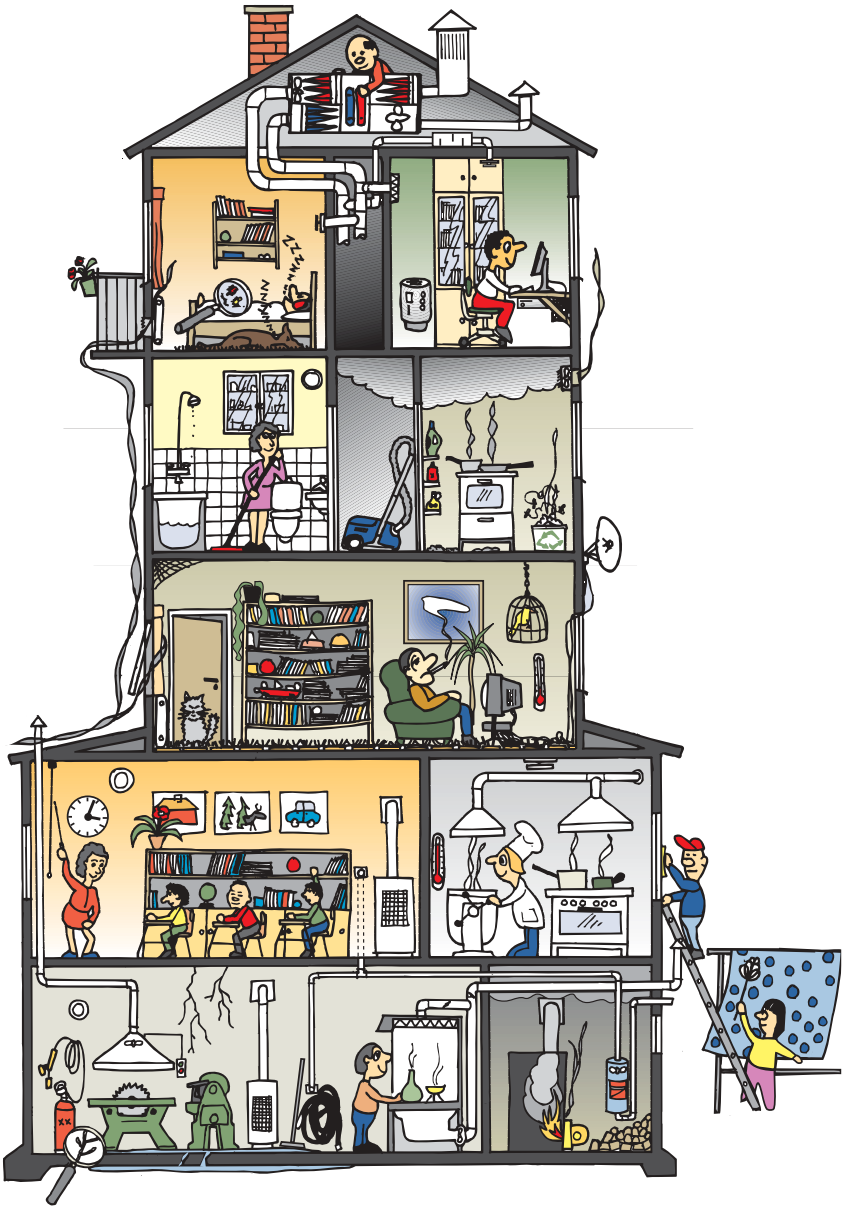
Reglerstrategier och beteendets inverkan på energianvändningen i flerbostadshus

Jörgen Eriksson
Åsa Wahlström



EFFEKTIV
Samverkan för effektiv och miljövänlig energianvändning i bostäder och lokaler

Projektrapport

EFFEKTIV är ett samarbetsprojekt mellan staten och näringslivet med ELFORSK som koordinator. EFFEKTIV finansieras av följande parter:

- ELFORSK
- Borlänge Energi AB
- Borås Energi AB
- Byggforskningsrådet
- Energibolaget i Norden AB
- Falu Energi AB
- Graninge Kalmar Energi AB
- Göteborg Energi AB
- Helsingborgs Energi AB
- Jämtkraft AB
- Karlstads Energi AB
- Mälar Energi AB
- Skellefteå Kraft AB
- SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
- Statens Energimyndighet
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Sydkraft AB
- Umeå Energi AB
- Uppsala Energi AB
- Vattenfall AB

Reglerstrategier och beteendets inverkan på energianvändningen i flerbostadshus

Författare		Rapportdatum	
Jörgen Eriksson*, Åsa Wahlström*		2001-06-15	
Från		**Rapportnr**	
EFFEKTIV			Slutrapport
ISBN	**ISSN**	**Antal textblad**	**Antal bilagor**
91-7848-858-3	1650-1489	40	3
Sökord			
reglering, radiator, energi, beteende, simulering			

*SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Rapportbeskrivning

Vilket reglersystem man väljer att installera i ett flerbostadshus har stor inverkan på hur de boendes beteenden kommer att påverka behovet av värme tillförsel. Behovet av värme beror till stor del på om reglersystemet medger att den värme som avges från belysning och eldrivna apparater kan nyttiggöras för uppvärmningsändamål.

I studien görs en simuleringsstudie av en trerums lägenhet som ligger mitt i ett flerbostadshus placerat i Stockholmsområdet. Speciell tonvikt har lagts på att studera hur olika kombinationer av reglerstrategier för radiatorsystemet och de boendes beteenden tillsammans påverkar den totala användningen av värme för uppvärmning.

I studien redovisas fyra beteendeprofiler, ett spara och ett slösa beteende för två olika hushållssammansättningar, ett pensionärspar respektive en tvåbarnsfamilj. Beteendeprofilerna är olika kombinationer av främst fönstervädring och användning av hushållsapparater. I profilerna redovisas även hur många personer som är i respektive rum, när spiskåpan är ställd i forceringsläge och när dörrarna till respektive rum är öppna.

De reglerstrategier som studerats är framkoppling med *reglerande* återkoppling, framkoppling med *maxbegränsande* återkoppling och framkoppling utan återkoppling, dvs. med *konstant flöde*.

Studien tydliggör några av de faktorer som de boende inte har kontroll över och som i ogynnsamma fall kan resultera i en hög energianvändning. Två av dessa faktorer som påverkar energianvändningen, men som inte är kopplat till beteendet är lägenhetens orientering och radiatorsystemets framledningstemperatur. De olika reglerstrategierna är mer eller mindre känsliga för dessa faktorer.

De beteendefaktorer som har störst påverkan på energianvändningen är fönstervädring och användning av hushållsapparater. En optimal reglerstrategi skall inte påverkas av fönstervädringen samtidigt som den nyttiggör en stor del av det värme som alstras av hushållsapparater.

Förord

Denna rapport har skrivits inom ramen för forskningsprogrammet EFFEKTIV med syftet att klarlägga några av de parametrar som påverkar energianvändningen i flerbostadshus, och försöka identifiera den reglerstrategi som passar bäst till ett visst beteende.

Arbetet har genomförts av Energiteknik SP med bistånd i form av diskussion och granskining av de övrigas medlemmar i CEE, CIT Energy Management och Institutionen för Installationsteknik CTH.

Vi vill också tacka övriga som hjälpt oss med material och synpunkter på rapporten.

Borås juni 2001

Jörgen Eriksson *Åsa Wahlström*
SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Sammanfattning

Vilket reglersystem man väljer att installera i ett flerbostadshus har stor inverkan på hur de boendes beteenden kommer att påverka behovet av värme tillförsel. Behovet av värme beror till stor del på om reglersystemet medger att den värme som avges från belysning och eldrivna apparater kan nyttiggöras för uppvärmningsändamål.

I studien görs en simuleringsstudie av en trerums lägenhet som ligger mitt i ett flerbostadshus placerat i Stockholmsområdet. Speciell tonvikt har lagts på att studera hur olika kombinationer av reglerstrategier för radiatorsystemet och de boendes beteenden tillsammans påverkar den totala användningen av värme för uppvärmning.

De reglerstrategier som studerats är:

- Framkoppling med *reglerande* återkoppling: Framledningstemperaturen beror av utetemperaturen och flödet av vatten genom radiatorerna regleras kontinuerligt för att konstanthålla rumstemperaturen
- Framkoppling med *maxbegränsande* återkoppling: Framledningstemperaturen beror av utetemperaturen och flödet av vatten genom radiatorerna är konstant så länge rumstemperaturen understiger en viss nivå.
- Framkoppling utan återkoppling: Framledningstemperaturen beror av utetemperaturen och flödet av vatten genom radiatorerna är konstant

Studien tydliggör några av de faktorer som de boende inte har kontroll över och som i ogynnsamma fall kan resultera i en hög energianvändning. Två av dessa faktorer som påverkar energianvändningen, men som inte är kopplat till beteendet är lägenhetens orientering och radiatorsystemets framledningstemperatur. De olika reglerstrategierna är mer eller mindre känsliga för dessa faktorer.

Studien tydliggör några av de faktorer som de boende inte har kontroll över och som i ogynnsamma fall kan resultera i en hög energianvändning. Två av dessa faktorer som påverkar energianvändningen, men som inte är kopplat till beteendet är lägenhetens orientering och radiatorsystemets framledningstemperatur. De olika reglerstrategierna är mer eller mindre känsliga för dessa faktorer.

Basen i studien är en beräkning av den totala energianvändningen vid variation av följande tre parametrar:

- Fyra beteendeprofiler
- Orientering av lägenheten i fyra väderstreck
- Tre regleralgoritmer

Varje enskild beteende profil består av ett antal delprofiler. Av dessa special-studerades fönstervädringen och användningen av hushållsapparater i en extra parameterstudie.

De tre reglerstrategier som studerats hade alla framkoppling, dvs temperaturen på det vatten som tillförs radiatorerna styrs mot utomhustemperaturen. Reglerstrategierna är känsliga för val av framledningstemperatur och hur man väljer att styra den mot utomhustemperaturen. För att ge en bild av vilken effekt olika framledningstemperaturer har på den totala energianvändningen gjordes ytterligare en extra parameterstudie.

Lägenhetens orientering antogs ha stor inverkan på energianvändningen, för att särskilja denna från de boendes beteenden genomfördes en särskild simuleringsomgång för alla fyra väderstreck och de tre reglerstrategierna utan några boende i lägenheten.

De beteende faktorer som har störst inverkan på värmeanvändningen är fönstervädring och användning av hushålls apparater. En energieffektiv reglerstrategi skall inte påverkas av fönstervädringen samtidigt som den nyttiggör en stor del av det värme som alstras av hushållsapparater.

Ur studien av inverkan av vädringsprofil och internlast (hushållsel, solinstrålning och värmeavgivning från personer) kan man dra slutsatsen att den *max begränsande* reglerstrategin och strategin med *konstant flöde* tål ogynnsam fönstervädring bäst, medan den reglerande strategin kan dra nytta av höga internlaster.

För att studera solinstrålningens inverkan, gjordes en studie med en lägenhet utan boende. Den studien visade att den *reglerande* strategin var mycket känslig för förändringar i solinstrålningen och därmed byggnadens orientering. Den högsta värmeanvändningen var mer än dubbelt så hög (220 %) mot den lägsta för olika orientering på lägenheten. Det måste dock påpekas att den reglerande strategin hade så väl högst som lägst energianvändning jämfört med de andra reglerstrategierna.

Framledningstemperaturen visade sig vara en parameter med olika stor inverkan på energianvändningen beroende på val av reglerstrategi. Det visade sig att den *reglerande* reglerstrategin inte var speciellt känslig medan den *maxbegränsande* och strategin med *konstant flöde* gav mycket högre energianvändning vid hög framledningstemperatur.

Om det endast är möjligt att använda en framledningstemperatur är det möjligt att som allmän slutsats säga att ju större systemet är desto större anledning att använda den *reglerande* strategin. Vid små bostadsbestånd i bestämda orienteringar kan det räcka med framkoppling, eventuellt kompletterad med *maxbegränsande* radiatortermostater. Det sistnämnda beror på att det är möjligt att välja en ”optimal” framledningstemperatur.

Den *reglerande* strategin var mycket känslig för förändringar i lägenhetens orientering och registrerades för så väl högst som lägst energianvändning.

Den *maxbegränsande* reglerstrategin och strategin med *konstant flöde* tål ogynnsam fönstervädring bäst, medan den reglerande strategin kan dra nytta av höga internlaster.

Innehållsförteckning

1	**Inledning**	**1**
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Beteendets inverkan på energianvändningen	2
1.4	Reglerstrategier	2
1.5	Genomförande	3
2	**Lägenhetsmodell**	**5**
2.1	Yttre utformning	5
3	**Hushållens betenden**	**7**
3.1	Beskrivning av förutsättningar för tvåbarns familj	8
3.2	Beskrivning av förutsättningar för pensionärs par	8
3.3	Användning av apparater och övrigt beteende	9
3.3.1	Frys och kylskåp	9
3.3.2	Tvätt	9
3.3.3	Disk	9
3.3.4	Matlagning	10
3.3.5	Diverse apparater	10
3.3.6	Fönster	10
3.3.7	Dörrar	11
3.4	Jämförelse mellan spara och slösa beteende för tvåbarns familj	11
3.5	Jämförelse mellan spara och slösta beteende för pensionärs par	12
4	**Reglerstrategier**	**15**
4.1	Reglerande	16
4.2	Max begränsande	16
4.3	Konstant flöde	17
5	**Resultat**	**19**
5.1	Framledningstemperaturens inverkan på energianvändningen	19
5.2	Inverkan av vädringsprofil och internlast	20
5.3	Energianvändning för en tom lägenhet	22
5.4	Sammanställning av simuleringsresultat	23
5.5	Utnyttjande av interngenererat värme	24
5.5.1	Gratisvärmeutnyttjande	24
5.5.2	Självtäckningsgrad	24
6	**Diskussion**	**27**
6.1	Inverkan av orientering	27
6.2	Inverkan av beteende	27
6.3	Synpunkter på val av reglerstrategi	28
6.4	Jämförelse med andra studier	28

7 Slutsats 31

8 Förklaringar 33

9 Nomenklatur 37

10 Referenser 39

Bilagor:

Beteendeprofiler Bilaga A
Familj, allmänt 2
Familj, slösa 5
Familj, spara 10
Pensionsärspar, allmänt 14
Pensionärspar, slösa 17
Pensionärspar, spara 22

Lägenhetsmodell Bilaga B
B.1 Yttre utformning 1
B.2 Radiatorsystem 2
B.3 Ventilationssystem 3
B.4 Klimat 3
B.4.1 Utetemperatur 3
B.4.2 Korrigering för årlig energianvändning 5
B.4.3 Solinstrålning 5

Sammanställning av simuleringsresultat Bilaga C
C.1 Grundläggande simuleringsomgång 1
C.2. Inverkan av vädringsprofil och internlast 3
C.3 Energianvändning för en tom lägenhet 6

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Av Sveriges totala energianvändning åtgår 40% för uppvärmning, varmvatten och drift av våra bostäder och lokaler. Knappt 18 % av vår totala energianvändning åtgår till uppvärmning och produktion av varmvatten till enbart bostäder. Hushållselen motsvarar ca 13% av vår totala elanvändning (Stem 2000).

Energianvändningen i bostäder varierar mycket. Studerar man ett antal liknande bostäder kan den högsta energianvändningen vara dubbelt så stor som den lägsta (Dyrstad 1997). Andra studier redovisade av Cathy Mullaly (1999) visar på att beteendet hos hushållen motsvarar mellan 18-26 % av variationerna i energianvändningen. I samma artikel redovisas också studier som visar att feedback till användaren kan sänka energianvändningen med mellan 5 och 30%. Detta är i linje med resultat redovisade av Henryson och Håkansson (1998). Gaunt (1985) visade i en studie att det genom att förändra de boendes vanor fanns en energibesparingspotential på 10-20 %. De två sistnämnda studierna redovisas tillsammans med ett stort antal liknande, i studien ”Mänskliga dimensioner vid Energianvändning” av Anna Ketola (2000) som är en sammanställning av beteendevetenskapliga studier angående energianvändning i bostäder.

På många håll utreds individuell värmemätning i bostadsfastigheter. Anledningen är att energianvändningen förväntas minska om de boende ser och får betala för sin egen energianvändning. Frågan är om skillnaden i energianvändning inom ett bostadsbestånd helt kan tillräknas de boendes beteende? Finns det andra faktorer utanför de boendes kontroll, som gör att just hans bostad och beteende missgynnas? Denna rapport belyser några av dessa faktorer t ex byggnadens orientering och radiatorsystemets framledningstemperatur som kan ge några svar på den frågan.

Då man använder simuleringsprogram för att uppskatta den årliga energianvändningen i ett bostads hus är det viktigt att ge en korrekt bild av hushållens beteende. Denna rapport ger exempel på olika tänkbara beteendeprofiler.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka några av de parametrar som påverkar energianvändningen i flerbostadshus, och försöka identifiera den reglerstrategi som passar bäst till ett visst beteende. I studien delas beteendet in i ett spara respektive ett slösa beteende. Detta görs för två sammansättningar av hushåll, ett pensionärspar och en tvåbarns familj. Reglerstrategierna (se kapitel 5) i denna studie är begränsade till framkoppling med *reglerande* återkoppling, framkoppling med *maxbegränsande* återkoppling och framkoppling utan återkoppling, dvs. med *konstant flöde*.

1.3 Beteendets inverkan på energianvändningen

Energimedvetenheten och energianvändningen beror bl a på social-psykologiska faktorer. I en engelsk studie beskrivs hur utbildningsnivå och samhällsklass inverkar på hushållens energianvändning (Mansouri et al 1996). Exempel på den formella utbildnings nivåns betydelse är att de med hög utbildning i mycket större utsträckning köper energieffektiva lampor och andra energieffektiva apparater. I studien framkommer också att det finns en klar uppdelning mellan olika socio-ekonomiska grupper avseende vilka typer av hushållsapparater de köper, och hur de används. Ekström et al (1996) påpekar i en undersökning angående ”livsstil”, att elanvändningen vid matlagning beror på vilken fas i ”livscykel” familjen befinner sig i.

Det finns även stora kulturella skillnader, i en studie jämförs hushållens energi-användning i Japan och Norge (Wilhite et al 1996). Skillnaderna gällde främst belysning, uppvärmning och bad/dusch rutiner.

Fönstervädringen har en avgörande betydelse för simuleringsresultaten, vilket understryks av Jensen (1983). Vädringsbeteendet finns beskrivet av Widegren-Dafgård (1980, 1982, 1983).

1.4 Reglerstrategier

Under 1980 talet gjordes ett antal studier om reglerstrategier för uppvärmnings-system i flerbostadshus, Jensen (1982, 1983), Hedin (1989). Dessa studier behandlar energianvändningen vid olika reglerstrategier med framkoppling av utomhustemperaturen och återkoppling av inomhustemperaturen. Under samma tidsperiod genomfördes studier av inomhustemperaturen i bostäder. Widegren-Dafgård (1983) jämför t ex temperaturen i bostäder med och utan radiator-termostater. Under slutet av 1990-talet har ytterligare ett antal studier om radiator-system genomförts, Petersson (1998) och Trüchel (1999). Den senare behandlar hur regleringen av ett radiatorsystem påverkas av störningar och avvikelser från det dimensionerande fallet.

Den vanligaste styrstrategin i flerbostadshus är system med konstant vattenflöde med reglering av framledningstemperaturen efter utetemperaturen (framkoppling utan återkoppling). I nybyggda hus installeras dock alltid radiatortermostater vilket innebär att man får ett reglersystem med framkoppling och återkoppling. I detta projekt skall förutom den först nämnda strategin, strategier med reglerande respektive maxbegränsande radiatortermostater studeras.

Lämpligt val av reglerstrategi kan bero på bl.a. hur de boende genom sitt beteende motverkar systemets förutsättningar för att fungera på avsett sätt. Exempel är benägenheten att vädra ut värme vid höga temperaturer, att olika strategier ger olika förutsättningar för övertemperatur i samband med orientering/soltillskott etc.

1.5 Genomförande

I studien simuleras en tre rums lägenhet som ligger mitt i ett flerbostadshus placerat i Stockholmsområdet. Speciell tonvikt har lagts på att studera hur olika kombinationer av reglerstrategier och de boendes beteenden tillsammans påverkar den totala användningen av värme och hushålls el. Beteendet har delats in i ett spara respektive ett slösa beteende för två olika hushållssammansättningar, ett pensionärspar och en tvåbarns familj. De reglerstrategier som studerats är framkoppling med *reglerande* återkoppling, framkoppling med *maxbegränsande* återkoppling och framkoppling utan återkoppling, dvs. med *konstant flöde*. Simuleringarna är gjorda med SPber vilket är ett simuleringsprogram baserat på SPsim. SPsim är ett program utvecklat på Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) för realtidsstudier av olika reglersystem (Fahlén 1996).

Basen i studien är en beräkning av den totala energianvändningen uppdelad på el och värme då följande tre parametrar varierades. Energianvändningen för beredning av tappvarmvatten studeras inte i det här projektet.

- Fyra beteendeprofiler
- Orientering av lägenheten i fyra väderstreck
- Tre regleralgoritmer

Förutom ovanstående gjordes en parameterstudie för att särskilja inflytandet från de olika parametrarna från varandra. Framför allt var det viktigt att separera de parametrar som ingår i de olika beteende mönstren från varandra. De parametrar som specialstuderades var:

- Fönstervädring
- Hushållsapparater
- Solinstrålning/Lägenhetens orientering
- Framledningstemperatur

2 Lägenhetsmodell

I detta kapitel ges en kortfattad beskrivning av den simuleringsmodell som studien baseras på. En mer övergripande beskrivning ges i bilaga B. Vid utformning av lägenheten har tanken varit att efterlikna en typ som är vanlig i det svenska bostadsbeståndet.

