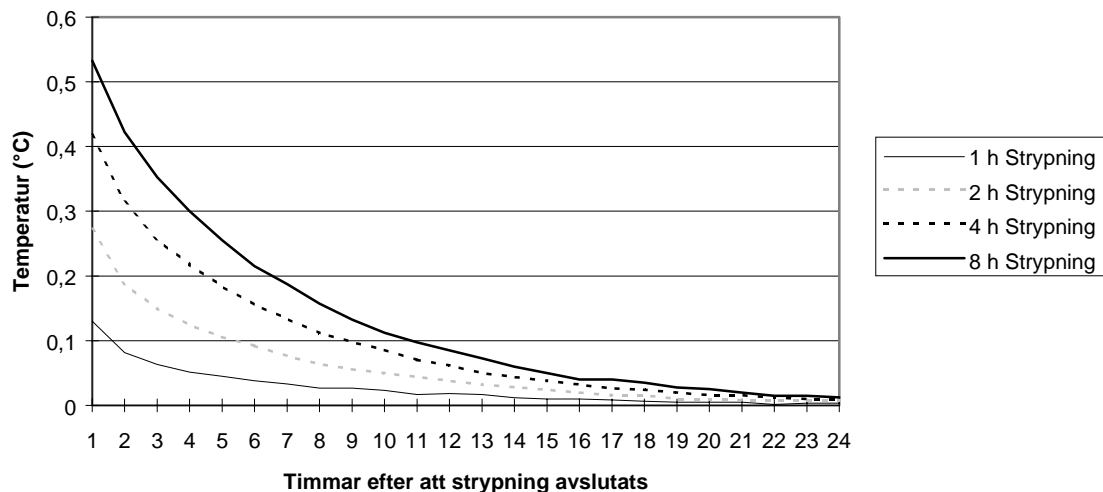


**Figur 3-1** Ökat effektbehov timmarna efter att en effektstrykning utförts fredagen den 16/2 för olika stryplängder.



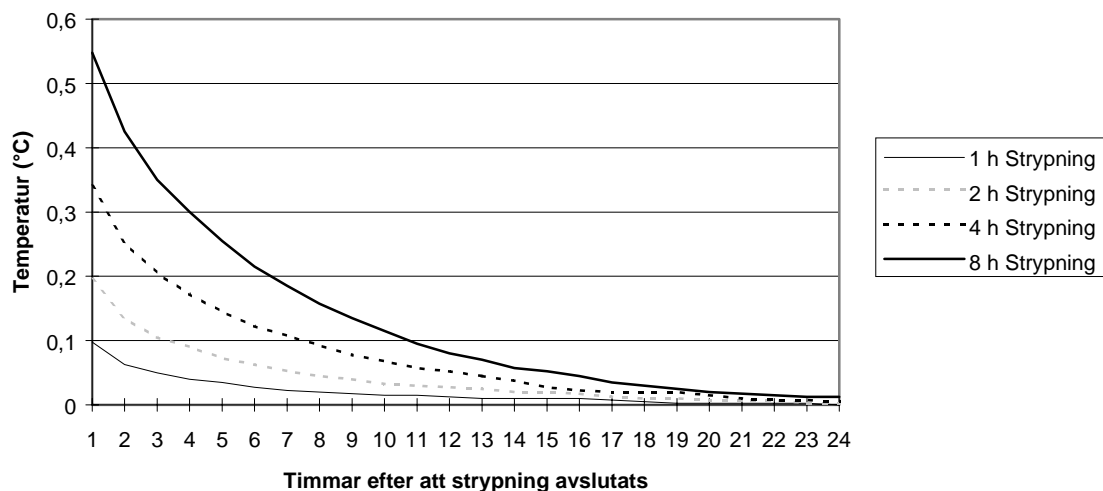
**Figur 3-2** Ökat effektbehov timmarna efter att en effektstrykning utförts torsdagen den 15/2 för olika stryplängder.

För kortare strypperioder sjunker det simulerade effektbehovet snabbt till bara några få kilowatt över det normala men när en längre stryplängd genomförs, är effektbehovet väsentligen högre i åtskilliga timmar efter stryplängdens slut. I fallet med 8 timmars stryplängd är det simulerade effektbehovet 10 kW eller högre än det normala i cirka 10 timmar efter stryplängdens slut.



**Figur 3-3** Ökad innetemperatur timmarna efter att en effektstrykning utförts fredagen den 16/2 för olika stryplängder.

Enligt simuleringarna finns det en viss tendens med förhöjd innetemperatur timmarna efter att en strypning genomförts men det är svårt att säga hur verkligheten ser ut.



**Figur 3-4** Ökad innetemperatur timmarna efter att en effektstrykning utförts torsdagen den 15/2 för olika stryplängder.

### 3.2 Strykning av ventilation i syfte att minska effektbehovet

Samtliga resultat för simuleringarna av strypningen av ventilationen presenteras i Tabell 3-12 till Tabell 3-16 där högsta simulerade innetemperatur, eventuell effektbesparing, förhållandet mellan maxeffekten för det reglerade fallet och det oreglerade samt tidpunkten för den maximala effektens uppträdande.

**Tabell 3-9** Resultat för 100% strypning av ventilationen under en timme den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-8</b>	<b>8-9</b>	<b>9-10</b>
Effektbesparing (kW)	70	65	43
T <sub>inne,max</sub> (°C)	20,5	20,5	20,4
Maximal effekt (kW)	83	89*	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1015	1019	1031

**Tabell 3-10** Resultat för 67% strypning av ventilationen under en timme den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-8</b>	<b>8-9</b>	<b>9-10</b>
Effektbesparing (kW)	48	44	35
T <sub>inne,max</sub> (°C)	20,4	20,4	20,4
Maximal effekt (kW)	83	89*	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8	6-7
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1034	1037	1041

**Tabell 3-11** Resultat för 50% strypning av ventilationen under en timme den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-8</b>	<b>8-9</b>	<b>9-10</b>
Effektbesparing (kW)	36	33	27
T <sub>inne,max</sub> (°C)	20,4	20,4	20,4
Maximal effekt (kW)	83	89*	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8	6-7
$\frac{\text{Max effekt}_s}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1044	1047	1052

**Tabell 3-12** Resultat för 100% strypning av ventilationen under två timmar den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-9</b>	<b>8-10</b>
Effektbesparing (kW)	70	65
$T_{\text{inne,max}}$ (°C)	20,5	20,5
Maximal effekt (kW)	83	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%
Energibehov (kWh/dag)	960	980

**Tabell 3-13** Resultat för 67% strypning av ventilationen under två timmar den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-9</b>	<b>8-10</b>
Effektbesparing (kW)	48	44
$T_{\text{inne,max}}$ (°C)	20,5	20,5
Maximal effekt (kW)	83	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1000	1010

**Tabell 3-14** Resultat för 50% strypning av ventilationen under två timmar den 16/2.

<b>Tidsperiod</b>	<b>7-9</b>	<b>8-10</b>
Effektbesparing (kW)	36	33
$T_{\text{inne,max}}$ (°C)	20,4	20,4
Maximal effekt (kW)	83	89*
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	7-8
$\frac{\text{Max effekt}_S}{\text{Max effekt}_{OS}}$	92%	100%
Energibehov (kWh/dag)	1016	1023

**Tabell 3-15** Resultat för strypning av ventilationen under fyra timmar den 16/2.

Tidpunkt	7-11	7-11	7-11
Strypintensitet	100%	67%	50%
Effektbesparing kW	70	48	36
T <sub>inne,max</sub> (°C)	20,5	20,4	20,4
Max effekt <sub>R</sub> Max effekt <sub>OR</sub>	92%	92%	92%
Maximal effekt (kW)	83	83	83
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	6-7	6-7
Energibehov kWh/dag	882	941	975

**Tabell 3-16** Resultat för strypning av ventilationen under åtta timmar den 16/2.

Tidpunkt	7-15	7-15	7-15
Strypintensitet	100%	67%	50%
Effektbesparing kW	70	48	36
T <sub>inne,max</sub> (°C)	20,9	20,4	20,4
Max effekt <sub>R</sub> Max effekt <sub>OR</sub>	92%	92%	92%
Maximal effekt (kW)	83	83	83
Tidpunkt för maxeffekt	6-7	6-7	6-7
Energibehov kWh/dag	772	852	911

Det finns vissa möjligheter att begränsa effektbehovet genom att tillfälligt strypa ventilationsflödet. Den lämpligaste åtgärden är en minskning av ventilationsflödet under 2-4 timmar under morgonen. Längre strypningar (8 timmar) fyller ingen större uppgift eftersom det är effekttoppen på morgonen som är de mest intressanta att försöka styra bort, och detta kan göras med en kortare strypperiod. Vid så pass låga utetemperaturer som under simuleringarna påverkas inte inomhustemperaturen i någon större utsträckning av strypning av ventilationen men det går inte att säga hur CO<sub>2</sub>-halten eller andra ämneshalter påverkas.

### 3.3 Reglering av innetemperaturen under helger och nätter, vintertid

I Tabell 3-17 och Tabell 3-18 visas resultaten när innetemperaturen regleras under nätter och helger. Nattsänkning av innetemperaturen leder till ett minskat årligt energibehov men också till att årets högsta effektbehov ökar med cirka 10%. Tidpunkten för maxeffekten är också oförändrad och simuleringarna pekar mot att nattsänkning av innetemperaturen är mindre lyckat ur effektushållningssynpunkt. Ingen av de övriga simulerade fallen där innetemperaturen reglerats under helger och kvällar tyder på att det finns någon möjlighet att minska det maximala effektbehovet men det går att flytta tidpunkten för det maximala effektbehovet till tidigare på morgonen eller på natten genom natthöjning.

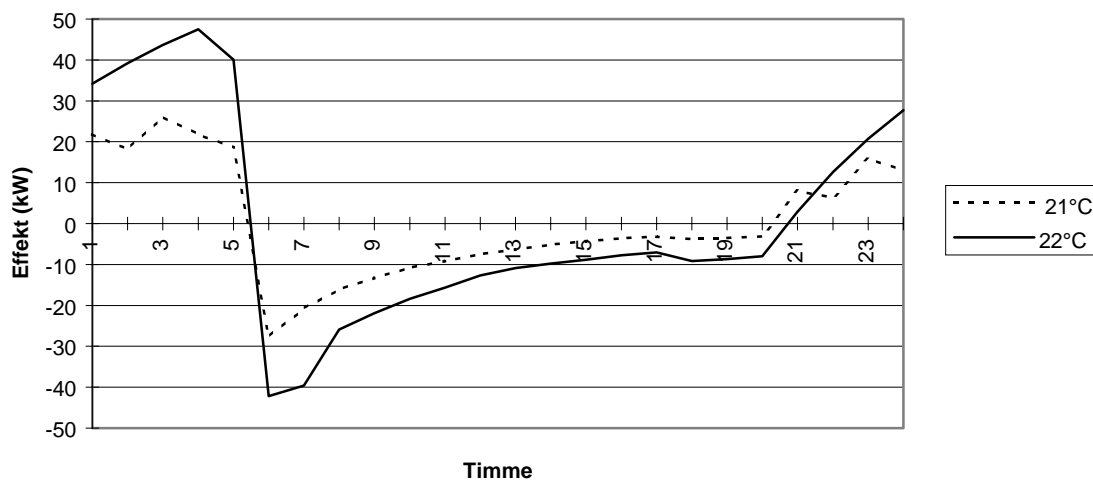
**Tabell 3-17** Resultat för simulering av natthöjning och nattsänkning av innetemperaturen.

