



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.



VILLA -80 — fjorton energisnåla småhus i Umeå

2. Boendeskedet

Jan-Åke Jonson
Margareta Gisselberg
Rolf Hedvall
Gudrun Persson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	80-1540
Plac	<i>See</i>

R/102

See

Byggeforskningsrådet

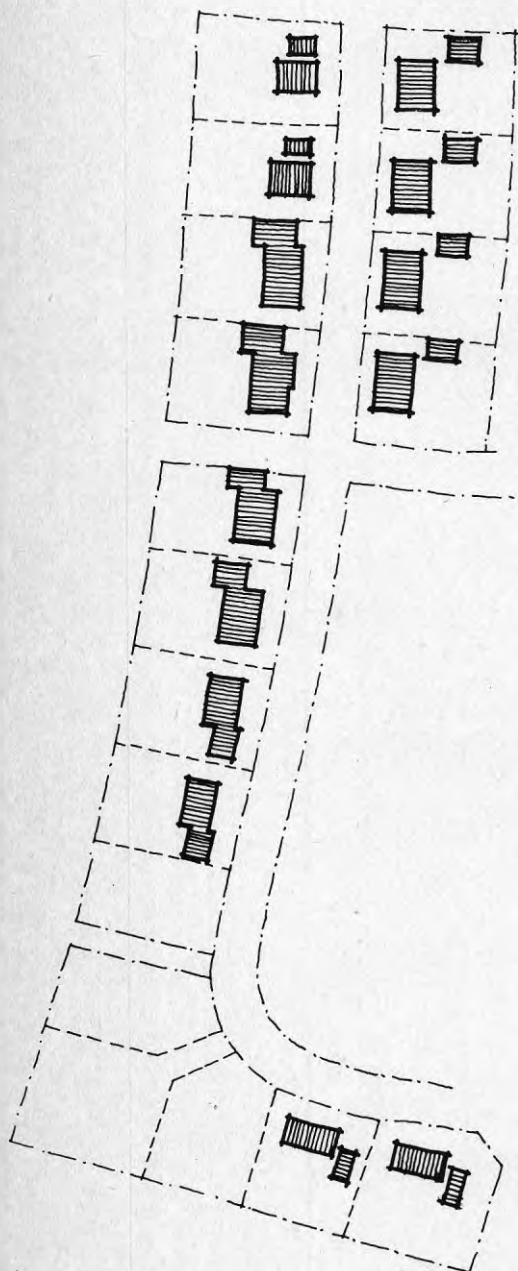
BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
Tel 08-34 01 70
Telex 125 63. Telefax 08-32 48 59

R98:1980

VILLA 80

- fjorton energisnåla småhus i Umeå



2. boendeskedet

Jan-Åke Jonson

Margareta Gisselberg

Rolf Hedvall

Gudrun Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760441-7 från Statens Råd för Byggnadsforskning till AB Norrlands Byggtjänst, Umeå och Forum för Tvärvetenskap vid Umeå Universitet

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

R98:1980

ISBN 91-540-3304-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 055111

FÖRORD

Initieringen av Villa 80-projektet skedde i samband med NOLIA-mässan i Umeå 1977. Det totala projektet genomfördes i samarbete mellan Umeå kommun, Umeå Universitet, Norrlands Byggtjänst och NOLIA (Norrländska Industrimässan).

För projektet har funnits en lednings- och projektgrupp med representanter för de fyra samsarbetsgrupperna. Erik Eriksson (ordf - kommunalråd), Paul Arvidsson (byggnadsnämndens ordf) Umeå kommun, Erik Bylund (prof) Umeå Universitet, Jan-Åke Jonson (vd) Norrlands Byggtjänst och Allan Risberg (vd) Nolia.

Denna rapport är slutredovisning av projektet.

Den tekniska undersökningen har utförts inom Norrlands Byggtjänst med Jan-Åke Jonson som projektledare. Datainsamling och fortlöpande utredningsarbete har utförts av Rolf Hedvall. Lennart Boström, Umeå kommun har medverkat med synpunkter. I förundersökningen och undersökningen av byggskedet deltog även Nils Erik Lindskoug, Tyréns.

Boendevaneundersökningen har utförts inom Forum för tvärvetenskap vid Umeå Universitet med Margareta Gisselberg, Sociologiska Institutionen som ledare. Studien av den yttre miljön har utförts av Gudrun Persson, Geografiska institutionen.

Statistisk bearbetning och utvärdering har skett i samarbete med Erik Lundström, Byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, KTH och Jan Nordlander, Statistiska Institutionen, Umeå Universitet.

INNEHÅLL

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	7
1 <u>BAKGRUND</u>	13
1.1 PROJEKTETS TILLKOMST	13
1.2 PROJEKTETS OMFATTNING	13
1.3 TEKNISK UPPFÖLJNING	13
1.4 BOENDEVANEUNDERSÖKNING	14
2 <u>TEKNISK UPPFÖLJNING</u>	16
2.1 SYFTE	16
2.2 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN	17
2.2.1 Omfattning	17
2.2.2 Datainsamling	17
2.2.2.1 Klimatdata	17
2.2.2.2 Energiförbrukning	18
2.2.3 Bearbetning av data	18
2.3 BESKRIVNING AV HUSEN	19
2.3.1 De olika husparen	20
2.3.2 Sammantagna energisparåtgärder	23
2.4 KLIMATET	25
2.4.1 Uteklimat	25
2.4.1.1 Egna observationer jämförda med SMHI:s	25
2.4.1.2 Utetemperaturer olika månader	26
2.4.1.3 Nederbörd och molnighet	28
2.4.2 Inneklimatet	29
2.4.2.1 Medeltemperaturer	29
2.4.2.2 Lokala temperaturer	35
2.4.2.3 Luffuktighet	41
2.4.2.4 Ventilation	44
2.4.3 Graddagar	51
2.5 FÖRBRUKAD ENERGI	54
2.5.1 Beräkningsmodell	54
2.5.2 Betald energi	56
2.5.2.1 Olika hus	56
2.5.2.2 Hushållsförbrukning	58
2.5.2.3 Tappvarmvatten	60
2.5.2.4 Uppvärmning	62
2.5.2.5 Garage	66
2.5.2.6 Totalförbrukning	67
2.5.3 Beräkнад och verklig förbrukning	71
2.5.3.1 Antagen energibalans	71
2.5.3.2 Efterkonstruerad energibalans	77
2.5.4 Enhetsförbrukning	79
2.6 ENERGIBESPARING	82
2.6.1 Villa 80 - Villa 70	82
2.6.2 Olika huspar	83
2.6.3 Olika åtgärder och anordningar	88
2.6.3.1 Reglering, tidstyrning	88
2.6.3.2 Ventilationsvärmeväxlare	89
2.6.3.3 Ytjordvärme	91

2.6.3.4	Värmepumpar	92
2.6.3.5	Byggtekniska åtgärder	92
2.6.3.6	Övriga anordningar och åtgärder	93
2.6.4	Jämförelse med andra hus	94
2.6.5	Den byggtekniska kvaliteten	95
2.7	HUSENS FUNKTION	95
2.8	KOSTNADER	98
2.9	RESULTATANALYS	100
3	<u>BOENDEVANEUNDERSÖKNING</u>	105
3.1	SYFTE	105
3.2	UNDERSÖKNINGENS UPPLÄGGNING OCH GENOMFÖRANDE	106
3.2.1	Urvalet	106
3.2.1.1	Hushållen, en kort presentation	106
3.2.1.2	Vissa bakgrundsdata i översikt	110
3.2.2	Undersökningsmetoder, redovisning och diskussion	111
3.2.2.1	Intervjuerna	111
3.2.2.2	Dagböcker och sjukjournaler	111
3.2.2.3	Frågeformulär	112
3.2.2.4	Sparperioden	112
3.2.3	Datainsamlingen	113
3.2.4	Brukarnas syn på projektet	114
3.3	BOSTADEN	115
3.3.1	Bostadens utformning och energisparande	115
3.3.2	Planlösningarna i projekthusen	117
3.3.3	Synpunkter på och erfarenheter av Villa 80- bostäderna	117
3.3.4	Kommentarer	119
3.4	BOENDEVANORNA	119
3.4.1	Förbrukning av kall- och varmvatten	119
3.4.1.1	Totala vattenförbrukningen i projekthusen	120
3.4.1.2	Varmvattenförbrukningen	122
3.4.1.3	Kommentarer	127
3.4.2	Hushållselförbrukningen	127
3.4.2.1	Utrustningsstandarden i projekthusen	128
3.4.2.2	Förbrukningen av hushållsel i projekthusen	129
3.4.2.3	Kommentarer	133
3.4.3	Inomhusklimatet, erfarenheter och kommentarer	135
3.4.3.1	Inomhustemperaturen	136
3.4.3.2	Ljud och ljus	139
3.4.3.3	Ventilation	140
3.4.3.4	Luftfuktighet	143
3.4.3.5	Medicinska aspekter och erfarenheter	145
3.5	ENERGISPARBETEENDE	145
3.5.1	Samhällsaspekter på sparbetende	145
3.5.2	Beteendepåverkan och beteendeförändring	148
3.5.3	Sparveckan	150
3.5.3.1	Resultat och kommentarer	150
3.5.3.2	Motiv för sparandet	152
3.5.3.3	Kunskap och information om boende	154
3.6	RESULTATANALYS	155

3.7	DEN YTTRE MILJÖN	158
3.7.1	Beskrivning av området	158
3.7.1.1	Läge i Umeå	158
3.7.1.2	Bakgrundsbeskrivning till planeringen av området	159
3.7.1.3	Nuläge	161
3.7.2	Villa 80-projektet	161
3.7.2.1	Husens läge inom området	161
3.7.2.2	Serviceutbud för dagligvaruinköp	162
3.7.2.3	Övrigt serviceutbud	162
3.7.3	Områden inom vilka de boende rör sig	162
3.7.3.1	Arbete, skolor, daghem	163
3.7.3.2	Dagligvaruinköp och övrigt serviceutbud	164
3.7.3.3	Fritiden	165
3.7.3.4	Transportmedel	168
3.7.4	Synpunkter från de boende	168
3.7.5	Sammanfattande synpunkter	169
4	<u>STATISTISK BEARBETNING</u>	172
5	<u>HUSET TEKNIKEN MÄNNISKAN</u>	177
	BILAGOR	179
	LITTERATUR	207

SAMMANFATTNING

I anslutning till NOLIA-mässan i Umeå 1977 byggdes 14 energisnåla småhus. Olika småhusproducenter uppförde vardera två till plan och utseende identiska hus. Det ena av husen skulle uppföras så att de uppfyllde kraven i SBN 75 vad gällde energihushållning (Villa 70-hus). Det andra huset skulle innehålla ytterligare åtgärder och anordningar för energibesparing (Villa 80-hus).

Avsikten var att producenterna skulle utveckla och bygga "låg-energihus" av en typ som de kunde använda i sin ordinarie produktion och sparåtgärderna skulle omfatta redan känd och utprovad teknik.

Sedan man flyttade in i husen har uppföljning skett i två år. Studierna har omfattat dels en teknisk uppföljning, dels en boendevaneundersökning. (Projektets byggnadsskede har tidigare redovisats i Byggeforskningens rapport R 47:1978)

Den tekniska uppföljningen

Uppföljningen har omfattat kontinuerlig registrering av klimatdata och energiförbrukning. Energi till värmesystem, hushåll, varmvatten och gas har mätts separat.

Vid utvärderingen av byggnadsskedet konstaterade man att husen i stort var täta, välisolerade och i övrigt välbyggda. De flesta husparen bestod av källarlösa 1 1/2-planshus. Samtliga hus var eluppvärmda och både vattenburen och direktverkande el förekom. Som extra energisparanordningar i Villa 80-husen fanns, separat eller i kombination, värmepumpar, ventilationsvärmväxlare, reglersystem och i ett hus ytjordvärme. I några hus hade man valt extra isolering över normkraven som energisparåtgärd.

Klimat

Uteklimatet under de två åren var i genomsnitt en till två grader kallare än under normalår. Nederbörds mängden och molnmängden var något större än normalt.

Genomsnittliga innetemperaturen under eldningssäsongerna var 20,4° i Villa 80-husen och 20,8° i Villa 70-husen. Spridningen mellan olika hus var relativt begränsad. I stort var innetemperaturerna i husen mycket jämna och låg i huvudsak mellan 19 och 21° C.

Rumstemperaturerna mättes kontinuerligt med skrivare i en central punkt i varje hus. Kartläggning av temperaturerna i olika punkter i olika rum visade en relativt god jämnhet i temperatur. Yttemperaturen på golv hade större spridning. 10 % av värdena låg under + 15° C. I några fall var golvtemperaturen i väggvinklar så låg som + 4°. De olika temperaturerna kunde direkt relateras till resultatet av värmefotograferingen.

Luftfuktigheten i husen varierade mellan 50 % under höstmånaderna ner till i genomsnitt 35 % den kallaste månaden. Variationer förekom mellan olika hus. Huset med högsta relativa fuktigheten hade årsmedelvärdet 50 % och det med lägsta hade 32 %. Däremot hade Villa 70- och Villa 80-gruppen samma medelvärde, c:a 40 %. Det har inte gått att finna någon entydig orsak till varför luftfuktigheten varit låg i ett hus och hög i ett annat.

I elva av husen hade man en ventilation där max-värdet var lika med eller högre än normkravet, $0,35 \text{ l/m}^2$ lägenhetsyta. Däremot låg endast fem hus inom normkravet för halverade värdet. Fyra hus låg under $0,1 \text{ l/m}^2$ lägenhetsyta. Värdena var ungefär desamma oberoende om man hade F- eller FT-ventilation. (FT innebar att man hade ventilationsvärmeväxlare).

Förbrukad energi

Hushållsförbrukningen i Villa 80-husen hade årsmedelvärdet 5900 kWh/år och i Villa 70-husen 5200 kWh/år. Spridningen mellan olika hus var stor.

Energien till tappvarmvatten hade medelvärdet 3400 kWh/år i Villa 80-husen och 3800 kWh/år i Villa 70-husen. Spridningen var mycket stor och i Villa 80-gruppen förekom värmepumpar i fyra av husen.

Energien till värmesystemet hade medelvärdet 10.500 kWh/år i Villa 80-husen och 15.500 kWh/år i Villa 70-husen. Den energi som används för uppvärmningen är dels den energi som tillförs värmesystemet direkt för uppvärmningen, dels de delar av hushålls- och varmvattenenergin som inte är förluster. Den genomsnittliga, totala uppvärmningsenergin vid $+20^\circ$ innetemperatur och normal utetemperatur var 16.000 kWh/år i Villa 80-husen och 19.200 kWh/år i Villa 70-husen.

Totalförbrukningen i Villa 80-husen vid $+20^\circ$ och normalförhållanden, exklusive garage var 19.600 kWh/år i Villa 80 och 23.000 kWh/år i Villa 70. I fyra huspar var totalförbrukningen c:a 20.000 kWh för samtliga hus. I de tre övriga husparen var energiförbrukningen i Villa 80-husen betydligt lägre än i Villa 70-husen.

Beräknad och verklig förbrukning

I samband med utvärderingen av byggnadsskedet gjordes en energibalansberäkning som, när det gällde anordningarnas effekt, baserades på fabrikanternas uppgifter. Om man jämför den verkliga förbrukningen med den beräknade låg Villa 70-husen c:a 3000 kWh/år lägre än beräknat, medan Villa 80-husen låg 5500 kWh/år över den beräknade förbrukningen.

Energibesparing

Om man förutsätter att skillnaden i total energiförbrukning i de båda grupperna är ett mått på den sammantagna spareffekten för extra anordningar och åtgärder blir besparingen genom dessa 14,5 %. En stor del av denna besparing faller dock på yttjordvärmen. Exklusive detta huspar blir besparingen i Villa 80-husen

c:a 7 %. Egentlig besparing förekommer endast i tre huspar. I huset med ytjordvärme (c:a 50 %) och i två hus där de tillkommande energiåtgärderna var extra isolering (totalt 32 resp 15 %).

Sammantaget kan man konstatera att ytjordvärme och extra isolering givit relativt goda spareffekter medan andra anordningar givit mycket begränsad besparing. Analysen visar att ventilationsvärmväxlarna sparat 1000, upp till 1500 kWh/år. Reglerutrustningen som tidstyrning har haft dålig effekt i de välisolerade husen. En stor värmepump som arbetat med uteluften har snarast förbrukat energi i stället för att spara. Små värmepumpar för varmvatten som arbetat med ventilationsluften har givit en viss effekt - men inte när den monterats efter en värmväxlare.

Om man jämför energiförbrukningen i Villa 70-husen med normal förbrukning i tidigare byggda hus i Umeå hade de i genomsnitt en förbrukning som var 25-30 % lägre. Kraven i SBN 75 har givit denna besparing.

Ekonomiskt gav de extra isoleringsåtgärderna god lönsamhet genom lång avskrivningstid och relativt god besparing. Ytjordvärmen kostade c:a 20 öre per sparad kWh vid avskrivningstiden 15 år. Besparingen genom övriga anordningar kostade mellan en och tre kronor/kWh.

Boendevaneundersökningen

Ingående studier av hur hushållen använder sina bostäder och hushållsmaskiner ur energisynpunkt, har hittills inte gjorts och "den mänskliga faktorn" är även på detta område alltför okänd.

Boendevanestudien har löpt parallellt med den tekniska utvärderingen och brukarnas subjektiva erfarenheter och uppgifter har ställts mot faktiska mätvärden på inomhusklimat, energiförbrukning m m. Studien har sökt klarlägga de "energirelevanta" beteendena, d v s hygienvanor, tvättande, diskande etc. Ett antagande har varit att endast ofta upprepade beteenden har påtagligt inflytande på förbrukningen och då framför allt på de som har med varmvattenförbrukningen att göra.

Brukarnas erfarenheter av boende i hus som är mer isolerade och tekniskt avancerade än genomsnittet, samt deras erfarenheter av den tekniska utrustningen vad gäller skötsel, kontroll och service har också studerats.

Samtliga projekthus var vanliga typhus på marknaden i slutet av 70-talet och i planlösningen hade inte tagits någon speciell hänsyn till energisparande. Husen och hushållen hade alla lika hög utrustningsstandard, i varje fall under 2:a mätperioden, vilken legat till grund för de flesta jämförelserna. I samtliga hushåll fanns två vuxna, med eller utan barn, och för båda grupperna var genomsnittsstorleken på hushållet 4,1 personer.

Datainsamlingen byggde i huvudsak på intervjuer, kompletterade med dagböcker, sjukjournaler samt ett par enkla frågeformulär. Sammanlagt gjordes fem intervjuer i varje hushåll och samtliga data är brukarnas egna uppgifter om boendevanor och erfarenhe-

ter av boendet. Med hjälp av schablonvärden för energiförbrukning beräknades förbrukningen av hushållsel och varmvatten i varje hushåll. Jämförelse mellan den beräknade förbrukningen och den faktiskt uppmätta visade god överensstämmelse. Brukarnas erfarenheter och synpunkter på det egna husets planlösning låg till grund för en diskussion om planeringen av entréer, förråds-, arbets- och sällskapsutrymmen.

Hushållsel och varmvatten

Största delposten i varmvattenförbrukningen var hygienvanorna, följda av maskindiskningen. Den genomsnittliga förbrukningen av varmvatten var relativt låg och understeg i några fall föreslagna ransoneringsnivå.

Av den uppmätta förbrukningen av hushållsel var det den kylda matförvaringen som svarade för största andelen, mer än tvätt, torkning och disk sammanlagt. I husens värmebalans räknas dock kylvanornas avgivna värme in som pluspost.

Förbrukningen av energi för varmvatten och hushåll varierade i förhållandet 1:2. Till en del kan dessa variationer förklaras av hushållets sammansättning och ålder, men de faktorer som sammantagna kan benämnas "levnadssätt" eller "livsstil" synes förklara mest. Det är t ex användning av fritid, uppfattning om hygien och komfort, intresse för hushållsarbete och umgängesvanor.

Statistisk bearbetning av siffermaterialet i projektet verifierar att det saknas linjära samband mellan energiförbrukningen och familjeberoende faktorer som hushållsstorlek, hemmamammor, hemmabarn.

Inomhusklimatet

Erfarenheterna tyder på att man även vid temperaturer kring 19° upplever inomhusklimatet som behagligt och lagom varmt i dessa välisolerade och täta hus. En jämn innetemperatur visade sig också ha stor betydelse.

Uppvärmningssystemen fungerade, med några få undantag, tillfredsställande. Mera problematiskt var det med ventilationen, och trots upprepade justeringar fanns det problem kvar i flera hus vid projekttidens slut. I de flesta fall rörde det sig om för lite respektive för mycket tilluft - kvavt respektive dragigt - spridningen av matos i bostaden eller buller från fläktmotorn. Att ventilationssystemet klarat normkravet för luftomsättning i bostaden, var dessvärre inte någon garanti för att huset verkligen blev ventilerat, det är en annan erfarenhet från några av projekthusen med brister i tilluftanordningarna. Man ansåg dock i regel att luften i huset var frisk och "bra". Även luftfuktigheten låg på en i genomsnitt tillfredsställande nivå och bortsett från lite kondens i de sämst ventilerade husen, uppstod problem endast för några personer med känsliga luftrör och slemhinnor, vilka inte tålde den torra luften under köldperioderna.

Sparbeteende

Ett närmare studium av sparbeteendet visade framför allt på två saker:

- Hushållen i projektet låg på en förbrukning som de ogärna sänkte. Besparingarna var små i flertalet hushåll under den period med frivilligt extra sparande som infördes.
- Inställningen till sparande och vilja att spara visade sig ha påtagligt inflytande på förbrukningen. Hushåll som i vanliga fall hade en måttlig eller låg förbrukning, sparade under nämnda perioden nästan dubbelt så mycket som "högförbrukarna".

Husets storlek och planlösning påverkar energiförbrukningen. Resultaten av uppföljningen visar att ytterligare besparing i en del fall gått att åstadkomma genom effektivare utnyttjande av bostadsutrymmen, särskiljande av utrymmen med olika temperatur och bättre utformning av entréer.

Att brukarna har tillgång till relevanta kunskaper om energiförbrukning är otvivelaktigt en förutsättning för effektivt hushållssparande. Med "relevanta" avses då främst kunskaper om det egna husets och den egna maskinutrustningens egenskaper med avseende på energiförbrukning. Detta kan sägas vara kunskaper om hur och var man sparar. Andra relevanta kunskaper är de som leder till medvetenhet om varför vi sparar; kunskaper om villkor och begränsningar i miljö och samhälle.

Utvecklingen av energihushållning måste bygga på såväl teknologi och samhällsåtgärder, som på privathushållens ansvar och agerande.

Den yttre miljön

Stadsdelen Carlslid, i vilken Villa 80-husen ingår, är en ny stadsdel i östra delen av Umeå. Avståndet till centrala staden är drygt tre km och till närmaste livsmedelsbutik c:a 750 m. Det går för närvarande ingen buss förbi eller genom bostadsområdet.

Stadsdelen var från början avsedd att bebyggas med flerfamiljs-hus, men genom att en stor del av området bestod av myrmark begränsades stadsdelens storlek och uppläts för villabebyggelse. Den "norra" delen, i vilken Villa 80-projektet ingår, uppvärms med el och den "södra" delen utgör ett provområde av villor, anslutna till fjärrvärme och med individuell mätning.

Av intervjuerna framgår att människors arbetsplatser är spridda över en större del av Umeå än kvinnornas, och barnens skolor finns i huvudsak i närliggande stadsdel inom gångavstånd. Fritiden ägnas åt många olika aktiviteter och barnen utnyttjar en större del av Umeå än vad de vuxna gör.

För transport till arbetet använder samtliga män bil i första hand. Kvinnorna åker egen bil/samåker med mannen i ungefär hälften av fallen, medan resten går/cyklar eller åker buss. För dagligvaruinköpen och även för fritidssysselsättningarna används som regel bil. I och med ett ökat småhusbyggande sker en utglesning av bebyggelsen och därmed minskar kollektivtrafikunderlaget, vilket ökar behovet av privatbilar.

Resultatet av undersökningen tyder på att energitänkandet måste föras in på ett tidigt stadium i den fysiska planeringen. Förutom hänsynen till de boendes trivsel och förmåga att utnyttja både bostad och närmiljö, är det i framtiden nödvändigt att man genomför en bebyggelseplanering, som begränsar den totala energiåtgången.

Några viktiga slutsatser

Man kan byggnadstekniskt åstadkomma god och lönsam besparing inom kraven för SBN 75 men också genom ytterligare byggtekniska åtgärder.

Av anordningar har i stort endast ytjordvärmen gett god och lönsam besparing. Ventilationen och ventilationssystemen var ett problem. Ventilationsvärmeväxlarna sparade lite energi men kan vara en lösning för bättre inomhusklimat.

Vad gäller hushållens energisparande, är den enda rimliga lösningen väl byggda hus, med väl vald och fungerande teknisk utrustning samt med boende som - utan att anstränga sig - kan utnyttja huset och dess utrustning på ett energieffektivt sätt.

1 BAKGRUND

1.1 PROJEKTETS TILLKOMST

I anslutning till Nolia-mässan i Umeå i augusti 1977 byggdes 14 "energinsnåla" småhus. FIG 1.

Husen byggdes av sju olika småhusproducenter. Varje producent byggde två till plan och utseende identiska hus och kravet var att det första huset skulle utföras med normal standard, så att kraven i den då helt nya SBN 75 uppfylldes. I det andra huset skulle utöver denna ur energisparsynpunkt normala standard, vidtas speciella, ytterligare åtgärder för energibesparing. Husen skulle byggas med statliga lån och försäljningen av husen skulle ske genom Umeå kommun.

Avsikten med byggprojektet var att producenterna skulle utveckla och bygga "lågenergihus" av en typ som var tänkbar för deras ordinarie produktion. Sparåtgärderna skulle omfatta redan känd och utprovad teknik.

1.2 PROJEKTETS OMFATTNING

För att utvärdera och dokumentera erfarenheterna kombinerades byggandet av de fjorton energinsnåla husen i Umeå med ett uppföljnings-, forskningsprojekt, som kom att omfatta både byggskede och ett boendeskede. Utvärderingen av byggskedet presenterades i Byggeforskningens Rapport R 47:1978 /Jonson 1978/, och omfattade i första hand en beskrivning av de olika tekniska lösningarna.

Uppföljningen i boendeskedet startade direkt sedan man flyttat in i husen och har pågått i två år. Den fasen av projektet har omfattat en teknisk undersökning, kombinerad med en boendevaneundersökning.

1.3 TEKNISK UNDERSÖKNING

Energikriserna, samhällets krav på energihushållning och de ökade boendekostnaderna till följd av ökade energikostnader har gjort det nödvändigt att utveckla hus som kräver mindre energi för uppvärmning. När husen projekterades gällde ännu inte SBN 75 - energisupplementet började gälla 1 juli 1977. Man saknade egentlig erfarenhet av bygge med inriktning på energisnålhet. Utvecklingen av teknik, metoder och anordningar hade påbörjats. Man talade om nya lösningar med solfångare, vindsnurror och kvalificerad teknik. Det skulle dock ta tid innan den nya tekniken blev användbar för standardproduktion. Mot den bakgrunden bedömdes det som väsentligt att åstadkomma energinsnåla lösningar inom ramen för det traditionella byggandet tills

den nya tekniken och de nya metoderna utvecklats.

Man kan konstatera att små förändringar har skett i det övriga byggandet under den tid uppföljningen av projektet pågått - förutom att man anpassat sig till SBN 75. Trots att husen i projektet tillhörde den första generationen energisnåla småhus representerar de normala lösningar tre år efter det att de projekterades.

1.4 BOENDEVANEUNDERSÖKNING

Sedan energikrisen 1973 har forskningsintresset för energifrågor resulterat i åtskilliga tusen tekniska rapporter, utredningar och artiklar. Under samma tid har omkring 80 socialvetenskapliga skrifter med energianknytning publicerats (- denna uppgift gäller för de engelskspråkiga databaserna Energyline, Sociological Abstracts och NTIS i oktober 1979).

Detta illustrerar slagsidan i forskningen kring vår energiförsörjning. Medan man satsar enorma resurser på produktionsidan och på tekniska lösningar, förblir konsumtionssidan och det mänskliga beteendet en okänd och osäker faktor.

Den energi-boendevaneundersökning som redovisas här, är den första i vårt land. Projektets initiativtagare var redan från början inne på tanken att inte enbart studera husen och deras tekniska utrustning, utan också de hushåll som skulle bebo dem, deras boendevanor och attityder. En boendevanestudie skulle komplettera de tekniska mätvärdena med uppgifter som kunde bidra till att förklara variationerna. Om två, till synes lika, hushåll har påtagliga skillnader i sin energiförbrukning, beror det antingen på husets egenskaper, på hushållets egenskaper eller - mest sannolikt på kombinationen av bådas egenskaper.

Projekthusens egenskaper har undersökts och kartlagts i såväl bygg- som boendeskedet. Varje 80-hus har ett referenshus, 70-huset, som i planlösning, storlek och konstruktion skall motsvara det. Därigenom har man möjlighet att studera effekterna av den extra, energibesparande utrustningen i 80-husen. Dessa studier säger något om husegenskapernas inverkan på energiförbrukningen, men de förklarar inte allt beträffande de faktiskt uppmätta variationerna.

Hushållens egenskaper, såväl med avseende på storlek, ålder, sysselsättning m m, som på boendevanor ger ytterligare förklaring till variationerna i energiförbrukning, framför allt i förbrukning av hushållsel och varmvatten.

Till den tekniska utvärderingen och boendevanestudien fogas en studie av närmiljö, service, transporter och fysisk plansituation. Med detta vill vi söka åstadkomma en allsidig bild av hur ett modernt småhusområde kan fungera ur energisparsynpunkt och sätta in Villa 80 i ett större sammanhang.



FIG 1 A och 1 B Projekthusen hösten 1979.
Från norr resp söder.

2 TEKNISK UPPFÖLJNING

2.1 SYFTE

Syftet med den tekniska uppföljningen i byggskedet var att praktiskt undersöka de konsekvenser en inriktning på energisnålt byggande av småhus gav, att se hur man praktiskt kunde välja energibesparande åtgärder och se hur de nya krav som SBN 75 innebar kunde uppfyllas i praktisk småhusproduktion. Syftet med uppföljningen i byggskedet var också att samla underlag för uppföljningen i boendeskedet.

Syftet med den tekniska uppföljningen i boendeskedet har också varit att praktiskt undersöka de konsekvenser energisnålt byggda småhus ger men syftet har också varit att försöka utvärdera om husen blev energisnåla och om de olika anordningarna och åtgärderna hade energispareffekt.

Genom syftet med uppföljningen har det förväntade resultatet av undersökningen varit:

- Att erhålla uppgifter om inomhusklimatet i energisnåla, täta och välisolerade hus.
- Att få en uppfattning om hur olika åtgärder och anordningar fungerar praktiskt vid användning i bebodda hus.
- Att få en uppfattning om olika sammantagna åtgärder för energibesparing har påtagliga eller marginella effekter i norrlandsklimat och en jämförelse av den genomsnittliga energiförbrukningen i hus med normal standard enligt SBN 75 och hus med extra energibesparande åtgärder.
- Att få exempel på den energiförbrukning som kan bedömas som "normal" i den nya husproduktionen i norrlandsklimat och samtidigt energiförbrukningens fördelning på uppvärmning, varmvatten och hushållsel.
- Att tillsammans med en boendevaneundersökning ge en uppfattning om hur människorna i huset påverkar energiförbrukningen.

2.2 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN

I samband med "byggskedet" redovisades och beskrevs husen i projektet och förutsättningarna för ett energisnålt boendeskede bedömdes. Uppföljningen av boendeskedet har ur teknisk synpunkt i första hand inneburit insamling av data över klimat under boendeskedet.

2.2.1 Omfattning

Målet vid uppläggningsen av undersökningens mätprogram var inte att söka ett antal signifikanta samband mellan olika inverkan- delfaktorer utan att praktiskt, i stort undersöka hur olika hus med olika byggteknik och anordningar fungerade.

Uppföljningen av boendeskedet påbörjades i samband med inflyttningen i husen under hösten 1977. Datainsamling pågick till och med september 1979. Under eldningssäsongerna, september till maj, registrerades löpande både klimat och energiförbrukning. Under sommarperioderna registrerades energiförbrukningen månadsvis. På detta sätt kom undersökningen att omfatta två perioder:

Period 1	September 1977 - augusti 1978
Period 2	September 1978 - augusti 1979

I hus där man flyttade in under oktober - november försköts period 1 så att den omfattade t ex oktober 1977 - september 1978.

2.2.2 Datainsamling

2.2.2.1 Klimatdata

Temperatur och luftfuktighet i en central punkt i varje hus registrerades med termohydrografer under de två periodernas eldningssäsonger. Termohydrograferna registrerade lufttemperatur och luftfuktighet med skrivare som krävde pappersbyte varje vecka. De var inhyrda från SMHI. Hydrograferna kalibrerades fortlöpande med slungpsykrometer.

Även klimatförhållandena utomhus registrerades med termohydrograf centralt inom området. Den var placerad i låda av testad modell.

De egna mätningarna jämfördes med SMHI:s ordinarie mätningar i Umeå. Data för andra klimatfaktorer utomhus hämtades från SMHI.

Lufttemperaturer och yttertemperaturer inomhus i olika punkter mättes med digital temperaturmätare av typ "Therm 2241". Kartering av temperaturer och bestämning av temperaturgradienter i två hus genomfördes under förhållanden med låga utetemperaturer.

Golvtemperaturer vid golv mättes systematiskt i samtliga hus vid ett tillfälle. Både luft- och golvtemperaturer kontrollerades i övrigt vid enskilda tillfällen.

Från-och tilluftsflöden mättes med en "Svema" anemometer. Flödena mättes en gång i början av varje eldningssäsong. Egna mätningar kompletterades och jämfördes med mätningar som fabrikanterna gjorde.

2.2.2.2 Energiförbrukning

Mätare för energiförbrukningen installerades i byggskedet. I varje hus fanns mätutrustning installerad i sådan omfattning att det var möjligt att separat registrera: Total energiförbrukning, energi till varmvatten, hushållsenergi, energi till värmesystemet och energi till garage. TAB 1.

För mätning av totala elförbrukningen utnyttjades elleverantörens ordinarie mätare. Elförbrukning för varmvatten, hushåll, värmesystem och garage mättes med särskilt installerade elmätare. Mätarna var renoverade, kontrollerade och justerade vid installationen.

I vattenburna system fördelades energi till varmvatten och värmesystem genom att sammanlagda förbrukningen mättes med elmätare och värmesystemets förbrukning mättes med värme-flödesmätare typ "Svensk värmemätning - värmemängdsmätare SVM 60".

Förbrukningarna registrerades av de boende. I tio hus skedde registreringen i stort varje dag. I fyra hus gjordes registreringarna veckovis. Mätningarna kontrollerades av projektpersonal varje vecka. Att registreringarna skedde dagligen i vissa hus och per vecka i vissa hus berodde på möjlighet och intresse hos respektive boende. Vid utvärderingen har inte kortare tidsrymd än månad använts.

2.2.3 Bearbetning av data

I stort har materialet sammanställts och bearbetats manuellt. För att försöka påvisa samband mellan olika faktorer, t ex olika förbrukningars beroende av temperaturer, graddagar har en statistisk bearbetning med hjälp av dator provats. Bearbetningen har skett med hjälp av programmen SPSS och SAS. Resultatet presenteras i kap 4.

TAB 1 Energimätare i olika hus för mätning av olika förbrukningar.
E = Elmätare, VFM = Värmeflödesmätare,
M = Mängdmätare, S = Den beräknade skillnaden mellan totalförbrukningen och summan av delförbrukningarna

Hus	Mätställen och mätanordningar				
	Totalt	Hushåll	Varmvatten	Värme-system	Garage
1	E	E	E	S 1)	E
2	E	E	E	E	S
3	E	E	E	S	E
4	E	E	E	S	E
5	E	S	E	E	E
6	E	S	E	E	E
7	E	S	E	E	E
8	E	S	E	E	-
9	E	S	----- E -----		E
			S	VFM	
10	E	S	----- E -----		-
			M	S	
11	E	E	E	E	S
12	E	E	E	E	S
13	E	E	----- E -----		-
			S	VFM	
14	E	E	----- E -----		-
				VFM	

1) Över värmepump mättes med VFM

2.3 BESKRIVNING AV HUSEN

Husens planlösning, konstruktion och uppförande har beskrivits i Byggforskningens Rapport R 47:1978. Här ges därför endast en sammanfattande beskrivning.

Husen indelas i två grupper, Villa 70 och Villa 80. För Villa 80-husen finns ett motsvarande Villa 70-hus.

Villa 70 innehåller sju olika enfamiljshus som är byggda enligt de krav som ställs beträffande isolering och täthet i Svensk Byggnorm SBN -75. Husen har mekanisk frånluftsventilation. Direktverkande elpaneler och radiatorer har termostatreglering. Några speciella anordningar för energibesparing finns inte i husen. Husen är numrerade med jämna nummer.

Villa 80 innehåller också sju hus, som var och ett till plan, storlek och konstruktion motsvarar ett Villa 70-hus. Varje hus har dessutom speciella anordningar för energibesparing. Villa 70-husen kan sägas vara referenshus till de mer utrustade

Villa 80-husen. Husen är numrerade med udda nummer. Samtliga hus byggdes under tiden mars - augusti 1977. Inflyttning skedde för flertalet hus i september 1977 men för några i oktober.

Före inflyttning täthetsprovades och värmefotograferades husen. Provningsresultaten visade att husen i huvudsak var mycket täta. Alla hus klarade de krav som gällde från 1977-07-01 (4,5 luftomsättningar per tim vid 50 Pa). Däremot skulle två av husen (7, 8) inte ha klarat de krav som kom att gälla från 1978-07-01 (3 luftomsättningar per tim).

Även värmefotograferingen gav ett i huvudsak positivt resultat. För tre av husen (2, 7, 8) var dock de registrerade brister som borde åtgärdas påfallande många (12-27/hus). De subjektiva bedömningar som gjordes av byggskedet gav också husen hög utförandekvalitet i jämförelse med annan normal produktion.

Alla hus utfördes med för tidpunkten normala plan- och konstruktionslösningar, även om väggkonstruktioner med korsande regler tidigare använts i relativt begränsad omfattning. Tio hus var platsbyggda och fyra byggdes av fabriksstillverkade element.

Husen är genomgående eluppvärmda.

2.3.1 De olika husparen

Hus 1 och 2

Eko Lågenergihus (Företaget likviderat genom konkurs 1978).

Lösvirke - "pre cut"

1 1/2 planshus - platta på mark.	Våningsyta:	161 m ²
	Byggnadsvolym:	513 m ³
Isolering:	Vägg	18,5 cm
	Hanbjälklag	30 cm
	Snedtak	25 cm

Hus 1

Fönster:	2-glas isolerruta med argongas (k=1,4)
Viktat k-värde:	0,29 W/°C m ² - 281,5 m ²
Installationer:	Elpanna, konvektorsystem Värmepump, uteluft - vatten (uppvärmning, varmvatten) FTÅ. Ventilationsvärmväxlare.

Hus 2

Fönster:	3-glas isolerruta
Viktat k-värde:	0,33 W/°C m ²
Installationer:	Takvärme Mekanisk frånluftventilation

Hus 3 och 4

Byggnadsfirman Olaus Forsberg, Umeå i samarbete med Trä-forskningsinstitutet.

Lösvirke

2-planshus - platta på mark	Våningsyta:	176 m ²
	Byggnadsvolym:	598 m ³
Isolering:	Vägg	19 cm
	Vindsbjälklag	24 cm
Fönster:	2-glas isolerruta + ytterruta	
Viktat k-värde:	0,34 W/°C m ² - 335,1 m ²	

Hus 3

Installationer: Elpaneler, Tidstyrning
FTÅ. Ventilationsvärmväxlare

Hus 4

Installationer: Elpaneler
Mekanisk frånluftventilation

Hus 5 och 6

Nordkalotthus, Luleå

Volymelement

1 1/2 planshus - torpargrund	Våningsyta:	162 m ²
	Byggnadsvolym:	567 m ³
Isolering:	Vägg	17 cm
	Snedtak	26 cm
Fönster:	2-glas isolerruta + ytterruta	
Viktat k-värde:	0,28 W/°C m ² - 371,0 m ²	

Hus 5

Installationer: Elpaneler. Tidstyrning, zonkontroll
Värmepump, ventilationsluft - vatten
(varmvatten)
FTÅ. Ventilationsvärmväxlare

Hus 6

Installationer: Elpaneler
Mekanisk frånluftventilation

Hus 7 och 8

Elementhus, Mockfjärd

Ytelement

1 1/2 planshus - torpargrund	Våningsyta:	179 m ²
	Byggnadsvolym:	618 m ³
Isolering:	Vägg	19 cm
	Hanbjälklag	25 cm
	Snedtak	20 cm

Fönster: 2-glas isolerruta + ytterruta
 Viktat k-värde: $0,35 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 343,3 \text{ m}^2$

Hus 7

Installationer: Elpaneler som golvsöcket ("Elpan-moduler")
 Värmepump, ventilationsluft - vatten (varmvatten)
 Mekanisk frånluftventilation

Hus 8

Installationer: Elpaneler
 Mekanisk frånluftventilation

Hus 9 och 10

ABV, Masonite, Icopal

Balksystem ("Masonite byggsystem"). Källarvåning med "Leca VTT-system"

1 1/2 planshus - källare	Våningsyta:	188 m ²
	Byggnadsvolym:	894 m ³
Isolering:	Vägg	17 cm
	Snedtak	25 cm

Hus 9

Fönster: 3-glas isolerruta + ytterruta
 Viktat k-värde: $0,27 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 430,3 \text{ m}^2$
 Installationer: Ytjordvärme (uppvärmning, varmvatten)
 Mekanisk frånluftventilation med tilluft genom väggkonstruktionen i källare

Hus 10

Fönster: 2-glas isolerruta + ytterruta
 Viktat k-värde: $0,31 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 430,3 \text{ m}^2$
 Installationer: Elpanna, vattenburet system
 Mekanisk frånluftventilation med tilluft genom väggkonstruktionen i källare.

Hus 11 och 12

ABV, Masonite

Balksystem ("Masonite byggsystem")

1 1/2 planshus - platta på mark	Våningsyta:	191 m ²
	Byggnadsvolym:	663 m ³

Hus 11

Isolering:	Vägg	24 cm
	Snedtak	34,5 cm
Fönster:	4-glas, fasta isolerrutor	
Viktat k-värde:	$0,19 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 350,4 \text{ m}^2$	

Installationer: Elpaneler
FTÅ. Ventilationsvärmväxlare

Hus 12

Isolering: V ägg 17 cm
Snedtak 24,5 cm

Fönster: 2-glas isolerruta + ytterruta

Viktat k-värde: $0,30 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 361,3 \text{ m}^2$

Installationer: Elpaneler
Mekanisk frånluftventilation

Hus 13 och 14

Umehus

Lösvirke

1 planshus - platta på mark Våningsyta: 128 m^2
Byggnadsvolym: 540 m^3

Hus 13

Isolering: V ägg 25 cm
Bjälklag 34 cm

Fönster: 4-glas isolerruta, fast + innerruta

Viktat k-värde: $0,21 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 307,7 \text{ m}^2$,
 $0,29 - 182,6 \text{ m}^2$

Installationer: Elpanna, vattenburet system
FTÅ. Ventilationsvärmväxlare. Till-
luft till växlaren genom rör som lagts
tillsammans med avloppsrören i mark
från tomtgräns.

Hus 14

Isolering: V ägg 20 cm
Bjälklag 25 cm

Fönster: 2-glas isolerruta + ytterruta

Viktat k-värde: $0,31 \text{ W/}^{\circ}\text{C m}^2 - 307,7 \text{ m}^2$,
 $0,29 - 182,6 \text{ m}^2$

Installationer: Elpanna
Mekanisk frånluftventilation

2.3.2 Sammantagna energisparåtgärder

De energisparåtgärder över normens krav som satts in i Villa 80-husen omfattar både bygg- och installationstekniska lösningar. FIG 2

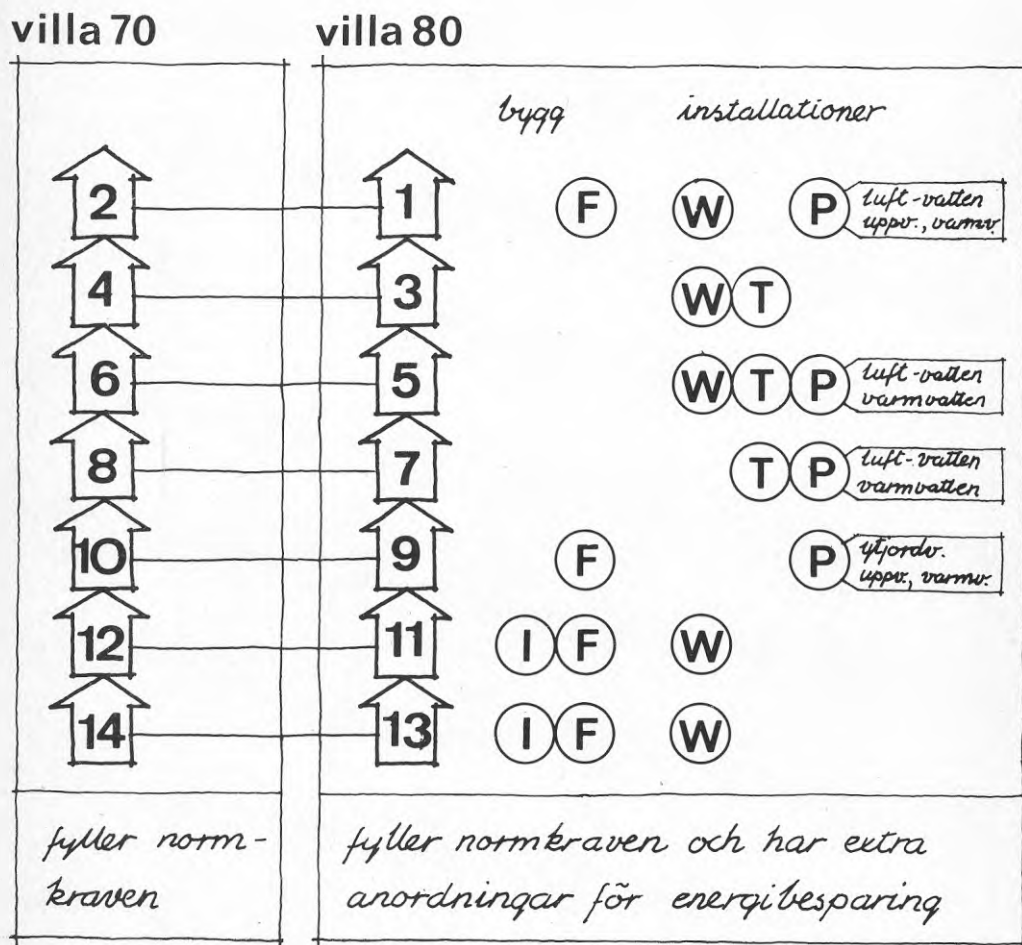


FIG 2 Åtgärder och anordningar för energibesparing i olika hus.