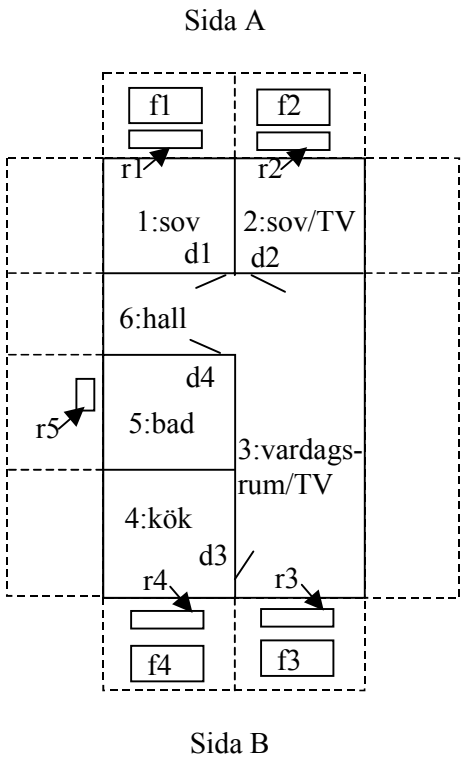
2.1 Yttre utformning

Den studerade lägenheten består av tre rum och kök. Rum 1 och 2 används som sovrum, rum 3 som vardags rum, rum 4 som kök, rum 5 som badrum och slutligen rum 6 som hall. Lägenheten är på totalt 70m^2 (10 x 7 m)

Tabell 2.1 Beskrivning av lägenhetens ytor och orientering

Rum / Ytor [m²]	Rum1	Rum2	Rum3	Rum4	Rum5	Rum6
Rumshöjd	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m
yttervägg	5,9	5,9	3,6	4,9	-	-
Golv	10,5	10,5	24	10,5	7	7
Tak	10,5	10,5	24	10,5	7	7
Fönster	2	2	4	3	-	-
Radiator	0,5	0,5	0,8	0,5	0,3	-

f= fönster
r=radiator
d=dörr



Figur 2.1 Skiss över lägenhet

Byggnadens orientering				
	O-V	V-O	S-N	N-S
Öst	A	B		
Väst	B	A		
Nord			B	A
Syd			A	B

Sovrummet, hallen, badrummet och köket har ena sidan vänd mot ett trapphus medan rummen vardagsrummet och sovrum/arbetsrum har sin ena sida mot en liknande lägenhet. På andra sidan de lägenhetsskiljande väggarna är temperaturen satt till fixt 20 °C. Temperaturen på undersida golvbjälklag har satts lika med temperaturen på undersida takbjälklag och ovansida takbjälklag har satts lika med ovansida golvbjälklag.
Uppvärmningen sker med ett vattenburet radiatorsystem och ventilationen med ett frånluftssystem

Klimatet i SPber består av 12 representativa dagar som var och en skall representera en månad, se bilaga B för en utförligare beskrivning av klimatet. Dagarna är uppdelade på fyra perioder, sommar, höst, vinter och vår där varje period har två vardagar med samma mönster och en helgdag.

För att bedöma den årliga energianvändningen baserat på simuleringar med SPsim måste de simulerade värdena räknas om enligt ekvation 2.1.

$$E_{år,radiator} = 27 \cdot E_{sim,radiator} \qquad \text{ekv 2.1}$$

Detta värde är härlett ur skillnaden i gradtimmar mellan det simulerade året antal gradtimmar som anges i VVS-handboken för Stockholm. Energianvändningen för de interna lasterna fås enligt ekvation 2.2.

$$E_{år,\text{int } ernlast} = 30{,}41 \cdot E_{sim,\text{int } ernlast} \qquad \text{ekv 2.2}$$

där faktorn 30,41 är kvoten mellan antal dagar under ett år och antal simulerade dagar.

3 Hushållens beteenden

För att simulera olika beteenden hos de boende i lägenheten har ett antal beteendeprofiler tagits fram. De delar av beteendet som påverkas är öppning av fönster och dörrar, användning av belysning och elektriska apparater i de olika rummen (internlast), hur många personer som befinner sig i varje rum och om spiskåpan står i forcerat läge eller inte. Nedan beskrivs summan av interlast och personlast (figur 3.3 och 3.6), samt fönstervädringsprofiler för fönster 1 och 4 (figur 3.1, 3.2 och 3.4 , 3.5) för att exemplifiera skillnaderna mellan de olika profilerna. Alla profiler finns samlade i bilaga A.

Lägenhetsmodellen har en funktion inbyggd som gör att fönster tvångsmässigt kan hållas öppna eller stängda för att undvika för låg eller för hög temperatur i rummen. Om temperaturen i ett rum faller under 18ºC kan inte fönstren öppnas förrän en timma efter det att temperaturen åter stigit över 18ºC. Om rummets temperatur överstiger 25ºC kommer fönstret i rummet öppnas även om profilen anger att det skall hållas stängt. En förutsättning är dock att någon befinner sig i lägenheten. De olika temperaturerna för automatisk öppning och stängning av fönstren kan väljas av den som genomför simuleringarna.
Man kan ställa in en temperatur när pumpen som tillhör radiatorsystemet skall starta och stoppa. I detta fall börjar radiatorsystemet att leverera värme då utomhustemperaturen är lägre än 12ºC.

Fyra olika familjer studeras; ett spara och ett slösa pensionärspar samt en spara och en slösa barnfamilj.
Användning av elenergi för tvätt, matlagning, kyl och frys och personlast är samma för sommar, höst, vinter, och vår perioderna medan användning av elenergi för belysning är låg under sommarperioden. Fönstervädring sker med långa tider på sommaren, något kortare på våren och hösten och kortast på vintern. Internlasten eller den värme som avges från en person är 100 W för vuxna och 80 W för barn.

I tabell 3.1 redovisas den årliga elanvändningen för de olika beteende profilerna. All el som används kommer inte lägenheten tillgodo som värme, utan en del försvinner direkt bort från lägenheten. I de beteende profiler som redovisas i bilaga A anges den del av elenergin som kommer lägenheten tillgodo som värme. Vill man veta den totala elanvändningen måste man lägga till värdena ur tabellen

Tabell 3.1 Årlig hushållselanvändning.

	Pensionärspar		Barnfamilj	
	Spara	Slösa	Spara	Slösa
Total elanvändning kWh/år m^2	20,3	58,2	21,2	58,9
Den del av elanvändningen som tillförs lägenheten som värme, kWh/år m^2	16	47	16	42
Sen del av elanvändningen som inte tillförs lägenheten som värme, kWh/år m^2	4,3	11,2	5,2	16,9

Hushållen har en årlig energianvändning på ca 1400 kWh respektive 4100 kWh för spara respektive slösa beteendena. Detta stämmer väl med en enkätundersökning av energiförbrukningsvanor för 1000 hushåll i Storbritannien (65% svarsrespons) gjord av Mansouri et al. (1996). Årsförbrukningen för de brittiska hushållen varierade mellan 1600 och 9700 kWh med ett medel på 4460 kWh. Visserligen är den högsta förbrukningen som redovisas i ovanstående studie mer än dubbelt så stor som slösa hushållens elanvändning i denna studie. En anledning till detta är att vi har valt att låta slösa hushållen använda sig av relativt el-effektiva apparater då det skett en stor förbättring avseende apparaters el-effektivitet de senaste åren.

Att förbrukningen blir ungefär samma för det sparande respektive slösande pensionärsparet och för den sparande respektive slösande barnfamiljen beror på att den ena pensionären är hemma hela dagen medan barnfamiljen är borta, samt att beteendet inte går att variera mer även om personantalet ökar eftersom ytan är begränsad (det går bara att tända ett visst antal lampor).

Profilerna före de två hushållssammansättningarna är utformade så att den totala personlasten är lika för spara och slösa fallen (tabell 3.2). Energianvändningen för fläktar och pumpar ligger runt 8 kWh/m^2, men varierar beroende på uppvärmningsbehovet.

Tabell 3.2 Sammanställning av den del av internlasten som kommer från personer för de olika beteende profilerna uttryckt i kWh/m^2 år

	Pensionärspar		Barnfamilj	
	Spara	Slösa	Spara	Slösa
Från personer	22	22	33	33

3.1 Beskrivning av förutsättningar för tvåbarns familj

Familjen består av två vuxna som sover i rum 1 och två barn som sover i rum 2. På vardagar lämnar familjen huset klockan 8 och 1 vuxen och barnen återvänder klockan 16. Den andra vuxna kommer hem klockan 5 och barnen har en kompis på besök mellan 16 och 18. De vuxna sover i rum 1 och barnen i rum 2. Rum 3 är TV/allrum.

3.2 Beskrivning av förutsättningar för pensionärs par

Familjen består av två vuxna där den ena har aktiviteter utanför hemmet mellan 7 och 16 varje vardag medan den andra personen är hemma förutom två timmar på eftermiddagen. På helgerna har familjen besök av två personer i 3 timmar. Rum 1 används som sovrum och rum 2 som TV/all rum medan rum 3 är vardagsrum.

3.3 Användning av apparater och övrigt beteende

3.3.1 Frys och kylskåp

Spara familjen och pensionärsparet har kyl och frys av klass A som tillsammans drar 50 W året runt medan slösa familjen och pensionärsparet har klass B som tillsammans drar 70 W året runt. Hushållens kyl och frys är stora och frysen är på 233 liter och kylskåpen är på 309 respektive 328 liter. Uppgifterna är hämtade ur Eleffektiva kylar och frysar (1998). Dessa apparater är alla relativt energieffektiva, en äldre frys eller ett äldre kylskåp kan ha ett effektbehov upp till 3 gånger större. De energieffektiva apparaterna har valts eftersom val av reglerstrategier kommer till störst användning vid renovering eller nybyggnad av flerbostadshus.

3.3.2 Tvätt

Slösa hushållen har tvättmaskin och torktumlare medan spara hushållen använder fastighetens gemensamma tvättmaskin och torktumlare. En barnfamilj beräknas tvätta 364 tvättar/hushåll, år vilket är fördelat enligt följande:

- 10% 90ºC –tvätt med i genomsnitt 2,9 kg tvätt/maskin
- 40% 60ºC -tvätt med i genomsnitt 2,5 kg tvätt/maskin
- 50% 40ºC -tvätt med i genomsnitt 2,0 kg tvätt/maskin

Siffrorna baseras på en total förbrukning av 175 kg tvätt/person, år och är hämtade ur Lövehed (1995). Denna siffra stämmer väl överens med årlig tvätt angiven i Svensson och Kåberg, (1991). Fördelningen av tvättemperaturer stämmer också väl överens med Mansouri et al. (1996) liksom uppgiften att 2 vuxna och två barn tvättar 7,4 tvättar i veckan. En energisnål tvättmaskin från 1991/92 förbrukar vid 90ºC -tvätt 0,5 kWh/kg tvätt. Vid 60ºC -tvätt antas den förbruka 70% av 90ºC förbrukningen och för 40ºC -tvätt 50% (Lövehed, 1995).

Detta ger en genomsnittlig förbrukning av 0,74 kWh/(tvätt, dag) för slösa familjen medan slösa pensionärsparet antas tvätta en sådan tvätt varannan vardag. 20% av tvättenergin kan anses bli spillvärme enligt Svensson och Kåberg, (1991). På årsbasis anger Svensson och Kåberg, (1991) att det är 10% som blir spillvärme vilket stämmer väl med Amnell (1997) som har simulerat att nyttig energi bli 12%.

Hälften av tvätten antas torktumlas vilket stämmer någorlunda med Mansouri et al. (1996). Torktumlaren antas vara en eleffektiv sådan från 1991/92 med en förbrukning på 0,7 kWh/kg tvätt (Lövehed, 1995).
Då torktumlaren som används i denna studie inte har någon återvinning kommer 10% av torktumlarens energi förbrukning blir värme som tillförs lägenheten Svensson och Kåberg, (1991).

3.3.3 Disk

Slösa pensionärsparet och slösa barnfamiljen har en liten diskmaskin som är både el- och vattensnål och förbrukar 0,18 kWh/kuvert (Svensson och Kåberg, 1991). Enligt Lövehed (1995) diskar en familj på fyra personer diskar 8 kuvert/dag. Ett

pensionärspar på två personer diskar därmed analogt 4 kuvert/dag. Dessa uppgifter stämmer väl överrens med Mansouri et al. (1996) som redovisar en studie där 42% av de tillfrågade hade diskmaskin och över hälften av dem diskade minst en gång per dag. Även här kan en äldre diskmaskin dra betydligt mer energi. Ungefär 20% av diskmaskinens energi kan tillgodogöras som spillvärme (Svensson och Kåberg, 1991). Spara familjerna antas diska för hand och all värme antas försvinna med avloppsvattnet och kan därmed inte tillgodogöras som värme.

3.3.4 Matlagning

En normalfamilj förbrukar 700-1000kWh/år för matlagning Svensson och Kåberg, (1991) medan Lövehed (1995) anger ett värde på 568 kWh/år. Med utgångspunkt av detta har spara familjen en årsförbrukning på 529 kWh, slösa familjen har 818 kWh, spara pensionärsparet 411 kWh och slösa pensionärsparet 669 kWh. Spisplattornas effekt har fördelats med hög effekt 400 W/platta de första 15-30 minuterna och sedan med eftervärme på 90 W under ca 1,5 timmar eftersom spismaterialet lagrar värmen en stund innan den avges till rummet. 30% av spisens energi kan tillgodogöras som värme i lägenheten (Svensson och Kåberg, 1991). Ugnen har en effekt på 1090 W och 53% av energin kan bli nyttig värme (Amnell,1997). Kaffebryggarens effekt är 100 W (Svensson och Kåberg, 1991) och 30% blir värme som tillförs lägenheten.

3.3.5 Diverse apparater

Slösa hushållen har akvarium på 100W dagtid, telefonsvaren 20 W dator 100 W dammsugare 1100W och strykjärnet 100W (Svensson och Kåberg, 1991). Köksfläkten är på en halvtimme vid matlagning för spara-hushållen och en timme för slösa-hushållen.

3.3.6 Fönster

Fönstervädringen beskrivs genom att ange fönstrens öppningsgrad, med denna menas kvoten mellan verklig öppnings area och fönstrets yta.

Sovrummen vädras på morgonen och TV/allrummen på kvällen. Dessutom vädrar pensionärsparen vardagsrummet på helgerna. Slösa hushållen har alltid sovrumsfönstret i rum 1 på glänt. Fönstret i köket öppnas vid matlagning av lunch och middag. Spara hushållen vädrar i samtliga fall i 4 minuter med ett rejält öppet fönster (En öppningsarea som motsvar 40% av fönsterytan) medan slösa hushållen vädrar med mindre öppning och i 1 timma på sommaren, en halv timma på vår och höst och en kvart på vintern.

En enkätundersökning av 80 hushåll i Stockholm (80% svarsfrekvens) har visat att 66% av hushållen vädrar i stort sett varje dag under mer än en timme i ett eller flera av bostadens rum (Widegren-Dafgård, 1982). På vintern förekommer denna typ av vädring i 34% av hushållen. Endast 5% vädrar inte vanemässigt. Under vår och höst vädrar 44% i mer än en halvtimme. Undersökningen stämmer väl överens med vädringsbeteendet för spara och slösa hushållen.

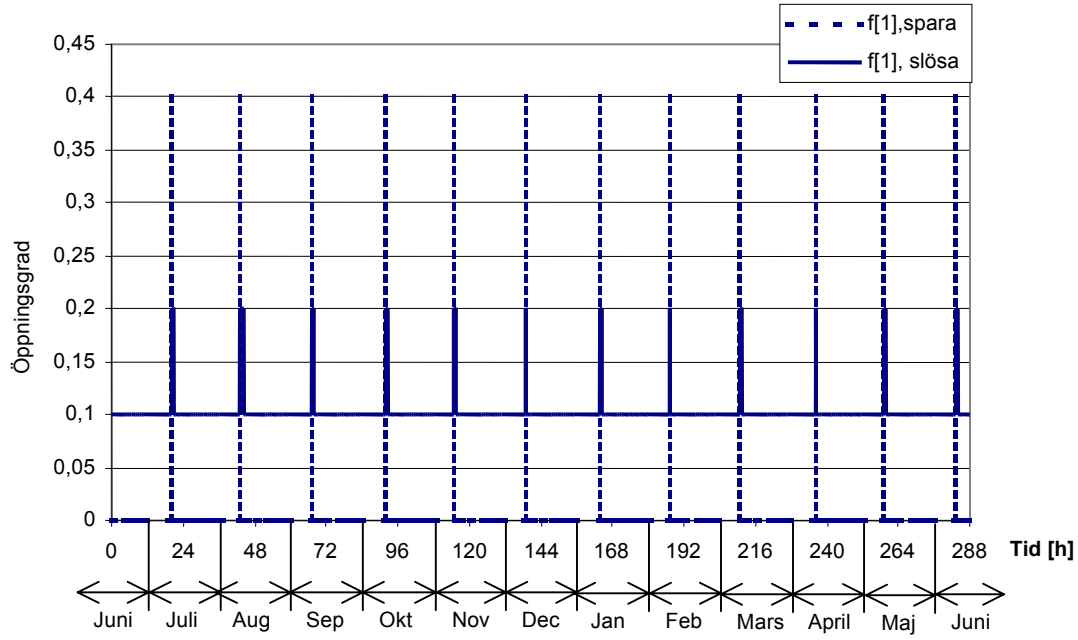
Samma enkätundersökning konstaterade också att orsaken är i de flesta fall att man önskar få bort dålig lukt medan vädring pga av för hög inomhustemperatur är mindre omfattande. Därav vädrar spara och slösa hushållen regelbundet efter det att de har vistats en längre tid i ett rum eller då de lagar mat. Dessutom tillkommer vädring vid höga rumstemperaturer vilket är beskrivet i andra stycket i Kapitel 4.

3.3.7 Dörrar

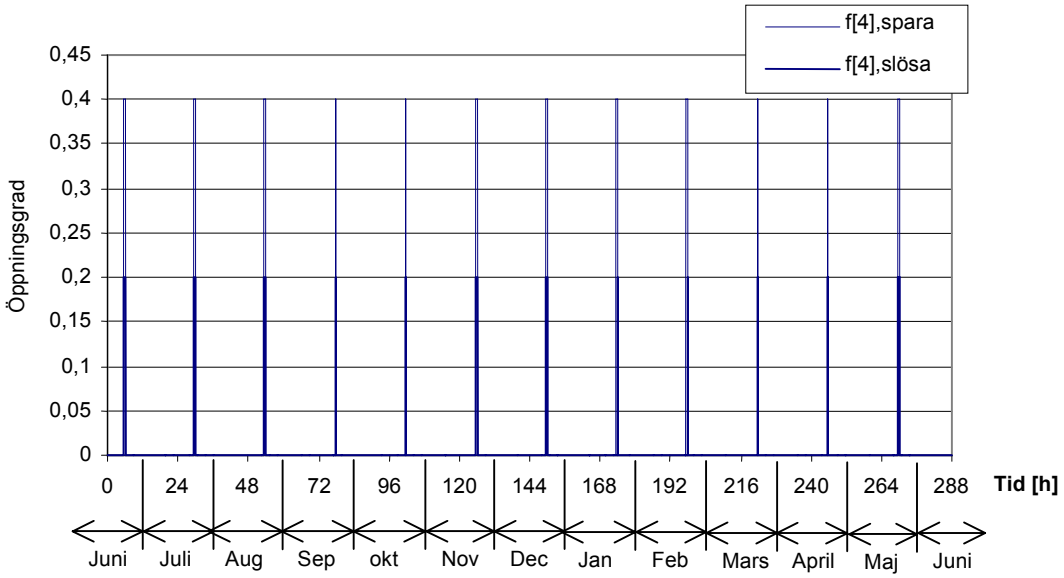
Dörrarna till sovrummen är stängda på natten och barnens dörr är stängd då de har en kompis på besök. Dörren till köket stängs vid matlagning. Dörren till toaletten är stängd då någon är där, annars står den på glänt.

3.4 Jämförelse mellan spara och slösa beteende för tvåbarns familj

Den del av beteendet som spelar störst roll för energianvändningen, är vädrings-beteendet. I figur 3.1 och 3.2 nedan redovisas vädringsprofilerna för slösa och spara familjerna för ett sovrum och köket. Varje dygn redovisas från klockan 12 mitt på dagen till klockan 12 dagen efter.

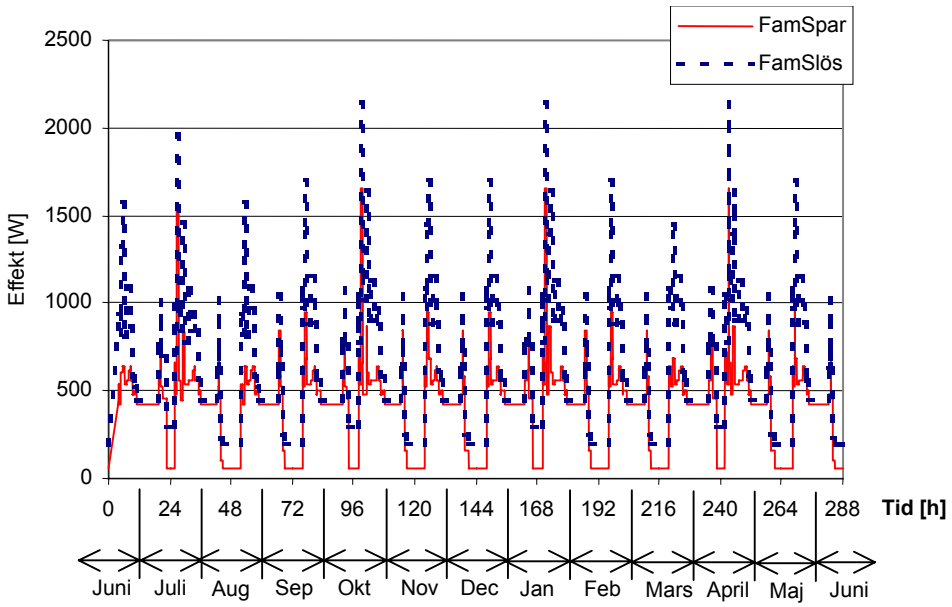


Figur 3.1 Profil för fönsteröppning i rum 1 (sovrum) för spara respektive slösa familj.



Figur 3.2 Profil för fönsteröppning i kök för spara respektive slösa familj.