Åtgärd	Nattsänkning 18°C	Nattsänkning 19°C	Oreglerat 20°C	Natthöjning 21°C	Natthöjning 22°C
Årsenergi (MWh)	109	112	118	122	129
$\frac{\text{Max effekt}_{\text{Regl}}}{\text{Max effekt}_{\text{Oregl}}}$	111%	111%	100%	107%	130%
Maxeffekt (kW)	99	99	89	95	116
Tidpunkt för högsta effekter	05-08	05-08	07-08	01-05	02-05

**Tabell 3-18** Resultat för simulering av helgsänkning av innetemperaturen.

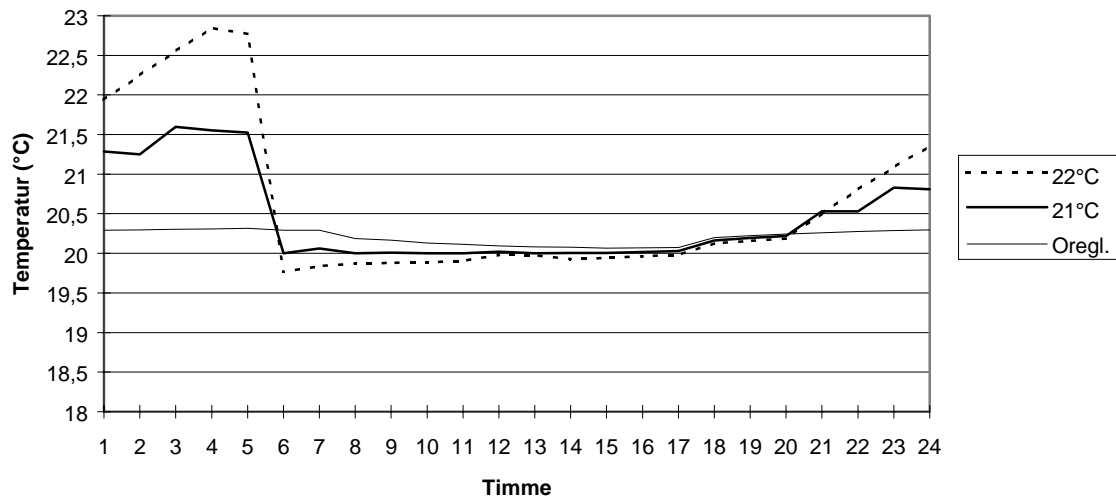
Åtgärd	Helgsänkning 18°C	Helgsänkning 19°C
Årsenergi (MWh)	112	114
$\frac{\text{Max effekt}_{\text{Regl}}}{\text{Max effekt}_{\text{Oregl}}}$	112%	112%
Maxeffekt (kW)	100	100
Tidpunkt för högsta effekter	sön-mån 22-07	sön-mån 22-07

I fallet med natthöjning tyder simuleringarna på att högre höjningar av innetemperaturen än 1°C kan leda till ett kraftigt ökat effektbehov under kalla nätter och i Figur 3-5 visas skillnaden mellan effektbehovet vid natthöjning och effektbehovet när temperaturen inte regleras. Figuren visar medelvärdet av det ökade effektbehovet för måndag-torsdag i januari och februari. Som kan utläsas, är effektbehovet under morgontimmarna väsentligen högre under morgontimmarna. Ett annat problem med natthöjning av innetemperaturen är att de boende/arbetande i byggnaden kan uppleva temperaturen på morgonen som för hög, vilket var fallet i ett laststyrningsförsök i småhus [5].



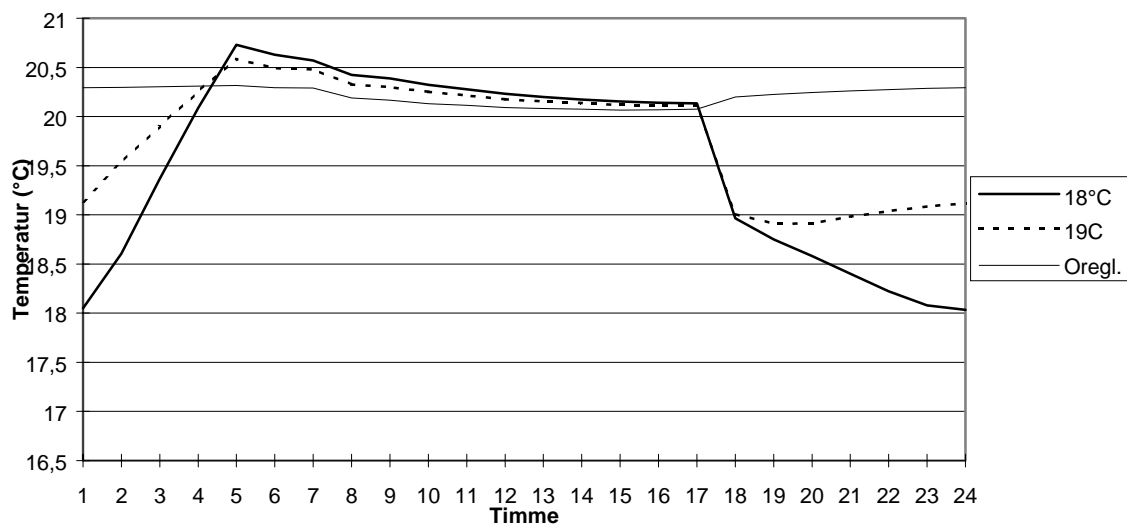
**Figur 3-5** Ökat/minskat effektbehov till följd av natthöjning till 21 resp. 22°C. Medelvärden för måndag-torsdag under januari och februari.

Den simulerade temperaturkurvan för måndagar-torsdagar visas i Figur 3-6 och enligt simuleringarna skulle innetemperaturen vara återställd till de normala 20°C redan innan arbetstid men reglersystemet som tsbi3 använder fungerar perfekt och utifrån simuleringarna går det inte att uttala sig om hurvida det finns risk för övertemperaturer inomhus. Figur 3-5 visar hur mycket över/under det normala effektbehovet som effektbehovet är vid natthöjning som medelvärdet för måndagar-torsdagar i januari och februari.



**Figur 3-6** Simulerad innetemperatur (medelvärde för måndag-torsdag i januari och februari) för natthöjning av innetemperaturen till 21°C resp 22°C samt för det oreglerade fallet.

Temperaturkurvan vid nattsänkning visas i Figur 3-7 och den simulerade innetemperaturen under arbetstid är cirka 0,1-0,5°C högre för de båda reglerade fallen jämfört med det oreglerade fallet. Återigen är problemet att reglersystemet tsbi3 fungerar problemfritt och det går inte att uttala sig om hur nattsänkningen påverkar innetemperaturen under dagtid.



**Figur 3-7** Simulerad innetemperatur (medelvärde för måndag-fredag i februari) för nattsänkning av innetemperaturen till 19°C resp 18°C samt för det oreglerade fallet.

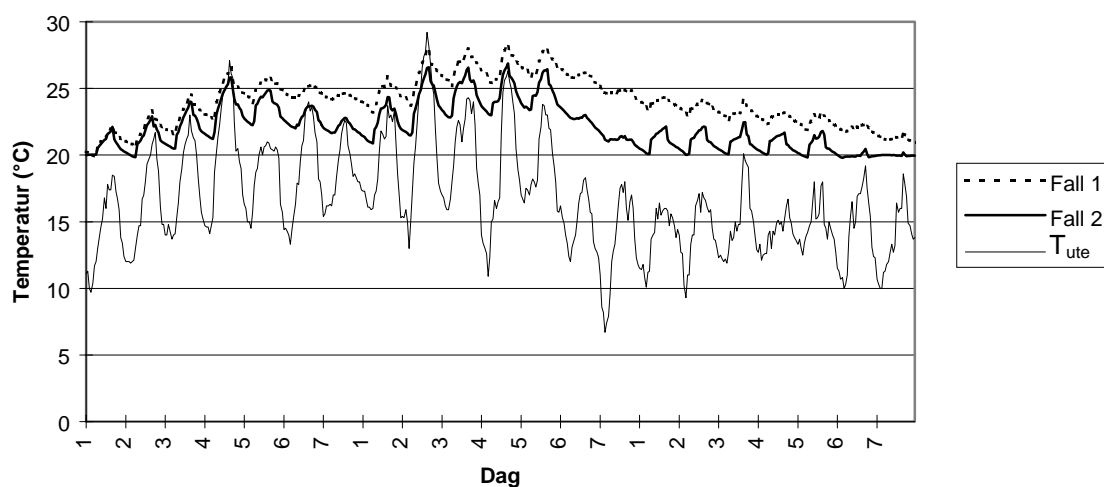
### 3.4 Simulering av olika styrstrategier för kyla och ventilation under sommaren

- Ingen komfortkyla, ventilation enligt normaldrift (Fall 1)
- Ingen komfortkyla, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag (Fall 2)
- Komfortkyla inkopplad måndag-fredag 06-18, ventilation enligt normaldrift (Fall 3)
- Komfortkyla inkopplad måndag-söndag 01-24, ventilation enligt normaldrift (Fall 4)
- Komfortkyla inkopplad måndag-fredag 06-18, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag (Fall 5)
- Komfortkyla inkopplad måndag-fredag 01-24, ventilation 100% drift dygnet runt, måndag-söndag (Fall 6)

I samtliga fall där komfortkyla är inkopplad är börvärdet för innetemperaturen satt till 23°C. Den simulerade perioden sträcker sig från och med den 1/6 t.o.m. den 31/8 och den period som studeras i detta avsnittet sträcker sig från och med den 2/7 t.o.m. den 22/7 vilken är den varmaste perioden av sommaren under det simulerade året. Resultaten i Tabell 3-19 härrör från hela perioden medan samtliga detaljstudier senare är begränsade till 2/7-22/7.

**Tabell 3-19** Resultat för simulering av olika styrstrategier för ventilation och komfortkyla, perioden 1/6-31/8.

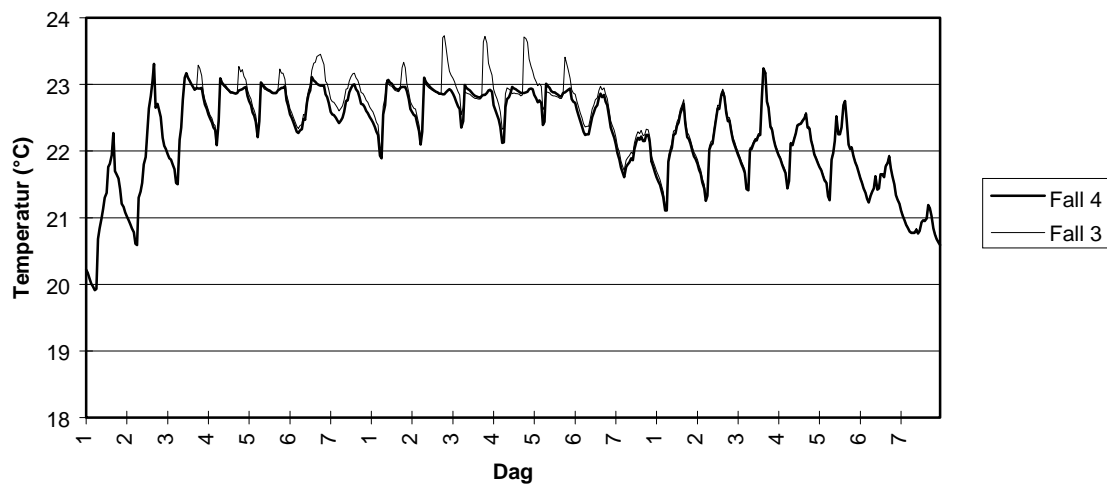
Fall	1	2	3	4	5	6
$T_{inne,max}$ (°C)	28,4	26,9	24,56 (helg)	23,39	24,27 (helg)	23,55
$P_{kyl,max}$ (kW)	0	0	107	103	91	87
$E_{kyla}$ (kWh)	0	0	9500	9800	5800	5500
$E_{vent}$ (kWh)	11000	24000	11000	11000	24000	24000
$E_{vent+kyla}$ (kWh)	11000	24000	20500	20800	29800	29500



**Figur 3-8** Innetemperaturens variation för olika driftsfall för ventilationen, samt utomhus-temperaturen, period 2/7-23/7.