- I = Extra isolering över normkrav
- F = Fönster med mer än 3-glas
- W = Ventilationsvärmexlare
- T = Tidstyrning, zonkontroll
- P = Värmepump

2.4 KLIMATET

2.4.1 Uteklimatet

Av de olika klimatfaktorerna har utetemperaturen den största inverkan i detta sammanhang. Den omräkning av energiförbrukningarna till normalvärden, som måste göras med hjälp av graddagar, är direkt relaterad till utetemperaturen. En sådan omräkning är erforderlig om olika eldningssäsonger skall jämföras med varandra.

Vinden, blåst, kan antas ha en viss inverkan på energiförbrukningen i hus. Eftersom det är svårt att konkretisera vindens inverkan på energiförbrukningen har det förutsatts att vindpåverkan under försöksperioden legat inom normala gränser. Husen ligger i ett relativt skyddat skogsområde. De täta hus, som det här är fråga om, bör dessutom vara mindre känsliga för vindpåverkan än andra hus.

Antalet soltimmar - eller molnmängden - har viss betydelse för storleken hos den gratisenergi som solinstrålningen ger. Denna faktor har även betydelse för solvärmesystem som yttjordvärme.

Nederbörden i form av snö vid rätt tillfällen kan genom att den isolerar ha positiv inverkan på energiavgången från huset i markplanet. De relativt kraftigt tilltagna isoleringarna i dessa hus förtar dock sannolikt en del av denna effekt. Den inverkan regnnederbörd och luftfuktighet direkt har för energiförbrukningen är troligen begränsad. Däremot kan troligen fuktiga perioder under höst och vår medföra att eldnings säsongen förlängs. Man värmer upp huset för att hålla borta fukten. Luftfuktigheten ute kan också påverka komforten inne i andra riktningen. Låg utetemperatur under lång tid ger så låg luftfuktighet inne, att den kan upplevas besvärande.

2.4.1.1 Egna observationer jämförda med SMHI:s

Husen ligger i ett skogsområde 2,5 - 3 km från SMHI:s mätställe "Umeå flygplats" och 3 km från mätstället "Umeå sporthall". Lokalklimatet inom ett relativt begränsat område kan innebära klimatskillnader som inte är försumbara.

Överensstämmelsen mellan de månadsmedeltemperaturer som de egna mätningarna inom området ger och SMHI:s värden har provats genom att månadsmedeltemperaturen beräknats för två slumpvis valda månader - januari 1978 och april 1979. Jämförelsen har gjorts med SMHI:s mätställe "Umeå sporthall".

Månadsmedeltemperaturen beräknas enligt formeln /Taesler, 1972/:

$$T_{\text{mån}} = (p \cdot T_{07} + q \cdot T_{13} + r \cdot T_{19} + s \cdot T_{\text{min}}) / 100$$

T_{07} , T_{13} , T_{19} , T_{min} = medeltemperaturen kl 07, 13, 19 och medelmintemperaturen

p , q , r , s = fördelningsfaktorer
 januari $p = 41$, $q = 19$, $r = 40$,
 $s = 0$
 april $p = 29$, $q = 22$, $r = 36$,
 $s = 13$

TAB 2 Månadstemperaturer för två månader enligt egna mätningar och SMHI:s värden för Umeå (sport-hallen)

	Medeltemp				Månadsmedel T mån
	0,7	13	19	Min	
<u>Egna värden</u>					
januari 1978	-8,4	-6,9	-6,8	-	-7,4
april 1979	-0,9	2,8	1,0	2,6	0,4
<u>SMHI</u>					
januari 1978	-7,9	-6,6	-6,6	-	-7,1
april 1979	-0,5	2,7	0,8	-2,4	0,4

Avvikelsen i månadsmedeltemperatur, $0,3^{\circ}$ i januari och 0° i april måste bedömas som mycket små avvikelser. Det får därför i detta sammanhang anses vara försvarbart att arbeta med SMHI:s värden för Umeå sporthall.

2.4.1.2 Utetemperaturen olika månader

Av de 24 månader mätningarna pågick - från oktober 1977 till september 1979 - hade 9 månader temperaturöverskott och 15 underskott i jämförelse med SMHI:s normalperiod (1930-60). Medeltemperaturen under de två åren var $2,3^{\circ}$ mot normala $3,6^{\circ}$. Under period 1 (okt 1977 - sept 1978) var medeltemperaturen $2,7^{\circ}$ och under period 2 (okt 1978 - sept 1979) $1,9^{\circ}$ mot normaltemperaturen $3,6^{\circ}$. Även räknat på de ur energisynpunkt mest intressanta månaderna okt - maj var medeltemperaturen lägre än normalt - 2° under period 1 och $-3,8^{\circ}$ under period 2 mot normala $-1,2^{\circ}$. TAB 3.

Under första perioden förekom ett markant temperaturunderskott ($-5,1^{\circ}$) i februari medan vintern i övrigt var relativt normal eller något mildare än normalt. Under andra perioden var december, januari och februari ordentligt kalla, med hela $9,2^{\circ}$ lägre medeltemperatur än normalt i december. FIG 3.

TAB 3 Månadsmedeltemperatur. Oktober 1977 - september 1979 och normal för Umeå. Enligt SMHI

Månad	Månadsmedeltemperatur °C				Normal 1930-60
	Period 1 okt 1977-sept 1978		Period 2 okt 1978-sept 1979		
	Medel	Avvikelse	Medel	Avvikelse	
okt	4,4	0,9	3,1	-0,4	3,5
nov	-1,7	-0,8	-1,2	-0,3	0,9
dec	-3,1	1,2	-13,5	-9,2	-4,3
jan	-7,1	0,7	-13,1	-5,2	6,4
febr	-12,8	-5,1	-10,7	-3,0	-7,7
mars	-4,2	0,2	-2,7	1,7	-4,4
april	± 0	-1,3	0,4	-0,9	1,3
maj	8,7	1,2	7,1	-0,4	7,5
juni	12,9	0,2	14,5	1,8	12,7
juli	14,1	-2,2	15,5	-0,8	16,3
aug	13,1	-1,5	14,8	0,2	14,6
sept	8,1	-1,4	8,9	-0,6	9,5
Medelvärde					
okt-sept	2,7	-0,7	1,9	-1,4	3,6
okt-maj	-2,0	-0,4	-3,8	-2,2	-1,2

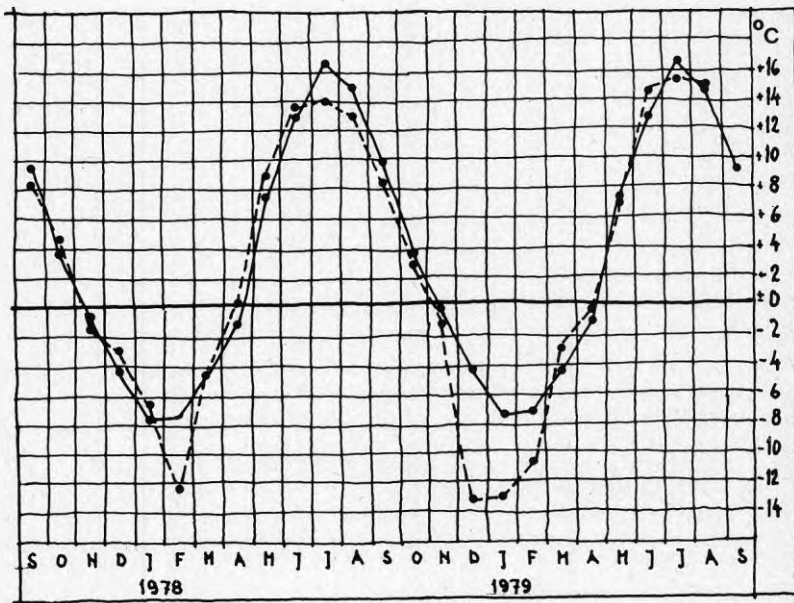


FIG 3 Månadsmedeltemperaturer i Umeå
 Heldragen linje = Normaltemperaturer 1930-60
 Streckad linje = Temperaturer sept 1977-aug 1979

4.1.3 Nederbörd och molnighet

Totala nederbörden under hela försöksperioden var 99,5 % av normalnederbörden. Avvikelsen var + 4 % under period 1 okt 1977 - sept 1978 och 5 % under period 2 okt 1978 - sept 1979. I oktober 1977 var nederbördsmängden 5 % större än normalt. I maj 1978 var den endast 30 % av den normala. Däremot var nederbördsmängden i september 1978 hela 141 % av den normala, i oktober däremot 75 %. Maj 1979 hade 157 % av normalnederbörden. Period 1 hade torrare månader än normalt i början och slutet av eldningssäsongen medan period 2 hade nederbördsrikare månader än normalt. Under period 1 kom stora snömängder i februari och mars, medan huvudmängden snö under andra perioden föll i mars. TAB 4.

TAB 4 Nederbörd. Oktober 1977 - september 1979 och normalnederbörd i Umeå. Enligt SMHI

Månad	Nederbörd				
	Period 1 okt 1977-sept 1978		Period 2 okt 1978-sept 1979		Normal 1930-60
	mm	% av norm	mm	% av norm	mm
okt	62,0	105	46,3	75	59,0
nov	80,3	120	53,7	80	57,5
dec	27,6	48	21,9	38	57,6
jan	68,2	139	29,8	61	48,9
febr	11,7	39	17,1	57	30,0
mars	68,7	264	65,2	251	26,0
april	26,0	76	50,1	147	34,2
maj	8,8	30	45,6	157	29,3
juni	49,6	101	25,0	51	49,1
juli	41,5	66	97,1	154	62,9
aug	86,1	112	71,5	93	76,9
sept	86,0	141	40,2	66	61,0
Hel period	616,5	104	563,5	95	592,4

Den totala medelmolnmängden var något större än normalt under undersökningsperioden - 103,5 % av normalvärdet. Värdet var 105 % under period 1 och 102 % under period 2.

Hösten i period 1 var molnigare än normalt men våren hade nästan normal molnmängd. Hösten i period 2 hade däremot betydligt lägre molnmängd än normalt, c:a 8 %, medan våren var mycket molnrik, 30 % högre medelmolnmängd än normalt. TAB 5.

TAB 5 Medelmolnmängd. Oktober 1977 - september 1979 och normal för Umeå. Enligt SMHI

Månad	Medelmolnmängd				
	Period 1 okt 1977-sept 1978		Period 2 okt 1978-sept 1979		Normal 1930-60
	%	Avvikelse %	%	Avvikelse %	%
okt	83	20	56	-7	63
nov	73	2	53	-18	71
dec	66	-4	55	-15	70
jan	68	3	63	-2	65
febr	49	-14	59	-4	63
mars	64	7	80	23	57
april	56	-2	74	16	58
maj	48	-3	63	12	51
juni	56	1	49	-6	55
juli	61	7	66	12	54
aug	64	8	66	10	56
sept	71	10	58	-3	61
% av normal 104,8		102,4		100	

2.4.2 Inneklimatet

2.4.2.1 Medeltemperaturen

Innetemperaturen - liksom utetemperaturen - påverkar energiförbrukningen i hus. I dessa hus ger en grads temperaturhöjning en ökning av den betalda energin för uppvärmning med 4-5 %, räknat på en eldningssäsong.

I välbyggda, välisolerade, täta hus bör det vara möjligt att hålla något lägre temperatur än i sämre byggda. Stora luftrörelser i husen kräver också normalt högre temperatur än om luftrörelserna är små.

Förvärmd tilluft bör ge mindre kalla luftrörelser än tilluft direkt från uteluften. Reglerutrustning med t ex tidstyrning - nattsänkning - bör ge lägre medeltemperatur än om sådan utrustning saknas. Dock kommer alltid boendevanorna att spela en roll när det gäller innetemperaturen.

Årsmedeltemperaturer

Under period 1 (eldningssäsongen) var den högsta årsmedeltemperaturen 22,4° i hus 12 och den lägsta 18,7° i hus 8. Den högsta uppmätta månadsmedeltemperaturen var 23,5° i hus 14 och den lägsta 17,2° i hus 10. Den största variationen - variationsvidden - i månadsmedeltemperatur var 4,0° i hus 13 och den minsta 1,1° i hus 3.

Under period 2 (eldningssäsongen) var den högsta årsmedeltemperaturen $22,0^{\circ}$ i hus 8 och den lägsta $19,1^{\circ}$ i hus 9. Den högsta uppmätta månadsmedeltemperaturen var $22,8^{\circ}$ i hus 7 och 8 och den lägsta $17,7^{\circ}$ i hus 11. Den största variationen i medeltemperaturen var $3,2^{\circ}$ i hus 14 och den minsta $1,4^{\circ}$ i hus 3. TAB 6.

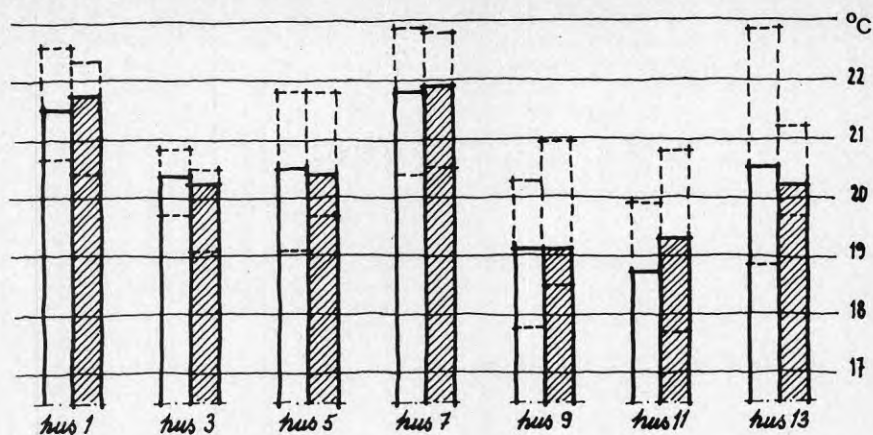
TAB 6 Innetemperaturer olika eldningssäsonger i olika hus. Medeltemperaturer

Hus	Period 1 1977-78				Period 2 1978-79			
	Medelt		Variationsvidd		Medelt		Variationsvidd	
	$^{\circ}\text{C}$	omf $^{\circ}\text{C}$	högst $^{\circ}\text{C}$	lägst $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	omf $^{\circ}\text{C}$	högst $^{\circ}\text{C}$	lägst $^{\circ}\text{C}$
1	21,5	1,9	22,6	20,7	21,7	1,9	22,3	20,4
2	19,8	1,8	20,9	19,1	20,0	1,6	20,7	19,1
3	20,4	1,1	20,8	19,7	20,2	1,4	20,5	19,1
4	22,0	1,4	22,4	21,0	21,7	1,5	22,5	21,0
5	20,5	2,7	21,8	19,1	20,4	2,1	21,8	19,7
6	19,6	2,5	21,5	19,0	19,4	1,5	19,9	18,4
7	21,8	2,5	22,9	20,4	21,9	2,3	22,8	20,5
8	21,9	1,4	22,7	21,3	22,0	1,5	22,8	21,3
9	19,1	2,5	20,3	17,8	19,1	2,5	21,0	18,5
10	19,1	3,6	20,8	17,2	19,3	2,5	20,8	18,3
11	18,7	3,1	19,9	16,8	19,3	3,1	20,8	17,7
12	22,4	2,8	23,1	20,3	20,5	1,5	21,3	19,8
13	20,5	4,0	22,8	18,8	20,2	1,5	21,2	19,7
14	22,1	2,9	23,5	20,6	21,4	3,2	22,4	19,2
Villa 80	20,4	2,5			20,4	2,1		
Villa 70	21,0	2,3			20,6	1,9		
<u>Båda perioderna</u>								
Villa 80	20,4	2,3						
Villa 70	20,8	2,1						

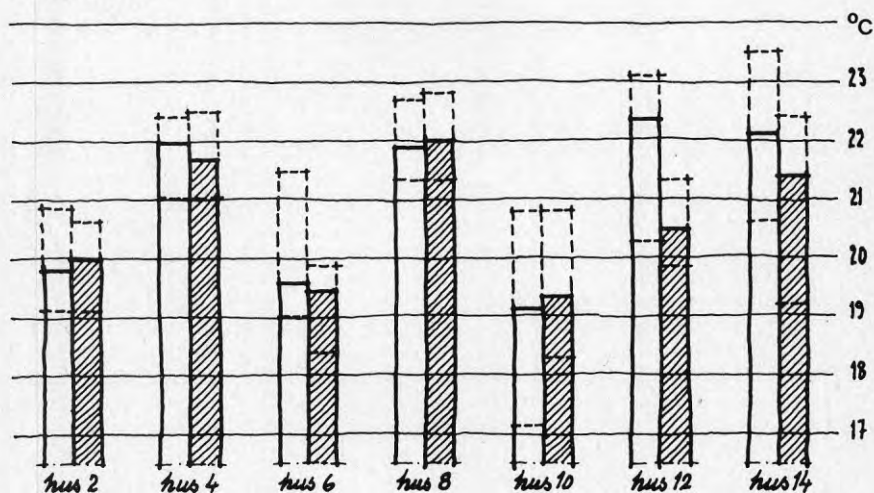
Jämförelse mellan grupperna Villa 80 och Villa 70 visar en viss men dock liten skillnad. Under period 1 var medelvärdet för den första gruppen $20,4^{\circ}$ medan den var $21,0^{\circ}$ för Villa 70-husen. Variationsvidden var i genomsnitt $2,3^{\circ}$ respektive $2,5^{\circ}$. Under period 2 var medelvärdet för 80-husen $20,4^{\circ}$ och för 70-husen $20,6^{\circ}$. Den genomsnittliga variationsvidden var $2,1^{\circ}$ respektive $1,9^{\circ}$. För båda perioderna sammantagna blev medeltemperaturen $20,4^{\circ}$ i Villa 80-husen och $20,8^{\circ}$ i Villa 70-husen. Genomsnittlig variationsvidd $2,3^{\circ}$ respektive $2,1^{\circ}$. TAB 6, FIG 4.

En analys av de temperaturer man haft i husen med hänsyn till husens täthet och de anordningar som förekommit ger ingen klar information om huskvalitetens och anordningarnas inverkan.

villa 80



villa 70



- = perioden 1977-78
 ▨ = perioden 1978-79
 - - - = högsta resp. lägsta månadsvärde

FIG 4 Innetemperaturer i olika hus. Månadsmedelvärden under eldningssäsonger

Direkt kan man konstatera att medeltemperaturen i husen i genomsnitt ligger på en relativt normal nivå 20-21°. I de två hus som vid täthetsprovnigen hade de sämsta värdena (hus 7, 8) har temperaturen varit något högre än i genomsnittet av husen 21,9° mot 20,6° för samtliga hus. Den genomsnittliga variationsvidden var 1,9° mot 2,2°. Samtidigt kan man konstatera att det hus som hade det bästa provtryckningsresultatet och som var extremt tätt (hus 4) också hade genomsnittstemperaturen 21,9°. Det hus, som visade det sämsta resultatet vid värmefotograferingen (hus 2) har inte haft speciellt hög temperatur i sammanhanget, 19,9°. Här har dock funnits problem som redovisas längre fram - feldimensionering gjorde att uppvärmningen inte räckte till i vissa lägen under första året. Men temperaturen i huset höjdes endast 0,2° under period 2 när felet var åtgärdat.

Tre av husen (3, 5 och 7) har s k tidstyrning - med bl a möjlighet till nattsänkning av temperaturen. I dessa hus var medeltemperaturen under hela försöksperioden 20,9° med variationsvidden 2,0° mellan olika månader. Motsvarande Villa 70-hus (4, 6, 8) hade medeltemperaturen 21,1° och variationsvidden var 1,6°. Samtliga hus utan tidstyrning hade medeltemperaturen 20,5°, variationsvidd 2,3°.

FTÅ - system med ventilationsvärmväxlare förekom i fem hus (1, 3, 5, 11 och 13). I dessa var medeltemperaturen för hela försökstiden 20,3° med variationsvidden 2,3°. I motsvarande Villa 70-hus var medeltemperaturen 20,9° med variationsvidden 2,1°.

I hus 2 finns takvärme. Takvärmens skall enligt reklamen spara energi bl a genom att man kan sänka temperaturen. Denna effekt kan inte bedömas ur detta material. Vad som sagts ovan om feldimensionerat system påverkar resultatet. Den finns dessutom Villa 70-hus som har hållit lägre temperatur.

Utän tvekan spelar människornas vanor, intressen och levnadsätt stor roll när det gäller den temperatur man håller. Att dessa förutsättningar kan ändras är också klart. I Villa 80-gruppen höll man i genomsnitt samma temperatur i husen under båda perioderna. I Villa 70-husen sänktes genomsnittstemperaturen däremot 0,4° mellan period 1 och 2. Huvuddelen av denna sänkning uppstod genom att man i ett hus (12) sänkte temperaturen från 22,4° till 20,5°. I övrigt var förändringarna små.

Man kan konstatera att temperaturen i Villa 80-husen var något lägre än i Villa 70-husen, 0,4°. Hus med ventilationsvärmväxlare hade 0,6° lägre genomsnittstemperatur än motsvarande hus utan värmväxlare. Hus med s k tidstyrning hade i genomsnitt 0,2° lägre temperatur än motsvarande hus utan tidstyrning. Hus med både tidstyrning och ventilationsvärmväxlare (3, 5) hade samma temperatur, 20,4°, som hus med enbart värmväxlare. Någon skillnad i temperatur beroende på olika byggtknisk kvalitet kan inte konstateras (Boendevanorna kan troligen spela väl så stor roll som tekniken).

Temperaturen olika månader

Att medeltemperaturens variationsvidd i vissa hus var 3-4° visar att temperaturen olika månader varierade ganska kraftigt. Under period 1 hade både Villa 80- och Villa 70-husen högsta temperaturen i oktober. Medeltemperaturen föll sedan under eldningssäsongen. Ungefär motsvarande förlopp förekom under period 2, men skillnaden mellan oktober och maj var då mindre. Variationen för medelvärdet var av storleksordningen 1°. TAB 7. FIG 5.

TAB 7 Innetemperaturer olika månader i Villa 80- resp Villa 70-hus. Medeltemperaturer

Månad	Medeltemperaturer, °C		
	Villa 80	Villa 70	
1977	okt	21,3	21,9
	nov	20,3	21,4
	dec	20,3	21,6
1978	jan	20,1	20,8
	febr	19,8	21,0
	mars	20,3	20,8
	april	20,3	21,1
	maj	20,3	20,7
	sept	20,6	20,8
	okt	20,6	21,0
	nov	20,3	20,7
	dec	19,8	20,8
1979	jan	20,2	20,6
	febr	20,4	20,4
	mars	20,6	21,0
	april	20,2	20,2
	maj	20,6	19,9
Period 1	20,4	21,0	
Period 2	20,4	20,6	
Median	20,3	20,8	
Kvartiler	20,6	21,1	
	20,2	20,6	

I Villa 80-husen sjönk innetemperaturen när utetemperaturen sjönk och var lägst den kallaste månaden - februari under period 1 och december under period 2. Sedan steg innetemperaturen något igen. Villa 70-husen hade en mer upp- och nergående kurva, där innetemperaturen snarast höjdes något den kallaste månaden.

Husen med värmepåsar (1, 3, 5, 11, 13) hade tillsammans temperaturer som väl överensstämde med de sammantagna värdena för Villa 80-husen. Detta gällde också referenshusen till dessa hus (2, 4, 6, 12, 14). Av de enskilda husen hade hus 7 en temperaturkurva med markanta svängningar i temperaturerna. Innetemperaturen sjönk ordentligt de kallaste månaderna.

Liknande variation förekom inte i hus 8 - referenshuset. FIG 6. Hus 10 hade enligt TAB 6 stor variationsvidd i månadsmedeltemperaturerna. Här var temperaturen hög de kalla månaderna och låg under vårmånaderna.

Liksom när det gäller årsmedeltemperaturerna har de olika anordningarna och byggtekniken inverkat i liten omfattning när det gäller temperatur olika månader. Ett undantag är dock hus 7. Hus 7 tillhör det huspar som hade sämsta tätheten vid provtryckningen och många anmärkningar vid värmefotograferingen. Hus 8 hade sämre värden än hus 7 men variationen i temperatur förekom inte i hus 8. Det är därför troligt att det är byggtekniken i kombination med nattsänkning i hus 7 som gett variationerna. I huset finns ett elpanelsystem - "El-pan" - med elpaneler som golvsocle och med tidstyrning. De kraftiga svängningarna med utetemperaturen förekommer inte i andra hus med tidstyrning.

Om man söker månad med lägsta och högsta innetemperatur i respektive hus de två eldningsäsongerna finner man att både högsta och lägsta temperatur förekommit alla månader. Åtta hus hade lägsta temperaturen under maj någon av de två säsongerna och tio hus hade högsta temperaturen i oktober. FIG 7. Någon skillnad mellan Villa 80 och Villa 70 förekom inte. Under period 1 hade fyra hus lägsta temperaturen under den kallaste månaden - februari. Under period 2 hade endast ett hus lägsta temperaturen i december och ett i januari - de två kallaste månaderna under perioden.

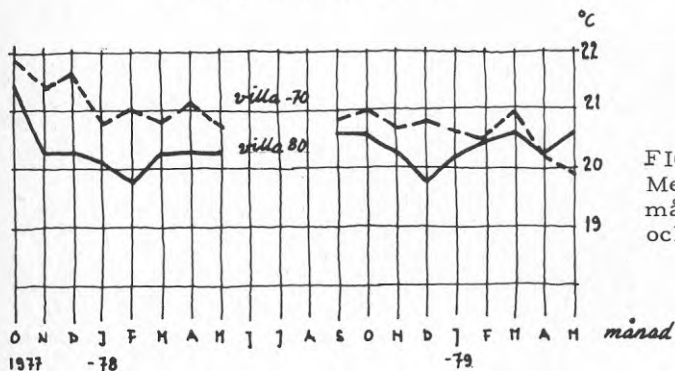


FIG 5
Medeltemperaturer olika månader i Villa 80-hus och Villa 70-hus

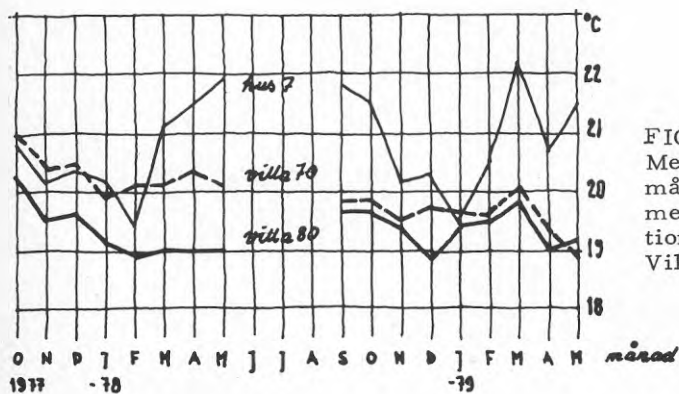
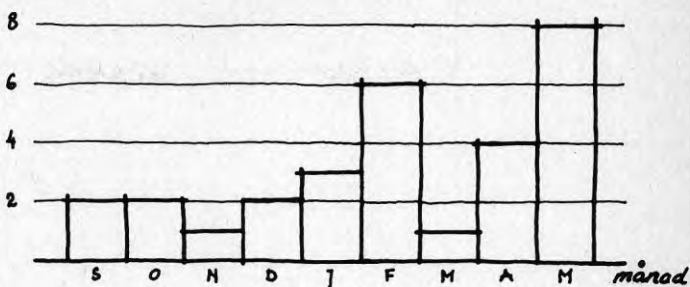


FIG 6
Medeltemperaturer olika månader i hus med värmeväxlare (FT-ventilation) och motsvarande Villa 70-hus samt i hus 7.

lågst
antal hus



högst
antal hus

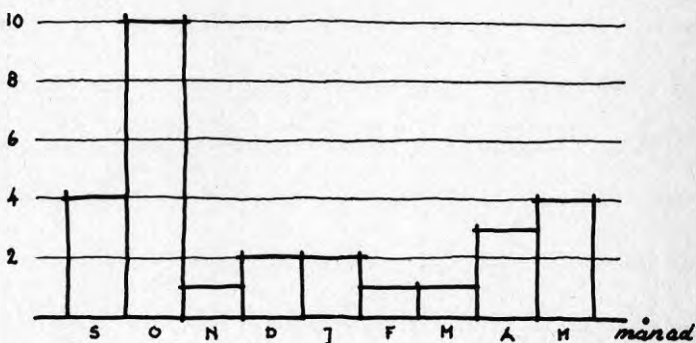


FIG 7 Månad med lägsta och högsta inne-
temperatur

2.4.2.2 Lokala temperaturer

De innetemperaturer som redovisats under 2.4.2.1 är medeltemperaturerna i en central punkt i respektive hus. Val av mät-punkt kan ha betydelse för den temperatur som erhålls. Ju större variationer som förekommer i huset, ju större är sannolikheten att den registrerade temperaturen avviker från den reella inomhustemperaturen. Låga lokala temperaturer kan innebära att temperaturen i ett helt hus hålls högre än om temperaturen är jämn.

Lufttemperaturer

Temperaturen i olika punkter har kartlagts i hus 2 och i hus 5. I hus 2 förekom under första vintern en del klagomål - man tyckte det drog kallt. Några liknande klagomål förekom inte i något annat hus. Hus 5 kan anses representera väl fungerande hus.

I varje rum mättes lufttemperaturen på tre ställen i rummets djup och på varje ställe på tre höjder från golvet. I stora rum mättes dessutom på motsvarande sätt i två hörn. FIG 8.

Medelgradienten i hus 2 var $2,9^{\circ}$ medan den i hus 5 var $1,3^{\circ}$. Temperaturvariationerna över huvud taget var större i hus 2 än i hus 5. TAB 8.

I hus 5 hade man högre temperatur i bottenvåningen än i övervåningen. Jämnheten i temperatur är påfallande. I hus 2 var temperaturen lägre i bottenvåningen än i övervåningen. Temperaturerna i sidled varierade ytterst lite i båda husen. Man hade i stort sett i varje rum samma temperatur på samma höjd var den än togs i rummet. FIG 8.

Medelvärden av de uppmätta temperaturerna i respektive hus överensstämmer mycket väl med de medeltemperaturer som registrerades av den centralt placerade termohydrografen.

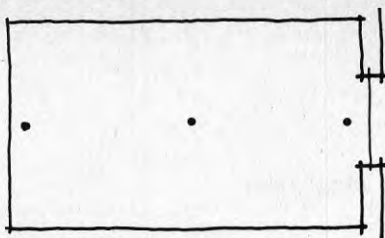
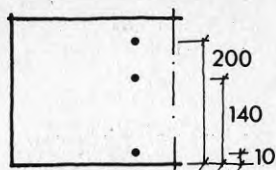
TAB 8 Gradient och temperaturer i hus 2 och 5. Medelvärden av mätresultat i alla rum. Utetemperatur -12°

Hus	Medeltemperatur $^{\circ}\text{C}$									Gradient		
	h = 10 cm			h = 140 cm			h = 200 cm			m	l	h
	m	l	h	m	l	h	m	l	h			
2 vån 1	21,3	17,3	23,4	23,8	21,2	24,5	25,3	22,8	26,7	4,0	1,9	5,5
2 " 2	23,7	22,1	25,2	24,5	22,9	25,2	25,5	23,6	26,7	1,8	1,3	3,0
2 " 1+2	22,4	17,3	25,2	24,1	21,2	25,2	25,3	22,8	26,7	2,9	1,3	5,5
5 " 1	18,7	18,1	19,4	20,0	19,6	20,7	20,3	19,9	21,5	1,6	1,0	2,6
5 " 2	19,0	17,5	19,8	17,6	19,9	19,1	19,1	17,6	20,0	0,2	0,1	0,2
5 " 1+2	18,8	17,5	19,8	19,8	17,6	20,7	20,0	17,6	21,5	1,3	0,1	2,6

m = medel
l = lägst
h = högst

Den höga temperaturen i hus 2 stämmer inte med den normalt uppmätta temperaturen i huset. Medeltemperaturen i huset den månad mätningen gjordes var $20,5^{\circ}$. Av någon okänd anledning var temperaturen uppställd den dag mätningarna gjordes.

MÄTPUNKTER

*plan**sektion*

TEMPERATURER

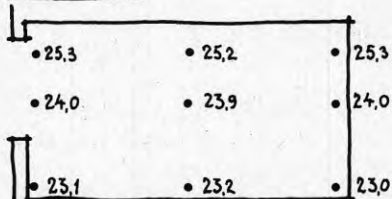
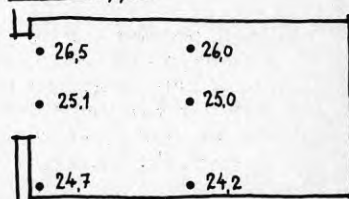
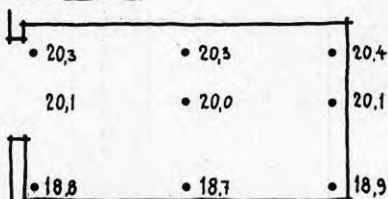
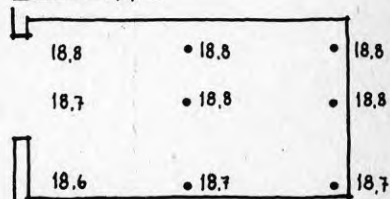
hus 2 nere*hus 2 uppe**hus 5 nere**hus 5 uppe*

FIG 8 Mätpunkter för lufttemperaturer och medelvärden för temperaturen i mät-punkterna i hus 2 och 5.

Medelvärde av alla mätpunkter:

Hus 2 + 24^o
 Hus 5 + 19,5^o

Medeltemperatur i huset vid mättillfället:

Hus 2 + 24^o
 Hus 5 + 20^o

I hus 2 finns takvärme för uppvärmningen. Den uppvärmningsmetoden ger genom strålvärme en något annorlunda temperaturfördelning, men sannolikt kan temperaturskillnaden 4° från golv till huvudhöjd vid vissa tillfällen uppfattas som drag eller på annat sätt som obehaglig.

Golvtemperaturer

Det finns inga direkt angivna krav på vilken uppmätt temperatur som är godtagbar på en golvyta. I SBN 75 kap 35:21 anges dimensionerande värden endast avsedda för kontroll genom beräkning och inte för kontroll genom temperaturmätning. De angivna dimensionerande värdena för bostadsrum är $16-27^{\circ}$ C vid dimensionerande lägsta temperatur (LUT). Att sätta en i detta sammanhang användbar gräns är därför svårt. Det blir mer en fråga om jämförelser.

I genomsnitt var de uppmätta golvtemperaturerna, FIG 9, relativt höga och avvek endast någon eller några grader från luftmedeltemperaturen i husen. För samtliga uppmätta golvtemperaturer var medelvärdet $17,9^{\circ}$ medan samtidigt medelvärdet för lufttemperaturen i rummen var $20,4^{\circ}$ och uttemperaturen var $-6,1^{\circ}$. TAB 9.

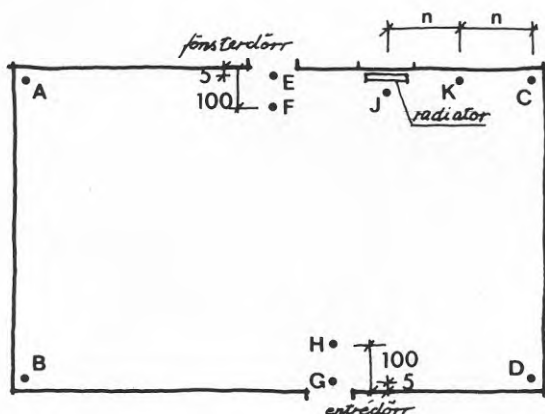


FIG 9 Mätpunkter för golvtemperaturer

Av de enskilda mätvärdena låg 10,1 % under 15° , 16,5 % under 16° och 26 % under 17° . 8 % låg över 21° . Någon skillnad mellan Villa 80 och Villa 70 förekom inte. FIG 10.

De låga enskilda mätvärdena förekom i några få av husen - hus 9, 11, 2 och 10. I hus 8 förekom dessutom ett extremt lågt värde.

TAB 9 Golvtemperaturer. Mätpunkter A - K enligt FIG 9

Hus	Golvtemperaturer °C							Lufttemp °C	
	Husens hörn A-D		Glasdörrar E F		Entrédörr G H		Långvägg J - K	inne	ute
	medel	lägst	5 cm	100 cm	5 cm	100 cm	medel		
1 uppe	22,2	21,5	21,4	21,6					
1 nere	19,0	16,3	18,8	20,3	16,6	18,0	21,4	23	-4
2 uppe	16,5	15,2	17,3	19,9					
2 nere	13,8	12,8	13,6	18,3	12,8	16,4	-	20	-9
3 uppe	18,0	17,3	17,9	18,2					
3 nere	17,3	16,6	17,1	19,1	17,3	18,4	17,8	19	-1
4 uppe	17,3	16,2	16,8	20,3					
4 nere	17,2	15,5	17,4	20,4	19,8	21,1	20,2	22	-7
5 uppe	20,0	19,8	19,2	19,9					
5 nere	18,4	17,5	18,9	19,6	15,6	19,2	20,3	21	-1
6 uppe	18,0	17,1	-	-					
6 nere	19,0	18,0	19,0	20,1	18,1	20,4	19,2	20	-7,5
7 uppe	21,8	20,1	19,8	22,1					
7 nere	19,3	17,6	18,3	20,4	13,3	19,7	23,1	21	-7
8 uppe	14	4,9	17,4	19,3					
8 nere	17,8	17,4	19,5	20,4	17,1	19,1	19,5	21	-7
9 uppe	15,7	14,1	16,7	18,8					
9 nere	14,8	13,8	15,8	17,4	13,0	15,7	17,1	19	-8
10 uppe	17,8	12,7	20,8	22,0					
10 nere	14,6	11,9	17,1	18,1	18,2	16,6	16,2	20	-8
11 uppe	17,3	16,8	-	-					
11 nere	13,1	11,2	15,1	18,4	18,8	17,5	19,0	19	-8
12 uppe	19,1	18,8	-	-					
12 nere	18,3	17,6	18,4	19,1	17,9	18,9	18,4	20	-4
13 nere	17,4	17,1	15,4	17,0	15,0	16,4	17,7	19	-7
14 nere	17,5	14,2	17,6	18,8	17,8	19,2	18,5	22	-7
medelv									
uppe	17,8	16,2							
nere	17,0	15,5							
tot	17,5	15,8	17,8	19,5	16,5	17,5	19,1	20,4	-6,1
Totalt pkt A - K 17,9°									

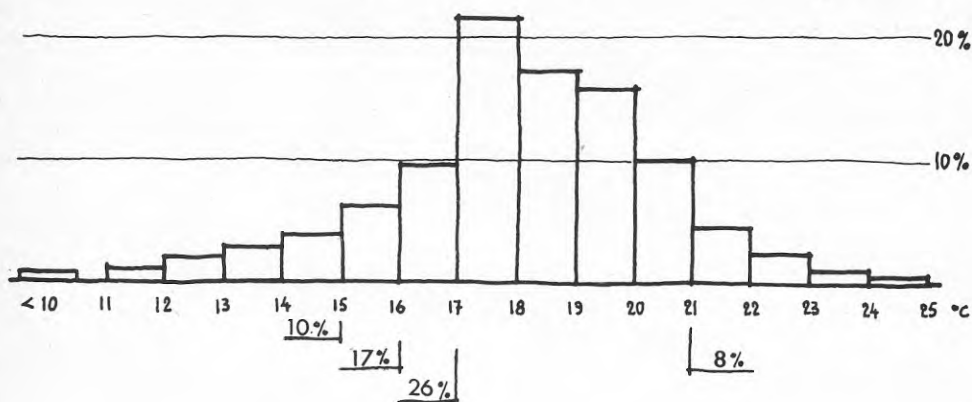


FIG 10 Frekvens av uppmätta golvtemperaturer

Husen 9 och 10 har källarvåning, varför förutsättningarna är något annorlunda, jämfört med övriga hus. I båda dessa hus och i hus 11 tätades mellan syll och betongplatta med uretanskum i en lådformad syll. Metoden borde ge en god tätning. De låga golvtemperaturerna i bottenvåningarnas hörn verifierar inte detta. I hus 9 fanns också punkter med låg temperatur på andra ställen. Hus 12 utfördes samtidigt och med samma metoder som hus 11. I det huset var de uppmätta golvtemperaturerna högre, åtminstone vid den utetemperatur som rådde vid mättillfället (-4°).

Både hus 2 och 8 hade många brister som borde åtgärdas enligt resultaten från värmefotograferingen. De låga mätvärdena i hus 2 kan också i flertalet fall relateras till värmefotograferingens resultat. Uppmätta $4,9^{\circ}$ på golvet i ett hörn i övervåningen i hus 8 är direkt möjliga att koppla till de brister som konstaterades vid värmefotograferingen - "brister med direktgenomblåsning i golvinklarna i övervåningen".

Utetemperaturen $-6,1^{\circ}$ är hög jämfört med dimensionerande lägsta temperaturen (LUT 1) i Umeå som är -25° . Några egentliga klagomål om kalla golv har dock inte förekommit.

2.4.2.3 Luftfuktighet

Luftfuktigheten inne kan spela viss roll ur komfortsynpunkt. Det kalla vinterklimatet i Norrland har förutsättning att ge låg luftfuktighet inomhus vissa månader.

Årsvärden i olika hus

Medelvärdet för luftfuktigheten under period 1 varierade från 31,8 % i hus 13 till 50,5 % i hus 6. Medelvärdet för samtliga hus var 39,5 %. Skillnaden mellan Villa 80-hus och Villa 70-hus var liten. Variationsvidden hos månadsmedelvärdena var stor. Hus 13 t ex hade högsta månadsvärdet 53 % och det lägsta 24 %, vilket motsvarar variationsvidden 29 %-enheter. Hus 1 å andra sidan hade endast variationsvidden 12,1 %-enheter.

Under period 2 var medelvärdet för luftfuktigheten av samma storleksordning som under period 1. Det var fortfarande samma hus som hade de lägsta och de högsta värdena - 35,9 % i hus 13 och 48,1 % i hus 6. Hus 13 hade fortfarande den största variationsvidden 27,2 %-enheter. Medelvärdet för samtliga hus under perioden var 40,6 %. Skillnaden mellan Villa 80 och Villa 70 var liten. TAB 10.

Det går inte att finna någon entydig orsak till varför luftfuktigheten är låg i ett hus och högre i ett annat. En naturlig orsak till skillnaden borde vara ventilationen - luftomsättningen. Hus med bra ventilation borde ha torrare luft än de som har dålig ventilation. Största luftomsättningarna uppmättes i husen 1 och 13 (jmf 4.2.4). I hus 1 låg luftfuktigheten kring medelvärdet. Dock har viss luftbefuktning förekommit i huset. I hus 13 var luftfuktigheten låg. Hus 7 och 14 hade extremt dålig ventilation, men luftfuktigheten var inte extremt hög. Hus med värmeväxlare skulle kunna tänkas ge andra värden än hus med enbart från-luftsventilation. Någon sådan tendens finns inte. Medelvärdet för Villa 80-huset - där värmeväxlarna finns - är i det närmaste samma som för Villa 70-huset. Ser man på de enskilda husen med värmeväxlare (1, 3, 5, 11 och 13) och jämför dem med respektive referenshus framgår heller inga givna samband.

Om man genom regressionsanalys försöker finna sambandet mellan luftfuktigheten och luftomsättningarna genom ventilationen finner man att spridningen kring regressionslinjen blir kraftig och linjens läge och riktning är inte direkt given grafiskt. Korrelationen blir -0,28. Den negativa korrelationen innebär dock att luftfuktigheten i allmänhet minskar om värdet för luftomsättningarna ökar.

Om luftfuktigheten på liknande sätt sätts i relation till husens täthet - värdena från täthetsprovnings - blir spridningen mycket stor. Korrelationen blir -0,01. Även här skulle negativ korrelation innebära att luftfuktigheten minskar om luftomsättningen ökar.

Sannolikt har luftfuktigheten i husen bestämts av ett flertal samverkande faktorer. Ventilationen tillsammans med husens täthet har spelat roll, men ett antal faktorer som varit beroende av människorna som bor i husen har också spelat roll - antal människor som bott i huset, sättet att diska, bada, hantera tvätt osv - liksom troligen också husens utformning, planlösning.

I de olika husen hade man utan undantag de högsta fuktvärdena i september. De lägsta värdena var spridda över årets tre första månader.

TAB 10 Relativ luftfuktighet olika eldningssäsonger i olika hus. Medelvärden

Hus	Period 1 1977-78				Period 2 1978-79			
	Medelv %	Variationsvidd			Medelv %	Variationsvidd		
		Omf %	Högst %	Lägst %		Omf %	Högst %	Lägst %
1	40,0	12,1	46,0	33,9	37,8	18,0	46,0	28,0
2	38,6	12,4	46,9	34,5	40,6	9,5	46,9	37,4
3	35,1	22,0	49,5	27,3	40,3	16,7	49,5	32,8
4	34,8	18,5	46,6	28,1	36,8	17,7	46,6	28,9
5	38,0	15,4	48,7	33,3	40,9	14,5	48,7	34,2
6	50,5	17,9	62,9	45,0	48,1	22,7	62,9	40,2
7	39,6	12,6	46,8	34,2	40,5	10,6	46,8	36,2
8	38,5	22,8	53,8	31,0	40,9	20,9	53,8	32,9
9	46,7	17,1	57,4	40,3	44,0	22,1	57,4	35,3
10	41,9	20,4	54,8	34,4	39,5	23,9	54,8	30,9
11	43,4	19,6	58,9	39,3	46,7	17,0	58,9	41,9
12	36,7	18,4	49,9	31,5	38,0	17,9	49,9	32,0
13	31,8	29,0	53,0	24,0	35,9	27,2	53,0	25,8
14	37,9	13,0	46,1	32,2	38,1	13,8	46,1	32,3
Villa 80	39,2				40,9			
Villa 70	39,8				40,3			

Båda perioderna

Villa 80 39,7

Villa 70 40,1

Luftfuktighet olika månader

Luftfuktighetens månadsmedelvärde var lägst cirka 34,5 % i februari, mars i både Villa 80- och Villa 70-husen. Det högsta värdet, cirka 51,5 %, förekom i båda grupperna i september. TAB 11.