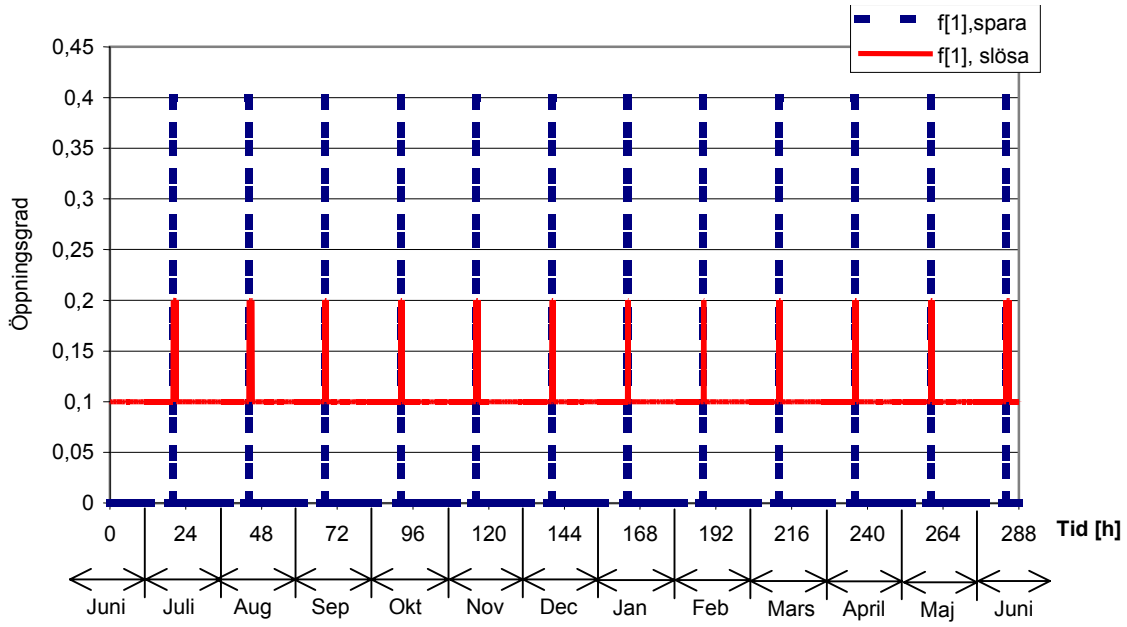
I figur 3.3 nedan redovisas den totala internlasten för spara respektive slösa familjen.



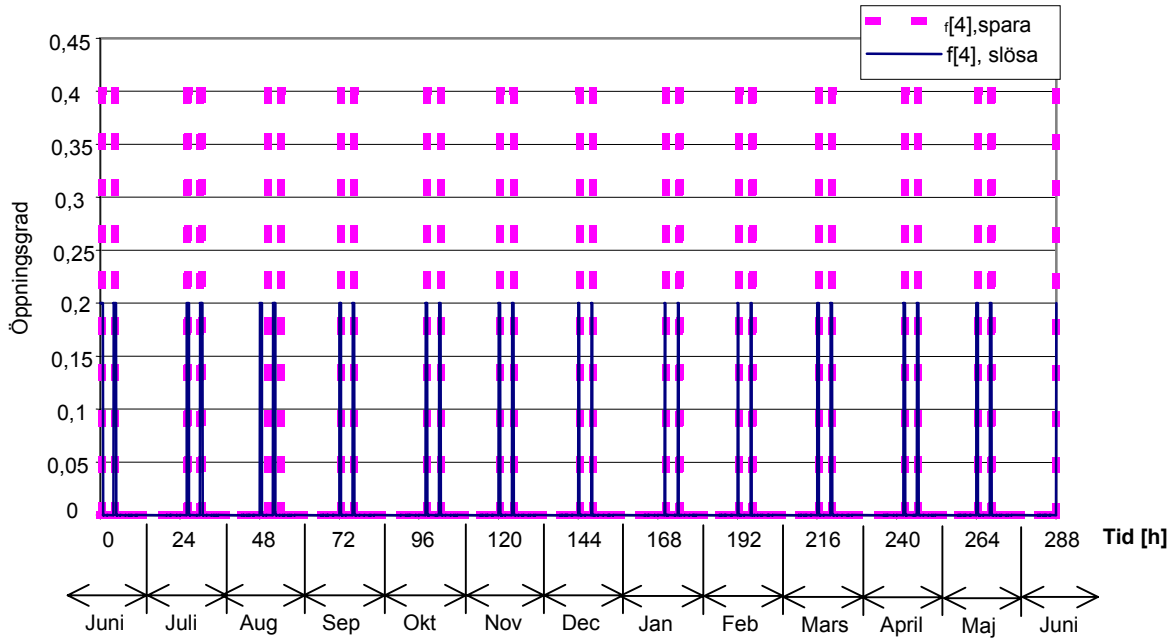
Figur 3.3 Jämförelse mellan total internlast (inklusive personlast), för spara och slösa familj.

3.5 Jämförelse mellan spara och slösa beteende för pensionärs par

Den del av beteendet som spelar störst roll för energianvändningen, är vädrings-beteendet. I figurerna 3.4 och 3.5 nedan redovisas hur pensionärsparet vädrar i ett sovrum och köket.

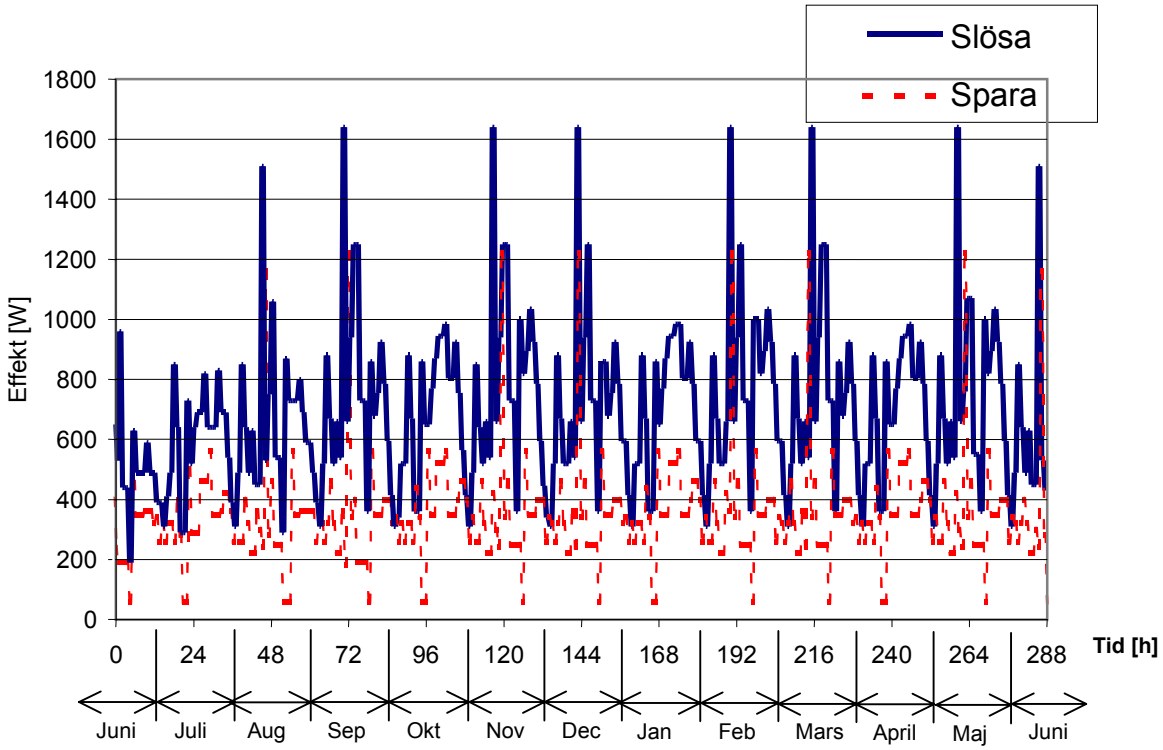


Figur 3.4 Profil för fönsteröppning i rum 1 (sovrum) för spara respektive slösa pensionär



Figur 3.5 Profil för fönsteröppning i kök för spara respektive slösa pensionär.

Skillnaden mellan spara och slösa profilerna är att spara profilen öppnar fönstren mer vid vädring och att slösa profilen alltid har fönstret på glänt i sovrummen (öppningsgrad 0,1).
I figur 3.6 nedan redovisas den totala interlasten för pensionärsparen.



Figur 3.6: Jämförelse mellan total internlast (inklusive personlast), för spara och slösa pensionär

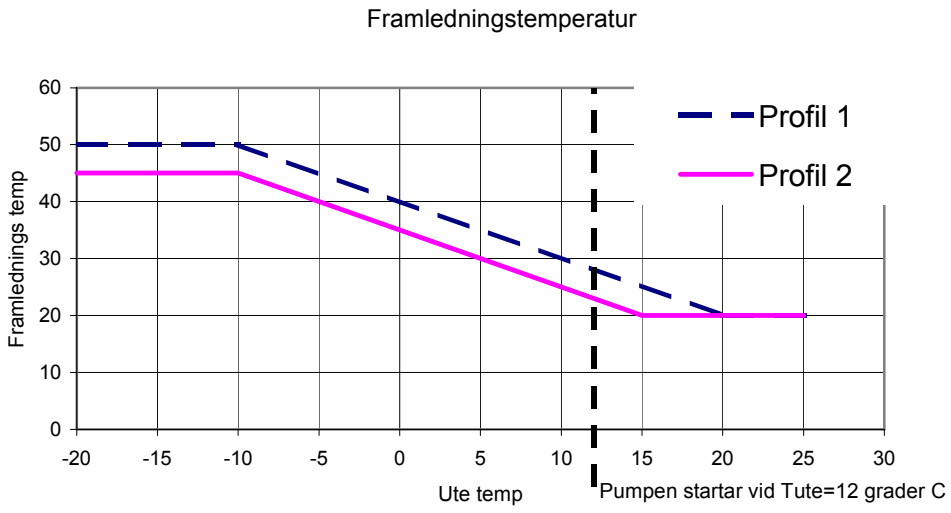
4 Reglerstrategier

Reglerstrategierna som studeras i denna studie är:

- Framkoppling med *reglerande* återkoppling (kap 4.1)
- Framkoppling med *maxbegränsande* återkoppling (kap 4.2)
- Framkoppling utan återkoppling (kap 4.3), dvs. med *konstant flöde*.

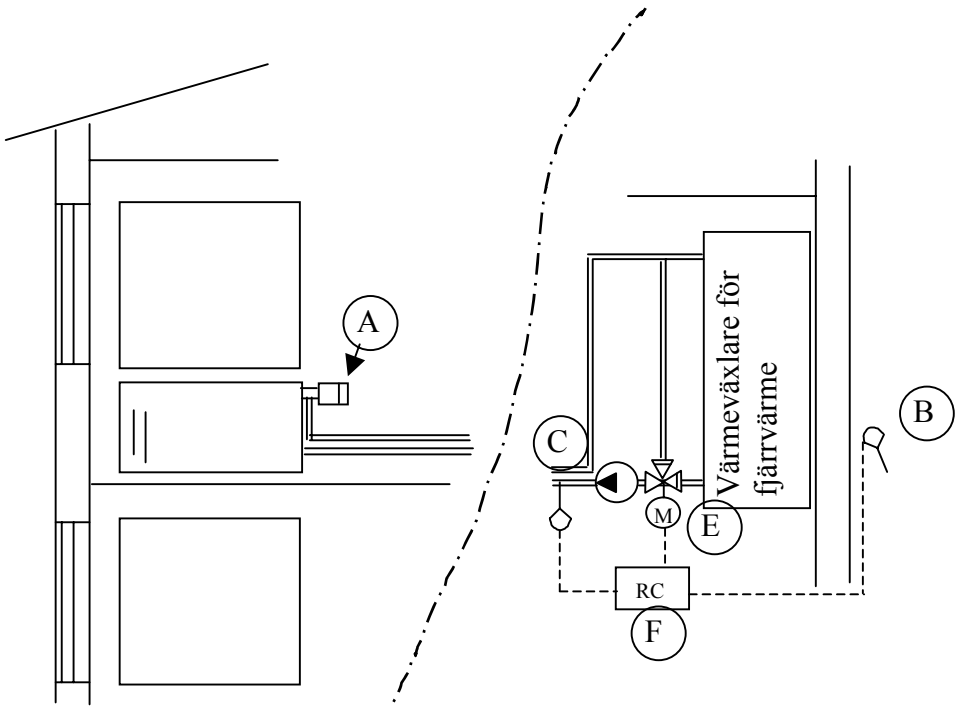
Alla tre reglerstrategier modelleras med samma basalgoritm (se ekv 4.1). Skillnaderna mellan de olika strategierna beror i praktiken på styrningen av framledningstemperaturen och inställning av radiatortermostatens börvärde. Framledningstemperaturen styrs mot utomhustemperaturen enligt figur 4.1. Strategin med reglerande radiatortermostater styrs efter profil 1 och de övriga efter profil 2.

I de tre regleralgoritmerna har reglerbandet sats till två °C. Detta är ofta det största värde som erhålls då man installerar en verklig termostatreglerad radiatorventil. Detta värde fås endast då ventilen är ostrypt. I praktiken kommer reglerbandet att variera mellan 2 till 0,5 °C (förstärkningen varierar därmed mellan 1 och 4) beroende på hur mycket man stryper ventilen vid balansering av radiatorsystemet. Liknande effekt fås om man har för hög framledningstemperatur, då ventilen endast kommer att arbeta inom ett litet intervall.



Figur 4.1: Framledningstemperaturen som funktion av ute temperaturen

I figur 4.2 visas ett reglersystem som består av framkoppling med återkoppling. Återkopplingen sker lokalt direkt i rummet vid de enskilda radiatorerna. Radiatortermostaten A känner av rumstemperaturen och varierar flödet till radiatorn så att rätt rumstemperatur erhålls. Framkopplingen går till så att utetemperaturen mäts med en givare, B. Beroende på utomhustemperaturen kommer reglercentralen F, att försöka konstanthålla framledningstemperaturen som mäts med givare C. I detta fall sker regleringen genom att trevägsventilen, E styrs så att önskad temperatur erhålls vid C. Den önskade framledningstemperaturen bestäms enligt kurvor liknande figur 4.1.



Figur 4.2: Exempel på ett framkopplat system med återkoppling

4.1 Reglerande

Flödet genom radiatorn styrs via en termostatventil placerad vid radiatorns inlopp, se figur 4.2. Termostaten har ett reglerband på två grader enligt

$$U = 0{,}5\left(T_{gi\,\mathrm{var}\,e} - T_{set}\right) \qquad \text{ekv 4.1}$$

vilket innebär att om önskad rumstemperatur, Tset=21°C kommer maximalt flöde att gå genom radiatorn då termostaten känner temperaturen 19°C och inget flöde vid 21°C. Detta innebär att rumstemperaturen normalt kommer att ligga lägre än den önskade temperaturen Tset. Framledningstemperaturen är tillräckligt hög för att tillse att det alltid finns tillräckligt hög effekt tillgängligt (se profil 1 i figur 4.1).

4.2 Max begränsande

Skillnaden gentemot den *reglerande* algoritmen är att framledningstemperaturen är lägre (se profil 2 i figur 4.1) samt att Tset är högre. Här är Tset =23°C vilket innebär att flödet genom radiatorerna är maximalt upp till rumstemperaturen 21°C. Därefter regleras flödet ner till noll vid 23 °C. Framledningstemperaturen styrs så att rumstemperaturen normalt skall bli 20 °C då ventilen är helt öppen. Först vid övertemperatur minskas flödet.

4.3 Konstant flöde

Ingen reglering eller *konstant flöde* innebär att radiatorsystemet är injusterat efter dimensionerande fall med hänsyn till interngenererat värme och därefter kommer värmeavgivningen från radiatorerna endast bero på framledningstemperaturen och hur den varieras med avseende på utetemperaturen. Detta fås genom att sätta Tset till ett mycket högt värde ex 35 °C. Framledningstemperaturen är densamma som för den *max begränsande* reglerstrategin (se profil 2 i figur 4.1).

5 Resultat

I de fyra första avsnitten kommer resultatet från de simuleringar som gjorts inom studien att redovisas. I de första tre avsnitten redovisas olika parameterstudier och i avsnitt 5.4 redovisas en sammanställning över den huvudsakliga simuleringsstudien. I avsnitt 5.5 redovisas introduceras begreppet självtäckningsgrad som används för att ytterligare utvärdera resultaten.

5.1 Framledningstemperaturens inverkan på energianvändningen

För att studera hur stor inverkan framledningstemperaturen har på simuleringsresultatet genomfördes ett antal simuleringar med olika maximal framledningstemperatur. För att se till att det alltid finns värme tillgängligt genomfördes simuleringarna för det sparande pensionärsparet. Lägenheten orienterades i öst-västlig riktning vilket innebär lägst värmetillskott från solen. Radiatorernas energianvändning kan ses i nedanstående tabell. Vid simuleringarna har reglerstrategin med reglerande radiatortermostater 5°C högre framledningstemperatur än de övriga strategierna. Detta beror på att det alltid måste finnas lite extra effekt tillgänglig för att regleringen skall fungera.

Tabell 5.1 Energianvändning för sparande pensionär med lägenheten i ost-västlig (ger minst inverkan av solinstrålningen) riktning vid olika reglerstrategier och olika framledningstemperaturer. Inom parentes står lägenhetens medeltemperatur baserad på ytterväggsarea. Den *reglerande* reglerstrategin har fem grader högre dimensionerande temperatur än den *max begränsande* respektive den med *konstant flöde*.

Dimensionerande Framledningstemp	Reglerande [kWh/m^2]	Maxbegränsande [kWh/m^2]	Konstant flöde [kWh/m^2]
60 °C		121 (21,8°C)	129 (22,2°C)
50 °C		102 (20,8°C)	103 (20,9°C)
45 °C		89 (20,2°C)	89 (20,2°C)
65 °C	101 (20,7°C)		
55 °C	98 (20,6°C)		
50 °C	95 (20,4°C)		

Tabell 5.1 ovan visar att framledningstemperaturen har stor inverkan på energianvändningen då de olika regleralgoritmerna används. Då framledningstemperaturen varieras 15 °C varierar energianvändningen 32 kWh/m^2 då den maxbegränsande strategin används och 40 kWh/m^2 vid konstant flöde. Den regleralgoritm som är minst känslig avseende framledningstemperaturen är den reglerande vars energianvändning endast varierar med 6 kWh/m^2. Vid rätt val av framledningstemperatur kan i gynnsamma fall den maxbegränsande regleralgoritmen samt strategin med konstant flöde ge lägst energianvändning.

5.2 Inverkan av vädringsprofil och internlast

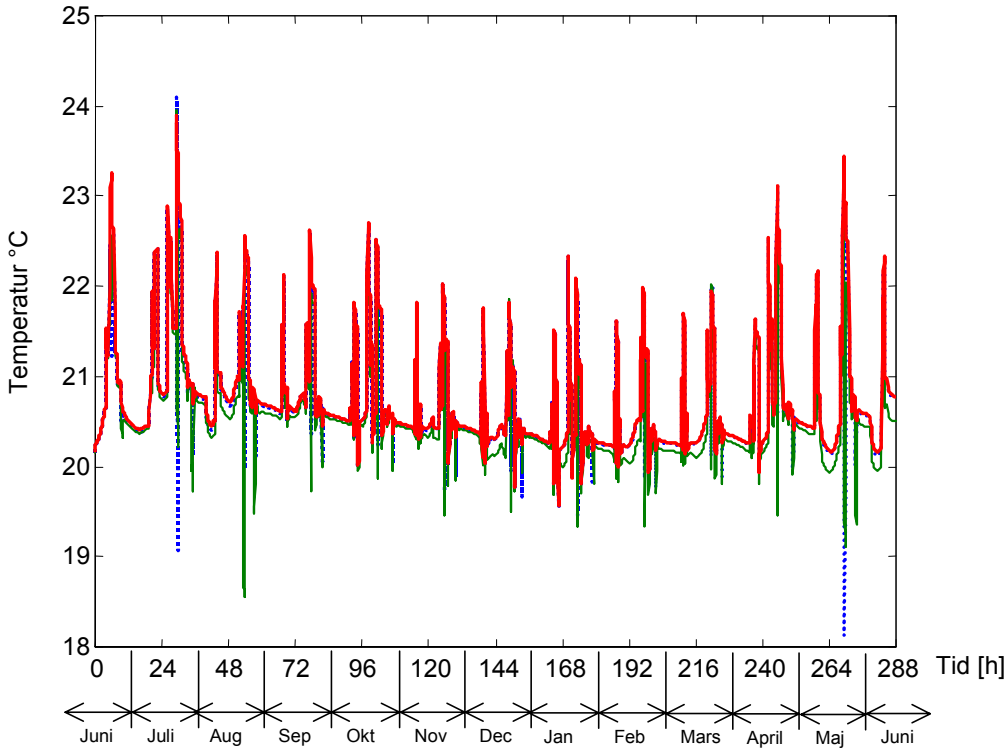
I spara och slösa profilerna blandas inverkan av internlast och olika vädrings-beteende. För att separera vädringsprofilens inverkan från internlasten har nya simuleringar gjorts, med spara familjens internlast och slösa familjens vädrings-profil. Som jämförelse har simuleringar genomförts utan någon vädringsprofil för både spara och slösa fallen. Resultaten finns tabellerade i
bilaga C.

Först kan noteras att energianvändningen då fönsteröppningsprofilen för spara beteendet används blir nästan identisk med fall då ingen profil används (fönstret öppnas då temperaturen är över 24°C).

