



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

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



Rapport

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R8:1990

Hur man skapar låg energianvändning i äldre, direktelvärmdda småhus

**Claes-Göran Stadler
Birger Åkerblom**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135413

Bygghorskningsrådet

R8:1990

HUR MAN SKAPAR LÅG ENERGIANVÄNDNING
I ÄLDRE, DIREKTELVÄRMDA SMAHUS

Claes-Göran Stadler
Birger Åkerblom

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880099-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Rockwool AB,
Skövde.

REFERAT

Fyra äldre, direktel-värmda småhus har åtgärdats i syfte att minska deras energi- och effektbehov.

Husen har tilläggsisolerats och fönstren kompletterats med en tredje ruta. Direktel-radiatorerna har bytts ut mot ett system där varmluft distribueras i kanaler innanför klimatskärmen och fördelas via bakkantsinblåsning vid tak.

I två av husen återvinns värme med hjälp av värmeväxlare, i de två andra med värmepump. Tillskottsvärme produceras i ett luftvärmeaggregat.

Mätningar har skett av olika delposter i energiförbrukningen samt kompletterats med mätning av effektprofilen för två av husen.

Kostnaderna för att åtgärda byggnaderna har studerats och analyserats.

Resultaten visar att det går att åtgärda befintliga byggnader så att de får en energistatus som motsvarar samhällets önskemål. Åtgärderna är dock svåra att motivera ur privatekonomisk synpunkt.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R8:1990

ISBN 91-540-5147-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1990

INNEHÅLLSFÖRTECKNING		SID
1.	PROJEKTETS SYFTE	4
2.	SAMMANFATTNING	5
3.	TESTHUSEN	7
3.1	Skövde	9
3.2	Väring	14
3.3	Åkersberga	19
3.4	Umeå	24
4.	MÄTNINGAR	29
5.	MÄTRESULTAT ENERGIFÖRBRUKNING	31
5.1	Med avseende på uppvärmning	31
5.2	Med avseende på vv och hushåll	38
5.3	Med avseende på total energiförbrukning	42
6.	ENERGISIGNATURER	45
6.1	Med avseende på utetemperatur	45
7.	EFFEKTMÄTNINGAR	50
7.1	Skövde	51
7.2	Väring	61
8.	KOSTNADER	68
8.1	Kommentarer till kostnader	69
	LITTERATURFÖRTECKNING	72

1. PROJEKTETS SYFTE

Inför den energisituation som förutses bli följden av riksdagens beslut om avveckling av svensk kärnkraftsproduktion, är det angeläget att finna nya vägar för att tillgodose de behov av energi för uppvärmning av bostäder som idag täcks av elkraft.

Detta kan ske på olika sätt. Ett är att konvertera de hus som idag värms med direktel, till uppvärmning med annat energislag - olja, gas eller annat fossilt bränsle. Ett annat är att bibehålla de direktelvärmda husen sådana de är, men försörja dem genom elproduktion skapad i kraftverk som även de utnyttjar fossilt bränsle. Ett tredje skulle kunna vara att utveckla ny teknik baserad på sol eller vindkraft.

Olika sätt att angripa problemet har sina för- och nackdelar. Konvertering till annan primär energikälla än el - t ex olja - skapar förnyad sårbarhet av det slag som demonstrerades år 1973-74. Det ställer också krav på dubbla energiförsörjningssystem - el för belysning, hushållsapparater etc, måste ju ändå finnas. Uppbyggnad av nya, storskaliga anläggningar för elproduktion, ställer oerhörda krav på finansieringsutrymme samtidigt som deras inverkan på miljön är starkt ifrågasatt. Alternativa energikällor som sol och vind är ännu ej tillgängliga ur ekonomisk synpunkt.

Inom ROCKWOOL AB och CTC PARCA AB har idéer utvecklats för att angripa problemet från ett annat håll. Dessa går i koncentration ut på att om det vore möjligt att med byggnadstekniska åtgärder skära ned behovet av tillförd energi i äldre, direktelvärmda hus till en låg nivå, och samtidigt föra in installations- tekniska åtgärder för att utnyttja den tillförda energin på bästa sätt, borde det vara möjligt att behålla el som enda - eller huvudsaklig - energikälla även i framtiden.

Detta skulle i så fall innebära att beroendet av importerade, fossila bränslen inte spås på. Det skulle också innebära att behovet av kostsamma, miljöstörande anläggningar för alternativ elproduktion skulle minska högst avsevärt. Det skulle slutligen innebära ett mer motståndskraftigt samhälle med en bättre miljö.

Dessa idéer har i det här projektet testats för att beläggas eller vederläggas.

2. SAMMANFATTNING

ROCKWOOL AB och CTC PARCA AB har i samarbete med Avdelningen för Energisystem vid Tekniska Högskolan i Linköping åtgärdat fyra direktelvärmda småhus i syfte att minska deras energi- och effektbehov samt förbättra deras inomhusklimat.

Klimatskärmens standard har ökat genom ut- eller invändig tilläggsisolering och fönstren kompletterats med en tredje ruta. I två av husen återvinns energi ur fränluften med hjälp av värmeväxlare, i två andra med hjälp av värmepump. Tillskottsvärmen produceras i ett luftvärmeaggregat. Varmluft distribueras i synliga luftkanaler innanför klimatskärmen och fördelas via bakkantsinblåsning vid tak.

I tre av husen har åtgärderna syftat till att behålla el som enda energislag men reducera och styra förbrukningen till en nivå och tidsfördelning som är acceptabel för framtiden - både ur privat- och samhällsekonomisk synpunkt. Husen har alltså inte konverterats i detta ords oftast använda bemärkelse, d v s ett slag av energi har inte bytts ut mot ett annat. Direktel-radiatorerna har istället ersatts med olika system för uppvärmning med luftburen värme där el fortfarande är enda energislag. I det fjärde huset har systemet kompletterats med ett annat energislag - olja - att utnyttjas under tider med höglasttariff.

I testhusen har mätare för olika poster för energiförbrukning lästs av varje vecka under mätperioden. Dessutom har - i två av husen - veckomätningarna kompletterats med kontinuerlig registrering av data vilka har lagrats som timmedelvärden. Detta har skett i syfte att analysera effektprofilen för dessa två hus. Utvärderingen har stötts ekonomiskt av Vattenfall. Fortsatta mätningar anses ej erforderliga.

Kostnaderna för de genomförda åtgärderna har följts upp noga och analyserats. Beräkningar inför framtiden har gjorts med vunnit kunskap från provhusen.

Resultaten visar:

- Att det går att åtgärda befintlig bebyggelse så att den ur energisynpunkt blir likvärdig med nyproduktion.
- Att man - för att lyckas - måste sätta samman ett väl utformat åtgärdspaket och genomföra detta på ett konsekvent sätt.
- Att husens förbrukning av energi för uppvärmning blir mycket liten.
- Att effektuttagen kan sänkas och styras till tider som ur produktionssynpunkt är fördelaktiga.
- Att inomhusklimatet förbättras starkt. Temperaturen håller jämn nivå och normenlig luftomsättning uppnås.

- Att åtgärderna går att genomföra under en fjortondagarsperiod utan att de boende behöver flytta ut.
- Att ljudnivån efter installation av luftvärme ej gett upphov till klagomål och uppfyller gällande norm.
- Att kanaldragning innanför klimatskärmen ger låga distributionsförluster.
- Att kostnaderna domineras av arbetskostnader.
- Att resultaten motsvarar samhällets önskemål men att kostnaderna är mer eller mindre svåra att motivera ur privatekonomisk synpunkt på grund av den långa återbetalningstiden.

3. TESTHUSEN

Utgångspunkten för projektet har varit de fyra testhusens beskaffenhet, deras uppmätta, faktiska värmeförbrukning före åtgärd samt övriga omständigheter som påverkar konsumtionen av energi i resp hus. Dessa basdata har under projektets planeringsfas körts i en rad olika beräkningar med utnyttjande av dataprogrammet NYA ENORM. Körningarna har skett i syfte att simulera olika, tänkbara systemlösningars effekt på resp byggnads elanvändning.

Basdata före åtgärd redovisas i avsnitten 3.1 - 3.4 för resp hus.

Av tabellen nedan, framgår teoretiska data efter åtgärd, d v s den eftersträlvade byggnadstekniska standarden för testhusen efter genomförda åtgärder.

Objekt	Byggår	Hustyp/ plan	Area (m ²)	Täthet 50 Pa (oms/h)	U-värde (W/m ² , °C)			
					Vägg	Tak	Golv	Fönster
Skövde	1979	1,5	154	< 3,0	0,15	0,11	0,18	1,50
Väring	1975	1	179	< 3,0	0,19	0,10	0,22	1,20
Åkersberga	1967	1	120	< 3,0	0,18	0,10	0,18	1,90
Umeå	1976	1,5	142	< 3,0	0,17	0,11	0,44	1,20

Figur 1. Byggnadsteknisk standard för de olika objekten efter åtgärd.

Dessa byggnadstekniska data har med dataprogrammets hjälp kunnat översättas till beräkningar av energi- och effektbehov. I följande tabell redovisas resultat från sådana beräkningar avseende förhållandena efter åtgärd. Hänsyn har tagits till resp hushålls vanor med avseende på varmvattenförbrukning, inomhustemperatur och hushållsel.

OBS! Här redovisad uppvärmning avser endast rumsuppvärmning. Data för tappvarmvatten redovisas separat.

Objekt	Hustyp/ plan	Area m ²	Uppvärmning		Köpt energi totalt	
			Energi (kWh/år)	Effekt (kW)	(kWh/år)	(kW)*
Skövde	1,5	154	8300	4,3	18300	5,4
Väring	1	179	16000	6,0	22900	6,7
Åkersb.	1	120	8900	4,6	14900	5,1
Umeå	1,5	142	10500	3,8	15300	4,5

* Medeleffekt vid dimensionerande utetemperatur.

Figur 2. Data för objekten efter åtgärd.

I ytorna för husen i Våring och Umeå ingår förråd på 58 resp 7 m².

Husen i Åkersberga och Umeå har utrustats med frånluftsvärmepump. I Skövde och Våring sker värmeåtervinning ur ventilationsluften med korsströms värmväxlare. I alla objekten tillförs uteluft motsvarande 0,5 oms/h.

I följande tabell redovisas de åtgärder som har vidtagits i de olika husen.

Åtgärd	Skövde	Våring	Åkersb.	Umeå
Tilläggsisolering vindsbjälklag	*	*	*	*
Tilläggsisolering av snedtak	*			*
Tilläggsisolering utvändig vägg	*			*
Tilläggsisolering invändig vägg		*	*	*
Utvändig tilläggsisolering golv, sockel	*	*		*
Tilläggsisolering kryppgrunds- bjälklag			*	
Byte till 3-glas isolerrutor		*		*
Tätning av dörr	*			
Installation av boardkanaler	*	*	*	*
Markkolektor	*			*
Återluft	*	*	*	*
Värmeåtervinning FTX	*	*		
Frånluftsvärmepump för värme + VV			*	*
Kombipanna olja/el		*		

Figur 3. Åtgärdstablå

Då systemlösningarna varierar mellan de olika husen, redovisas varje objekt för sig.

3.1 Skövde

Skövde är ett enfamiljshus i 1 ½-plan varmt med direktel. Familjen består av två vuxna och två barn. Vådring görs som snabbvådring genom fönster eller dörr. Familjen duschar något mer än normalt, ca fyra duschar per dag.

Det förtjänar att påpekas att detta hus valts ut att ingå i testet för att utgöra jämförelseobjekt i klimatzon mellansverige till huset i Umeå som är av samma typ och storlek. Skövde var redan före åtgärd ett fullt godtagbart hus ur energiförbruknings-synpunkt. Vilket förklarar den relativt blygsamma minskning i förbrukning som åtgärderna här ledde till.

3.1.1 Installationer före åtgärd

Garage:	Kallgarage
Utvändig el:	Förråd + 12 °C. Frysskåp
Motorvärmare:	Ja
Ventilation:	Självdrag
Torrskåp:	Ja
Torktumlare:	Nej
Tvättmaskin:	Ja
Diskmaskin:	Ja
Köksfläkt:	Ja
Varmvattenberedare:	300 l, 3 kW
Öppen spis:	Nej

3.1.2 Uppmätt otäthet

Täthetsprov utfördes före och efter åtgärd. Resultat: 2,8 oms/h vid 50 Pa övertryck före, och 2,3 oms/h efter.

3.1.3 Uppmätt energiförbrukning före åtgärd, kWh/år

Period	Verklig	Korr till normalår
830901 - 840831	16.700	17.800
840901 - 850831	18.700	17.600
850901 - 860831	19.500	18.800

3.1.4 Beräknad energiförbrukning enl Nya Enorm, kWh/år

Före åtgärd:	20.600	(Självdraagsvent 0,20 oms/h)
Efter åtgärd:	18.300	(Styrd vent 0,50 oms/h)
Besparing:	2.300	

3.1.5 Dimensionerande effektbehov före och efter åtgärd, kW

Före: 5,9	Efter: 4,7	Minskning: 1,2
-----------	------------	----------------

3.1.6 Indata, Nya Enorm

BYGGNADSSDATA	Zon 1	Zon 2	Zon 3	Totalt
Uppvärmad area, m ²	154			154
Uppvärmad volym, m ³	355			355
Omslutande area, m ²	362			362
Läckande area, m ²	268			268
Fönster + dörr, % av uppvärmd area	19,7			19,7
Värme kapacitet, Wh/°C, m ²	50,0			50,0
Otätthet q-50, m ³ /m ² , h	3,1			3,1
Motsvarande n-50, oms/h	2,31			2,31
Typ av verksamhet	Bostad			
Drifttidsstyrning	Nej			

GLASAREOR I m²

Orientering	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV
Zon 1		2,3		3,4		7,2		1,7
" 2								
" 3								

TRANSMISSIONSDATA	ZON 1		ZON 2		ZON 3	
Byggdelen	Area	k	Area	k	Area	k
Tak	119,0	0,11				
Vägg, tät						
Vägg, otät	119,0	0,15				
Golv, tät	94,0	0,18				
Golv, otätt						
Fönster	20,3	1,50				
Dörr	10,0	2,00				
Annan, otät						
Annan, tät						
Red. faktor golv		0,75				
Verkligt kA, W/°C		94,1				
D:o fönsteravdrag		79,9				
D:o korr till + 20 °C		79,9				

INNETEMPERATURER FÖR UPPVÄRMNING - MEDEL, °C

Zon 1	20,0
" 2	
" 3	

PROCESSENERGI I kWh/år

Processenergi som ger värme	5000
Övrig processenergi	1500
Personvärme	1300
Varmvatten	3500

Figur 4. Indata Nya Enorm, Skövde.

3.1.7 Byggnadstekniska åtgärder

Utvändig tilläggsisolering av samtliga ytterväggar
Befintlig träpanel monteras ned. Rockwool Västskivskiva 1365-00, 100 mm, monteras. Panel återmonteras och målas.

Tilläggsisolering av sockel

Före utvändig tilläggsisolering utförs isolering av sockel med Rockwool Sockelelement 902-00, 80 mm.

Tilläggsisolering av vindsbjälklag

Befintlig isolering kompletteras med 300 mm Rockwool Vindsull 160-00 som krattas ut. Före isolerararbetet monteras Rockwool Vindavledare 8451-00 vid takfot. Sarg vid vindlucka byggs.

Invändig tilläggsisolering av snedtak

Befintlig furupanel tas ned. Korslagt regelsystem 45 x 45 mm monteras med Rockwool Regelskiva 1331-00, 2 x 45 mm. Ny, godkänd plastfolie monteras med noggrann anslutning. Panel återmonteras.

Tilläggsisolering av stödbensväggar

Stödbensväggar tilläggsisoleras på "kattvinden" med Rockwool Skalmursskiva 1318-00, 100 mm, spikad till bef regelsystem. Monteras med Rockwool Plastbricka 8411-00.

Tätning av vindslucka och fönsterdörrar

Invändig vindslucka och fönsterdörrarna förses med nya tätningsslister. Justeras för fullgod lufttätet.

Montering av luftvärmekanaler

Luftvärmekanalerna är utförda av 3,2 mm board och träreglar. De monteras i tak-vägganslutning (15 lm). Kanalerna stickspikas. Noggrann tätning till stosar och tilluftsdon. Kanalerna tapetseras lika vägg. Håltagningar görs för returluft.

Markkolektor

Plaströr \varnothing 160 mm läggs 80 cm under markytan (1 \approx 20 lm). Ansluts till tvättutrymme.

Byte av trösklar

Bef trösklar byts mot nya med ventilationsspalt.

3.1.8 Installationstekniska åtgärder

Elradiatorer

Bef radiatorer tas bort från alla utrymmen. I bad och WC monteras nya.

Luftvärmväxlare

Luftvärmväxlare CTC FTX placeras på vägg i tvätt och ansluts till gruppcentral

Luftvärmeaggregat

Luftvärmeaggregat CTC LVALEX hängs i tak i tvätt och ansluts till gruppcentral.

Rumsgivare

Rumsgivare placeras på vägg i hall samt ansluts till luftvärmeaggregatet.

Utomhusgivare

Utomhusgivare placeras på yttervägg och ansluts till luftvärmeaggregatet.

Elinstallation

Ny installation görs från gruppcentral till enhetsaggregaten.

Köksfläkt

Bef fläkt byts mot ny.

Varmvattenberedare

Bef beredare ersätts med ny CTC Drabant.
Eltariffstyrd.

3.1.9 Mättekniska åtgärder

Separata mätare

Separata elmätare för hushållsel, varmvatten, uppvärmning luftvärme och uppvärmning elradiatorer monteras i tvätt och ansluts.

Gradtimmätare

Temperaturgivare monteras i hall samt utvändigt på norrsida och ansluts till gradtimmätare placerad i tvätt.

Effektmätare

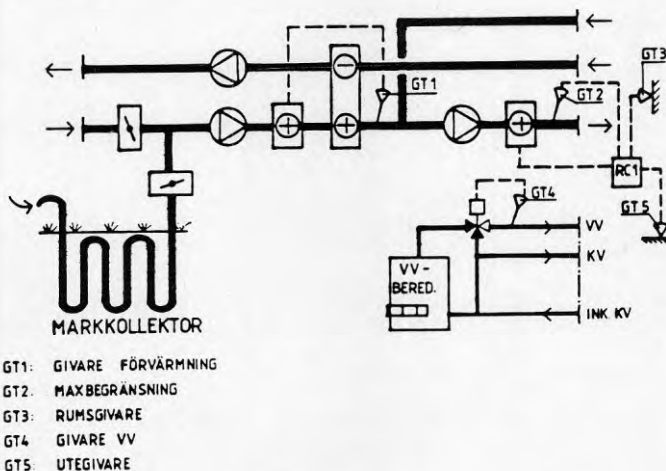
Se avsnitt 7.