Värdena för luftfuktigheten följer i stort utetemperaturens variation. När temperaturen faller, faller också luftfuktigheten inne i husen. När temperaturen stiger, stiger luftfuktigheten. FIG 11.

Jämnheten i värdena om man jämför Villa 80 och Villa 70 innebär att man ganska säkert kan säga att ventilationsvärmväxlarna inte har påverkat luftfuktigheten i husen.

TAB 11 Relativ luftfuktighet olika månader i Villa 80-respektive Villa 70-hus. Medelvärden

Månad	Luftfuktighet %	
	Villa 80	Villa 70
1977 okt	42,8	43,4
nov	42,5	43,4
dec	39,3	39,6
1978 jan	36,8	38,3
febr	34,8	34,6
mars	34,7	34,5
april	35,4	36,2
maj	35,6	37,7
sept	51,5	51,6
okt	45,2	44,0
nov	42,6	41,7
dec	37,0	36,3
1979 jan	36,2	34,2
febr	34,4	35,0
mars	38,0	37,2
april	40,1	41,0
maj	47,2	41,6
Period 1	39,2	39,8
Period 2	40,9	40,3

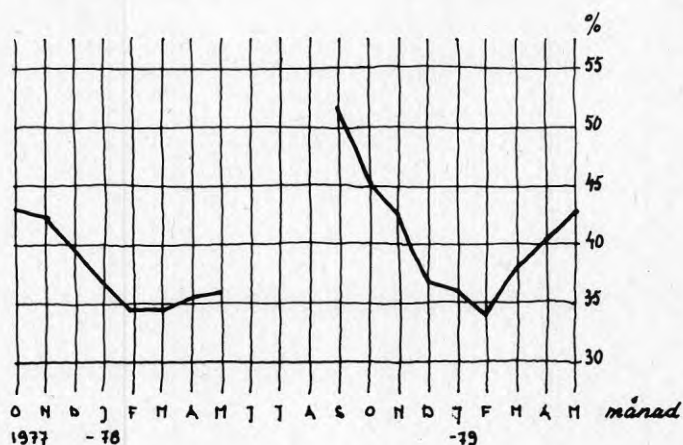


FIG 11 Luftfuktighet inomhus olika månader. Samma medelvärden för Villa 80 och Villa 70.

Luftomsättningen i ett hus har betydelse för komforten, men den påverkar också energiförbrukningen relativt kraftigt. Det finns möjligheter att sänka energiförbrukningen i ett hus genom att sänka antalet luftomsättningar. Samtidigt är det ur klimat- och komfortsynpunkt nödvändigt att ha så mycket ventilation att obehag inte uppstår.

Eftersom den totala ventilationen är summan av styrd och ofrivillig ventilation bör det vara erforderligt med kraftigare styrd ventilation ju tätare husen är. Att tidigare byggda hus fungerat relativt väl med självdragsventilation torde i första hand ha berott på att den ofrivilliga ventilationen var hög.

Samtliga hus i projektet är utrustade med fläktventilation. Fem av husen har från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTÅ), övriga har mekanisk frånluftsventilation (F). Tilluften i övriga hus tas genom ventiler eller vädringsrutor.

När husen byggdes sattes de fem ventilationsvärmeväxlarna in med motivet att de var energisparanordningar. Dessa anordningar borde dessutom ur komfortsynpunkt ha klara fördelar framför F-ventilation.

Den ofrivilliga ventilationen är svår att mäta på ett tillfredsställande sätt. De uppgifter som finns från olika forskningsprojekt understryker detta och olika forskares åsikter är olika när det gäller metodernas tillförlitlighet. Försök att mäta den ofrivilliga ventilationen har inte gjorts i detta projekt. Eftersom det här är fråga om extremt täta hus torde dock - enligt de uppgifter som finns - den ofrivilliga ventilationen vara av storleksordningen 0,1 - 0,2 luftomsättningar/timme. En del forskare hävdar att den ofrivilliga ventilationen är större vid FTÅ-ventilation än vid F-ventilation på grund av genomströmningsförluster. Vid den energibalansberäkning som gjordes i anslutning till utvärderingen av byggskedet i projektet antogs att genomströmningsförlusterna var 1500 kWh/år vid FTÅ-ventilation och 500 kWh/år vid F-ventilation.

Alla här redovisade ventilationsvärden avser den styrda ventilationen om inte annat anges.

Normkraven

I Svensk Byggnorm, SBN -75, kap 36:42 står när det gäller här aktuell ventilation:

"Luftväxling. Lägsta dimensionerande frånluftsflöde för olika lokaler:

Kök	10 l/s	spiskåpa
Bad-, duschrum	10 l/s + 1 l/s för varje m ²	
Tvättstuga		golvarea över 5 m ²
Separat WC	10 l/s	

För lägenhet i sin helhet skall en luftväxling (forceringsflöde oräknat) av lägst 0,35 l/s m² lägenhetsyta kunna erhållas.

Tilluftsflödet vid ventilation typ FT får uppgå till högst 100 % av frånluftsflödet (forceringsflöde oräknat).

För enbostadshus o d anordnas ventilation typ F så att luftflödet enkelt kan sänkas till halva dimensionerande flödet. "

(0,35 l/s m² motsvarar c:a 0,5 luftomsättningar/tim vid takhöjden 2,4 - 2,5 m).

I förutsättningarna för Villa 80-projektet ingick att husen skulle utformas och utrustas i enlighet med SBN -75. Det kan dock konstateras att tiden från det den slutliga texten i normen fastställdes och husen byggdes var mycket kort. Någon tid för nyutveckling av anordningar fanns inte.

Enligt SBN -67 var det tillräckligt med självdragsventilation i småhus. Dock angavs att "om särskilda åtgärder vidtas för att täta fönster och dörrar, t ex i avsikt att avsevärt minska värmebehovet eller möjliggöra värmeåtervinning ur ventilationsluften, minskar den ofrivilliga ventilationen till så låga värden att mer omfattande åtgärder kan bli erforderliga t ex enligt :21. "

Där anges som min frånluftsflöde för bostadslägenhet (i flerfamiljshus)

Kök	80 m ³ /h	(22 l/h)
Bad-, duschrum	60 m ³ /h	(17 l/h)
Lägenhetstvättstuga	40 m ³ /h	(11 l/h)
Separat WC	30 m ³ /h	(8 l/h)

Dessa värden är med undantag för "separat WC" högre än i SBN -75.

Luftväxling

I ett fall (hus 12) uppfyllde man kraven i SBN -75 till 100 %, under båda perioderna enligt de gjorda mätningarna. Man klarade normerade lägsta frånluftsflödet både i olika utrymmen och för huset i sin helhet. Under Period 2 hade ytterligare två hus (2 och 3) tillräcklig ventilation enligt normen. I de övriga husen förekom att flödena i ett eller flera av utrymmena hade för låga värden. I fyra av dessa hus (1, 6, 13 och 14) hade man genomgående tillräckliga flöden för att erhålla luftväxlingen 0,35 l/s m² lägenhetsyta respektive hälften av detta värde.

I tre hus (8, 9 och 10) hade man tillräckliga sådana flöden under period 2. I ett hus (7) uppfyllde man i det närmaste inga av de ställda kraven. Även hus 4 hade med hänsyn till normkraven dålig ventilation enligt de gjorda mätningarna. TAB 12.

I 15 fall var flödet för lågt i WC, i 11 fall för lågt i tvättstuga, i 8 fall för lågt i badrum och i 5 fall för lågt i kök.

I elva av husen klarade man luftväxling 0,35 l/s m² eller låg mycket nära detta värde hela provtiden eller under period 2. I hus 4 och 5 nådde man upp till 0,25 - 0,30 l/s m² medan hus 7 under period 2 låg så lågt som 0,15 l/s m².

TAB 12 Frånluftflöden i olika utrymmen i olika hus. Luftväxling

Hus	Typ	Per	Frånluft							Tilluft	
			Max flöde l/s							Min flöde	
			Kök	Bad	WC 1	WC 2	Tvätt	Summa l/s m ²	Summa l/s m ²	max l/s m ²	min l/s m ²
1	FT	1,2	15,3	-	15,0	16,9	8,6	0,42	0,31	0,53	0,33
2	F	1	10,0	31,9	24,4	-	6,6	0,55	0,23		
		2	34,7	18,0	10,8	-	15,8	0,60	0,27		
3	FT	1	18,0	11,7	10,8	-	8,0	0,31	0,14	1)	1)
		2	12,5	-	12,2	13,9	19,0	0,37	0,16		
4	F	1	12,8	9,4	6,4	-	9,2	0,24			
		2	5,0	10,6	10,8	-	11,1	0,24			
5	FT	1	19,0	11,7	7,7	-	2,8	0,29	0,17	0,37	0,30
		2	12,2	11,1	11,9	-	8,0	0,30	0,15		
6	F	1,2	8,9	20,6	20,6	-	18,9	0,35	0,19		
7	F	1	5,2	4,1	5,8	3,6	15,6	0,25			
		2	18,6	0,5	3,6	0,8	0,6	0,15			
8	F	1	19,4	24,2	13,3	-	20,2	0,49			
		2	17,5	10,0	7,2	-	11,4	0,33			
9	F	1	15,0	9,4	13,3	0	0	0,22	0,09		
		2	17,5	10,8	12,8	11,1	8,6	0,36	0,12		
10	F	1	15,0	4,2	4,7	0	0	0,20	0,09		
		2	11,6	10,0	15,6	9,2	7,5	0,46	0,17		
11	FT	1	2,5	16,9	18,6	-	21,0	0,36	0,06	1)	1)
		2	3,3	16,1	18,3	-	17,5	0,33	0,06		
12		1,2	21,7	-	17,5	10,6	16,1	0,39	0,16		
13	FT	1	24,7	8,9	9,2	-	12,2	0,42	0,27	0,32	0,30
		2	19,1	8,9	8,4	-	10,0	0,36	0,21		
14	F	1	10,6	13,9	8,9		11,1	0,34			
		2	17,5	8,3	8,6		10,3	0,34			
Normkrav			>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	0,35	0,18	100 % av frånluftsflödet	

1) Tilluftsflödet omöjligt att mäta

2) 10 l/s + 1 l/s för varje m² golvarea utöver 5 m²

Det halverade värdet som normen anger (0,175 l/s m²) var i några fall så lågt som 0,06 - 0,09 l/s m² (hus 7, 9, 10, 11). Endast i fem hus låg värdet över 0,17 l/s m² lägenhetsyta. FIG 12.

Skillnaden mellan Villa 80- och Villa 70-husen var genomsnittligt liten. Medelvärde för maximala frånluftsflödet (luftväxling- en exkl forcerad köksventilation) var 0,33 l/s m² lägenhetsyta i Villa 80 och 0,38 i Villa 70.

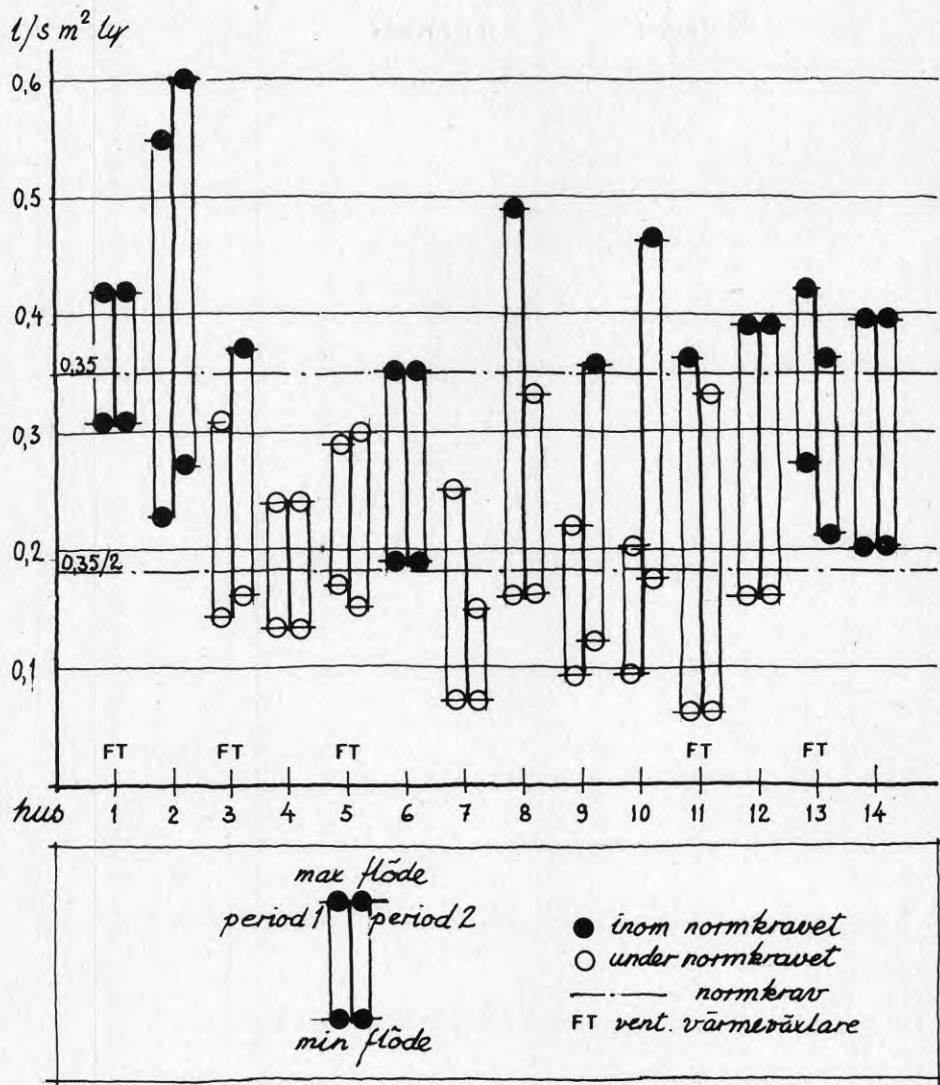


FIG 12 Ventilation i olika hus. Uppmätta värden i liter/sekund m^2 lägenhetsyta under de två perioderna.

Medelvärde för min-flödena var 0,16 respektive 0,17 l/s m². Även jämförelse mellan hus med FT-ventilation (värmeväxlare) och hus med F-ventilation visar att skillnaderna var små - medelvärden i närheten av 0,35 l/s m² lägenhetsyta för max-ventilationen och i närheten av halva detta värde för min-ventilationen. TAB 13.

Att en ganska kraftig spridning förekom framgår av FIG 12. Variationsvidden för max-ventilationen i Villa 80-husen var 0,27 l/s m² (0,15 - 0,42) och 0,40 l/s m² i Villa 70-husen. Motsvarande värden för min-ventilationen var 0,25 (0,06-0,31) i Villa 80-husen och 0,18 (0,09-0,27) i Villa 70-husen. I båda husgrupperna och sammantaget låg medelvärdena för ventilationen ganska precis vid de gränsvärden för luftväxlingarna för hela lägenheter som SBN 75 anger - 0,35 l/s m² lägenhetsyta och halva detta värde.

TAB 13 Frånluftflöden - luftväxling. Medelvärden för olika grupperingar. Period 1 och 2

Grupp	Frånluftflöde l/s m ² ly	
	max	min
Villa 80	0,33	0,16
Villa 70	0,38	0,17
Hus med FT-ventilation	0,36	0,18
Ref. hus till hus med FT	0,38	0,19
Hus med F-ventilation	0,35	0,16

Tilluften i de FT-ventilerade husen hade enligt TAB 12 i de tre fall där mätning var möjlig högre flöde än frånluften. Man hade övertryck i lägenheterna medan normen anger att det skall vara undertryck (max 100 % av frånluftflödet). Enligt de protokoll som upprättades av leverantörerna i samband med injustering av systemen har ventilationen vid dessa tillfällen varit balanserad.

Att det inte var möjligt att mäta tilluftsflödena i två av husen berodde dels på tilluftsdonens utformning, dels på deras placering.

I några av husen med F-ventilation var det dåligt ordnat för tilluft. I hus 4 t ex förekom ingen form av tilluftsdon under period 1. Även i andra hus, främst med ventilationsrutor, var det dåligt med tilluft för den normala ventilationen.

Forcerad köksventilation

Det maximala forcerade flöde som förekom varierade mellan 13,9 (hus 4) och 72,2 l/s (hus 8). Medelvärdet var 37,9 l/s. För Villa 80 var medelvärdet 33,7 medan det var 42,9 l/s för Villa 70. Under period 1 var medelvärdet för hela materialet 35,8 l/s och under andra perioden 41,0 l/s.

I två fall hade det forcerade flödet samma storlek som max-värdet för normalflödet (hus 1 och 2). I ett hus låg max-flödet och forceringsflödet nära varandra (hus 13). TAB 14.

TAB 14 Köksventilation. Forcerat flöde i olika hus

Hus	Per	Normalflöde l/s		Forcerat flöde l/s	
		min	max		
1	1,2	11,9	15,3		15,3
2	1	10,0	10,0		28,0
	2	15,6	34,7		34,7
3	1	5,6	18,0	(8,3)	-40,8
	2	3,3	12,5	(6,9)	-36,0
4	1	2,2	12,8	(2,7)	-13,9
	2	5,0	5,0	(5,0)	-33,3
5	1	5,0	19,0	(6,7)	-27,0
	2	4,1	12,2	(10,0)	-31,4
6	1,2	8,9	8,9		52,8
7	1	5,2	5,2		(5,2)
	2	3,3	18,0		55,6
8	1	1)	19,4		55,6
	2	4,7	17,5		72,2
9	1	5,0	15,0	(12,5)	-47,2
	2	5,8	17,5	(14,7)	-55,6
10	1	5,6	15,0	(12,2)	-38,9
	2	7,2	11,6	(11,7)	-48,8
11	1	0,8	2,5	(16,7)	-32,8
	2	2,2	3,3	(13,9)	-31,9
12	1,2	4,2	21,7	(10)	-61,1
13	1	9,2	24,7	(10,6)	-27,8
	2	7,2	19,1	(8,3)	-22,5
14	1	8,3	10,6	(20,3)	-24,2
	2	6,1	17,5	(7,2)	-22,7

1) inte mätbart

Genomsnittligt antal luftomsättningar

Vill man bedöma ventilationsförlusterna i husen är det nödvändigt att känna till hur ventilationen används och försöka fastställa den genomsnittliga luftomsättningen. Användningen av ventilationen är en del av boendevanorna.

Genomgående har konstaterats att ventilationens normaldrift har skett med min-flöde i alla hus. Max-flöde har utnyttjats ibland, liksom forcerat flöde i kök. De två senare alternativen i första hand i samband med matlagning.

Följande generella modell kan anses täcka de genomsnittliga vanorna i samtliga hus:

min-flöde	22 timmar/dygn
max-flöde	2 timmar/dygn
forcerat flöde i kök	30 minuter/dygn

Den genomsnittliga ventilationen kan tecknas som medelventilation under ett dygn.

$$q_{\text{dygn}} = \frac{1,8 \cdot q_{\text{forc}} + 22 \cdot 3,6 q_{\text{min}} \cdot A + 2 \cdot 3,6 \cdot q_{\text{max}} \cdot A}{24} \text{ m}^3/\text{h}$$

Genomsnittliga antalet omsättningar blir:

$$n_{\text{medel}} = \frac{1,8 q_{\text{forc}} + 7,2 (11 q_{\text{min}} + q_{\text{max}}) \cdot A}{24 \cdot V} \text{ oms/h}$$

om	q_{forc}	= forcerat flöde	l/s
	q_{min}	= min-flöde	l/s m ² lägenhetsyta
	q_{max}	= max-flöde	l/s m ² lägenhetsyta
	A	= lägenhetsyta	m ²
	V	= ventilerad volym	m ³

Antalet luftomsättningar vid max-ventilation var 0,42 omsättningar per timme vid max-ventilation i Villa 80-husen och 0,50 i Villa 70-husen. Vid min-ventilation var motsvarande värden 0,21 respektive 0,23 oms/h. Det beräknade antalet luftomsättningar enligt ovanstående modell varierar mellan 0,45 oms/h i hus 1 och 0,09 oms/h under period 1 i husen 9 och 10. Villa 80-husen får medelvärde 0,24 oms/h och Villa 70-husen 0,26 oms/h för styrd ventilation. Husen med FT-ventilation (ventilationsvärmeväxlare) får medelvärde 0,28 oms/h och referenshusen till den gruppen får samma värde, 0,28. Samtliga hus med F-ventilation får 0,23 oms/h. Om man jämför husen inom varje huspar har hus 10 i genomsnitt 0,02 oms/h mer än hus 9. Hus 8 har 0,16 omsättningar mer än hus 7. Övriga huspar ligger mellan dessa värden i skillnad. Fyra av paren med genomsnittliga skillnaden 0,05 oms/h. TAB 15.

TAB 15 Luftomsättningar i olika hus
Max-, min- och beräknad medelomsättning

Hus	Per	Luftomsättningar/timme			
		Max	Min	Beräknat medel	Skillnad
1	1,2	0,59	0,44	0,45	0,05
2	1	0,77	0,32	0,37	
	2	0,84	0,38	0,43	
3	1	0,44	0,20	0,23	
	2	0,52	0,23	0,26	0,05
4	1	0,34	0,18	0,20	
	2	0,34	0,18	0,20	
5	1	0,36	0,21	0,23	
	2	0,38	0,20	0,21	0,05
6	1,2	0,45	0,24	0,27	
7	1	0,34	0,11	0,13	
	2	0,23	0,11	0,13	0,16
8	1	0,74	0,24	0,29	
	2	0,50	0,24	0,28	
9	1	0,19	0,08	0,09	
	2	0,31	0,10	0,13	0,02
10	1	0,17	0,08	0,09	
	2	0,40	0,15	0,17	
11	1	0,45	0,07	0,11	
	2	0,41	0,07	0,11	0,13
12	1,2	0,50	0,20	0,24	
13	1	0,60	0,39	0,41	
	2	0,52	0,30	0,33	0,06
14	1	0,49	0,29	0,31	
	2	0,49	0,29	0,31	
Villa 80		0,42	0,21	0,24	
Villa 70		0,50	0,23	0,26	

2.4.3 Graddagar

Generellt kan graddagsbegreppet skrivas

$$Q = \sum_0^T (\vartheta_i - \vartheta_u) t$$

där ϑ_i är innetemperaturen

ϑ_u är utetemperaturen (insatt med sitt tecken)

t är tiden med temperaturskillnaden $\vartheta_i - \vartheta_u$

T är hela eldningssäsongen

Vid beräkningen av graddagar för de två eldningssäsongerna har innetemperaturen beräknats med utgångspunkt från årsmedeltemperaturen (2.4.2.1) och utetemperaturen på basis av medelvärdet av månadsmedeltemperaturen (2.4.1.2). Vid bestämning av eldningssäsongens längd (T) har, förutom månaderna oktober - april, inräknats dagar med lägre dygnstemperatur än 10° i maj - juli, lägre än 11° i augusti och lägre än 12° i september.

På grund av att inflyttningen i husen skedde efter 1 september 1977 har som ordinarie eldningssäsonger räknats perioderna oktober - september, d v s september 1978 har fått ersätta september 1977 och september 1979 har fått ersätta september 1978. I några fall i period 1 (hus 1-4) har både september och oktober förskjutits på grund av sen inflyttning.

TAB 16 Beräkning av graddagar under eldningssäsongerna. Värdena ϑ_u , t och T

Period 1			Period 2		
Månad	t	ϑ_u	Månad	t	ϑ_u
1977 okt	31	7,2	1978 okt	31	3,0
nov	30	-1,7	nov	30	-1,2
dec	31	-3,1	dec	31	-13,5
1978 jan	31	-7,2	1979 jan	31	-13,1
febr	28	-12,8	febr	28	-10,8
mars	31	-4,2	mars	31	-2,7
april	30	0,1	april	30	0,5
maj	15	3,8	maj	23	5,2
juni	7	9	juni	-	-
juli	-	-	juli	-	-
aug	6	10,1	aug	2	10,6
sept	24	6,8	sept	14	8,8
$\Sigma t = T$	264	-		259	-
ϑ_u medel	-	1,09		-	-3,2

$$\vartheta_u \text{ medel} = \frac{\Sigma t \cdot \vartheta_u \text{ månad}}{T}$$

Normalvärdet för graddagar under en eldningssäsong i Umeå är:

$$Q_{\text{normal}} + 20^\circ = 5613^\circ\text{C dagar}$$

TAB 17 Graddagar under eldningssäsongen 1977-78 = period 1 och 1978-79 = period 2. Förhållande till normalvärde ($Q_{\text{norm}} = Q_{\text{normal} + 20^{\circ}}$).

Hus	Period 1			Period 2		
	Mån	Gradd Q	% av Q norm	Mån	Gradd Q	% av Q norm
1	N - O	6093	108,6	O - S	6449	114,9
2	N - O	5644	100,6	O - S	6009	107,1
3	N - O	5802	103,4	O - S	6061	108,0
4	N - O	6251	111,4	O - S	6449	114,9
5	O - S	5699	101,5	O - S	6112	108,9
6	O - S	5462	97,3	O - S	5853	104,2
7	O - S	6043	107,7	O - S	6501	115,8
8	O - S	6069	108,1	O - S	6257	116,3
9	O - S	5330	95,0	O - S	5776	102,9
10	J - D	5768	102,8	O - S	5828	103,8
11	O - S	5224	93,1	O - S	5828	103,8
12	O - S	6201	110,5	O - S	6138	109,4
13	O - S	5700	101,5	O - S	6061	108,0
14	O - S	6122	109,1	O - S	6371	113,5
V 80			101,5			108,9
V 70			105,7			109,9

I de fall där graddagar används i beräkningar av månadsvärden har de beräknats på basis av medelvärdet respektive månad för innetemperaturen och månadsmedeltemperaturen för utetempe-
raturen.

Graddagar kan omvandlas till gradtimmar genom att multiplieras med 24.

$$Q \text{ gradtimmar} = Q \text{ graddagar} \cdot 24$$

2.5 FÖRBRUKAD ENERGI

2.5.1 Beräkningsmodell

Den energi som måste tillföras ett hus svarar mot de förluster som uppstår. Förlusterna är dels transmissions- och ventilationsförluster, dels avloppsförluster från varmvatten och hushållsförluster som är hushållsenergi som inte kommer husets uppvärmning till godo. Den tillförda energi som fordras för värmebalansen är dels gratisenergi, dels betald energi. Gratisenergin erhålls som solenergi och personvärme - energi från människor och djur. Den betalda energin kan i dessa hus delas upp i energi för varmvatten, hushåll och värme. Dessutom kan energi för uppvärmning av garage särskiljas.

Värmebalansen kan skrivas

$$W_v + W_{hh} + W_{vv} + P + S = F_T + F_V + F_{hh} + F_{vv}$$

W_v = köpt energi till värmesystemet

W_{hh} = köpt energi som hushållsel

W_{vv} = köpt energi för varmvatten

P = personvärme

S = solvärme

F_T = transmissionsförluster

F_V = ventilationsförluster

F_{hh} = hushållsförluster

F_{vv} = avloppsförluster - varmvattenförluster

Den totala betalda energin i husen kan summeras:

$$W_{\text{betald}} = W_v + W_{hh} + W_{vv} (+ W_{\text{garage}})$$

I energibalansen förutsätts att en viss del av energin för hushåll och varmvatten kommer huset till godo för uppvärmning. Den betalda energin för uppvärmning av husens bostadsdelar (W_u) kan skrivas:

$$W_u = W_{\text{betald}} - F_{hh} - F_{vv} (-W_{\text{garage}})$$

I den energibalansberäkning som gjordes i samband med utvärderingen av projektets byggnadsskede antogs att hushållsförlusterna var 20 % av hushållsenergin och avloppsförlusterna 70 % av energin för uppvärmning av tappvarmvatten. Vid denna redovisning används samma värden:

$$F_{hh} = 0,2 W_{hh}; \quad F_{vv} = 0,7 W_{vv}$$

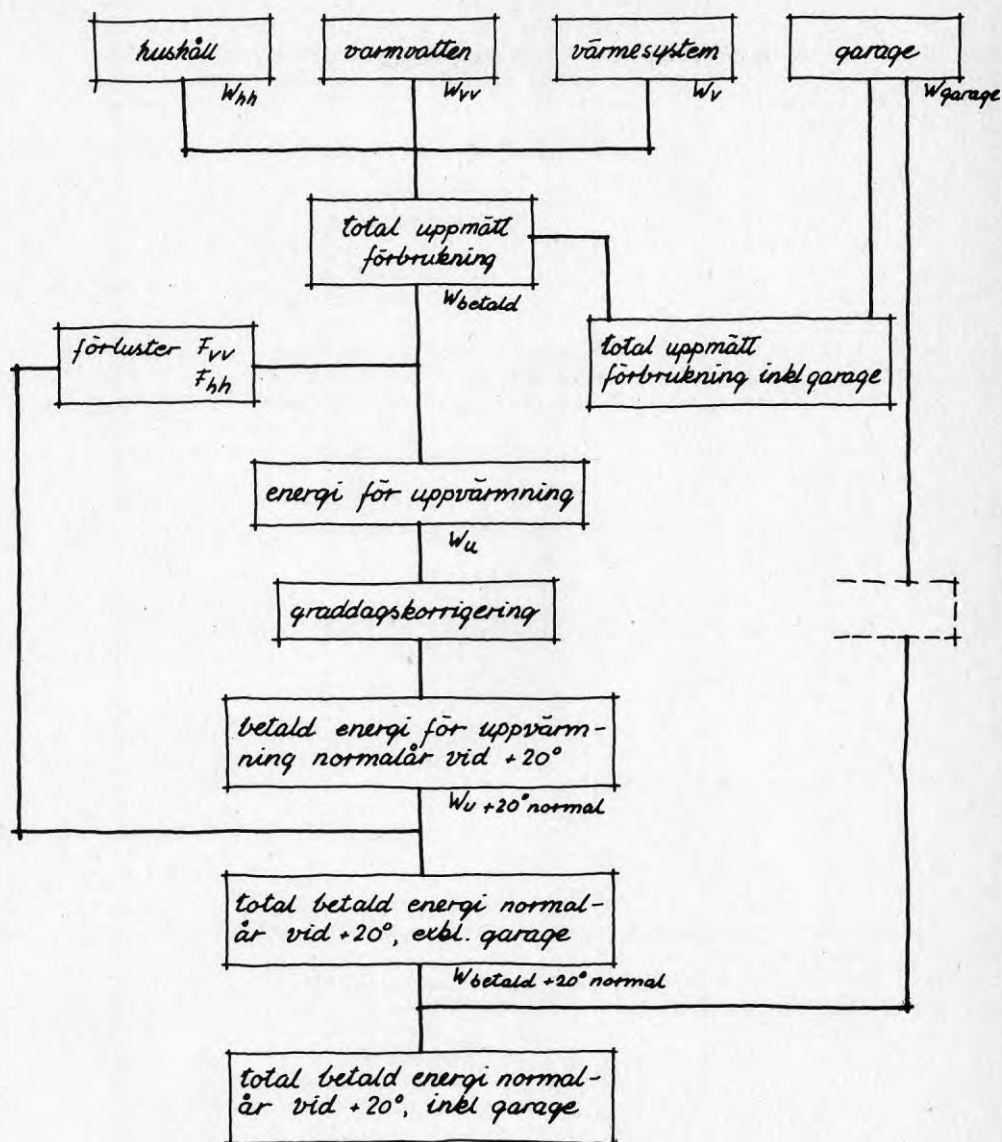


FIG 13 Beräkningsmodell

Både transmissionsförlusterna ($F_t = k \cdot A \cdot Q$) och ventilationsförlusterna ($F_v = 0,33 \cdot n \cdot V \cdot Q$) är beroende av temperaturskillnaden ute och inne. För att kunna göra jämförelser mellan olika eldnings säsonger, olika hus och husgrupper erfordras därför korrigeringar till liknande förutsättningar. Detta kan göras med hjälp av graddagar. Här har vi valt att räkna om all energi för uppvärmning till normalförhållanden. Det innebär att värdena omräknats till en eldnings säsong baserad på normala utetemperaturer (enl SMHI) och $+20^\circ$ inne.

$$W_{u+20^\circ \text{ normal}} = \frac{Q_{+20^\circ \text{ normal}}}{Q_{\text{eldningssäsong}}} \cdot W_u$$

$$W_{\text{betald} + 20^\circ \text{ normal}} = W_{u+20^\circ \text{ normal}} + F_{hh} + F_{vv} (+W_{\text{garage}})$$

Garagens energiförbrukning är svår att hantera. Den är ofta graddagsberoende, men temperaturförutsättningarna varierar ofta. Det väsentliga i detta sammanhang har bedömts vara att mäta och registrera energiförbrukningen i garage för att kunna dra bort den från den totala förbrukningen och se den som en separat del.

Den ungefärliga gratisenergin bestämdes i samband med energibalansberäkningen i byggskedet.

Modellen för beräkningen och redovisningen av energiförbrukningen bygger på att från mätresultaten bestämma den totala mängden köpt energi som erfordras vid normalförhållanden med innetemperaturen $+20^\circ$. FIG 13.

2.5.2 Betald energi

2.5.2.1 Betald energi i olika hus

Energiförbrukningen har registrerats för de fjorton husen för två eldnings säsonger - period 1 och period 2. (BILAGA 1). Energin för uppvärmning och total betald energi har beräknats enligt den beräkningsmodell som beskrivs i kap 2.5.1. Graddagskorrigeringen har gjorts med de värden som anges för normal säsong och för respektive hus i kap 2.4.3.

Medelvärde av förbrukningarna de två perioderna representerar ett årsmedelvärde för de olika förbrukningarna. TAB 18.

TAB 18 a Betald energi i hus 1 - 6. Årsmedelvärde 1977 - 1979

	Betald energi, kWh					
	Hus 1	Hus 2	Hus 3	Hus 4	Hus 5	Hus 6
hushåll	6892	4941	5634	5863	6592	4810
varmvatten	5477	6026	3131	4644	3554	2402
värmesystem	10740	10531	12814	12169	10957	12788
s:a	23110	21500	21579	22676	21104	20000
uppvärmning	17896	16289	17760	18253	17296	17356
uppv +20° normal	15980	15687	16832	16150	16440	17207
tot +20° normal	21192	20888	20150	20580	20250	19850
garage	7635	1609	5086	4970	3811	3190
tot inkl garage	28837	22496	25236	25550	24061	23040

TAB 18 b Betald energi i hus 7 - 12. Årsmedelvärde 1977 - 1979

	Betald energi, kWh					
	Hus 7	Hus 8	Hus 9	Hus 10	Hus 11	Hus 12
hushåll	5835	4367	4836	6470	3920	4238
varmvatten	3202	4005	1224	2736	2165	3973
värmesystem	12906	13212	8040	20556	8660	14634
s:a	21943	21587	14096	29761	14760	22845
uppvärmning	18529	17912	12266	26553	12454	19215
uppv +20° normal	16612	16010	12412	25695	12655	18475
tot +20° normal	20025	19685	14235	28900	14960	22100
garage	727	-	1785	-	758	2019
tot inkl garage	20752	-	16020	-	15718	24119

TAB 18 c Betald energi i hus 13 - 14
 Årsmedelvärde 1977 - 1979

	Betald energi, kWh	
	Hus 13	Hus 14
hushåll	7712	5995
varmvatten	5276	5681
värmesystem	13556	21349
s:a	26544	33025
uppvärmning	21309	29718
uppv +20° normal	20352	26710
tot + 20° normal	-	-
garage	-	-
totalt inkl garage	25585	30015

2.5.2.2 Hushållsförbrukning

Årsmedelvärdet för den registrerade hushållsförbrukningen i Villa 80-husen under hela försöksperioden var 5919 kWh/år och i Villa 70-husen 5240 kWh/år. I Villa 80-husen minskade förbrukningen från period 1 till period 2 med 15,6 % medan den i Villa 70-husen ökade med 6,0 %. FIG 14.

Spridning i förbrukning var stor. Variationsvidden under period 1 var 5630 kWh i Villa 80-gruppen (hus 1 - hus 11). I övriga fall var variationsvidden av storleksordningen 2500 - 3500 kWh. FIG 14.

Månads- och dygnsförbrukningen av hushållsenergi varierade till viss del med årstiden. TAB 19.

Dygnsmedelförbrukningen i samtliga hushåll, samtliga månader var 16 kWh/dygn. Spridningen mellan olika hus i grupperna var större i Villa 80-gruppen än i Villa 70-gruppen - uttryckt som relativ standardavvikelse $\pm 33,5$ % mot $\pm 27,6$ %. Spridningen var störst i december - januari.

Hushållsförbrukningen är primärt i hög grad beroende av boendevanorna (jämför kap 3). Av analysen kan man konstatera att en del av den stora spridningen i uppmätt förbrukning i olika hushåll i något fall kan förklaras av felkoppling till mätare men också av att man i en del hushåll använt hushållsström till motorvärmare (kupévärmare). Å andra sidan torde det vara vanligt i Norrland att man utnyttjar motorvärmare på detta sätt i många småhus, speciellt om man har mer än en bil. Den stora skillnaden mellan energi som används till motorvärmare och till det egentliga hushållet är att energin till motorvärmaren ger 100 % förlust när det gäller uppvärmningen av huset, medan "normal" hushållsström till mycket stor del också utnyttjas för uppvärmningen.

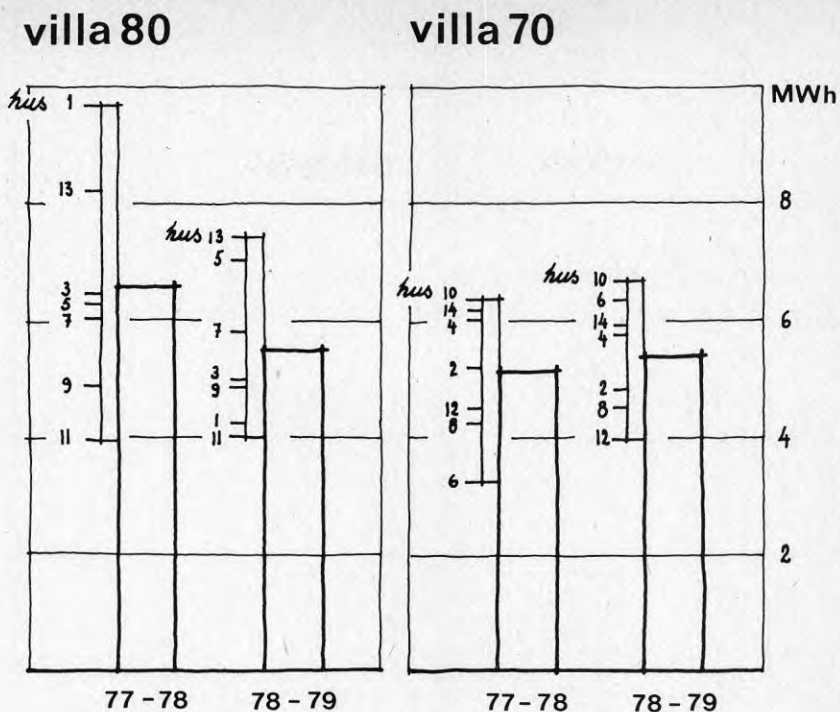


FIG 14 Hushållsförbrukning. Medelvärden för Villa 80- och Villa 70-grupperna och spridning av förbrukningen i olika hus.

TAB 19 Förbrukning av hushållsström olika månader. Dygnsförbrukning. Medelvärden för Villa 80- resp Villa 70-hus

Månad	Hushållsförbrukning kWh/dygn			
	Villa 80		Villa 70	
	period 1	period 2	period 1	period 2
okt	-	15	12	18
nov	25	18	14	21
dec	22	20	16	21
jan	24	20	16	22
febr	21	16	16	17
mars	22	17	14	15
april	18	15	13	14
maj	18	13	10	12
juni	11	15	11	13
juli	11	15	11	13
aug	11	15	11	13
sept	16	-	16	-
medelvärde	18,1	16,3	13,3	16,3

2.5.2.3 Tappvarmvatten

Variationen i medelvärde för energiförbrukningen för varmvatten var ganska liten mellan de olika perioderna och de olika grupperna. Årsmedelvärdet, räknat på båda perioderna, var 3433 kWh för Villa 80-husen och 3828 kWh för Villa 70-husen. Båda grupperna minskade något från första till andra perioden - Villa 80 med 4 % och Villa 70 med 8 %. Spridningen i olika hus förbrukning var stor. Variationsvidden var större än medelvärdet, d v s större än $\pm 50\%$ av medelvärdet. FIG 15.

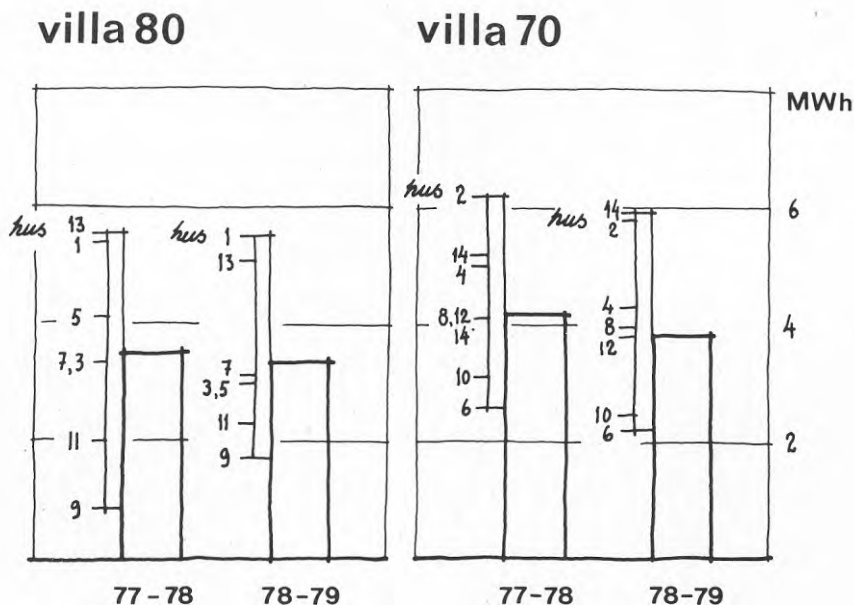


FIG 15 Varmvattenförbrukning. Medelvärden för Villa 80- och Villa 70-grupperna och spridning av förbrukningen i olika hus.

Dygnsmedelförbrukningen var ganska jämn under året - totalt i samtliga hus, samtliga månader, varierade medelvärdet för dygnsförbrukningen mellan 9 och 13 kWh/dygn. Dygnsvärdena är baserade på dygnsdelar av månadsförbrukningarna. Medelvärdet för samtliga hus, samtliga månader var 10,6 kWh/dygn, 10,3 för Villa 80 och 10,9 kWh/dygn för Villa 70. Spridningen, mätt som standardavvikelse inom respektive grupp, var i båda fallen cirka $\pm 40\%$ av medelvärdet. TAB 20.

TAB 20 Förbrukning av energi för uppvärmning av tappvarmvatten olika månader. Dygnsförbrukning. Medelvärden för Villa 80- respektive Villa 70-hus

Månad	Tappvarmvatten kWh/dygn			
	Villa 80		Villa 70	
	period 1	period 2	period 1	period 2
okt	10	9	9	10
nov	11	9	12	11
dec	11	11	12	12
jan	12	12	12	12
febr	12	11	13	11
mars	10	10	12	11
april	10	9	11	10
maj	11	9	11	12
juni	10	10	11	9
juli	10	10	11	9
aug	10	10	11	9
sept	9	-	9	-
medelvärde	10,5	10,0	11,2	10,5

Förbrukningen av tappvarmvatten är, liksom förbrukningen av hushållsenergi, starkt beroende av boendevanorna. Skillnaden är dock att man i högre grad kan påverka den betalda energi som erfordras för tappvarmvattnet genom att välja olika anordningar som ger spareffekt. Ett sätt att minska mängden betald energi är att använda olika typer av värmepumpar. Ett annat sätt kan vara system med solfångare för värmning av vattnet. Något fungerande solfångaresystem fanns inte på marknaden när husen byggdes, men däremot förekommer att värmepumpar används i samband med varmvattenberedningen i fyra av Villa 80-husen (hus 1, 5, 7 och 9).

Om man jämför husgruppen med värmepumpar med andra grupper finner man att den förra gruppen hela tiden ligger lägst men att skillnaden till andra grupper är liten. Jämfört med samtliga övriga hus hade gruppen med värmepumpar 754 kWh lägre förbrukning under period 1 och 167 kWh lägre under period 2. TAB 21.

Den primära orsaken till att gruppen med värmepumpar har lägre förbrukning är den låga förbrukningen i hus 9. Förbrukningen i det huset ligger lägst av samtliga hus, medan hus 1 ligger högst av Villa 80-husen. Husen 5 och 7 ligger i närheten av medelvärdet för Villa 80-husen. FIG 15.

Om hänsyn också tas till boendevanorna (kap 3) kan man konstatera att hus 9 har mycket låg förbrukning - att jordvärmepumpen givit god effekt.

TAB 21 Energiförbrukning för tappvarmvatten i hus med värmepumpar jämfört med medelvärdet för andra grupper

Grupp	Förbrukning, kWh	
	period 1	period 2
värmepumpar	3232	3320
övriga hus, Villa 80	3621	3430
övriga hus, samtliga	3986	3487
referenshus, Villa 70	3980	3604

Värmepumpen i hus 1, som arbetat med uteluft - vatten uppvisar inte någon effekt alls. Man har förbrukning av energi till varmvattnet som snarast är extremt hög i förhållande till det sätt man levtt på. Under sommarmånaderna har värmepumpen i hus 1, som också ingått i husets uppvärmningssystem, använts i första hand för just varmvattenuppvärmningen. Energiförbrukningen för varmvattnet under de "varma" månaderna maj - september 1978 var 1780 kWh i hus 1 medan medelvärdet i de övriga husen var 1490 kWh. Under perioden maj - augusti 1979 var motsvarande siffror 1890 kWh i hus 1 och 1130 kWh i övriga hus.