Figur 3-8 visar hur innetemperaturen varierar beroende på vald driftsstrategi för ventilationen samt utetemperatur för de två simulerade fallen där komfortkyla inte är inkopplad. Den simulerade perioden är den varmaste under sommaren och är därför av intresse när det gäller kylning och luftkonditionering av byggnader. Kontinuerlig drift av ventilationen minskar inte innetemperaturen med mer än någon grad under de varmaste dagarna men byggnaden kyls av väsentligen snabbare när utetemperaturen åter har sjunkit och under den sista veckan i perioden är skillnaden cirka 2-3°C. Dock ökar elförbrukningen till ventilationen under perioden med över 100%.

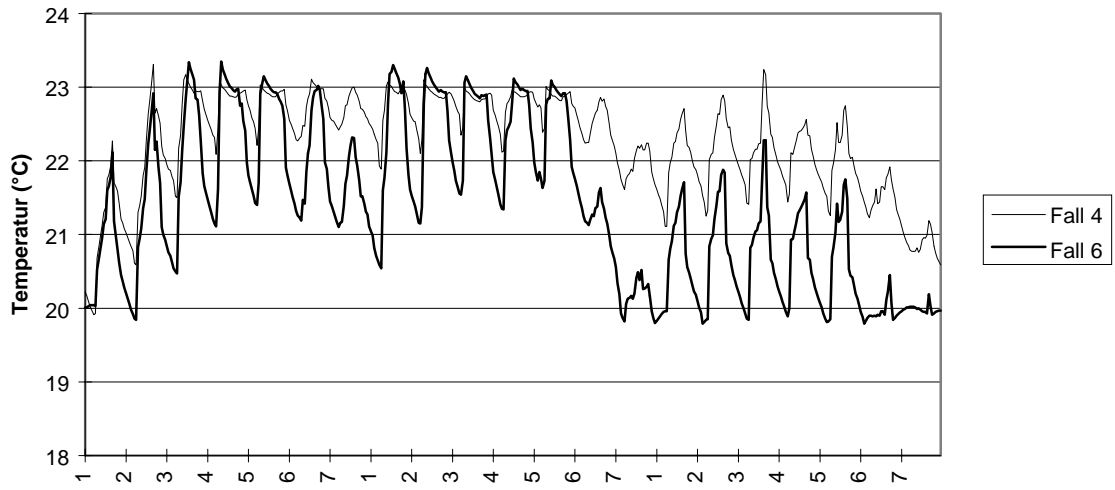
Det simulerade fallen där komfortkylanläggningen körs med olika strategier tyder inte på någon större skillnad mellan de två simulerade fallen, varken elförbrukningen eller den högsta effekten påverkas speciellt mycket, se Figur 3-9.



**Figur 3-9** Innetemperaturens variation för olika driftsfall för komfortkyla, period 2/7-23/7.

Någon större förbättring av inneklimatet genom att köra komfortkyla dygnet runt tyder inte simuleringarna på utan den stora skillnaden i innetemperatur är under helgerna samt under kvällar. Under natten sjunker temperaturen visserligen snabbare, men när arbetsdagen åter startar är skillnaden i innetemperatur försumbar.

Skillnaden mellan fall 5 och 6 är ytterst liten och visas inte i någon figur. Istället visas i Figur 3-10 skillnaden mellan fall 4 och fall 6 för att exemplifiera den principiella skillnaden. Som kan utläsas, föreligger den stora skillnaden under veckan efter att utetemperaturen sjunkit (fr.o.m. dag 7 i vecka 2), då innetemperaturen är cirka 1-2°C lägre för fall 6 jämfört med fall 4. Ur ren energisynpunkt görs ingen vinst på att öka ventilationens driftstider om det finns komfortkyla installerat och ingen vinst görs heller genom att inskränka driftstiderna för komfortkylanläggningen. Att köra ventilationen alltid, kombinerat med komfortkyla, verkar utifrån simuleringarna som en mindre lyckad strategi, eftersom varken energibehovet ökar och effektbehovet påverkas inte speciellt mycket.



**Figur 3-10** Innetemperaturens variation för olika driftsfall för komfortkyla, period 2/7-23/7.

## 4 Slutsats och diskussion

---

Alla lokalobjekt är mer eller mindre unika vad det gäller byggnadsdata, interna belastningar, typ av utrustning, etc. Detta gör det mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att utifrån simulerade fall för det typiska objektet dra några som helst slutsatser som går att använda för något annat objekt än det simulerade. Dock kan vissa tendenser konstateras som att det under kortare tidsperioder går att strypa bort hela eller delar av värmeeffekten och att vissa strypstrategier är mindre lämpliga eftersom den återvändande lasten kan vara väsentligen högre än kundens tidigare maximala effektbehov.

Den simulerade lokalens karakteristik får anses representera en kontorsbyggnad med hög intern belastning, höga ventilationsflöden samt med typiska driftstider. Användandet av en ”typisk lokal” kan visserligen kritiseras eftersom varje lokal är unik. Rapporten visar dock att det finns en metod att analysera olika problem förenade med laststyrning i lokaler genom att simulera olika typer av objekt för sig. Resultaten visar åtgärdernas potential även om de är tämligen svåra att generalisera.

### 4.1 Strypning av värmeeffekten

Simuleringarna tyder på att det under kortare perioder går att strypa värmeförseln med 100% under kalla dagar vilket dock kanske inte är tillrådligt eftersom det då uppstår andra problem som ökat kallras från fönster och att ventilationsluft från deplacerade don kan upplevas som kall. Längre strypperioder är möjliga under dagar med måttlig utetemperatur men samma problem uppstår här om värmeförseln stryps med 100%.

För en- och tvåtimmars strypperioder är ofta den återvändande lasten högre än det tidigare maximala effektbehovet och åtgärder måste vidtas i form av extra utrustning om denna skall kunna begränsas, vilket dock leder till att det tar längre tid att återställa innetemperaturen. Inga effektbesparingar som kan uppnå med entimmes strypningar men det är möjligt att flytta belastningarna i tiden. Även om den återvändande lasten blir högre kan det vara en viss vinst med det hela eftersom en kortare effekttopp kan flyttas framåt i tiden.

Den strypstrategi som utifrån simuleringarna ser mest lovande ut är att minska värmeförseln under längre tidsperioder men använda en lägre strypintensitet, 40-50% under flera timmar. Visserligen var högre strypintensiteter möjliga för den simulerade byggnaden men det är tveksamt om det är meningsfullt att använda högsta möjliga strypintensitet, utan istället kan effektbesparingar göras genom att strypa en lägre andel av det erforderliga effektbehovet. Då är det möjligt att inte bara begränsa det maximala effektbehovet utan också att flytta det flera timmar framåt i tiden. Det ser ut som om de största effektbesparingarna kan göras med längre strypningar med lägre strypintensitet. Energivinsten på att strypa värmeförseln är enligt simuleringarna mycket liten men syftet är inte att spara energi utan att begränsa effektbehovet.

### 4.2 Strypning av ventilationsflödet i syfte att minska värmeeffektbehovet

Enligt simuleringarna går det att uppnå vissa effektbesparingar genom att strypa ventilationsflödet under de timmar då effektbehovet är som störst. Den viktigaste frågan är hur strypningen påverkar CO<sub>2</sub>-halten inomhus och hur länge ventilationen kan strypas och med vilken intensitet utan att luftkvaliteten försämras för mycket men detta har inte kunnat studeras.

### 4.3 Reglering av innetemperaturen under nätter och helger

De fall som har simulerats är de vanligen förekommande styrstrategierna för innetemperaturen och syftet var att fastställa vilken påverkan de olika strategierna har på effektbehovet och innetemperaturen under dagtid.

Helg/nattsänkning innebär förvisso en energibesparing på ett par procent men effektbehovet och tidpunkten för den maximala effekten är oförändrad. Enligt simuleringarna är också påverkan på innetemperaturen dagtid av helg/nattsänkning liten, men eftersom regleringssystemet i tsbi3 är idealt är det svårt att säga något om hur det skulle se ut i ett verkligt fall.

Natthöjning av innetemperaturen innebär heller ingen direkt effektbesparing men tidpunkten för maximala effekten är förskjutet till ett par timmar tidigare på natten. De två simuleringarna tyder också på att effektbehovet nattetid kraftigt beror på till vilken temperatur som natthöjning sker. Ökningen av energibehovet är också väsentligen högre när natthöjning sker till 22°C istället för 21°C.

### 4.4 Sommarfall

Utan komfortkyla ökar innetemperaturen till över 25°C under delar av sommaren och ett kylbehov på runt 10 MWh föreligger om innetemperaturen skall hållas under 23°C. Olika styrstrategier för ventilationen och komfortkylanläggningen har simulerats och jämförts. Utnyttjande av frikyla genom kontinuerlig drift av all ventilation dygnet runt sänker innetemperaturen någon grad under varmare dagar men framför allt hjälper det till att kyla ner byggnaden fortare när utetemperaturer sjunker efter en längre tid med hög utetemperatur. Utnyttjandet av frikyla medför dock att elförbrukningen till ventilationen ökar med cirka 10 MWh under den studerade treveckorsperioden. För fallet med komfortkyla simulerades fyra olika fall, och resultaten tyder på att det inte görs någon vinst på att inskränka komfortkylans driftstider eller att öka ventilationens driftstider. Resultaten för simulering av sommarfallen är om möjligt ännu svårare att generalisera än resultaten för vinterfallen då byggnadens orientering och utformning kommer att vara av större betydelse än under vinterfallen.