3.1.10 Kommentarer till systemlösning

Detta hus har en enkel systemlösning. Uteluft tas in direkt eller via en markkolektor. Förvärmningen sker dels med hjälp av markkolektorn, dels genom en värmewäxling med frånluften. Eftervärmningen sker sedan med hjälp av ett elbatteri. Frånluften tas från våtrummen.

Den uppvärmda luften distribueras i boardkanaler i bottenplanet. I bottenvåningen sitter tilluftdonen i bakkant vid tak, medan de i övervåningen är placerade vid golv under fönster. Återluft tas från hall. Mängden motsvarar ca 0,5 oms/h.

Tappvarmvattnet värms i en separat elberedare som blockeras då höglasttariff gäller.



- GT1: GIVARE FÖRVÄRMNING
 GT2: MAXBEGRÄNSNING
 GT3: RUMSGIVARE
 GT4: GIVARE VV
 GT5: UTEGIVARE

Figur 5. Flödeschema Skövde

Som framgår av flödesschemat finns två tilluftsfläktar. Anledningen till detta är att två olika standardaggregat - med var sin fläkt - har använts. Gränsen mellan aggregaten går i detta fall mellan värmväxlaren och blandningspunkten mellan återluft och tilluft.

3.2 Väring

Väring är ett enfamiljshus i ett plan med vidbyggt garage och förråd. Huset värms med direktel. Familjen består av två vuxna och två små barn. Vädrar gör man genom att öppna korsdrag under kort tid. Barnen badar, och föräldrarna duschar, varje dag.

Tanken var att här testa ett energisnålt hus med merparten av uppvärmningsbehovet täckt av låglastel, men där elen automatiskt kopplas bort under höglasttid till förmån för olja.

3.2.1 Installationer före åtgärd

Garage:	Uppvärt, 5 - 10 °C
Utvändig el:	Snickerimaskin i förråd
Motorvärmare:	Nej
Ventilation:	Självdreg
Torkskåp:	Nej
Torktumlare:	Nej
Tvättmaskin:	Ja
Diskmaskin:	Ja
Köksfläkt:	Ja
Varmvattenberedare:	300 l, äldre
Öppen spis:	Nej

3.2.2 Uppmätt otäthet

Täthetsprov utfördes före och efter åtgärd. Resultat: 6,2 oms/h vid 50 Pa övertryck före, och 3,4 oms/h efter.

3.2.3 Uppmätt energiförbrukning före åtgärd, kWh/år

Period	Verklig	Korr till normalår
830101 - 831231	21.900	
840101 - 841231	22.500	24.200
850101 - 851231	24.000	21.400
860101 - 861231	25.600	25.300

3.2.4 Beräknad energiförbrukning enl Nya Enorm, kWh/år

Före åtgärd:	26.500*	(Självdregsvent 0,20 oms/h)
Efter åtgärd:	22.900*	(Styrd vent 0,50 oms/h)
Besparing:	3.600	

* k-värden för vägg, golv och tak korrigerade med 0,8.

3.2.5 Dimensionerande effektbehov före och efter åtgärd, kW

Före: 10,5	Efter: 7,1	Minskning: 3,4
------------	------------	----------------

3.2.6 Indata, Nya Enorm

BYGGNADSSDATA		Zon 1	Zon 2	Zon 3	Totalt			
Uppvärmd area, m ²		121	18	40	179			
Uppvärmd volym, m ³		290	42	96	428			
Omslutande area, m ²		389	43	134	565			
Läckande area, m ²		268	25	94	386			
Fönster + dörr,								
% av uppvärmd area		17,4	14,9	21,5	18,1			
Värme kapacitet, Wh/°C, m ²		100,0	100,0	100,0	100,0			
Otäthet q-50, m ³ /m ² , h		3,3	6,7	4,6	3,8			
Motsvarande n-50, oms/h		3,00	4,00	4,49	3,43			
Typ av verksamhet		Bostad	Bostad	Bostad				
Drifttidsstyrning		Nej	Nej	Nej				
GLASAREOR I m ²								
Orientering	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV
Zon 1			5.3				7.3	
" 2			0.6					
" 3							2.8	
TRANSMISSIONSDATA		Zon 1		Zon 2		Zon 3		
Byggdel	Area	k	Area	k	Area	k		
Tak	121,0	0,10	17,5	0,15	40,0	0,15		
Vägg, tät								
Vägg, otät	101,6	0,19	5,0	0,29	45,0	0,29		
Golv, tät	121,0	0,30	17,5	0,30	40,0	0,30		
Golv, otätt								
Fönster	15,5	1,20	0,6	3,00	3,6	3,00		
Dörr	5,6	2,00	2,0	2,00	5,0	2,00		
Annan, otät	24,0	0,30						
Annan, tät								
Red. faktor golv		0,75		0,75		0,75		
Verkligt kA, W/°C		95,6		13,8		48,8		
D:o fönsteravdrag		84,8		13,4		46,3		
D:o korr till + 20 °C		84,8		16,1		139,0		
INNETEMPERATURER FÖR UPPVÄRMNING - MEDEL, °C								
Zon 1				20,0				
" 2				17,0				
" 3				8,0				
PROCESSENERGI I kWh/år								
Processenergi som ger värme				5000				
Övrig processenergi				700				
Personvärme				1300				
Varmvatten				3500				

Figur 6. Indata Nya Enorm, Väring.

3.2.7 Byggnadstekniska åtgärder

Tilläggsisolering av sockel

Sockeln tilläggsisoleras runt om med Rockwool Sockel-element 902-00 och Ecoprim Skiva 933-00.

Inväändig tilläggsisolering

Nedmontering av golv- och taklister samt foder. Nedmontering av elradiatorer samt eluttag. Utflyttning av eldosor - skarvning av plaströr. Borttagning av matta vid vägg för tilläggsisolering. Montering av Rockwool Varmvägg (tot tj 110 mm) med polyuretanlim. Före montage läggs drevningsremsa på golvet. Tätning mot tak med polyuretanskum innan taklist återmonteras. Smygbräder vid fönster och fönsterdörr monteras och laseras. Samtliga väggar i tilläggsisolerade rum tapetseras. Tre garderober byts ut.

Byte av fönster

Samtliga fönster byts ut mot nya Myresjöfönster med isolerglas. Monteras med stor noggrannhet för god lufttäthet mellan fönsterkarm och befintlig vägg. Fönster och fönsterbröstningar laseras. Nya fönsterbleck av belagd plåt monteras.

Uppregling av golv i vindsutrymme

Ett golv 4 x 8 m avsett för förråd reglas upp i avslutning till utväändig vindslucka. Golvet överkant = 400 mm över befintligt vindsbjälklag. Förses med 22 mm golvspånskiva efter det att tilläggsisolering utförts.

Byte av dörr till pannrum

Befintlig matkällare skall användas som pannrum. Dörr byts mot B-30 dörr som målas.

Byte av plastmatta

Utrymme för tvätt förses med ny plastmatta med uppdragen sockel.

Tätning av ytterdörrar och fönsterdörr

Samtliga ytterdörrar förses med nya tätninglistor och justeras till fullgod lufttäthet.

Luftvärmekanaler monteras

Luftvärmekanaler monteras i tak- och vägganslutning. Kanalerna stickspikas. Noggrann tätning till stosar och tilluftsdon. Kanalerna tapetseras lika vägg. Viss håltagning för returluft.

Övriga arbeten

Samtliga trösklar byts mot nya med ventilationsspalt. Lister återmonteras.

3.2.8 Installationstekniska åtgärder

Elradiatorer

Elradiatorer tas bort från sovrum, vardagsrum, matplats och kapprum. Nya monteras i bad, WC och förråd.

El/olja-panna, inkl oljetank och skorsten

El/olja-panna CTC Pionjär placeras i matkällare. Ansluts så att elpannan är i drift under tid för el-lågtariff och oljebrännaren under annan tid.

Luftvärmväxlare

Luftvärmväxlare CTC FTX placeras på vägg i tvätt och ansluts till gruppcentral

Luftvärmeggregat

Luftvärmeggregat CTC LVALEX hängs i tak i tvätt och ansluts till gruppcentral.

Rumsgivare

Rumsgivare placeras på vägg i kapprum samt ansluts till luftvärmeggregatet.

Utomhusgivare

Utomhusgivare monteras utanför huset på norrsidan.

Elinstallation

Ny installation görs från gruppcentral till värme-produkterna.

Varmvattenberedare

Befintlig varmvattenberedare tas bort.

3.2.9 Mättekniska åtgärder

Separata mätare

Separata elmätare för hushållsel, el till CTC FTX, el till CTC Pionjär och el till radiatorer monteras på vägg i matkällare och ansluts.

Värmemängdsmätare

Värmemängdsmätare för varmvattenförbrukningen monteras och ansluts.

Temperaturgivare

Temperaturgivare monteras på vägg vid rumsgivare samt utvändigt på norrsidan och ansluts till gradtimmätare.

Drifttidmätare

Drifttidmätare ansluts på oljebrännaren.

Effektmätare

Se avsnitt 7.

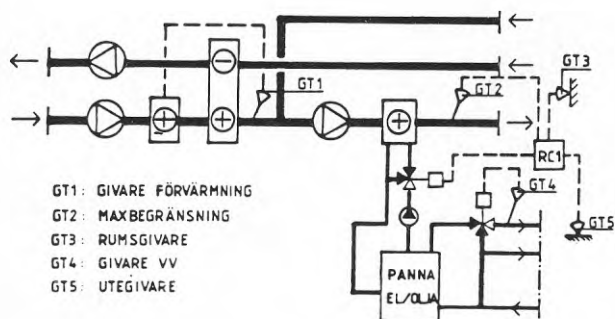
3.2.10 Kommentarer till systemlösning

Systemlösningen skiljer sig från övriga testhus, främst genom att eluppvärmningen kompletterats med olja.

- Det finns ingen markkolektor.
- Eftervärmningsbatteriet är vätskekopplat istället för direkt el-uppvärmt.
- Uppvärmningen sker med hjälp av en kombipanna el/olja (CTC Pionjär) som är tariffstyrd.
- Tappvarmvattnet värms av el/oljepannan.

Även här används återluftsföring. Mängden återluft motsvarar 0,7 oms/h.

Tilluften distribueras i invändigt ljudisolerade boardkanaler med bakkantsinblåsning vid tak. Återluft tas vid golv i vardagsrummet.



Figur 7. Flödesschema Värming

Även här används två separata aggregat.

3.3 Åkersberga

Åkersberga är ett enfamiljshus i ett plan varmt med direktel. Familjen består av föräldrar och två vuxna barn. Vädring görs i samband med städning - korsdrag ca 10 min. Varmvattenförbrukning i samband med dusch etc, betraktas som normal.

3.3.1 Installationer före åtgärd

Garage:	Biluppställningsplats
Utvändig el:	Förråd 6 m ² , + 10 °C
Motorvärmare:	Ja + kupévärmare
Ventilation:	Självdrag
Torkskåp:	Nej
Torktumlare:	Ja
Tvättmaskin:	Ja
Diskmaskin:	Ja
Köksfläkt:	Ja
Varmvattenberedare:	400 l, äldre
Öppen spis:	Nej

3.3.2 Uppmätt otäthet

Täthetsprov utfördes före och efter åtgärd. Resultat: 2,5 oms/h vid 50 Pa övertryck före, och 2,9 oms/h efter.

3.3.3 Uppmätt energiförbrukning före åtgärd, kWh/år

Period	Verklig	Korr till normalår
820701 - 830630	24.300	27.600
830701 - 840630	26.400	27.300
840701 - 850630	27.400	25.100
850701 - 860630	25.600	22.500

3.3.4 Beräknad energiförbr enligt Nya Enorm, kWh/år

Före åtgärd:	25.000 (Självdraagsvent 0,20 oms/h)
Efter åtgärd:	14.900 (Styrd vent 0,50 oms/h)
Besparing:	10.100

3.3.5 Dimensionerande effektbehov före och efter åtgärd, kW

Före: 6,8 Efter: 4,6 Minskning: 2,2

3.3.6 Indata, Nya Enorm

BYGGNADSSDATA	Zon 1	Zon 2	Zon 3	Totalt
Uppvärmad area, m ²	120			120
Uppvärmad volym, m ³	287			287
Omslutande area, m ²	347			347
Läckande area, m ²	347			347
Fönster + dörr, % av uppvärmd area	17,6			17,6
Värme kapacitet, Wh/°C, m ²	50,0			50,0
Otätthet q-50, m ³ /m ² , h	1,6			1,6
Motsvarande n-50, oms/h	1,99			1,99
Typ av verksamhet	Bostad			
Drifftidsstyrning	Nej			

GLASAREOR I m²

Orientering	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV
Zon 1	1,4		3,6		5,7		3,6	
" 2								
" 3								

TRANSMISSIONSDATA	Zon 1		Zon 2		Zon 3	
Byggdelen	Area	k	Area	k	Area	k
Tak	119,5	0,10				
Vägg, tät						
Vägg, otät	87,0	0,18				
Golv, tät						
Golv, otätt	119,5	0,18				
Fönster	19,0	1,90				
Dörr	2,0	1,80				
Annan, otät						
Annan, tät						
Red. faktor golv		0,75				
Verkligt kA, W/°C	83,4					
D:o fönsteravdrag	70,1					
D:o korr till + 20 °C	63,1					

INNETEMPERATURER FÖR UPPVÄRMNING - MEDEL, °C

Zon 1	22,0
" 2	
" 3	

PROCESSENERGI I kWh/år

Processenergi som ger värme	4500
Övrig processenergi	1140
Personvärme	1221
Varmvatten	4500

Figur 8. Indata Nya Enorm, Åkersberga

3.3.7 Byggnadstekniska åtgärder

Invändig tilläggsisolering

Nedmontering av golv- och taklistor, foder, elradiorer samt eluttag. Utflyttning av eldosor - skarvning av plaströr. Borttagning av matta vid vägg för tilläggsisolering. Montering av Rockwool Varmvägg (tot tj 110 mm) med polyuretanlim. Före montage läggs drevningsremsa på golvet. Tätning mot tak med polyuretanskum innan taklist återmonteras. Smygbräder vid fönster och fönsterdörr monteras och laseras. Samtliga väggar i tilläggsisolerade rum tapetseras. Golv- och taklistor återmonteras.

I samband med isoleringsarbetet, flyttas dörr mellan matplats och tvättutrymme ca 10 cm.

Tilläggsisolering av krypgrundsbjälklag

Boardskiva i underkant tas bort längs ytterväggarna till en bredd av 400 - 500 mm. Vindtät papp monteras mot kantbalken för fullgod lufttätning. Ny isolering Rockwool 1331-00, tj 170/220 mm, monteras. Boarden återmonteras. Krypgrundsbjälklaget tilläggsisoleras underifrån med Rockwool Skalmursskiva 1318-00, tj 100 mm. Skivorna fästs med galvad spik och Plastbricka 8411-00, min 5 spik/skiva. Läkt mellan bjälklags-element tas bort före montaget. Nedstigningslucka justeras och förses med nya tätningslister.

Uppregling av golv i vindsutrymme

Ett golv, 30 m², avsett för förråd, regleras upp i anslutning till uppstigningsluckan. Golvets överkant = 400 mm över befintligt vindsbjälklag. Reglarna förses med 22 mm golvspånskiva efter det att tilläggsisolering utförts.

Tätning av vindslucka

Vindsluckan förses med träram med höjd 400 mm över befintligt bjälklags översida. Luckan tilläggsisoleras med 100 mm cellplast och nya tätningslister monteras. Lufttätningen kontrolleras.

Luftvärmekanaler monteras

Luftvärmekanaler monteras i tak/vägganslutning. Kanalerna stickspikas. Noggrann tätning till stosar och tilluftsdon. Kanalerna tapetseras lika vägg. Viss hålltagning för returluft.

Övriga arbeten

Samtliga trösklar byts mot nya med ventilationsspalt. Vägg mellan klädskåp och apparatrum rivs.

3.3.8 Installationstekniska åtgärder

Elradiatorer

Elradiatorer tas bort från vardagsrum, tre sovrum och matplats. Nya monteras i bad och WC.

Luftvärmesystem

Frånluftsvärmepump CTC Master 104 och luftvärmeaggregat CTC LVA1E placeras i klädkammare/apparatrum.

Rumsgivare

Rumsgivare placeras på vägg i kapprum samt ansluts.

Elinstallation

Ny installation görs från gruppcentral till och mellan värmeprodukterna.

3.3.9 Mättekniska åtgärder

Separata elmätare

Separata mätare för hushållsel, el för varmvatten och uppvärmning monteras i klädkammare/apparatrum och ansluts.

Värmemängdsmätare

Värmemängdsmätare för varmvattenförbrukningen monteras i klädkammare/apparatrum och ansluts.

Gradtimmätare

Temperaturgivare monteras på vägg i kapprum och utvändigt på norrsida samt ansluts till gradtimmätare placerad i klädkammare/apparatrum.

Effektmätare

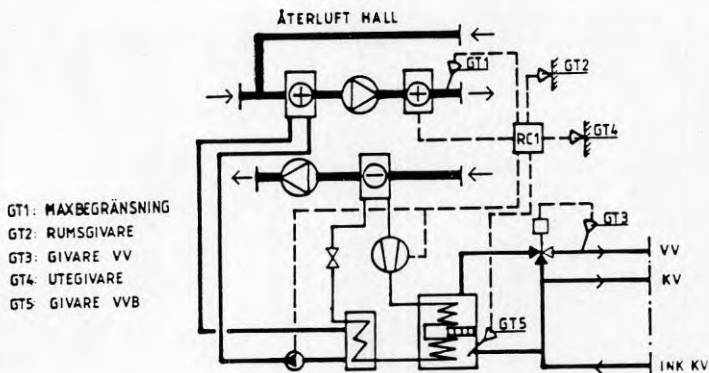
Se avsnitt 7.