I husen 5 och 7 har en liten värmepump för enbart varmvatten utnyttjat energin från ventilationens frånluft. Den eventuella sänkning av förbrukningen som man fått är inte direkt avläsbar i siffermaterialet. Med hänsyn till boendevanor och familjesammansättning kan man dock anta att det finns en inte försumbar sänkning i hus 7. Sänkningen av förbrukningen i hus 5 är däremot mer tveksam. I hus 7 använde man frånluften direkt till värmepumpen. I hus 5 använde man frånluft som passerat värmeväxlaren. I båda fallen var besparingseffekten mycket långt från de värden som angavs av tillverkaren. Man talade om värmefaktor 2, vilket skulle innebära halv förbrukning jämfört med om ingen pump användes. Det skulle innebära att förbrukningen i hus 5 och 7 skulle motsvara 7 - 8000 kWh medan motsvarande förbrukning i Villa 70-husen låg kring 4000 kWh. Inget pekar på sådan varmvattenförbrukning i hus 5 och 7.

2.5.2.4 Uppvärmning

Den betalda energi som utnyttjas för uppvärmningen är dels den energi som matas in i värmesystemet direkt för uppvärmning, dels de delar av hushålls- och varmvattenenergin som inte är förluster.

Medelvärdet för den energi som tillförts värmesystemen (W_v) under period 1 och 2 var 10.516 kWh/år i Villa 80-husen och 15.416 kWh/år i Villa 70-husen. TAB 22.

Spridningen var relativt kraftig, men ungefär lika stor i båda grupperna - standardavvikelsen \pm 32 %. Variationsvidden var

dock betydligt större i Villa 70-husen - från 10.000 kWh/år i hus 2 till nästan 21.500 kWh/år i hus 14. Bland Villa 80-husen var spridningen mindre, 8.000 - 13.000 kWh/år. TAB 18. FIG 16.

Medelvärdet för den totala, betalda energin för uppvärmning (W_u) som beräknats enligt modellen var något högre än motsvarande graddagskorrigerade värde ($W_u + 20^\circ$ normal). Temperaturskillnaden ute - inne var något högre under försöksperioderna än normalt. Detta gäller alla hus utom 9 och 11, där man hållit ovanligt låga innetemperaturer. FIG 16.

Den energi som med utgångspunkt från förbrukningen under period 1 och 2 skulle behövas för att hålla husen vid $+20^\circ$ vid normal utetemperatur ($W_u + 20^\circ$ normal) var 16.040 kWh/år i Villa 80-husen och 19.255 kWh i Villa 70-husen. TAB 22. Spridningen mellan olika hus är mindre än för värmesystemets energi. FIG 16.

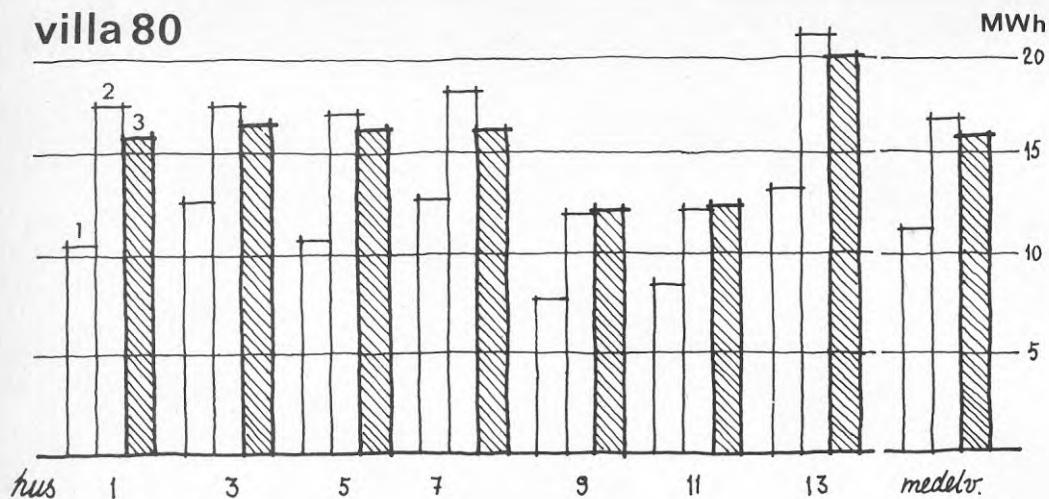
TAB 22 Energiförbrukningen för uppvärmning i Villa 80- och Villa 70-hus. Medelvärden. Betald energi

	Energi för uppvärmning kWh/år					
	Villa 80			Villa 70		
	period 1	period 2	medelv	period 1	period 2	medelv
Värmesystemet						
W_v	10.273	11.918	11.096	15.249	15.583	15.416
Uppvärmning						
W_u	16.460	17.270	16.870	20.560	20.945	20.750
$W_u + 20^\circ$ normal	16.220	15.860	16.040	19.450	19.060	19.255

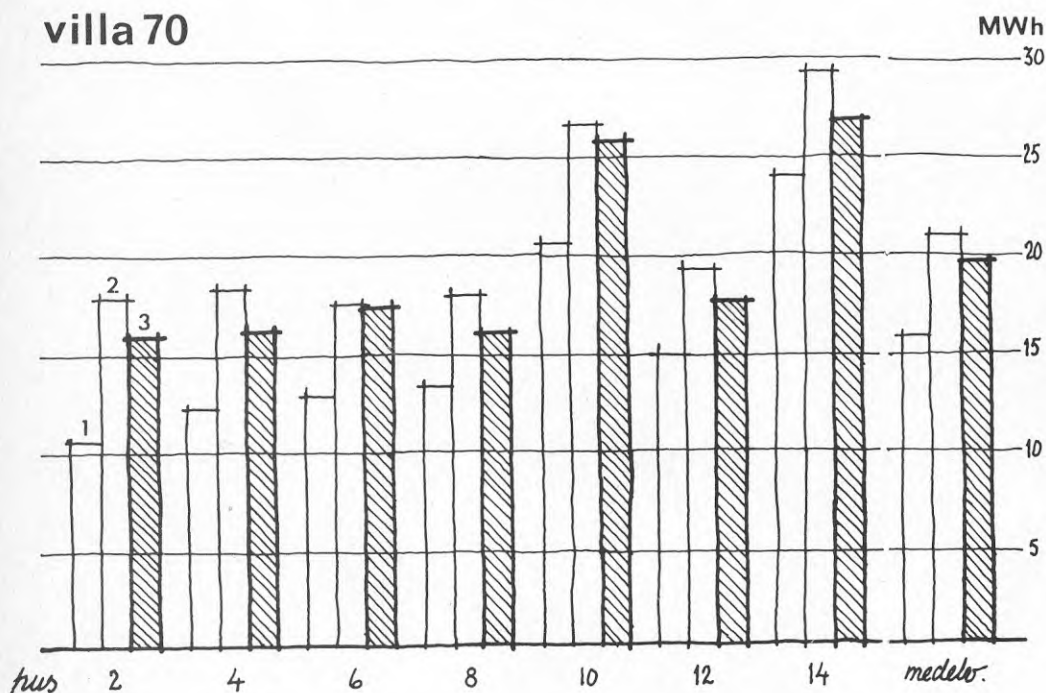
Energiförbrukningen för uppvärmning till $+20^\circ$ vid normal utetemperatur ($W_u + 20^\circ$ normal) minskade med i genomsnitt 360 kWh från period 1 till period 2 i Villa 80-husen och 390 kWh i Villa 70-husen. Av Villa 80-husen hade alla utom hus 1 en minskning av förbrukningen. I den andra gruppen ökade förbrukningen i husen 6 och 10 medan den minskade eller var oförändrad i övriga hus. FIG 17. Ökningen i hus 1 var 2600 kWh, i hus 6 var den 1200 kWh och i hus 10 var den 3300 kWh. Minskningen i övriga hus var störst i hus 12 med 2900 kWh.

Att energiförbrukningen minskat i de flesta husen från period 1 till period 2 kan troligen genomgående förklaras dels av att uttorkningen krävde viss energi under första året, dels att man "bott in sig" i husen under period 2. De två husen 5 och 6, som byggdes avfabrikstillverkade volymelement, borde logiskt ha haft den lägsta halten av byggfukt vid inflyttning. De två husen hade heller ingen minskning av energiförbrukningen för uppvärmning från period 1 till period 2.

villa 80



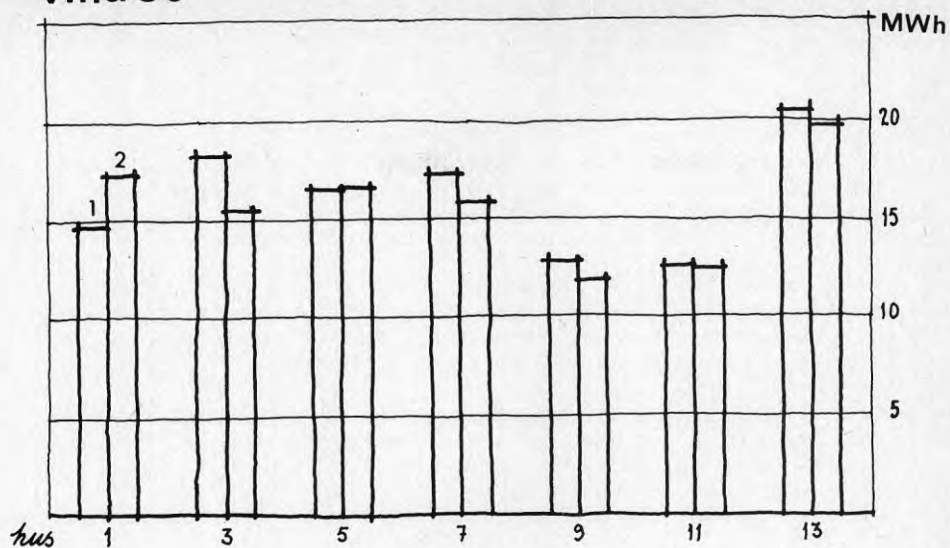
villa 70



- 1 = Värmesystemet, radiatorvärme (W_V)
- 2 = Total använd energi för uppvärmning enligt beräkningsmodell (W_U)
- 3 = Graddagskorrigerad, total använd energi för uppvärmning enligt beräkningsmodell ($W_U + 20^\circ \text{ normal}$)

FIG 16 Betald energi för uppvärmning i olika hus.

villa 80



villa 70

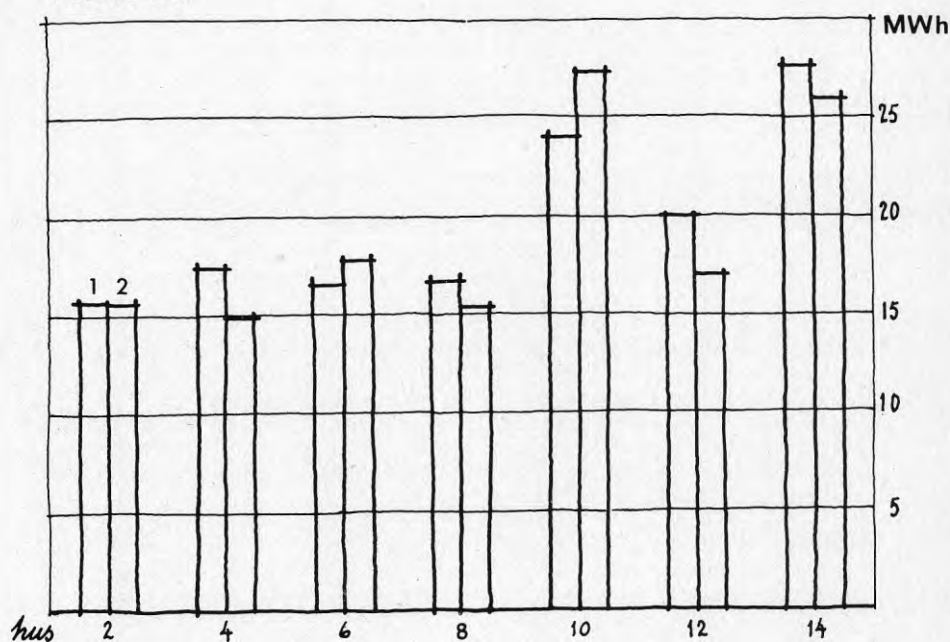


FIG 17 Graddagskorrigerad, betald energi för uppvärmning ($W_u + 20^\circ$ normal) i olika hus period 1 (1977-78 och period 2 (1978-79).

Orsakerna till att tre av husen hade ökad energiförbrukning för uppvärmning vid normalförhållanden andra året är inte givna. När det gäller hus 1 kan orsaken mycket väl vara den dåligt fungerande värmepump som ingår i systemet. Det finns tendenser som visar att den anordningen snarast förbrukat energi i stället för att spara, och den fungerade särskilt dåligt den andra, kallare perioden. En annan orsak till ökad förbrukning andra perioden kan vara att ventilationen ökats. Särskilt i hus 10, men också i hus 6 fanns en sådan ökning. I hus 10 fördubblades normalventilationen från period 1 till period 2. I hus 10 förekom dessutom att man under en viss tid av period 2 utnyttjade en motorvärmare, vars energi registrerades som uppvärmning.

I hus 2 fanns sådant byggfusk med drag och kalla ytor, att det ur boendesynpunkt erfordrades åtgärdanden mellan de två perioderna. Detta innebar inte någon minskning i förbrukningen av uppvärmningsenergi.

Eftersom beräkningen av uppvärmningsenergin bygger på antaganden att en bestämd del av hushållsenergin och energin för varmvatten utgör förluster och förlusternas storlek inte kan bestämmas exakt är det lämpligt att också göra jämförelser med utgångspunkt från totala betalda energiförbrukningen (kap 2.5.2.6).

2.5.2.5 Garage

Förbrukningen av energi för uppvärmning av garagen varierar kraftigt. Garage finns inte till alla hus och temperaturen i garagen har varit mycket olika - både i olika garage och från period till period.

Medelvärde för förbrukningen under de två perioderna var 3600 kWh/år i Villa 80-gruppen och 3000 kWh/år i Villa 70-gruppen. I båda grupperna sjönk förbrukningen med 30-35 % från period 1 till period 2. Spridningen mellan olika hus var mycket kraftig. Variationsvidden var genomgående större än medelvärdet. TAB 18. FIG 18.

Orsaken till variationen i förbrukning beror till viss del på garagens storlek och utformning. Jämför man husparen 3-4, 5-6, 11-12 (FIG 18) så har husen i varje par i stort samma förbrukning. Sättet att utnyttja garaget spelar dock givetvis stor roll. I ett garage där man bedriver omfattande hobbyverksamhet krävs mer energi än i ett garage där man har noll-temperatur och motorvärmare (jämför kap 3).

I hälften av husen hade man två bilar. I flera av fallen anskaffade man den andra bilen sedan man flyttat in i området. I några fall utnyttjade man ström från garaget till motorvärmare för den bilen. I några andra fall tog man ström som registrerades som hushållsström (Även detta avhandlas i kap 3). Omfattningen av uppvärmningen av andra-bilen kan dock betraktas som relativt liten, och gäller endast den kallaste tiden.

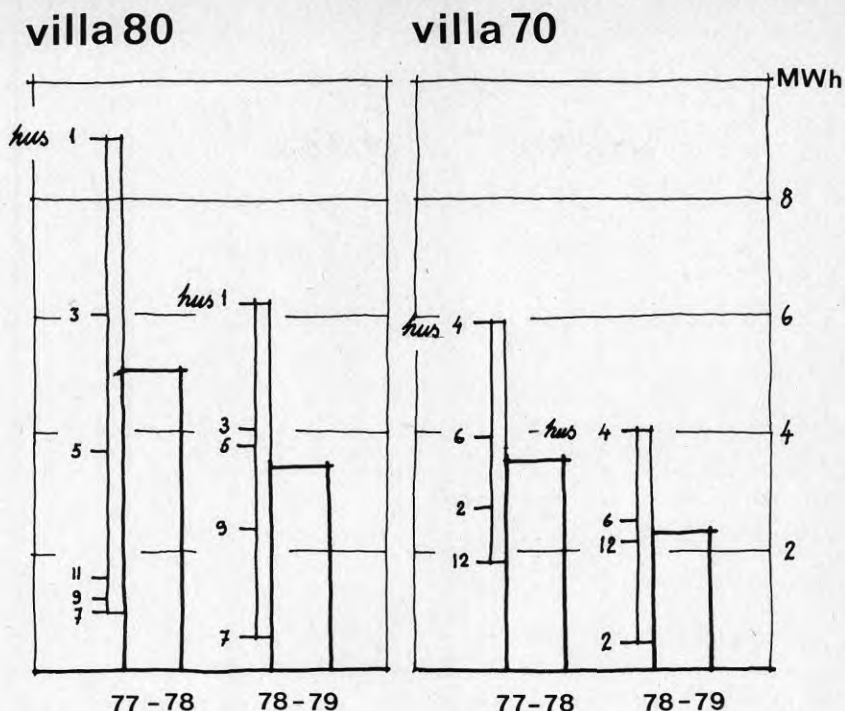


FIG 18 Energi till garage. Medelvärden för Villa 80- och Villa 70-grupperna och spridning av förbrukningen i olika hus.

2.5.2.6 Totalförbrukning

Totalförbrukningen av betald energi innefattar, förutom energin som utnyttjas för uppvärmningen, också den energi som försvinner genom hushålls- och varmvattenförluster. Totalförbrukningen redovisas med uppvärmningen omräknad till normal utetemperatur och med $+20^{\circ}$ inne ($W_{\text{betald} + 20^{\circ} \text{ normal}}$) enligt beräkningsmodellen.

Årsmedelvärdet för totalförbrukning exkl garage var 19.600 kWh i Villa 80-husen och 23.000 kWh i Villa 70-husen. För båda grupperna minskade förbrukningen med 3,2 % från första till andra perioden. Den högre förbrukningen i Villa 70-husen beror på större förbrukning av energi för uppvärmning. TAB 23. FIG 19.

villa 80

villa 70

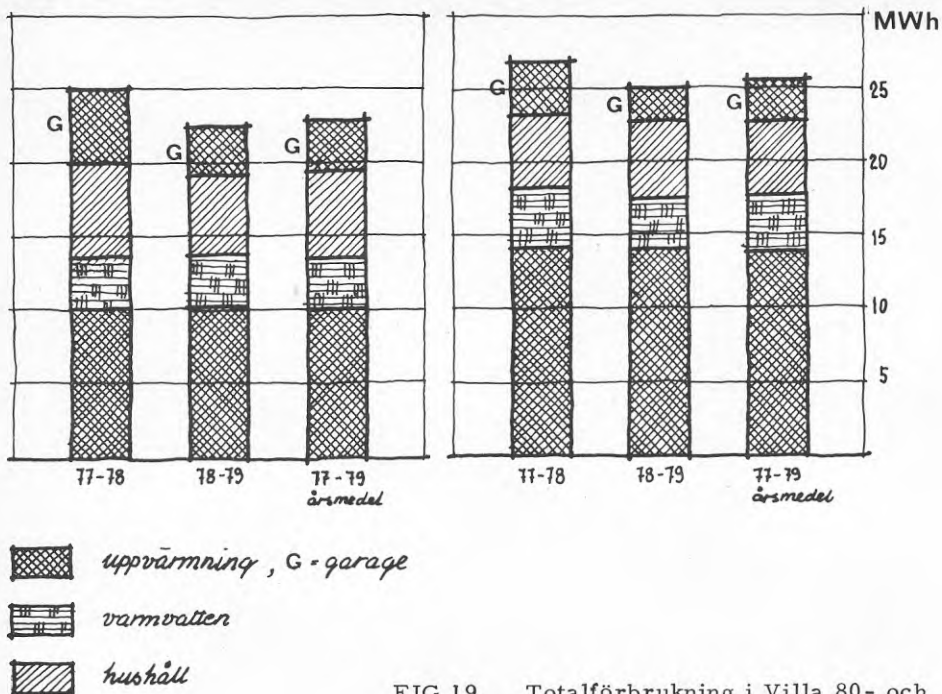


FIG 19 Totalförbrukning i Villa 80- och Villa 70-husen under de två perioderna och årsmedelvärde för hela försökstiden. +20° innetemperatur, normal utetemperatur.

TAB 23 Total förbrukning av betald energi i Villa 80- och Villa 70-hus

	Årsförbrukning kWh					
	Villa 80			Villa 70		
	period 1	period 2	medelv	period 1	period 2	medelv
hushåll	6418	5420	5920	5087	5390	5240
varmvatten	3498	3370	3435	4143	3510	3830
värmesystem	10274	11920	11095	12250	15580	15415
s:a	20190	20710	20450	21480	24480	24475
uppvärmning	16460	17270	16870	20560	20945	20750
uppv +20° normal	16220	15860	16040	19450	19060	19250
Tot +20° normal	19950	19300	19600	23370	22600	23000
garage	5090	3450	3640	3600	2300	2955

Totalförbrukningen i de enskilda husen (TAB 18) hade ungefär samma spridning i förhållande till medelvärdet i Villa 80- och i Villa 70-grupperna. Variationsvidden var 50 - 60 % av medelvärdet. Detta gällde både period 1 och period 2. FIG 20. I Villa 80-gruppen låg den totala förbrukningen i hus 1, 3, 5 och 7 nära varandra - inom 1500 kWh under period 1 och inom 3500 kWh under period 2. Husen 9 och 11 låg extremt lågt, medan hus 13 låg extremt högt inom den angivna spridningen. I Villa 70-gruppen låg husen 2, 4, 6, 8 och 12 väl samlade - inom 3000 kWh under period 1 och inom 1700 kWh under period 2. Husen 10 och 14 låg under båda perioderna i genomsnitt nästan 10.000 kWh högre än de övriga husen.

Liksom för uppvärmningen ökade totala energiförbrukningen från period 1 till period 2 i husen 1, 6 och 10 medan den minskade något i övriga hus. I genomsnitt minskade förbrukningen med 766 kWh i Villa 80-hus och med 710 kWh i Villa 70-hus från period 1 till period 2. Största minskningen hade hus 3 med 3360 kWh och största ökningen 2900 kWh förekom i hus 10. TAB 24.

De orsaker till förändringarna som angivits för uppvärmningen (2.5.2.4) gäller även om man ser på den totala förbrukningen. I husen 1 och 10 är ökningen av totala energin mindre än ökningen av energin för uppvärmning, vilket innebär att energiökningen skett i första hand direkt till värmesystemet. I hus 6 är däremot totala energiförbrukningens ökning större än uppvärmningsenergis ökning - ökningen har skett via hushålls- och varmvattenenergi. Ökningen av hushållsförbrukning i hus 6 från period 1 till period 2 var också extremt stor.

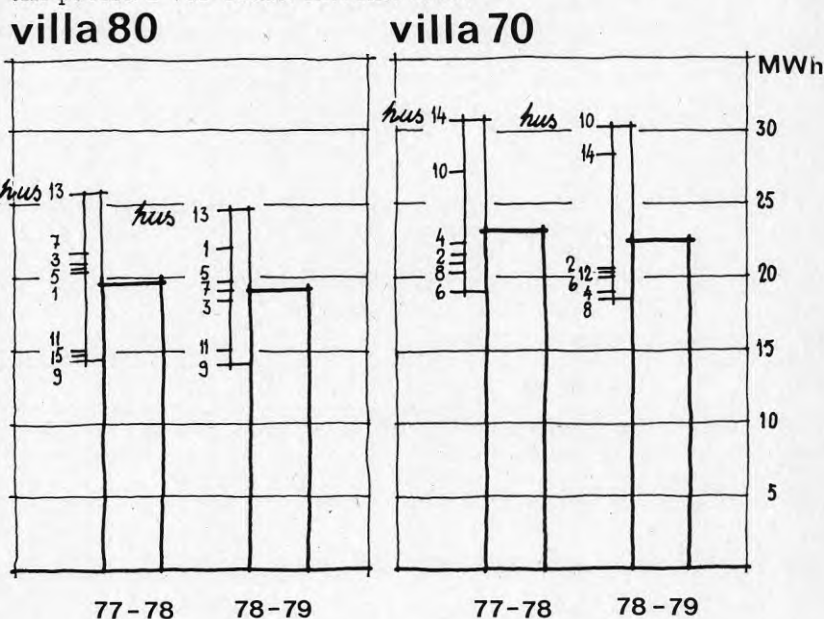


FIG 20

Total, graddagskorrigerad energiförbrukning. Medelvärden för Villa 80- och Villa 70-grupperna och spridning av förbrukningen i olika hus.

TAB 24 Förändring av totala förbrukningen av betald energi (W betald + 20° normal) från period 1 till period 2 i olika hus. Ökningen (+) respektive minskningen (-) av energiförbrukningen

Total förbrukning, förändring kWh							
Villa 80				Villa 70			
Hus	period 1	period 2	förändr	Hus	period 1	period 2	förändr
1	20.360	22.025	+1665	2	21.075	20.700	- 375
3	21.830	18.470	-3360	4	22.100	19.060	-3040
5	20.580	19.920	- 660	6	19.040	20.660	+1620
7	20.850	19.200	-1650	8	20.400	18.970	-1430
9	14.340	14.130	- 210	10	27.450	30.350	+2900
11	14.900	15.020	+ 120	12	21.710	20.490	-1220
13	26.220	24.950	-1270	14	31.530	28.500	-3030

Den totala (avlästa) dygnsmedelförbrukningen varierade från 123 kWh/dygn i januari till 28 kWh/dygn under sommarmånaderna i Villa 70-husen och mellan 111 kWh/dygn och 28 kWh/dygn i Villa 80-husen. Variationen från hus till hus var relativt kraftig. Spridningen var å andra sidan relativt konstant. Räknad som två standardavvikelser i procent av medelvärdet var den av storleksordningen $\pm 18\%$ i Villa 70-husen och $\pm 23\%$ i Villa 80-husen. TAB 25.

TAB 25 Total energiförbrukning olika månader. Avläst, inte graddagsjusterad förbrukning inkl garage. Villa 80, Villa 70. Sept 1977 - aug 1979. Medelvärden och standardavvikelse i % av medelvärde

Månad	Villa 80			Villa 70		
	Medelvärde	Spridn	%	Medelvärde	Spridn	%
september	44	± 28		53	± 27	
oktober	66	± 20		72	± 21	
november	83	± 25		97	± 19	
december	100	± 22		122	± 18	
januari	111	± 25		123	± 17	
februari	109	± 25		121	± 16	
mars	83	± 24		93	± 16	
april	65	± 22		73	± 19	
maj	42	± 23		47	± 19	
juni	28	± 26		28	± 18	
juli						
augusti						

2.5.3 Beräkнад och verklig förbrukning

Den i förväg beräknade förbrukningen i olika hus baserades på energibalansen och byggde till viss del på schablonvärden - t ex varmvattenförbrukning, hushållsenergi. Effekten av olika energisparanordningar baserades på tillgängliga uppgifter, i första hand sådana som gavs av tillverkarna.

Teoretiskt, beräkningsmässigt representerade Villa 70-husen normalmodellen för varje huspar. Energibalansen innehöll de normala förlusterna - transmission, ventilation, förlust från hushållsel och varmvatten - och den normala tillförda energin - solinstrålning, personvärme, hushållsenergi, varmvatten och energi till värmesystemet. Villa 80-husens energibalans förändrades genom att förlusterna minskades när olika typer av återvinning avräknades eller när den tillförda energin reducerades med värmepumpar.

En jämförelse av Villa 70-husen med Villa 80-husen innebär då att skillnaden i energiförbrukning representerar den besparing som olika åtgärder och anordningar ger.

2.5.3.1 Jämförelse med antagen energibalans

Den energibalansberäkning som gjordes i samband med att husen byggdes baserades på ett antal givna och ett antal antagna förutsättningar.

Förluster

Transmissionsförluster:	k-värden enligt kap 3 Normal utetemperatur, + 20° inne- temperatur, 5613 graddagar.
Ventilationsförluster:	0,5 luftomsättningar per timme inkl ofrivillig ventilation, 5613 graddagar. Tillägg för genomströmningsförluster 500 kWh vid F-ventilation och 1500 kWh vid FT-ventilation.
Hushållsförluster:	20 % av hushållsförbrukningen
Avloppsförluster:	70 % av energin till varmvatten

Tillförd energi

Solvärme:	Fönster mot söder 260 kWh/m ² år Fönster mot öster, väster 140 kWh/ m ² år Fönster mot norr 30 kWh/m ² år
Personvärme:	1000 kWh/år
Hushållsel:	5000 kWh/år
Varmvattenuppvärmm:	5000 kWh/år
Värmesystem (-paneler):	Resterande energi för att motsvara förlusterna.

Anordningar, Åtgärder

Ventilationsvärmväxlare: Återvinning 60 % av ventilationsförlusterna som passerar värmväxlaren

Tidstyrning: Sänkning av transmissions- och ventilationsförlusterna med 20 % (vid ventilationsvärmväxlare räknat på restvärdet efter återvinning)

Värmepumpar: Luft- vatten, värmefaktor 2
Ytjordvärme, värmefaktor 2,5

I Villa 80-gruppen hade samtliga hus, utom husen 9 och 11, högre verklig förbrukning av betald energi än beräknad. Medelvärdet var 22.300 kWh mot beräknade 16.750 kWh för totala förbrukningen. Exklusive garage var motsvarande siffror 18.500 kWh mot beräknade 14.500 kWh.

I Villa 70-gruppen hade husen 2 och 14 större förbrukning av betald energi än beräknad, medan övriga hus hade mindre förbrukning än beräknad. Medelvärdet var 24.700 kWh mot beräknade 28.000 kWh för totala förbrukningen. Exklusive garage var motsvarande siffror 21.800 kWh mot beräknade 26.300 kWh.
TAB 26. FIG 21 - FIG 27.

I husen 13 och 14 kom husens ekonomidelar inklusive garagen att utnyttjas på ett sådant sätt att temperaturerna hölls betydligt högre än vad som antogs vid beräkningen av energibalansen.

TAB 26 Förbrukad energi i jämförelse med beräknad energiförbrukning enligt antagen energibalans. Normal utetemperatur, + 20° inne-temperatur

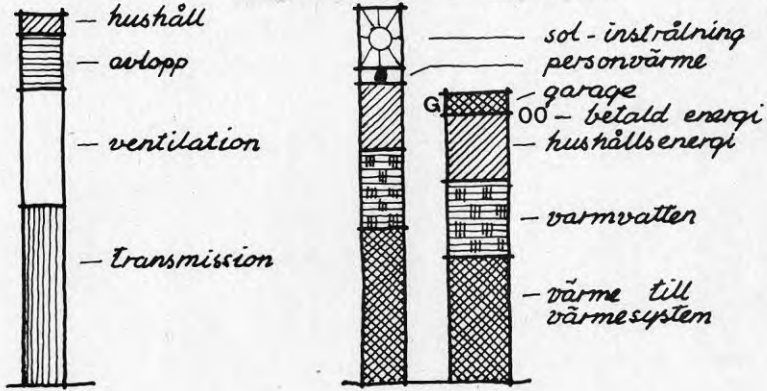
Hus	Betald energi ($W_{\text{betald} + 20^{\circ} \text{ normal}}$) kWh			
	Beräknad		Förbrukad	
	Totalt	exkl garage	Totalt	exkl garage
1	10.500	10.500	28.800	21.200
2	20.600	20.600	22.500	20.900
3	18.300	16.000	25.200	20.200
4	27.100	24.800	25.500	20.600
5	16.300	13.300	24.000	20.300
6	27.400	24.400	23.000	19.900
7	17.500	17.500	20.800	20.000
8	25.400	25.400	19.700	19.700
9	17.300	14.000	16.000	14.200
10	37.900	34.600	28.900	28.900
11	18.800	15.900	15.700	14.900
12	30.900	28.000	23.100	22.100
13	18.600	-	25.600	-
14	26.800	-	30.000	-
Beräknad betald energi, medelvärde				
Villa 80, totalt 16.750 kWh, exkl garage 1)				
Villa 70, totalt 28.000 kWh, " " 1) 14.500 kWh				
Villa 70, totalt 26.300 kWh				
Förbrukad betald energi, medelvärde				
Villa 80, totalt 22.300 kWh, exkl garage 1)				
Villa 70, totalt 24.700 kWh, " " 1) 18.500 kWh				
Villa 70, totalt 21.800 kWh				

1) Exkl hus 13 och 14

beteckningar till fig 21 ~ 27

FÖRLUSTER

TILLFÖRD ENERGI



Ⓜ ventilationsvärmesv.

Ⓜ extra isolering

Ⓜ tidstyrning

Ⓜ värmepump
luft = luft-vatten
vv = d:o varmvatten
jords = yfjordvärme

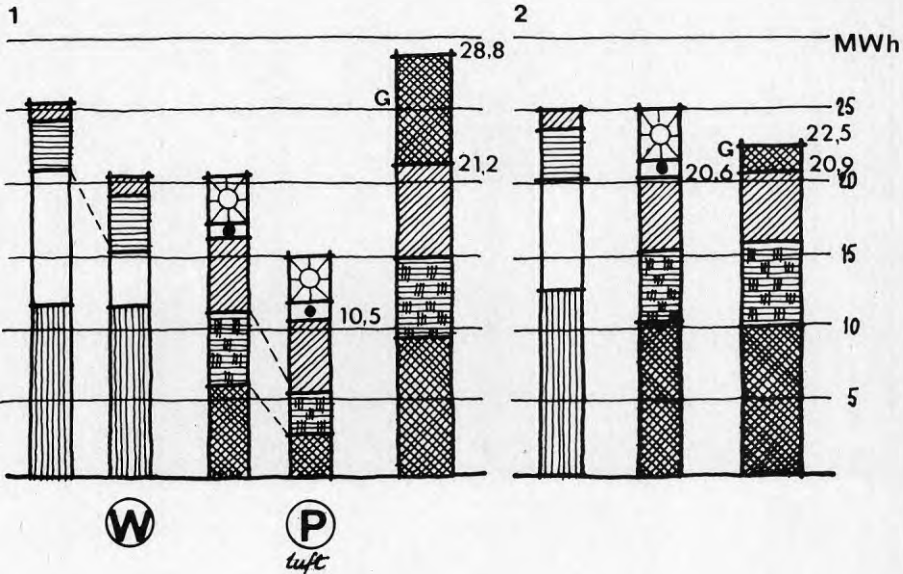


FIG 21 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 1 och 2.

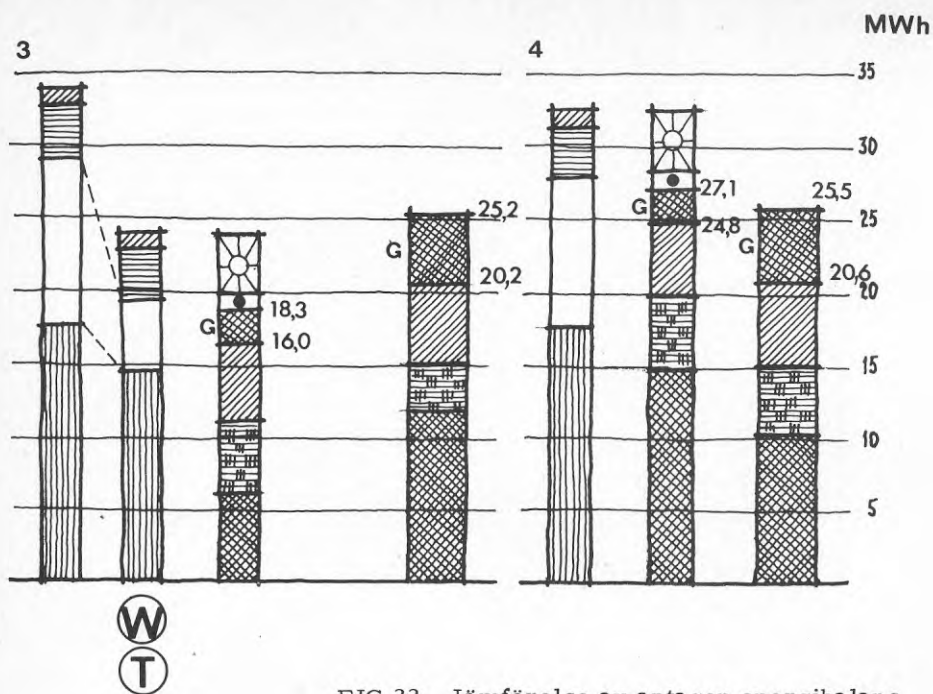


FIG 22 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 3 och 4.

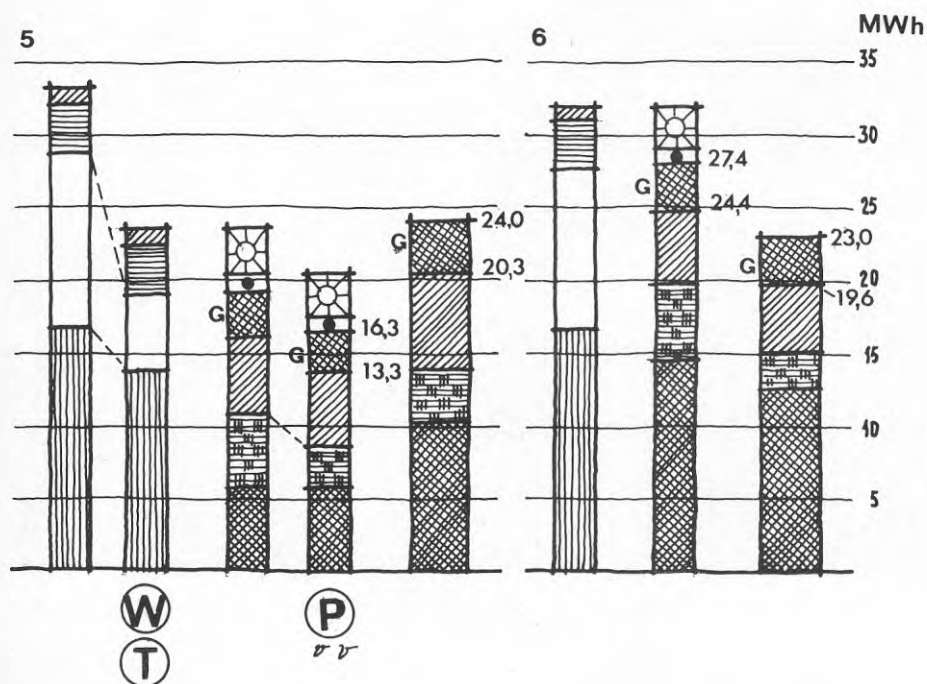


FIG 23 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 5 och 6.

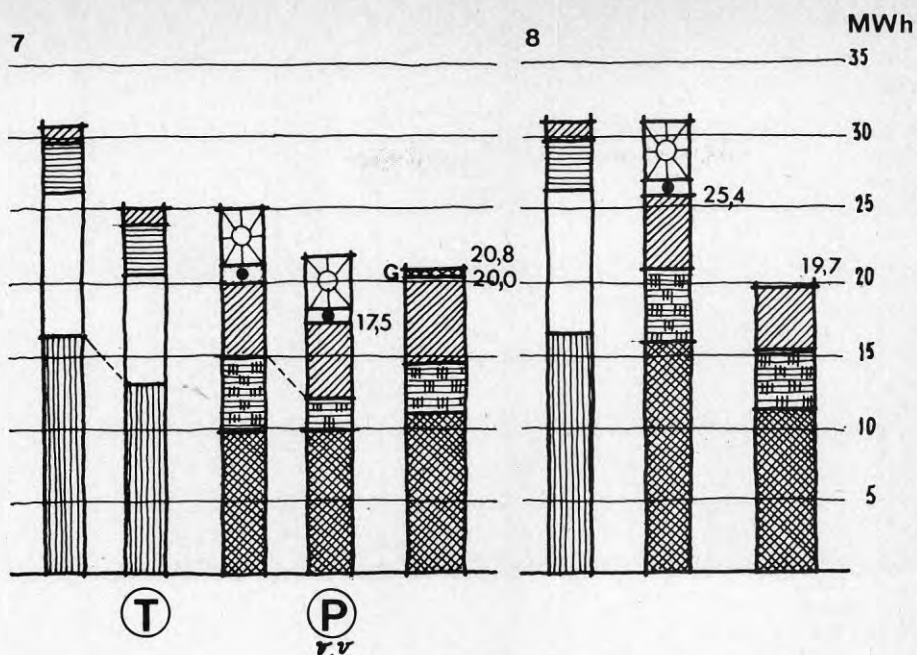


FIG 24 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 7 och 8.

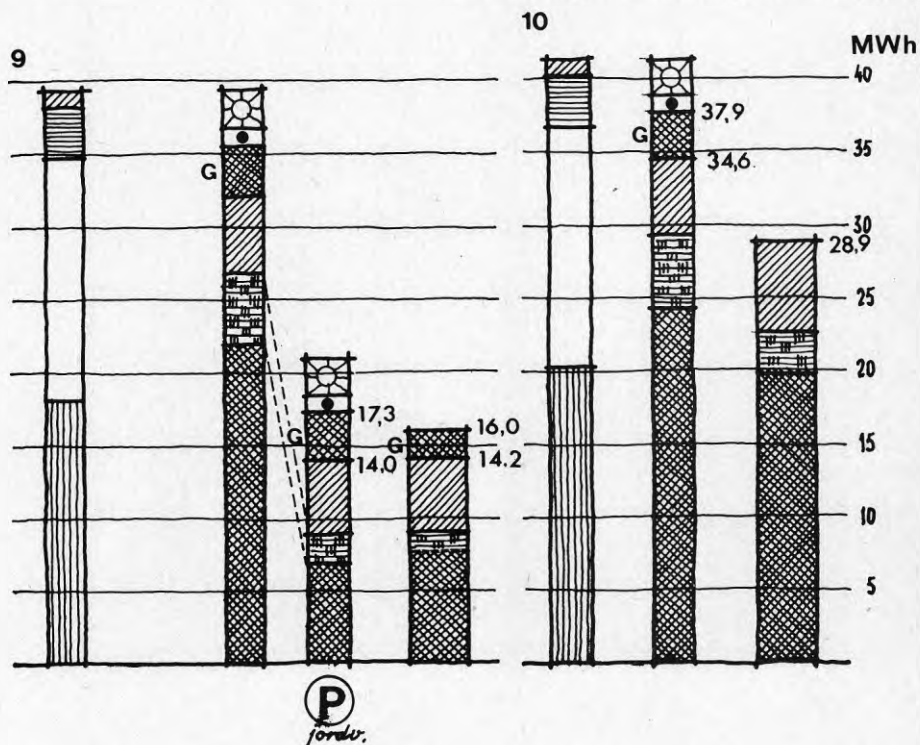


FIG 25 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 9 och 10.

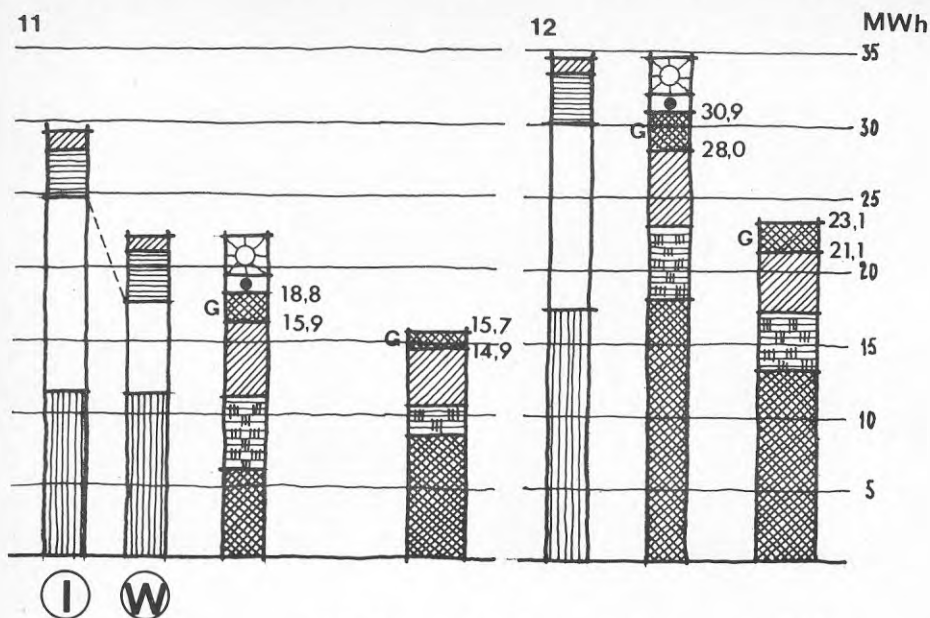


FIG 26 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 11 och 12.

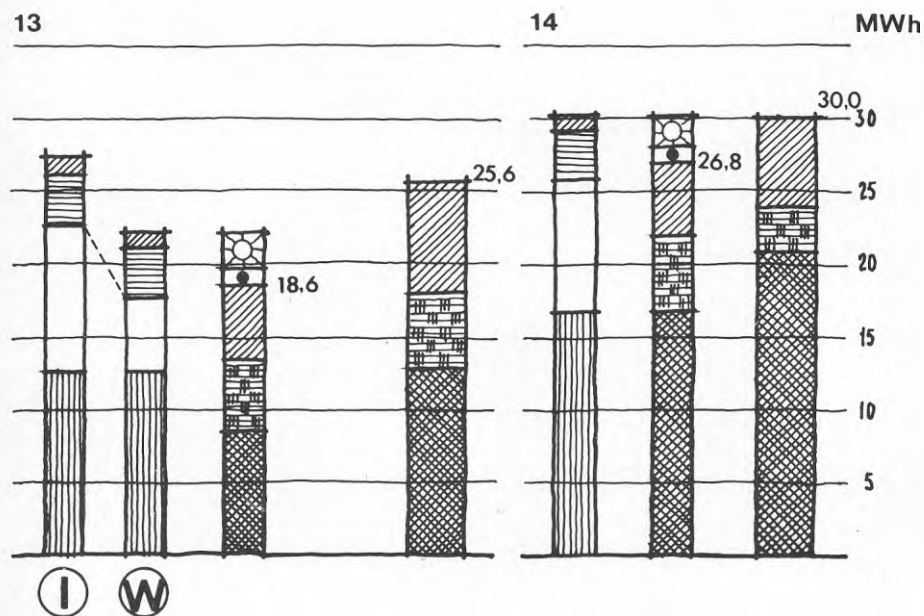


FIG 27 Jämförelse av antagen energibalans och verklig förbrukning. Hus 13 och 14.