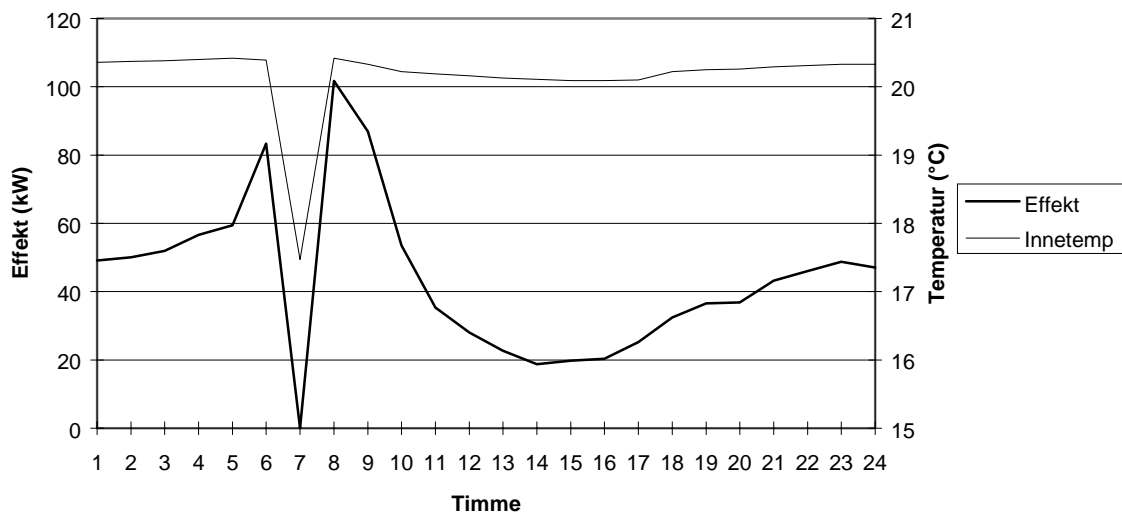
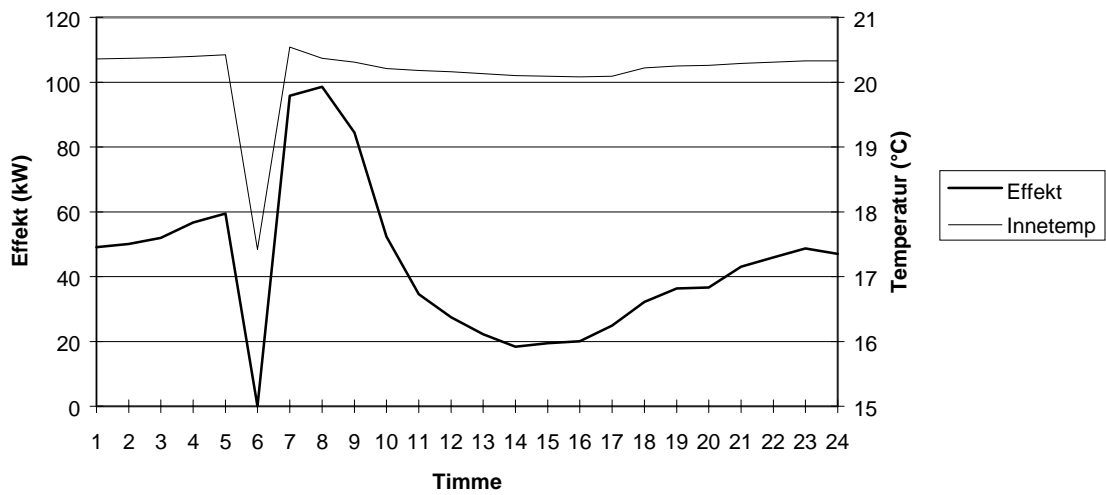
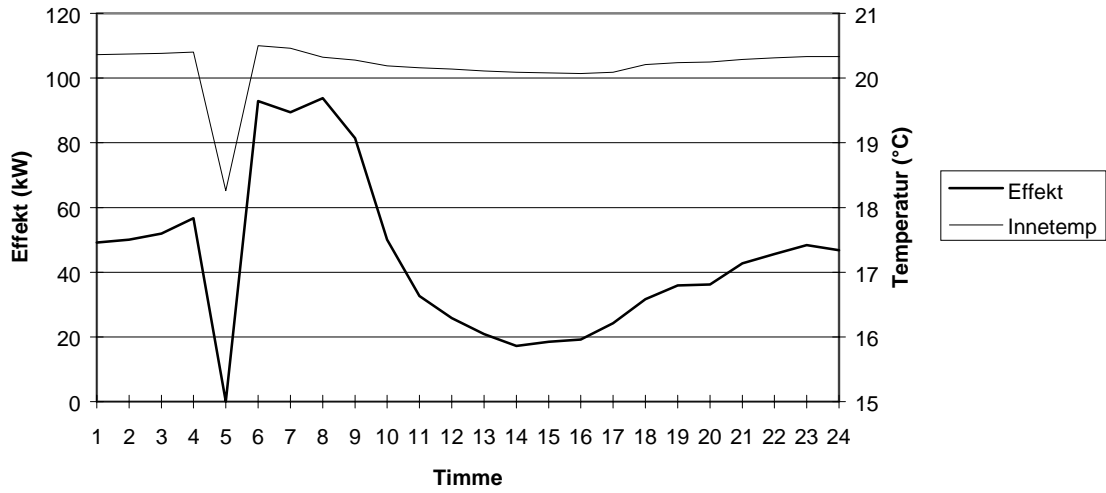
## 5 Referenser

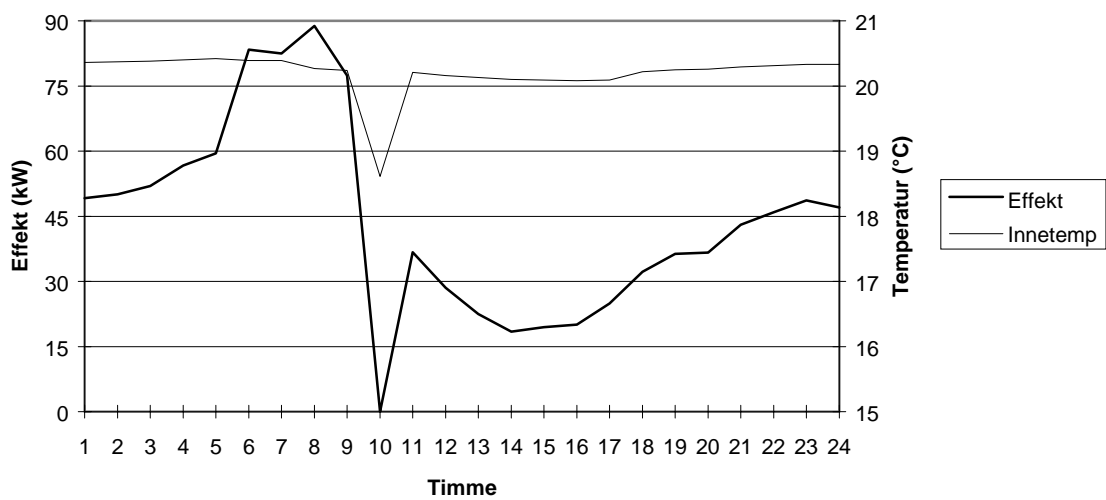
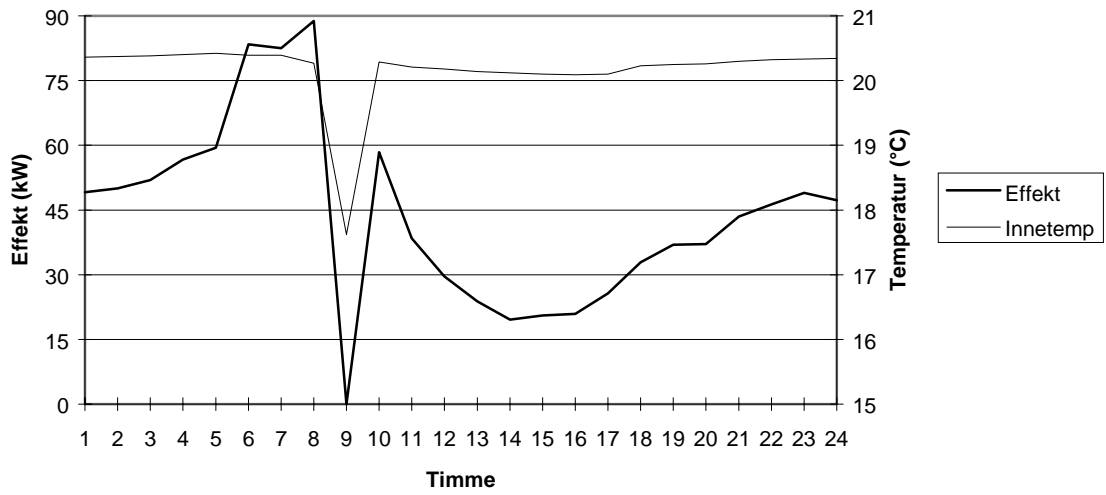
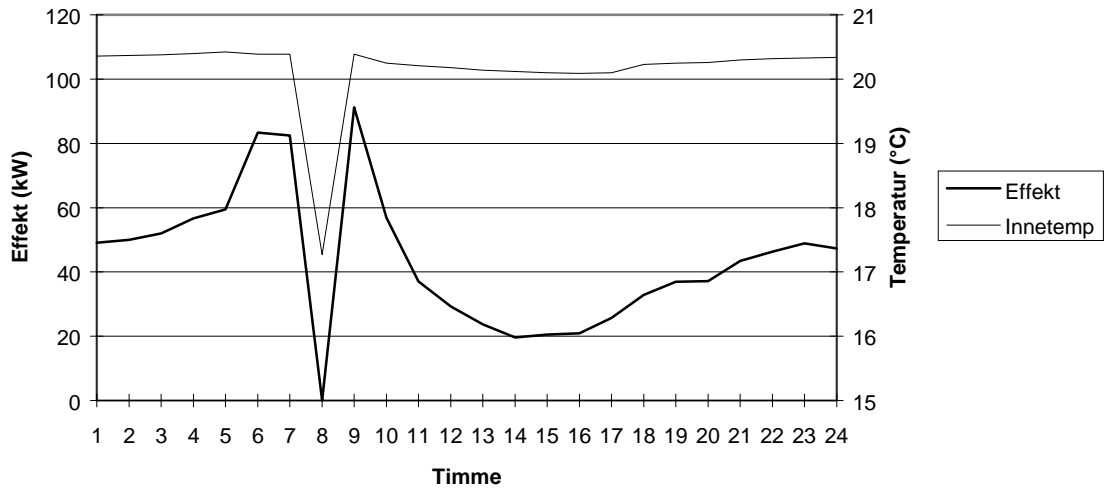
---

- 1 **Pyrko, Jurek & Qvistbäck, Per**, *Belastningsstyrning i bostäder - Datorsimulering*. LTH, Inst. för Värme- och Kraftteknik, LUTMDN/TMVK--3167-SE, Lund, 1994.
- 2 **Johansson, Peter & Ejeklint, Lars**, *Laststyrning av direktelvärmade villor i Boden*. Uppdrag 2000, Vattenfall Norrbotten, 1990.
- 3 **Johansen, Kjeld**, *tsbi3 brugervejledning*. Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm, 1993.
- 4 *Lokalerna och energihushållningen*. Vattenfall Uppdrag 2000, Vällingby, 1992.
- 5 **Andersson, Susanne**, *BORO AB:s lågeffekthus*. LiTH, Inst. för Konstruktions- och produktionsteknik, Linköping. Examensarbete LiTH-IKP-Ex-950, 1991.