3.3.10 Kommentarer till systemlösning

Systemet har ingen värmeväxlare för direkt återvinning ur frånluften. En frånluftsvärmepump har istället satts in för förvärmning av tilluft och beredning av varmvatten. Vid behov sker eftervärmning av tilluften med hjälp av ett elbatteri. Tappvarmvattnet värms - förutom av värmepumpen - i extremfall också med en elpatron i beredaren.

Tilluften distribueras i invändigt isolerade boardkanaler med bakkantsinblåsning vid tak. Återluft motsvarande 0,7 oms/h tas från hall. Frånluft tas från våtutrymmen.

Detta system har endast en tilluftsfläkt och består således av ett enda aggregat.



Figur 9. Flödesschema Åkersberga

3.4 Umeå

Umeå är ett enfamiljshus i 1 ½-plan varmt med direkt-el. Familjen består av två vuxna och två barn. Vädning görs som snabbvädning genom fönster eller dörr. Antalet duschar är något mer än normalt, ca fyra per dag.

3.4.1 Installationer före åtgärd

Garage:	Carport
Utvändig el:	Förråd + 12 °C
Motorvärmare:	Ja
Ventilation:	Mekanisk frånluft
Torkskåp:	Ja
Torktumlare:	Nej
Tvättmaskin:	Ja
Diskmaskin:	Ja
Köksfläkt:	Ja
Varmvattenberedare:	300 l, 3 kW
Öppen spis:	Nej

3.4.2 Uppmätt otäthet

Täthetsprov utfördes före och efter åtgärd. Resultat: 0,2 oms/h vid 50 Pa övertryck före, och 2,3 oms/h efter.

3.4.3 Uppmätt energiförbrukning före åtgärd, kWh/år

Period	Verklig	Korr till normalår
850301 - 860228	27.100	25.100
860301 - 870228	25.700	23.200

3.4.4 Beräknad energiförbrukning enl Nya Enorm, kWh/år

Före åtgärd:	27.800 (Mekanisk frånluft 0,2 oms/h)
Efter åtgärd:	15.300 (Styrd vent 2,3 oms/h)*
Besparing:	12.500

* Vissa otätheter har åtgärdats efter mätningen.

3.4.5 Dimensionerande effektbehov före och efter åtgärd, kW

Före: 7,9 Efter: 4,2 Minskning: 3,7

3.4.6 Indata, Nya Enorm

BYGGNADSSDATA	Zon 1	Zon 2	Zon 3	Totalt
Uppvärmad area, m ²	81	54		135
Uppvärmad volym, m ³	194	92		286
Omslutande area, m ²	187	116		303
Läckande area, m ²	106	116		222
Fönster + dörr,				
% av uppvärmd area	20,1	11,1		16,5
Värme kapacitet, Wh/°C, m ²	100,0	50,0		80,0
Otätthet q-50, m ³ /m ² , h	3,3	1,4		2,3
Motsvarande n-50, oms/h	1,81	1,79		1,80
Typ av verksamhet	Bostad	Bostad		
Drifttidsstyrning	Nej	Nej		

GLASAREOR I m²

Orientering	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV
Zon 1				5,9				3,0
" 2				2,4				1,6
" 3								

TRANSMISSIONSDATA	Zon 1		Zon 2		Zon 3	
Byggdelen	Area	k	Area	k	Area	k
Tak			64,0	0,11		
Vägg, tät						
Vägg, otät	75,0	0,17	46,0	0,16		
Golv, tät	81,0	0,32				
Golv, otätt						
Fönster	13,0	1,20	6,0	1,20		
Dörr	3,3	2,00				
Annan, otät	15,0	0,55				
Annan, tät						
Red. faktor golv		0,75				
Verkligt kA, W/°C	62,6		21,6			
D:o fönsteravdrag	53,5		17,4			
D:o korr till + 20 °C	53,5		17,4			

INNETEMPERATURER FÖR UPPVÄRMNING - MEDEL, °C

Zon 1		20,0
" 2		20,0
" 3		

PROCESSENERGI I kWh/år

Processenergi som ger värme	5000
Övrig processenergi	700
Personvärme	1300
Varmvatten	4000

Figur 10. Indata Nya Enorm, Umeå

3.4.7 Byggnadstekniska åtgärder

Tilläggsisolering av sockel

Före utvändig tilläggsisolering utförs isolering av sockel med Rockwool Sockelelement 902-00, 80 mm, (ej fasad nordost).

Utvändig tilläggsisolering

Balkong och stuprör monteras ned. Entréfront lossas och flyttas fram. Befintlig träpanel tas ned (återanvänds ej). Rockwool Västkustskiva 1365-00, tj 100 mm, monteras (ej vägg nordost). Ny lockpanel laseras och monteras. Balkong, stuprör och entréfront återmonteras. Utvändig lucka till vindsutrymme utförs.

Invändig tilläggsisolering

I matplats och kök monteras Rockwool Varmvägg mot yttervägg i nordost.

Nedmontering av golv- och taklister, foder, köksskåp, elradiatorer samt eluttag. Utflyttning av eldosor - skarvning av plaströr. Montering av Rockwool Varmvägg (tot tj 110 mm) med polyuretanlim. För infästning av köksskåp görs genomgående förstärkning. Tätning mot tak med polyuretanskum innan lister återmonteras.

Byte av fönster

Samtliga fönster byts mot nya Myresjöfönster med isolerglas. Stor noggrannhet vid montering för fullgod lufttätethet. Fönster och bröstningar målas. Nya fönsterbleck monteras.

Invändig isolering av snedtak

I två mindre sovrum tas befintlig träpanel ned. I övriga utrymmen (ej dusch, WC) isoleras direkt mot befintligt tak. Snedtaket reglas 95 mm. Tilläggsisolering monteras - Rockwool Regelskiva 1331-00, tj 95 mm. Ny, godkänd plastfolie monteras omsorgsfullt. I smårummen återmonteras träpanelen. Lister monteras. I övriga utrymmen monteras 13 mm gipsskiva som skarvspacklas och målas lika tidigare.

Tilläggsisolering av stödbensväggar

Stödbensväggar tilläggsisoleras på "kattvinden" med Rockwool Skarmursskiva 1318-00, tj 100, som spikas till befintliga regler med användande av Rockwool Plastbricka 8411-00. Befintlig byggmatta, tj 30 mm, tas bort.

Tätning av vindslucka och fönsterdörrar

Invändig vindslucka och fönsterdörrar förses med nya tätningslister och justeras till fullgod lufttätethet.

Luftvärmekanaler monteras

Luftvärmekanaler monteras i tak/vägganslutning (22 lm) med stickspikning. Noggrann tätning till stosar och tilluftsdon. Kanalerna tapetseras lika vägg. Viss håltagning för återluft.

Markkollector

22 lm plaströr, diam 160 mm, läggs 100 cm under markytan och ansluts vid klädkammare.

Byte av trösklar

Samtliga trösklar byts mot nya med ventilationsspalt.

3.4.8 Installationstekniska åtgärderElradiatorer

Bef radiatorer tas bort från alla utrymmen. I bad, WC och klädvårdsrum monteras nya.

Luftvärmepump

Frånluftvärmepump CTC Master 104 placeras i klädvårdsrummet på varmvattenberedarens plats.

Luftvärmeaggregat

Två luftvärmeaggregat CTC LVA1E monteras. Ett i vardera nedervåningens, resp övervåningens, klädkammare.

Rumsgivare

En rumsgivare placeras på vägg i vardagsrum och ansluts till nedervåningens luftvärmeaggregat. En annan placeras i övervåningens hall och ansluts till denna vånings luftvärmeaggregat.

Utomhusgivare

Utomhusgivare placeras på yttervägg och ansluts till båda luftvärmeaggregaten.

Elinstallation

Ny installation görs från gruppcentral till och mellan värmeprodukterna.

VA-installation

Vattenrör installeras mellan luftvärmepumpen och de två luftvärmeaggregaten. Kall- och varmvatten ansluts till luftvärmepumpen.

Köksfläkt

Bef fläkt byts mot ny.

3.4.9 Mättekniska åtgärderSeparata mätare

Separata elmätare för hushållsel, el för varmvatten, värmepump och uppvärmning, monteras och ansluts.

Gradtimmätare

Temperaturgivare monteras på vägg i trappan samt utvändigt på norrsida och ansluts till gradtimmermätare.

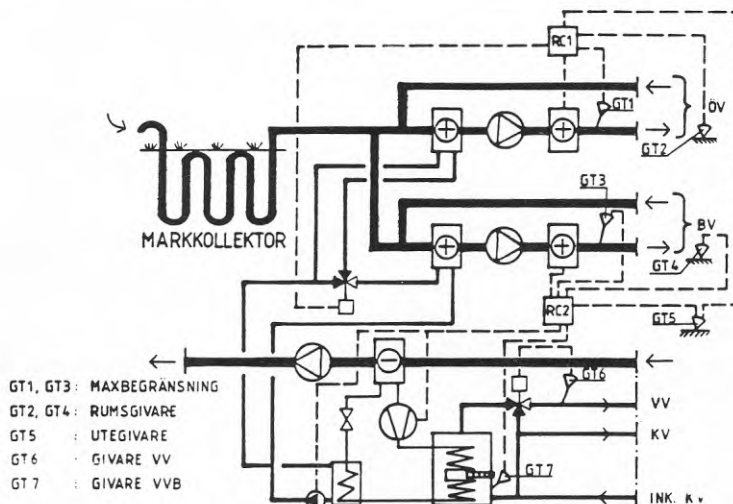
Värmemängdsmätare

Värmemängdsmätare för varmvattenförbrukningen monteras och ansluts.

3.4.10 Kommentarer till systemlösning

Uteluften tas in via en markkolektor. I motsats till Skövde, finns ingen möjlighet att ta in luft direkt via ett uteluftintag.

Det finns ett luftbehandlingsaggregat på varje våningsplan. Frånluftsvärmepumpen förvärmer tilluften i såväl över- som bottenvåning. Denna utformning har valts för att uttröna nyttan av tvåzonsystem i 1 1/2-planshus där temperaturgradienten annars kan bli besvärande.



Figur 11. Flödesschema Umeå

Tilluften distribueras i invändigt isolerade boardkanaler med bakkantsinbläsning vid tak. Detta sker både i det undre och det övre planet - till skillnad mot i Skövde, där inblåsningen i övre planet sker vid golv.

Återluftsggraden är här 0,7 oms/h i bottenvåningen och 1,0 oms/h i övervåningen vilket motsvarar ca 0,8 oms/h för huset i sin helhet.

4. MÄTNINGAR

Syftet med de utförda mätningarna har varit att dokumentera el-användningens storlek och fördelning efter det att husen åtgärdats. Några mätningar före åtgärd har inte gjorts - förutom vad avser byggnadens täthet. Förbrukningsstatistik före åtgärd har lämnats från resp husägare och/eller elverk.

Samtliga mätpunkter har avlästs en gång i veckan av husägarna. Resultaten har rapporterats in löpande. Utöver veckoavläsningarna har kontinuerliga mätningar gjorts i Skövde och Väring. Dessa mätvärden har insamlats med hjälp av separata dataloggers och lagrats som timmedelvärden.

Beträffande temperaturmätningar har speciella sk gradtimmätare använts. Dessa ger vid avläsning för veckan, veckans medelvärden för både inom- och utomhustemperatur. Även data för gradtimmätarna har rapporterats in veckovis.

Med hjälp av de kontinuerliga mätningarna i Väring och Skövde har en relativt god bild av effektprofilen erhållits för dessa två hus, liksom av hur styrningen i resp anläggning fungerat.

I de testhus där hushållselen inte har mätts direkt, har den istället kunnat beräknas med hjälp av övriga mätdata.

Analys, bearbetning och värdering av insamlade mätdata har skett kontinuerligt under projekttiden. Dessutom har en speciell utvärdering av energi- och effektdata utförts av Anders Nilson och Viveca Olving vid Bengt Dahlgren AB, Göteborg. Detta arbete har skett efter mätperiodens slut och med ekonomiskt stöd från Vattenfall.

Värderingen av mätdata syftar till att ge svar på följande frågor:

- Vilken total energiförbrukning får man efter gjorda åtgärder och hur fördelar sig denna på olika delposter?
- Vilket maximalt effektbehov leder åtgärderna till?
- Vilka slutsatser kan man dra beträffande anläggningarnas drift med utgångspunkt från den information som mätningarna ger?
- Är de utförda mätningarna tillräckliga för att man skall kunna dra säkra slutsatser? Eller bör mätningarna kompletteras och fortsätta?

4.1 Mätpunkter

I följande tabell redovisas de mätpunkter som finns i de olika anläggningarna.

Mätpunkter	Skövde	Väring	Åkersb.	Umeå
Utetemperatur (°C)	*	*	*	*
Innetemperatur (°C)	*	*	*	*
Total elförbrukning lågtaxa (kWh)	*	*	*	*
Total elförbrukning högtaxa (kWh)	*	*	*	*
Total elförbrukning alla taxor (kWh)			*	
FTX (kWh)	*			
LVA (kWh)	*			
LVA + FTX (kWh)		*		
Elpanna (kWh)		*		
Drifftid oljebrännare (h)		*		
El för uppvärmning LVA+VP+Elrad (kWh)			*	
El till kompressor (kWh)			*	*
LVA-bv + VP (kWh)				*
LVA-öv (kWh)				*
Elradiatorer (kWh)	*	*		*
Elpatron VV-beredare (kWh)	*		*	*
Värmemängd VV (kWh)		*	*	*
Hushållsel (kWh)				*
Förrådsel (kWh)			*	
Värmepump (kWh)				*

Figur 12. Testhusens olika mätpunkter

5. MÄTRESULTAT ENERGIFÖRBRUKNING

Denna rapport redovisar mätresultaten med avseende på energiförbrukning fr o m vecka 801 t o m vecka 821 för Varing, Åkersberga och Umeå, samt t o m vecka 820 för Skövde.

Mätdata har korrigerats till att gälla hela veckor. I vissa fall har antaganden måst göras på grund av för få mätpunkter. Detta gäller t ex för de fränlufts- värmepumpar som levererat energi till både tilluft och varmvattenberedning.

Mätresultaten redovisas i det följande uppdelat som:

- 1) Energiförbrukning för rumsuppvärmning.
- 2) Energiförbrukning för tappvarmvatten och hushåll.
- 3) Totalt köpt energi.

5.1 Energiförbrukning för uppvärmning

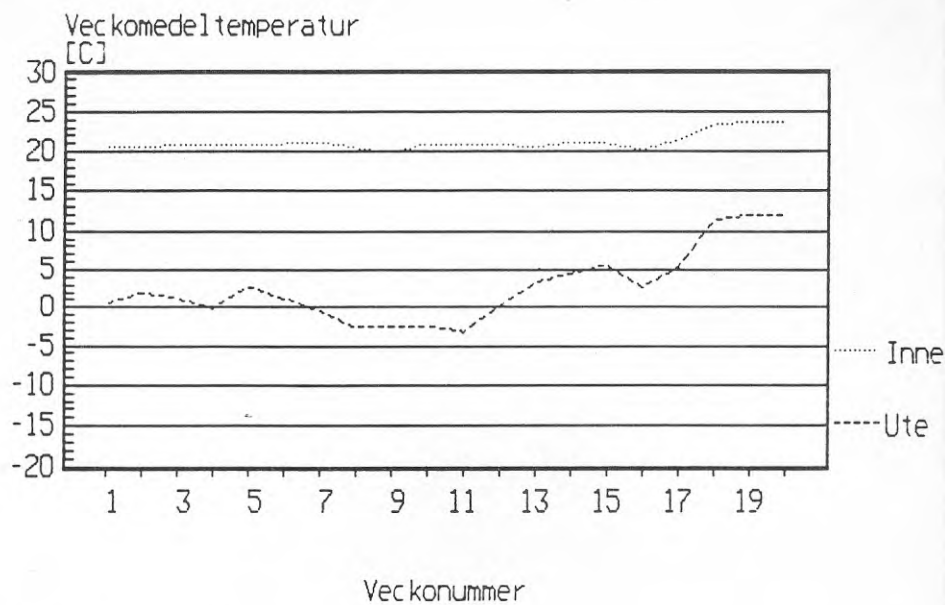
Eftersom uppvärmningsbehovet är temperaturberoende, redovisas - förutom diagrammen för uppvärmning - också diagram som visar variationen i inom- och utom- hustemperatur under mätperioden.

5.1.1 Uppvärmning Skövde

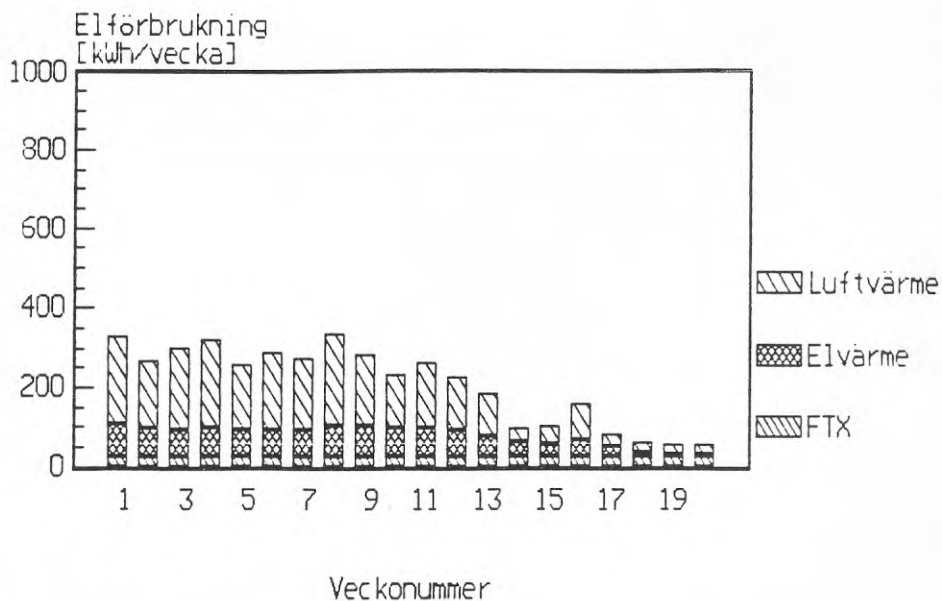
Temperaturen inomhus har under större delen av mätperioden legat på ca 21 °C.

Ökningen i temperatur inomhus under slutet av perioden beror på tillförsel av värme från andra värmekällor än uppvärmningssystemet.