2.5.3.2 Jämförelse med efterkonstruerad energibalans

De värden som användes för beräkningarna av den antagna energibalansen (2.5.3.1) var till stor del generella, uppskattade värden, t ex hushålls- och varmvattenförbrukningarna. En viss korrigering och anpassning av de teoretiska värdena kan göras sedan uppföljningen genomförts.

I energibalansen motsvaras den totala köpta energin av förlusterna minus solvärme och personvärme (kap 2.5.1).

$$W_{\text{betald}} = F_T + F_v + F_h + F_v - S - P$$

Vid omräkningen av energibalansen har samma förutsättningar som vid den antagna energibalansen tillämpats med följande förändringar:

Ventilationsförluster:	Uppmätta värden för luftomsättningarna har utnyttjats - "Beräknad medelomsättning". TAB 15. För ofrivillig ventilation har gjorts ett tillägg med 0,2 luftomsättningar/timme, och för genomströmning 500 respektive 1500 kWh per år.
Hushållsel och varmvattenuppvärmning:	Förlusterna har beräknats på basis av den verkliga förbrukningen i respektive hus.
Hus 13 och 14:	Transmissions- och ventilationsförlusterna har beräknats för de högre temperaturer än de antagna som förekommit i ekonomidelarna.
Anordningar, åtgärder:	Effekten av olika anordningar i Villa 80-husen har inte räknats in.
Garage:	Förbrukningarna i garagen har inte beräknats.

I Villa 70-gruppen hade fem av husen (2, 4, 6, 10, 14) något högre verklig förbrukning än den teoretiskt beräknade. Övriga hus hade mindre verklig förbrukning än beräknad. I genomsnitt var den verkliga förbrukningen 250 kWh större än den teoretiska.

I Villa 80-gruppen hade två hus (7, 11) högre verklig förbrukning än teoretiskt beräknad, med hänsyn till tillgängliga data. Övriga hus hade en verklig förbrukning som var mindre än den beräknade. I genomsnitt var den verkliga förbrukningen 1700 kWh lägre än den beräknade. TAB 27.

Eftersom effekten av olika anordningar i Villa 80-husen inte räknats in i de teoretiska värdena kan man förutsätta att skillnaden mellan beräknad och verklig förbrukning i Villa 80-husen åstadkommit av dessa anordningar.

Då Villa 70- och Villa 80-grupperna innehåller liknande huspar kan man också anta att Villa 80-husen, om de inte hade de olika anordningarna, skulle ha ett förhållande mellan teoretisk och verklig förbrukning, som motsvarar Villa 80-gruppens. Den teoretiska förbrukningen borde ligga något lägre än den verkliga.

Enligt de erhållna siffrorna skulle då anordningarnas genomsnittliga effekt vara cirka 2000 kWh/hus (1700 + 250).

TAB 27 Teoretisk förbrukning av betald energi med hänsyn till energibalansen, utan hänsyn till speciala anordningar i Villa 80-husen. Jämförelse med verklig förbrukning ($W_{\text{betald} + 20^{\circ} \text{ normal}}$).
Medelvärde period 1 och 2. Exkl garage

Hus	Förbrukning, kWh					
	Teoretisk	Verklig				
2	20.000	20.900	W_{teor}	=	900	< W_{verkl}
4	20.300	20.600			300	<
6	19.500	19.900			400	<
8	21.900	19.700			2200	>
10	26.900	28.900			2000	<
12	22.800	22.100			700	>
14	29.000	30.000			1000	<
Villa 70	22.900	23.150	W_{teor}	=	250	< W_{verkl}
1	22.000	21.200	W_{teor}	=	800	> W_{verkl}
3	21.200	20.200			1000	>
5	20.800	20.300			500	>
7	19.000	20.000			1000	<
9	22.900	14.200			8700	>
11	13.800	14.900			1100	<
13	28.600	25.600			3000	>
Villa 80	21.200	19.500	W_{teor}	=	1700	> W_{verkl}

De teoretiska värdena i de två grupperna är inte exakt lika eftersom extra isolering förekommer som åtgärder i några av Villa 80-husen. TAB 28.

TAB 28 Teoretisk skillnad i transmissionsförluster i huspar med olika isolering

Hus	Transmissionsförlust, kWh skillnad	
1	11.058	
2	12.460	+ 1402
9	15.772	
10	16.849	+ 2077
11	8.756	
12	14.762	+ 6006
13	15.716	
14	19.757	+ 4041

Om man relaterar den totala förbrukningen till de olika husens volym var medelvärdet exklusive garage 37,1 kWh/m³ byggnadsvolym i Villa 80-husen och 42,2 kWh/m³ i Villa 70-husen. Inklusive garage var motsvarande siffror 37,6 respektive 41,2 kWh/m³. TAB 29. FIG 28.

Relateras förbrukningen till yårningsyta var medelvärdet för Villa 80-husen 112,9 kWh/m² vy och för Villa 70-husen 132,7 kWh/m² vy. I förhållande till lägenhetsytan var medelvärdet för förbrukningen 130,6 kWh/m² ly i Villa 80-husen och 151,8 kWh/m² ly i Villa 70-husen. TAB 30. FIG 29.

Genomgående spelade husens volymer och ytor den största rollen för värdenas spridning. Ju större volym eller yta, ju lägre förbrukning per volym- eller ytenhet. Korrelationen mellan förbrukningen per enhet och husens volym eller yta är 0,90-0,95.

De avvikelser som finns i mönstret i övrigt är små. Någon speciell information utöver den som går att få fram vid jämförelse av totalförbrukningarna går inte att få fram om man jämför enhetsförbrukningarna för olika hus.

TAB 29 Betald energi per volymsenhet

Hus	Byggnadsvolym m ³		Betald energi kWh/m ³	
	Inkl garage	Exkl garage	Inkl garage	Exkl garage
1	513	418	56,1	50,7
2	513	418	43,4	50,0
3	598	495	42,3	40,8
4	598	495	42,8	41,6
5	567	454	42,5	44,7
6	567	454	40,7	43,8
7	618	478	33,5	41,8
8	618	478	-	41,2
9	894 ¹⁾	767	17,9	18,5
10	894 ¹⁾	767	-	37,7
11	663	569	23,6	26,2
12	663	569	36,3	38,8
13	540	-	47,4	-
14	540	-	55,6	-
V 80	628		37,6	37,1
V 70	628		41,2	42,2

1) Inkl källarvåning

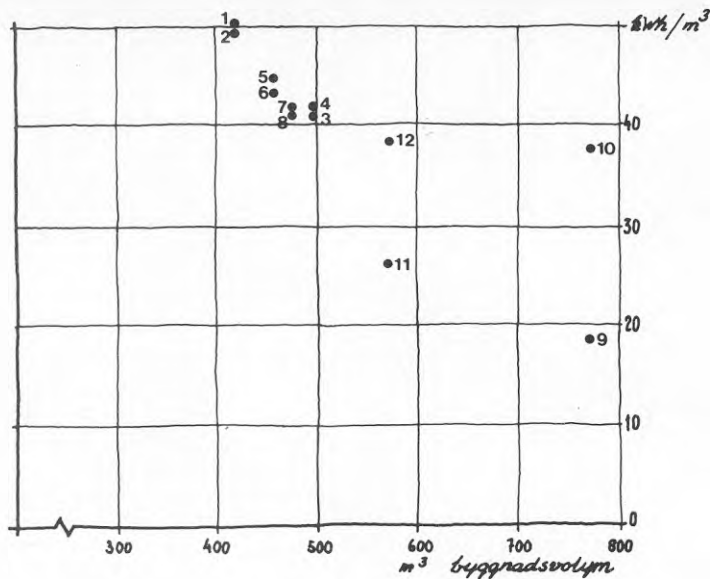


FIG 28 Total, graddagskorrigerad energiförbrukning exkl garage som funktion av husens byggnadsvoly + 20° innetemperatur, normalår.

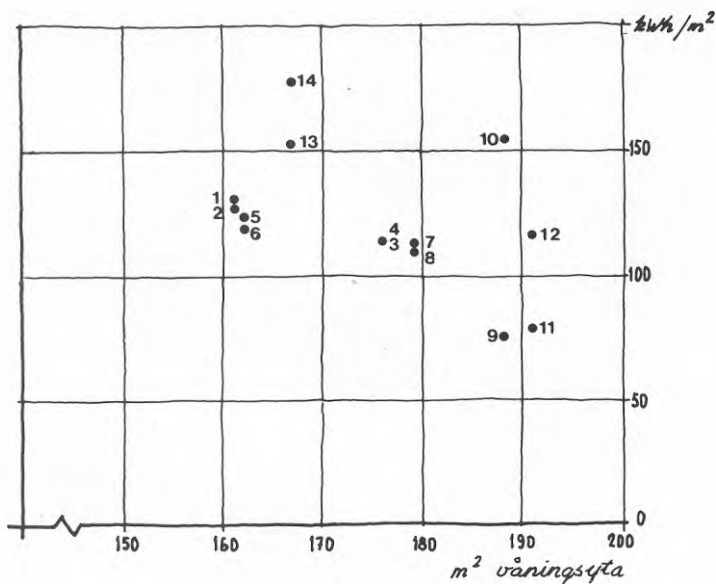


FIG 29 Total, graddagskorrigerad energiförbrukning exkl garage som funktion av husens våningsyta.

TAB 30 Betald energi per ytenhet. Eksklusive garage

Hus	Yta		Betald energi kWh/m ²	
	vy	ly	vy	ly
1	161	132	131,7	160,6
2	161	132	129,8	158,3
3	176	155	114,7	130,3
4	176	155	117,0	132,9
5	162	144	125,3	140,9
6	162	144	122,8	138,2
7	179	158	111,7	126,6
8	179	158	110,1	124,6
9	188	168	75,5	84,5
10	188	168	153,7	172,0
11	191	166	78,0	89,9
12	191	170	115,7	130,0
13	167	141	153,2	181,6
14	167	145	179,6	206,9
V 80	175	152	112,9	130,6
V 70	175	153	132,7	151,8

vy = våningsyta

ly = lägenhetsyta

2.6 ENERGIBESPARING

I kapitel 2.5 har energiförbrukningen i husen presenterats ur olika aspekter. Olika värden ställda mot varandra ger mått på skillnader i energiförbrukning. I en del fall är dessa skillnader - helt eller delvis - mått på energibesparing som åstadskomits med hjälp av anordningar och åtgärder.

2.6.1 Jämförelse Villa 80 - Villa 70

Man kan förutsätta att skillnaden i total energiförbrukning i Villa 80-gruppen och i Villa 70-gruppen i huvudsak har orsakats av de åtgärder och anordningar för energibesparing som satts in i Villa 80-husen. Skillnaden är ett mått på den sammantagna spareffekt dessa åtgärder och anordningar åstadkommit.

I den energibalansberäkning som gjordes när husen byggdes antogs att anordningarna och åtgärderna i Villa 80-husen sammantaget skulle ge en besparing av ungefär 40 %. Beräkningarna gjordes på basis av de spareffekter producenterna angav för sina anordningar.

Årsmedelvärdet av den totala energiförbrukningen vid innetemperaturen + 20° och normal utetemperatur men exklusive garage var 19.625 kWh för Villa 80-gruppen och 22.985 kWh för Villa 70-gruppen. Skillnaden var 3360 kWh, vilket motsvarar 14,6 % för Villa 80-gruppen, räknat på Villa 70-gruppens förbrukning. Före graddagskorrigeringen var motsvarande siffror 4040 kWh eller 16,5 %. Sett på den graddagskorrigerade energin före uppvärmning hade man sparat 16,7 %. TAB 31.

De angivna siffrorna för besparing kan bedömas som relativt tillförlitliga, både med hänsyn till tekniska värden och boendevanorna. De sammantagna förlusterna från varmvatten och hushållsenergi beräknade enligt den i kap 2.5.1 angivna modellen är endast 150 kWh större för Villa 70-gruppen än för Villa 80. Särskilt jämförelsen av de graddagskorrigerade värdena (+ 20° normal) bygger på liknande förutsättningar för de båda grupperna.

Om de teoretiskt, i efterhand beräknade värdena för de två grupperna (kap 2.5.3.2) jämförs med den verkliga förbrukningen ligger den verkliga förbrukningen i Villa 80-gruppen 3490 kWh under den teoretiska förbrukningen. Detta värde som också är ett mått på anordningarnas och åtgärdernas besparingseffekt, skulle jämföras med 3360 kWh som enligt tabellen ovan är besparingen i genomsnitt per hus, räknat på totalförbrukningen vid normalförhållanden. De två metoderna för beräkning av besparingseffekten ger alltså värden som överensstämmer mycket väl.

Den besparing man erhöll med alla sammantagna anordningar och åtgärder i Villa 80-husen gav 14,5 % besparing, räknat på totala förbrukningen av köpt energi vid normalt uteklimat i Umeå, vid genomsnittliga innetemperaturen + 20°, i jämförelse

med motsvarande hus byggda enligt SBN -75 men utan dessa anordningar och åtgärder.

TAB 31 Skillnad i energiförbrukning i Villa 80- och Villa 70-grupperna. Besparing med hjälp av anordningar och åtgärder i Villa 80-husen. Årsmedelvärde 1977-1979

	Villa 80	Villa 70	Skillnad	
	kWh/hus		kWh	%
hushåll	5.290	5.240		
varmvatten	3.430	3.830		
värmesystem	11.100	15.420		
	s:a 20.450	24.490	4.040	16,5
uppvärmning	16.870	20.750	3.880	18,7
uppvärmning + 20 ^o normal	16.040	19.255	3.215	16,7
totalt + 20 ^o normal	19.625	22.985	3.360	14,6

En mycket stor del av besparingen skedde genom huset med ytjordvärme (hus 9). Om husen 9 och 10 inte tas med i de två grupperna blir skillnaden, i genomsnittlig totalförbrukning vid normalförhållanden 1580 kWh per hus eller 7,1 % lägre i Villa 80-gruppen än i Villa 70-gruppen. TAB 32.

Den besparing man erhöll med alla sammantagna anordningar och åtgärder exklusive ytjordvärmern var 7 % räknat på totalförbrukningen vid normalförhållanden.

TAB 32 Skillnad i energiförbrukning i Villa 80- och Villa 70-grupperna exklusive husen 9 och 10. Besparing med hjälp av anordningar och åtgärder i Villa 80-husen. Årsmedelvärden 1977 - 1979

	Villa 80	Villa 70	Skillnad	
	kWh/hus		kWh	%
Summa köpt energi	21.500	23.600	2.100	8,9
Uppvärmning	17.625	19.790	2.165	10,9
Uppvärmning + 20 ^o normal	16.590	18.200	1.610	8,8
Totalt + 20 ^o normal	20.470	22.050	1.580	7,1

2.6.2 Olika huspar

Enligt 2.6.1 var totalt sett överensstämmelsen mellan den besparing som jämförelsen mellan Villa 80 och Villa 70 gav och den teoretiska besparingen mycket god. Man kan då också anta att jämförelse mellan husen i varje huspar ger information med viss tillförlitlighet.

Husen 1 - 8 hade alla en totalförbrukning vid normalförhållanden som låg mycket nära 20.000 kWh. Skillnaden i förbrukning mellan Villa 80- och Villa 70-husen i respektive huspar var mycket liten. I ett fall var förbrukningen lägre i Villa 80-huset, i tre fall lägre i Villa 70-huset vid direkt jämförelse. I husen 9 - 14 förekom en märkbar skillnad mellan Villa 80- och Villa 70-husen i respektive huspar. Villa 80-huset hade betydligt lägre förbrukning än Villa 70-huset. FIG 30.

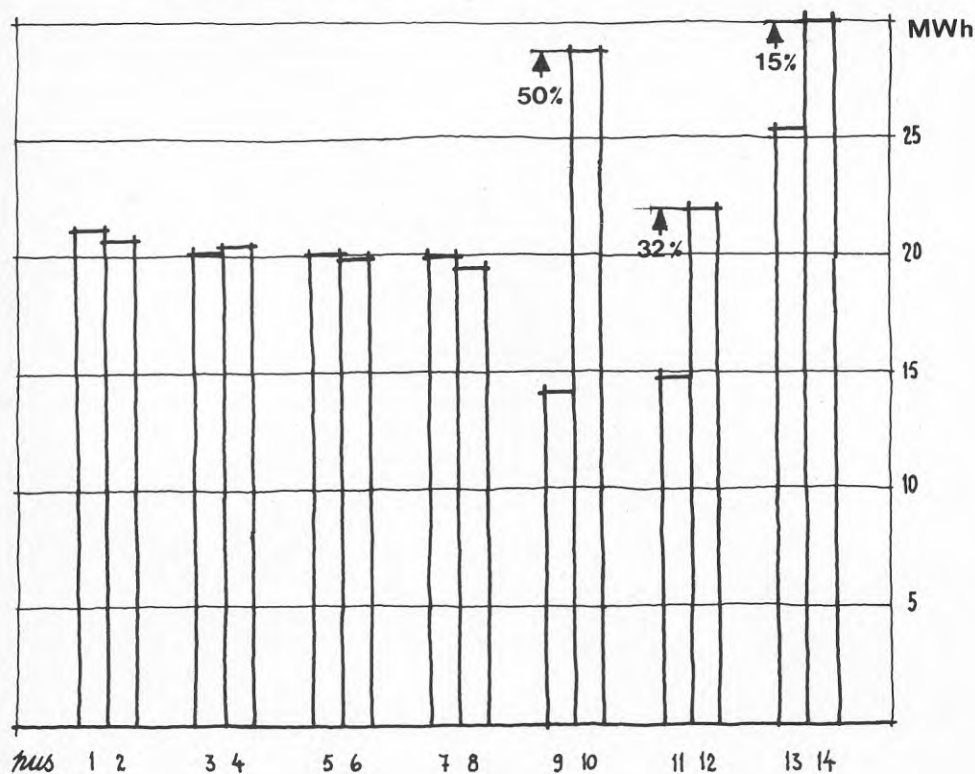


FIG 30 Total köpt energi (exklusive garage) i de olika husparen och procentuell besparing i Villa 80-huset.

Skillnaden mellan förbrukningen i Villa 80-huset och Villa 70-huset antas vara ett mått på besparingen i Villa 80-huset. Förutsättningen för att antagandet skall vara giltigt är att husen i de båda grupperna är lika och att liknande förutsättningar gäller. Olika ventilation i husen skulle t ex påverka resultatet. Vid jämförelse mellan grupperna Villa 80 och Villa 70 har inga korrigeringar behövt göras för ventilationen då medelvärdena för de två grupperna låg nära varandra 0,24 oms/tim i Villa 80-huset och 0,26 oms/tim i Villa 70-huset (kap 2.4.2.4). Vid jämförelse av hus i enskilda huspar finns det orsak att ta hänsyn till de skillnader som finns mellan olika hus. Verklighet förbrukning bör

vid jämförelserna korrigeras med de teoretiska skillnaderna. Detta är också erforderligt för att bedöma besparing genom förbättrad isolering etc.

Den korrigerade totala besparingen i ett hus kan beskrivas:

$$\Delta_{\text{total}} = (W_{70} - W_{80}) + (W_{t\ 80} - W_{t\ 70})$$

och besparingen genom anordningar kan skrivas:

$$\Delta_{\text{anordn}} = (W_{t\ 80} - W_{80})$$

där

W_{70} och W_{80} är verklig, uppmätt förbrukning i Villa 70- respektive Villa 80-huset.

$W_{t\ 70}$ och $W_{t\ 80}$ är teoretiskt beräknad förbrukning (utan hänsyn till anordningar) i Villa 70- respektive Villa 80-huset.
(Motsvarar W_{betald} i kap 2.5.3.2).

Diskussion

Hus 1 skulle enligt de teoretiska beräkningarna (kap 2.5.3.2) genom större ventilations- och transmissionsförluster ha 2000 kWh/år högre förbrukning än hus 2. I verkligheten låg hus ett 300 kWh högre än hus 2. TAB 33.

Den egentliga besparingen jämfört med hus 2 blir då 1700 kWh/år. Av dessa faller högst 1400 kWh på bättre fönster i hus 1.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 1 jämförs med den verkliga förbrukningen borde besparingen - exklusive fönstren - vara 800 kWh/år.

Besparingen genom anordningar har varit 300 - 800 kWh/år. I huset fanns värmepump, luft-vatten, kopplad till värmesystemet och ventilationsvärmeväxlare. Dessutom förekom ett konvektorsystem som enligt tillverkaren genom sin konstruktion skulle ge reglerande effekt och därmed energibesparing.

Hus 3 skulle enligt de teoretiska beräkningarna ha 900 kWh/år högre förbrukning än hus 4. I verkligheten ligger hus tre 430 kWh lägre än hus 4. TAB 33.

Den egentliga besparingen jämfört med hus 4 blir då 1300 kWh/år.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 3 jämförs med den verkliga förbrukningen borde besparingen vara 1000 kWh/år. Besparingen genom anordningar har varit 1000 - 1300 kWh/år. I huset fanns tidstyrning av uppvärmningen och ventilationsvärmeväxlare.

Hus 5 skulle enligt de teoretiska beräkningarna ha 1300 kWh/år högre förbrukning än hus 6. I verkligheten låg hus fem 400 kWh högre än hus 6. TAB 33.

Den egentliga besparingen jämfört med hus 4 blir då 900 kWh/år.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 5 jämförs med den verkliga förbrukningen borde besparingen vara 500 kWh/år.

Besparingen genom anordningar har varit mindre än 1000 kWh/år. I huset fanns tidstyrning för uppvärmningen och ventilationsvärmeväxlare. Dessutom fanns en liten värmepump för varmvattenproduktionen.

Hus 7 skulle enligt de teoretiska beräkningarna ha 2900 kWh/år lägre förbrukning än hus 8. I verkligheten låg hus sju 340 kWh lägre än hus 8. TAB 33.

Den egentliga skillnaden mellan hus 7 och 8 blir då att hus 7 hade 2560 kWh/år högre förbrukning än hus 8.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 7 jämförs med den verkliga förbrukningen borde merförbrukningen i hus 7 (Villa 80-huset) vara 1000 kWh/år.

Någon besparing genom anordningar har inte förekommit i huset. I stället har huset 1000 - 2000 kWh/år högre förbrukning än referenshuset. I huset förekom ett ellistsystem "Elpan" som enligt tillverkaren hade energibesparande effekt. Systemet innehöll tidstyrning. I huset fanns dessutom en värmepump för varmvattenproduktionen. Hus 7 och 8 bedömdes vid täthetsprovingen och värmefotograferingen ha lägre kvalitet än övriga hus. Av de två husen hade hus 8 genomgående sämre värden än hus 7. Trots detta har hus 7 sämre förbrukningsvärden och hus 8 har i verkligheten förbrukat 2000 kWh/år mindre energi än den teoretiskt beräknade.

Hus 9 skulle enligt de teoretiska beräkningarna ha 3500 kWh/år lägre förbrukning än hus 10. I verkligheten ligger hus nio 14.700 kWh lägre än hus tio. TAB 33.

Den egentliga besparingen jämfört med hus 10 blir då 11.200 kWh/år. Av dessa faller 2077 kWh på bättre fönster i hus 9 (rest 9123 kWh).

Om den teoretiska förbrukningen i hus 9 jämförs med den verkliga förbrukningen borde besparingen vara 9200 kWh/år. Besparingen genom anordningar kan bedömas ha varit 9100-9200 kWh/år. I huset fanns ytjordvärme som påverkade både varmvatten och uppvärmning. Ventilationens tilluft i hus 9 togs genom en speciell anordning i källarvåningen - "Leca VTT-system" - som innebar att tilluften fick viss uppvärmning när den passerade i ett luftskikt på källarytterväggarnas utsida. Denna anordning kan ha påverkat energiförbrukningen positivt. Man bör dock konstatera att ventilationen i hus 9 var mycket låg. I genomsnitt c:a 0,1 luftomsättning per timme, styrd ventilation. Hus 10 hade liknande värden.

Hus 11 skulle enligt de teoretiska beräkningarna exklusive anordningar ha 9000 kWh/år lägre förbrukning än hus 12. I verkligheten ligger hus elva 7200 kWh lägre än hus 12. TAB 33. Den egentliga besparingen blir då 7200 kWh/år. Av dessa faller 6000 kWh på lägre transmissionsförluster genom bättre isolering och 1750 kWh på mindre ventilationsförluster genom lägre luftomsättning i hus 11 än hus 12.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 11 jämförs med den verkliga förbrukningen finns ingen besparing genom anordningar utan ett överskott i den verkliga förbrukningen om 1100 kWh/år.

Med det förda resonemanget skulle anordningarna i hus 11 - ventilationsvärmewäxlare - ha förbrukat 1100 - 1800 kWh/år i stället för att ge en besparing. Det finns dock viss osäkerhet i denna bedömning. Den genomsnittliga, styrda luftomsättningen i hus 11 var endast 0,2 omsättning/timme. Det måste innebära att eventuell besparing genom värmewäxlaren blir mycket liten. Samtidigt åtgår energi för att driva värmewäxlaren. Den låga uppmätta luftomsättningen kan under vissa tider ha varit större. Detta skulle också kunna förklara differenser mellan teoretiska och verkliga förbrukningen, liksom en viss osäkerhet vid beräkningen av transmissionsförlusterna i de högisolerade, mycket lätta konstruktionerna.

Hus 13 skulle enligt de teoretiska beräkningarna ha 400 kWh/år lägre förbrukning än hus 14. I verkligheten ligger hus tretton 4400 kWh lägre än hus 14. Den egentliga besparingen jämfört med hus 14 blir då 4000 kWh/år. Den beräknade, teoretiska skillnaden i transmissionsförluster genom bättre isolering i hus 13 var 4040 kWh/år. TAB 33.

Om den teoretiska förbrukningen i hus 13 jämförs med den verkliga förbrukningen borde besparingen med hjälp av anordningar vara 3000 kWh/år.

TAB 33 Ungefärlig besparing i de enskilda Villa 80-husen i jämförelse med Villa 70-husen, med hänsyn till teoretiska och verkliga förbrukningar.

1. Teoretisk förbrukning i Villa 80-huset i förhållande till Villa 70-huset.
2. Verklig förbrukning i Villa 80-huset i förhållande till Villa 70-huset.
3. Egentlig besparing i Villa 80-huset i jämförelse med Villa 70-huset (3. = 1. - 2)
4. Teoretisk förbrukning i Villa 80-huset i förhållande till verklig förbrukning.

Hus- par	kWh/år				Ungefärlig besparing	
	1	2	3	4	Isolering	Anordningar
1-2	+2000	+ 300	1700	800	c:a 1400	300 - 800
3-4	+ 900	- 430	1330	1000	-	1000 - 1300
5-6	+1300	+ 400	900	500	-	1000
7-8	-2900	- 340	-2500	-1000	-	0
9-10	-3500	-14700	11200	9200	c:a 2000	9100
11-12	-9000 ¹⁾	-7200	7200	-1100	c:a 6000	0
13-14	- 400 ¹⁾	-4400	+4000	+3000	c:a 4000	(c:a 3000)

1) Inkl isolering som extra åtgärd

Det har varit svårt att göra exakta beräkningar av den teoretiska energiförbrukningen i hus 13 och 14. Garagen är inbyggda i husen, och vissa utrymmen har utnyttjats på annat sätt än vad som förutsattes. Det har varit omöjligt att fortlöpande registrera för beräkningarna värdefulla data. Den differens i erhållna besparingsvärden som uppstår om man jämför besparingen mellan hus 13 och 14 med de teoretiska värdena kan mycket väl orsakas av dessa osäkerheter. Enligt resultaten från boendevaneundersökningen och allmänna iakttagelser under uppföljningsperioden är det möjligt att värdena för den teoretiska förbrukningen skall vara större i hus 14 än vad som redovisats ovan. Om det felet förutsätts vara 2-3000 kWh/år skulle både den beräknade besparingen genom bättre isolering i jämförelsen med hus 14 och besparingen med hjälp av anordningar i jämförelsen mellan teoretisk och verklig förbrukning i hus 13 vara verifierad.

Man kan anta att anordningarna sparat 2000 - 3000 kWh/år. I huset fanns ventilationsvärmeväxlare med tilluft som förvärmades genom ett rör som dragits tillsammans med avloppsrör i marken.

2.6.3 Olika åtgärder och anordningar

När energibalansberäkningen gjordes i samband med att husen byggdes gav tillgängliga uppgifter om olika anordningars kapacitet en sammantagen beräknad besparing av 40 %. Huvuddelen (ca 34 %) av denna besparing skulle åstadkommas med hjälp av olika anordningar. Den sammantagna verkliga energibesparingen under de två undersökningsåren var 14,6 %. Om man undantar den besparing som bättre isolering (inkl fönster) åstadkom blir besparingen med hjälp av anordningar i genomsnitt 8,2 % av totala förbrukningen vid normalförhållanden. Man kan alltså konstatera att anordningarna haft betydligt mindre spareffekt än man antagit.

Generellt kan man påstå att av anordningarna har endast ytjordvärmen direkt gett spareffekt av någon betydelse. De andra anordningarna har endast påverkat resultatet marginellt eller inte alls. Man kan också påstå att de byggtekniska åtgärderna genomgående gett gott resultat.

2.6.3.1 Reglering, tidstyrning

I alla hus, även i referenshusen, fanns termostatregering på värmekällorna - radiatorerna. I tre hus (3, 5 och 7) fanns dessutom reglerutrustningar som möjliggjorde central temperaturkontroll med t ex nattsänkning.

Man kan först konstatera att jämnheten i temperatur i husen genomgående var god i alla hus. Detta kan troligen förklaras med den höga isoler- och täthetsstandarden i husen och termostaterna på värmekällorna. En jämn temperatur som dessutom kan hållas relativt låg, t ex genom små luftrörelser innebär god energihushållning.

Någon direkt energibesparing av betydelse på grund av den extra utrustningen och tidstyrningen i de tre husen går inte att konstatera. Den temperatursänkning som erhöles i de välisolerade husen tog lång tid och inträffade bara när utetemperaturer var relativt låg. Höjningen av temperaturen på morgonen innebar i en del fall att man genom eftersläpning i utrustningen fick högre temperatur än önskat. Genomsnittstemperaturen blev densamma och energibesparingen uteblev. FIG 31. Det är dock möjligt att man i hus 7 hållit lägre genomsnittstemperatur än man kunnat göra utan tidstyrning, speciellt under de kallaste månaderna (Jmfr 2.4.2.1).

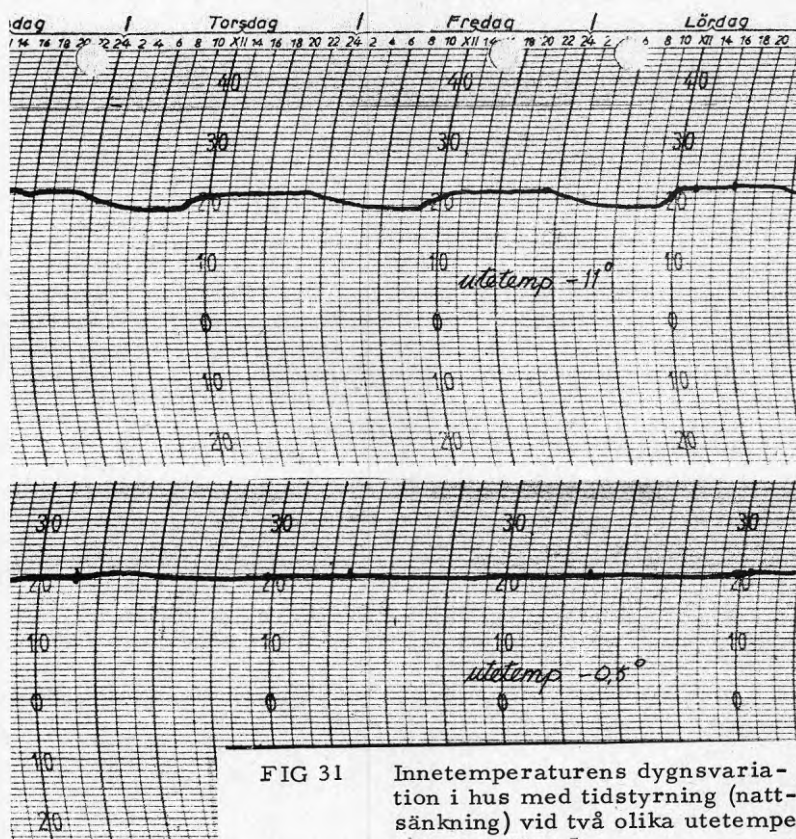


FIG 31 Innetemperaturens dygnsvariation i hus med tidstyrning (nattsänkning) vid två olika utetemperaturer. Hus 5.

2.6.3.2 Ventilationsvärmeväxlare

Ventilationsvärmeväxlarna som förekom i fem hus (1, 3, 5, 11 och 13) gav en relativt begränsad besparing under de förhållanden som rådde och i jämförelse med hus utan sådan anordning. Man kan konstatera att den genomsnittliga besparingen var av storleksordningen 1000 kWh/år. I hus 11 var besparingen obefintlig medan den var av storleksordningen 3000 kWh i hus 13.

En orsak till den begränsade besparingen i jämförelse med de besparingsmöjligheter som fabrikanternas prognoser angav (3500 - 6500 kWh) är att ventilationen i genomsnitt hade lägre omsättning än vad som är dimensionerande. Samtliga anläggningar kunde köras enligt normkraven ($0,35 \text{ l/sek m}^2 \text{ ly}$) men i praktiken användes i genomsnitt endast halva flödet. Detta gällde både F- och FT-ventilation. Sämsta genomsnittliga luftväxlingen hade hus 11 med $0,1 \text{ oms/tim}$ medan hus 1 och 13 i genomsnitt låg över $0,4 \text{ oms/tim}$. Hus 3 och 5 som hade $0,2 - 0,25 \text{ omsättningar per timme}$ sparade c:a 1000 kWh/år genom värmeväxlarna. I hus 5 har totala ventilationsförlusterna varit c:a 5800 kWh/år. Ökning av genomsnittliga styrda ventilationen till $0,5 \text{ oms/tim}$ skulle öka ventilationsförlusterna i huset med c:a 4500 kWh/år. Även om man skulle kunna återvinna hela den ökade förlusten skulle man inte komma upp till den i förväg antagna besparingen 5700 kWh/år.

Det är tämligen ointressant att höja luftomsättningen enbart för att spara mer energi genom värmeväxlaren. Funktionen och ventilationens kvalitet har primärt större betydelse. Rätt avpassade normkrav är en fördel.

I hus 13 uppvisar värmeväxlaren, som var den enda anordningen, större besparing än i övriga hus. Luftomsättningen var högre än i hus 5 men lägre än i hus 1. I hus 13 togs tilluften till värmväxlaren genom en luftkanal som dragits i mark 4 - 5 meter parallellt och tillsammans med husets avlopp. Man räknade med att denna anordning skulle ge förvärmning av ventilationsluften. Mätningar visar att anordningen ger effekt. FIG 32. Regressionslinjen för mätresultaten fick ekvationen $y = 1,8x + 4,6$. Korrelationen var $0,98$. Förhållandet mellan lufttemperaturen och uttemperaturen kan skrivas:

$$\vartheta_{\text{luft}} = \frac{\vartheta_{\text{ute}} + 4,6}{1,8}$$

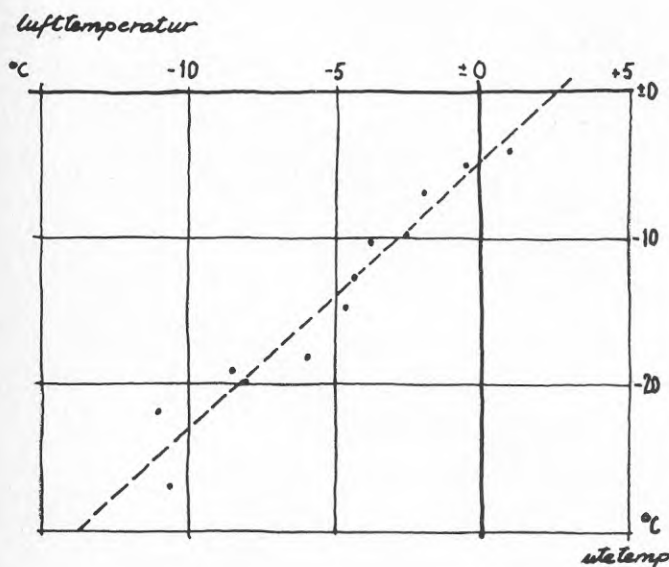


FIG 32

Uppmätta tillufttemperaturer vid värmväxlare efter förvärmning i "tilluftsrör" tillsammans med avloppsrör i mark. Hus 13.

Man kan förutsätta att förvärmningen av ventilationsluften medverkat till att öka besparingen genom värmeväxlaren i hus 13. Om man jämför med övriga hus med värmeväxlare och tar hänsyn till ventilationsmängden kan man anta att anordningen 1000 - 1500 kWh/år.

De resultat som erhållits visar att ventilationsvärmeväxlarna i praktiken är dåliga energibesparare i jämförelse med den effekt fabrikanterna angav i sin säljinformation. Den direkta besparingen med hjälp av anordningarna var så liten att det bl a ur ekonomisk synpunkt knappast var tal om besparing.

2.6.3.3 Ytjordvärme

Huset med ytjordvärme har lägsta enskilda förbrukningen. Både i jämförelse med övriga Villa 80-hus och med referenshuset är förbrukningen låg. Även jämförelse mellan teoretisk och verklig förbrukning i huset visar god besparing genom ytjordvärmen.

Av skillnaden i förbrukning efter korrigeringar mellan hus 9 och hus 10 faller c:a 9100 kWh på ytjordvärmen och värme- grunden (2.6.2. Hus 9). Det innebär besparing av storleksordningen 30 - 35 %.

Genom att både tillförd och uttagen energi mätts kan verkningsgraden bestämmas:

$$\eta = \frac{W_{ut} + W_{vv}}{W_{tillförd}}$$

där W_{ut} = uttagen energi till värmesystemet

W_{vv} = energi till tappvarmvatten

	W_{ut}	W_{vv}	$W_{tillförd}$	n
nov 77-nov 78	12715	3456	8810	1,84
nov 78-nov 79	16140	3481	10316	1,90

Den genomsnittliga temperaturfallet över värmesystemet var 7,2 °C. I jordvärmeslingan var i februari 1979 den ingående temperaturen + 0,8° C och den utgående -2,0° C.

Under hela försöksperioden tillfördes 19.126 kWh till värmepumpen medan uttaget var 35.792 kWh. Besparingen genom jordvärmearläggningen var 8333 kWh/år. Efter graddagskorrigering motsvarar detta 8400 kWh/år. Skillnaden mellan 9100 kWh som anges ovan och 8400 kWh kan antas vara besparing genom värmegrunden (Jmfr 2.6.3.5).

2.6.3.4 Värmepumpar

Förutom i ytjordvärmsystemet förekom en värmepump (luft-vatten) för uppvärmning och varmvatten i hus 1 och värmepumpar för varmvattenberedning (ventilationsluft - vatten) i hus 5 och 7.

Värmepumpen i hus 1 har inte gett någon mätbar besparing. Det finns snarare en tendens att anordningen förbrukade mer energi än den gav. Värmepumpen och en ventilationsvärmeväxlare sparade endast 300 - 800 kWh tillsammans. I tre andra hus sparade enbart värmeväxlaren mer än 1000 kWh/år.

Den främsta orsaken till värmepumpens dåliga kapacitet var att den slutade fungera när utetemperaturen föll under några minusgrader. I övergångsperioderna, vår och höst, och för varmvattenberedningen under sommarmånaderna, borde anordningen ha gett utdelning, men varken i sammantagna resultatet eller om förbrukningen studeras månadsvis kan man finna att den gett besparing.

Enligt resultatet från undersökningen gav en värmepump med effekten 9 kW som arbetade med uteluft i vattenburet system knappast någon årsbesparing. Motsvarande resultat finns från andra liknande anläggningar i småhus i Norrland.

Som redan beskrivits i kap 2.5.2.3 gav den ena av de små värmepumpar för varmvattenberedning som förekom en inte försumbar besparing, medan den andra knappast gav någon besparing. Orsaken till skillnaden var att den ena av pumparna matades med ventilationsfrånluften direkt, medan den andra matades med frånluft som passerat en värmeväxlare. Den senare lösningen visade sig vara mindre lycklig. Frånluftens energiinnehåll "räckte inte till" både för värmeväxlaren och värmepumpen. Resultatet blev dels utebliven spareffekt hos värmepumpen, dels isbildning med påföljande vattenskador.

2.6.3.5 Byggtekniska åtgärder

De extra byggtekniska åtgärder - utöver normkraven - som sattes in i Villa 80-hus var dels extra isolering av väggar, tak och bjälklag (hus 11 och 13), dels att man använde fönster med mer än tre glas (hus 11, 13, 1 och 9).

Att husen 11 och 13 var de enda av Villa 80-husen utöver hus 9 som hade en markant besparing kan sannolikt helt förklaras med dessa åtgärder. Liksom när det gäller de totala beräknade värdena för varje hus förefaller de beräknade transmissionsvinsterna väl överensstämma med verkligheten. Det innebär att man med 4 - 5-glas i fönstret sparar 1500 - 2000 kWh/år och med 5 cm extra isolering i väggar och 10 cm i tak och på bjälklag ytterligare c:a 2500 kWh/år i hus 13 och 4000 - 4500 kWh i hus 11 (Jmfr 2.6.2).

I hus 9 förekom en byggnadsteknisk konstruktion där källarvägens kapillärbrytande skikt av plast också utnyttjades för tillförsel och förvärmning av ventilationens tilluft - "Leca VTT-grund". Genom att låta tilluften passera mellan "Leca"-blocken och en noppad tjock folie avsåg man att återföra energi som lämnade huset genom transmission med hjälp av tilluft. Om man jämför husets teoretiska och verkliga förbrukningar med den verkningsgrad ytjordvärmeanläggningen givit fattas en besparing av 700 - 800 kWh/år. Den besparingen kan troligen tillskrivas "värmegrunden". Hus 9 hade relativt låg luftomsättning - i genomsnitt omkring 0,15 luftomsättningar per timme, räknat på husets totala volym inklusive källarvåningen där tilluften togs in. Den beräknade ventilationsförlusten för den styrda ventilationen för totala volymen 699 m³ var c:a 4600 kWh. En dubbelning av luftomsättningen skulle då innebära c:a 9000 kWh i ventilationsförlust. Räknat exklusive källarens volym (461 m³) skulle det motsvara c:a 0,45 luftomsättningar per timme för bostadsdelen. 800 kWh/år i besparing motsvarar ungefär 17 % av ventilationsförlusten. Om den besparingen vore möjlig att erhålla vid ökad ventilation är oklart, men sannolikt skulle effekten minska om luftens genomströmningshastighet ökade. Den angivna besparingen kan jämföras med den besparing som förvärmningen av ventilationsluften i hus 13 gav (1000 - 1500 kWh/år). I det huset var den styrda ventilationen större än 0,45 omsättningar per timme. Sannolikt borde "värmegrunden" ge väl så god besparing.

2.6.3.6 Övriga anordningar och åtgärder

I hus 1 hade man ett "system" där värmepumpen och ventilationsvärmväxlaren kompletterades av ett konvektorsystem. Enligt den energibalansberäkning som gjordes innan husen byggdes skulle både hus 1 och 2 exklusive anordningar ha en total förbrukning - inklusive gratisenergi från sol- och personvärme - av c:a 25.000 kWh/år. Sedan gratisenergin dragits av skulle hus 2 förbruka 20.600 kWh/år i betald totalenergi. Sparåtgärderna i hus 1 skulle sänka den totala betalda energin till 10.600 kWh/år. Huvuddelen av denna besparing skulle ske med värmväxlare och värmepump, men konvektorsystemet skulle vara en förutsättning för den energisnåla lösningen. Den verkliga förbrukningen under försöksperioden i hus 2, omräknad till normalförhållanden, var 20.900 kWh/år. Motsvarande förbrukning i hus 1 var 21.100 kWh/år. Det är uppenbart att det system med konvektorvärme som installerades i hus 1 inte hade någon praktisk energispareffekt.

I hus 1 hade man takvärme som direktverkande el. Det har ofta hävdats - främst från säljare av produkten - att takvärmens skulle ha en ända upp till 30 procentig besparingseffekt. Här förutsatte man dock ingen besparing. Jämför man de ovan redovisade värdena för hus 1 och hus 2 och i övrigt beaktar den mycket goda överensstämmelsen mellan beräknad och verklig förbrukning i projektet torde besparing genom takvärmens i hus 2 vara obefintlig eller ytterst obetydlig.

I hus 7 utnyttjade man ett ellistsystem, "Elpan" som enligt fabrikanter skulle ge en besparing i huset av storleksordningen

9000 kWh/år i jämförelse med om normala elradiatorer användes. Besparingen skulle i första hand uppstå genom att man fick en jämnare temperaturfördelning i rummen. I realiteten hade hus 7 högre förbrukning än hus 8. Detta trots att hus 8 bedömdes ha stora byggtkniska brister. Besparingen genom ellist-systemet var troligen obefintlig.

2.6.4 Jämförelse med andra hus

Enligt en uppföljning av energiförbrukningen som gjorts hos en elleverantör i Umeå-regionen är den genomsnittliga förbrukningen av energi som köps för uppvärmning av källarlösa 1 1/2-planshus 135-140 kWh/m² ly år för hus byggda under sextio-talet och 125-135 kWh/år för hus byggda 1970-75. Dessa siffror skall jämföras med projekthusens köpta energi till värmesystem och garage. De källarlösa Villa 70-husen förbrukade då i genomsnitt 98 kWh/m² ly år och Villa 80-husen 86 kWh/m² ly år.

Villa 70-gruppen (exkl hus 10) ligger 25 - 30 % lägre och Villa 80-gruppen (exkl hus 9) ligger 34 - 39 % lägre än det genomsnittliga värdet för köpt energi till uppvärmningssystemen.

Den av elleverantören angivna normalsiffran för hushållsenergi och varmvatten är c:a 10.000 kWh/år. Motsvarande siffror i projektet är 8700 för Villa 80-husen och 9700 för Villa 70-husen.

Både för förbrukningen av uppvärmningsenergi och varmvatten-, hushållsenergi anger man en kraftig spridning. De av elleverantören angivna värdena bygger på förbrukning under en längre period medan projektets värden avser endast två år, där särskilt det ena året hade ovanligt kall vinter. Man kan därför anta att den procentuella skillnaden mellan den genomsnittliga förbrukningen och projektet vid jämförbara perioder är några procentenheter större.