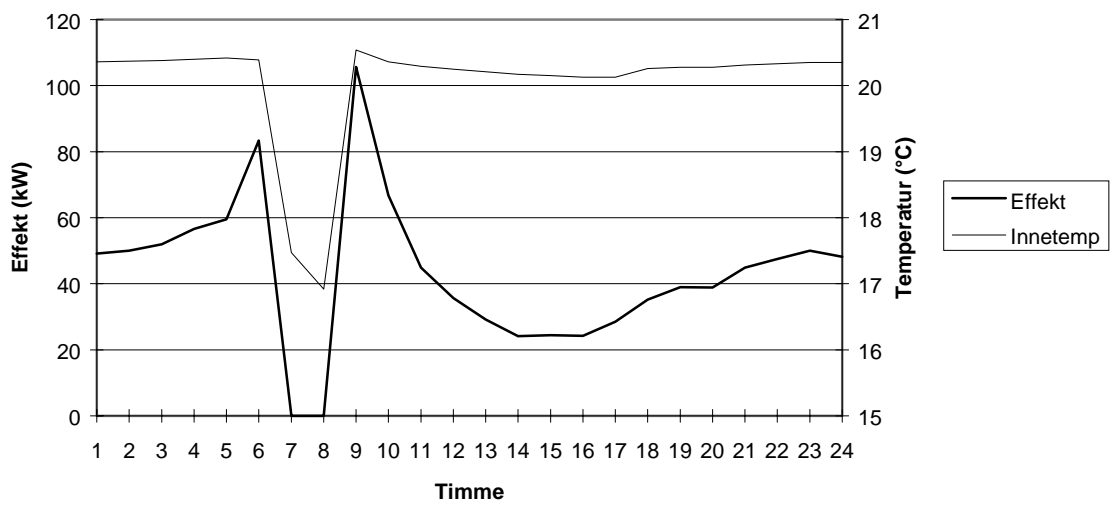
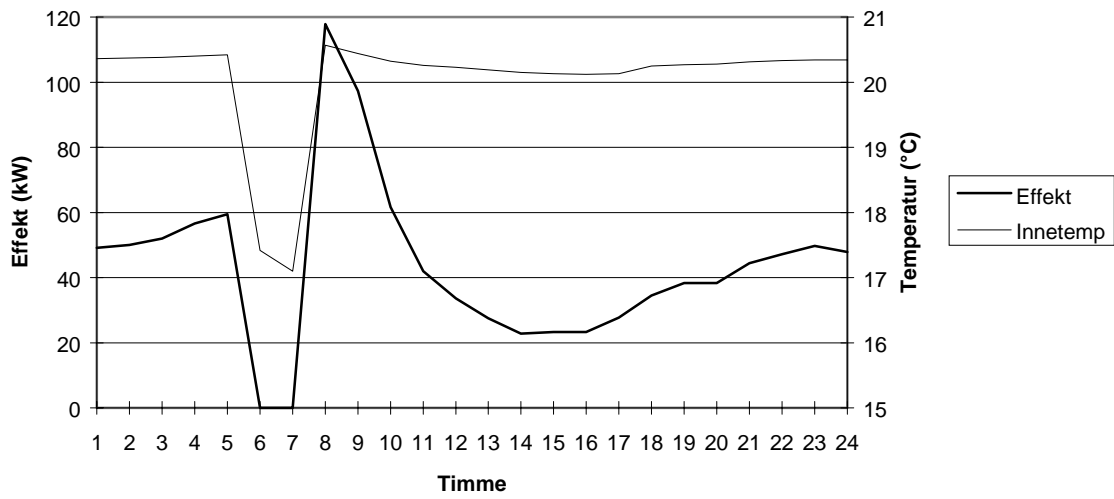
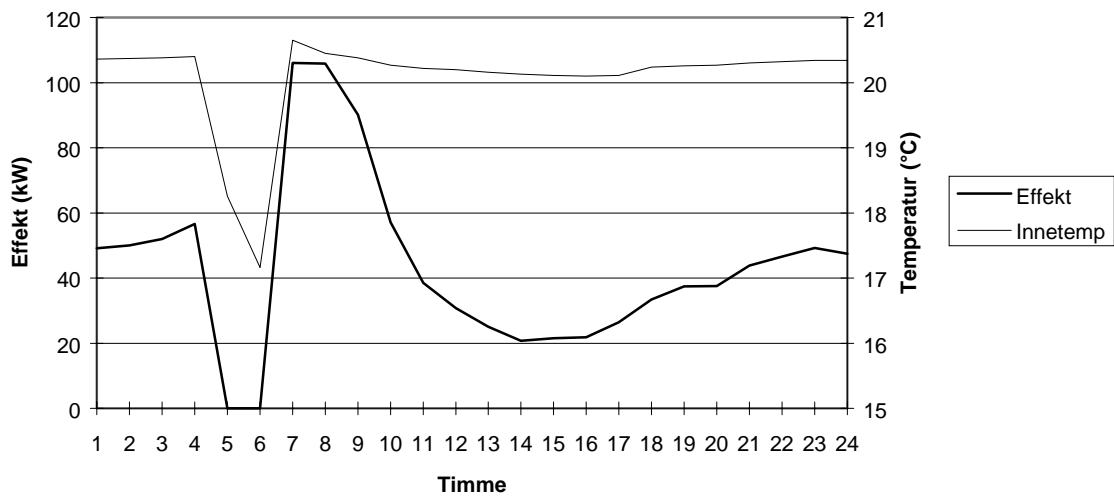
# Bilaga A

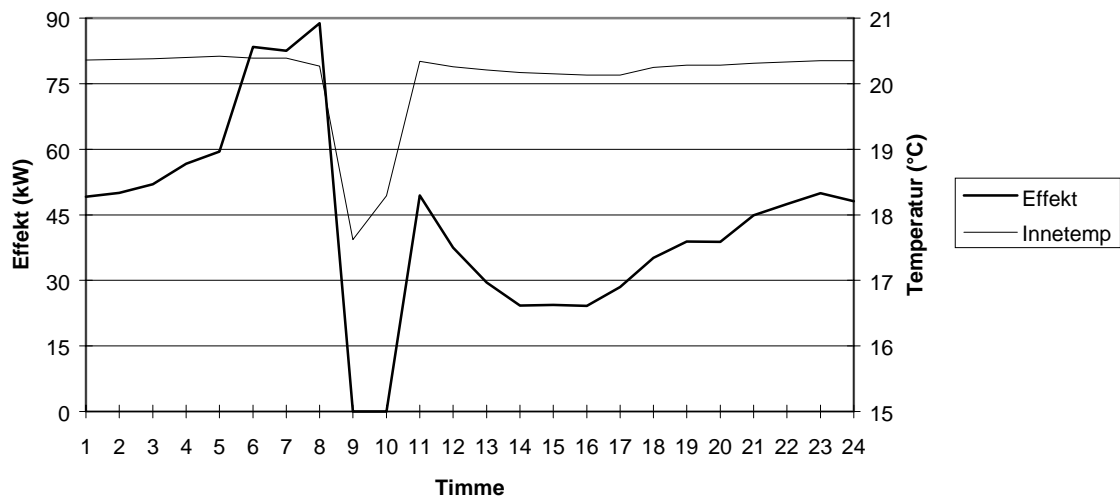
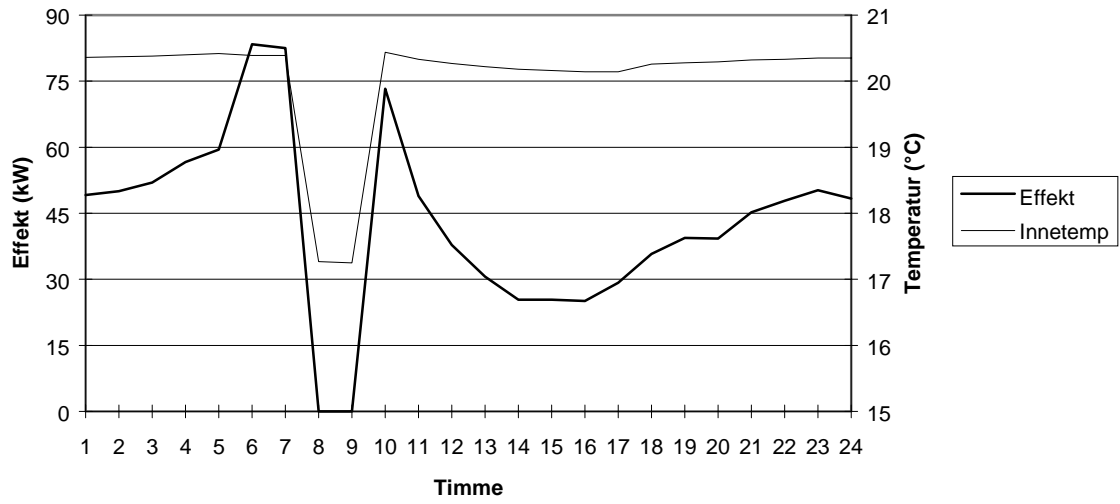
Strypning av värmeeffekten under 1 timme 16/2



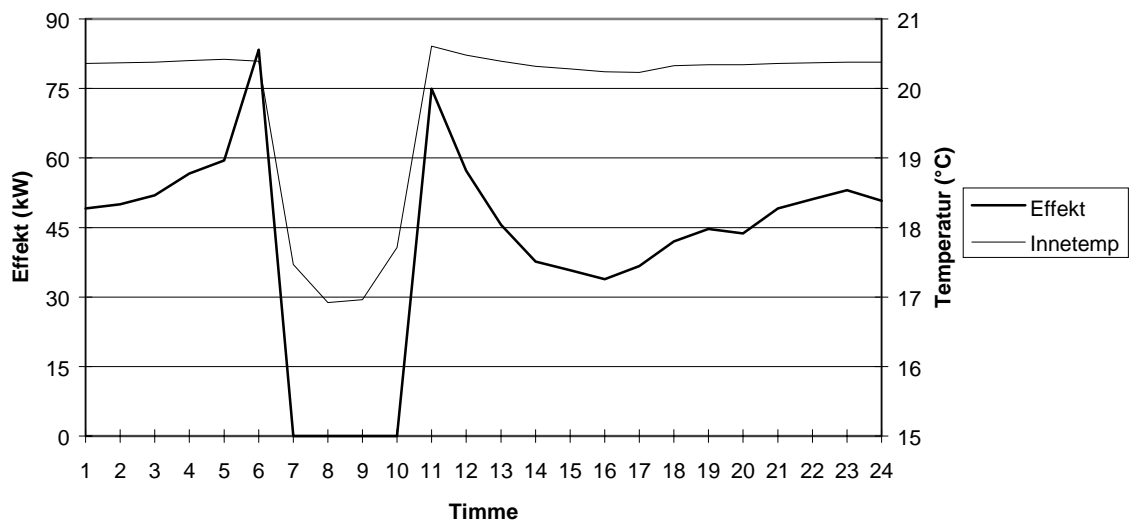
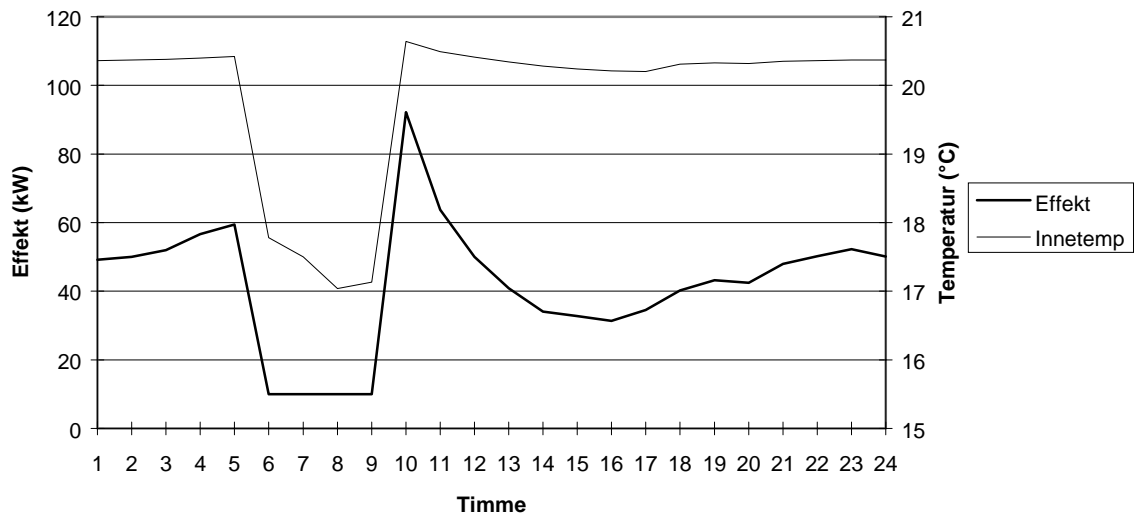
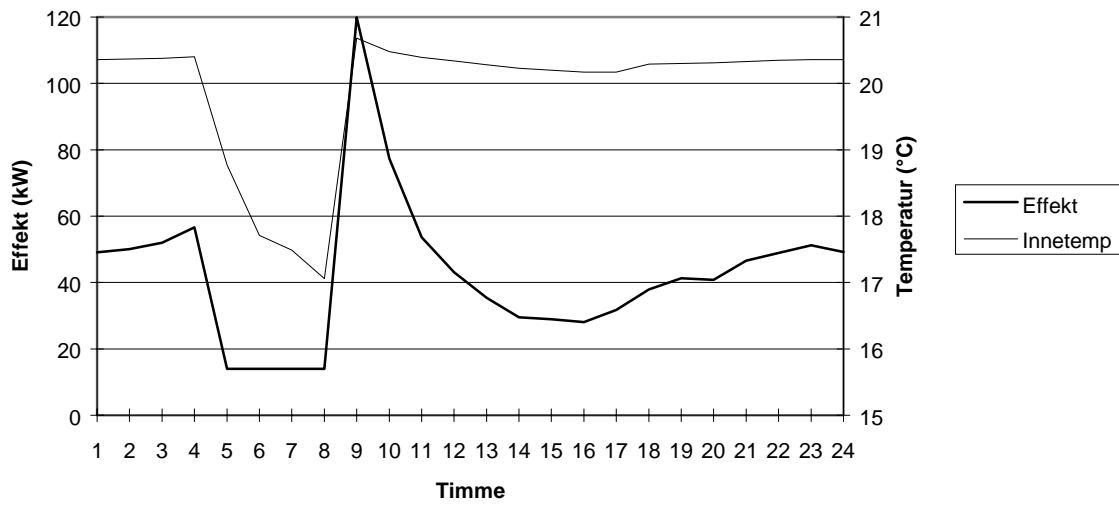