Analyserar man perioden i sin helhet, tyder mätresultaten på att anläggningen fungerar väl. Inomhustemperaturen ligger dock något högt vissa veckor. Detta beror bl a på att strategin för styrning av rummens temperatur ändrats av de boende flera gånger under mätperioden.



Figur 13. Veckomedeltemperatur Skövde



Figur 14. Veckomedelvärden för uppvärmning Skövde

5.1.2 Uppvärmning Våring

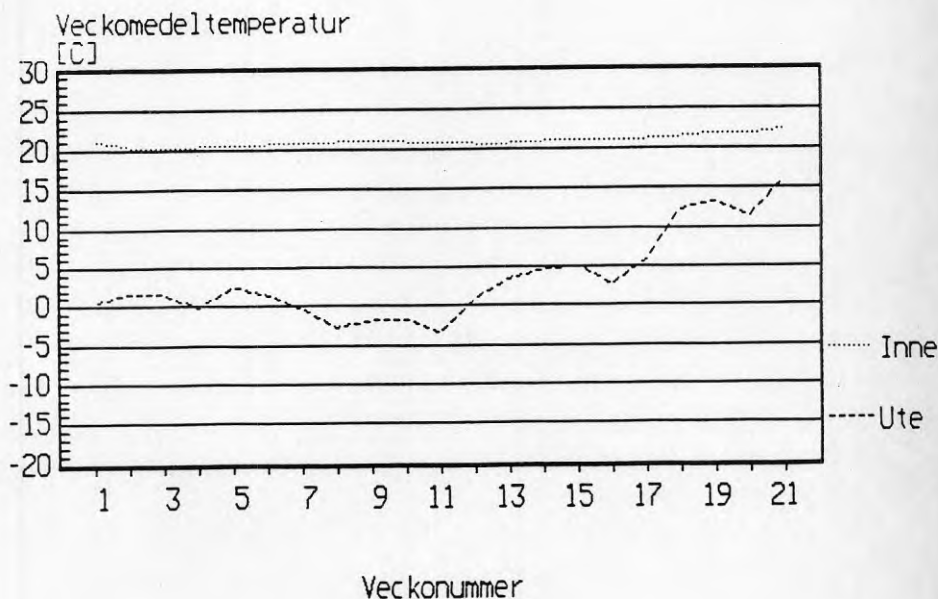
Temperaturen inomhus har under mätperioden legat på ca 21 °C. Utomhustemperaturens variation stämmer väl överens med den som redovisats för Skövde.

En viss ökning av inomhustemperaturen sker under periodens senare del. Anledningen till denna är sannolikt samma som i Skövde, d v s en stor andel solenergi i förening med en ökande utomhustemperatur.

Detta hus värms upp med utnyttjande av både el och olja. Därför redovisas den sammantagna förbrukningen av båda energislagen. Vid redovisningen av olja har hänsyn tagits till kombipannans verkningsgrad.

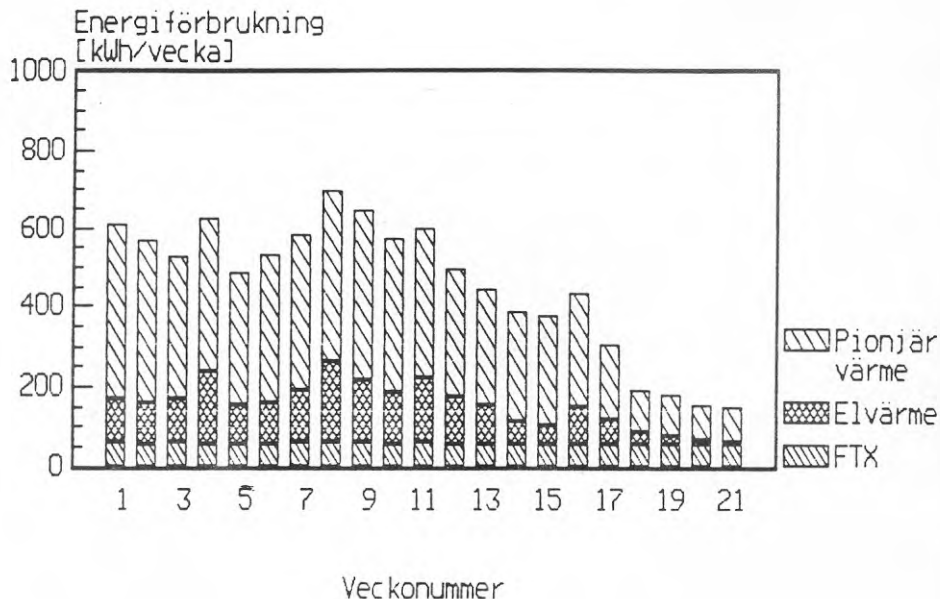
Detta hus kräver betydligt mer energi för uppvärmning än huset i Skövde. Förklaringarna till detta är bl a följande:

- Huset har mycket sämre täthet än det i Skövde.
- Förrådsuppvärmning ingår (58 m²).
- Förrådet är dåligt isolerat.
- Huset är ett enplanshus och har därför större transmissionsförluster per m² bostadsyta än ett 1,5-planshus.



Figur 15. Veckomedeltemperaturer Våring

Det är meningen att den el/oljepanna som finns i huset skall utnyttja el när tariffen är låg, och olja när den är hög. Olja har dock inte utnyttjats före vecka 803. Detta beror på problem med byggnadslov, vilket försenade monteringen av skorstenen. Fördelning olja/el från Pionjärpannan framgår av figur 16.



Figur 16. Veckomedelvärden för uppvärmning Värning

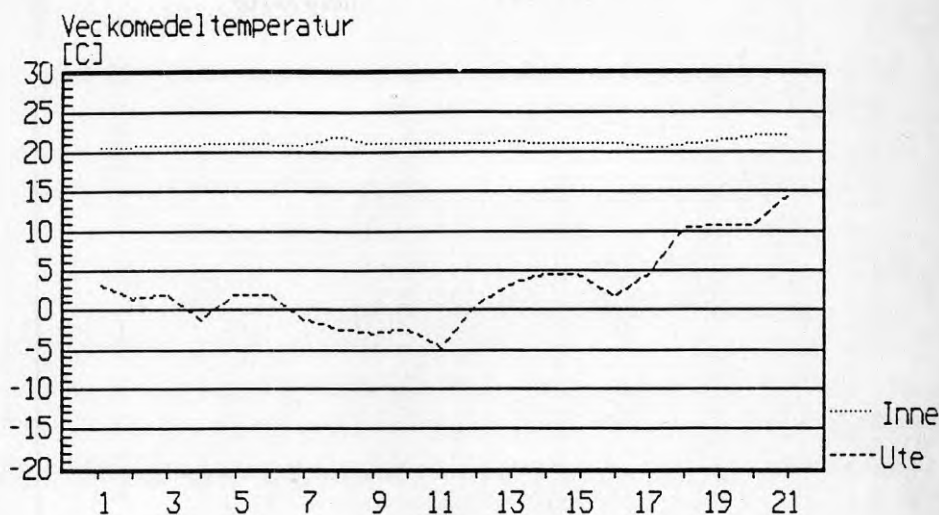
Förbrukningen i direktel-radiatorerna varierar kraftigt. Detta förklaras av det stora och dåligt isolerade förrådet.

Under mätperiodens senare del (vecka 20-21), då inomhustemperaturen steg, har elpannan varit i drift men då endast värmt tappvarmvattnet.

Skillnaden mellan tillförd el och varmvattenförbrukningen, beror på förluster från panna och rörsystem samt på en skillnad mellan uppmätt och verklig varmvattenförbrukning. Om man hade valt en mer detaljerad mätstrategi, skulle detta ha kunnat utläsas direkt ur mätresultaten.

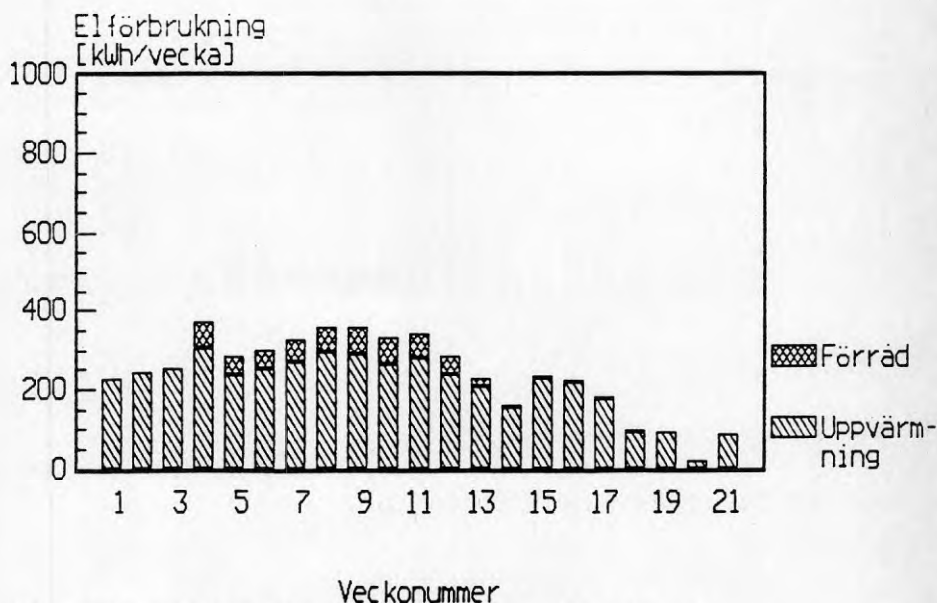
5.1.3 Uppvärmning Åkersberga

Inomhustemperaturen visar i stort sett samma jämna kurva som Skövde och Våring. Nivån är också densamma, ca 21 °C. Utetemperaturen skiljer sig inte heller så mycket från den som gällde för Skövde trakten.



Veckonummer

Figur 17. Veckomedeltemperatur Åkersberga



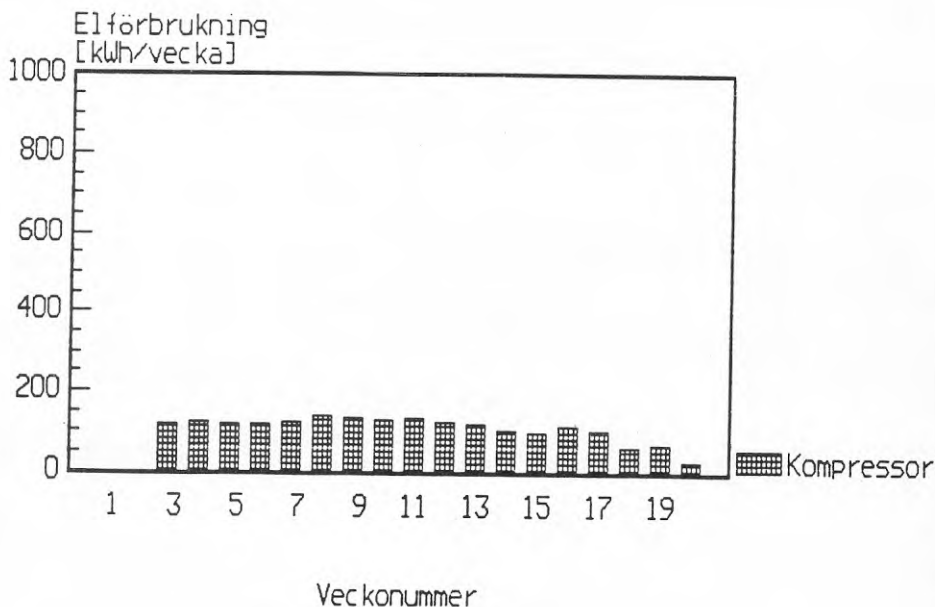
Figur 18. Veckomedelvärden för uppvärmning Åkersberga

Mätstrategin har valts för att mäta den totala förbrukningen. Den tillåter därför inte redovisning fördelat på alla delposter.

I förrådet finns en separat elmätare som installerades under vecka 803. Därför redovisas i energidiagrammet, denna elförbrukning på topparna av el för uppvärmning fr o m vecka 4. För veckorna dessförinnan, ingår denna delpost i hushållselen.

Frånluftsvärmepumpen har varit i drift under hela perioden. Den har givit ett i stort sett konstant bidrag till förvärmningen av tilluft.

Förklaringen till den låga elförbrukningen för uppvärmning och varmvatten under slutet av mätperioden, är att familjen varit bortrest en tid.



Figur 19. Veckomedelvärden för kompressorel Åkersberga

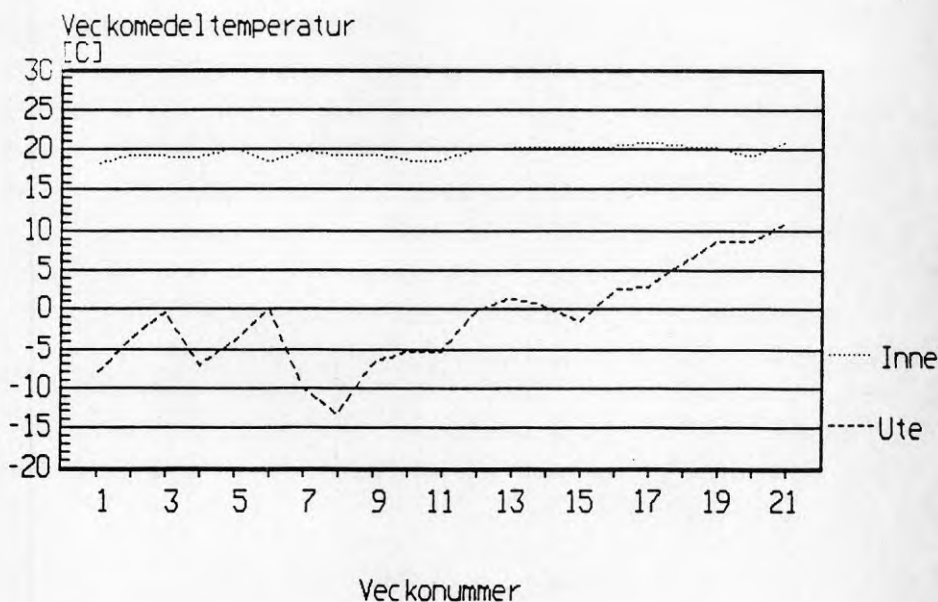
Orsaken till att ingen kompressorel redovisas för veckorna 801 och 802 är att en separatmätning av denna post började först i slutet av vecka 802.

5.1.4 Umeå

Temperaturen inomhus ligger här på ca 19 °C, d v s något lägre än i de andra husen.

Som framgår av diagrammen, har den varierande förbrukningen av el för uppvärmning ett starkt samband med utomhustemperaturen. Detta tyder på en mycket bra reglering och att systemlösningen med två, separata tilluftsaggregat för de båda våningsplanen, fungerat väl.

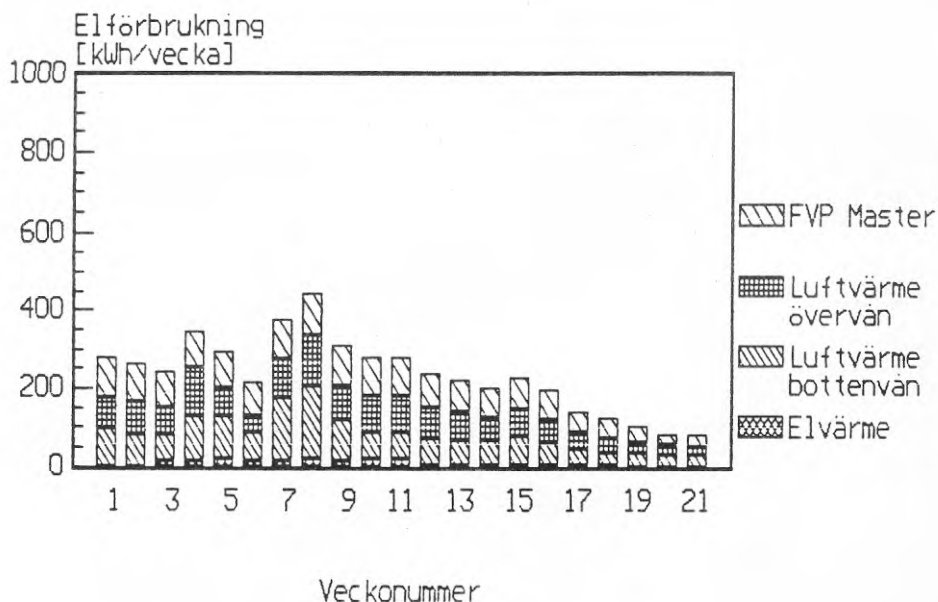
Luftvärmeaggregatens elbatterier har förbrukat lika mycket energi på båda våningsplanen. Hur frånluftsvärmepumpens bidrag till uppvärmningen fördelar sig mellan planen, är inte närmare känt. Man kan därför inte säga något om hur den relativt komplicerade styrningen av denna fungerar.



Figur 20. Veckomedeltemperatur Umeå

Radiatorerna har under den första veckan av redovisad mätperiod varit igång mer än under resten av perioden. Förklaringen till detta är att inställningen av termostaterna ändrades under vecka 802.

Frånluftsvärmepumpen har som synes varit i drift under hela perioden.



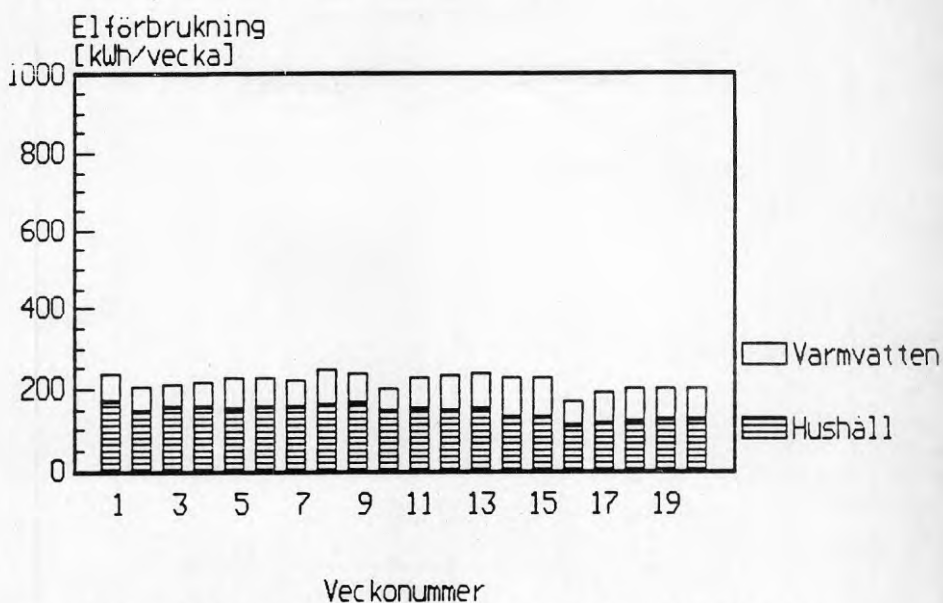
Figur 21. Veckomedelvärden för uppvärmning Umeå

5.2 Tappvarmvatten och hushållsel

Förbrukning av hushållsel har beräknats för tre av testhusen, d v s för alla utom Umeå, där den har mätts upp. Där varmvattenberedningen sker med elberedare (Skövde), har man mätt elförbrukningen, medan man i övriga fall mätt värmeinnehållet i utgående varmvatten. Tillförd energi har sedan kunnat uppskattas med hjälp av värmeenergiförbrukningen.