Totalförbrukningen av betald energi inkl garage ligger i Villa 70-husen 30 - 35 % lägre än motsvarande genomsnittsförbrukning i liknande hus byggda före 1975. Det motsvarar en besparing av c:a 12.000 kWh per hus och år.

2.6.5 Den byggnadstekniska kvaliteten

I kap 2.6.3.5 beskrivs den besparing som erhöles när extra byggtkniska åtgärder sattes in för besparing i Villa 80-husen, och man kunde konstatera att besparingseffekten var god när man ökat isoleringstjockleken. I samband med att husen byggdes konstaterade man att tätheten i husen, fel som värmekameran såg och andra brister var olika i olika hus. I något fall bedömdes bristerna så allvarliga att de borde påverka klimatet och energiförbrukningen i huset. I ett tidigare kapitel konstaterades bl a att golvtemperaturen i vissa rum i hus 8 var oacceptabelt låg.

Logiskt borde energiförbrukningen öka och därmed besparingen minska om den byggtkniska kvaliteten var dålig. Sannolikt står också energiförbrukningen i förhållande till den byggnadstekniska kvaliteten. Mer eller mindre direkt och inom olika gränser.

Om man jämför förbrukningarna i husen 2 och 8 - de som hade sämsta utgångsläget - med respektive Villa 80-hus och med de teoretiska förbrukningsvärdena finner man ingen antydning till att dessa hus skulle ha ökad förbrukning på grund av lägre byggnadsteknisk kvalitet (TAB). I hus 7 finns en verklig förbrukning utöver den teoretiska om 1000 kWh som är svår att direkt förklara. Hus 7 hade liksom hus 8 jämförelsevis dålig täthet vid provtryckningen - c:a 4 luftomsättningar per timme vid 50 Pa. Under byggnadstiden konstaterades dålig tätning med plastfolie i elementskarvarna. Den styrda ventilationen i hus 7 var i genomsnitt 0,13 luftomsättningar per timme och i hus åtta 0,3 luftomsättningar. En förklaring till den 1000 kWh "för höga" förbrukningen i hus 7 skulle kunna vara högre ofrivillig ventilation än beräknat (0,2 oms/tim). Under sommaren 1978 gjordes vissa kompletterande tätningar i hus 8 på grund av obehagligt drag. I hus 8 sjönk energiförbrukningen 1000 kWh under andra perioden jämfört med den första. Hus 7 hade samma förbrukning båda åren. Mycket talar för att orsaken till den för stora förbrukningen i huset orsakades just av hög ofrivillig ventilation.

I stort var dock troligen den byggnadstekniska kvaliteten i husen så hög att några iögonenfallande, extra förbrukningar till följd av dålig kvalitet inte uppstod. De brister som förekom gav lokala miljöproblem som t ex låg golvtemperatur, men knappast några stora ökade energiförluster.

2.7 HUSENS FUNKTION

Vid utvärderingen av byggnadsskedet konstaterades att anvisningarna och instruktionerna till husköparna hur anläggningarna eller anordningarna skulle skötas var mycket bristfälliga, i de flesta fall inga alls. Endast i något undantagsfall förändrades detta under boendeskedet. I en del fall saknades sådant informationsmaterial helt när man flyttade in i husen och tog anläggningarna i bruk, och trots att fabrikanten i ett fall tog fram bra informationsmaterial under hösten 1977 kom det inte de berörda i projekthusen till del. Trots den pågående uppföljningen följde man mönstret att sedan anläggningen levererats och tagits i bruk, så svalnade intresset.

I stort sett kan man påstå att husen fungerade relativt väl under uppföljningsperioden. Det förekom dock en del störningar främst när det gällde olika installerade anordningar.

Hus 1

- Värmesystemet frös i januari 1978 på grund av dålig isolering och kalldrag på värmeledningsrör.
- Termostat för styrning av tilluftens temperatur hölls ställd i maxläge fram till sommaren 1978.

Hus 2

- Takvärmeanläggningen var "feldimensionerad" i övervåningen. Takvärme hade inte lagts i snedtaket. Det innebar att värmen i vissa utrymmen inte räckte till vid låga utetemperaturer.
- Våren 1978 åtgärdades ett antal byggtekniska småfel i huset, främst luftläckage i anslutning till syll.

Hus 3

- Sedan man bott i huset en månad var värmeväxlaren fylld med vatten. Dräneringsledningen från värmeväxlaren var inte monterad.
- Tilluftdonen var så monterade att tilluftsflödet inte gick att mäta.
- Ventilationen försämrades genom att lugg från en torktumlare avsatte sig på fläktbladen.

Hus 4

- Tilluftsventiler saknades. Monterades sommaren 1978.

Hus 5

- Läckage från värmepump genom nedisning i utluftskanal. Har inte gått att lösa. Stor vattenskada sommaren 1978.
- Värmeslinga för värmning av tilluften i värmeväxlaren var inte inkopplad. Åtgärdades efter ett år.
 - Kraftig nersmutsning kring tilluftsventiler.

Hus 8

- Viss tätning av huset sommaren 1978 p g a allt för kraftigt drag.

Hus 9

- Kondens på fönsterrutornas insidor i övervåning och i kök vid låg utetemperatur. (Dessa var de enda kondensproblemen i hela projektet).
- En ventil i värmepumpen gick sönder så att freongasen läckte ut. Åtgärdades omgående.

Hus 10

- Styrautomatiken för värmesystemet har aldrig fungerat. Felen var inte åtgärdade när uppföljningen avslutades.

Hus 11

- Ventilationsvärmeväxlaren var felmonterad. Avlopp för kondens saknades och värmeslingan för förvärme var inte inkopplad. Åtgärdades efter några månader.

- Luftintaget till värmeväxlaren frös igen genom kraftig isbildning i januari 1978. Felet orsakade fuktskador i vägg.

Hus 13

- Kall tilluft (6 - 8^o C) från värmeväxlarsystem kunde åtgärdas genom injustering av don.

Anmärkningsvärt är att felinstallation av ventilationsvärmeväxlarna skedde i flera hus. Förklaringen är troligen till viss del att produkten var relativt ny när husen byggdes och att informationen till de som skulle arbeta med växlarna var dålig. Brist på intresse att ta reda på hur de skulle fungera och monteras och att de fungerade var också uppenbart i några av fallen.

Vid några tillfällen kunde man konstatera att ventilationen i hus med goda mätvärden fungerade dåligt. Trots mycket hög kapacitet hos köksfläkten gick matos ut i lägenheterna. Orsaken var att man körde köksfläkten på högvarv utan att ordna tillräcklig tilluft - t ex öppna ett ventilationsfönster. I de täta husen blev resultatet att systemet inte fungerade. Man kunde inte använda sitt ventilationssystem på rätt sätt. Den information man borde ha fått om hur anläggningen fungerade - den fick man aldrig.

Trots de angivna bristerna fungerade troligen dessa hus och anordningarna i dem tämligen snabbt efter inflyttningen om man jämför med många andra småhusgrupper. Klart är att komplicerade anordningar måste följas av ett väl genomarbetat instruktions- och informationsmaterial om de boende skall kunna utnyttja anordningarna på rätt sätt. I annat fall är det svårt att få den funktion och energibesparing som fabrikanter och försäljare gärna lovordar i säljsituationen. Utan sådan information blir också lätt en bra anordning och ett bra system mer en belastning för de boende än en hjälp.

2.8 KOSTNADER

I samband med beskrivningen av byggskedet /Jonson 1978/ re-
dovisades och analyserades kostnaderna för de energibesparan-
de åtgärderna och anordningarna i projektet. Antagandena om
energiförbrukningen byggde på en energibalansberäkning. Kost-
naderna för anordningar och åtgärder hade lämnats av huspro-
ducenterna.

Beräkning av årskostnader

Kostnaden per sparad kWh beräknades med hjälp av årskostna-
den, som för byggtekniska åtgärder grundades på avskrivnings-
tiden 40 år och beräknades till 0,075 K, där K var kostnaden
för åtgärden. Årskostnaden för anordningar beräknades med av-
skrivningstiden 15 år och inrymde en 30 %-ig underhållskostnad.
Den sattes till 0,15 K. Båda värdena var baserade på medelrän-
tan 10 %. Den årliga kostnaden per sparad kWh beräknades se-
dan som: Årskostnaden/sparad energi per år.

Preliminära årskostnader

Med den beräknade energibesparingen skulle kostnaden, för att
klara de nya kraven i SBN 75, bli i genomsnitt 10,7 öre per spa-
rad kWh. Kostnaden för de extra åtgärderna i Villa 80-husen
skulle enligt antagandena i energibalansberäkningen i genom-
snitt bli 21,4 öre/sparad kWh. Lägsta värdet hade hus 9 med
9,5 öre/sparad kWh och högsta hus 1 med 38,6 öre/sparad kWh.

Verkliga årskostnader

Den genomsnittliga besparingen för Villa 70-husen i förhållande
till tidigare produktion var 30-35 %, vilket motsvarade c:a
12.000 kWh/år. Den genomsnittliga merkostnaden för åtgärder-
na var 16.800 kr/hus.

$$(0,075 \cdot 16.800): 12.000 = 10,5 \text{ öre/sparad kWh}$$

Den verkliga kostnaden för SBN motsvarade väl den beräknade -
10,5 öre mot 10,7 öre/kWh.

Kostnaden för den ytterligare sparade energin i Villa 80-husen
innehöll både kostnad för byggtekniska åtgärder och för anord-
ningar. Den totala besparingen i Villa 80-husen var 23.100 kWh,
varav c:a 10.000 kWh antogs sparade med hjälp av de byggnads-
tekniska åtgärderna. Den sammanlagda kostnaden för åtgärder-
na var 8.500:-- och för anordningarna 99.000:--.

$$(0,075 \cdot 8500 + 0,15 \cdot 99.000): 23.100 = 67 \text{ öre/spa-} \\ \text{rad kWh.}$$

Uppdelat på anordningar och åtgärder blir kostnaden 6 öre/spa-
rad kWh med hjälp av åtgärder och 114 öre/kWh för besparing
genom anordningar. Den ungefärliga årskostnaden för åtgärder-
na och anordningarna i de olika husen varierar mellan "oändlig-
heten" i hus 7 - där man inte haft någon besparing - och 15 öre/
sparat kWh i hus 9. TAB 34.

Årskostnaden har då beräknats på den teoretiskt - verkliga besparingen, vilket innebär att korrigering till likvärdig luftomsättning gjorts i förhållande till referenshuset och att skillnader i transmissionsförluster korrigerats (Jmfr kap 2.6.2).

TAB 34 Kostnad för sparad energi. Ungefärliga årskostnader och kostnaden per sparad kWh i Villa 80-hus vid avskrivningstiden 40 år för byggtekniska åtgärder och 15 år för anordningen. 10 % genomsnittsränta. Teoretisk - verklig besparing

Hus	Besparing kWh	Kostnad anläggning kr	årskostn kr	öre/kWh	
1	2.000	26.000	3.900	195	
3	1.200	15.000	2.250	188	
5	1.000	18.000	2.700	270	1)
7	0	14.000	2.100		1)
9	11.200	13.000	1.950	15	
11	6.000	12.000	1.425	24	2)
13	7.000	9.500	1.162	17	3)

- 1) Besparing genom värmepump för varmvattenberedning ingår inte. Om den beräknas till 2000 kWh/år i hus 7 blir kostnaden per sparad kWh 105 öre/år. I hus 5 har ingen besparing av betydelse åstad kommits genom värmepumpen.
- 2) Kostnaden för de byggtekniska besparingsåtgärderna i hus 11 var 6,2 öre/kWh. Ingen besparing skedde genom anordningar.
- 3) Kostnaden för de byggtekniska besparingsåtgärderna i hus 13 var 6,6 öre/kWh och för anordningar 30 öre/sparad kWh.

Lönsamhet

Då den ekonomiska lönsamheten för de energibesparande åtgärderna helt är beroende av kostnadsutvecklingen för energin är det mycket svårt att fastställa några gränser.

Alla byggtekniska åtgärder med avskrivningstiden 40 år är enligt resultatet mycket lönsamma, eftersom kostnaden per sparad kWh redan idag ligger under det lägsta pris för vilket man kan köpa energi till uppvärmning (6,2 - 10,5 öre/sparad kWh).

Av anordningarna ger troligen ytjordvärmen lönsamhet på de flesta orter vid den energikostnadsutveckling man kan förvänta. Kostnaden för den sparade energin genom jordvärmeanläggningen i hus 9 var c:a 20 öre/kWh. För övriga anordningar som förekommit är det svårt att tro att de kan bli lönsamma som enskilda energisparenheter. T ex ventilationsvärmeväxlarna har enligt resultatet svårt att bevisa den direkta lönsamheten.

Väger man däremot in komforten som en faktor i hus med stor täthet och god isolering kan anordningarna möjligen betecknas som lönsamma. Skulle normen utvecklas mot fler luftomsättningar är det också klart att möjligheten till lönsamhet för värmeväxlarna ökar.

2.9 RESULTATANALYS

Den tekniska utvärderingen av de olika energisparalternativen i projektet visar att de byggnadstekniska åtgärder som sattes in för att spara energi gav god besparing. Den ökade isolering och täthet som kraven i SBN 75 innebar gav förväntat sparresultat. Även extra isoleringsåtgärder i Villa 80-hus gav en besparing som motsvarade den beräknade. Utvärderingen gav också ett klart besked om att de olika anordningar som förekom i projektet, sammantaget gav energibesparing som var betydligt lägre än vad man beräknat i samband med att husen byggdes. Av de olika anordningar som förekom i husen visade yttjordvärme ett relativt gott resultat. Inga andra anordningar gav besparing som kan betecknas som god. I vissa fall uteblev besparingen helt.

Analogt gav de byggtkniska åtgärderna ett ekonomiskt lönsamt utbyte medan lönsamheten för anordningarna, med undantag för yttjordvärmen, får betecknas som närmast obefintlig om man enbart ser till den enskilda anordningens ekonomi. Det skulle krävas att energipriserna mer än flerdubblades de närmaste tio åren för att anordningarna skulle ge lönsamhet.

Resultaten bygger på ett relativt begränsat material och husen planerades, byggdes och försågs med sina anordningar i ett tidigt skede av den nu aktuella energisparvågen. Trots detta ger de erhållna resultaten både klara besked och fingervisningar om möjligheterna till energibesparing i nybyggda småhus under praktiska förhållanden.

Den byggnadsteknik som användes i husen avviker egentligen endast i detaljerna från den byggnadsteknik som var vanlig vid bygge av småhus i Norrland i mitten av 1970-talet. Före SBN 75 var plastfolie vanlig i alla hus och man satte ofta mineralullen i mer än ett skikt för att få förskjutna skarvar och därigenom mindre risk till springor rakt igenom t ex en vägg. Byggandet enligt SBN 75 innebar precis som i projektet att man började arbeta med något tjockare isoleringsskikt och korsande regler blev vanliga för att bära upp den tjockare isoleringen. Kraven och medvetenheten om tätning var en större förändring. Man kunde klara detta med relativt enkla medel. När projekthusen byggdes saknade man helt praktisk erfarenhet av denna tätning och man provade sig fram. Resultatet blev att man vid provtryckningen lätt klarade normkraven i de flesta av husen.

Genom tätning, ökad isolering i väggar, bjälklag och tak och med flerglasfönster med större värmemotstånd åstadkom man en förväntad besparing.

I de hus där värmefotograferingen påvisade brister kunde man vänta försämrat resultat. Enligt uppföljningen gav inte bristerna märkbar, ökad energiförbrukning men lokal genomblåsning i konstruktionerna gav drag och låga temperaturer i några punkter. De hus som hade brister i tätheten vid provtryckningen hade också energiförbrukning som var svår att förklara och som sannolikt orsakades av ökad ofrivillig ventilation.

Utvärderingen av resultaten i Villa 70-husen med hänsyn till SBN 75 och resultaten från Villa 80-husen med extra isolering visar att tjockleken hos isoleringen tillsammans med tätheten spelar en stor roll. Den tjocka isoleringen ger inte enbart ett ökat värmemotstånd utan dessutom större säkerhet i arbetsutförandet.

Isoleringens och täthetens betydelse och möjlighet att ge låg energiförbrukning bekräftades ytterligare av resultatet från de fyra sk "Masonite"-hus som förekom i projektet. Det sk "Masonitesystemet" ger lägre regelandel i konstruktionerna än andra system och därigenom något större sammantaget värmemotstånd. Ett av husen hade extra tjock isolering och det huset hade mycket låg energiförbrukning jämfört med övriga hus. Endast huset med jordvärme hade lägre förbrukning. Dessutom hade samtliga fyra hus inklusive Villa 70-husen lägre energiförbrukning per enhet byggnadsvolym än något annat av Villa 80- eller Villa 70-husen. Man kan förutsätta att isoleringen gett det goda resultatet i kombination med god täthet.

I husen förekommer tre-, fyra- och femglasfönster. Några direkta mätningar av de olika fönstrens funktion, värmemotstånd och energiförbrukning har inte gjorts i projektet. Jämförelse mellan teoretiska förluster och verklig förbrukning ger dock indikationer att fönster med angivet större värmemotstånd gav minskad förbrukning som i stort motsvarade de teoretiska värdena. En troligen viktig faktor i sammanhanget var att alla fönster enligt provtryckningen av husen var mycket täta i anslutningen både - karm.

Man kan påstå att den byggteknik som användes i husen - trots de nya kraven - i mycket hög grad byggde på beprövad, under lång tid utvecklad byggnadsteknik. De anordningar som förekom hade i begränsad omfattning en sådan bakgrund. De flesta anordningarna var relativt nya innovationer, även om en av förutsättningarna för de anordningar som gavs tillfälle att delta var att de skulle vara provade och finnas på marknaden.

Att anordningarna var nya innebar bl a att anvisningarna och instruktionerna till dem som skulle installera dem var dåliga. Det skedde ett flertal felinstallationer och felmonteringar. Att anordningarna var provade innebar troligen att de endast var laboratorieprovade eller provade under mycket ideala förhållanden. Det är annars svårt att förstå och förklara att anordningar som enligt tillverkaren skulle ge 30-40 %-ig, ibland större besparing i detta projekt endast gav 0-10 %-ig spareffekt.

Ett exempel där anordningarna inte gav den besparing som angavs i det tidiga skedet var ventilationsvärmeväxlarna. Det är

möjligt att dessa anordningar kan ge uppgiven besparing i täta hus i syd- eller mellansverige vid särskilt hög luftomsättning. Men i dessa hus, under de praktiska förutsättningar som gällde och som sannolikt inte på något sätt var unika kom de att ge mycket begränsad besparing, 1000 - 1500 kWh.

I praktiskt småhusboende vill man inte öka luftomsättningarna och därmed både luftrörelserna och ventilationsförlusterna om man upplever att man redan har ett behagligt klimat. I de relativt stora hus som det här var fråga om med åtföljande stora luftvolym och i vissa fall med två-fyra personers familjer kanske det var onödigt att ständigt köra värmeväxlare och F-ventilation med 0,5 luftomsättningar per timme. Man lät anordningarna gå med halv kapacitet stor del av tiden i de flesta husen. I några av husen med värmeväxlare var man helt nöjd med detta förhållande och man ansåg att ventilationen och husen fungerade bra. I andra fall ansåg man att kraftigare ventilation inte skulle skada ur ventilationssynpunkt, men att den högre ventilationskapaciteten gav drag genom luftrörelserna och otillfredsställande ljud (Jmfr 3.4.3.3).

Ventilationsvärmeväxlarna har inte bevisat att de har god energipareffekt i dessa hus. När deras kapacitet skall bedömas och jämföras med F-ventilation är det viktigt att inte bara spareffekten hos växlarna utan också de totala ventilationsförlusterna tas med i beräkningen. Det är också viktigt att man skapar anläggningar som fungerar och som kan justeras och intrimmas till önskad funktion. Det gäller både ventilationsssystem med och utan värmeväxlare. Det är viktigt att myndigheterna fastställer bestämmelser som ger förutsättningar både för god ventilation och för låga ventilationsförluster. Det är troligen inte god energihushållning att låsa den styrda ventilationen vid så högt värde som 0,5 luftomsättningar per timme. Norrland med sitt klimat har andra förhållanden än Sydsverige t ex. Å andra sidan är det ur miljösynpunkt tveksamt med luftomsättning av storleksordningen 0,1 omsättning per timme som tidvis förekommit i något av husen. Det krävs att tilluftsventiler sätts in om F-ventilation skall fungera och de som skall bo i husen måste få information hur man använder ventilationen. Det är också viktigt att anordningarna ges utrymme och placering så att de kan ges erforderlig service.

Ett allmänt intryck när det gäller ventilationen i projekthusen är att hus med ventilationsvärmeväxlare kan ge högre komfort. Man får inte direkt kalldrag från springventiler eller liknande. Men enligt vad som sagts tidigare är det viktigt att systemet är rätt injusterat, bl a för att känslan av kalldrag skall undvikas.

I ett av husen med kallare togs tilluften till F-ventilationen genom en luftspalt på källarväggens ytersida - "Leca VTT-system". Ventilationen i huset var relativt låg, men inom de ramar som förekom fungerade anordningen väl och gav viss besparing. Man tog till vara en del av den energi som gick ut genom källarväggarna. I ett annat hus med ventilationsvärmeväxlare togs tilluften till växlaren genom ett rör i marken där luften förvärmades av värme i avloppssystemet. Även denna anordning fungerade väl och gav viss besparing tillsammans med värmeväxlaren.

Ventilationen spelar roll för energiförbrukningen. Ett sätt att spara energi vore att ta bort den styrda ventilationen helt. Sannolikt skulle så täta hus som det här är fråga om bli obeboeliga i den situationen. Ibland avstängd mekanisk ventilation, dålig tilluftstillförsel och i en del fall för låg luftomsättning pekar klart på att självdragsventilerade hus av denna typ knappast är tänkbara. Utan tvekan krävs styr- och kontrollerbara ventilationssystem i ett byggande där täthet skapas med ett helt diffusionstät skikt. Det är sett ur den synpunkten, som en del i helheten, ventilationsvärmväxlarna har ett berättigande, inte som en enskild energisparanordning "instoppad" var som helst.

Den ytjordvärmeanläggning som fanns i ett av projekthusen fungerade bra och gav energibesparing av helt annan storleksordning än andra anordningar i projektet. Man kom med genomsnittliga verkningsgraden 1,85 ändå inte riktigt upp till den i byggskedet angivna faktorn 2,5. Systemet fungerade utan behov av tillskottsenergi i ett relativt stort småhus. Man bör beakta att markförhållandena med blöt myrmark bedömdes som gynnsamma för ytjordvärme. Kapaciteten förändrades inte från första till andra året.

De övriga värmepumpar som förekom i projekthusen gav i stort sett ingen besparing. Det är helt klart - vilket konstaterats tidigare - att de värmepumpar som hittills funnits och som utnyttjar uteluften är värdelösa som energisparanordningar i småhus i Norrland.

Att använda små värmepumpar för varmvattenberedning kan vara lönsamt om man kan tillföra dem tillräckligt varm ventilationsluft. Att först ta energi från ventilationsluften i en värmväxlare och sedan använda luften till en värmepump för varmvatten kan enligt resultaten betecknas som felprojektering.

Termostatreglering av värmekällorna, som förekom i alla hus, är närmast en självklarhet idag. Man hade genomgående mycket jämna temperaturer i husen. Ytterligare reglering med mer eller mindre sofistikerade anordningar är enligt resultaten mer tveksamt. Tätheten och isoleringen gör husen så bra att t ex nattsänkning endast fungerar i begränsad omfattning.

Någon speciell erfarenhet av energisnål planlösning fanns inte i projektets tidiga skede. Hus med traditionella planlösningar placerades på traditionellt sätt på tomterna (BILAGA 2). Någon total utvärdering av dessa faktors betydelse ryms inte inom projektramarna, men resultatet från ett par av husen understryker husutformningens betydelse. I dessa hus var bostadsutrymmen, ekonomiutrymmen och garage dåligt skilda från varandra. Resultatet blev, förutom svårigheten att åstadkomma god tätning mellan utrymmena, att dörrar mellan dem stod öppna och att temperaturen i garage och ekonomiutrymmen blev höga. Det innebar också att energiförbrukningarna i de husen blev de högsta i hela projektet. Ett resultat som inte var motiverat med hänsyn till husens övriga kvalitet. En sluten uppvärmad och ventilerad bostadsdel är troligen en grundförutsättning om den relativa förbrukningen skall bli låg.

De sammantagna resultaten i Villa 80-projektet visar att det är möjligt att åstadkomma jämförelsevis energisnåla småhus för norrlandsklimat med relativt enkla medel. De visar att bygg-

tekniken - isolering och täthet - tillsammans med riktig utformning av husen är mycket väsentlig som grund för energisnåla lösningar. Resultaten indikerar också att de anordningar som fanns för energibesparing till stor del hade dålig spareffekt och att fabrikanterna i stor omfattning övervärderat anordningarnas sparförmåga i praktiskt boende.

3 BOENDEVANEUNDERSÖKNING

3.1 SYFTE

Vid uppläggnen av undersökningen utgick vi från att det finns vissa beteenden som kan kallas "energirelevanta" i den mening - en att de påverkar energiförbrukningen mer än andra. Gjorda utredningar och beräkningar av energikonsumtionens genomsnittliga fördelning, normalförbrukningssiffror m m visade på områden som kunde vara meningsfulla att studera. Det fanns emellertid inte mycket dokumenterat om aktuell energiförbrukning i olika hushåll, boendevanor med avseende på maskinavvändning, hygien etc. Dittills avrapporterade studier i USA, avsåg attityder till energikris, konsumtion och sparåtgärder.

Vi utgick från det allmänna antagandet, att ofta upprepade beteenden i hushållens dagliga liv, sammantaget med vissa hushållsmaskiners energiförbrukning, skulle förklara mycket av variationer i olika hushålls förbrukning. En studie och kartläggning av vardagsvanorna sågs därför som utgångspunkten.

En annan intressant fråga i energisparsammanhang, är om och hur man kan påverka hushållens beteende i riktning mot mer energisnåla vanor. Vi började också planera en studie av hur lämplig form av information, undervisning i energifrågor och fortlöpande upplysning om förbrukning kunde påverka energikonsumtion. Efter diskussioner med bl a referensgruppen inom Forum för tvärvetenskap och Byggforskningsrådet, beslöt vi dock att lägga upp boendevanestudien som en undersökning under så normala betingelser som möjligt.

Projekthusen är visserligen unika, och uppbyggda i syfte att spara så mycket energi som möjligt med hjälp av den teknik som stod till buds 1977. Men samtidigt är de inte mera avancerade än att hustyperna går att finna i de flesta nybyggda småhusområden. Boendevanor och energiförbrukning i projekthusen skulle också kunna genomföras i vilket nytt småhus som helst under motsvarande yttre betingelser.

Syftet med boendevanestudien kan därför i korthet sammanfattas som:

- att undersöka och kartlägga det individuella beteendet i hushållen med avseende på "energirelevanta" boendevanor samt analysera det mot bakgrund av uppmätt energiförbrukning.
- att följa upp användningen av den tekniska utrustningen samt erfarenheterna av drift, kontroll och service.
- att ta del av brukarnas erfarenheter av boende i hus som är mera isolerade och mera tekniskt avancerade än genomsnittet och ställa deras subjektiva upplevelser mot faktiskt uppmätta förhållanden.

För att ändå i någon mån bilda oss en uppfattning om eventuella samband mellan attityder till energisparande och faktisk förbrukning, inriktade vi en mindre del av studien på åsikter och påverkan.

3.2 UNDERSÖKNINGENS UPPLÄGGNING OCH GENOMFÖRANDE

3.2.1 Urvalet

Urvalet av hushållen styrdes dels av kommunens tomtkö från vilken 70-husens köpare kom, dels av byggföretagen som förbehöll sig rätten att erbjuda sitt 80-hus till någon anställd.

Detta senare förhållande väckte en del kritik. Bland annat ansåg man att dessa köpare var mera byggtekniskt kunniga än genomsnittshusägaren och detta kunde påverka utnyttjandet av husen och deras utrustning. Eftersom några (4 st) dessutom var anställda i byggföretaget i fråga, kunde detta påverka dem att vilja visa upp "bra" måtvärden.

Denna kritik var naturligtvis inte obefogad. Det var en överrepresentation av byggtekniskt kunniga män i 80-husen (6 st). Alla hushåll hade dessutom förklarat sig villiga att delta i ett energisparprojekt - man kunde vänta sig "onormala" ansträngningar att spara - och alla hade råd att skaffa hus i prisklassen 300.000 - 400.000 kronor.

Mot detta kan anföras: För det första består hushållen av flera medlemmar. Att en är tekniskt kunnig och intresserad av sparande medför inte automatiskt att de andra i hushållet är det. En stor del av de energikrävande hushållsarbena utfördes av kvinnorna, vilka i regel hade andra målsättningar i sitt arbete än energisparande.

För det andra var villigheten att delta i projektet inte ovillkorlig. Man hade här möjlighet att köpa ett välbyggt hus i en relativt central stadsdel och dessutom få ekonomiska bidrag till de energisparande åtgärderna. Detta kan ha påverkat villigheten i positiv riktning.

För det tredje är det knappast troligt att man under två år kan undertrycka sin verkliga natur för att åstadkomma "bra" måtvärden. Vill man normalt ha varmt och skönt inomhus går man inte och fryser i två vintrar om man inte är tvungen.

Vår avsikt var aldrig att generalisera de erhållna resultaten, i varje fall inte utanför kategorin "yngre hushåll och barnhushåll i moderna småhusområden". Projekthusen visar upp en sådan variation i fråga om energikonsumtion och boendevanor, att de mycket väl kan ses som typexempel på denna kategori boende.

3.2.1.1 Hushållen, en kort presentation

Eftersom husen blivit så utförligt presenterade är det rimligt att även hushållen presenteras. Ålderssuppgifterna gäller för 1979 och hushållens nummer följer husets och avser inte gatunummer eller ordningsnummer.

Hushåll 1

Ett ungt par med ett barn, fött i mitten av andra mätperioden. Han är egen företagare med oregelbundet arbete. Hon har större delen av projekttiden arbetat heltid som tandsköterska. Deras fritid domineras under vintern av sportintresset och de reser mycket på träning och tävlingar. Under sommaren har de tidigare varit i sin stuga, men knappast sedan de köpt hus. De bodde tidigare i lägenhet och valde huset därför att de ansåg det vara en intressant hustyp som dessutom var lagom stor. Att den var energisnål sågs som ett plus men var inget argument vid valet.

Hushåll 2

Ett ungt par med två barn, 9 och 5 år. Han är anställd i kommunen och hon är sjuksköterska med nattjänstgöring. Barnen är i skola respektive daghem. Man tillbringar gärna sin fritid hemma, men trivs med friluftsliv och närhet till natur. Vid husvalet togs hänsyn till att det var ett fristående hus med relativt stor tomt i närheten av det bostadsområde där de tidigare bott (i lägenhet) och där de hade daghemsplats. Huset förväntades vara rejält byggt och att det därmed var energisnålt sågs som en fördel.

Hushåll 3

Han är byggnadsingenjör och arbetar med information, hon arbetar på länsstyrelsen, båda på heltid. De hade inga barn under projekttiden. Fritiden användes till skidåkning och annan sport, besök hos familj och vänner. Man åker gärna till fjällen på semester. Huset valdes därför att det var välbyggt, av trä (De hade bott i lägenhet i betonghus förut), och hade en ljus och öppen planlösning som de uppskattade. Det kändes bra att huset var energisnålt om elpriserna skulle stiga, annars var det inget viktigt argument vid valet.

Hushåll 4

Han är produktionschef på ett snickeri, arbetar kontorstid normalt övertid ibland. Hon utbildar sig till förskollärare. Barnen, 14 respektive 6 år, går i skola och dagis. Under veckosluten utnyttjar de sin husvagn flitigt, både sommar och vinter. På vintern gärna vid någon slalombacke.

Huset valdes ut av tre möjliga därför att det ansågs ha det bästa läget, var välbyggt och kunde ändras i planlösningen. De hade tidigare bott i fyra hus och hade bestämda synpunkter på utformningen. Hade de kunnat få en tomt, hade de också där satsat på ett energisnålt hus.

Hushåll 5

Han är byggnadsingenjör/konsulent och hon hårfrisörska på deltid. De har två barn, 10 och 8 år, samt tre hundar. Kvällskurser, ridning m m fyller fritiden tillsammans med skidåkning,

rastning av hundarna och annan motion. De bodde tidigare i ett radhus och husvalet kom till mera av en slump. Huset ansågs vara bra och området lugnare än det tidigare.

Hushåll 6

Han är maskinist på en värmecentral, hon apotekstekniker och båda arbetar heltid. Barnen är 14 respektive 11 år. Fritiden är splittrad genom hans jourtjänst och barnens fritidsaktiviteter: skidsport och ridning. Flera kvällar i veckan under säsongen är det träning och någon måste hämta. Den tid som blir över tillbringar man gärna hemma. Någon gång, fast mera sällan nu, i sin stuga. Huset valdes därför att det ansågs vara välbyggt, tomten tillräckligt stor och området lugnt. Tidigare bodde de i lägenhet.

Hushåll 7

Han är försäljare i en husfirma, hon är hemmahusmor med dagbarn. De har tre barn i åldrarna 18, 14 och 4 år. Fritiden tillbringar man ofta hemma. Resande får han nog av i arbetet, men ibland hälsar man på släkt och vänner. En del av semestern bor man i sin husvagn. Husvalet hade firman gjort innan flyttningen var aktuell, men man trivdes bra med huset och ansåg att storlek och planlösning passade familjen. Att huset inte var onödigt stort sågs som ett energisnålt plus.

Hushåll 8

Han målare heltid, hon arbetsförmedlare deltid. De har två barn, 8,5 respektive 1,5 år, som går i skola och är på daghem. Föräldrar och släkt bor nära. De tillbringar mycket av sin fritid hemma tillsammans med barnen. Hustypen de valde hade de funderat på redan innan erbjudandet från tomtkön kom. De tyckte planlösningen skulle passa deras familj och behov och ansåg det vara viktigare skäl till valet än att det skulle vara extremt energisnålt. Tidigare bodde de i lägenhet.

Hushåll 9

Han civilingenjör i byggbranschen, hon hemmahusmor med 4 barn i åldrar mellan 15 och 6 år. Har arbetar normalt kontorstid men reser mycket i tjänsten. Fritidsstugan i närheten av stan utnyttjas mest på sommaren, samt till utflykter höst och vår. I övrigt föredrar man att vara hemma. Tidigare bodde man i ett radhus som blivit "urvuxet" och utrymme och bra planlösning var viktigaste argumenten i husvalet. Att det var energisnålt sågs som ett extra plus. Man hade också ett yrkesmässigt intresse av utvärderingen.

Hushåll 10

Han är ekonom i chefsbefattning och har ibland oregelbunden arbetstid med mycket resor. Hon arbetar som journalist. Två barn, 11 och 9 år. Fritiden tillbringas så ofta som möjligt på

familjens gård, c:a 20 mil från stan. Huset var det sista kommunen hade att erbjuda så det var inte mycket väl. De bestämde sig därför att det förväntades vara välbyggt om det skulle vara energisnålt. Tidigare hade de bott i en halvmodern villa.

Hushåll 11

Han är byggnadsingenjör och arbetar dels på kontoret, dels på byggplatserna men regelbundna tider. Hon studerar till förskollärare. Barnen är 12, 7 och 6 år och går i skola respektive dagis. Eftersom barnen är små, tillbringar man mesta fritiden hemma. Stugan, 12 mil från stan, utnyttjas mest på sommaren. Huset "valdes" knappast. Det erbjöds av firman och de tyckte det uppfyllde deras viktigaste krav på storlek och planlösning. Tidigare bodde de i ett äldre hus.

Hushåll 12

Han arbetar med exportförsäljning, som ofta betyder oregelbundna arbetstider och mycket resor. Hon var i början av projektet hemmahusmor, men heltidsarbetar nu i samma firma som maken. Barnen är 17 och 12 år och går båda i skola. Fritiden tillbringar man gärna hemma och använder husvagnen främst på sommaren. Huset valdes bland tre alternativ, för att det hade bra planlösning, var inflyttningsklart och hade skogstomt. De uppskattar att elkostnaderna kan hållas nere, annars var energisparandet inget skäl till valet.

Hushåll 13

Han är byggnadsingenjör och försäljare, hon arbetar på lasarettet på deltid, båda har normal kontorstid. Barnen är 14 och 11 år. Den mesta fritiden tillbringar man hemma, och fritidsstugan som användes mycket förr, håller på att avvecklas. Vintersport uppskattar man och tar gärna en semestervecka i fjällen. Husvalet var inte svårt; "rätt hus på rätt plats och till rätt pris" ansåg man. Att energisparandet var viktigt ansåg man, men att huset var välbyggt och passade familjen hade också stor betydelse. Tidigare bodde familjen i flerfamiljshus.

Hushåll 14

Han är tekniker och arbetar med montering och service av kontorsmaskiner, på regelbundna tider. Hon är handelsanställd och arbetar oregelbundet och på deltid. Barnen är 17, 11 och 10 år. Familjen är oftast hemma på fritiden, men far till sin stuga och fiskar ibland på veckosluten - man uppskattar friluftsliv. Släkten bor i närheten och dem hälsar man också på ibland. Tidigare bodde de i en äldre villa i en angränsande stadsdel. I tomtkön hade de möjlighet att välja och ansåg energisnålt vara ett tungt vägande skäl att välja ett av projekthusen. Lämplig planlösning var ett annat skäl till valet av just detta hus.

3.2.1.2 Vissa bakgrundsdata i översikt

Storlek och ålder: I alla hushåll utom två fanns barn under båda mätperioderna. I dessa två hushåll föddes barn först i mitten av andra mätperioden respektive efter projektets slut och de har därför i huvudsak betraktats som barnlösa. Genomsnittsåldern på barnen är 10 år för 80-husen och 10,3 år för 70-husen. Storleken av hushållen var exakt densamma för de båda hushållsgrupperna: 4,1 person i genomsnitt. Dessa faktorer spelar roll då vi jämför de båda gruppernas förbrukning.

Sysselsättning och arbetstider: Samtliga män hade heltidsarbete utom bostaden, mer eller mindre regelbundet. Av kvinnorna arbetade tre på heltid under båda mätperioderna, två var hemmaarbetande (en som dagmamma under andra mätperioden) och de övriga deltidsarbetande i varierande omfattning, dock minst halvtid. Av de förvärvsarbetande var två barnlediga under slutet av andra mätperioden. En som var hemmaarbetande under första perioden övergick till heltid förvärsarbete under andra.

De barn som inte gick i skolan vistades på daghem eller förskola och fritidshem när mödrarna arbetade eller sov (nattjänstgöring).

Tre till fyra av husen var alltså befolkade hela dagarna medan två stod tomma. I dessa fall var vanorna oregelbundna och kan ha haft ett visst inflytande på energiförbrukningen. De övriga husen stod tomma några timmar eller enstaka dagar, vilket knappast kan ha haft märkbar inverkan. Hushållsarbetet sprids över dagen i stället för att koncentreras till kvällar eller lediga dagar, men det drar inte mera energi för det. Man sänker inte heller temperaturen i huset för att t ex vara borta en halv dag.

Fritiden: I barnhushållen var husen sällan tomma om kvällarna. Det var i regel alltid någon vuxen hemma. Barnens ålder påverkade fritidsintressena som visade sig vara tämligen likartade för flertalet hushåll: motion i närheten av hemmet, någon kurs- eller gymnastikkväll i veckan samt arbete med någon hobby i hemmet. Avkoppling med läsning, handarbete och TV-tittande fyllde ut resten av fritiden.

Veckosluten under mätperioderna tillbringades på liknande sätt, med enstaka utflykter till stugan, släkt eller goda vänner. Endast två av hushållen uppgav att de i regel lämnade husen varje veckoslut under skidsäsongen.

Tidigare boende: Av 80-hushållen hade tre och av 70-hushållen hade fyra tidigare bott i hyreslägenhet. De övriga hade närmast före flyttningen bott i eget hus.

Fysisk hälsa: Eftersom slutligen hälsan kunde spela roll vid upplevelsen av inomhusklimatet, förhörde vi oss om eventuella allergier, luftvägsbesvär eller andra besvär. Åtta av hushållen ansåg sig helt besvärsfria. I fem uppgav man lätta allergier (ex hösnuva, eksem) eller känsliga luftrör. I ett hade man problem med astma. Utöver detta noterades i ett hushåll överkänslighet för kyla och drag på grund av neurologiska besvär.

3.2.2 Undersökningsmetoder, redovisning och diskussion

Vid projektplaneringen diskuterades även behovet av metodprövning och metodutvärdering.

Med den inriktning som boendevaneundersökningen kom att få, blev det inte aktuellt med t ex attitydundersökningar, och de metoder vi valde att arbeta med var tämligen osofistikerade.

I huvudsak använde vi oss av intervjuer med öppna frågor som gav oss möjlighet att mera ingående diskutera speciella problem. Dessa intervjuer kompletterades av ett par frågeformulär beträffande kunskaper om energiförbrukning inom hushåll och samhälle samt inställning till vissa sparåtgärder. Under första mätperioden förde hushållen en enkel veckobok och sjukjournal och slutligen hade vi en experimentsituation, en sparperiod.

3.2.2.1 Intervjuerna

I undersökningen ingick en kartläggning av boendevanorna med avseende på hygien, disk, tvätt m m. En vanlig metod i sådana sammanhang är att förse hushållen med dagböcker och under vissa perioder ha dem att bokföra sina vanor i vissa avseenden. Vi valde att i stället låta dem beskriva sina vanor. Vanligtvis utvecklar man rutiner i hushållsarbete och dagligt liv och man kan med tillfredsställande precision ange hur ofta man duschar, kör tvättmaskinen etc. Den felkälla som ligger i dåligt minne eller ojämna vanor, torde vara jämförbar med den som ligger i att man glömmet bokföra något, eller i valet av mätperiod.

Intervjumetoden förutsätter att man har ett relativt litet antal hushåll, eftersom uppgifter bör samlas in vid flera tillfällen och ställas mot varann. Blir avvikelserna stora och oförklarliga måste de kontrolleras.

Intervjuerna hade närmast karaktär av diskussion kring vissa bestämda problem. För att få ett enhetligt dataunderlag utnyttjade vi frågeformulär som "checklistor" och bandade intervjuerna. I efterhand fyllde vi sedan i frågeformulären med hjälp av banden. Vid två kortare intervjuer fördes endast anteckningar.

Det är anteckningar, frågeformulär och utskrivningar av vissa uttalanden som legat till grund för den vidare bearbetningen.

3.2.2.2 Dagböcker och sjukjournal

Idén att använda dagböcker och sjukjournaler diskuterades under det symposium om energisparande som hölls i Umeå i juni 1977.

Vi konstruerade en tämligen enkel veckobok med lösblad, som kunde fungera som stöd för minnet vid intervjuerna. På samma

sätt kunde man föra anteckningar på lösblad om sjukdomar och fysiska besvär, för att vi sedan skulle kunna se om dessa t ex var mera frekventa under vissa perioder vid viss luftfuktighet.

Efter en tids ambitiösa anteckningar glömdes dagboken bort i de flesta hushållen och efter första mätperioden slopades såväl dagböcker som sjukjournaler. De dagboksanteckningar vi fått in, har inte berikat undersökningen nämnvärt, utan kan närmast ses som bekräftelse på svaren i intervjuerna. De vanor och beteenden som har någon påtaglig inverkan på energiförbrukningen är de ofta upprepade och dem kan man redogöra för i efterhand. Som exempel kan nämnas täta besök i fritidshus, resor med husvagn, tjänsteresor etc. De enstaka händelserna eller sjukdomarna gör varken från eller till, utan blir bara ambitiöst merarbete för alla parter. Metoden att samla in data via dagböcker lämpar sig bättre för stora urval där upprepade intervjuer blir för dyrbart.

3.2.2.3 Frågeformulären

I samband med två av höstintervjuerna bad vi hushållsmedlemmarna besvara några skriftliga frågor. De första - som föregick sparperioden - gällde hushållens energiförbrukning/fördelning, lämpliga temperaturer för kyl/frys-varmvatten samt egna förslag till sparåtgärder inom hushållet. Samma frågor skickades till bostadsområdet Ersforsen i Umeå, med vilket vi gjort vissa jämförelser.

Det andra formuläret innehöll frågor om fördelningen av energikonsumtionen, dels i samhället, dels i det egna hushållet. Dessutom frågades om tilltron till hushållens sparvilja och åsikter om effektivaste påtryckningsmedel i sparandet.

Svaren på dessa frågor förväntades komplettera bilden av de olika hushållens beteenden och vanor. Kunskaper om energiförbrukning och hushållens betydelse i energihushållningen, sammantaget med åsikten att hushållen lätt skulle kunna spara betydande mängder energi, är sannolikt en bidragande förklaring till varför t ex hushållet A bara behöver 20.000 kWh/år medan hushållet B måste ha 35.000 kWh under samma tid.

3.2.2.4 Sparperioden

Den s k "sparveckan" på 10 dagar under januari/februari 1979 var det enda experimentet i projektet. Vi ville närmare studera hur en uppmaning till frivilligt sparande påverkar energikonsumtionen.

Ett sådant experiment kan läggas upp efter olika linjer. Man kan t ex införa en ransoneringsperiod, för att studera hur man utnyttjar och fördelar sin ranson. Man kan också ge direktör om vilka beteenden som skall förändras och på vilket sätt, för att se hur stor energibesparingen blir vid dessa beteenden.

Vår uppläggning, med frivillighet, utan fortlöpande kontroll och utan andra direktiv än detta: spara på de sätt ni finner lämpligt och som ni tror att ni skulle kunna leva med en längre period, var mindre drastisk och mera i linje med hela projektets inriktning.

Varje hushåll besöktes före sparveckan. De fick då direktiv, ett formulär för anteckningar under perioden, några frågor som vi ville ha svar på efter perioden samt ett urval av de vanliga hushållsbroschyerna om energisparande från Energisparkommittén och Kooperativa förbundet. Inom en vecka efter perioden intervjuades hushållen om sina erfarenheter och synpunkter.

3.2.3 Datainsamlingen

Augusti - september 1977

Data insamlingen startade i samband med att husen visades på Nolia-mässan. Vid den första intervjun, före eller strax efter inflyttningen, bekantade vi oss med hushållen, noterade vissa bakgrundsdata, förhandsinställning m m. Intervjun var närmast ett informellt samtal kring frågor om tidigare boende, valet av hus, synpunkter på energisparande i allmänhet och det egna sparandet i synnerhet samt inställning till utvärdering.