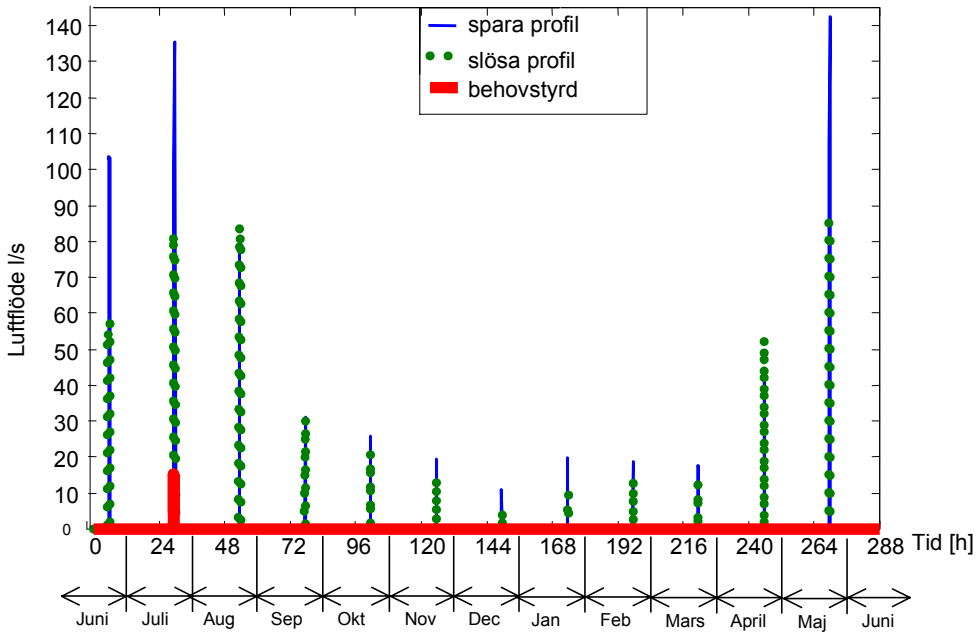
Resultatet som redovisas i bilaga C visar också att den *reglerande* reglerstrategin är mycket känslig för hur fönstervädringen sker. Behovet av radiatorvärme för sparande familj, varierar med 22 kWh/m^2 beroende på använd vädringsprofil. Motsvarande siffra för de andra strategierna är 7 kWh/m^2

Störst förmåga att utnyttja internlasten för uppvärmning, har den *reglerande* reglerstrategin. Ser man till den sammanlagda energianvändningen (värme+el) för fallen med sparande respektive slösande familj, blir total energi användning13 kWh/m^2 för den slösande familjen. Motsvarande siffra för den maxbegränsande reglerstrategin är 21 kWh/m^2 vilket även gäller för konstant flöde. Detta innebär att de sistnämnda reglerstrategierna inte har förutsättningar att nyttiggöra höga internlaster

I figurerna 5.1 respektive 5.2 nedan visas skillnaden i rumstemperatur respektive flödet genom köksfönstret för en sparande barnfamilj med olika vädringsprofiler. Rumstemperaturerna för de olika vädringsprofilerna går inte att särskilja från varandra, de redovisas för att ge en bild av temperaturförloppet i ett rum.



Figur 5.1 Temperaturen i rum 4 (kök) för sparande familj med tre olika fönstervädringsprofiler. Förutom i de punkter fönstren öppnas är temperaturen nästan lika i de tre fallen.



Figur 5.2 Luftflödet i rum 4 (kök) för de tre vädringsprofilerna, för sparande familj.

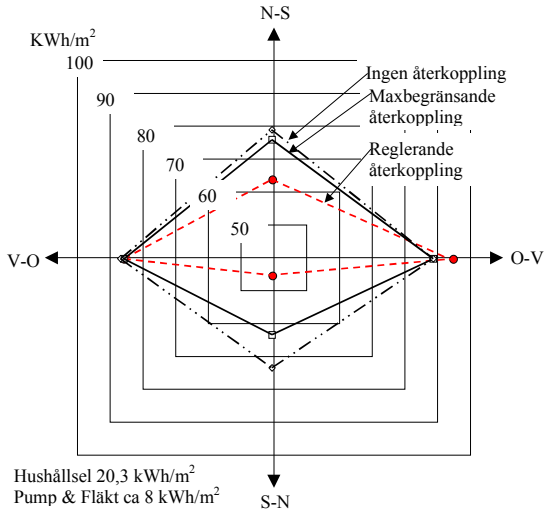
5.3 Energianvändning för en tom lägenhet

För att studera hur stor del av energianvändningen som är oberoende av de boendes beteende har simuleringar körts för alla väderstreck, men utan några laster i lägenheten. Resultatet finns tabellerat i bilaga C.

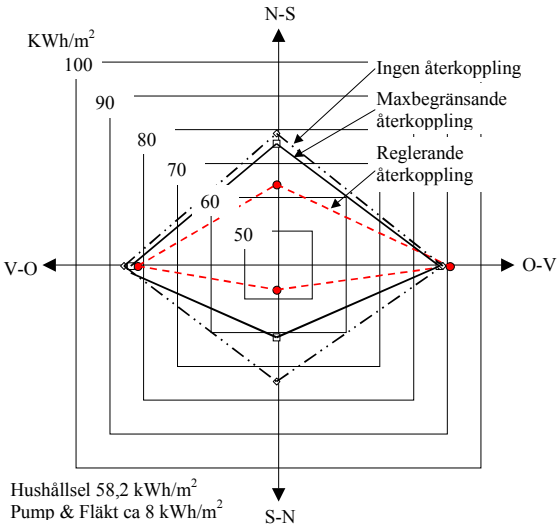
Den reglerande reglerstrategin utnyttjar den under dagen infallande solinstrålning på ett bättre sätt än dom övriga, men tar man ett medelvärde över alla orienteringar visar det sig att den maxbegränsande strategin ger något lägre energianvändning. Orsaken till dessa skillnader är att den reglerande regler-strategin håller en jämnare temperatur än de övriga, vilket är positivt då mycket sol finns tillgängligt och negativt vid lite sol. Man kan också dra slutsatsen att den reglerande strategin utnyttjar ”gratisvärme” bättre än de övriga.

5.4 Sammanställning av simuleringsresultat

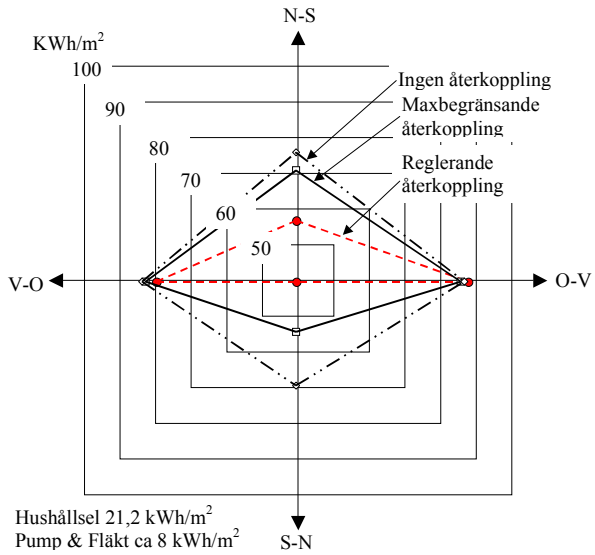
Nedan redovisas de simuleringar som är gjorda för sparande och slösande familj respektive pensionärspar, för tre reglerstrategier. I bilaga C finns en utförligare resultatsammanställning.
I figurerna nedan är lägenhetens orientering förkortad enligt nedan:
N-S: Nord-Syd S-N: Syd-Nord V-O: Ost-Väst O-V: Ost-Väst



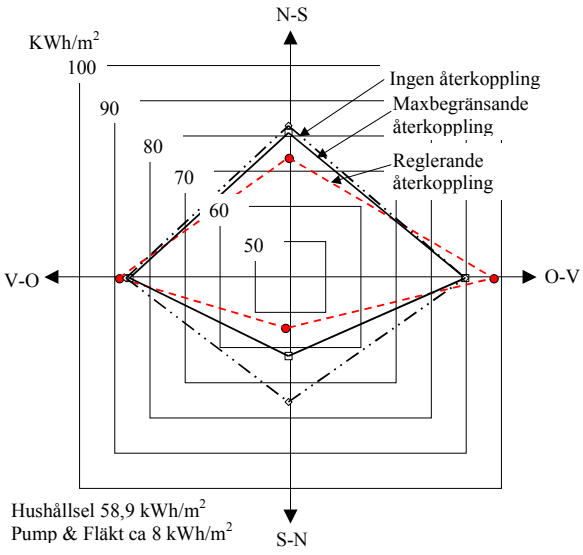
a) Pensionärspar, spara



b) Pensionärspar, slösa



c) Barnfamilj, spara



d) Barnfamilj, slösa

Figur 5.3 Sammanställning över simuleringsresultat. Årlig användning av värme per m^2 lägenhetsyta för tre reglerstrategier vid fyra olika lägenhetsorienteringar.

I figur 5.3 ser man tydligt att den reglerande reglerstrategin är känslig för lägenhetens orientering, medan de andra två är mer oberoende. Man ser också att den reglerande återkopplingen medför att energianvändningen blir högre än de övriga vid ost - västlig orientering.

5.5 Utnyttjande av interngenererat värme

5.5.1 Gratisvärmeutnyttjande

I studierna av Jenssen (1982,1983)och Hedin (1989) används begreppet gratisvärmeutnyttjande v_g som definieras enligt utnyttjat gratisvärme genom tillgängligt gratisvärme, ekvation 5.1. Det utnyttjade gratisvärmet fås ur skillnaden mellan nominell eller dimensionerande radiatoreffekt och använd radiatoreffekt.

$$v_g = \frac{(P_{radiator,nom} - P_{radiator})}{P_{gratis}} \qquad \text{ekv 5.1}$$

Denna definition skulle kunna skrivas om enligt ekvation 6.2.

$$v_g = \frac{K_{radiator}(V_{nom} - V_{verkl})}{P_{gratis}} \qquad \text{ekv 5.2}$$

I ekvation 5.2 ovan är *Vnom* nominellt vattenflöde genom radiatorn och *Vverkl* det aktuella vattenflödet. Detta skulle innebära att strategin utan termostatventil alltid skulle få $v_g = 0$. Detta är inte fallet, då framledningstemperaturen styrs efter en kurva, med hänsyn tagen till visst gratis energitillskott. I Hedin (1989) redovisas en jämförelse av gratisvärmeutnyttjandet för tre reglerstrategier. Två av dessa hade framkoppling och återkoppling medan en endast hade framkoppling. I studien blev gratisvärmeutnyttjandet runt 90% för strategierna med återkoppling och ca 30% för strategin med endast framkoppling. För att ge en mer rättvis bild av nyttjandet av interngenererat värme definieras och använd istället begreppet självtäckningsgrad.

5.5.2 Självtäckningsgrad

För att karakterisera de olika reglerstrategierna inför vi begreppet självtäckningsgradgrad *s*, som definieras enligt ekvation 5.3.

$$s = \frac{(Tillskott\ \ av\ \ gratis\ \ energi)}{(Totalt\ \ energitillskott)} = \frac{(E_{sol} + E_{person})}{(E_{sol} + E_{person} + E_{radiator} + E_{el})} = 1 - \frac{(E_{radiator} + E_{el})}{(E_{sol} + E_{person} + E_{radiator} + E_{el})} \qquad \text{ekv 5.3}$$

Faktorn, *s*, bestäms endast för uppvärmningssäsongen. Bara den del av hushållselen, E_{el}, som kan utnyttjas som värme används, se kapitel 3. Faktorn *s* finns tabellerad i tabell 5.9 nedan. Hög självtäckningsgrad innebär att reglerstrategin är bra på att utnyttja interlasterna för att täcka energiförlusterna.

I tabellerna (Tabell5.9, 5.10) nedan är lägenhetens orientering förkortad enligt nedan:
N-S: Nord-Syd S-N: Syd-Nord V-O: Ost-Väst O-V: Ost-Väst

Tabell 5.9 Självtäckningsgrad för barnfamilj

	Familj, Spara			Familj, Slösa		
	N-S S-N	V-O O-V	Medel	N-S S-N	V-O O-V	Medel
Reglerande	0,788 0,834	0,637 0,608	0,717	0,712 0,757	0,577 0,552	0,650
Maxbegränsande	0,750 0,790	0,625 0,613	0,695	0,697 0,736	0,582 0,570	0,646
Konstant flöde	0,737 0,754	0,621 0,612	0,681	0,693 0,709	0,578 0,570	0,638

Tabell 5.10 Självteckningsgrad för pensionärspar.

	Pensionär, Spara			Pensionär, Slösa		
	N-S S-N	V-O O-V	Medel	N-S S-N	V-O O-V	Medel
Reglerande	0,767 0,816	0,609 0,579	0,693	0,715 0,755	0,564 0,538	0,643
Maxbegränsande	0,737 0,772	0,611 0,599	0,680	0,687 0,724	0,559 0,547	0,629
Konstant flöde	0,729 0,746	0,609 0,599	0,671	0,680 0,696	0,555 0,546	0,619

Man ser på ovanstående data att det är liten skillnad på självtäckningsgraden mellan de olika strategierna. Detta beror på att framledningstemperaturen är optimerad för den aktuella lägenheten.

6 Diskussion

6.1 Inverkan av orientering

Vilken reglerstrategi som passar bäst till olika beteenden beror på byggnadens orientering. Om byggnaden är orienterad så att mycket energi från solen transmitteras genom fönstren kommer energianvändningen bli lägst om den reglerande reglerstrategin används och högst om det inte finns någon reglering. Om byggnaden istället är orienterad så att lite solljus transmitteras genom fönstren kommer den reglerande reglerstrategin istället att medföra högst energianvändning medan den maxbegränsande strategin och strategin med konstant flöde ger lägre energianvändning. Orsaken till det senare är att onödigt mycket energi åtgår för att kompensera för öppna fönster. Nackdelen med konstant flöde är att rumstemperaturen kan skena även under vintern.

Inverkan av lägenhetens orientering oberoende av beteendet hos de boende, har också studerats. Resultaten visar på stor spridning mellan de olika reglerstrategierna och energianvändningen. Reglerstrategin med reglerande återkoppling ger en energianvändning mellan 62 och 115 kWh/m^2 beroende på väderstreck. Detta visar att individuell värmemätning kan slå fel om den tillämpas i ett större fastighetsbestånd med stor variation på byggnadernas orientering. Detta blir mest allvarligt i hyresfastigheter där de boende har litet inflytande över vilken lägenhet som finns tillgänglig, medan för bostadsrätter kan detta eventuellt bli självreglerande och kompenseras med en lägre insats. Denna diskussion väcker frågan om inte alla lägenheter bör energiklassas så att nya hyresgäster eller bostadsrättsinnehavare kan bedöma sin kommande bostadskostnad.

6.2 Inverkan av beteende

Det är svårt att sätta ihop beteende profiler för olika hushållssammansättningar. I denna studie har vi begränsat oss till två fall, som dock får anses vanliga. I den engelska undersökningen som diskuteras i rapportens inledning (Mansouri et al 1996) är de två vanligaste hushållssammansättningarna de som använts i denna studie, dvs. två vuxna och två vuxna med två barn.

Reglerstrategin med reglerande återkoppling försöker hela tiden kompensera för störningar som sänker eller höjer rumstemperaturen. Detta innebär att strategin är dålig om de boende öppnar fönstren ofta under vintern, och bra om de boende har stor och intermittent internlast. Detta innebär t ex att om man inte sänker termostaternas börvärde manuellt då man åker på vintersemester kommer reglerstrategin med reglerande återkoppling att ge lägst energianvändning. Vädringsstrategin har i denna studie en stor inverkan på energianvändningen, detta bör studeras vidare. Det vore intressant att studera verkliga vädringsbeteenden.

6.3 Synpunkter på val av reglerstrategi

I en studie av Widegren-Dafgård (1983) visas att 10 % fler lägenhetsinnehavare i hus med radiator termostater är riktigt nöjda med sin termiska komfort jämfört med boende i hus utan radiator termostater. Dock visade inte studien på någon märkbar minskning i energianvändningen. I denna studie visas att den reglerande reglerstrategin i vissa fall kan ge minskad energianvändning. Summeras resultaten blir dock minskningen obetydlig. Man kan vänta sig samma effekt om man studerar ett större bostadsbestånd.
Som syns i kapitel 5.1 har framledningstemperaturen stor inverkan på energianvändningen för den maxbegränsande reglerstrategin och algoritmen med konstant flöde. En undercentral levererar ofta värme till ett större antal bostäder, ofta av varierande storlek och orientering. För att byggnadsarbetet skall bli rationellt väljer man att begränsa antalet radiatorstorlekar till ett minimum, vilket innebär att det sällan är korrekt framledningstemperatur. Den energianvändning som redovisas i denna rapport gäller därför endast för mycket väldimensionerade radiatorsystem. Ofta är radiatorerna överdimensionerade vilket innebär en onödigt hög energianvändning. I kap 5.1 redovisas en ökning av energi användningen på 16 % för den maxbegränsande reglerstrategin då den dimensionerande framledningstemperaturen höjs från 45 till 50°C, motsvarande siffra för den reglerande algoritmen är 3% då den dimensionerande framledningstemperaturen höjs från 50 till 55. Vid en ökning av framledningstemperaturen med ytterligare 10°C ökar energianvändningen för den maxbegränsande strategin med 36 % och endast 6 % för den reglerande strategin.

6.4 Jämförelse med andra studier

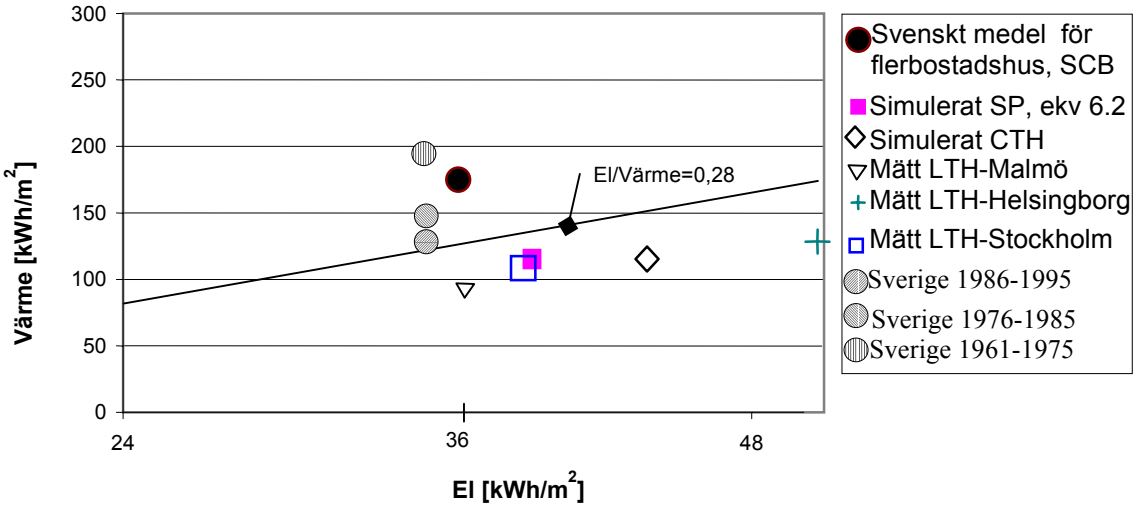
Ur energiläget 2000 kan man beräkna kvoten totalt använd El/Värme för bostäder i Sverige. Den totala användningen av hushållsel 1999 var ca 20 TWh. Energiåtgången för uppvärmning och tappvarmvatten för bostäder var ca 72 TWh. Detta ger sammantaget kvoten El/Värme=20/72=0,28 som genomsnitt för Sverige vilket redovisas som en linje i figur 6.1.
Använder man annan statistik (SCB 2000) kan man uppskatta elanvändningen för flerbostadshus till 36kWh/m^2 och värmeanvändningen till 168kWh/m^2.
I vår studie har inte energiåtgången för uppvärmning av tappvarmvatten tagits med. För att det skall vara möjligt att jämföra denna studie med andra där varmvattnet har tagits med uppskattas energin för uppvärmning av varmvatten enligt Boverket (1994) (ekv 6.1).

$$E_{tvv} = 365 \cdot (5 \cdot Antal\ \ lägenheter + 0{,}05 \cdot Bruksarea) \qquad \text{ekv 6.1}$$

Beräknas energiåtgången för varmvattenframställningen enligt ekvation 6.1 fås 3102kWh per lägenhet eller 44,3 kWh/m^2. Beräknar man ett genomsnitt för denna simuleringsstudie blir kvoten

$$\frac{El}{Värme} = \frac{40}{77+44} = 0{,}33 \qquad \text{ekv 6.2}$$

Det finns ett antal studier som redovisar energianvändningen i flerbostadshus. För att visa på rimligheten i resultaten från denna studie görs i figur 6.1 en jämförelse med några studier. Förutom de studier som redan redovisats ovan, redovisas data ur en studie från CTH (Ståhl 2000) och en från LTH (Adelberth 2000). De data som är betecknade Sverige 19xx –19yy är tagna ur Energiboken (Andersson, Klevard Setterwall 1995). Jämförelsen visar att de simuleringar som genomförts i denna studie är baserade på rimliga antaganden avseende användning av hushålls-el och värme för uppvärmning och varmvatten.



Figur 6.1 Jämförelse mellan el och värmeanvändning i bostäder. Linjen representerar den genomsnittliga kvoten Tillförd hushålls el/Tillförd värme för Sverige.

7 Slutsats

En reglerstrategi med reglerande återkoppling har störst potential att ge ett jämnt och för de flesta acceptabelt inomhusklimat. Energianvändningen blir dock inte alltid den lägsta möjliga.
Om man har ett stort bostadsbestånd med mycket varierande orientering på lägenheterna och stor variation på beteendet hos de boende, är det säkrast att välja reglerstrategin med reglerande återkoppling, då den sammantaget ger lägst energianvändning. Om man har ett hus men få lägenheter och en bestämd boendegrupp, kan det vara lämpligt att fundera över valet av reglerstrategi. I vissa fall kan det här vara mer lämpligt med maxbegränsande termostatventiler. Det ser dock inte ut att finnas någon anledning att använda konstant flöde genom radiatorerna och helt förlita sig på reglering av framledningstemperaturen. Har man ett gammalt bostadsbestånd där flödet genom radiatorerna är konstant måste man noga undersöka om det ger någon vinst att byta till termostatventiler. I vissa fall kan det bli en ren förlustaffär. Komfortskäl kan vara en annan stor anledning till att installera termostatventiler. Om temperaturen i bestämda rum i en lägenhet har en tendens att bli väldigt hög kan det vara en anledning till att injustera radiatorsystemet eller om det inte hjälper, installera termostatventiler.