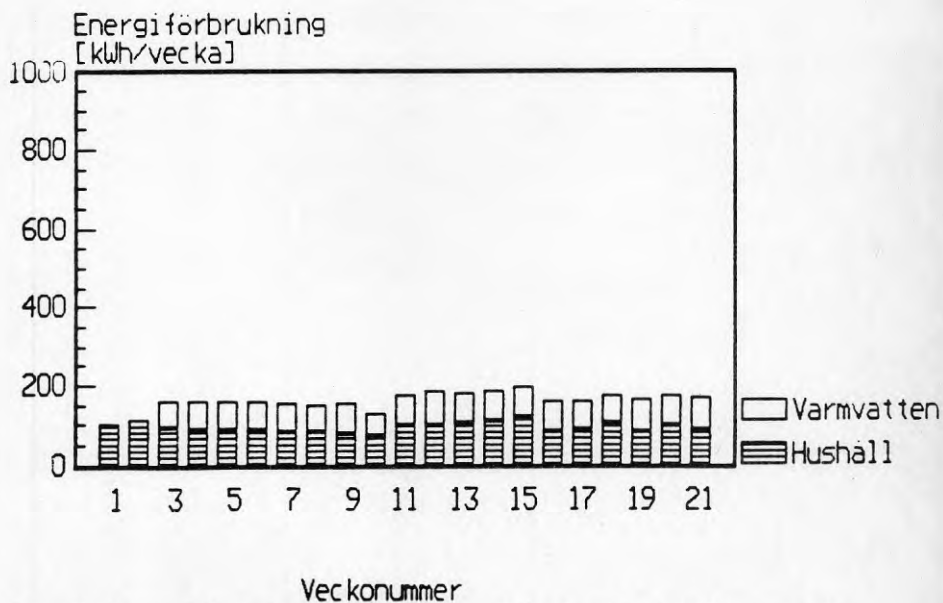
Förbrukningen av el för tappvarmvatten är relativt stabil i de olika husen. Detta förklaras sannolikt av stabila brukarvanor. De variationer som förekommer, beror troligen på tillfällig bortovaro.

5.2.1 VV och hushåll Skövde



Figur 22. Veckomedelvärden för el till vv och hushåll Skövde

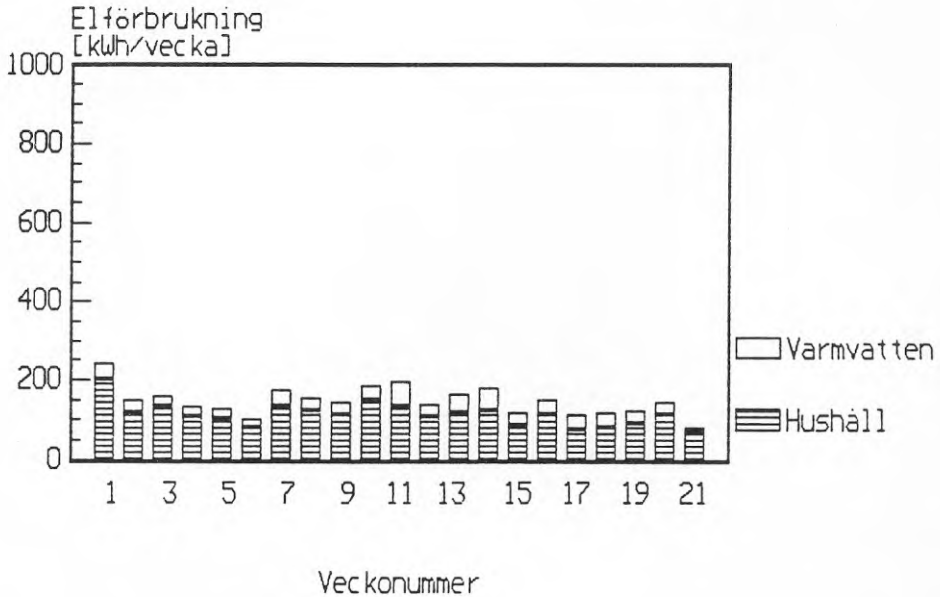
5.2.2 VV och hushåll Värning



Figur 23. Veckomedelvärden för el och olja (netto) till vv och hushåll Värning

5.2.3 VV och hushåll Åkersberga

Huset i Åkersberga har de största variationerna i hushållselförbrukningen. Någon säker orsak till detta är inte känd.

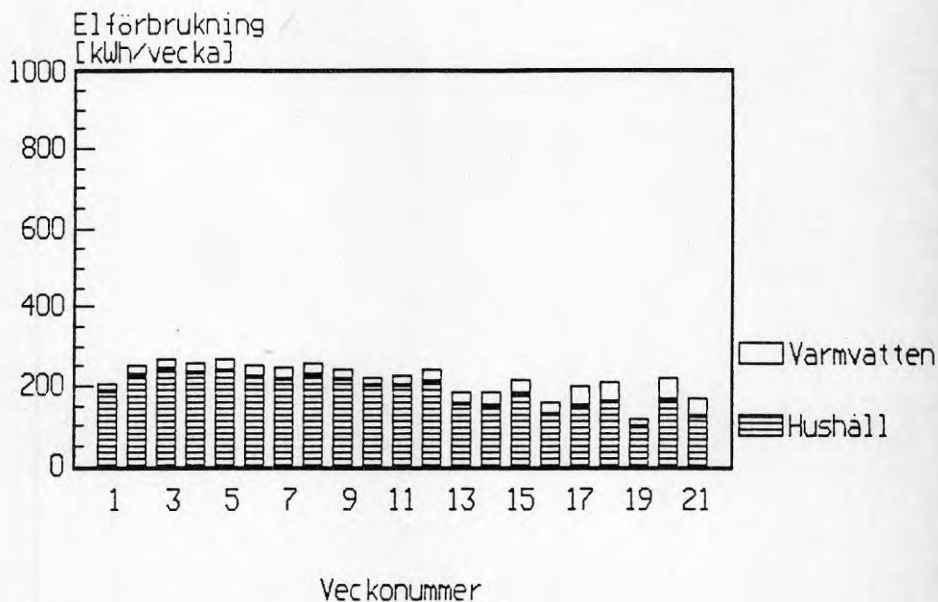


Figur 24. Veckomedelvärden för el till vv och hushåll Åkersberga

Husen i Åkersberga och Umeå har lägre elförbrukning för tappvarmvatten än övriga hus. Det beror huvudsakligen på att värmepumparna producerar större delen av energin.

5.2.4 VV och hushåll Umeå

Umeå har stor hushållselförbrukning. Anledningen till detta har sökts. Någon förklaring har dock inte kunnat hittas.

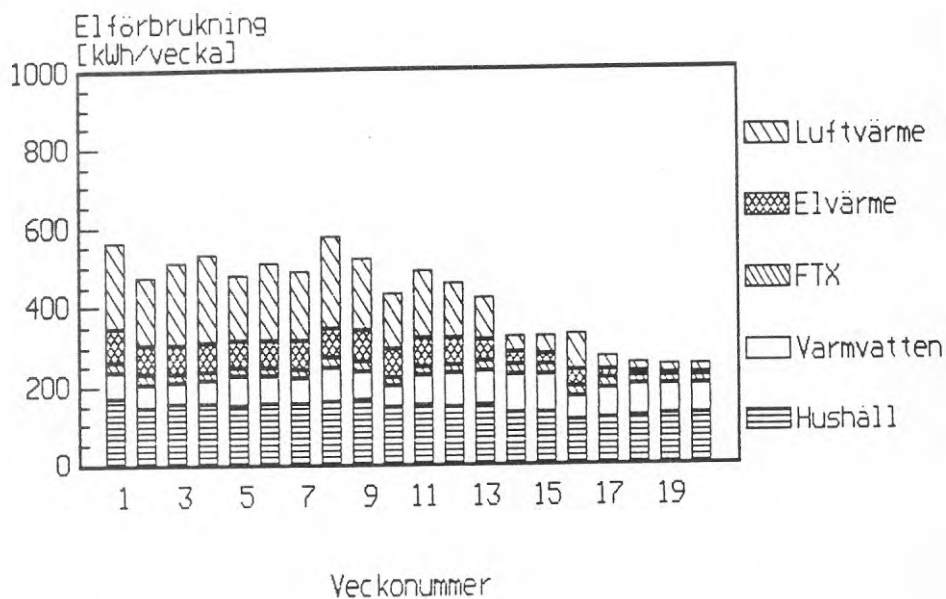


Figur 25. Veckomedelvärden för el till vv och hushåll Umeå

5.3 Total energiförbrukning

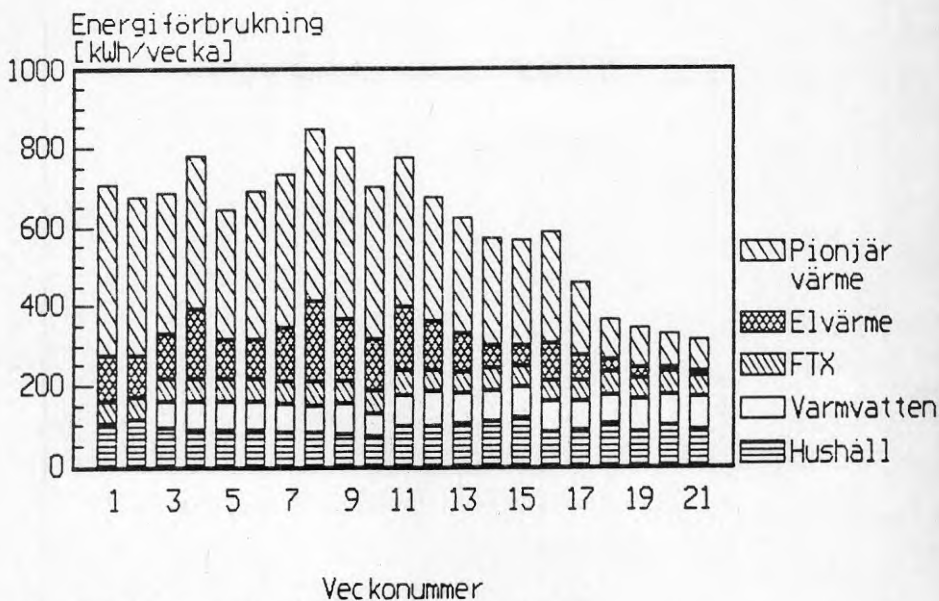
En sammanställning av delresultaten för uppvärmning, resp hushållsel och varmvatten, ger följande resultat.

5.3.1 Totalt Skövde



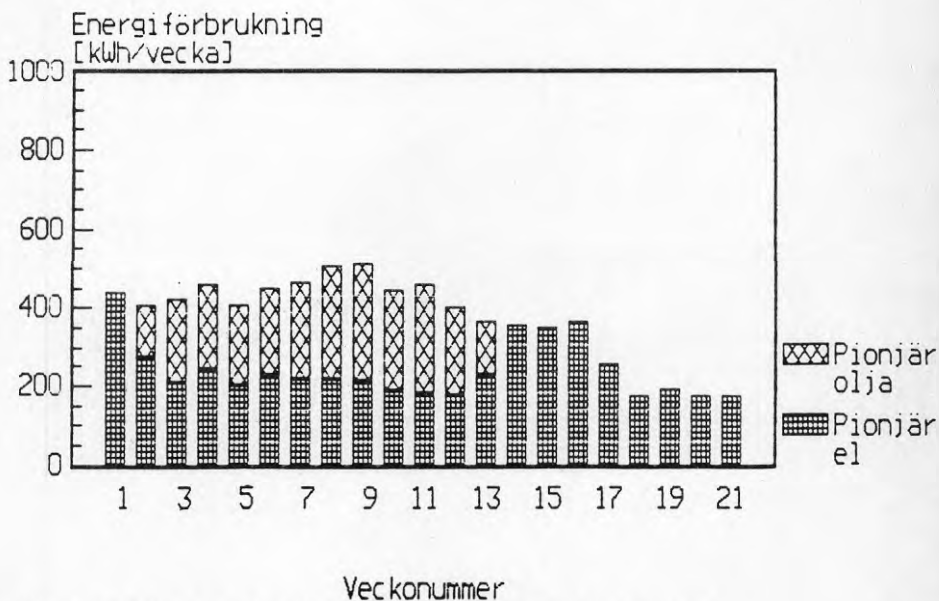
Figur 26. Total elförbrukning Skövde

5.3.2 Totalt Väring



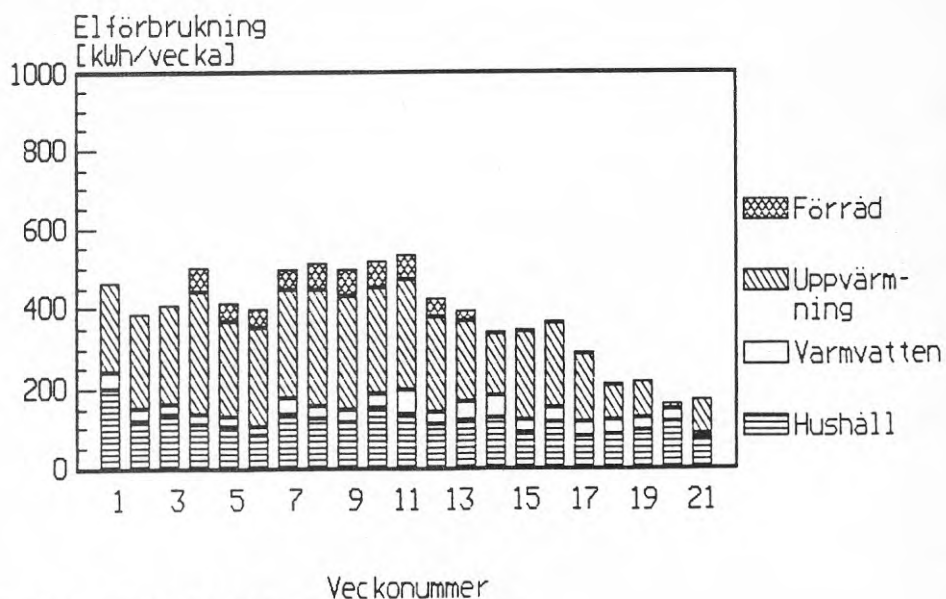
Figur 27. Total el- och oljeförbrukning Väring

Om man fördelar Pionjärpannans totala energiförbrukning på el respektive olja, får man följande bild. Här framgår klart under vilka veckor man utnyttjat eltariffens konstruktion.



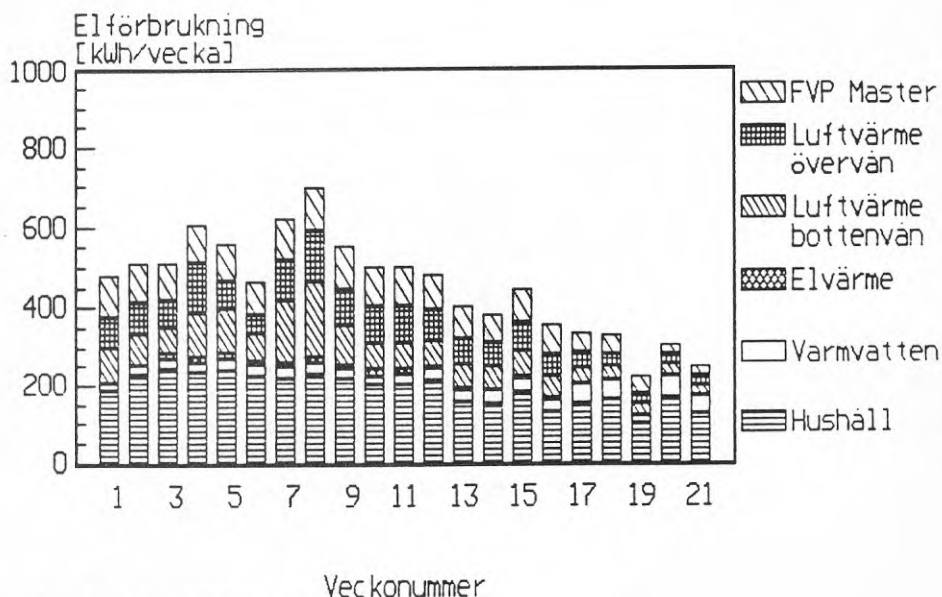
Figur 28. Fördelning el/olja för Pionjärpannan Väring

5.3.3 Totalt Åkersberga



Figur 29. Total elförbrukning Åkersberga

5.3.4 Totalt Umeå



Figur 30. Total elförbrukning Umeå

6. ENERGISIGNATURER

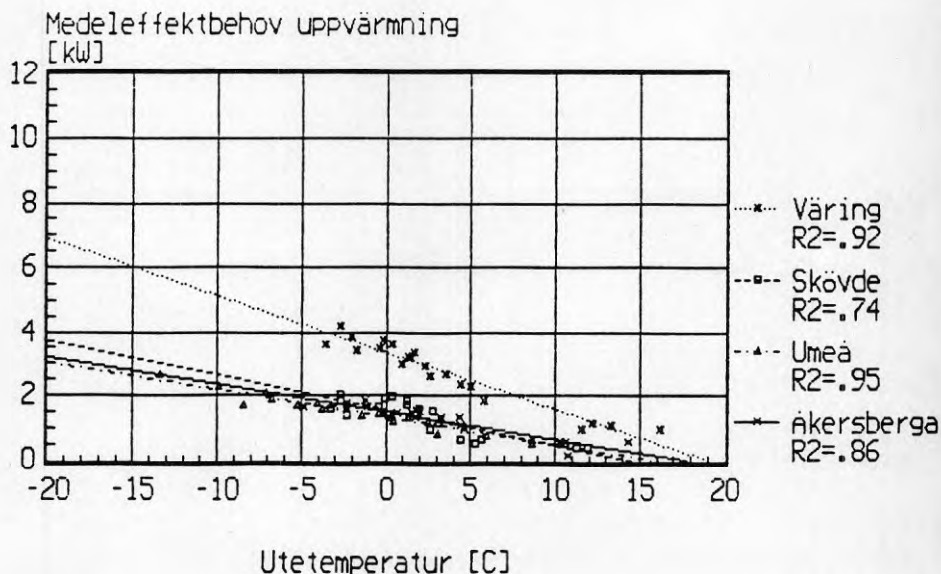
Medeleffektbehovets samband med utetemperaturen, resp differensen i temperatur mellan inne och ute, har räknats fram. Detta har skett med hjälp av uppmätta veckodata och enkel, linjär regressionsanalys. Dessa samband utgör byggnadens sk energisignatur.