Oktober - november 1977

De hushåll som flyttat in under hösten besöktes för en grundligare intervju och husesyn. Vi gjorde observationer om utnyttjande av bostaden, om ljusförhållanden, textil utrustning etc. Hushållets maskinutrustning noterades och vi förhörde oss om hur den användes:

- antal tvättar och diskar, temperaturer och program
- hur tvätten torkades, tider och temperaturer
- matförvaring, omfattning av matlagning och bakning, matvanor
- hur ofta man duschade, badade, tvättade håret
- hur utrustningen fungerat i inkörningsperioden, kontroll, service, instruktioner

Även inomhusklimatet diskuterades, men på detta stadium i undersökningen noterades endast ev buller, drag, kondens samt klädvanor inomhus. I samband med denna intervju delades dagböcker och sjukjournaler ut.

Mars 1978

Brukarna och projektgruppen träffades för att de förstnämnda skulle få ställa frågor och de sistnämnda få informera om arbetet dittills.

Oktober 1978

Intervjun från hösten 1977 följdes upp. Ändringar i hushållens sammansättning, arbetsförhållanden, vanor och utrustning noterades. Särskild uppmärksamhet ägnades inomhusklimatet

och vi diskuterade ingående erfarenheterna av ventilationssystemen samt upplevelserna av kyla, drag, luftfuktighet och buller.

Vid denna intervju fick alla läs- och skrivkunniga medlemmar av hushållet besvara några skriftliga frågor om energisparande och energiförbrukning.

Februari 1979

Under en period om 10 dagar ombads hushållen spara energi. Tidpunkten valdes med tanke på att utetemperaturen skulle vara låg och stabil. Hushållen fick studera utdelade broschyrer och bestämma hur de skulle spara. Efter periodens slut intervjuades de och fick besvara frågor som gällde:

- hur man hade sparat, vilka vanor som ändrats
- vilket sparande som känts lättast och troligen lyckats bäst
- vilket sparande som varit svårt och som ev resulterat i återfall
- vilken nytta man haft av informationsmaterialet

Oktober 1979

Under den sista, uppföljande intervjun noterades åter förändringar i hushållets sammansättning och vanor, i utnyttjande av bostaden, i fritidsintressen, sysselsättning, transporter etc. Vi förhörde oss om erfarenheterna av boendet, speciellt med avseende på inomhusklimat och utnyttjande av teknisk utrustning. Skötsel, information och service beträffande den mera komplicerade utrustningen diskuterades, liksom de problem som uppstått under försöksperioden och hur de åtgärdats.

Intervjun avrundades med några skriftliga frågor om inställning till energisparande och -konsumtion i hushåll och samhälle. Vi noterade också synpunkter på projektets uppläggning och genomförande.

3.2.4 Brukarnas synpunkter på projektet

Ingen tyckte sig ha upplevt utvärderingsperioderna som speciellt påfrestande. Man hade vant sig vid de veckovis återkommande bytena av papper i termohydrografen och de ständiga avläsningarna av mätarna. Att montörer och projektmedarbetare intresserade sig för utrustningen var bara bra, även om man i ett par hushåll ansåg att det var märkligt att problem och åtgärder kunde tolkas och värderas på så olika sätt av olika tekniker. I de hus där problem med utrustningen inte blivit lösta tillfredsställande, var man givetvis irriterad över att vissa företag inte visade mera intresse för projektet.

Projektet väckte från början stort intresse från press och allmänhet och detta medförde en något orealistisk förväntan hos hushållen, en förväntan som i några fall vändes i besvikelse. Man uttryckte detta i tre av hushållen som: "vi hade trott att det skulle bli mer!" De hade känt det som om vi tappat intresset för projektet och ställde sig tveksamma till om det överhuvudtaget skulle gå att få ut något av utvärderingen. Till en del berodde detta på brist i kommunikationerna, men också på en önskan att delta mera aktivt i utvärderingen.

Man tyckte sig sakna fortlöpande upplysning om resultaten, man visste inte riktigt var man stod i jämförelse med de andra eller med "normalförbrukaren". Sin egen förbrukning kunde varje hushåll lätt konstatera genom avläsningar av mätarna. Intresset för deltagandet kan i viss mån avläsas i tabellerna över mätaravläsningarna: 6 hushåll har gjort dagliga avläsningar under praktiskt taget hela tiden, 4 hushåll har läst av periodvis ofta, medan 4 hushåll bara läst av var tredje-fjärde vecka eller vid månads-skiftena. (En detalj som i detta sammanhang har viss betydelse: chansen till regelbunden avläsning ökar om mätarna sitter lätt tillgängliga).

Under projekttiden var det mycket få som tog kontakt med projektledarna för att diskutera något problem eller fråga om resultat. I samband med veckobesöken av projektets utredningsman kunde vissa praktiska frågor diskuteras och detta fungerade som den nödvändiga problemuppfångningen. Enligt samstämmig uppgift hade man knappast alls diskuterat sin förbrukning grannar emellan. Det man visste om varann hade man läst i tidningar.

3.3 BOSTADEN

3.3.1 Bostadens utformning och energisparande

När ett hus är bebott är det en bostad. Inom den skall vi ha utrymme för att äta, vila, leka, arbeta etc och vår upplevelse av trivsel och komfort hänger nära samman med hur utrymmena för aktiviteter är disponerade.

Vårt behov av värme i ett kallt klimat har tidigare låst utformningen av bostaden till möjligheterna att värma sig vid kakelugnar och brasor eller vedspisar. Aktiviteterna samlades till de varma utrymmena - oftast köket - medan eventuella övriga utrymmen stod oeldade och tillstängda. Med modern uppvärmningsteknik kan vi nu först avgöra var vi vill placera aktiviteterna, sedan anpassa uppvärmningen till den planeringen.

Det som har mest betydelse för bostadens uppvärmning är dess "skal": tak, väggar (med dörrar och fönster) och golv. Är detta tätt och välisolerat, hålles värmen inom bostaden. Hur den sedan fördelas mellan olika utrymmen är mindre väsentligt för energiförbrukningen, under förutsättning att hela bostadsn utnyttjas.

I denna undersökning har inte syftet varit att studera annat än "skalet" och boendevanorna inom detsamma, men vi har funnit en del som kan vara värt att diskutera. Vi utgår från brukarnas och egna erfarenheter och iakttagelser och i medvetande om amatörskapet på området ställer vi oss frågorna:

- Är inte en öppen planlösning mera energikrävande än en sluten?

Man kan inte stänga till vissa rum som kanske utnyttjas sällan. Det blir också svårt att hålla olika temperatur i olika delar av bostaden. En entré behöver t ex inte hålla rumstemperatur, men gör det om den har obruten förbindelse med vardagsrum och kök. Under de kallaste perioderna kan vissa rum hållas svalare om de går att stänga till (- för övrigt ett vanligt tips i sparbroschyrer till hushållen).

- Är det inte onödigt att ha utrymmen som bara används som passager, men ändå måste hålla rumstemperatur?

En hall som kan utnyttjas till tv-rum, lekrum eller hobbyrum utnyttjas bättre än tomma korridorer och hallar som inte går att möblera.

- Är det inte oekonomiskt ur energisynpunkt att bygga hus med 2-3 sällskapsrum? I moderna typhus finns ofta ett stort vardagsrum plus en stor gillestuga eller ett stort allrum. I hus med tre plan kan alla tre finnas. Moderna (små) hushåll kanske kan klara sig med mindre ytor?

- Är inte de olika utrymmena i moderna småhus ofta feldimensionerade?

Vi vet sedan länge (se t ex Holm, 1956, Kimbré, 1964) att flertalet aktiviteter försiggår i köket och att vardagsrum utnyttjas för vuxnas avkoppling och tv-tittande, men ändå är så många vardagsrum tilltagna för stort sällskapsliv. Utrymmen där det behövs plats för arbete och lek är däremot blygsamt tilltagna. Tvättstugor på 3-4 m² och kök på 10-12 m² eller rum för barnen på 8-10 m² kan man hitta i många småhus idag. Även förråd är i regel snålt tilltagna och behövlig rumsyta decimeras av extra skåp och hyllor för förvaring.

De två nyssnämnda frågorna kan sammanfattas i en: är det inte ur både ekonomisk synpunkt och energisynpunkt viktigt att utforma småhus så "kompakta" som möjligt, enligt tumregeln: mesta möjliga nytta på minsta möjliga yta.

- Är det inte energisparande att ha så korta rödragningar som möjligt mellan varmvattenberedare och tappställen och så långa som möjligt mellan tappställen och avlopp - om det nu är tekniskt möjligt?

- Vore det inte lämpligt att bygga luftslussar/vindfång i hus i vårt klimat?

När temperaturskillnaden ute-inne håller sig kring 50^o och ytterdörren öppnas rakt in i vardagsrummet, praktiskt taget, känns det lite otrivsamt.

- Är det inte lämpligt att planera hus så, att de "aktiva" rummen - kök, vardagsrum, allrum, lekrum - alltid orienteras mot solsidorna, medan sovrum, förråd, tvättstuga etc ligger åt skuggsidan, dvs sydväst respektive nordost? I ett solfattigt land är det betydelsefullt även för trivseln.

3.3.2 Planlösningarna i projekthusen

Projekthusen är genomgående rymliga, med en bostadsyta på i genomsnitt 148 m². Det ger varje boende c:a 40 m² att röra sig på, men variationerna är stora: mellan 22 och 78 m². Husens placering och planlösningar framgår av BIL 2.

Genomgående har husen mycket öppna planlösningar, Endast i husen 1-2, 5-6, 7-8 och 11-12 kunde man stänga till om köket. I övrigt är det helt öppet mellan gemensamma utrymmen som vardagsrum, kök, allrum, hall och ev gillestuga.

Det är alltså helt öppet mellan ytterdörr och bostadsrum och kalluften har fritt fram i bottenvåningen. Endast i hus 1-2 fanns ett vindfång. Hus 13-14 hade groventré i anslutning till tvättstuga och garage och hus 7-8 hade extra utgång från tvättstugan. Den gick emellertid inte att låsa utifrån och kunde därför inte användas som extra entré.

Flertalet hustyper hade sovrummen placerade i anslutning till allrum, tv-rum eller vardagsrum. Endast i hus 3-4 och 13-14 låg de längs en korridor.

Sex av husen är felorienterade i den meningen att vardagsrummen ligger åt öster och allrummen åt norr (hus 5-6, 9, 10 och 11, 12).

Om avsikten är att man kan ha uteplatsen i anslutning till altandörren, kommer man här att sitta i skugga efter lunch. I hus 5-6 vätter dessutom altandörren mot gatan, vilket dock kompenseras av en utgång från köket till trädgården.

Även i projekthusen upptar utrymmena för sällskapsliv och avkoppling ungefär dubbelt så stor yta som utrymmena för arbete - och då är ändå köken i flertalet hus förhållandevis stora. Endast hus 13-14 har en någorlunda "rättvis" fördelning så länge endast bottenplanet utnyttjas.

Flertalet hus har tappställena för varmvatten tämligen väl samlade i närheten av varmvattenberedaren. Hus 13-14 är det hus som har längst mellan beredare och tappställe.

3.3.3 Synpunkter på och erfarenheter av bostäderna

Samtliga kvadratmetrar i projekthusen är kontinuerligt uppvärmda. Enstaka rum i hus 1 och 3 har temporärt hållit en lägre temperatur, liksom gillestugor och hobbyrum i hus 9-10. I gengäld har garage- och förrådsutrymmen i bl a hus 1, 13 och 14 värmts till rumstemperatur och utnyttjats för hobby och lek.

Stängda och svala rum upplevdes som negativt - "det känns som om de inte hör till bostaden" - och endast ett hushåll uppgav att man konsekvent höll dörrarna till sovrummen stängda. I övriga hushåll stod de oftast öppna på dagen och ofta även på natten. Det är vanligt att barn och föräldrar vill kunna höra varann även på natten.

På frågan vilket rum man mest vistas i, svarades oftast "köket". Dessa är i regel stora, i genomsnitt c:a 18 m² (om matplatsen i hus 3-4 inkluderas) och tillåter en väl tilltagen matplats. Även allrum/tv-rum nämndes, medan vardagsrummet endast i hälften av hushållen användes regelbundet och dagligen. Har man två möjligheter till sällskapsutrymmen, får vardagsrummet tjänstgöra som "finrum". Där ställer man de lite ömtåligare möblerna samt ev extra tv eller stereoanläggning - gör ett rum för vuxnas avkoppling. Detta rum är i samtliga hus det till volymen största rummet.

I övrigt rörde synpunkterna mest bostadens praktiska funktioner och hade kanske inte så mycket att direkt göra med energisparande. Här redovisas i korthet de vanligaste synpunkterna på vissa utrymmen:

Förrådsutrymmen: Genomgående saknade man förråd. Grovförråd, matförråd (potatis, konserver m m) och/eller klädkammare och garderober. I 10 av husen hade i efterhand grovförråd byggts eller planerats. Vad man uppskattade, respektive önskade där det inte fanns, var ett isolerat och inrett förråd i anslutning till bostaden, där det gick att hålla c:a +5°. Därtill förråd som rymde skidor, cyklar och sportartiklar (byggs i allmänhet i samband med garage, men förbindelse med bostaden är ett önskemål). En klädkammare med hyllor och ventilation stod också på önskelistan.

Entréer: En sammanfattning av synpunkterna ger en "önske-entré":

- Tillräckligt med ljus från fönster året om
- Trappor byggs intill väggarna så man får bättre plats och slipper slå huvudet i dem!
- Inredning för mycket ytterkläder och skor, sportartiklar m m
- Möjlighet att torka våta kläder och sportkläder.

En stor hall har man inte mycket glädje av om den inte kan utnyttjas väl. I hus 13-14 har man dels en stor entré/hall, dels en liten groventré bredvid köket. Enligt uppgift användes praktiskt taget aldrig huvudingången, endast groventrén. I hus 1 och 6 har man efter mätperioderna byggt groventréer i anslutning till tvättstugan. I hus 4 och 5 planerade man att bygga och i resterande, utom två, skulle man vilja ha men hade knappast möjlighet. I hus 11 funderade man på en farstukvist för att åtminstone slippa få in så mycket snö i hallen.

Tvättstugor: Samtliga hus hade välutrustade tvättstugor och flera hade också plats för klädvård med symaskinsplats etc. I husen 3-4, 5-6 och 11-12 ansågs dock tvättstugorna vara i minsta laget - "bökgiga"! De sammantagna önskemålen ger en tvättstuga som har:

- utrymme för extra bord eller bänkskiva
- någon plats för torkning på streck eller liknande
- anslutning till kök och groventré (småbarnshushåll)

Synpunkterna på planlösningar och bostad var koncentrerade till nämnda tre utrymmen. Övriga, spridda kommentarer gällde möjlighet att sätta in öppen spis eller kamin, balkong mot väster eller utrymme för bastu.

3.3.4 Kommentarer

De sju hustyperna i Villa 80-projektet var vanliga på husmarknaden i slutet av 70-talet. Genomsnittresultaten pekar entydigt på att man genom förbättrad byggteknik kan minska energiförbrukningen i småhus utan att äventyra boendestandarden. Vi skulle kunna planera för en allmän ökning av denna standard utan att samtidigt öka energiförbrukningen.

Men om man närmare studerar hur vi utnyttjar våra moderna småhus, blev det kanske uppenbart att de kan vara otidsenliga och samtidigt onödigt stora.

I diskussionen om den framtida boendestandarden har hittills antal m² per boende krävt stor uppmärksamhet. I planeringen av framtidens energisnåla bostäder bör diskussionen i stället koncentreras på bästa - mest funktionella utnyttjande av ett begränsat antal kvadratmeter. Utgångspunkten finns i den moderna, dubbelarbetande familjens behov av lättarbetade och lättstādade arbetsplatser, rymliga och välinredda förvaringsutrymmen och arbetsbesparande entréer (alla som snubblat över en hög ytterskor förstår vad vi menar).

Dimensioneringen av utrymmen för sällskap och avkoppling bör grundas på aktuella studier av vad vi egentligen gör hemma på fritiden. Det är kanske ett litet ljudisolerat tv- och musikrum de flesta av oss vill ha, plus ett stort allrum i anslutning till köket, vårt av tradition mest använda utrymme. Viktigt är också att ta hänsyn till barns och ungdomars behov och önskemål. Som regel har barn för lite plats i sina rum för aktiv lek och i "finrummet" kan de ju inte vara. Se Gaunt 1977, 1979.

3.4 BOENDEVANORNA

3.4.1 Förbrukning av kall- och varmvatten

Inom Energiberedskapsutredningen arbetade Sandesten och Wahlgren med "Ransonering av tappvarmvatten - förutsättningar och möjligheter" /SOU 1975:61/. Med hjälp av då tillgänglig statistik (kallvattenförbrukning), mätningar (varmvattenförbrukning i flerfamiljshus) och beräkningar, visade de bl a på följande:

- Den totala vattenförbrukningen har haft en ojämn utveckling under efterkrigsåren men hushållens andel har varit relativt stabil. Största ökningen gjordes under 60-talets första år, medan man för 70-talet såg en mera måttlig ökning. I tätorterna har man en större förbrukning per hushåll, vilket sammanhänger med större förbrukning av vatten per person i flerfamiljshus.

- I genomsnitt förbrukar vi 170-220 l per person och dygn (lpd). Den lägre siffran avser småhusförbrukningen. Ökningen beräknas till någon lpd per år. Förbrukningen fördelar sig uppskattningsvis:

Bad och dusch	24 %
WC	19 %
Disk	24 %
Tvätt	14 %
Övrigt	<u>19 %</u>
Summa	100 %

Av detta utgöres drygt 30 %, eller 50-70 lpd, av varmvatten, vilket i sin tur fördelar sig enligt följande:

Bad och dusch	42 %
Disk	28 %
Tvätt (hand)	15 %
Övrigt	<u>15 %</u>
Summa	100 %

Den energimängd som behövs för att värma detta vatten, beräknades för småhusens del till drygt 1000 kWh per person och år - normalförbrukning i mitten av 70-talet.

Det är i huvudsak fyra faktorer som har inflytande på vatten- och varmvattenförbrukningen:

1. Hushållets storlek
2. Boende i småhus rep flerfamiljshus (individuell mätning i småhus)
3. Boendestandard och sanitär standard
4. Teknisk utrustningsstandard/hushållsmaskiner, typ av varmvattenuppvärmning

3.4.1.1 Totala vattenförbrukningen i projekthusen

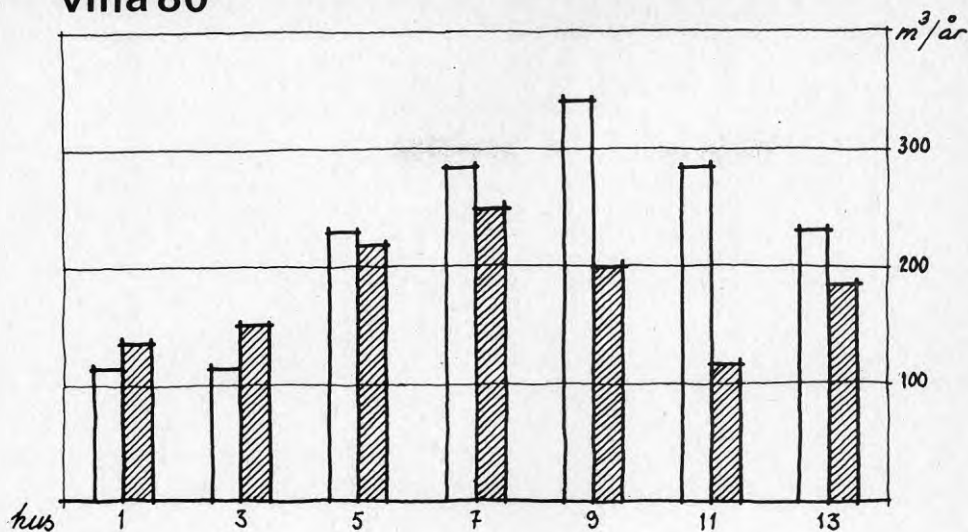
Då projekthusens vattenförbrukning ställs mot den beräknade normalförbrukningen enligt ovan nämnda siffror, finner man bl a att utredarnas täta påpekanden att förbrukningen varierar mycket mellan olika hushåll kan bekräftas även här.

Den totala vattenförbrukningen i projekthusen fördelade sig under perioden juni 1978 - juni 1979 som framgår av diagrammet i FIG 33. Första årets förbrukning är svår att jämföra eftersom vattenmätningen påbörjades vid olika tidpunkter.

Endast tre hushåll hade en vattenförbrukning som är i stort sett "normal", dvs 170 lpd. Tvåpersonshushållen använde mer, vilket i och för sig är rimligt med tanke på trädgårdsbevattning etc som bara fördelas på två, medan de övriga hushållen använde mindre. I några fall hade de hälften eller mindre än så, av normalförbrukning. Genomsnittsförbrukningen låg på 175 m³ per år och hushåll, enligt uppgifter från kommunens elverk.

En jämförelse med 35 småhus i ett annat bostadsområde i Umeå - Ersforsen - visar att projekthus-borna inte är särskilt sparsamma med vatten. Genomsnittet för de undersökta hushållen i Ersforsen under motsvarande period låg på 152 m³.

villa 80



villa 70

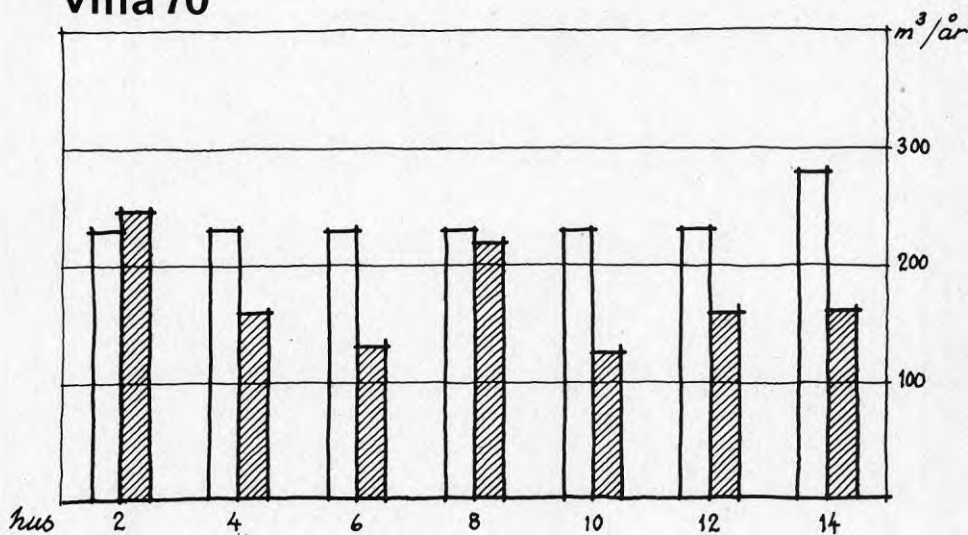


FIG 33 Vattenförbrukning i projekthusen, jämförd med den genomsnittliga vattenförbrukningen.

Ofylld stapel = Genomsnittlig förbrukning 1972
(170 l/person/dygn)

Fylld stapel = Uppmått förbrukning i projekthusen, juni 1978-juni 1979.

Jämförelser mellan projekthushållen visar som sagt på stora variationer. I materialet ingår t ex 8 fyrapersonershushåll, med förbrukningar mellan 125 m³ och 248 m³ per år. Detta förklaras till en del av åldern på hushållen: yngre barn gör av med mindre vatten. Olika behov av trädgårdsbevattning spelar roll: grönsaker och höga krav på gräsmattan kräver vatten. Periodvis kan vuxna med utomhusarbete och idrottstränande ungdomar dra extra mycket vatten för hygien och tvätt.

Fritidsintressen och -vistelse spelar roll: tillbringar man stor del av sommaren och många veckoslut i sitt fritidshus flyttas ju vattenförbrukningen dit. Det är dusch/bad samt tvätt som är de största posterna i vattenförbrukningen och några veckors bortovaro märks väl - även om man har smutsvätten med hem!

De skillnader som finns kvar sedan man tagit hänsyn till alla rationella förklaringar, blir det som får sammanfattas som hushållning med vattnet.

3.4.1.2 Varmvattenförbrukningen

I analysen av varmvattenförbrukningen är det boendevanorna i badrum och kök som är de intressanta. I TAB 35 ses förbrukningen schablonmässigt beräknad på intervjuuppgifterna om antal duschar och bad per vecka i hushållet, samt om antal diskar per vecka. Uppgifterna om energiförbrukning och vattenförbrukning har hämtats från hushållens energianvändning /KOV 1976:1/, Energiförskning /SOU 1974:76/ samt Energiberedskap för kris-tider /SOU 1975:61/.

Varje dusch har beräknats till 2 kWh resp 50 l, vilket gäller för "kort" dusch. Bad har omräknats till duschar: vuxenbad som 3, barnbad som 1-2, beroende på barnets ålder.

I fråga om maskindiskar har hänsyn tagits till uppgivet diskprogram: full disk med torkning 5 kWh/60 l, skondisk (kort program) 4 kWh/50 l samt skondisk med torkning 4,5 kWh/50 l. Samtliga siffror är avrundade och synnerligen ungefärliga. Beräkningarna är gjorda för att jämföra de muntliga uppgifterna med den uppmätta förbrukningen. Med hjälp av dem kan vi också åskådliggöra de olika delposternas andelar i detta material och göra en jämförelse med beräknade riksgenomsnitt. FIG 34.

Vi har bl a jämfört olika sparalternativ enligt Energiberedskapsutredningen, TAB 36, med den totala uppmätta (för hus 9 beräknade) varmvattenförbrukningen per hushåll under 1978-79, räknad i kWh. Denna jämförelse illustreras i stapeldiagrammen i FIG 35.

TAB 35 Boendevanorna med avseende på varmvattenförbrukning

Hushåll	Antal per vecka		Energiförbrukning, kWh/år ¹⁾			Totalförbrukning 1978-79, kWh
	Dusch/bad	Disk	Dusch/bad	Disk	Övrigt ²⁾	
1	12	4	1150	620	500	5534
2	30	7	2880	1010	1000	5815
3	12	7	1150	1080	500	2936
4	16	7	1540	1010	1000	4302
5	11	6	1060	810	1000	2928
6	12	3	1150	440	1000	2217
7	34	10	3270	1440	1250	3081
8	27	7	2590	1010	1000	3964
9	30	4	2880	580	1500	1739
10	14	5	1230 ³⁾	530	1000	2420
11	9	7	870	1010	1250	2341
12	20	5	1920	720	1000	3828
13	28	7	2690	1080	1000	5015
14	18	7	1730	1340	1250	3700

1) Årsförbrukningen räknad på 48 veckor

2) Handtvätt, hygien och köksarbete etc, räknat på 250 kWh/person/år

3) Beräknat på 44 veckor, vistas mycket i fritidshuset

TAB 36 Varmvattenförbrukning - två sparalternativ

Källa: SOU 1975:61, tabell 3:4, s 195

Sparande	Småhus, kWh/år			
	Antal boende per lägenhet			
	2	4	6	8
Den gräns där komforten allvarligt börjar påverkas	1400	2200	3000	3800
Största tänkbara frivilliga sparande	1300	1900	2500	3200

Hygienvanorna spelar störst roll för varmvattenförbrukningen. Deras andel av totalförbrukningen uppskattas till i genomsnitt 42 %. I denna undersökning har deras andel beräknats till c:a 50 %, (Här ingår inte husen med värmepump) och då är det ändå lågt beräknat för vissa hushåll.

Bakom denna genomsnittssiffra finns då några hushåll som förbrukar 200-300 kWh och andra som förbrukat 700-800 kWh, allt per person och år.

Under mätperioden 1978-79 hade samtliga hushåll diskmaskin. Föregående period handdiskade hushållen 8 och 11, men vattenförbrukningen för disk synes i stort sett oförändrad.

Hur ofta man kör diskmaskinen beror naturligtvis i första hand på hur många kuvert som smutsas ner på en dag, eller hur många personer som äter i hushållet. Men även i detta avseende finns undantag: ett 6-personers hushåll klarade sig med 4-5 maskiner i veckan - väl stuvade! - medan ett tvåpersonershushåll körde 7 maskiner per vecka. Genomsnittshushållet körde 6 maskiner per vecka. De som behövde fler, tålde t ex inte att ha händerna i tvätt- eller diskvatten, hade ofta matgäster eller tyckte helt enkelt att det var skönt att slippa handdiska. I så gott som alla hushåll handdiskades större kärl, pannor och plastartiklar.

Varmvatten för handtvätt, hygien, handdisk, matlagning m m utgör den resterande förbrukningen. Handtvätt förekom i mycket liten utsträckning i flertalet hushåll och i ett par inte alls, varför normen 15 % här synes mycket för hög. Köksarbete med bakning och måltider förekom i olika omfattning, beroende av förvärvsarbete och intresse, arbetet med städning likaså. Tar man hushåll för hushåll kan deras speciella vanor i dessa avseenden förklara något av variationerna, men detta ger tämligen litet utslag i förbrukningssiffrorna och är därför av underordnat intresse i sparsammanhang. Om c:a 250 kWh per person och år räknas som "övrigt" - handdisk, hygien m m - för att komplettera duschande och maskindiskande, torde den schablonsiffran vara rimlig för flertalet hushåll.

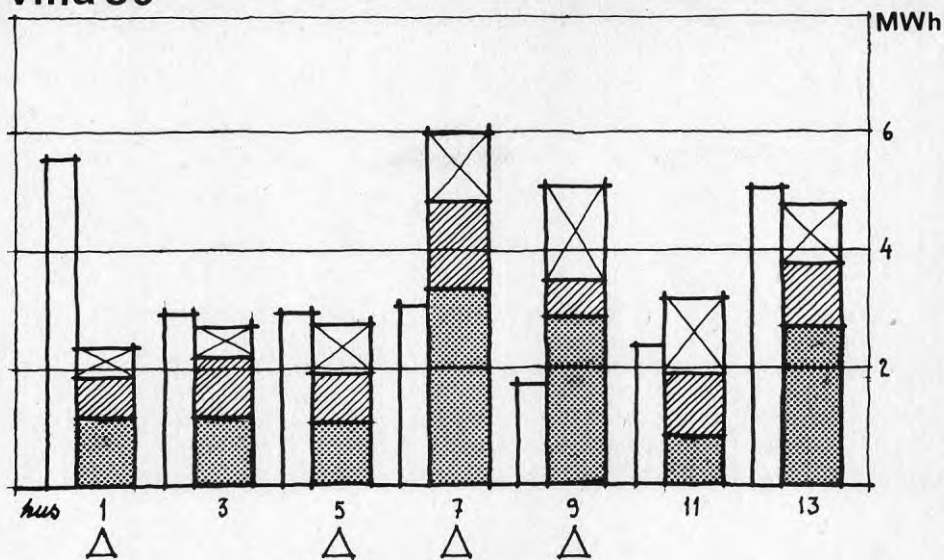
Varmvattenförbrukningen upptog under båda mätperioderna i genomsnitt 17 % av den totala energiförbrukningen. En minskning med c:a 2 % under andra perioden konstateras för 70-husen, medan 80-husen har en ungefär lika stor förbrukning båda perioderna. Det är svårt att göra jämförelser med de riksgenomsnitt som anges i prognoser och beräkningar, där andelen varmvatten utgör 20-30 %. Den andelen, beräknad på normal totalförbrukning i Norrland, skulle ge varmvattenförbrukningar på 8000 kWh eller mer.

För 80-husen i projektet var den genomsnittliga energiförbrukningen under hela tiden 19.625 kWh/år och för 70-husen 22.985 kWh/år. Andelen 17 % ger förbrukningssiffror på i genomsnitt 3.433 resp 3.828 kWh per år, en jämförelsevis låg förbrukning i moderna småhus med 4-personershushåll.

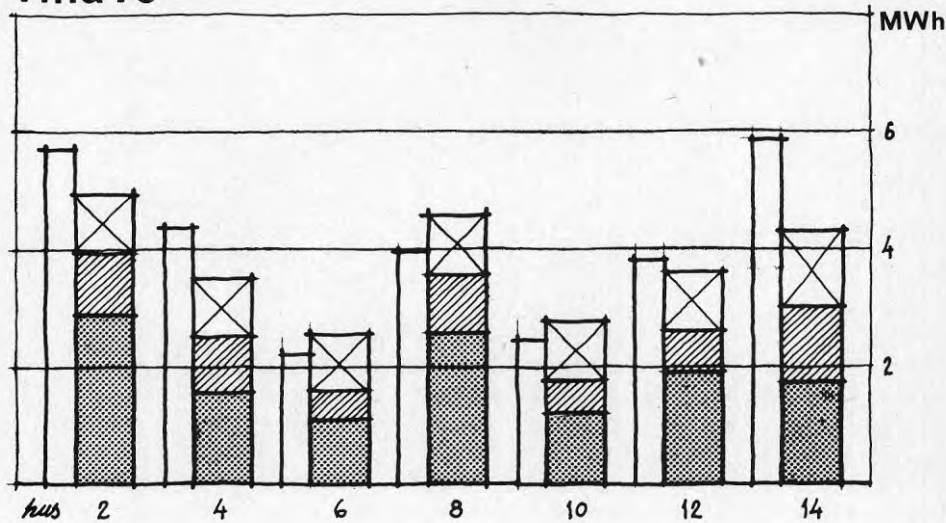
- Med en kallvattenförbrukning under genomsnittet (175 m^3) följer i de flesta hushåll en varmvattenförbrukning omkring eller under beräknad normalförbrukning 4000 kWh/år. Bortsett från hushållen med värmepump, är det bara hushållen 2, 13 och i viss mån 4 som överstiger denna förbrukning, något som kan tillskrivas mycket badande och duschande.

Intressant i sammanhanget är den låga förbrukning som hushållen 6, 9, 10 och 11 visar upp. Hus 9 har visserligen värmepump men hade sannolikt även utan denna pump placerat sig en bra bit under normalförbrukning, det visar deras totala vattenförbrukning. Om vi trots allt bortser från detta osäkra hushåll, återstår ändå 3 som har förbrukning omkring "största tänkbara frivilliga rationering", enligt egen uppgift utan att äventyra komforten.

villa 80



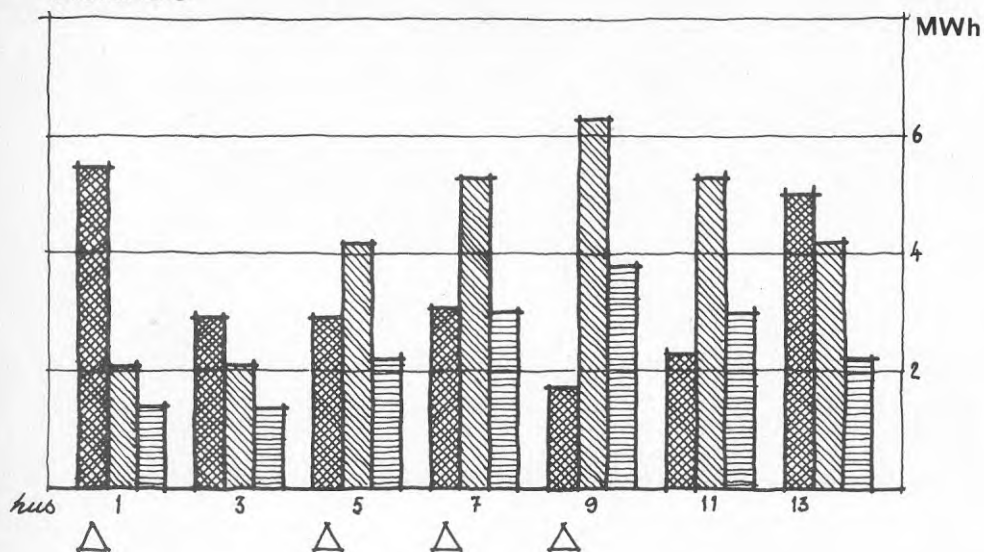
villa 70



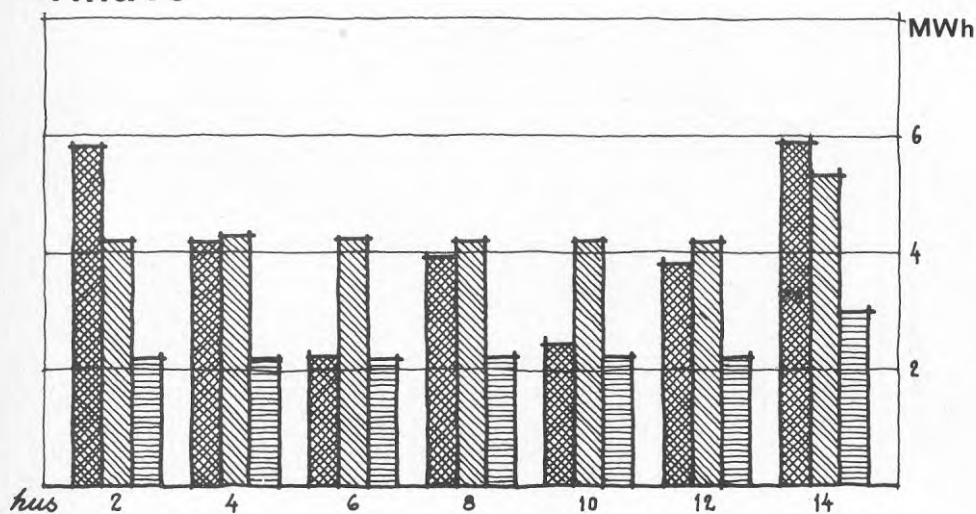
- • uppmätt förbrukning
- • beräknad förbrukning
- • dusch och bad
- ▨ • disk
- ⊠ • övrigt
- △ • hus med värmepump

FIG 34 Uppmätt respektive beräknad varmvattenförbrukning (MWh)

villa 80



villa 70



- uppmätt förbrukning
- beräknad normalförbrukning, 1000 kWh/pers/år
- beräknad sparsnivå 500-550 kWh/pers/år
- △ • hus med värmepump

FIG 35 Uppmätt, normal respektive beräknad sparsnivå för varmvattenförbrukning (MWh)

Genom "snålduschar" (man stänger av vattnet medan man tvålar in sig), bad tillsammans med småbarnen och utnyttjande av bidé för intimhygien, lyckas man hålla nere sin varmvattenförbrukning. Visserligen måste i sanningens namn läggas till duschar på jobbet, i simhallen eller i idrottsanläggningen, men av uppgifterna att döma var detta lika vanligt i de andra hushållen.

3.4.1.3 Kommentarer

Varmvattenförbrukningens variationer står inte kallvattenförbrukningens efter. Det är svårt att finna något mönster för fördelningen i detta lilla material, men följande kan påpekas:

Vid sammanläggningen av uppgiven förbrukning når man ibland inte upp till den uppmätta förbrukningen, i några fall överskrider denna i stället. Vi beräknade duscharna till 2 kWh, vilket är jämförelsevis låga siffror. För hushåll med små barn eller enbart vuxna kan de vara riktiga, men tonåringar kan enligt uppgift göra av med mycket vatten på kropps- och hårvård. I de fall då uppgiven förbrukning överskrider resp understiger uppmätt förbrukning, bör alltså justeringen ligga på duschande och hårtvättande.

Något kan också förklaras av omfattningen av hushållsarbete. Hushåll 6, 8 och 10 anser sig t ex inte laga mat i någon större omfattning, hushåll 1 och 2 handtvättar en del och i hushåll 7 har dagbarn medfört extra matlagning, disk och avtvättning.

I hushållen 7 och 9 finns förklaringen i värmepumparna. För hus 7 är den uppmätta kallvattenförbrukningen så stor att den uppskattade varmvattenförbrukningen synes rimlig, vilket innebär att återvinningen av värme ur rumsluften fungerat bra och sparar i storleksordningen 1500-2000 kWh. Detta kan också sägas om hus 9 som har en jordvärmepump. Där har den beräknade förbrukningen stannat vid ungefär 1/3 av "normalförbrukning" och knappt hälften av den uppgivna förbrukningen. Jämförelser med kallvattenförbrukningen tyder på att beräkningen varit något låg, men marginalen till "största möjliga sparnivå" är ändå bebyggande. Hus 5 har visserligen samma värmepumpsystem som hus 7, men dessutom en värmeväxlare på frånluften, vilket har försämrat förutsättningarna för värmepumpen. Även hus 1 har värmepump för vattenvärmning (luftvärmepump). Av våra uppgifter att döma har den dock ej någon effekt alls, vare sig sommar eller vinter.

3.4.2 Hushållselförbrukningen

I takt med moderniseringen och mekaniseringen av hushållsarbetet har förbrukningen av det vi kallar hushållsel stigit kraftigt och man räknar med en fortsatt ökning av hushållselförbrukningen med 3-4 % årligen fram till år 2000. Det är i varje fall Energiprognosutredningens /SOU 1974:64/ antagande och det grundas på förväntningen att varje hushåll vid den tiden förfogar över kyl/sval, frys, modern spis, tvättmaskin och dammsugare.

Diskmaskinerna förväntas inte få samma utbredning, men i 6 av 10 hushåll kan de finnas. Dessutom kan hit räknas fler bastuanläggningar och motor/kupévärmare. Sammantaget skulle denna standardökning på maskinsidan medföra en fördubbling av förbrukningen av hushållsel jämfört med dagens, eller mellan 7000-9000 kWh/år mot 4000-5000 kWh/år i dag.

Dessa utsikter har bl a medfört en satsning på produktutveckling mot energisnålare maskiner. Hittills har kyl/sval/frysenheterna fått riktlinjer om energideklaration, vilket är den i Sverige framkomliga vägen till energisnål inriktning av produktionen. Konsumenten skall kunna jämföra energiförbrukning i olika maskiner och "energisnål" blir det försäljningsargument. Riktlinjearbetet sker i samarbete med Konsumentverket, möjligen efter mönster från USA. Där har man i varje fall, vid sidan av bestämmer om högsta tillåtna energiförbrukning i vanliga hushållsmaskiner, också arbetat med liknande riktlinjer för information inom National Bureau of Standards /Montgomery 1977/. Det är tänkbart och troligt att vi i framtiden får större kylar, frysar, spisar m m, men samtidigt blir de mindre energikrävande, varför EPU:s framtidsbild måste betraktas med viss skepsis. Det är fö inte den energikrävande utrustningen som förväntas dominera den tekniska köksrevolutionen på 80- och 90-talen, utan dator-tekniken.

3.4.2.1 Utrustningsstandarden i projekthusen

Projekthusen har hög maskinstandard enligt dagens mått, och den genomsnittssiffra på 5000 kWh/år man arbetat med i energibalanserna skulle alltså vara realistisk. Följande utrustning fanns i alla hus:

Kyl/sval, golvmmodell, 300-350 l
 Fry, ca 300 l (I hus 11-12 endast kyl/frys)
 Elspis
 Diskmaskin
 Tvättmaskin, helautomatisk, c:a 3 kg
 Torkskåp eller torktumlare (det senare i hus 3, 4, 10)
 Färg-tv

Dessutom hade hus 3-4 inkopplad bastu. Extra frys användes i hus 3, 4, 6, 9 och 13. Övrig utrustning har inte noterats eftersom den har marginell betydelse för energiförbrukningen.

Belysningsarmatur förekom i ungefär samma omfattning i flertalet hus; mellan 25-30 stycken. I två hus hade man över 35 armaturer, men det rörde sig då om en hel del prydnadslampor och bokhyllarmatur med svag effekt.

Sommaren 1977 då man valde sin utrustning, hade energisnåla produkter ännu inte börjat dyka upp. Flertalet hushåll hade valt det märkespaket som erbjöds via husfirman eller andra firmor. De hushåll som valt olika märken på sina olika maskiner, hade gjort det utifrån rekommendationer och bra testresultat.

3.4.2.2 Förbrukningen av hushållsel i projekthusen

På motsvarande sätt som för varmvattenförbrukningen har hushållselförbrukningen schablonmässigt beräknats efter förbrukarnas muntliga uppgifter om boendevanorna. För vissa av delposterna - elspis, belysning och mindre hushållsapparater - har använts de värden som anges i Energiforskning /SOU 1974:76, s 91/.

Tvätt, torkning av tvätt, disk och djupfrysning (samt i vissa fall motorvärmare) är de delposter som kartlagts. För dessa har årsförbrukningen beräknats med genomsnittssiffror för energiförbrukning per kg tvätt, per dygn eller per timme, beroende på hur vanorna angivits. Beräkningarna framgår av TAB 37 samt FIG 36.