8 Förklaringar

Beteendefaktorer De faktorer som definierar en persons beteende i en lägenhet. I denna studie menas öppning av dörrar, öppning av fönster, forcering av spiskåpan, när och hur många personer som vistas i ett rum och hur användningen av hushållsapparater sker.

Beteendeprofiler Tidpunkt och värden på de faktorer som beskriver beteendet, se beteende faktorer

Boende De som bor i en lägenhet

Boendegrupp En grupp av boende som har liknande beteendeprofiler

Börvärde Begrepp inom reglertekniken, används för att beskriva det värde man önskar uppnå vid en reglering av en process.

Delprofiler En beteendeprofil är uppbyggd av flera delprofiler, varje delprofil representerar en beteende faktor eller en del därav.

Energiklass En bedömning av en lägenhets termiska egenskaper som inverkar på energianvändningen och som de boende inte kan påverka.

Forceringsläge En spiskåpa i ett flerbostadshus kan ofta ställas in så att ventilationsflödet ökar under perioder då matlagning pågår, detta kallas forcering.

Framkoppling Begrepp inom reglertekniken, används för att beskriva reglersystem där man mäter en storhet för att förutsäga hur den reglerade storheten kommer att ändras då driftförhållandena ändras. Ett exempel på detta är vid system för uppvärmning av bostäder. Värmeavgivningen från ett hus beror till stor del av utomhustemperaturen, genom att mäta denna kan man förutse om man behöver tillföra mer effekt till huset via radiatorerna redan innan inomhustemperaturen har sjunkit.

Framledningstemperatur Den temperatur som levereras av uppvärmningssystemet till radiatorerna. Framledningstemperaturen styrs ofta av utomhustemperaturen, se framkoppling.

Gratisvärme ”Gratisvärme” är ett begrepp som man inte bör använda, då det ofta inkluderar värme från hushållsapparater, vilken inte är gratis. I denna studie används begreppet på två sätt. I samband med begreppet gratisvärmeutnyttjande betyder begreppet all värme utom värme från radiatorerna som tillförs lägenheten. Här inkluderas även värme från elektriska apparater. I samband med begreppet självtäckningsgrad betyder gratisvärme det värme som avges från personer och det värme som härrör från solen.

Gratisvärmeutnyttjande Begreppet används för som ett mått på hur väl ett reglersystem kan kompensera för att tillskott av värme från andra källor än radiatorsystemet.

Interngenererat värme Värme som härrör från aktiviteter inne i lägenheten plus det värme som kommer från solen.

Internlast Se interngenererat värme.

Konstant flöde I denna studie innebär detta att flödet genom radiatorn inte kan ändras, det saknas en termostatventil.

Maxbegränsande reglerstrategi I denna studie innebär begreppet att radiatortermostaten börjar minska på flödet genom radiatorn först då temperaturen överstiger en viss nivå, vanligen 24°C. Denna strategi är också beroende av hur framledningstemperaturen styrs av utetemperaturen, se framkoppling.

Nyttig energi Den energi som tillförs lägenheten vid användning av hushållsapparater.

Orientering Innebär hur lägenheten är vriden i förhållande till syd, se figur 3.1.

Ostrypt Fullt öppen ventil

Parameterstudie En studie där man försöker identifiera den inverkan varje enskild parameter har på en process.

Personlast Värmeavgivning från de personer som vistas i lägenheten. En vuxen människa avger ca 100W och ett barn ca 80W.

Radiator En apparat som avger värme till omgivningen till största delen via strålning, ett vanligt men felaktigt namn på samma apparat är element. En radiator kan vara både vatten och el driven. I denna studie har vatten radiatorer använts.

Radiatorsystem Radiatorerna är sammankopplade med varandra och en anläggning för värmeproduktion med ett system av rör. Ett samlingsnamn för detta är radiatorsystem.

Radiatortermostat En radiatortermostat är en slags termometer som sitter fast på den ventil som styr vattenflödet till radiatorn. Termostaten består vanligen av en vaxkropp som utvidgar sig eller krymper då rumstemperaturen ändras. Då vaxkroppen ändrar storlek gör den att flödet genom ventilen ändras.

Realtidsstudie Här menas att man använder simulering för att testa en verklig produkt, detta innebär att simuleringen måste ha samma hastighet som verkligheten, dvs. 1 timmas simulering motsvarar en verklig timma.

Regleralgoritm Matematisk beskrivning av regleringen

Reglerande Reglerstrategi En reglerstrategi där regleringen sker kontinuerligt för att konstant hålla ett visst värde.

Reglerband Begrepp inom reglertekniken. Vid proportionell reglering är utsignalen direkt beroende av avvikelsen mellan aktuellt värde och börvärde. U=K·E, där U är utsignalen, E felet och K proportionalitetskonstanten. Reglerbandet R=1/K.

Reglercentralen Den apparat som innehåller regleralgoritmen.

Reglerstrategi Sätt att genomföra regleringen

Reglersystem Ett samlingsnamn för de delar som behövs för att sköta regleringen. I denna studie består det av bland annat en radiatortermostat, temperaturgivare för att mäta utomhustemperaturen och framledningstemperaturen samt en reglercentral som styr framledningstemperaturen som funktion av utomhustemperaturen.

Simuleringsstudie En studie som baseras på resultat framtagna med datorsimulering av ett förlopp eller en process.

Självreglerande En process med inbyggd reglering.

Självtäckningsgrad En term som definieras i denna studie. Termen beskriver förmåga att ta till vara solinstrålning och värme från personer för uppvärmningsändamål.

Soltillskott Värme som kommer från solen och som kan användas för uppvärmning.

SPber se SPsim

Spillvärme Värme från en process som har tillräckligt hög temperatur för att den skall kunna användas för något annat syfte vilket i denna studie innebär uppvärmning.

SPsim Ett verktyg utvecklat på Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut för att studera reglersystem i realtid. SPber är den del i verktyget som simulerar en byggnads termiska beteende.

Temperaturförlopp Beskrivning av hur temperaturen varierar i en process.

Termostater En enkel proportionell regulator med inbyggd temperaturgivare.

Transmitteras Betecknar hur värme från solen kan passera ett fönster utan att fångas upp av glaset.

Trevägsventil En ventil där en vätska har ett inlopp och två möjliga utlopp eller två inlopp och ett utlopp.

Undercentral Det rum i en byggnad där fjärrvärmeledningarna kommer in och värme tillförs radiatorsystemet och tappvarmvattnet.

Värme En form av energi där mängden lagrad energi beror på den temperatur som lagringsmediet har.

Återkoppling Begrepp inom reglertekniken, används för att beskriva reglersystem där man mäter den storhet som regleras, om det uppmätta värdet inte är detsamma som det önskade registrerar reglercentralen ett fel och försöker genast kompensera detta genom att ändra utsignalen enligt en regleralgoritm. Vanliga regleralgoritmer för återkopplade system är P-, PI- och PID- algoritmer. Ett av de enklaste sätten att skapa återkoppling är att reglera rumstemperaturen med hjälp av radiatortermostater.

Öppningsgrad Beskriver hur stor en öppning är i förhållande till maximal öppning.

Övertemperatur Här menas en situation där rumsluften har en temperatur som överstiger det angivna reglerområdet.

9 Nomenklatur

$E_{år,radiator}$	Årlig energianvändning för uppvärmning	kWh/m^{2}år
$E_{sim,radiator}$	Simulerad årlig energianvändning för uppvärmning	kWh/m^{2}år
$E_{år,\text{int}ernlast}$	Årligt energitillskott till lägenheten i form av internlast	kWh/m^{2}år
$E_{sim,\text{int}ernlast}$	Simulerat energitillskott till lägenheten i form av internlast	kWh/m^{2}år
f(x)	Funktion av variabeln x	
U	Utsignal från regulator	
$T_{gi\,\text{var}\,e}$	Temperatur som uppfattas av temperaturgivare	°C
T_{set}	Önskad temperatur som ställs in på reglerutrustningen	°C
N-S	Nord–Sydlig orientering av lägenheten	
S-N	Syd–Nordlig orientering av lägenheten	
V-O	Väst–Ostlig orientering av lägenheten	
O-V	Ost–Västlig orientering av lägenheten	
v_g	Gratisvärmeutnyttjande	
$P_{radiator,nom}$	Nominell (dimensionerad) effektavgivning från radiatorerna	W
$P_{radiator}$	Verklig effektavgivning från radiatorerna	W
P_{gratis}	”Gratis” värme effekt	W
$K_{radiator}$	Konstant som beskriver hur flödet genom radiatorn varierar med radiatorns effektavgivning	Ws/m^3
V_{nom}	Vattenflöde genom radiatorn vid nominell effektavgivning	m^3/s

V_{verkl}	Verkligt vattenflöde genom radiatorn vid verklig effektavgivning från radiatorn	m^3/s
E_{sol}	Årligt tillskott av värme från solen till lägenheten	$kWh/m^2år$
E_{person}	Årligt tillskott av värme från personer till lägenheten	$kWh/m^2år$
$E_{radiator}$	Årligt tillskott av värme från radiatorerna till lägenheten	$kWh/m^2år$
E_{el}	Årlig användning av elektricitet	$kWh/m^2år$
E_{tvv}	Årlig användning av värme för uppvärmning av tappvarmvatten	$kWh/m^2år$
V	Ventilationsflöde	l/s
V_0	Ventilationsflöde utan forcering	l/s
dV_{forc}	Del av ventilationsflödet som beror på forcering	l/s
dV	Del av ventilationsflödet som beror på utomhustemperaturen	l/s
$\bar{t}_d$	Medeltemperaturen utomhus över ett dygn	°C
t_0	Temperatur vid början av ett dygn	°C
t_{24}	Temperatur vid slutet av ett dygn	°C
τ_{kl}	Klocktid	h
τ	Löpande tid	s
t_{ute}	Utomhustemperatur	°C

10 Referenser

1 Amnell Tobias (1997) *Utnyttjande av spillvärme från eleffektiva apparter*. ELAB rapport. UG 97:36, Vattenfall Utveckling AB, Energianvändning.

2 Andersson H. E. B., Klevard Setterwall, 1995, *Energiboken Kunskapsläge & Forskningsfront*, Byggforskningsrådet, Stockholm, Sverige

3 Dyrstad Pettersen 1997, *Uncertainty analysis of energy consumption in dwellings*, Department of buildings Science, Narvik Institute of Technology, Narvik, Norge

4 Fahlén P., Ruud S. Wikmyr M., 1996, *Styr- och reglersystem för direkt-elvärmda småhus – elvärmestyrning- SP METOD 1933, Del3*, SP AR 1996:21, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås

5 Hedin B1989, *Reglering av inomhustemperaturen i flerbostasdshus med central återkoppling*, Rapport R50:1989, Byggforskningsrådet, Stockholm Sverige

6 Jensen L., Lange e., 1982, *Energianvändning och energibesparing i Malmö*, Rapport R9:1982, Byggforskningsrådet, Stockholm Sverige

7 Jensen L., Hedin B., 1983, *Regler- och styrprinciper för inomhustemperaturen i flerbostadshus med vattenburen värme*, Rapport BKL 1983:6, Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Lund, Sverige

8 Ketola A, 2000, *Mänskliga dimensioner vid energianvändning*, Institutionen för värme- och kraftteknik, avd Energihushållning, LTH, Lund, Sverige

9 Lövehed Li 1995, *Villa '95 ett yt- och energisnålt enfamiljshus*, Lunds univeritet, Lunds tekniksa högskola, Institutionen för byggnadskonstruktionslära, Rapport TABK –95/3029.

10 Mansouri et al 1996,*Energy Consumption in UK Households: Impact of Domestic Electrical Appliances*, Applied Energy, Vol. 54, No3,Elsevier Science, Storbritannien

11 Mullaly 1999, *Home energy use behaviour: a necessary component of successful local government home energy conservation (LGHEC) programs*, Energy Policy, vol 26, No14, Elsevier Science, Storbritannien

12 Petersson 1998**,** *Analys av konventionella radiatorsystem*, Inst för energiteknik, CTH, Göteborg, Sverige

13 SCB 2000, *Energistatistik förflerbostadshus 1999*, Statistiska meddelanden EN SM 0001, Statistiska Central Byrån, Sverige

14 STEM, 1999*, Energiläget 2000*, Energimyndigheten, Eskilstuna, Sverige

15 STEM, 1999, *Eleffektiva kylar och frysar*. ET 28: 1998, tilltryck januari 1999, Alfa Print, Sunbyberg. Broschyr utgiven av Energimyndigheten.

16 Ståhl F., 2000, *Inverkan av termisk massa på en byggnads energibehov under dess livscykel*, Inst. för byggnadsfysik, CTH, Göteborg, Sverige

17 Svensson och Kåberger, 1991, *Handla el-effektivt,* Naturskyddsföreningen ISBN: 91 558 7641 2

18 Trüchel 1999, *Värmesystem med luftvärmare och radiatorer*, Inst för Installationsteknik, CTH, Göteborg, Sverige

19 Widegren-Dafgård 1980, *Ventialation through window-openings in residential buildings*, Tekniska meddelanden no 170, Inst. För Uppvärmnings och Ventilationsteknik, KTH, Stockholm, Sverige

20 Widegren-Dafgård 1982, *Room air temperature in dwellings, actual and desired*, Tekniska meddelanden no 226, Inst. För Uppvärmnings och Ventilationsteknik, KTH, Stockholm, Sverige

21 Widegren-Dafgård 1983, *Indoor temperatures and user's behaviour in dwellings with or without thermostat controlled radiator valves*, Tekniska meddelanden no 260, Inst. För Uppvärmnings och Ventilationsteknik, KTH, Stockholm, Sverige

22 Wilhite et al, 1996, *A cross-cultural analysis of houshold energy use behaviour in Japan and Norway*, Energy Policy, vol 46, No9, Elsevier Science, Storbritannien

Bilaga A Beteende profiler

Simuleringen startar kl 12.00 dygn 1, vilket innebär att dygnen vara från 12.00 ena dagen till 12.00 nästa dag. På grund av detta ser profilerna lite underliga ut. För familjen respektive pensionärsparet har dörrarna och antal personer samma profiler för både spara och slösa fallen. Profilerna är beskrivna med två typer av diagram. I diagramtyp 1 anges endast de tidpunkter som avviker från normal-tillståndet. Här antas att dygnet slutar och börjar 12 mitt på dagen utan att det skrivs ut. I diagramtyp 2 anges först ett startvärde kl 12 vilket sedan gäller tills en ny tidpunkt med nytt värde anges osv. Nästa dags start värde är detsamma som föregående dags slutvärde. Observera att tiden i tabellerna är angiven som decimaltal dvs. 6,500 innebär klockan 06.30.

Diagramtyp 1

Familj Tidpunkter för öppning av dörr 1

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000
0	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500
1												

Exempel: När dygn 1 startar är värdet på dörröppningen 1 vilket innebär fullt öppen dörr. Klockan 22.00 stängs dörren för att öppnas igen klockan 8.00. Dörren är sedan öppen till 23.00 dygn 2, då den stängs på nytt för åter igen öppnas 6.30 osv.

Diagramtyp 2

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 3

					Dygn							
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	3,600	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	
3,600	19,000	2,000	15,000	3,600	19,000	1,000	20,000	2,000	15,000	3,600	19,000	
1,000	20,000	0,000	17,000	1,000	20,000	2	20,500	0	17,000	1	20,000	
2,000	20,500	3,600	19,000	2,000	20,500	0,000	21,500	3,600	19,000	2,000	20,500	
0,000	21,500	1,000	21,000	0,000	21,500	1,600	7,500	1,000	21,000	0,000	21,500	
1,600	7,500	2,000	21,500	0	12	0,000	8,500	2	21,500	0	12	
0,000	8,500	0,000	23,000					0	23,000			
0	12,000	0,000	12					0,000	12			

Exempel: Dygn ett startar klockan 12.00 med värdet 0, dvs inga personer i rummet. Först klockan 19.00 blir värdet 3,6 vilket innebär att 2 vuxna och 2 barn går in i rummet. Klockan 8 lämnar alla utom en vuxen rummet och värdet blir därmed 1 osv.

Familj, allmänt

Dörröppning

Familj Tidpunkter för öppning av dörr 1

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000	22,000	23,000	22,000
0	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500
1												

Familj Tidpunkter för öppning av dörr 2

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	16,000		16,000	16,000		16,000	16,000		16,000	16,000		16,000
0	18,000		18,000	18,000		18,000	18,000		18,000	18,000		18,000
1												
0	20,500	21,500	20,500	20,500	21,500	20,500	20,500	21,500	20,500	20,500	21,500	20,500
0	7,500	7,000	7,000	7,500	7,000	7,000	7,500	7,000	7,000	7,500	7,000	7,000

Familj Tidpunkter för öppning av dörr 3

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
0	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
1												

Familj Tidpunkter för öppning av dörr 4

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
0	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
0												

Personlast

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 1

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
2	22,000	23,500	22,000	22,000	23,500	22,000	22,000	23,500	22,000	22,000	23,500	22,000
2	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500
0												

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 2

värde Dygn

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0											
2	16,000	15,000	16,000	16,000	15,000	16,000	16,000	15,000	16,000	16,000	15,000	16,000
2	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
0												
2	20,500	21,500	20,500	20,500	21,500	20,500	20,500	18,000	20,500	20,500	21,500	20,500
2	7,500	7,000	7,000	7,500	7,000	7,000	7,500	21,500	7,000	7,500	7,000	7,000
0												

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 3

Dygn

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	3,600	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
3,600	19,000	2,000	15,000	3,600	19,000	1,000	20,000	2,000	15,000	3,600	19,000
1,000	20,000	0,000	17,000	1,000	20,000	2	20,500	0	17,000	1	20,000
2,000	20,500	3,600	19,000	2,000	20,500	0,000	21,500	3,600	19,000	2,000	20,500
0,000	21,500	1,000	21,000	0,000	21,500	1,600	7,500	1,000	21,000	0,000	21,500
1,600	7,500	2,000	21,500	0	12	0,000	8,500	2	21,500	0	12
0,000	8,500	0,000	23,000					0	23,000		
0	12,000	0,000	12					0,000	12		

Familj Rum 3 forts

Dygn

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0	12,000
3,600	19,000	2,000	15,000	3,600	19,000	3,600	19,000	2,000	15,000	3,6	19,000
1	20,000	0	17,000	1	20,000	1	20,000	0	17,000	1	20,000
2,000	20,500	3,600	19,000	2,000	20,500	2,000	20,500	3,600	19,000	2	20,500
0,000	21,500	1,000	21,000	0,000	21,500	0,000	21,500	1,000	21,000	0	21,500
1,6	7,500	2	21,500	0	12	1,6	7,500	2	21,500	0	12,000
0	8,500	0	23,000			0	8,500	0	23,000		
0	12	0	12			0	12	0	12		

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 4

Dygn

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
1	16,000	3,6	14,000	1	16,000	1	16,000	3,6	14,000	1	16,000
2	17,000	0	15,000	2	17,000	2	17,000	0	15,000	2	17,000
3,6	18,000	2	17,000	3,6	18,000	3,6	18,000	2	17,000	3,6	18,000
0	19,000	3,6	18,000	0	19,000	0	19,000	3,6	18,000	0	19,000
1	8,500	0	19,000	1	7,000	1	8,500	0	19,000	1	7,000
3,6	9,000	1	7,000	3,6	7,500	3,6	9,000	1	7,000	3,6	7,500
0	10,500	3,6	7,500	0	8,000	0	10,500	3,6	7,500	0	8,000
0	12	0	8,000	0	12	0	12	0	8,000	0	12
		0	12					0	12		

Familj Rum 4 forts

Dygn

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
1	16,000	3,6	14,000	1	16,000	1	16,000	3,6	14,000	1	16,000
2	17,000	0	15,000	2	17,000	2	17,000	0	15,000	2	17,000
3,6	18,000	2	17,000	3,6	18,000	3,6	18,000	2	17,000	3,6	18,000
0	19,000	3,6	18,000	0	19,000	0	19,000	3,6	18,000	0	19,000
1	8,500	0	19,000	1	7,000	1	8,500	0	19,000	1	7,000
3,6	9,000	1	7,000	3,6	7,500	3,6	9,000	1	7,000	3,6	7,500
0	10,500	3,6	7,500	0	8,000	0	10,500	3,6	7,500	0	8,000
0	12	0	8,000	0	12	0	12	0	8,000	0	12,000
		0	12					0	12		

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 5

Dygn

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
2,6	20,000	2,6	21,000	2,6	20,000	2,6	20,000	2,6	21,000	2,6	20,000
0	20,500	0	21,500	0	20,500	0	20,500	0	21,500	0	20,500
2	21,500	2	23,000	2	21,500	2	21,500	2	23,000	2	21,500
0	22,000	0	23,500	0	22,000	0	22,000	0	23,500	0	22,000
2	8,000	2	6,500	2	6,500	2	8,000	2	6,500	2	6,500
2,6	8,500	2,6	7,000	2,6	7,000	2,6	8,500	2,6	7,000	2,6	7,000
0	9,000	0	7,500	0	7,500	0	9,000	0	7,500	0	7,500
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj Rum 5 forts

Dygn

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
2,6	20,000	2,6	21,000	2,6	20,000	2,6	20,000	2,6	21,000	2,6	20,000
0	20,500	0	21,500	0	20,500	0	20,500	0	21,500	0	20,500
2	21,500	2	23,000	2	21,500	2	21,500	2	23,000	2	21,500
0	22,000	0	23,500	0	22,000	0	22,000	0	23,500	0	22,000
2	8,000	2	6,500	2	6,500	2	8,000	2	6,500	2	6,500
2,6	8,500	2,6	7,000	2,6	7,000	2,6	8,500	2,6	7,000	2,6	7,000
0	9,000	0	7,500	0	7,500	0	9,000	0	7,500	0	7,500
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12,000

Familj Antal personer vid olika tidpunkter i rum 6: Inga personer vistas i rum 6

Familj, slösa

Spiskåpa

Familj-slösa Tidpunkter för spiskåpans öppning

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
1	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
1	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
0												
1	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000
1	9,500	8,000	8,000	9,500	8,000	8,000	9,500	8,000	8,000	9,500	8,000	8,000
0												