Med hjälp av dessa, kan man göra en beräkning av byggnadens totala energiförbrukning för ett normalt år, utan att för den skull behöva mäta hela år.

Mer förfinade energisignaturer, baserade på fler parametrar (solinstrålning, vind mm), har inte bedömts nödvändiga.

6.1 Energisignatur med avseende på utetemperatur

I följande diagram redovisas de energisignaturer som är beroende av utetemperaturen. De avser uppvärmning exkl varmvatten för de aktuella objekten.

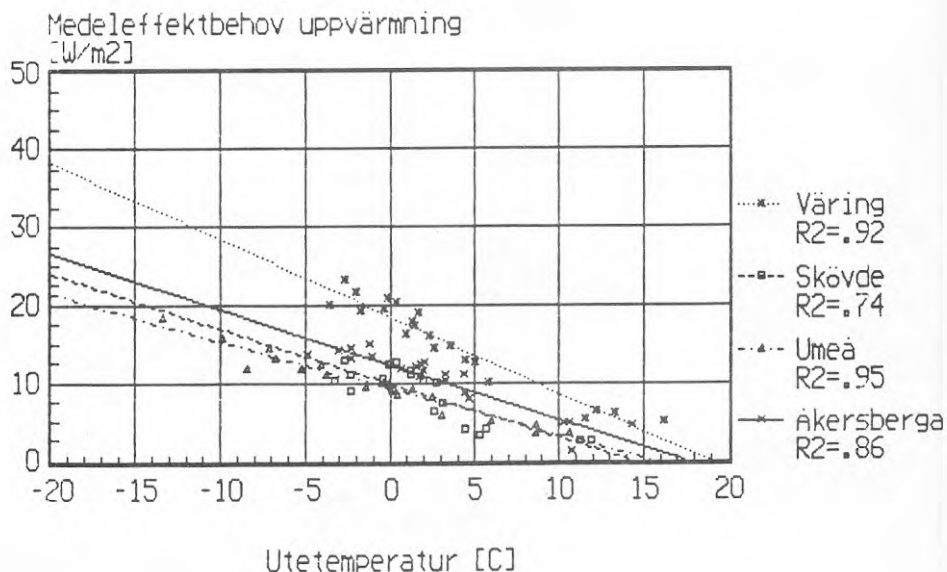


Figur 31. Medeleffektbehov för uppvärmning som funktion av utetemperaturen

Av ovanstående figur framgår att huset i Våring har större medeleffektbehov än övriga hus. Orsaken till detta beror bl a på det stora förrådet och den sämre tätheten. Medeleffektbehovet för de tre andra husen ligger mycket lika. Samma tendenser framgår också tydligt i övriga redovisade diagram över uppmätt veckoförbrukning av energi för uppvärmning.

Till höger om diagrammet har R^2 -faktorerna (determinationskoefficienterna) för de olika objekten redovisats. Ju högre R^2 -faktor, desto bättre överensstämmelse finns det mellan uppmätta och beräknade värden. R^2 -värden över 0,90 visar mycket god säkerhet i mätresultatet. För detta projekt bedöms R^2 -värden över 0,75 som fullt tillfredsställande för att man med god säkerhet skall kunna beräkna byggnadernas årliga förbrukning av energi.

Tar man hänsyn till de olika objekternas uppvärmda yta, får man en mer rättvisande jämförelse.



Figur 32. Medeleffektbehov för uppvärmning per m² som funktion av utetemperaturen

Här kan man fortfarande se att huset i Våring är det medeleffektmässigt sämsta huset. Huset i Umeå är det bästa.

Med hjälp av energisignaturerna har följande årsbehov sammanställts:

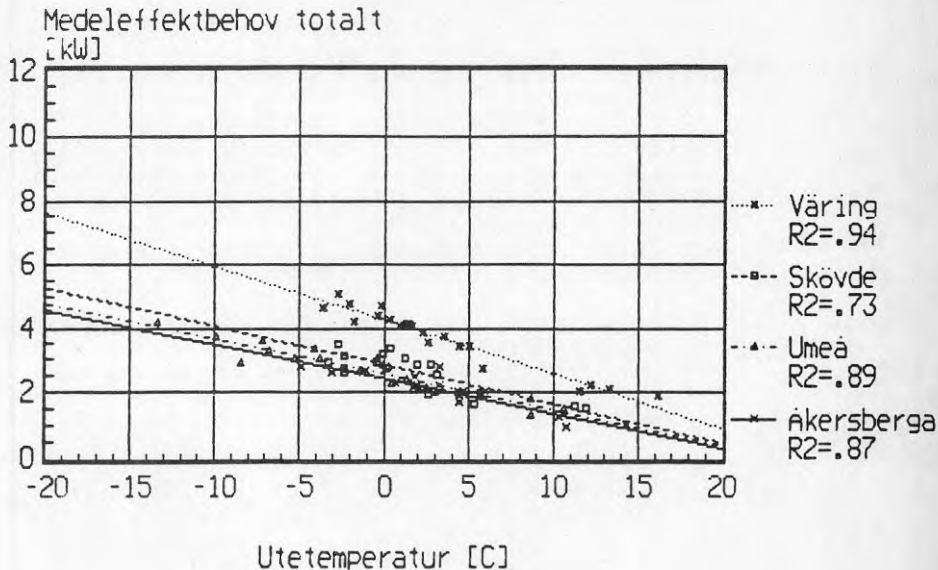
- 1) Förbrukning av energi för uppvärmning (exkl varmvatten).
- 2) Medeleffektbehov vid dimensionerande utomhustemperatur.

Värdena motsvarar testhusens normala årsförbrukning.

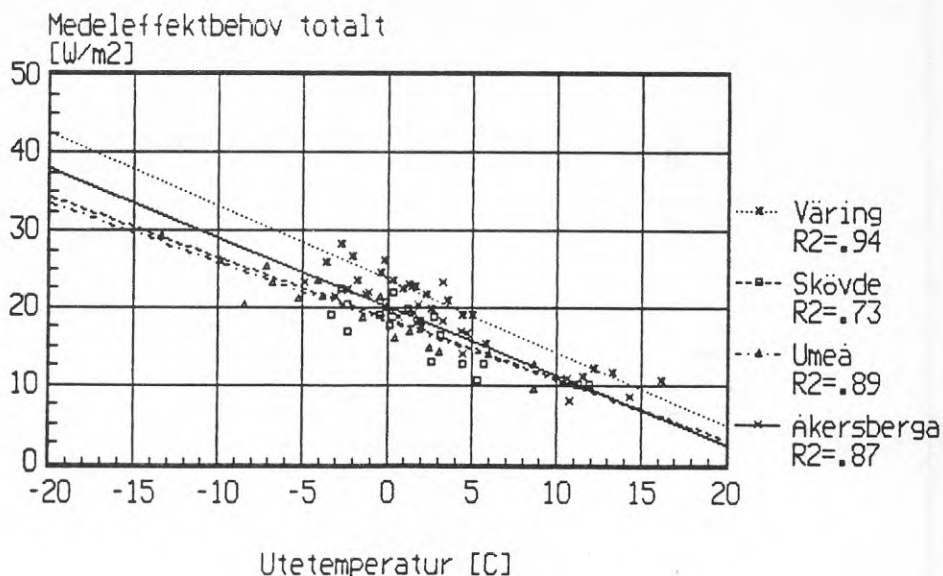
Objekt	Årsenergibehov uppvärmning exkl vv (kWh)	Effektbehov uppvärmning (medel) (kW)	Utetemperatur	
			Dim (°C)	Årsmedel (°C)
Skövde	8 000	3,5	-18	5,8
Väring	19 600	6,5	-18	5,8
Åkersberga	8 000	2,9	-16	6,6
Umeå	8 800	3,0	-20	3,4

Figur 33. Årsenergi- och medeleffektbehov för uppvärmning exkl varmvatten för normalår

Om man tar fram motsvarande energisignatur för det totala medeleffektbehovet, får man följande resultat.



Figur 34. Totalt medeleffektbehov som funktion av utetemperaturen



Figur 35. Totalt medeleffektbehov per m² som funktion av utetemperaturen

Som tidigare har visats, var medeleffektbehovet per m² för uppvärmning, klart högre i Väring än i övriga hus. När man tar med övriga delposter i regressionsanalysen, sker en ganska markant förändring av de olika husens energisignaturer. Skillnaderna mellan husen tenderar att utjämnas.

Orsaken till detta är dels att förbrukningen av energi för varmvattenberedning och hushåll varierar mellan husen, dels att dessa delposter tycks ha ett större temperaturberoende i Åkersberga och Umeå än i övriga hus. Sambandet mellan dessa delposter och utetemperaturen är dock inte särskilt stark.

I Åkersberga och Umeå finns frånluftsvärmepumpar som både värmer vatten och luft. Uttaget av elenergi för varmvattenberedningen blir därför något beroende av utetemperaturen. Detta "vrider" energisignaturen så att den får en större lutning.

Med dessa energisignaturer som bas får vi följande totala energibehov för ett normalår och dess motsvarande medeleffektbehov.

Objekt	Köpt energi totalt (kWh)	Effektbehov totalt (medel) (kW)	Utetemperatur	
			Dim	Årsmedel (°C)
Skövde	18 400	5,1	-18	5,8
Väring	28 000	7,2	-18	5,8
Åkersberga	14 900	4,1	-16	6,6
Umeå	19 000	4,8	-20	3,4

Figur 36. Totalt årsenergi- och medeleffektbehov för normalår

7. EFFEKTMÄTNINGAR

Utöver de avläsningar som gjorts per vecka, har en kontinuerlig insamling av data skett i Skövde och Våring i syfte att studera bl a effektprofiler. Dessa data har samlats in via ett separat mätsystem. Ur råmaterialet kan man ta fram många intressanta uppgifter. Vi har här valt att redovisa:

- 1) Totalt uppmätt uttag av eleffekt - och dess fördelning på olika delposter.
- 2) Lufttemperaturerna inom- och utomhus.

De kontinuerliga mätningarna har pågått fr o m v 811 t o m v 823 i Skövde, och t o m v 824 i Våring. I denna rapport har vi valt att endast redovisa data t o m v 817. Under senare delen av mätperioden - då uppvärmningsbehovet helt har upphört - sker inga stora förändringar i effektprofilerna.

Under mätperioden gällde - för både Skövde och Våring - högtariff månd t o m fred, kl 06.00 - 22.00, och lågtariff under övrig tid. Dessutom skedde i slutet av v 813 (1988-04-01), övergång till "sommartaxa" - d v s en rak lågtariff utan uppdelning på vare sig dag eller natt, vardagar, helger etc.

Diagrammen skall läsas så att punkten 0 h motsvarar måndagar kl 00.00 och 168 h söndagar kl 24.00.

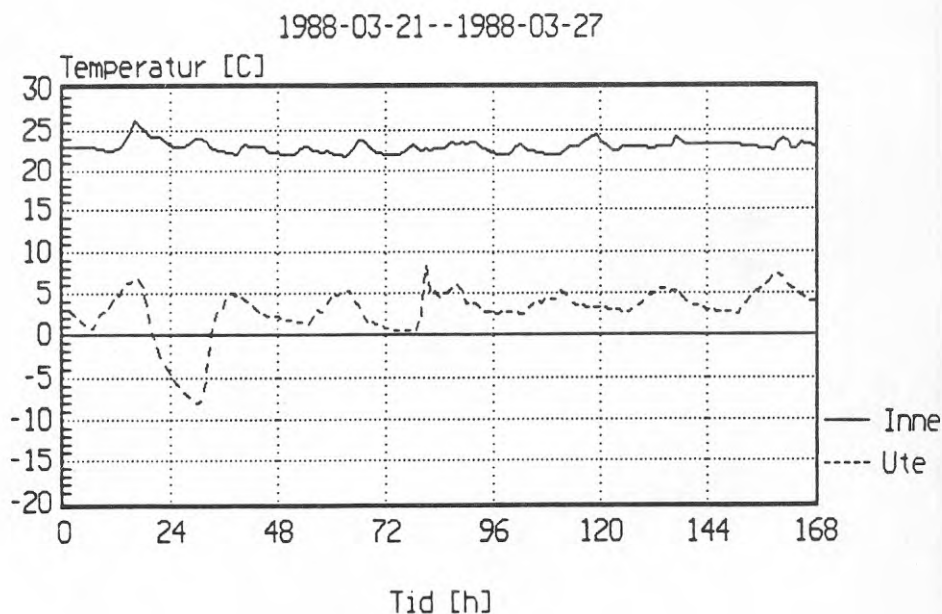
7.1 Effektmätningar i Skövde

För Skövde redovisas här vissa resultat från veckorna 812, 813 och 817. Profilerna är typiska för Skövdehusets funktion.

Om man studerar inomhustemperaturen, finner man generellt i Skövde att den dels ligger ganska högt (över 21 °C), dels att den varierar ganska mycket och ofta. De stora svängningarna beror under vissa perioder på utetemperaturens svängningar och solinstrålning. Men även på de boendes experimenterande med olika sänkningar av innetemperaturen dag och natt. Inomhustemperaturen reagerar snabbt på en temperaturhöjning utomhus under perioder utan uppvärmningsbehov. Detta kan tyda på att uteluftsintaget är placerat så att tilluften direkt eller indirekt påverkas starkt av solen.

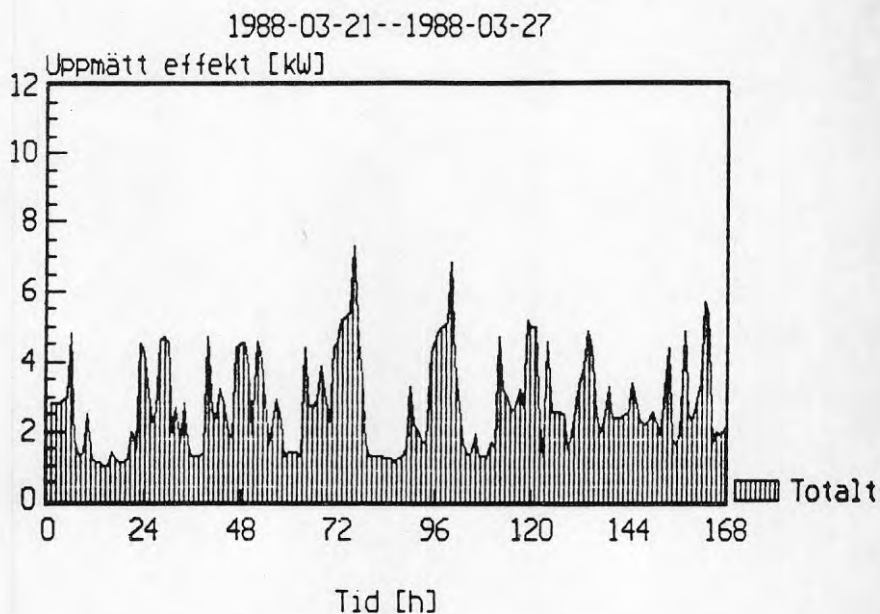
Att den kraftiga höjningen i temperatur inomhus inte kan bero på en inkoppling av luftvärmeaggregatet, framgår av effektdiagrammen.

Observera, att temperaturgivaren vid de kontinuerliga mätningarna, ej är placerad på samma ställe som den givare som använts för veckoavläsningar. Avvikelse i inom- och utomhustemperaturer mellan de två mätsystemen förekommer och förklaras av detta.



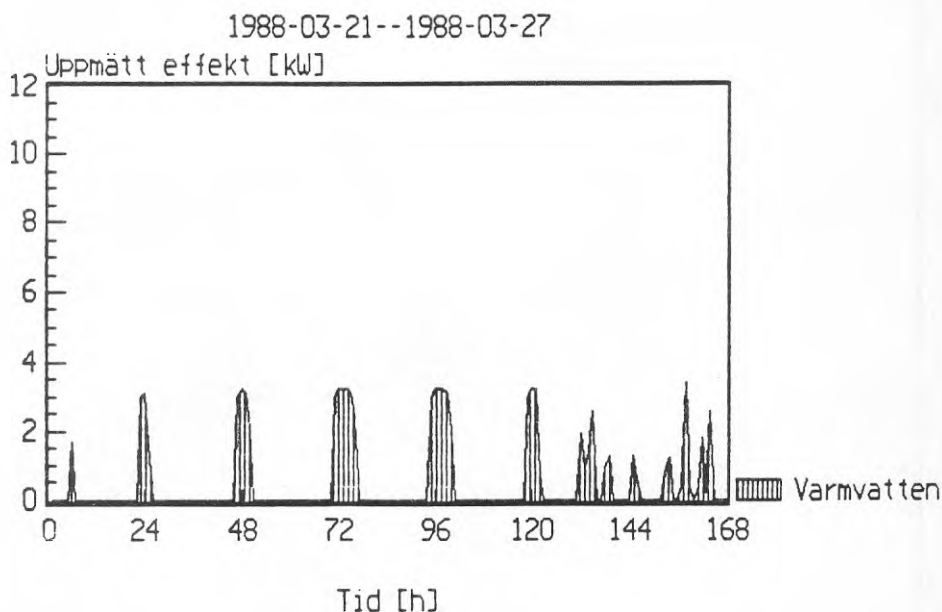
Figur 37. Timmedeltemperatur Skövde (vecka 812)

Det bör påpekas att man i effektdiagrammen inte kan se det maximala effektuttaget under perioden. Tidsupplösningen är en hel timme och de momentana effekttopparna under denna kan mycket väl vara högre, men ha en sådan kort varaktighet att man vid timvärden endast ser en utjämnad "effekttopp".