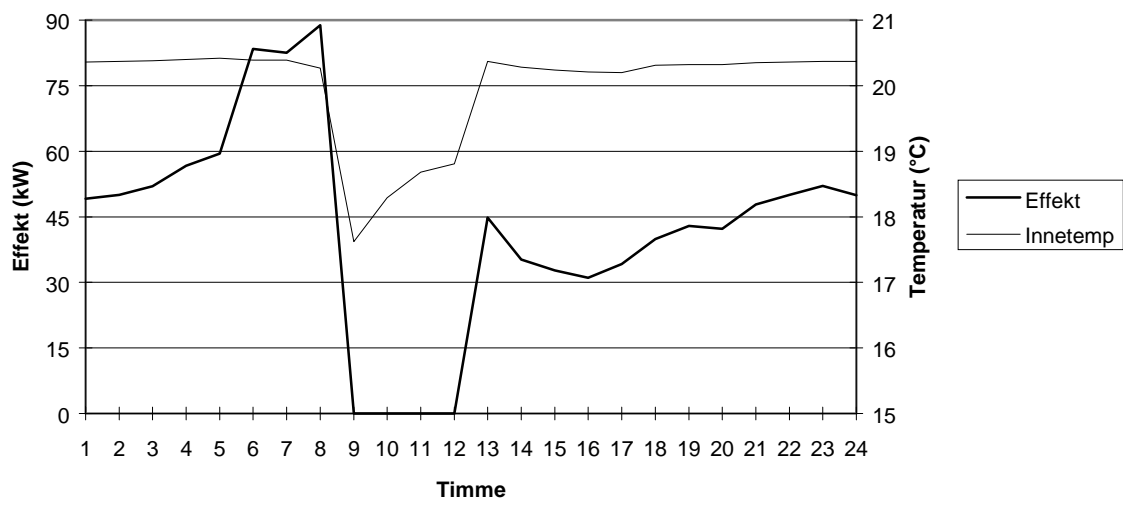
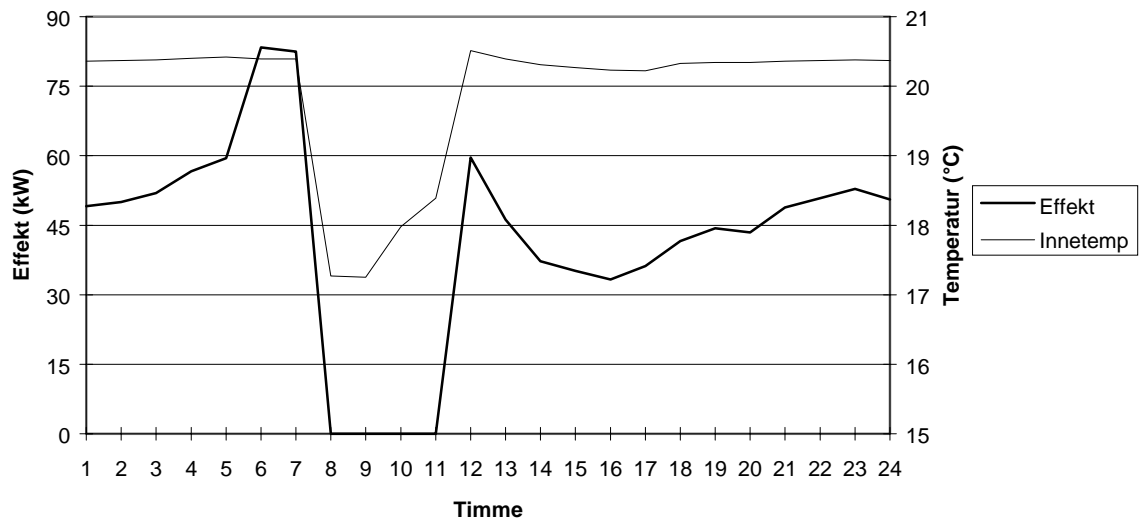
Strykning av värmeeffekten under 2 timmar 16/2



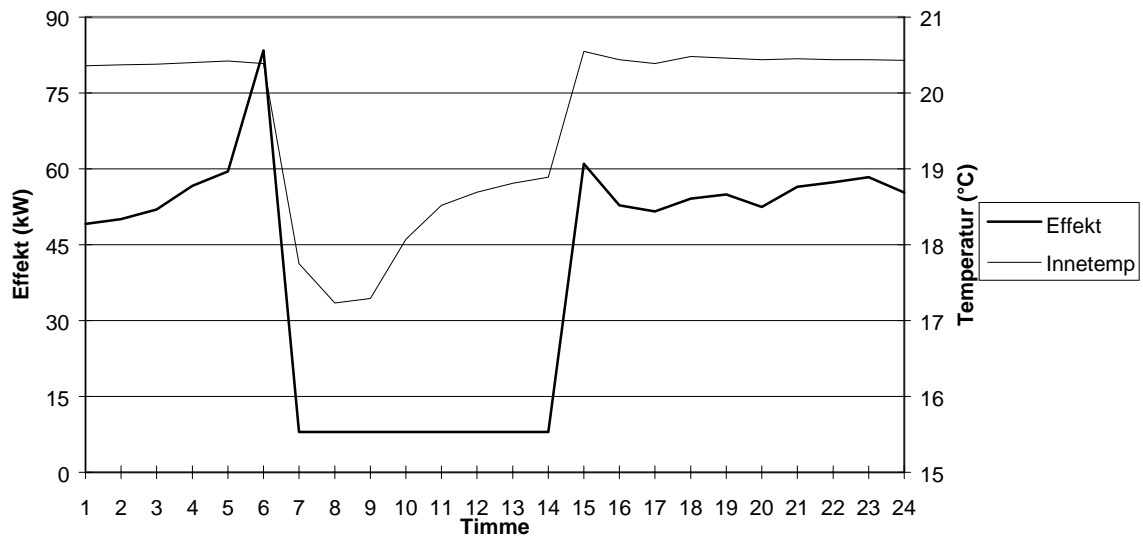
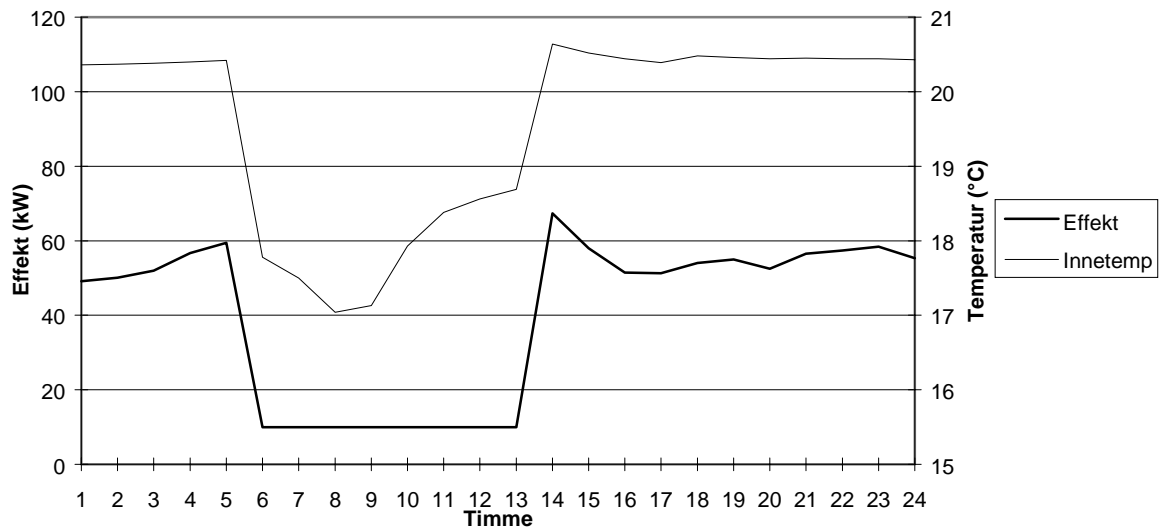
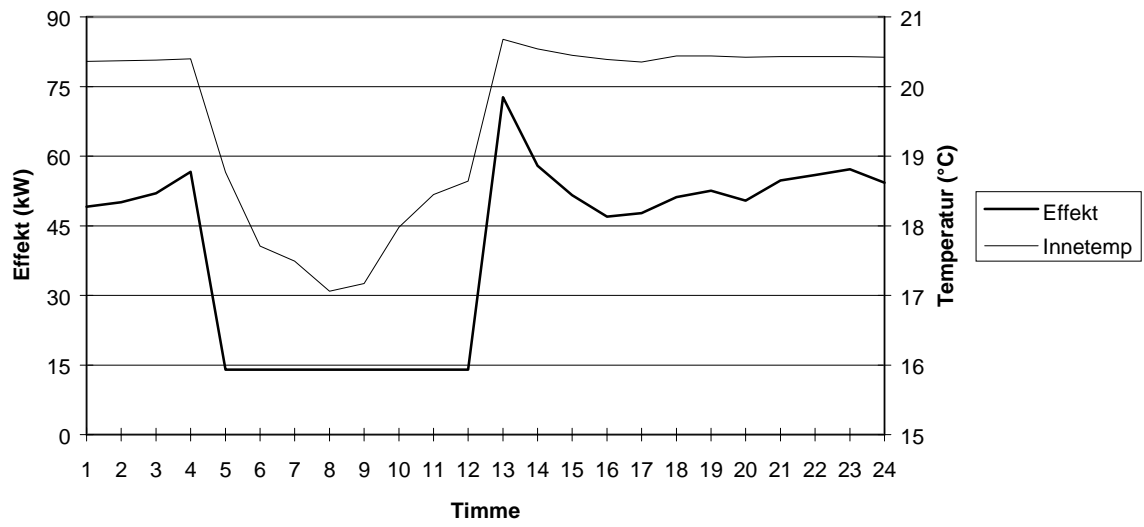


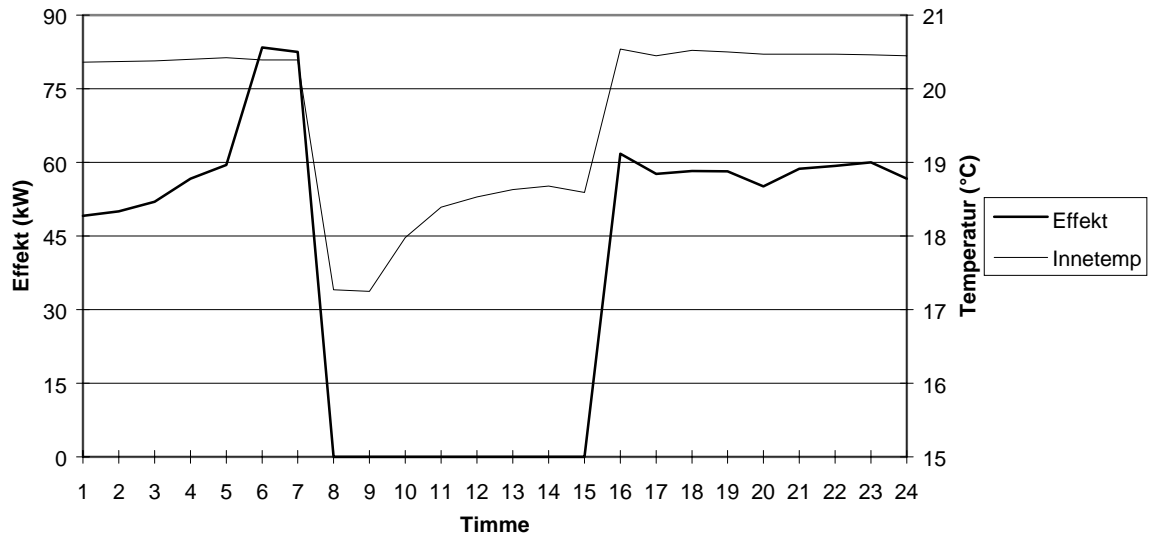
Strykning av värmeeffekten under 4 timmar 16/2