Fönster

Familj-slösa Tidpunkter för öppning av fönster 1

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,02												
0,2	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000
0,2	9,000	8,000	7,500	8,500	7,500	7,250	8,250	7,250	7,500	8,500	7,500	8,000
0,02												

Familj-slösa Tidpunkter för öppning av fönster 2

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,02												
0,2	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000	8,000	7,000	7,000
0,2	9,000	8,000	7,500	8,500	7,500	7,250	8,250	7,250	7,500	8,500	7,500	8,000
0,02												

Familj-slösa Tidpunkter för öppning av fönster 3

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,2	21,000	22,500	21,000	21,500	23,000	21,500	21,750	23,250	21,750	9,750	21,750	9,750
0,2	22,000	23,500	22,000	22,000	23,500	22,000	22,000	23,500	22,000	10,000	22,000	10,000
0												

Familj-slösa Tidpunkter för öppning av fönster 4

värde	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,2	17,250	17,250	17,250	17,500	17,500	17,500	17,750	17,750	17,750	17,500	17,500	17,500
0,2	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
0												

Internlast

Familj-slösa Internlast i rum 1

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
80,000	22,000	80,000	23,500	80,000	22,000	25,000	17,000	25,000	17,000	25,000	17,000
0	23,000	0	0,000	0	23,000	105	22,000	105	23,500	105	22,000
0	12	0	12	0	12	0	23,000	0	0,000	0	23,000
						0	12	0	12	0	12

Familj-slösa Rum 1 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0	12,000
25,000	17,000	25,000	17,000	25,000	17,000	25,000	17,000	25,000	17,000	25	17,000
105	22,000	105	23,500	105	22,000	105	22,000	105	23,500	105	22,000
0	23,000	0	0,000	0	23,000	0	23,000	0	0,000	0	23,000
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12,000

Familj-slösa Internlast i rum 2

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
100	16,000	100	15,000	100	16,000	185	16,000	185	15,000	185	16,000
0	18,000	0	18,000	0	18,000	25	18,000	25	18,000	25	18,000
100	20,500	100	21,500	100	20,500	100	20,500	100	21,500	100	20,500
0	21,000	0	22,000	0	21,000	0	21,000	0	22,000	0	21,000
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj-slösa Rum 2 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000	0	12,000
185	16,000	185	15,000	185	16,000	185	16,000	185	15,000	185	16,000
25	18,000	25	18,000	25	18,000	25	18,000	25	18,000	25	18,000
100	20,500	100	21,500	100	20,500	100	20,500	100	21,500	100	20,500
0	21,000	0	22,000	0	21,000	0	21,000	0	22,000	0	21,000
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12,000

Familj-slösa Internlast i rum 3

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
100	12,000	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12
290	19,000	1220	15	290	19	290	19	1280	15	290	19
0	21,500	220	15,5	0	21,5	0	21,5	280	15,5	0	21,5
200	7,500	100	16	100	6,5	240	7,5	150	16	100	6,5
100	8,500	290	19	100	12	100	8,5	290	19	100	12
100	12	290	12			100	12	0	23		
								100	6,5		
								100	12		

Familj-slösa Rum 3 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12
290	19	1280	15	290	19	290	19	1280	15	290	19
0	21,5	280	15,5	0	21,5	0	21,5	280	15,5	0	21,5
240	7,5	150	16	100	6,5	240	7,5	150	16	100	6,5
100	8,5	290	19	100	12	100	8,5	290	19	100	12
100	12	0	23			100	12	0	23		
		100	6,5					100	6,5		
		100	12					100	12		

Familj-slösa Internlast i rum 4

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
70	12	70	12	70	12	70	12	70	12	70	12
190	16	400	14	190	16	250	16	460	14	250	16
70	16,5	130	14,25	70	16,5	130	16,5	190	14,25	130	16,5
470	17	70	15	470	17	490	17	110	15	490	17
720	17,25	470	17	720	17,25	740	17,25	490	17	740	17,25
170	18	720	17,25	170	18	190	18	740	17,25	190	18
300	19	190	18	300	19	300	19	210	18	300	19
70	20,5	300	19	70	20,5	70	20,5	300	19	70	20,5
430	8,5	70	20,5	490	7	490	8,5	70	20,5	490	7
110	8,75	470	7	170	7,25	170	8,75	490	7	170	7,25
70	10,5	150	7,25	130	8	70	10,5	170	7,25	130	8
70	12	110	8	70	9	70	12	130	8	70	9
		70	9	70	12			70	9	70	12
		70	12					70	12		

Familj-slösa Rum 4 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
70	12	70	12	70	12	70	12	70	12	70	12
250	16	460	14	250	16	250	16	460	14	250	16
130	16,5	190	14,25	130	16,5	130	16,5	190	14,25	130	16,5
490	17	110	15	490	17	490	17	110	15	490	17
740	17,25	490	17	740	17,25	740	17,25	490	17	740	17,25
190	18	740	17,25	190	18	190	18	740	17,25	190	18
300	19	210	18	300	19	300	19	210	18	300	19
70	20,5	300	19	70	20,5	70	20,5	300	19	70	20,5
490	8,5	70	20,5	490	7	490	8,5	70	20,5	470	7
170	8,75	490	7	170	7,25	170	8,75	490	7	150	7,25
70	10,5	170	7,25	130	8	70	10,5	170	7,25	110	8
70	12	130	8	70	9	70	12	130	8	70	9
		70	9	70	12			70	9	70	12
		70	12					70	12		

Familj-slösa Internlast i rum 5

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	80	12	0	12	0	12	80	12	0	12
160	16	160	15	160	16	160	16	160	15	160	16
130	18	130	17	130	18	130	18	130	17	130	18
100	19	80	18	100	19	100	19	80	18	100	19
0	22	0	23,5	0	22	0	22	0	23,5	0	22
80	7,5	80	6,5	80	6,5	80	7,5	80	6,5	80	6,5
80	12	0	7,5	0	7,5	80	12	0	7,5	0	7,5
		0	12	0	12			0	12	0	12

Familj-slösa Rum 5 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	80	12	0	12	0	12	80	12	0	12
160	16	160	15	160	16	160	16	160	15	160	16
130	18	130	17	130	18	130	18	130	17	130	18
100	19	80	18	100	19	100	19	80	18	100	19
0	22	0	23,5	0	22	0	22	0	23,5	0	22
80	7,5	80	6,5	80	6,5	80	7,5	80	6,5	80	6,5
80	12	0	7,5	0	7,5	80	12	0	7,5	0	7,5
		0	12	0	12			0	12	0	12

Familj-slösa Internlast i rum 6

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
20	12	50	12	20	12	20	12	50	12	20	12
50	16	20	0	50	16	50	16	20	0	50	16
20	22	20	12	20	22	20	22	20	12	20	22
50	8			20	12	50	8			20	12
50	12					50	12				

Familj-slösa Rum 6 forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
20	12	50	12	20	12	20	12	50	12	20	12
50	16	20	0	50	16	50	16	20	0	50	16
20	22	20	12	20	22	20	22	20	12	20	22
50	8			20	12	50	8			20	12
50	12					50	12				

Familj, spara

Spiskåpa

Familj-spara Tidpunkter för spiskåpans öppning

värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
1	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
1	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500
0												
1	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000	8,500	7,000	7,000
1	9,000	7,500	7,500	9,000	7,500	7,500	9,000	7,500	7,500	9,000	7,500	7,500
0												

Fönster

Familj-spara Tidpunkter för öppning av fönster 1

	Dygn											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
värde	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt
0												
0,4	8	7	7	8	7	7	8	7	7	8	7	7
0	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07
0												

Familj-spara Tidpunkter för öppning av fönster 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
värde	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt
0												
0,4	8	7	7	8	7	7	8	7	7	8	7	7
0	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07	8,07	7,07	7,07
0												

Familj-spara Tidpunkter för öppning av fönster 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
värde	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt
0												
0,4	21,5	23	21,5	21,5	23	21,5	21,5	23	21,5	21,5	23	21,5
0	21,57	23,07	21,57	21,57	23,07	21,57	21,57	23,07	21,57	21,57	23,07	21,57
0												

Familj-spara Tidpunkter för öppning av fönster 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
värde	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt	tidpunkt
0												
0,4	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53
0	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
0												

Internlast

Familj-spara Internlast i rum 1

	Dygn											
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
	80,000	22,000	80,000	23,500	80,000	22,000	80,000	22,000	80,000	23,500	80,000	22,000
	0	23,000	0	0,000	0	23,000	0	23,000	0	0,000	0	23,000
	0	12	0	12	0	12	0	12,000	0	12,000	0	12,000

Familj-spara Rum 1, forts

	Dygn											
	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0	12,000
	80,000	22,000	80,000	23,500	80,000	22,000	80,000	22,000	80,000	23,500	80	22,000
	0	23,000	0	0,000	0	23,000	0	23,000	0	0,000	0	23,000
	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0	12,000

Familj-spara Internlast i rum 2

	Dygn											
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
	20	16	20	15	20	16	60	16	60	15	60	16
	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18
	80	20,5	80	21,5	80	20,5	80	20,5	80	21,5	80	20,5
	0	21	0	22	0	21	0	21	0	22	0	21
	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj-spara rum 2, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
60	16	60	15	60	16	60	16	60	15	60	16
0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18
80	20,5	80	21,5	80	20,5	80	20,5	80	21,5	80	20,5
0	21	0	22	0	21	0	21	0	22	0	21
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj-spara Internlast i rum 3

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
140	19	1120	15	140	19	140	19	1180	15	140	19
0	21,5	120	15,5	0	21,5	0	21,5	180	15,5	0	21,5
100	7,5	0	16	0	12	140	7,5	0	16	0	12
0	8,5	140	19			0	8,5	140	19		
0	12	0	23			0	12	0	23		
		0	12					0	12		

Familj-spara rum 3, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
140	19	1180	15	140	19	140	19	1180	15	140	19
0	21,5	180	15,5	0	21,5	0	21,5	180	15,5	0	21,5
140	7,5	0	16	0	12	140	7,5	0	16	0	12
0	8,5	140	19			0	8,5	140	19		
0	12	0	23			0	12	0	23		
		0	12					0	12		

Familj-spara Internlast i rum 4

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
50	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12
170	16	290	14	170	16	230	16	350	14	230	16
50	16,25	110	14,25	50	16,25	110	16,25	170	14,25	110	16,25
140	17	50	15	140	17	440	17	50	15	440	17
170	17,5	440	17	170	17,5	170	17,5	440	17	170	17,5
50	19	170	17,5	50	19	50	19	170	17,5	50	19
290	8,5	50	19	410	7	350	8,5	50	19	410	7
90	8,75	350	7	150	7,25	90	8,75	410	7	150	7,25
50	10,5	90	7,25	50	9	50	10,5	150	7,25	50	9
50	12	50	9	50	12	50	12	50	9	50	12
		50	12					50	12		

Familj-spara rum 4, forts

Dygn

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
50	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12
230	16	350	14	230	16	230	16	350	14	230	16
110	16,25	170	14,25	110	16,25	110	16,25	170	14,25	110	16,25
440	17	50	15	440	17	440	17	50	15	440	17
170	17,5	440	17	170	17,5	170	17,5	440	17	170	17,5
50	19	170	17,5	50	19	50	19	170	17,5	50	19
350	8,5	50	19	410	7	350	8,5	50	19	350	7
90	8,75	410	7	150	7,25	90	8,75	410	7	90	7,25
50	10,5	150	7,25	50	9	50	10,5	150	7,25	50	9
50	12	50	9	50	12	50	12	50	9	50	12
		50	12					50	12		

Familj-spara Internlast i rum 5

					Dygn						
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
60	20	60	21	60	20	60	20	60	21	60	20
0	20,5	0	21,5	0	20,5	0	20,5	0	21,5	0	20,5
60	21,5	60	23	60	21,5	60	21,5	60	23	60	21,5
0	22	0	23,5	0	22	0	22	0	23,5	0	22
60	8	60	6,5	60	6,5	60	8	60	6,5	60	6,5
0	9	0	7,5	0	7,5	0	9	0	7,5	0	7,5
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj-spara Rum 5, forts

					Dygn						
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
60	20	60	21	60	20	60	20	60	21	60	20
0	20,5	0	21,5	0	20,5	0	20,5	0	21,5	0	20,5
60	21,5	60	23	60	21,5	60	21,5	60	23	60	21,5
0	22	0	23,5	0	22	0	22	0	23,5	0	22
60	8	60	6,5	60	6,5	60	8	60	6,5	60	6,5
0	9	0	7,5	0	7,5	0	9	0	7,5	0	7,5
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12

Familj-spara Rum 6, forts: Konstant interlast 10W

Pensionärspar, allmänt

Dörröppning

Pensionär Tidpunkter för öppning av dörr 1

värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	21,500	23,000	21,500	21,500	23,000	21,500	21,500	23,000	21,500	21,500	23,000	21,500
0	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500	8,000	6,500	6,500
1												

Pensionär Tidpunkter för öppning av dörr 2: Alltid öppen

Pensionär Tidpunkter för öppning av dörr 3

värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
0	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000
0	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000
1												
0	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000
0	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000

Pensionär Tidpunkter för öppning av dörr 4: Alltid öppen

Personlast

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 1

												Dygn
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
2	21,5	2	23	2	21,5	2	21,5	2	23	2	21,5	
0	8	1	6,5	1	6,5	0	8	1	6,5	1	6,5	
0	12	0	8	0	8	0	12	0	8	0	8	
		0	12	0	12			0	12	0	12	

Pensionär personlast Rum 1 forts

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
2	21,5	2	23	2	21,5	2	21,5	2	23	2	21,5
0	8	1	6,5	1	6,5	0	8	1	6,5	1	6,5
0	12	0	8	0	8	0	12	0	8	0	8
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 2

							Dygn				
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
2	18	2	20	2	18	2	18	2	20	2	18
0	21	0	22,5	0	21	0	21	0	22,5	0	21
0	12	1	10	1	10	0	12	1	10	1	10
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär personlast Rum 2 forts

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
2	18	2	20	2	18	2	18	2	20	2	18
0	21	0	22,5	0	21	0	21	0	22,5	0	21
0	12	1	10	1	10	0	12	1	10	1	10
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 3

							Dygn				
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
0	12	4	15	0	12	0	12	4	15	0	12
		0	18					0	18		
		0	12					0	12		

Pensionär personlast Rum 3 forts

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
0	12	4	15	0	12	0	12	4	15	0	12
		0	18					0	18		
		0	12					0	12		

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 4

							Dygn				
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
1	12	0	12	1	12	1	12	0	11	1	12
0	14	2	14	0	14	0	14	2	14	0	14
2	16	0	15	2	16	2	16	0	15	2	16
0	18	2	18	0	18	0	18	2	18	0	18
2	9	0	20	1	7	2	9	0	20	1	7
0	11	1	7	0	8	0	11	1	7	0	8
0	12	0	8	1	8,5	0	12	0	8	1	8,5
		1	8,5	0	10			1	8,5	0	10
		0	10	1	12			0	10	1	12
		1	12					1	12		

Pensionär personlast Rum 4 forts

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
1	12	0	12	1	12	1	12	0	12	1	12
0	14	2	14	0	14	0	14	2	14	0	14
2	16	0	15	2	16	2	16	0	15	2	16
0	18	2	18	0	18	0	18	2	18	0	18
2	9	0	20	1	7	2	9	0	20	1	7
0	11	1	7	0	8	0	11	1	7	0	8
0	12	0	8	1	8,5	0	12	0	8	1	8,5
		1	8,5	0	10			1	8,5	0	10
		0	10	1	12			0	10	0	12
		1	12					1	12		

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 5

							Dygn				
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
2	21	2	22,5	2	21	2	21	2	22,5	2	21
0	21,5	0	23	0	21,5	0	21,5	0	23	0	21,5
2	8	1	6,5	1	6,5	2	8	1	6,5	1	6,5
0	9	0	7	0	7	0	9	0	7	0	7
0	12	1	8	1	8	0	12	1	8	1	8
		0	8,5	0	8,5			0	8,5	0	8,5
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär personlast Rum 5 forts

7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
2	21	2	22,5	2	21	2	21	2	22,5	2	21
0	21,5	0	23	0	21,5	0	21,5	0	23	0	21,5
2	8	1	6,5	1	6,5	2	8	1	6,5	1	6,5
0	9	0	7	0	7	0	9	0	7	0	7
0	12	1	8	1	8	0	12	1	8	1	8
		0	8,5	0	8,5			0	8,5	0	8,5
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär Antal personer vid olika tidpunkter i rum 6: Inga personer vistas i rummet

Pensionärspar, slösa

Spiskåpa

Pensionär-slösa Tidpunkter för spiskåpans öppning

värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
1	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000
1	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000	13,000	15,000	13,000
0												
1	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000
1	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000	17,000	19,000	17,000
0												

Fönster

Pensionär Tidpunkter för öppning av fönster 1

						Dygn						
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,02												
0,2	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
0,2	9,000	9,000	8,500	8,500	8,500	8,250	8,250	8,250	8,500	8,500	8,500	9,000
0,02												

Pensionär Tidpunkter för öppning av fönster 2

						Dygn						
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,2	20,500	22,000	20,500	21,000	22,500	21,000	21,000	22,500	21,000	21,000	22,500	21,000
0,2	21,500	23,000	21,500	21,500	23,000	21,500	21,250	22,750	21,250	21,500	23,000	21,500
0												

Pensionär Tidpunkter för öppning av fönster 3

						Dygn						
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	12,000		12,000	12,000		12,000	12,000		12,000	12,000		12,000
0,2		17,000			17,000			17,000			17,000	
0,2		18,000			17,500			17,250			17,500	
0	12,000		12,000	12,000		12,000	12,000		12,000	12,000		12,000

Pensionär Tidpunkter för öppning av fönster 4

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,2	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000
0,2	12,750	14,750	12,750	12,500	14,500	12,500	12,250	14,250	12,250	12,500	14,500	12,500
0												
0,2	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000
0,2	16,750	18,750	16,750	16,500	18,500	16,500	16,250	18,250	16,250	16,500	18,500	16,500
0												

Internlast

Pensionär-slösa Internlast i rum 1

	Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
80	21,5	80	23	80	21,5	25	17	25	17	25	17	
0	22,5	0	23,5	0	22,5	105	21,5	105	23	105	21,5	
0	12	0	12	0	12	0	22,5	0	23,5	0	22,5	
						0	12	0	12	0	12	

Pensionär-slösa Rum 1, forts

	Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
25	17	25	17	25	17	25	17	25	17	25	17	
105	21,5	105	23	105	21,5	105	21,5	105	23	105	21,5	
0	22,5	0	23,5	0	22,5	0	22,5	0	23,5	0	22,5	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	

Pensionär-slösa Internlast i rum 2

	Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
140	12	20	12	140	12	200	12	20	12	200	12	
20	14	170	20	20	14	20	14	70	17	20	14	
120	18	20	22,5	120	18	210	18	210	20	210	18	
20	21	1120	10	20	21	20	21	20	22,5	20	21	
20	12	140	10,25	1180	10	20	12	1180	10	1180	10	
		140	12	200	10,25			200	10,25	200	10,25	
				200	12			200	12	200	12	

Pensionär-slösa Rum 2, forts

Dygn												
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
200	12	20	12	200	12	200	12	20	12	20	12
20	14	70	17	20	14	20	14	70	17	210	18
210	18	210	20	210	18	210	18	210	20	20	21
20	21	20	22,5	20	21	20	21	20	22,5	1120	10
20	12	1180	10	1180	10	20	12	1180	10	140	10,25
		200	10,25	200	10,25			200	10,25	20	12
		200	12	200	12			20	12		

Pensionär-slösa Internlast i rum 3

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12
100	23	150	18	0	21,5	150	17	210	15	150	17
100	8	0	23	100	6,5	0	21,5	150	18	0	21,5
100	12	100	6,5	100	12	100	8	0	23	100	6,5
		100	12			100	12	100	6,5	100	12
								100	12		

Pensionär-slösa Rum 3, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12
150	17	210	15	150	17	150	17	210	15	150	17
0	21,5	150	18	0	21,5	0	21,5	150	18	0	21,5
100	8	0	23	100	6,5	100	8	0	23	100	6,5
100	12	100	6,5	100	12	100	12	100	6,5	0	12
		100	12					100	12		

Pensionär-slösa Internlast i rum 4

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
310	12	70	12	310	12	410	12	110	12	410	12
620	12,25	310	14	620	12,25	720	12,25	410	14	720	12,25
100	12,75	100	14,25	100	12,75	200	12,75	200	14,25	200	12,75
70	14	220	14,75	70	14	110	14	320	14,75	110	14
310	16	70	15	310	16	410	16	110	15	410	16
170	16,5	350	18	170	16,5	230	16,5	410	18	230	16,5
170	18	170	18,5	170	18	210	18	230	18,5	210	18
70	19,5	210	20	70	19,5	70	19,5	210	20	70	19,5
430	9	70	21,5	430	7	430	9	70	21,5	430	7
220	9,25	430	7	220	7,25	220	9,25	430	7	220	7,25
70	11	220	7,25	170	8	110	11	220	7,25	170	8
70	12	170	8	310	8,5	110	12	170	8	310	8,5
		310	8,5	190	8,6			310	8,5	190	8,75
		130	8,75	130	10			190	8,75	130	10
		90	10	410	12			130	10	410	12
		310	12					410	12		

Pensionär-slösa Rum 4, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
410	12	110	12	410	12	410	12	110	12	410	12
720	12,25	410	14	720	12,25	720	12,25	410	14	720	12,25
200	12,75	200	14,25	200	12,75	200	12,75	200	14,25	200	12,75
110	14	320	14,75	110	14	110	14	320	14,75	110	14
410	16	110	15	410	16	410	16	110	15	410	16
230	16,5	410	18	230	16,5	230	16,5	410	18	230	16,5
210	18	230	18,5	210	18	210	18	230	18,5	210	18
70	19,5	210	20	70	19,5	70	19,5	210	20	70	19,5
430	9	70	21,5	430	7	430	9	70	21,5	430	7
220	9,25	430	7	220	7,25	220	9,25	430	7	220	7,25
110	11	220	7,25	170	8	110	11	220	7,25	170	8
110	12	170	8	310	8,5	110	12	170	8	310	8,5
		310	8,5	190	8,75			310	8,5	130	8,75
		190	8,75	130	10			190	8,75	90	10
		130	10	410	12			130	10	310	12
		410	12					410	12		