Figur 38. Totalt effektbehov Skövde (vecka 812)

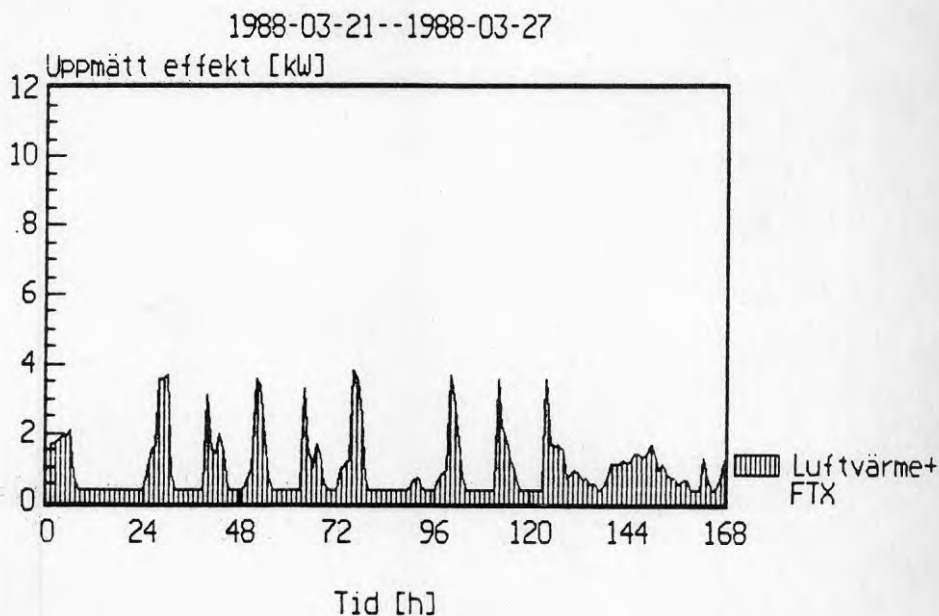
I det totala effektdiagrammet framgår att det förekommer effekttoppar några gånger varje dygn. Genom att studera deeffekterna, kan man göra en bättre analys av orsakerna till dessa toppar.



Figur 39. Effektbehov för varmvattenberedning Skövde (vecka 812)

Som framgår, utnyttjas den låga tariffen nattetid under vardagar. Under helgen gäller lågtariff även under dagtid, varför varmvattenberedningen tillåts gå in då det funnits behov, oavsett tidpunkt. I mitten av perioden har hela nattperioden med lågtariff utnyttjats. Varmvattenberedarens maximala effekt är 3 kW.

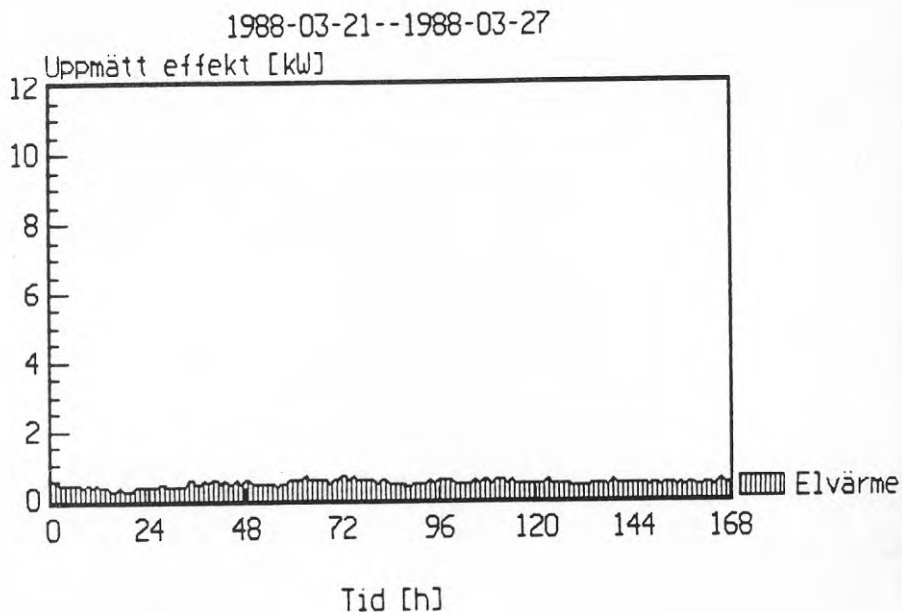
I Skövde sker uppvärmningen genom en värmeåtervinning mellan från- och tilluft och elbatterier i tilluften. I de separata enhetsaggregaten (LVA respektive FTX) ingår dessutom fläktar. Dessa delposter har vi i analysen slagit ihop till posten "Luftvärme + FTX".



Figur 40. Effektbehov för luftvärmare och FTX Skövde (vecka 812)

I diagrammet kan man se att en del av effektuttaget ligger ganska konstant i botten på diagrammet, medan en annan del ger kraftigare effekttoppar. Det maximalt möjliga uttaget av effekt för luftvärme och FTX-aggregaten tillsammans, är ca 4 kW.

När effekten kopplats in, har tilluftens temperatur stigit endast marginellt. Övrig inverkan på temperaturen inomhus, beror på solinstrålningen.

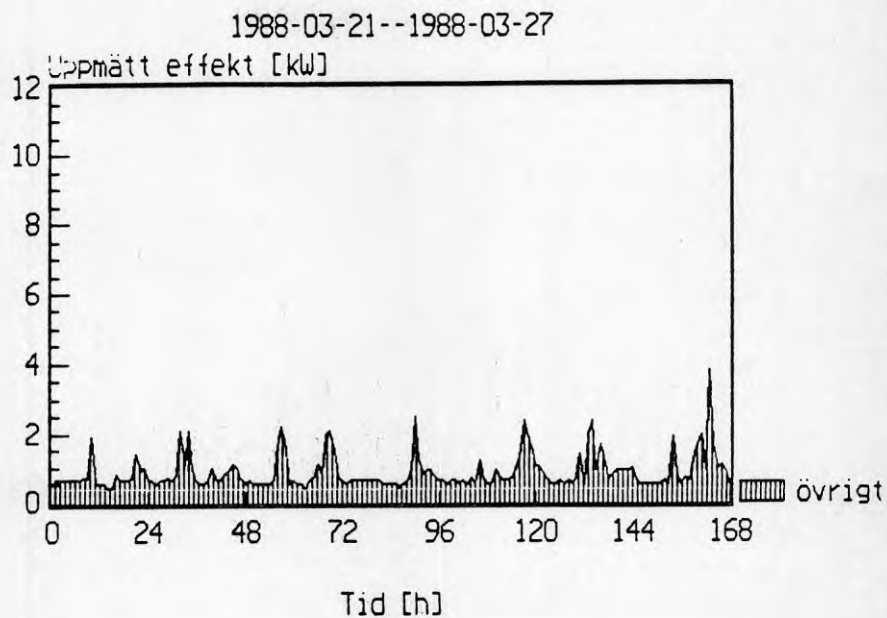


Figur 41. Effektbehov för elvärme Skövde (vecka 812)

För de elradiatorer som finns kvar i våtrum mm, är effektprofilen mycket jämn eftersom de styrs av termostaten.

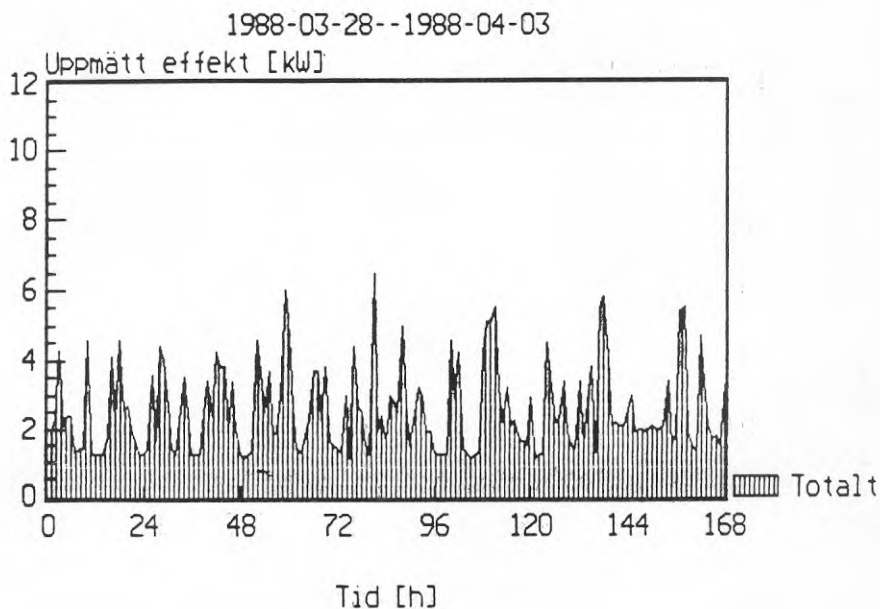
Under mätperiodens övriga veckor är effektuttaget tämligen likartat, utom i slutet av perioden då inget värmebehov fanns. Vi redovisar därför denna delpost endast för veckan ovan.

Slutligen redovisas delposten "Övrigt", vilken i stort sett avser förbrukningen av hushållsel.



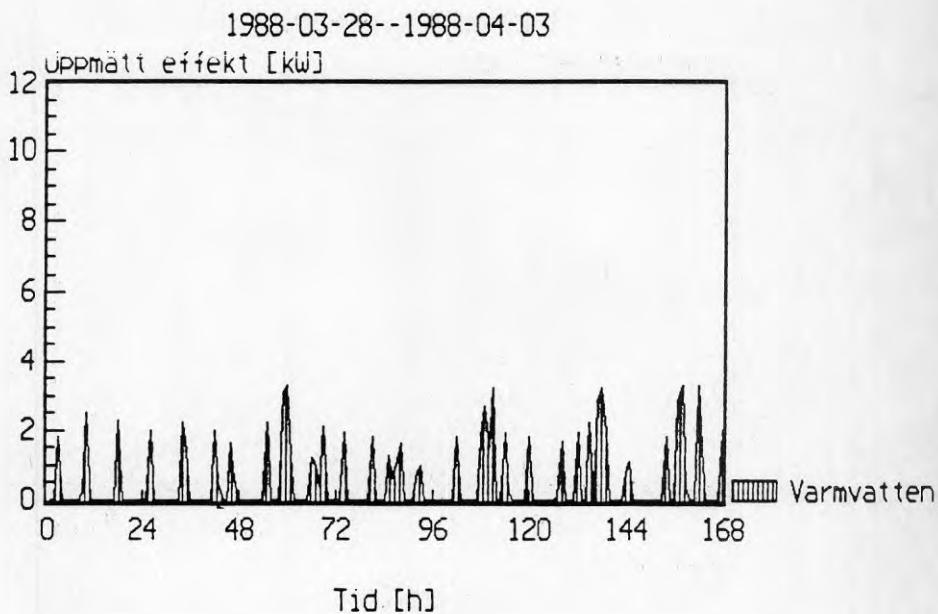
Figur 42. Effektbehov för övrigt Skövde (vecka 812)

Detta är ett typiskt utseende på effektprofilen för hushållselförbrukningen i detta hus. Effekttopparna kommer under de tider då elförbrukningen brukar öka för en normalfamilj; morgon, lunch och kväll.



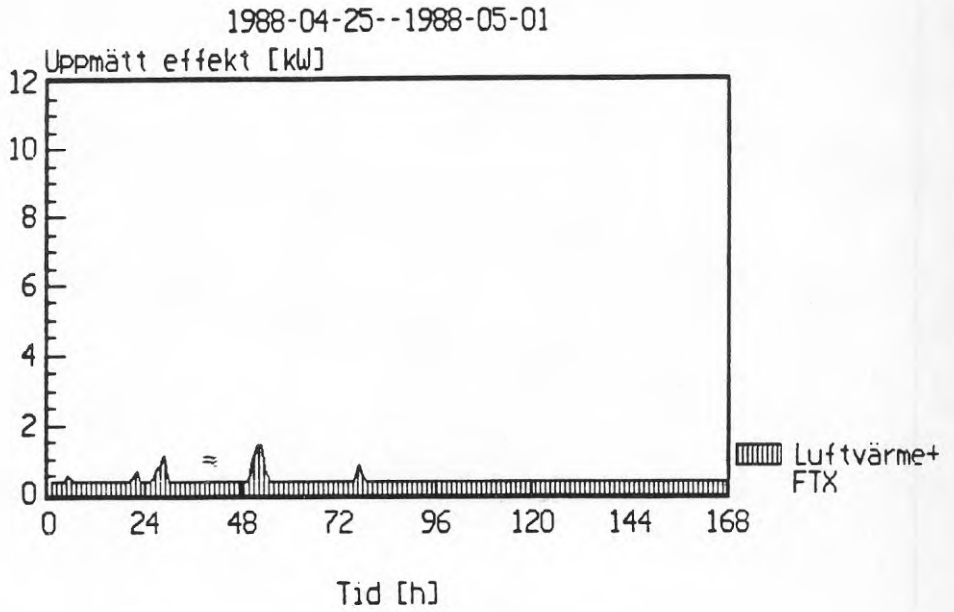
Figur 43. Totalt effektbehov Skövde (vecka 813)

Förändringen i förhållande till v 812, orsakas av att deleffektprofilerna har ändrat karaktär - speciellt den för varmvattenberedningen.



Figur 44. Effektbehov för varmvattenberedning Skövde (vecka 813)

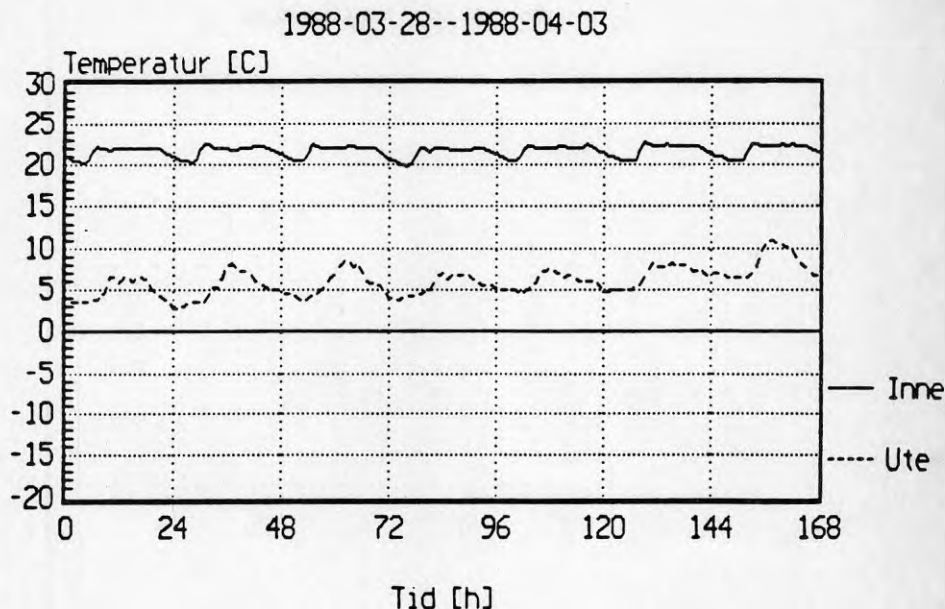
Tidsstyrningen av elberedaren har inte fungerat under denna period.



Figur 45. Effektbehov för luftvärmare och FTX Skövde (vecka 817)

7.2 Effektmätningar i Väring

För Väring redovisas veckorna 813 och 814.



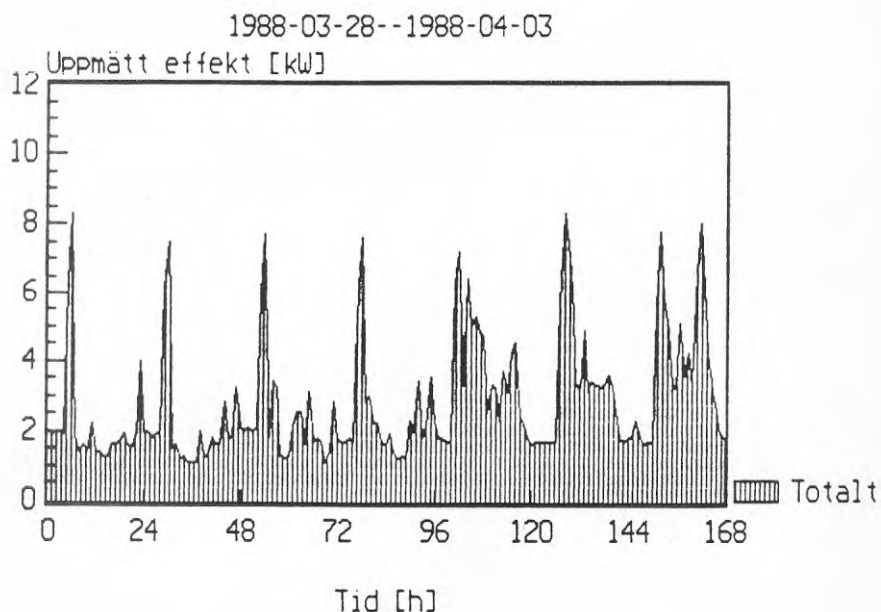
Figur 46. Timmedeltemperatur Väring (vecka 813)

Temperaturnivån i Väring är något lägre än i Skövde.

Av diagrammet kan man se att temperaturen inomhus sjunker på nätterna och stiger på förmiddagarna. Detta beror på att nattsänkning har utnyttjats.

De kraftiga effektuttagen under morgontimmarna, beror på att pannan medvetet startats med utnyttjande av billig nattel mellan kl 5 och 6.