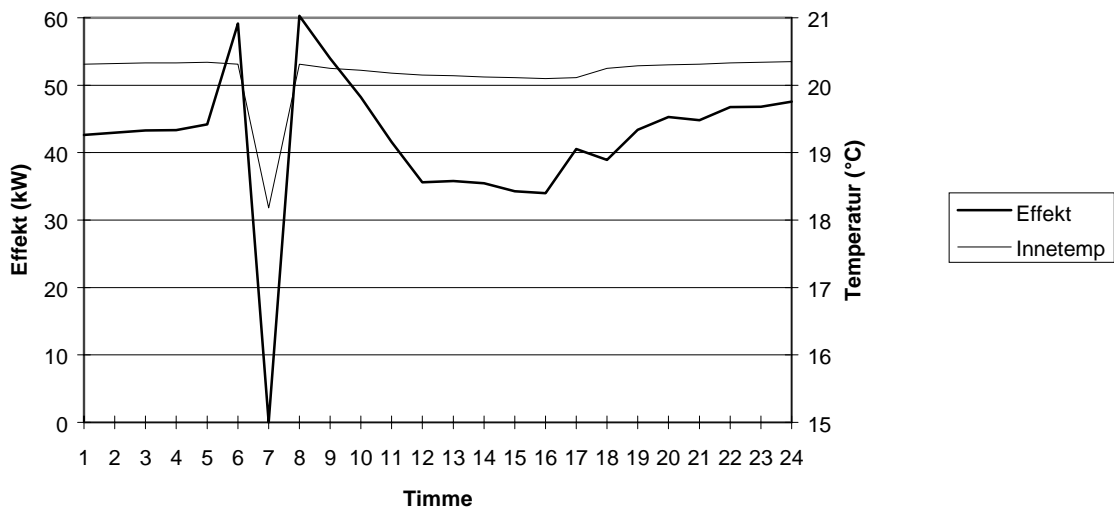
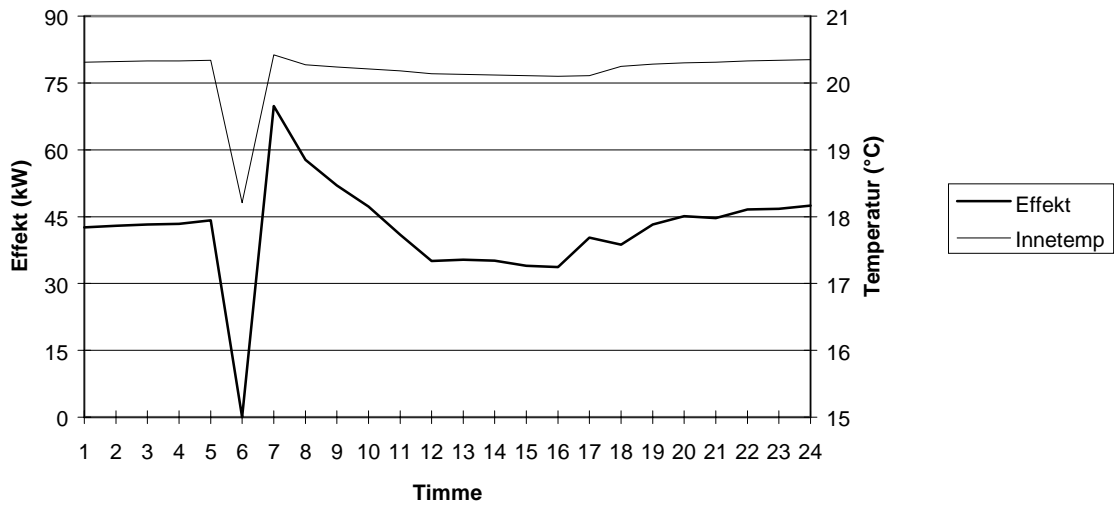
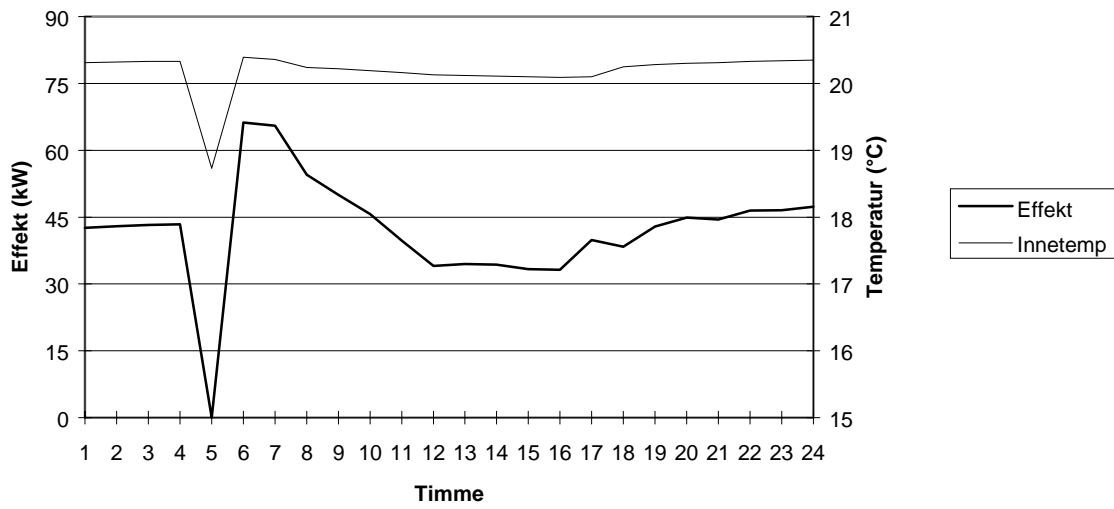


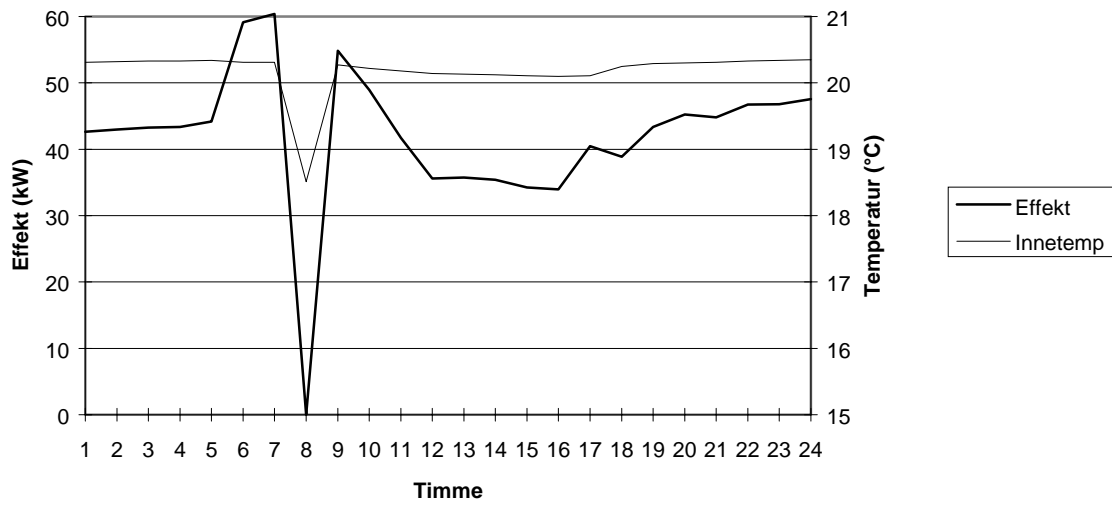
Strykning av värmeeffekten under 8 timmar 16/2



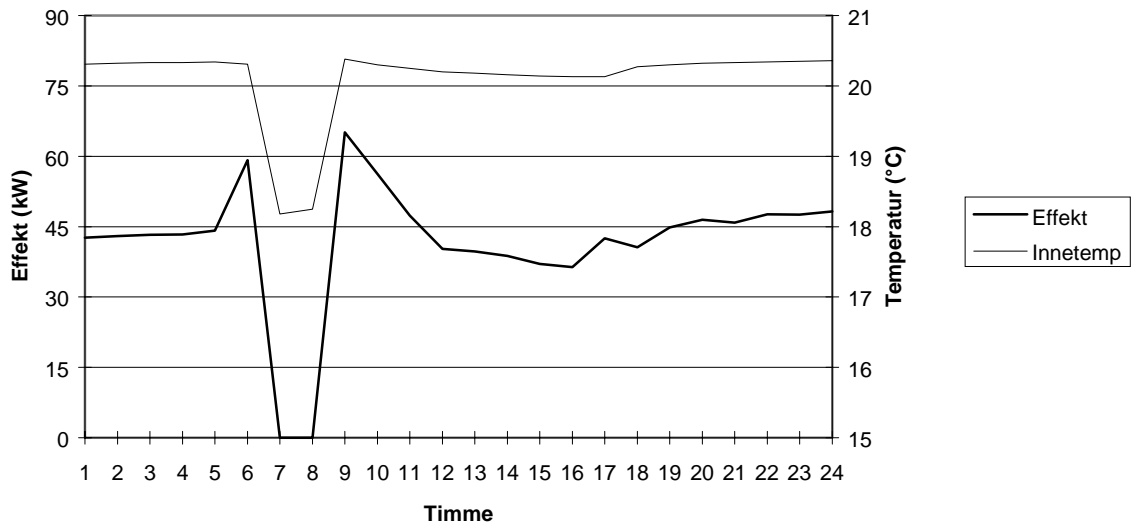
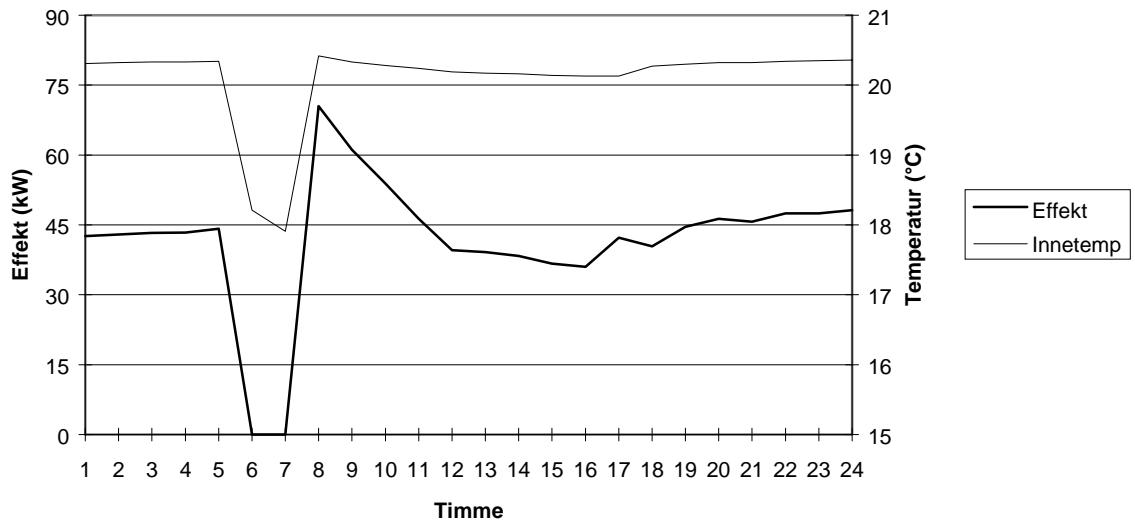
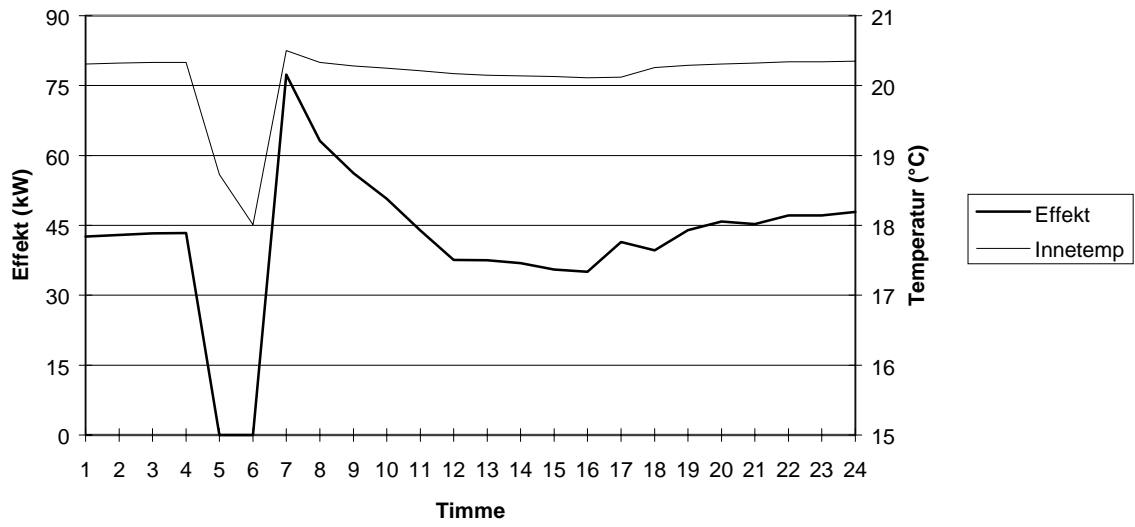