Pensionär-slösa Internlast i rum 5

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
80	12	80	12	80	12	80	12	80	12	80	12
0	21,5	0	23	220	16	0	21,5	0	23	220	16
80	8	80	6,5	190	18	80	8	80	6,5	190	18
80	12	80	12	80	19	80	12	80	12	80	19
				0	21,5					0	21,5
				80	6,5					80	6,5
				80	12					80	12

Pensionär-slösa Rum 5, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
80	12	80	12	80	12	80	12	80	12	80	12
0	21,5	0	23	220	16	0	21,5	0	23	220	16
80	8	80	6,5	190	18	80	8	80	6,5	190	18
80	12	80	12	80	19	80	12	80	12	80	19
				0	21,5					0	21,5
				80	6,5					80	6,5
				80	12					80	12

Pensionär-slösa Internlast i rum 6

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
20	12	20	12	20	12	50	12	50	12	50	12
20	12	20	12	50	6,5	20	21,5	20	21,5	20	23
				50	12	50	6,5	50	8	50	6,5
						50	12	50	12	50	12

Pensionär-slösa Rum 6, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
50	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12
20	21,5	20	23	20	21,5	20	21,5	20	23	20	21,5
50	8	50	6,5	50	6,5	50	8	50	6,5	20	12
50	12	50	12	50	12	50	12	50	12		

Pensionärspar, spara

Spiskåpa

Pensionär-spara Tidpunkter för spiskåpans öppning

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
1	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000	12,000	14,000	12,000
1	12,500	14,500	12,500	12,500	14,500	12,500	12,500	14,500	12,500	12,500	14,500	12,500
0												
1	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000	16,000	18,000	16,000
1	16,500	18,500	16,500	16,500	18,500	16,500	16,500	18,500	16,500	16,500	18,500	16,500
0												

Fönster

Pensionär-spara Tidpunkter för öppning av fönster 1

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,4	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
0,4	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070	8,070
0												

Pensionär-spara Tidpunkter för öppning av fönster 2

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,4	20,000	21,000	20,000	20,000	21,000	20,000	20,000	21,000	20,000	20,000	21,000	20,000
0,4	20,070	21,070	20,070	20,070	21,070	20,070	20,070	21,070	20,070	20,070	21,070	20,070
0												

Pensionär-spara Tidpunkter för öppning av fönster 3

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	12		12	12		12	12		12	12		12
0,4		17,000			17,000			17,000			17,000	
0,4		17,070			17,070			17,070			17,070	
0	12		12	12		12	12		12	12		12

Pensionär-spara Tidpunkter för öppning av fönster 4

	Dygn											
värde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0												
0,4	12,500	14,000	14,500	12,500	14,500	12,500	12,500	14,500	12,500	12,500	14,500	12,500
0,4	12,570	14,570	14,570	12,570	14,570	12,570	12,570	14,570	12,570	12,570	14,570	12,570
0												
0,4	16,500	18,000	18,500	16,500	18,500	16,500	16,500	18,500	16,500	16,500	18,500	16,500
0,4	16,570	18,570	18,570	16,570	18,570	16,570	16,570	18,570	16,570	16,570	18,570	16,570
0												

Internlast

Pensionär-spara Internlast i rum 1

	Dygn											
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
80	21,5	80	23	80	21,5	80	21,5	80	23	80	21,5	
0	22,5	0	23,5	0	22,5	0	22,5	0	23,5	0	22,5	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	

Pensionär-spara Rum 1, forts

	Dygn											
	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
80	23	80	23	80	21,5	80	21,5	80	23	80	21,5	
0	23,5	0	23,5	0	22,5	0	22,5	0	23,5	0	22,5	
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	

Pensionär-spara Internlast i rum 2

	Dygn											
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	
0	12	0	21	0	12	0	12	0	12	0	12	
100	18	100	20	100	18	140	18	140	20	140	18	
0	21	0	22,5	0	21	0	21	0	22,5	0	21	
0	12	1000	10	1060	10	0	12	1060	10	1060	10	
		120	10,25	180	10,25			180	10,25	180	10,25	
		0	12	0	12			0	12	0	12	

Pensionär-spara Rum 2, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
140	18	140	20	140	18	140	18	140	20	140	18
0	21	0	22,5	0	21	0	21	0	22,5	0	21
0	12	1060	10	1060	10	0	12	1060	10	1000	10
		180	10,25	180	10,25			180	10,25	120	10,25
		0	12	0	12			0	12	0	12

Pensionär-spara Internlast i rum 3

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
0	12	0	12	0	12	0	12	60	15	0	12
								0	18		
								0	12		

Pensionär-spara Rum 3, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
0	12	60	15	0	12	0	12	60	15	0	12
		0	18					0	18		
		0	12					0	12		

Pensionär-spara Internlast i rum 4

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
290	12	50	12	350	12	290	12	50	12	350	12
80	12,25	290	14	140	12,25	80	12,25	350	14	140	12,25
50	14	80	14,25	50	14	50	14	140	14,5	50	14
350	16	50	15	350	16	350	16	50	15	350	16
140	16,5	350	18	140	16,5	140	16,5	350	18	140	16,5
50	18	140	18,5	50	18	50	18	140	18,5	50	18
190	9	50	20	250	7	230	9	50	20	250	7
70	9,25	190	7	110	7,25	130	9,25	250	7	110	7,25
50	11	110	7,25	50	8	50	11	110	7,25	50	8
50	12	50	8	250	8,5	50	12	50	8	250	8,5
		190	8,5	70	8,6			250	8,5	130	8,6
		130	8,6	50	10			130	8,6	50	10
		50	10	290	12			50	10	350	12
		350	12					350	12		

Pensionär-spara Rum 4, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
350	12	50	12	350	12	350	12	50	12	350	12
140	12,25	350	14	140	12,25	140	12,25	350	14	140	12,25
50	14	140	14,25	50	14	50	14	140	14,25	50	14
350	16	50	15	350	16	350	16	50	15	350	16
140	16,5	350	18	140	16,5	140	16,5	350	18	140	16,5
50	18	140	18,5	50	18	50	18	140	18,5	50	18
230	9	50	20	250	7	230	9	50	20	190	7
130	9,25	250	7	110	7,25	130	9,25	250	7	110	7,25
50	11	110	7,25	50	8	50	11	110	7,25	50	8
50	12	50	8	250	8,5	50	12	50	8	190	8,5
		250	8,5	130	8,6			250	8,5	130	8,6
		130	8,6	50	10			130	8,6	50	10
		50	10	350	12			50	10	50	12
		350	12					350	12		

Pensionär-spara Internlast i rum 5

Dygn											
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
60	21	60	21	60	22,5	60	21	60	21	60	22,5
0	21,5	0	21,5	0	23	0	21,5	0	21,5	0	23
60	6,5	60	8	60	6,5	60	6,5	60	8	60	6,5
0	7	0	9	0	7	0	7	0	9	0	7
60	8	0	12	60	8	60	8	0	12	60	8
0	8,5			0	8,5	0	8,5			0	8,5
0	12			0	12	0	12			0	12

Pensionär-spara Rum 5, forts

Dygn											
7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt	värde	tidpunkt
0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
60	21	60	21	60	22,5	60	21	60	21	60	22,5
0	21,5	0	21,5	0	23	0	21,5	0	21,5	0	23
60	6,5	60	8	60	6,5	60	6,5	60	8	60	6,5
0	7	0	9	0	7	0	7	0	9	0	7
60	8	0	12	60	8	60	8	0	12	60	8
0	8,5			0	8,5	0	8,5			0	8,5
0	12			0	12	0	12			0	12

Pensionär-spara Rum 6, forts: Konstant interlast 10W

B Lägenhetsmodell

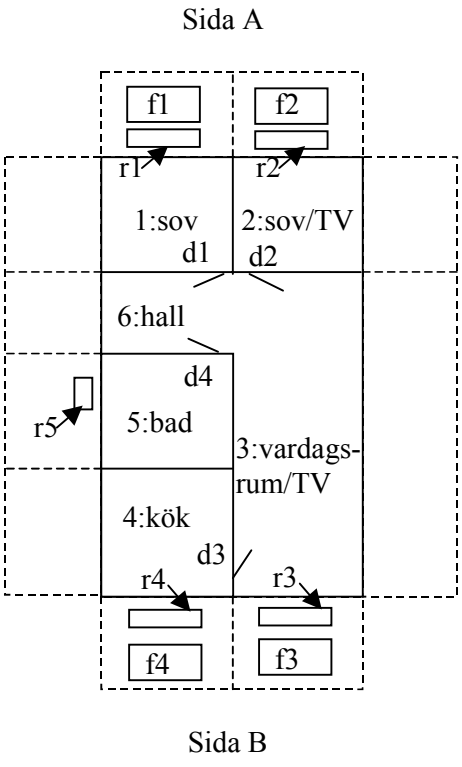
B.1 Yttre utformning

Lägenheten består av tre rum och kök. Rum 1 och 2 används som sovrum, rum 3 som vardags rum, rum 4 som kök, rum 5 som badrum och slutligen rum 6 som hall. Lägenheten är på totalt 70m^2 (10 x 7 m)

Tabell B.1 Beskrivning av lägenhetens ytor och orientering

Rum / Ytor [m²]	Rum1	Rum2	Rum3	Rum4	Rum5	Rum6
Rumshöjd	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m
yttervägg	5,9	5,9	3,6	4,9	-	-
Golv	10,5	10,5	24	10,5	7	7
Tak	10,5	10,5	24	10,5	7	7
Fönster	2	2	4	3	-	-
Radiator	0,5	0,5	0,8	0,5	0,3	-

f= fönster
r=radiator
d=dörr



Figur B.1 Skiss över lägenhet

Byggnadens orientering				
	O-V	V-O	S-N	N-S
Öst	A	B		
Väst	B	A		
Nord			B	A
Syd			A	B

Rum 1, 4, 5, 6 har ena sidan vänd mot ett trapphus medan rummen 2 och 3 har sin ena sida mot en liknande lägenhet. På andra sidan de lägenhetsskiljande väggarna är temperaturen satt till fixt 20 °C. Temperaturen på undersida golvbjälklag har satts lika med temperaturen på undersida takbjälklag och ovansida takbjälklag har satts lika med ovansida golvbjälklag.

De olika byggnadsdelarnas konstruktioner finns beskrivna i tabell 2. De lägenhetsskiljande väggarna är delade i tre skikt. De lägenhetsskiljande väggarnas insida och mellanskikt har samma uppbyggnad som ytterväggarnas. På utsidan av de lägenhetsskiljande väggarna ligger ett skikt med låg värmekapacitet och

mycket högt värmemotstånd, detta för att minimera inverkan av temperaturen på utsidan väggen.

Tabell B.2 Konstruktionsdata för väggar och fönster.

Konstruktion	Material	Värme-ledning [W/m]	Densitet [kg/m^3]	Värme-kapacitivitet [J/kg K]	Tjocklek [m]	Värme-kapacitet [J/m^2 K]	Värme-motstånd [m^2 K/W]
Innervägg med isolering					0,146	55506,86	2,509804
	Gips	0,022	970	1090	0,026	27489,8	1,181818
	30mmLuftspalt	0,17	1,2	1006	0,032	38,6304	0,188235
	Lättisolering	0,036	20	750	0,03	450	0,833333
	30mmLuftspalt	0,17	1,2	1006	0,032	38,6304	0,188235
	Gips	0,22	970	1090	0,026	27489,8	0,118182
Tung Yttervägg							
					0,3	305850	4,254902
	Betong	1,7	2300	880	0,15	303600	0,088235
	Lättisolering	0,036	20	750	0,15	2250	4,166667
	Betong	1,7	2300	880	0,08	161920	0,047059
	Fiktiv utsida vid lägenhetsskiljande vägg					1200	4000
Tungt Bjälklag							
					0,255	511060	0,174837
	Plastmatta	0,18	1100	920	0,005	5060	0,027778
	Betong	1,7	2300	880	0,25	506000	0,147059
Fönster							
							0,2
	Insida, glas					4200	
	Utsida, glas					4200	

B.2 Radiatorsystem

Uppvärmningen sker med ett vattenburet radiatorsystem, med nedanstående effekter i respektive rum vid dimensionerande fall. Här används –10°C som dimensionerande utetemperatur, då vårt testår aldrig understiger den temperaturen. Radiatorsystemets pump startar då utomhustemperaturen understiger 12°C

Tabell B.3 Valda radiatoreffekter[W] vid dimensionerande tillstånd och rumstemperaturen 20 °C.

Effekt [W]	Radiator 1	Radiator 2	Radiator 3	Radiator 4	Radiator 5
45°C fram -10°C ute	438	438	723	438	70
50°C fram -10°C ute	526	526	867	526	84

B.3 Ventilationssystem

Lägenheten har ett frånluftssystem. För att ta hänsyn till de termiska stigkrafterna beräknas flödena enligt principen

$$V = V_0 + dV_{forc} + dV \cdot T_{ute} \qquad \text{ekv B1}$$

Värden för dessa parametrar redovisas i tabell 3.3. V_0 är ventilationsflödet till rummet vid grundflöde. Parametern *dVforc* används för att beskriva hur luftflödena ändras då spiskåpan i köket sätts i forcerat läge. För *dVforc* gäller att värdet är noll vid normalt flöde, först vid forcerat flöde antar *dVforc* värdet enligt nedanstående tabell. Faktorn *dV* anger hur mycket ventilationsflödet ändras beroende på utetemperaturen. Rum 6 saknar frånluft och tillförsel av uteluft.

Tabell B.4 Parametrar för beskrivning av ventilationsflöde till och från respektive rum. U står för uteluftsflöde och F står för frånluftsflöde

Luftflöde [l/s]	Rum1, U	Rum2, U	Rum3, U	Rum4, F	Rum4, U	Rum5, F
V0	8	8	8	3	10	17
dVforc	8	8	10	4	30	0
dV	-0,02	-0,02	-0,02	-0,005	-0,025	-0,04

B.4 Klimat

Klimatet i SPber består av representativa dagar som är hopsatta till en kontinuerlig helhet på 288 timmar där varje dag representerar en månad.

B.4.1 Utetemperatur

Utomhustemperaturen ges av dagens medeltemperatur ($\bar{t}_d$) samt temperaturen vid dagens början (t_0) och slut (t_{24}), där föregående dags sluttemperatur är lika med aktuell dags starttemperatur.
Ovanstående temperatur data behandlas i SPsim med följande ekvationer

$$t_{ute} = k1\cos\left(\frac{2\pi\tau_{kl}}{24}\right) + k2\tau + k3 \qquad \text{ekv B.2}$$

$$k1 = t_{24} - dygn \cdot k2 - k3 \qquad \text{ekv B.3}$$

$$k2 = t_{24} - t_0 \qquad \text{ekv B.4}$$

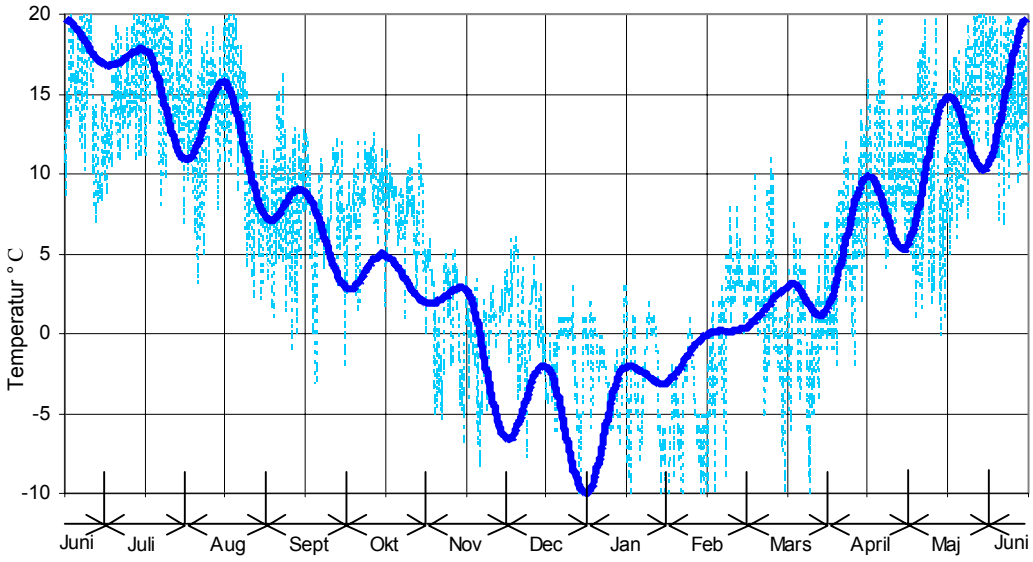
$$k3 = \bar{t}_d - (dygn - 0{,}5)k2 \qquad \text{ekv B.5}$$

så att en kontinuerlig temperatur erhålls. τ_{kl} är klocktiden i timmar och τ är den löpande tiden. Parametrarna fås enligt tabellen nedan

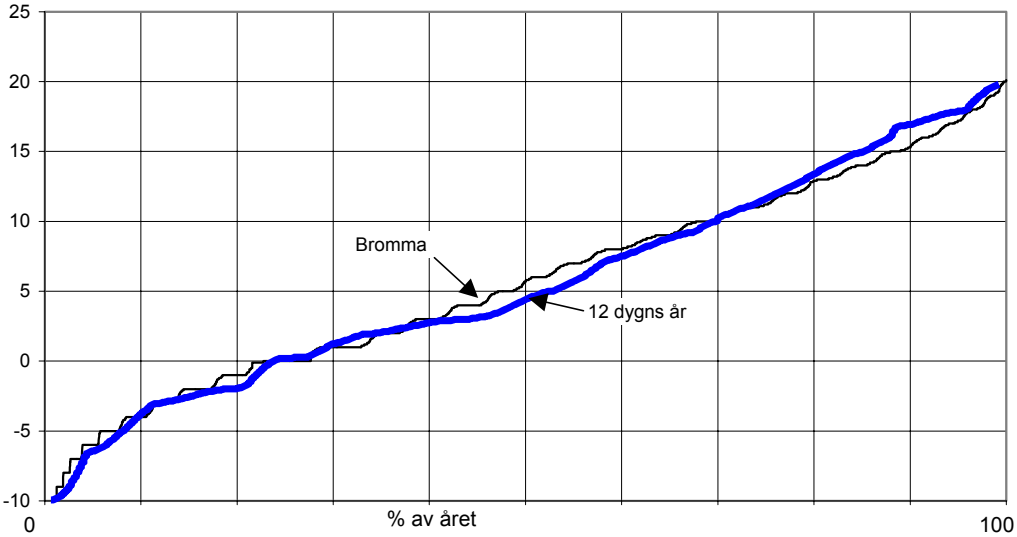
Tabell B.5 Parametrar för beskrivning av utomhustemperaturen för det år som används vid simuleringarna.

	Dag1 Juli	Dag2 Aug	Dag3 Sep	Dag4 Okt	Dag5 Nov	Da6 Dec	Dag7 Jan	Dag8 Feb	Dag9 Mars	Dag10 Apr	Dag11 Maj	Dag12 Jun
t_0	20	18	16	9	5	3	-2	-2	0	3	10	15
t_{24}	18	16	9	5	3	-20	-2	0	3	10	15	20
$\bar{t}_d$	18	14	10	5	3	-3	-6	-2	1	4	9	14

Tolvdygns året får nedanstående utseende, här är det också jämfört med ett verkligt år, Bromma 1977.



Figur B.2 Det simulerade året jämfört med utetemperaturen i Bromma 1977



Figur B.3 Varaktighetsdiagram (% av året då temperaturen överstiger en viss nivå) för det år som används vid simuleringarna. Jämförelse sker med klimatet för Bromma 1977.

B.4.2 Korrigering för årlig energianvändning

För att bedöma den årliga energianvändningen baserat på simuleringar med SPsim måste de simulerade värdena räknas om enligt ekvation B.6.

$$E_{år,radiator} = 27 \cdot E_{sim,radiator} \qquad \text{ekv B.6}$$

Detta värde är härlett ur skillnaden i gradtimmar mellan det simulerade året antal gradtimmar som anges i VVS-handboken för Stockholm. Energianvändningen för de interna lasterna fås enligt ekvation B.7.

$$E_{år,\text{int ernlast}} = 30{,}41 \cdot E_{sim,\text{int ernlast}} \qquad \text{ekv 3.3}$$

där faktorn 30,41 är kvoten mellan antal dagar under ett år och antal simulerade dagar.

B.4.3 Solinstrålning

Solinstrålningen ges av maximal instrålning (I_{Max}) mot de fyra väderstrecken samt mot en horisontell yta för varje dygn. För varje dygn finns också angivet när solen går upp(τ_{upp}) , ned (τ_{ned}) och tiden då solinstrålningen har sitt största värde (τ_{max}). Dessa värden räknas sedan om med ett antal ekvationer i SPsim för att få solinstrålningen för varje timma. I tabellverk är solinstrålningen angiven som del som passerar genom ett 1-glas fönster, därför måste värdena korrigeras.

I nedanstående tabell redovisas totala solinstrålningen genom fönstren för de olika väderstrecken som simuleras i den här studien.

Tabell B.6 Total solinstrålning genom fönstren i den simuleradelägenheten beroende på dess orientering.

Total solinstrålning beroende på orientering [kWh/m^2]	Nord-Syd	Syd-Nord	Väst-Ost	Ost-Väst
	283	303	143	132

C Sammanställning av simuleringsresultat

Nedan redovisas resultatet av de simuleringar som gjorts i denna studie. Med värme menas den värme som har avgivits från radiatorerna till lägenheten. I begreppet el ingår den del av hushållselen som kommer lägenheten tillgodo som värme och den el som krävs för att driva fläkt och pump.