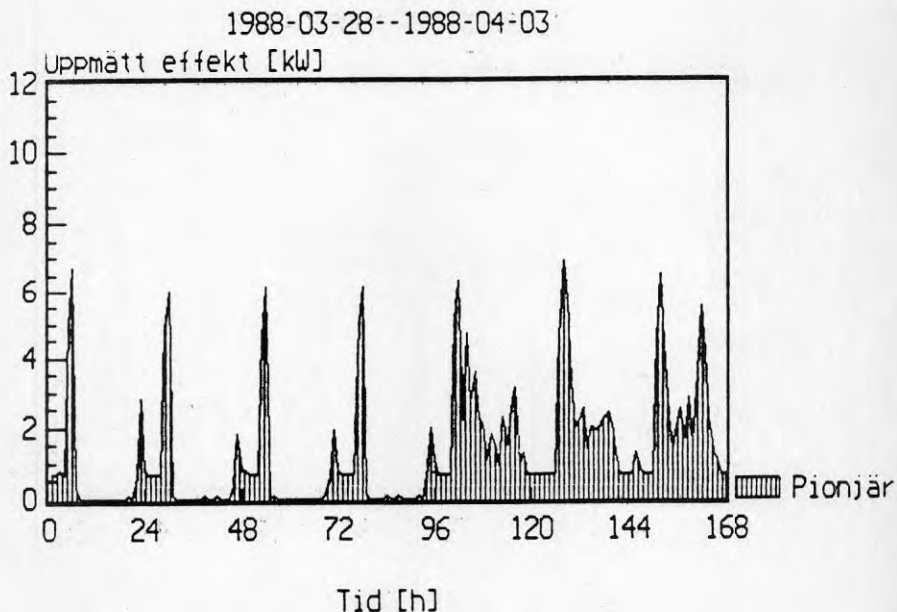
Tolkningen av effekttopparnas storlek bör ske med försiktighet av samma skäl som redovisas i kommentar till figur 37.



Figur 47. Timmedeleffekter totalt Väring (vecka 813)

Det är väsentligt att påpeka att endast det totala eleffektbehovet redovisas. Någon "effektmätning" på oljesidan har inte gjorts.

För att man skall kunna analysera orsaker till variationerna i uttag av effekt redovisas följande delposter: "Pionjär" (el), "Luftvärme + FTX", "Elvärme" och "Övrigt".



Figur 48. Effektbehov för Pionjär (el) Väring (vecka 813)

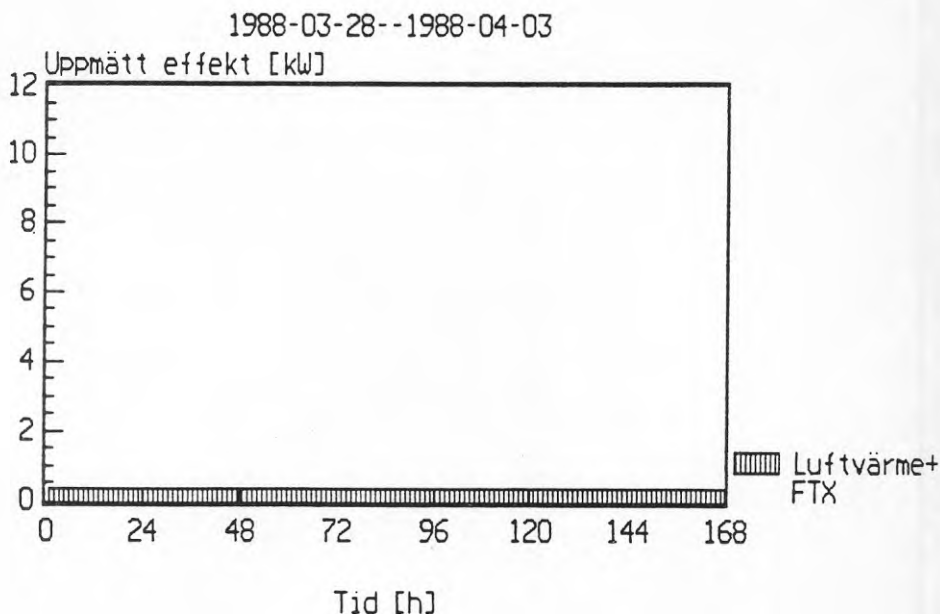
I början av veckan (måndag - torsdag) utnyttjades tariffstyrningen med lågtariff kl 22-06. Under denna tid utnyttjades el för uppvärmning och varmvattenberedning. Något effektuttag under dagtid har inte redovisats, varför man kan sluta sig till att olja har använts istället. Pannans märkeffekt för el har begränsats till ca 9 kW.

Efter torsdagen (96 h) gällde kontinuerlig lågtariff. Efter denna tidpunkt ser man också att effektprofilen markant förändras även vardagar.

Orsaken till effekttopparna vid kl 22.00 förklaras av att pannan övergått från olje- till eldrift p g a tariffstyrningen.

Effekttopparna på morgonen beror sannolikt på den tidigare omnämnda nattsänkningen som leder till högt effektbehov under morgonen (jfr figur 46).

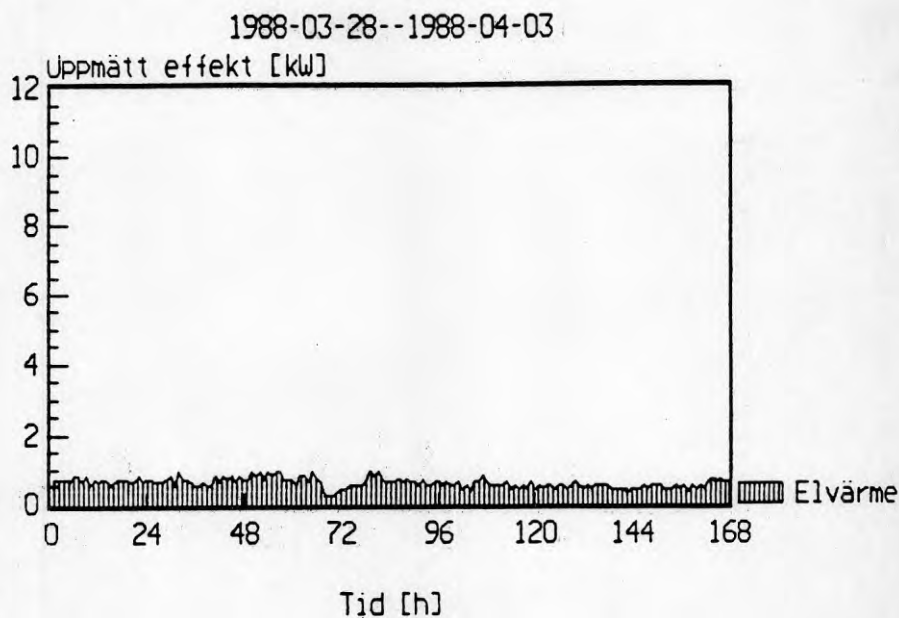
Vad beträffar effektbehovet för "Luftvärme + FTX", kan man se att detta i stort sett varit konstant under hela mätperioden.



Figur 49. Effektbehov för luftvärmare och FTX Väring (vecka 813)

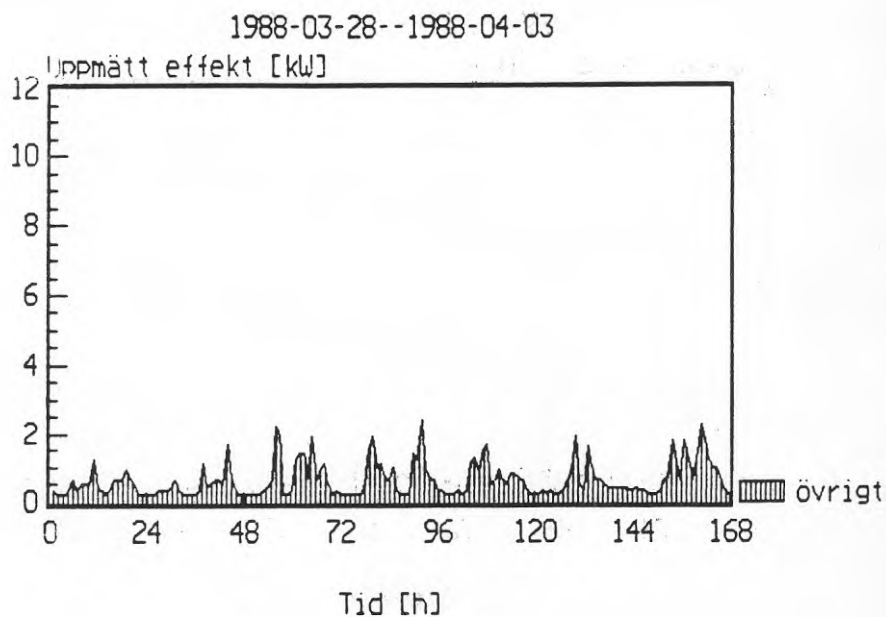
Elbatteriet för förvärmning av tilluft har - som synes - inte utnyttjats alls. Pionjärpannan har klarat både uppvärmnings- och varmvattenbehovet. Det effektbehov som ändå funnits, avser därför endast de bägge aggregatens fläktdelar.

På samma sätt som i Skövde varierar effektbehovet för kvarvarande elradiatorer (våtrum, förråd mm) obetydligt. Medeleffektbehovet är dock större i Väring på grund av det stora förrådet (58 m²) som fortfarande värms upp med elradiatorer.



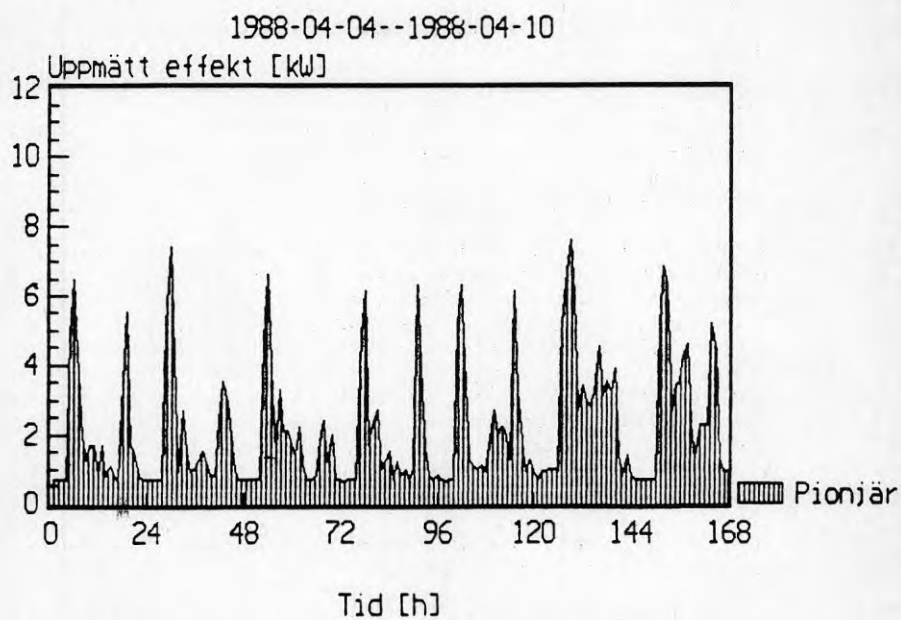
Figur 50. Effektbehovet för elvärme Väring (vecka 813)

Vad beträffar effektbehovet "Övrigt" (hushållsel mm) ser man att detta varierar mer än i Skövde vilket förklaras av att någon i familjen oftast är hemma under dagtid.



Figur 51. Effektbehov för övrigt Väring (vecka 813)

Efter v 813 sker inga dramatiska förändringar av effektprofilerna, förutom att pannan styrs efter en kontinuerlig lågtariff med eldrift såväl dag som natt, vardagar som helger.



Figur 52. Effektbehov för Pionjär (el) Våring (vecka 814)

8. KOSTNADER

Syftet med projektet är att studera hur energiförbrukning och effektbehov kan minskas genom byggnads- och installationstekniska förändringar, utan att uppvärmningssystemen konverteras till annan primär energikälla än el. Men också att studera vilka kostnader som uppstår vid genomförandet av förändringen och hur dessa fördelar sig.

Ambitionen ur allmän synpunkt är självfallet att dessa kostnader skall vara så låga som möjligt. Ur projektsynpunkt är ambitionen att de skall vara så realistiska som möjligt. Ingen av dessa ambitioner kunde infrias i de fyra provhusen.

I första hand beror detta på att de var just provhus. Upphandling av entreprenader för bygg, VS, el och ventilation skedde under sommaren 1987 för att tillfredsställa kravet på genomförande i god tid före uppvärmningssäsongen. Arbetet med projekteringen var då ännu inte helt avslutat. Entreprenadarbetena kom därför att utföras på löpande räkning och delvis med ofullständiga handlingar som underlag. Som grund för bedömning av åtgärdernas kostnadseffektivitet, är därför de faktiska kostnaderna för projektets genomförande ganska ointressanta. Viktigare är den erfarenhet som arbetet har givit och som nu i efterskott gör det möjligt att med god säkerhet beräkna vad åtgärderna egentligen skulle ha kostat.

De faktiska kostnaderna - sådana de nu var - redovisas därför i figur 53 tillsammans med en bedömning av vad de borde varit under andra förhållanden och med den kunskap projektet givit.

Angivna kostnader är 1987 års priser exkl moms. Tkr.

Objekt	Faktisk projekt-kostnad	Bedömd framtida kostnad		
		Material	Arbete	Totalt
Skövde	176	50	110	160
Väring	244	100	145	245
Åkersb.	198	70	100	170
Umeå	304	75	145	220

Figur 53. Projektets faktiska kostnader och bedömd framtida kostnad.

8.1 Kommentarer till kostnaderna

Projektets kostnader förtjänar att kommenteras med avseende på olika omständigheter.

8.1.1 Missvisande faktisk kostnad

Entreprenadarbetena utfördes på löpande räkning under tidspress och med ofullständiga entreprenadhandlingar. Material tillhandahölls i stor utsträckning från ROCKWOOL AB resp PARCA CTC AB. Den redovisade, faktiska kostnaden för de fyra provhusen är därför missvisande i största allmänhet, men även genom att den innehåller en för hög andel arbetskostnad, och en alltför låg materialkostnad.

8.1.2 Kostnad för mätutrustning

Till provhusens extraordinära kostnader hör även kostnaden för projektets mätutrustning och för installationen av denna.

8.1.3 Kostnadsfördelning material - arbete

Det är viktigt att observera att merparten av åtgärdernas kostnader faller på arbete och inte på material. Detta gäller inte bara provhusens speciella kostnadssituation utan även de bedömda, framtida kostnaderna.

Möjlighet till egen arbetsinsats från byggherrens sida kan alltså väsentligt minska totalkostnaden.

8.1.4 Hög energistatus, men även hög allmän standard

De fyra provhusen har efter genomförda åtgärder fått en energiförbrukning och ett effektbehov som svarar mot dagens nyproduktion, s k ELAK-standard.

Men husen har också renoverats till nybyggnadsstandard i övrigt. Behov av sådan allmän renovering, varierade i de studerade objekten. En viss del av den gjorda investeringen kan alltså hänföras till energiupprustning, resten till renovering eller andra standardhöjande åtgärder. Klart är att om energiupprustningen genomförs vid ett tillfälle då renovering ändå är aktuell, så erhålls den bästa lönsamheten för åtgärds-paketet.

I de fyra provhusen har det inte ansetts meningsfullt att försöka särskilja vad som är rena renoveringskostnader eftersom dessa är specifika för varje objekt och alltså inte allmängiltiga.

8.1.5 Åtgärderna möter inte bara dagens, utan även förväntade, framtida krav

De genomförda åtgärderna syftar inte enbart till lägre energiförbrukning utan även till att styra denna lägre förbrukning så att dimensionerande effektbehov bringas ned.

Åtgärder som genomförs eller planeras idag, måste beakta att framtidens tariffkonstruktioner troligen måste komma att straffa höglastkonsumtion på ett betydligt hårdare sätt. När man ställer här redovisade kostnader mot deras resultat är investeringens inverkan på effektbehovet mycket viktig att beakta eftersom den minskar behovet av de investeringar som annars blir nödvändiga på produktionssidan.

8.1.6 Byggnadstekniska kostnader contra installationstekniska

I projektet samverkar byggnadstekniska åtgärder med installationstekniska. Det kan därför synas vara intressant att särskilja vilken typ av åtgärd som ger vilken verkan. Så är emellertid inte fallet.

Räknar man på det ej åtgärdade huset och då börjar med installationstekniska åtgärder, kommer man att finna att de i den situationen ger avsevärt större spareffekter än om de beräknas efter det att byggnadstekniska åtgärder genomförts. Orsaken är givetvis den att byggnadstekniska åtgärder minskar behovet av konsumtion totalt, medan de installationstekniska ökar effektiviteten i sättet att tillfredsställa ett konsumtionsbehov vilket som helst. Minskat behov av konsumtion = minskat utrymme för installationstekniska åtgärder att ge spareffekt. Ett mindre konsumtionsbehov är i princip alltid lättare att tillfredsställa än ett större.

Byggnadstekniska åtgärder är dessutom ofta en förutsättning för att man skall kunna tillgodogöra sig effekten av installationstekniska åtgärder. Byggnadstekniska åtgärder måste därför räknas in först. De installationstekniska får sedan dimensioneras till det minskade behovet.

Den inverkan på provhusens energistatus som åstadskommittén hade inte varit möjlig med bara endera slaget av teknik. De ingår som delar av en total lösning. Försök att särskilja vad resp teknik bidragit med är därmed inte meningsfull.

8.1.7 Våring

Systemlösningen med el/olja-panna som kräver både tank och skorsten bidrog till höga kostnader i Våring. Hade det varit möjligt att istället installera en lämplig gaspanna utan dessa krav, hade kostnaden minskat med ca 25 Tkr. Bytet av fönster är också en tung post i Våring.

8.1.8 Umeå

De dubbla aggregaten i Umeå har givit en bra teknisk lösning men en hög kostnad. Även kanaldragningen har blivit mer komplicerad än i t ex Skövde. Fönsterbytet belastar även här kalkylen hårt.

LITTERATURFÖRTECKNING

- 1 Välisolerade småhus med luftburen värme.
Blomsterberg Å, Stadler C-G. Statens
Provvningsanstalt, Teknisk rapport 1985:42
- 2 Eleffektivisering av småhus i Skövde, Våring,
Åkersberga och Umeå - Utvärdering av genomförda
mätningar våren 1988 - Slutrapport. Bengt Dahlgren
AB, 1988.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880099-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Rockwool AB,
Skövde.**

R8: 1990

ISBN 91-540-5147-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801008

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 48 kr exkl moms