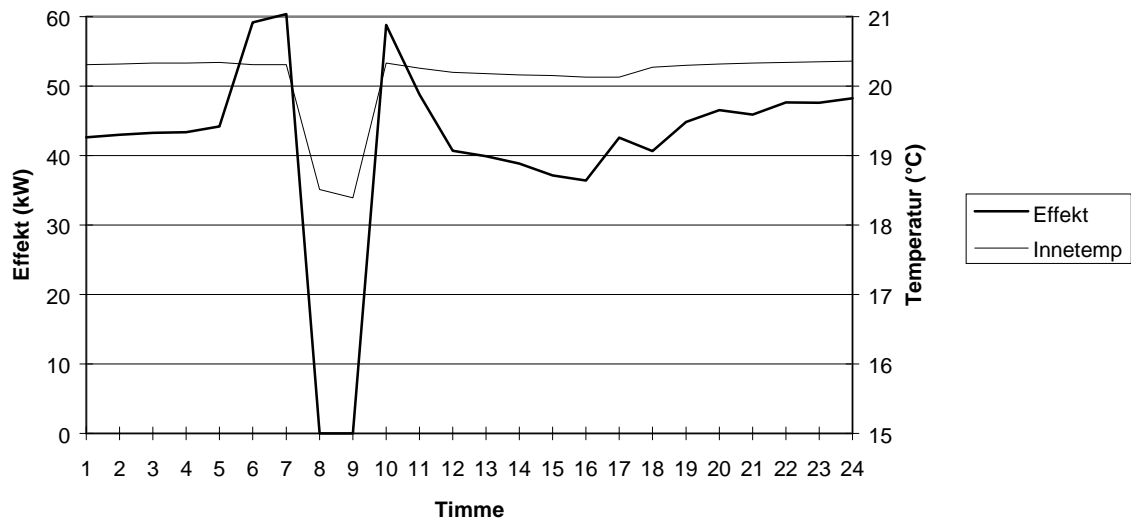
Strypning av värmeeffekten under 1 timme 15/2



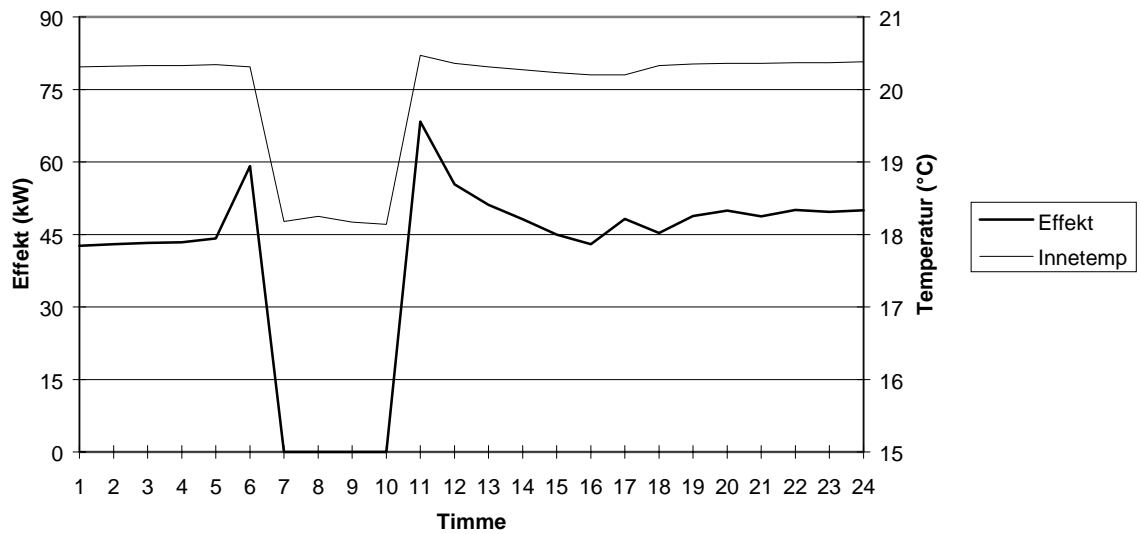
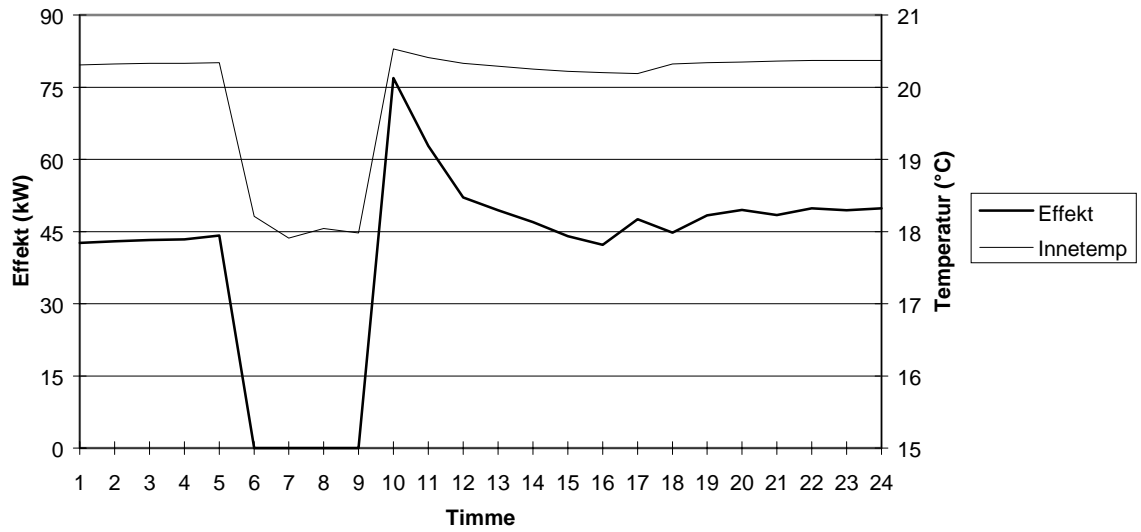
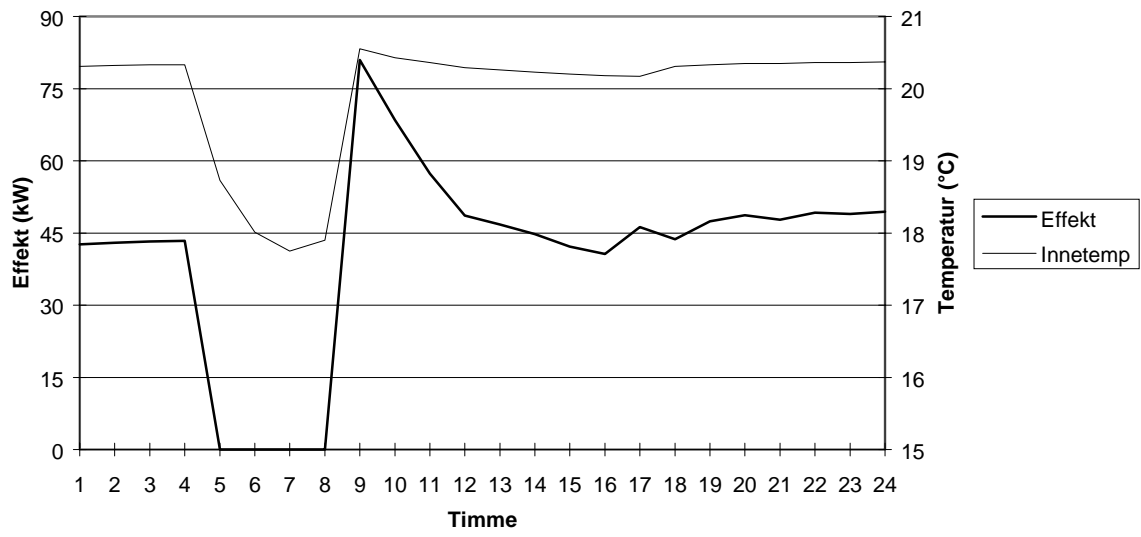


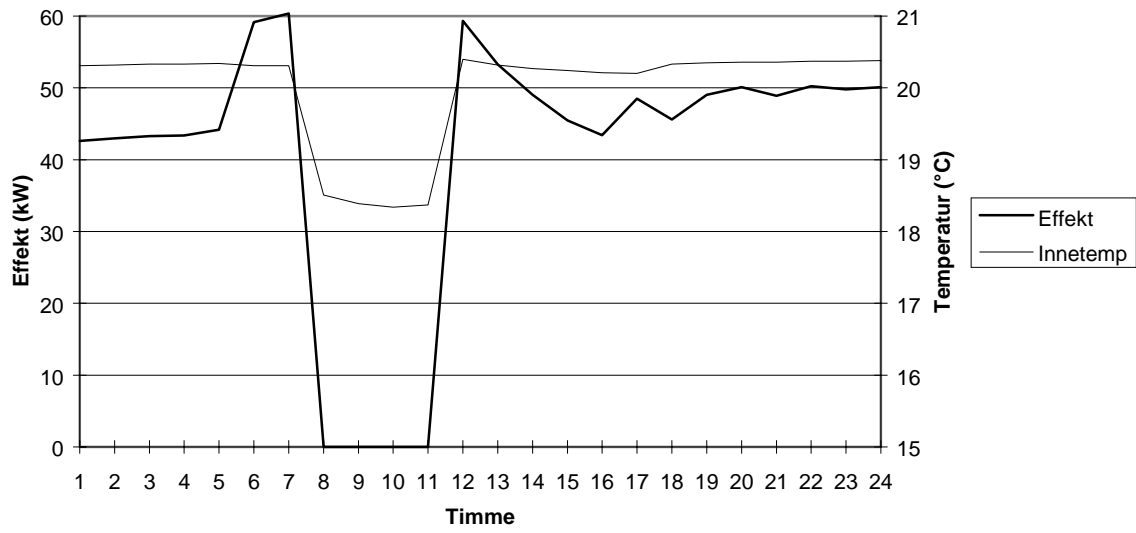
Strypning av värmeeffekten under 2 timmar 15/2





Strypning av värmeeffekten under 4 timmar 15/2





Strypning av värmeeffekten under 8 timmar 15/2