I tabellerna nedan är lägenhetens orientering förkortad enligt nedan:
N-S: Nord-Syd S-N: Syd-Nord V-O: Ost-Väst O-V: Ost-Väst

C.1 Grundläggande simuleringsomgång

Nedan redovisas de simuleringar som är gjorda för sparande och slösande familj respektive pensionärspar, för tre reglerstrategier.

Tabell C.1 Kod för resultatfiler. I angivelse av väderstreck står första bokstaven för den del av lägenheten som består av sovrum,sida A enligt figur 1.

	Pensionärspar				Barnfamilj			
	Spara		Slösa		Spara		Slösa	
Reglerstrategier	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V
Reglerande	psprns psprsn	psprvo psprov	pslrns pslrsn	pslrvo pslrov	bsprns bsprsn	bsprvo bsprov	bslrns bslrsn	bslrvo bslrov
Max begränsande	pspmns pspmsn	pspmvo pspmov	pslmns pslmsn	pslmvo pslmov	bspmns bspmsn	bspmvo bspmov	bslmns bslmsn	bslmvo bslmov
Konstant flöde	pspkns pspksn	pspkvo pspkov	pslkns pslksn	pslkvo pslkov	bspkns bspksn	bspkvo bspkov	bslkns bslksn	bslkvo bslkov

Tabell C2 Årlig energianvändning för alla profiler (värme+el). Alla värden är avrundade till närmaste kWh/m^2.

	Pensionärspar				Barnfamilj			
	Spara		Slösa		Spara		Slösa	
Reglerstrategier	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V
Reglerande	64+24 46+24	86+24 95+24	64+54 48+54	82+55 91+55	56+24 40+24	79+24 88+24	74+50 55+50	89+50 98+50
Max begränsande	76+25 63+24	86+25 89+25	76+55 61+55	84+55 88+56	71+25 56+24	83+25 86+25	81+50 63+50	86+51 90+51
Konstant flöde	79+25 73+25	87+25 89+25	79+56 74+56	85+56 88+56	76+25 70+25	84+25 87+25	83+51 76+51	87+51 90+51

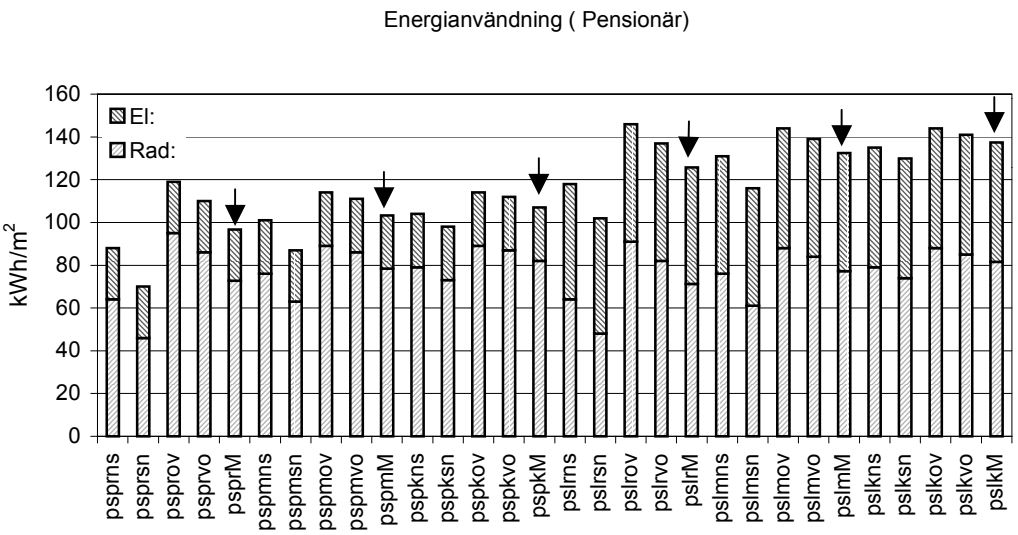
Tabell C.3 Medelvärde för årlig energianvändning för alla profiler och olika orientering på lägenheten.

Reglerstrategier		Pensionärspar		Barnfamilj		
		Spara	Slösa	Spara	Slösa	Medel
Reglerande	Rad El	73 24	71 54	66 24	79 50	72 38
Max begränsande	Rad El	78 25	77 55	74 25	80 50	77 39
Konstant flöde	Rad El	82 25	82 56	79 25	84 51	82 39

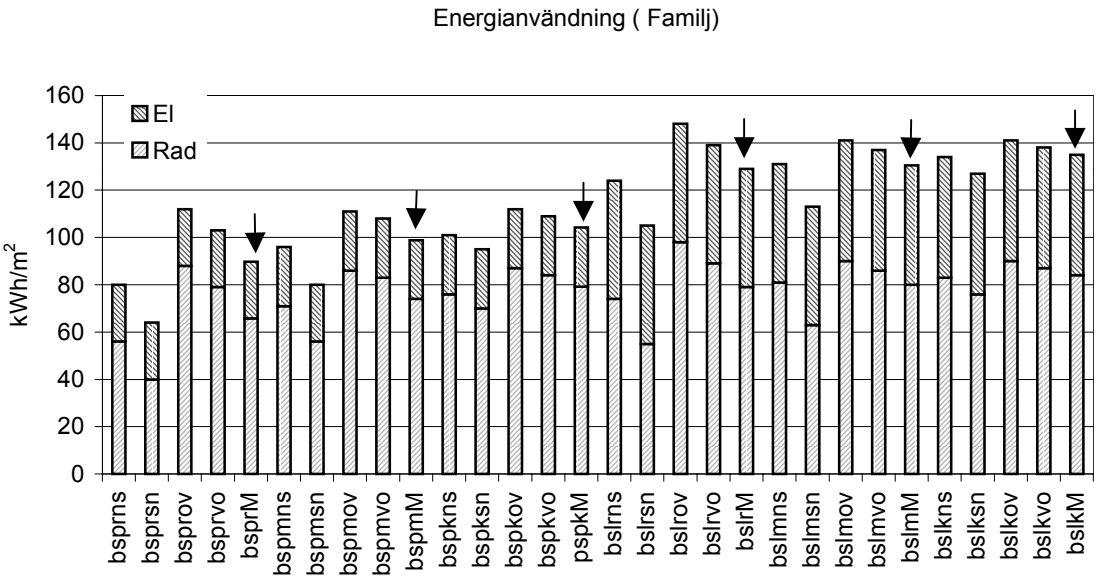
Tabell C.4 Medeltemperaturen för lägenheterna baserat på ytterväggsyta. Endast temperaturer under uppvärmningssäsongen (Tute<12) är medräknade.

Reglerstrategier	Pensionärspar				Barnfamilj			
	Spara		Slösa		Spara		Slösa	
	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V	N-S S-N	V-O O-V
Reglerande	21,2 21,5	20,7 20,4	20,8 21,2	20,4 20,3	21,0 21,5	20,6 20,5	20,6 21,1	20,2 20,1
Max begränsande	21,8 22,4	20,8 20,3	21,4 21,8	20,6 20,3	21,8 22,2	20,8 20,5	21,0 21,4	20,3 20,0
Konstant flöde	22,2 23,1	20,8 20,3	21,5 22,2	20,6 20,3	22,0 22,7	20,9 20,6	21,0 21,8	20,3 20,0

I figurerna nedan ges en grafisk sammanställning av resultaten. Pilarna pekar ut den stapel som anger medelvärdet för varje grupp av simuleringar t ex gruppen sparande pensionär och reglerande reglerstrategi vilken betecknas med psprXX där XX står för lägenhetens orientering.



Figur C.1 Sammanställning av energianvändning för radiator och el, pensionär. För avkodning av beteckningarna se tabell C.1.



Figur C.2 Sammanställning av energianvändning för radiator och el för barnfamilj. För avkodning av beteckningarna se tabell C.1.

C.2 Inverkan av vädringsprofil och internlast

I spara och slösa profilerna blandas inverkan av internlast och olika vädrings-beteende. För att separera vädringsprofilens inverkan från internlastens, har ytterligare simuleringar gjorts, med spara familjens internlast och slösa familjens vädringsprofil. Som jämförelse har simuleringar körts utan någon vädringsprofil för både spara och slösa fallen.

Tabell C.5 Fönstervädringens inverkan på den årliga energianvändningen för barnfamilj [kWh/m^2].

Reglerstrategier		Barnfamilj					
		Internlast Spara			Internlast Slösa		
		Ingen vädring O-V	**Spara vädring** O-V	**Slösa vädring** O-V	**Ingen vädring** O-V	**Spara vädring** O-V	**Slösa vädring** O-V
Reglerande	Rad El	87 24	88 24	109 25	74 50	75 50	98 50
Max begränsande	Rad El	86 25	86 25	93 25	81 50	81 51	90 51
Konstant flöde	Rad El	86 25	87 25	93 25	82 51	83 51	90 51

Tabell C.6 Fönstervädringens inverkan på den årliga energianvändningen för pensionär.

Reglerstrategier		Pensionär					
		Internlast Spara			Internlast Slösa		
		Ingen vädring O-V	**Spara vädring** O-V	**Slösa vädring** O-V	**Ingen vädring** O-V	**Spara vädring** O-V	**Slösa vädring** O-V
Reglerande	Rad El	95 24	95 24	106 24	78 55	79 55	91 55
Max begränsande	Rad El	89 25	89 25	92 25	83 55	83 55	88 56
Konstant flöde	Rad El	89 25	89 25	92 25	84 56	84 56	88 56

Inverkan av vädringsprofil

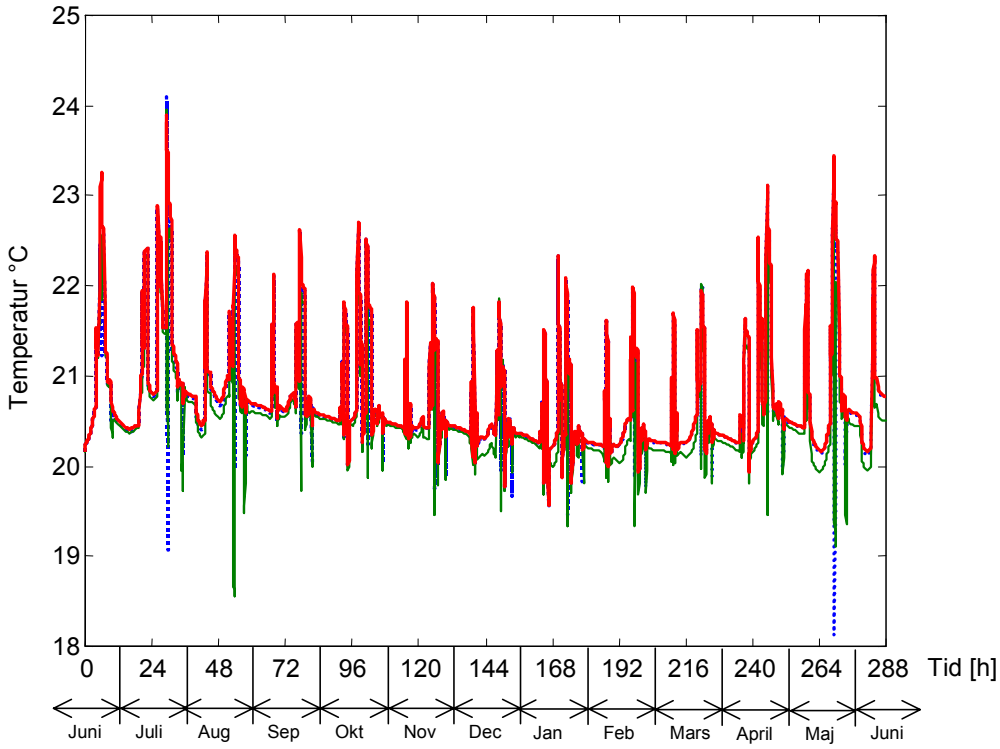
Först kan noteras att energianvändningen då fönsteröppningsprofilen för spara beteendet används blir nästan identisk med fall då ingen profil används (fönstret öppnas då temperaturen är över 24°C).

Resultatet ovan visar också att den *reglerande* reglerstrategin är mycket känslig för hur fönstervädringen sker. Behovet av radiatorvärme för sparande familj, varierar med 22 kWh/m^2 beroende på använd vädringsprofil. Motsvarande siffra för de andra strategierna är 7 kWh/m^2

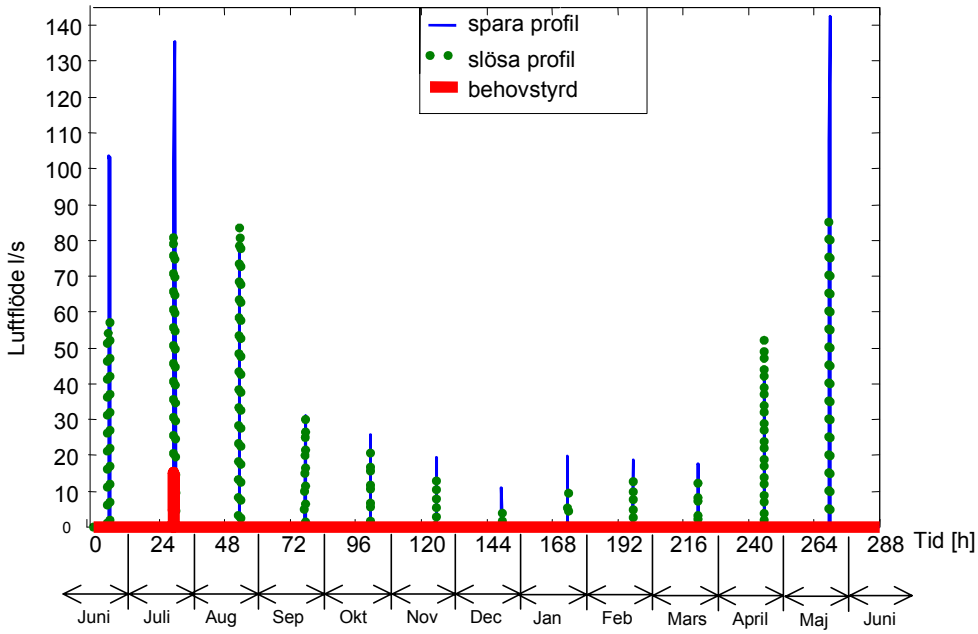
Inverkan av internlast

Störst förmåga att utnyttja internlasten för uppvärmning, har den *reglerande* reglerstrategin. Ser man till den sammanlagda energianvändningen (värme+el) för fallen med sparande respektive slösande familj, blir totala energianvändningen13 kWh/m^2 för den slösande familjen. Motsvarande siffra för den maxbegränsande reglerstrategin är 21 kWh/m^2 vilket även gäller för konstant flöde. Detta innebär att de sistnämnda reglerstrategierna inte har förutsättningar att nyttiggöra höga internlaster

I nedanstående figur visas skillnaden i rumstemperatur respektive flödet genom köksfönstret för en sparande barnfamilj med olika fönsterprofiler.



Figur C.3 Temperaturen i rum 4 (kök) för sparande familj med tre olika fönstervädringsprofiler. Förutom i de punkter fönstren öppnas är temperaturen nästan lika i de tre fallen.



Figur C.4 Luftflödet i rum 4 (kök) för de tre vädringsprofilerna, för sparande familj.

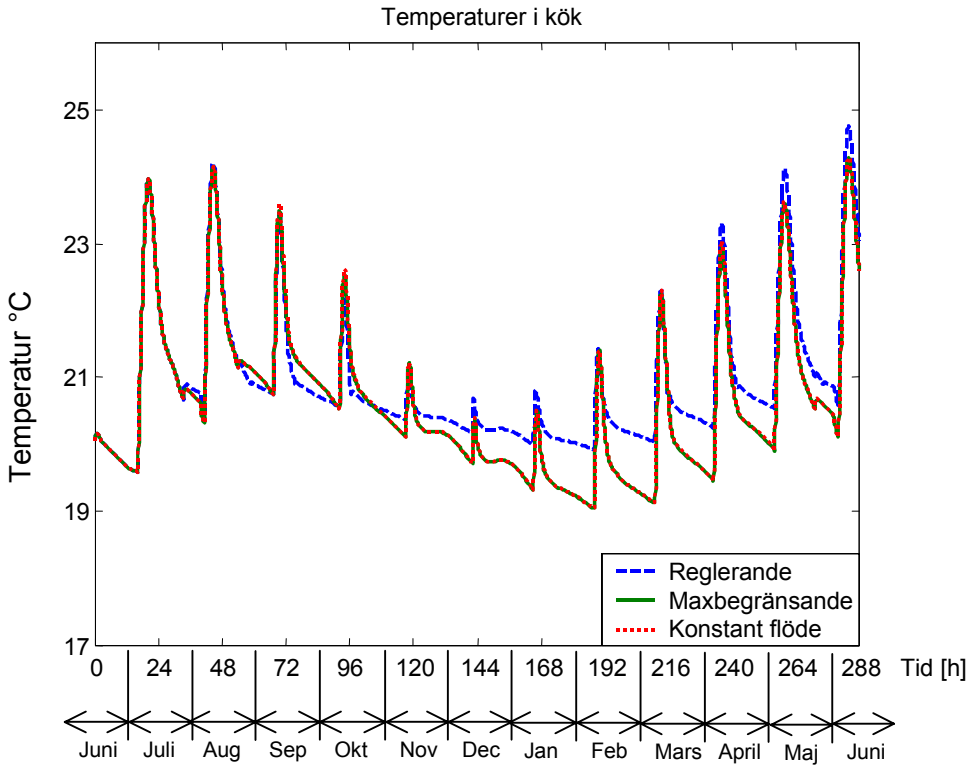
C.3 Energianvändning för en tom lägenhet

För att studera hur stor del av energianvändningen som är oberoende av de boendes beteende har simuleringar körts för alla väderstreck, men utan några laster i lägenheten.

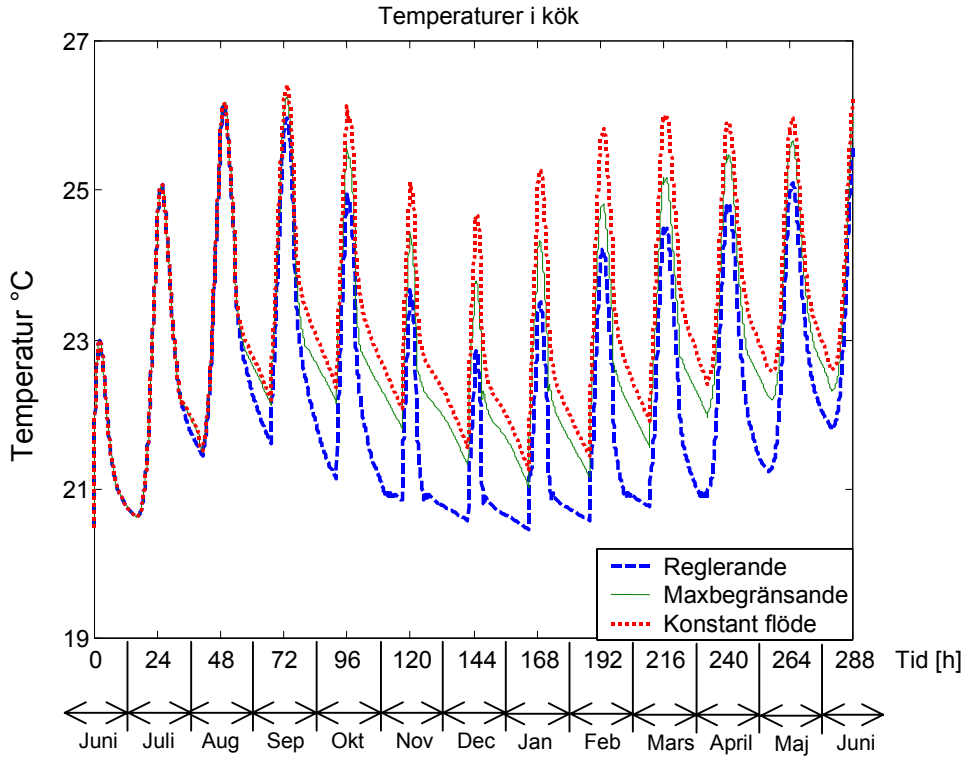
Tabell C.7 Årlig energianvändning utan boende i lägenheten jämfört med fall med boende. Alla värden är avrundade till närmaste kWh/m^2. I tabellen anges värdena på formen radiatorvärmei+elenergi=total energi.

	Orientering		Medelvärden	
Reglerstrategier	N-S S-N	V-O O-V	Utan boende	Med boende
Reglerande	85+8=93 62+8=70	106+8=114 115+8=123	92+8=100	72+38=110
Max begränsande	85+9=94 72+9=81	93+9=102 97+9=106	87+9=96	77+39=116
Konstant flöde	86+9=95 78+9=87	93+9=102 97+9=106	89+9=98	82+39=121

Ovanstående tabell visar att den reglerande reglerstrategin utnyttjar den under dagen infallande solinstrålning på ett bättre sätt än dom övriga, men tar man ett medelvärde över alla orienteringar visar det sig att den maxbegränsande strategin ger något lägre energianvändning. Orsaken till dessa skillnader ser man i de nedanstående figurerna, den reglerande reglerstrategin håller en jämnare temperatur än de övriga, vilket är positivt då mycket sol finns tillgängligt och negativt vid lite sol. Man ser också att den reglerande strategin utnyttjar ”gratis-värme” bättre än de övriga.



Figur C.5: Lufttemperaturer i kök för de tre reglerstrategierna då ingen befinner sig i lägenheten. Ost -västlig orientering.



Figur C.6: Lufttemperaturer i kök för de tre reglerstrategierna då ingen befinner sig i lägenheten. Syd -nordlig orientering.

Denna rapport är framtagen i forskningsprogrammet EFFEKTIV som bedrivs inom Centrum för Effektiv Energianvändning (CEE).

CEE består av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, CIT Energy Management och Institutionen för Installationsteknik vid Chalmers Tekniska Högskola.

EFFEKTIV
c/o SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 BORÅS, Telefon 033-16 50 00, Telefax 033-13 55 02

RAPPORT EFFEKTIV 2001:04
ISBN 91-7848-858-3
ISSN 1650-1489