TAB 37 Boendevanor med avseende på förbrukning av hushållsel

Hushåll	Antal per vecka		Energiförbrukning, kWh/år ¹⁾				Totalförbrukning 1978-79, kWh
	Tvätt	Disk	Tvätt	Disk	Tork/tvätt ²⁾	Övrigt ⁶⁾	
1	4	4	600	340			4245
2	4	7	600	340			4705
3	3	7	450	600	350 ³⁾	700	4902(5602) ⁴⁾
4	4	7	600	530	600	700	5730(6430)
5	8	6	1250	400	1500 ³⁾	200	6997
6	4	3	600	150		700	6339(5539) ⁵⁾
7	7	10	1050	720	200		5687
8	5	7	750	340			4461
9	5	4	750	290		700	4804(5504)
10	5	5	750	350	120	1500	6612(5112) ⁵⁾
11	4	7	600	670			3951
12	4	5	600	240	150		4065
13	6	7	900	605	200	700	7356
14	8	7	1200	260			5843

1) Beräknat på 50 veckor

2) Endast i hushåll som uppgivit mer än "enstaka" användning

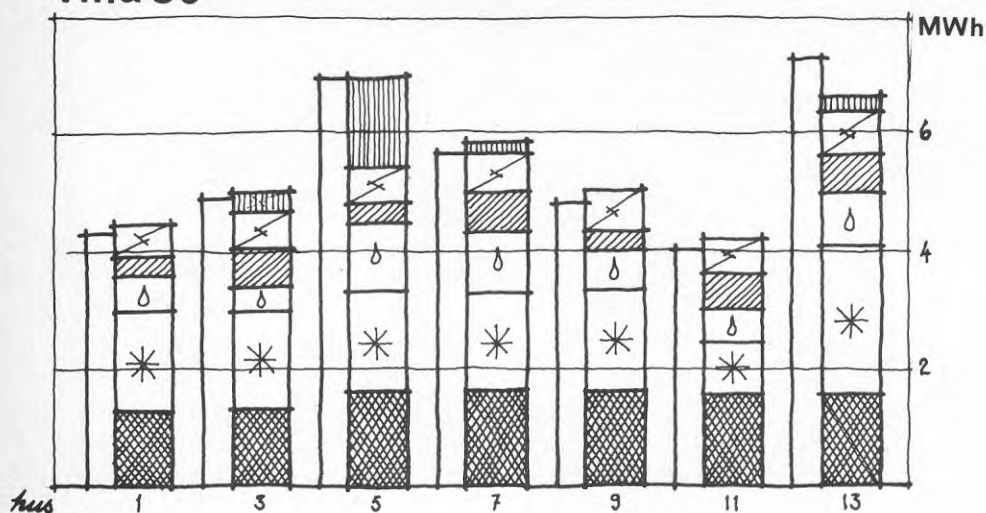
3) Beräknat på 40 veckor

4) Siffror inom parentes räknade med extra frys

5) " " " " " " " " men ej motor/garagevärmare

6) Övrigt avser extra frys, vars förbrukning gått in i annan mätare, samt biluppvärmning av större omfattning som mätts över hushållsel.

villa 80



villa 70

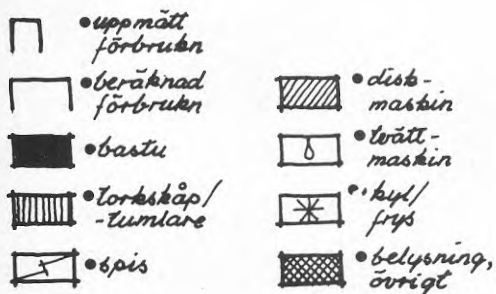
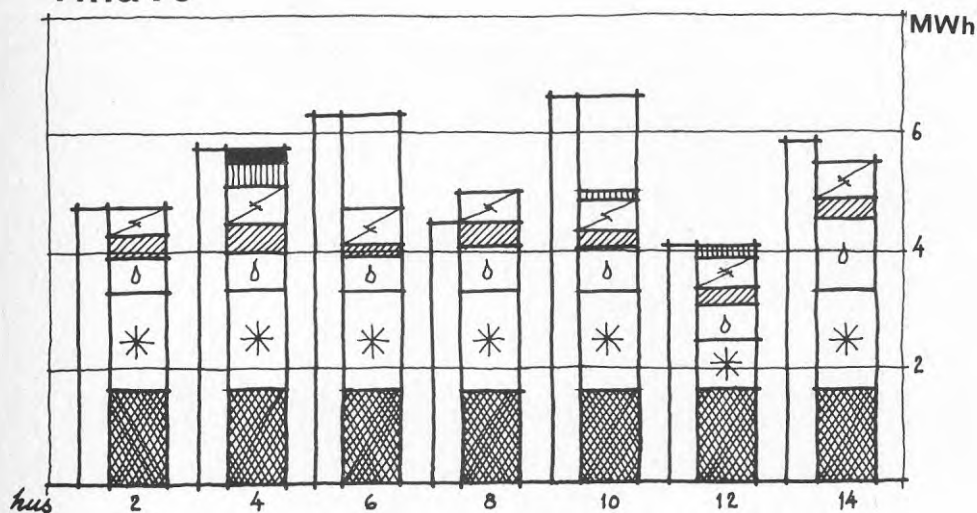


FIG 36

Uppmätt respektive beräknad förbrukning av hushållsel.

Uppgifterna om hur mycket energi den kylta matförvaringen drar, växlar mellan olika källor och är givetvis svår att exakt ange utan separat mätning. Vi har räknat med en total förbrukning på 5 kWh per dygn under 350 dygn per år (- man stänger ofta av kylen när man reser på semester).

Förbrukningen av hushållsel för belysning är inte föraktlig. Genomsnittshushållet gör enligt EPU/SOU 1974:64/ av med c:a 400 kWh/år. För ett småhus med 4 personers hushåll beräknades då den framtida förbrukningen ligga på c:a 250-300 kWh/person och år. Med hänsyn tagen till antalet armaturer i projekthusen (25-30), torde en förbrukning på 1000-1100 kWh per år vara rimlig. Till detta har vi lagt förbrukningen av energi för tv, musikanläggningar, mindre hushållsapparater, strykjärn, fläkt och dammsugare, beräknad på de schablonsiffror för årsförbrukning som anges i Energiforskning /SOU 1974:76/ samt rundat av till 1600 kWh/år för varnhushållen, 1300 kWh/år för tvåpersonshushållen.

Tvättmaskinen anses vara en av energislukarna i hushållet och det mesta av energin går förlorad i avloppet. I detta material svarar tvätten för c:a 1/7 av hushållselförbrukningen i genomsnitt, men varierar mycket mellan hushållen. Mellan 4 och 8 maskiner i veckan, vardera motsvarande c:a 3 kg tvätt, ger årstvättar för 4-personersfamiljerna på mellan 600 och 1200 kg. Av detta är lika mycket tvättat på "fintvätt", (40-50°) som kulört- och vittvätt tillsammans (60° resp 85-90°). Enstaka plagg och viss ylletvätt handtvättas. Antalet maskiner per vecka var i stort sett oförändrat mellan mätperioderna. Något färre maskiner gick på vittvätt under andra perioden. Energiförbrukningen har beräknats till 1 kWh per kg tvätt.

Torkning av tvätt skedde i huvudsak i torkskåp utan värme eller, i några hushåll, med värme i "krislägen" när man hade bråttom eller ovanligt mycket tvätt. I fyra av hushållen hade man sällan eller aldrig värmen påkopplad i skåpet. Genom att ha dörren öppen och öppet till bostaden, fick man tvätten torr över natten, vilket i regel var tillräckligt snabbt torkat. I de hushåll där man tvättade mer än en maskin per dag, utnyttjades torkskåpet med värme (hus 5) eller det närbelägna och uppvärmda förrådet (hus 13, 14). Torktumlarna användes mer än skåpen, men det varierade även där, från "alltid" till "alltid utom sommaren" eller "någon gång" (i hus 10 som hade utrymme i källaren för tvätttorkning). I hus 3 och 4 hade man försökt torka i bastun, men ansåg att ventilationen var för dålig. För torkning av tvätt har beräknats 1,5 kWh per kg i torkskåp och 1 kWh per kg i tumlare.

Diskmaskiner fanns i samtliga hushåll. Flertalet kördes på skondisk eller kort program och frånkopplat torkprogram. Man ansåg att torkningen gick snabbare om man öppnade luckan direkt efter sista sköljningen (som är uppvärmd till omkr 60°). I uppskattningen av projekthusens förbrukning av energi för maskindisk, har vi räknat med 1 kWh per disk för extra uppvärmning av vatten i maskinen, 0,5 kWh för torkprogrammet och 3 kWh för varmvatten.

Energiförbrukningen för matlagning och bakning har inte kartlagts närmare än notering av antal lagade måltider i hushållet. Antal måltider, antal personer i hushållet samt uppgifter om

bakning och omfattning av matberedningen ligger till grund för följande grovindeling och uppskattade förbrukningssiffror:

- 2 måltider per dag, lite bakning och matlagning, 2-3 personer - 500 kWh/år
- 2 måltider per dag, bakar det mesta hemma - 600 kWh/år
- 3 måltider per dag, bakar det mesta hemma, lagar mycket mat - 700 kWh/år

Av hushållen var det bara två som hade bastu inkopplad och av dessa använde endast det ena sin bastu regelbundet, varje vecka utom på sommaren.

Två hushåll (6 och 10) hade under den kallaste perioden motor- och kupéuppvärmning av bilen på hushållselförbrukningen. Denna uppvärmning uppskattas till mellan 1500 och 2000 kWh under andra mätperioden och bör egentligen räknas till garagets energiförbrukning.

Antagandet om en hushållselförbrukning på 5000 kWh/år och hushåll visade sig vara i underkant för hälften av hushållen och i överkant för resten av dem. Om man tar hänsyn till följande faktorer: hushållets storlek, extra frysar vars förbrukning mätts över garaget samt uppvärmning av garage och bil över hushållsmätaren, blir bilden av förbrukningen något annorlunda. I FIG 37 visas en beräkning per person av hushållselförbrukningen enbart, som delar projekthushållen i "högförbrukare" resp "lågförbrukare". De senares förbrukning är ungefär hälften av de förras, och skillnaden ligger på c:a 850 kWh per person och år.

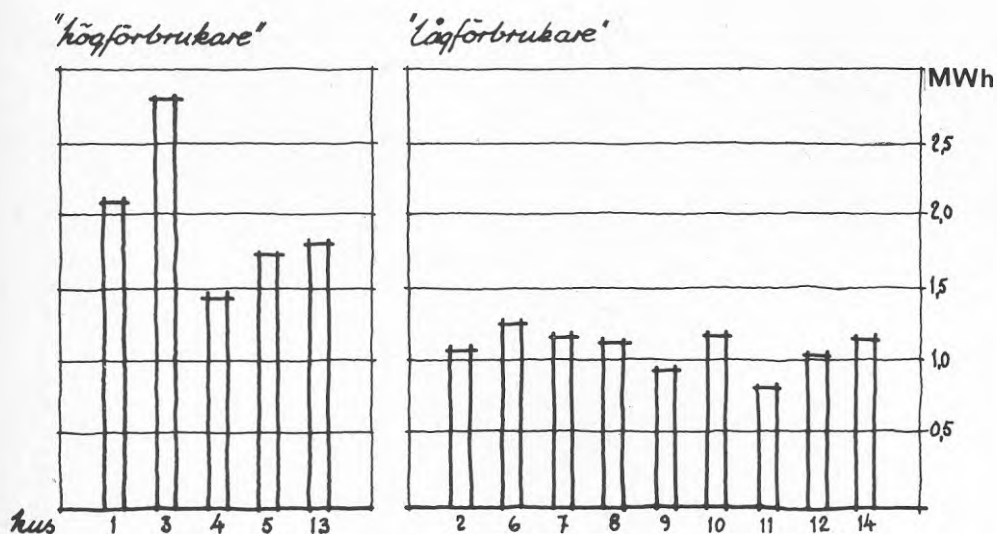


FIG 37 Uppmått förbrukning av hushållsel, beräknad per person.

3.4.2.3 Kommentarer

Den tyngsta delposten i samtliga hushåll var kyl/sval/frysning som tog i genomsnitt en tredjedel av hushållselförbrukningen. Eftersom detta är en förbrukning som är i stort sett densamma oavsett antal personer i hushållet, blir dess andel större ju mindre hushållet är.

I energibalanserna för husen har hänsyn tagits till det kontinuerliga värmetillskottet från dessa enheter. Man har räknat med att ca 80 % kommer huset tillgodo i form av värme. I ett eluppvärt hus med effektiv reglerteknik blir alltså den totala kostnaden för kyld matförvaring inte så stor som förbrukningsandelen visar på.

Samma sak gäller för belysning, tv, brödrostar, kaffebyggare och alla andra elektriska apparater som dock endast ger ett tillskott vid förbrukningstopparna kring frukost, middag och kväll. Värmetskottet från belysningen är också störst när behovet är som störst: under vintern.

Belysning, tv och alla mindre hushållsapparater har sammantaget ungefär lika stor andel av förbrukningen som kyl/frys och sval. Det är en förbrukning som är i viss mån beroende av husets storlek och hushållets storlek, men det är också en av de poster som brukarnas vanor påverkar. I en undersökning i USA /Smith 1977/ bytte man ut vissa äldre armaturer mot energisnålare men effektivare lysrör, använde svagare glödlampor i allmänbelysning, satte tidsstyrning eller fotocellstyrning på en del armaturer samt släckte konsekvent i rum som inte användes. Genom dessa åtgärder sparades mellan 25 och 75 % belysningsenergi utan att ljuskomforten blev sämre.

Modern heminredningsteknik arbetar med en ljussättning fjärran från den ensamma glödlampan i takets mitt. Vi "möblerar med ljus"; har belysning på blommor, böcker, tavlor, indirekt belysning från ramper och punktbelysning från dekorationsarmaturer av skilda slag. Den under 70-talet rådande heminredningsstilen har varit mörk och ljusabsorberande, med mörka tapeter, brunbetsat trä i möbler, fönster och dörrar. Genom att slutligen täcka fönstren med gardiner och krukväxter, har man även stängt dagsljuset ute. Av allt att döma kommer 80-talets inredningsmode att bli ljust, blont och färgglatt. Får vi sedan en utveckling mot energieffektivare armaturer, blir det energibesparing av bara farten på belysningsområdet!

Energiförbrukningen för kaffebyggare, brödrostar och andra värmealstrande hushållsapparater är mindre än den skulle varit för motsvarande utnyttjande av elspisen och ger som nämnts också ett värmetskott. Övriga hushållsmaskiner - elvispar, köksmaskiner, slipmaskiner, elektriska knivar m m - har en mycket blygsam förbrukning av hushållsel.

Tvättning i helautomatisk tvättmaskin är troligen det mest revolutionerande som inträffat inom hushållets arbetsområde och det är en av de maskiner vi inte kan undvara. Vi har vant oss vid att maskinen sköter det blöta och tidsödande arbetet och det torde vara lika ovanligt i andra moderna småhus som i projekthusen att man tvättar för hand.

Antalet maskiner per vecka, 3-8, visar att man antingen har en osedvanligt stor mängd tvätt i en del av dessa hus, eller att maskinerna inte varit helt fyllda. Det senare är troligast och stämmer i så fall med erfarenheter från en SCB-undersökning från 1975 som visade att maskiner fylldes endast till c:a 80 % vid vittvätt och c:a 40 % vid fintvätt /KOV 1976:1/.

Om man räknar med normalförbrukningen 150 kg tvätt/person/år, visar det sig att man inom Villa 80 tvättar i det närmaste 2500 kg, eller fyra hushålls normala årsförbrukning "för mycket" per år. En del av detta hade kanske annars tvättats som handtvätt men ändå återstår mycket som får räknas som dåligt utnyttjande av varmvatten. Produktutvecklingen på detta område syftar dock till att man skall kunna välja program för större och mindre tvättmängder och därmed kunna spara uppvärmningsenergi i många maskiner årligen.

Bekvämmaste sättet att torka tvätten är att köra den i torktumlare och dessa kommer troligen att så småningom konkurrera ut torkskåpen. En tumlare drar dessutom mindre energi per kg tvätt än ett skåp samt reducerar slätgöringsarbetet betydligt. Kan man sedan bereda plats för strecktorkning av sådan tvätt som inte lämpar sig för tumling (lakan, linne och strykbomull) minskas energiförbrukningen ytterligare.

Tvättorkningens andel av elförbrukningen är jämförbar med tvättens om man utnyttjar tumlare eller endast låter torkskåpet gå någon timme och sedan lufttorkar resterande tid. Förlusten av energi blir dock total om man ansluter tumlaren/skåpet till frånluften och inte har återvinning av värmen. Eftersom flertalet torkskåp sällan eller aldrig användes är det svårt att utvärdera besparingseffekterna. I hus 5, där man torkade praktiskt taget all tvätt under eldningssäsongen i torkskåpet, torde dock en avsevärd mängd energi komma in till huset genom återvinning.

En enklare och billigare metod att ta till vara såväl värme som fukt, är att låta torkluften cirkulera i bostaden.

Diskmaskinerna var i samtliga hus varmvattenanslutna. Det fanns ingenstans möjlighet att trefasansluta en kallvattenmaskin. Dessa senare sparar c:a 50 % av energin för vattenuppvärmning genom att endast diskvatten samt sista sköljvattnet uppvärms mot samtliga sköljvatten i varmvattenanslutna maskiner. Ingen hade diskuterat möjligheten vid köpet, men något hushåll hade i efterhand funderat över den. Enligt uppgift från kommunens branschbutiker är kallvattenmaskiner endast någon procent av alla som säljs.

Förslaget att nybyggda hus förses med möjlighet att trefasansluta diskmaskiner samt att maskiner försågs med anordningar för sådan anslutning väcktes av Konsumentverket 1976 /KOV 1976:1/.

Matlagning kan dra mycket energi om man använder ugnen tanklöst. I tidigare nämnda amerikanska test /Smith 1977/ jämfördes dels olika typer av ugnar - traditionell och mikrovågs - dels olika matlagningsmetoder vid beredning av samma måltid. Resultaten visade att mikrovågsgugnen genom sin snabbhet var klart mest energibesparande, ett rationellt utnyttjande av ugnen kom därefter och det traditionella tillrednings sättet där hela

spisen utnyttjades, var mest energikrävande. I förbruknings-siffror uttryckt: 1,23 kWh, 2,5 kWh resp 5,16 kWh. Ett rationellt utnyttjande av elspisen kan alltså spara energi i storleksordningen 50 %. Eftersom mycket av spisvärmen försvinner i frånluftssystemet blir det en klar besparing.

Det var inte bara belysning och matlagning som studerades i den här relaterade amerikanska undersökningen, utan man redovisade fallstudier i olika hushåll där man bl a genom följande åtgärder lyckats spara c:a 3000 kWh per år:

- medvetet och rationellt utnyttjande av hushållets maskiner
- inköp av mikrovågsugn samt övergång till sådan beredning av mat
- urkoppling av torkprogrammet i diskmaskinen
- reducerat watt-talet i belysningen, bytt vissa armaturer, tidsstyrning
- ej utnyttjat extra elkaminer (Husen i övrigt gasuppvärmda)

Svensken är redan i utgångsläget betydligt sparsammare än amerikanen, men beräkningar på Villa 80-materialet visar att man i ett småhus med hög standard med lätthet kan begränsa elförbrukningen för hushållet till c:a 1000 kWh per person och år, utan att vare sig komfort eller hygien eftersättes. En kombination av energisnålare hushållsmaskiner och ett medvetet utnyttjande av dem tillåter oss med stor sannolikhet fortsatt hög standard och bekvämt hushållsarbete.

3.4.3 Inomhusklimatet - erfarenheter och kommentarer

Vad vi menar med "komfort" är ett så långt som möjligt störningsfritt förhållande mellan värme, fukt, luftflöde, ljus och ljud. Dessa fem faktorer har var för sig och tillsammans utforskats och vi har medicinskt grundade gränsvärden, optimala värden etc för dem alla. Vi känner också till en del om hur de påverkar varandra, t ex att hög inomhustemperatur och/eller stört luftflöde orsakar torr luft inne under vintern. Det är dock helt klart hur alla faktorer samverkar och hur de sammantagna påverkar oss. Löfstedt /1974/ gör följande konklusion av våra krav på inomhusklimatet:

"Man lever ju inte enbart i en temperaturmiljö, i en belysningsmiljö eller en ljudmiljö och de resultat man får när man undersöker varje faktor för sig, kan helt och hållet kullkastas när faktorerna samspelar. Vill vi åstadkomma bästa möjliga miljö till priset av minsta möjliga energiåtgång, är det otvivelaktigt viktigt att mycket mera arbete läggs ned på studier av hur människan fungerar i den komplexa miljön och att vi klarlägger komplicerade flerfaktorssamband" (s 15).

Vill man ta reda på hur människan upplever sin miljö, sitt inomhusklimat kan man studera henne som biologisk organism och på experimentell väg fastställa objektiva gränsvärden för den behagliga, den tolerabla eller den uthärdliga nivån. Ett annat sätt, är

att ta reda på hennes subjektiva upplevelse. Man finner då att det subjektiva tyckandet är ett trubbigt instrument, samt att människan är anpassningsbar inom vida ramar. I den subjektiva upplevelsen ingår dock en avgörande faktor, den psykologiska: våra personliga värderingar, normer, erfarenheter - kort sagt allt det som tillsammans med våra biologiska reaktioner styr beteendet. Trots att det alltså är faktorer som är svåra att komma åt, måste de vägas in i bilden.

Inte minst i energisparsammanhang blir den subjektiva upplevelsen betydelsefull eftersom den direkt avgör vårt hanterande av termostater och andra reglage. I en av undersökningarna inom Twin Riverprojektet vid Princeton, USA /Seligman-Darley-Becker, 1977/ påvisades t ex hög signifikans för sambandet mellan personlig komfort/hälsa och energikonsumtion, med avseende på variationer som inte kunde tillskrivas hus eller teknisk utrustning.

"Komfort" förknippas vi med behaglighet, bekvämlighet och trivsel i största allmänhet. Problemet är att vi har så olika åsikt om vad som är komfortabelt. Det som för A är för varmt, kvalmigt och obehagligt, är för B enbart behagligt. När C sitter och huttrar i luftdraget, tycker D att det är ovanligt friskt och skönt. På liknande sätt kan vi konstatera skillnader hela klimatområdet igenom och kommer ingen vart. För att försöka reda ut begreppen kan det ändå vara berättigat att ta en faktor i taget.

3.4.3.1 Inomhustemperaturen

Vi har här olika temperaturer att ta hänsyn till: yttemperaturerna och lufttemperaturerna. Den upplevda, eller operativa, temperaturen kan sägas vara medelvärdet av dessa.

I det äldre husbeståndet var rummens ytor ofta kalla och rums-luften fick då hålla en temperatur som gav en dräglig upplevd temperatur. "Dräglig" innebar på 50-talet 18° på dagen och 16° på natten (hygieniska gränsvärden).

Hus som byggts efter senaste normer har välisolerade rumsytor och minst treglasfönster. Yttemperaturerna kan i princip vara desamma som lufttemperaturen och denna senare behöver alltså inte kompensera de förra. Lindskoug och Wolgast /1977/ konstaterar:

"Det är således alldeles klart att lufttemperaturen i lågenergihus bör sättas lägre än i konventionella hus. En av författarnas egna erfarenheter vid flyttning från ett normalhus till ett mycket välisolerat hus, tyder på att rumstemperaturen kan sänkas 1-2°". (s 118)

Denna slutsats drar de efter beräkningar som kan sammanfattas i korthet:

- Rumsytor i lågenergihus har en högre temperatur än de i normalhus.
- Luftrörelser genom drag eller kallras kan praktiskt taget elimineras vid 3- eller 4-glasfönster
- Den upplevda temperaturen blir jämnare fördelad i bostaden

Uppvärmningen av rumsluften sker med bidrag från flera olika energikällor. Kyl/frysenheterna ger ett kontinuerligt tillskott. Spis, diskmaskin, tvättmaskin, belysning, tv, människor, samt - icke minst - solinstrålningen ger ett mera sporadiskt men dock märkbart tillskott. (Se värmebalansberäkningarna under 2.5.3.1)

Regleringen av lufttemperaturen är den boendes uppgift, i synnerhet i ett småhus. Inställningen av termostater beror på värderingen av värmekomfort. Tillskotten av energi från olika hushållsmaskiner sammanhänger med utnyttjandet av dem. Solen kan avskärmas eller släppas in.

Inomhustemperaturen i projekthusen

(Kommentarerna bygger på de mätningar som redovisas under 2.4.2.1).

De 14 projekthusen gav alla skiftande förutsättningar för inomhusklimatet och det är därför svårt att dra slutsatser om brukarbeteende contra energiförbrukning i samband med uppvärmning. Ett hade husen dock gemensamt: de höll minimikraven för energihushållning enligt Svensk Byggnorm 1975.

Även om det alltså inte går att utan vidare generalisera resultatet eller jämföra olika hus, finns det ändå en del intressanta iakttagelser att diskutera.

Under de båda mätperiodernas eldningssäsonger har inomhustemperaturen legat på i genomsnitt $20,4^{\circ}$ för 80-husen och $20,8^{\circ}$ för 70-husen. Variationerna mellan de båda perioderna har i regel varit obetydliga; endast i tre hushåll har man ändrat sin temperatur med $0,6^{\circ}$ eller mer. Ett av dessa hushåll (12) gick ner i genomsnitt $1,9^{\circ}$ vilket var resultatet av ett beslut att försöka sänka inomhustemperaturen, kombinerat med att hustrun började förvärvsarbeta på heltid. Den genomgående anledningen till övriga sänkningar torde vara justeringen av ventilationen mellan perioderna; med ett mindre luftflöde kunde också temperaturen hållas nere utan att det kändes kallare. Endast ett hushåll (11) ökade sin temperatur nämnvärt, från $18,7^{\circ}$ till $19,3^{\circ}$ i genomsnitt.

Att tidigare vanor har inflytande länge, visar dessa två hushåll. Det förstnämnda kom från en varm hyreslägenhet, medan det andra kom från en äldre, svåruppvärmd villa i Norrlands inland! De bor nu i samma hustyp och temperaturdifferensen dem emellan har minskat från $3,7^{\circ}$ till $1,2^{\circ}$.

Skall man lyckas hålla en låg temperatur är det viktigt att den är konstant. Ojämn uppvärmning medför att den undre gränsen för inomhustemperaturen gärna flyttas upp. Det menar Fanger /1977/, som samtidigt pekar på behovet av mera forskning kring detta problem.

Generellt kan sägas att man i projekthusen också hade högt ställda krav på värmekomfort, i den meningen att man ville ha en jämn temperatur. Det kunde innebära 22° i ett hus och 19° i ett annat, men genomgående ansåg man det viktigt att den hölls på samma nivå. I de hus där man ofta fick ställa om termostater för att det kändes för varmt eller för kallt, var irritationen märkbar.

Följande visar en del av problemen i samband med uppvärmningen:

- Olika radiatortermostater gav olika temperatur på samma inställning, och man fick hålla på ett bra tag på höstarna för att få in "rätt" temperatur överallt. Samma gällde shuntarna till varmvattenberedarna (hus 10, 13 och 14), där man inte under hela eldningsäsongerna lyckades få en jämn uppvärmning. Ifrågasättande uppvärmningssystem tillverkas numera termostatstyrda.

- Vissa direktverkande elpaneler gav ojämn uppvärmning, och rumstemperaturen hann gå ner påtagligt innan de slog till - och då blev riskabelt heta. Undantag var de elpaneler som lönte som golvsoclel runt väggarna (hus 7), de gav jämn uppvärmning, liksom takvärmen (hus 2). Konvektorsystemet (hus 1) anmärkte man inte på ur uppvärmningssynpunkt, men det väsnades irriterande mycket vid uppvärmning och avkyllning.

- Olika temperatur i olika delar av bostaden kunde kännas som drag. Man nämnde t ex att det kändes som om den svalare luften på ovanvåningen (sovrummen) "rasade" nerför trappan när temperaturen på bottenvåningen sjönk.

I regel ändrade man inte på termostaterna om man väl fått dem nöjaktigt inställda. Kändes det lite svalt, t ex när man satt stilla, tog man hellre på en tröja än ändrade temperaturen. Undantagen gällde plötsliga temperaturfall utomhus, då uppvärmningssystemet inte tycktes hänga med. Man satte då upp vissa termostater i t ex kök, tv-rum och småbarnens rum, inte i hela huset. Centralt placerade termostater, tid- och zonkontroller var uppskattade. Om de sparar energi kan diskuteras - det beror ju bl a på hur de ställs in - men de försvarar sin plats ur bekvämlighetssynpunkt. En central termostat löper också mindre risk att hamna på ett olämpligt ställe; i närheten av kallras, bakom tjocka gardiner etc.

- Enligt egen utsago höll alla hushållen en "lagom" temperatur på inomhusluften. Detta betydde dock inte att alla var nöjda; det förekom oenighet i flera hushåll, vilket berodde på att kvinnorna ville ha lite varmare än männen.

Frånvaron av drag och kalla ytor synes annars haft väntad effekt på den upplevda temperaturen. Genomsnittet, 20,6°, är en idag ur energisparsynpunkt acceptabel nivå. Även de hushåll som deklarerade att de måste ha ordentligt varmt för att trivas, höll genomsnittstemperaturer under 22°.

De tillstängda och oeldade rum, som för bara några decennier sedan var en vanlig företeelse, lyser idag med sin frånvaro. Man tycker det är otrivsamt att ha kallt, mörkt och tillstängt i delar av bostaden och har vant sig vid att överallt ha öppet och ljust och varmt, färdigt att utnyttja om man skulle få lust. Ur energisparsynpunkt är enda rimliga lösningen av detta, att bättre anpassa bostädernas storlek till den moderna familjen.

Klädvanorna

Klädvanorna har stor betydelse för vår upplevelse av temperatur, liksom aktiviteten. En människa producerar mellan 100 och

2000 W, beroende på aktivitet. Det säger sig självt att man inte kan bestämma en optimal temperatur för en människa, än mindre för flera samtidigt. På något sätt måste man ha en möjlighet att individuellt och relativt snabbt reglera "sitt" klimat. Den enklaste och effektivaste lösningen på det problemet, är att klä på och av sig i förhållande till aktiviteten.

Lämplig klädsel vid olika temperaturer och aktiviteter kan matematiskt beräknas och uttryckas i enheten clo, där 1 clo definieras som det isolerande klädsnittet en stillasittande människa behöver vid 21° värme och lufthastighet understigande 0,1 m/sek. Uttryckt i typ av kläder, motsvarar det kavaj eller stickat plagg över underkläder och skjorta eller blus. Ökar aktiviteten kan antingen temperaturen eller klädsnittet minska. Ökar lufthastigheten måste temperaturen och/eller klädsnittet också öka o s v. Att förvänta sig att vi kan övergå till klädsel inomhus som innebär 1,5 clo eller mer, är dock inte realistiskt /Löfstedt 1974, Fanger 1977/.

Klädvanorna i projekthushållen varierade naturligt nog med inomhustemperaturen. En hög temperatur återfanns hos de som deklarerade att de helst ville vara lätt klädda hemma; "helst barfota" eller "slippa byta på sig". Det kändes obekvämt och hinderande i arbetet. När inte temperaturen passade alla i hushållet - kvinnorna frös oftare än männen i regel - var det vanligt att man tog på sig en kofta eller sjal över axlarna. Det var i synnerhet i samband med tv-tittande och läsning som det kändes nödvändigt. De hushåll som sedan länge vant sig vid varm hemmaklädsel, höll också en lägre genomsnittstemperatur och trivdes bra med det.

Att man är varm om fötterna är viktigt för energieffektivitet! Enligt undersökningar /Olesen 1977/ ökar andelen kallfotade när golvytans temperatur understiger 20°, och blir man kall om fötterna vill man automatiskt ha högre värme i rummet. De praktiska konsekvenserna av dessa rön, är att man antingen får ha varma inneskor eller varma golv. Det sistnämnda borde man ha där man normalt har nakna fötter: i badrum och sovrum.

3.4.3.2 Ljud och ljus

Täta och välisolerade hus dämpar ljudet utifrån. Detta är i och för sig bra, men samtidigt hörs bostadens - och hushållets - egna ljud desto bättre. De ljuden har visserligen den fördelen att man kan göra något åt den själv, men de kan vara störande nog.

Alla var ense om att projekthusen isolerade bra för ljud utifrån, undantag flygbuller och tyngre lastbilar. Det vanligaste bullret inomhus var:

- Ljud från andra familjemedlemmar och deras aktiviteter, mellan våningarna och mellan rummen. Det är dålig ljudisolering i bjälklagen och de öppna trapphusen bidrog också till att det var svårt att särskilja ljud från olika aktiviteter. Stereomusik på ett plan och tv på ett annat gick inte att förena. Även mellan rum i samma plan är ljudisoleringen dålig, i synnerhet i de hus som hade genomgående takpanel i trä.

- . Kyl/frys-enheterna porlar, brummar och vibrerar. Frånsett det ljud som stör, finns också vibrationer i husstommen.
- . Fläktarnas ljud är mycket varierande. I vissa hus kunde man nästan inte höra dem, i andra kunde man inte sova när de gick på höga varvtal. Även värmeväxlarna orsakade störningar i vissa hus, t ex 3, 5 och 11.
- . De direktverkande radiatorerna väsnades mer eller mindre, beroende på typ och utformning. De som värms upp till höga temperaturer "knäpper" mer än t ex nyare panelsystem med lägre temperatur. Konvektorsystemet i hus 1 knäppte och small så det var direkt obehagligt.
- . Ljud från hushållsmaskiner som tvättmaskiner och torkskåp var inga problem, eftersom man kunde stänga till om dem. Diskmaskinerna kunde däremot vålla irritation.

Belysningens betydelse i energisparandet diskuteras. Det åtgår visserligen en hel del energi till belysning under de mörka vintermånaderna, men samtidigt kommer den mesta energin huset tillgodo i form av värme. God belysning har betydelse både för seendet - t ex i arbete - och trivseln. Att ha mörkt och släckt upplevs av de flesta som mycket negativt.

Sannolikt brinner dock många glödlampor många timmar helt i onödan, utomhus och i tomma rum. Man glömmer släcka, det är svårt att komma ihåg och tjatigt att påminna varann. Att utnyttja energisnålare typer av belysning och reglera vissa armaturer med automatik torde ge mera effekt i energisparandet än försök att lära oss att släcka lampor.

Ljussättningen i husen mättes inte. Vi noterade endast antal och typ av armaturer och beräknade utifrån det ungefärlig sammanlagd effekt.

3.4.3.3 Ventilationen

Ventilation av bostaden behövs av följande skäl:

- reglering av luftfuktigheten
- tillförande av syre
- bortförande av skadliga och illaluktande ämnen i den förbrukade luften
- bortförande av överskottsvärme

Behovet av luftförnyelse beror av hur snabbt och hur mycket luftföroreningar som bildas. Det har alltså ett direkt samband med hur bostaden utnyttjas och hur många personer som finns i den.

Regleringen av från- och tilluft har man traditionellt ordnat genom att öppna fönster, ha en ventilationsspringa, ventil i väggen och rökkanaler i spisen. Dessutom har otätheten i byggkonstruktionen bidragit till luftväxlingen. Vi har alla vuxit upp med dessa enkla "ventilationssystem" och vant oss vid att få frisk luft, eller minska på värmen, genom att t ex öppna ett fönster och släppa in ytterluften.

I en stor boendevaneundersökning från 1954 /Holm, 1955/ kan man läsa:

"Sammanfattningsvis kan vi konstatera att inomhusklimatet ej vållat hyresgästerna mycket bekymmer. Drygt hälften avstår från möjligheten att själv påverka det med lägenhetens olika reglage. Fönstervädning är det vanliga sättet att passa värme och vädning".
(s 171)

I moderna hus, av den typ som byggts inom Villa 80-projektet, har den ofrivilliga ventilationen omsorgsfullt reducerats, ja nästan eliminerats. En viktig målsättning vid byggandet var att göra husen så täta som möjligt.

Samtliga hus har mekanisk frånluftventilation. I 80-husen finns även mekaniskt styrd tilluft, förvärmad i värmeväxlare (ej hus 7 och 9). Källarhusen tar in friskluft via kanaler i källarväggarna och 70-husen har antingen springventiler i fönsterbågarna eller vädningssluckor.

Av intresse för boendevaneundersökningen var erfarenheterna av mekanisk ventilation och anpassningen till tekniken. Skulle man t ex av gammal vana öppna fönster eller ha ventilations-springor? Hur skulle de reagera som inte kunde öppna fönstret? Skulle mekanisk ventilation ge ett bättre inomhusklimat än det gamla vanliga självdraget? Och, inte minst, skulle man i energisparande syfte reglera ventilationen, eller som tidigare generationer "avstå från möjligheten att själv påverka"?

Ventilation i projekthusen

Under andra mätperioden, när alla "bott in sig" i huset och systemen justerats, konstaterades bl a att:

- 11 av hushållen var nöjda eller mycket nöjda med sin ventilation och ansåg att de hade frisk och behaglig inneluft.
- Hushåll 1, 8 och 13 uttryckte spontan tillfredsställelse med luften, ansåg att det "känns som att sova utomhus", "huset har frisk trälukt", "huset luktar som nytt när man varit borta ett tag" osv.
- Hushåll 11, 12 och 14 anmärkte att luften "kändes instängd", matos och rök bet sig fast och att det kändes som om luften "stod stilla" på ovanvåningen.

Trots att man allmänt sett ansåg att luftkvaliteten var bra, fanns det en del problem i flera hushåll:

- Hus 3: Svårigheter att balansera från- och tilluft. Genom att tejpa för några av ventilationshålen på ovanvåningen försökte man komma tillrätta med dels luftflödet, dels det störande ljudet, men riktigt bra fungerade det inte. Man hade kännbart drag från tilluftdonen i bottenvåningen (bakom radiatorerna). Rök och matos spreds upp till ovanvåningen, ludd från torktumlaren täppte till kanalerna som fick rensas. Ett dammfilter hjälpte.

- Hus 4: Ingen ventilation alls i början, huset var för tätt, men under andra mätperioden hade man springventiler i fönsterbågarna och då var det bättre. Byte till kraftigare fläktmotor bidrog också. Även här fick man problem med ludd från torktumlaren.
- Hus 5: Matoset sprids ut i hall och vardagsrum. Tilluftdonen smutsades kraftigt. Nattsömnen stördes av fläktbuller.
- Hus 6: Hushållet upplevde sin luft som frisk och bra, men mätningar av den relativa luftfuktigheten visar på max värdet 62,9 %, vilket tyder på att ventilationen var otillfredsställande.
- Hus 8: Matoset spred sig i bostaden. Den ventilerades dock ut snabbt.
- Hus 9: Ventilationen var otillfredsställande på ovanvåningen. Där fick man vädra i samband med bäddningen.
- Hus 11: Med fläkten på lågvarv blev huset inte ventilerat. Med fläkten på högvarv fick man kännbart drag från tilluftdon (bakom radiatorerna) och mellan rummen. Dessutom väsnades systemet kraftigt.
- Hus 12: Luften på ovanvåningen var inte bra - instängd - och dessutom väsnades fläkten.
- Hus 13: Luftrörelserna kändes, det drog från tilluftdonen, men man hade vant sig och uppskattade själva den friska luften, även om gäster tyckte det var kallt och i friskaste laget. Under första året hade man varit rädd att få instängd luft i det täta huset och hade därför haft onödigt stort luftflöde. Vid de enstaka tillfällena då fläkten ej varit i funktion, hade det känts "kompakt" och obehagligt i huset.
- Hus 14: Matos och rök spred sig i bostaden och bet sig fast. Luften kändes instängd och fläkten ansågs ineffektiv.

I de hur där man kände den mekaniska ventilationen otillräcklig, öppnade man fönster och vädrade som vanligt i samband med bäddning, städning, när flera suttit och rökt eller när matoset blev för påtagligt. Där ventilationen fungerade bra, öppnade man aldrig fönster under eldningssäsongen. Man ansåg också i dessa hushåll att inomhusluften var påtagligt bättre än den varit i den tidigare bostaden.

I regel hade man under andra mätperioden haft ventilationssystemen igång kontinuerligt på minimi-luftflöde. I samband med måltider, duschande och sällskapsliv ökades luftflödet. Man ventilerade kraftigt endast när det kändes som om det behövdes. Obehagen med drag och buller i samband med forcerad ventilation, gjorde att man inte hade den på mer än nödvändigt.

Även av energisparskäl satte man ner luftflödet. I hus 14 stängde man t o m fläkten under kalla nätter och dagar (Kontroll genom tidmätning på fläktmotorn visade att den endast utnyttjades c:a 70 % av tiden). Även i hus 2 uppgav man att fläkten stängdes under de kallaste nätterna. I hus 6 hade man stängt av under

kalla nätter och dagar första mätperioden men inte andra. I hus 7 kopplade man om till kolfilterfläkt i köket under vintermånaderna. I hus 6 saknades de vanligaste kriterierna på "dålig luft" - matos och tobaksrök - eftersom man inte rökte och enligt utsago inte höll på så mycket med matlagning under vardagarna. Dessutom var det effektiv ventilation i köket.

3.4.3.4 Luftfuktigheten

Kroppens värmebalans regleras bl a genom avdunstning i utandning och svettning. I ett idealiskt inomhusklimat bör luften innehålla tillräckligt med vatten för att man inte skall känna torrhet i slemhinnor och hud.

Den relativa luftfuktigheten (förhållandet mellan den mängd vatten luften innehåller och den mängd den maximalt kan innehålla vid en given temperatur, uttryckt i procent) kan dock variera inom så vida gränser som c:a 20-70 % vid normal inomhustemperatur utan att människan uppfattar skillnader. Först ner mot 10 % eller lägre luftkapacitet kan man normalt uppfatta luften som torr, få tjockare slembildning i luftvägarna, sprickor i huden etc /Green 1977/. Andra tecken på att luften är i torraste laget, är t ex statisk elektricitet, sprickbildning i trä och torkande krukväxter.

Toleransen mot torr luft är mindre hos människor med luftvägsinfektioner, känsliga slemhinnor (spädbarn t ex) och vissa allergier. Samstämmiga medicinska rapporter pekar på att dessa människor blir snabbare friska, alternativt håller sig lättare symptomfria i relativa luftfuktigheter kring 40-50 %. Högre luftfuktighet än 50 % är sällan medicinskt motiverad och kan dessutom medföra risk för skador på huset /Green 1977/.

Behovet av luftfuktning blir aktuellt i hus med hög innetemperatur och stor ventilation under vinterns kallaste månader, då den redan torra utomhusluften förlorar ytterligare fukt vid uppvärmningen. Normalt bildas dock så mycket fukt i ett hushåll - genom utandning, tvättande, diskning, matlagning - att extra befuktningssanordningar är onödiga.

Ökad luftfuktighet ger samma klimatupplevelse som ökad temperatur, men man får öka fuktigheten från 30 % till 50 % för att få en upplevelse motsvarande 0,5° temperaturökning vid + 20°. Det torde vara lättare och mera ekonomiskt att reglera inomhusklimatet med temperaturen än med luftfuktigheten /Fanger 1977/.

Det finns flera faktorer som påverkar luftfuktigheten i ett hus. Ventilationen, frånluften, för bort fuktighet såväl med rumsluften som från torkning av tvätt, kokande grytor m m. Effektiv frånluft i badrum och duschrum för bort den fukt som bildas där. Ju fler personer och ju mera aktiviteter likt de som här nämns, desto större chans att på naturlig väg få tillräckligt fuktig luft, förutsatt att man inte ventilerar bort för mycket. Är det få personer i hushållet och lite aktiviteter och vattenplaskande, bör man kanske vara uppmärksam på detta och ta tillvara befuktningssmöjligheterna.

Mängden växter inomhus kan spela en viss roll för luftfuktigheten, men det krävs en hel del - näst intill vinterträdgård - för att de skall göra verklig nytta /Löfstedt 1978, muntlig uppgift/.

Luftfuktigheten i projekthusen

Den relativa luftfuktigheten i projekthusen varierade över mätperioderna och mellan husen. I september var genomgående luftfuktigheten högst, med värden mellan 46,0 och 62,9 %. Lågst luftfuktighet hade flertalet hus i januar-februari, då den gick ner till mellan 25,8 och 41,9 %. I genomsnitt låg luftfuktigheten för alla husen under båda mätperioderna på 40 %, vilket anses vara ett lämpligt värde för normala förhållanden.

Den torraste luften uppmättes i hus 13, ett av de mest välventilerade husen. I hus 3 hade man, troligen av samma anledning, så torr luft att befuktning fick tillgripas. Även i hus 13 hade man luftfuktare under den kallaste och torraste perioden. I båda fallen fanns det medicinska skäl till extra befuktning. Förutom i dessa två hushåll, uppgav man i hushåll 4 och 7 att man periodvis upplevde luften som torr, att man kände sig torr i halsen, krukväxterna torkade snabbare ut o s v. Även i hus 1 och 5 hade man svårigheter med vissa krukväxter tidvis, men där hade man själv ingen känning av torr luft. I övrigt ansåg alla att de mätte bra, att deras krukväxter mätte bra samt att de inte hade besvär av statisk elektricitet.

Hus 1 hade värmeväxlersystem med fuktåtervinning. Med tanke på att de bara var två i hushållet, att huset stod tomt hela dagarna samt att de hade mycket god ventilation dygnet runt, är det rimligt att tänka sig att det var tack vare återfuktningen de ändå hade så hög luftfuktighet som 37,8 %.

Kondens är ett vanligt tecken på hög luftfuktighet. Problem med kondens på fönster och springventiler var vanliga under första mätperioden, men förekom i mindre utsträckning under andra, då husen torkat ut något.

I hus 2 fanns dock problem kvar, med kondens och isbildning på fönstrens underkant. Isbildningen kom under de kallaste perioderna och man fick en del bekymmer med smältvatten då värmen steg.

Hus 9 (och i viss mån 10) fick kondens mellan fönsterglasen. Den försvann dock när bågarna ventilerades. Man fick också problem med kondens i källaren under första sommaren, då den varma och fuktiga luften kom in och avkyldes. Genom att hålla ventilerna stängda sommartid slapp man det problemet.

Husen 3, 5 och 11 fick kondensproblem i återvinningssystemen. Till hus 3 och 11 hade man inte kopplat dräneringsledning till värmeväxlaren, vilket framför allt i hus 3 orsakade vattenskador på husstommen. I hus 5 fanns problem med kondens i tvättstugan - ledningarna till värmepumpen - kvar vid projektidens slut.

I hus 11 fick man också lite kondens i våtutrymmen, kök och hall och i hus 14 likaså kondens under kallaste perioderna.

Om fuktigheten inte föres bort via ventilationssystemet kan den i stället ta vägen genom de otätheter som finns i husstommen och fällas då ut vid kontakten med kall luft och kalla ytor inne i väggen, med mer eller mindre svåra fuktskador som resultat.

3.4.3.5 Medicinska aspekter och erfarenheter

Några personer inom projektet hade medicinska problem som vi hade anledning att ta del av och relatera till inomhusklimatet. Det var astma (1 person), känsliga luftrör (1 person), neurologisk värk i ansiktet (1 person) samt mer eller mindre uttalade allergier och överkänslighet i husen (5 personer).

Beträffande astmatikern kunde bara konstateras en påtaglig förbättring efter flyttningen från lägenheten till huset på Carlslid. Ett akut anfall i hemmet på hela projekttiden kom i samband med att man trimmade hunden. Vissa besvär hade förekommit när hon vistats på andra ställen. I hemmet var luften relativt torr, med värden ner till 25,8 % men väl ventilerad. Astman förvärrades i rått och fuktigt klimat.

Irritationer i svalg och luftvägar samt sprickor i hud och läppar kunde i två hushåll avhjälpas och lindras med extra befuktning av luften. Även luftrörsbesvären hölls i chsck med detta. Överkänslighet mot "damm" (ej testad) förekom i ett hus där luften uppfattades som torr (höll 40 %), relativ fuktighet. Besvären hade inte givit med sig vid projekttidens slut.

Personen med ansiktsvärk tålde inte drag och kyla och representerar därmed många hushåll där energiförbrukningen har ett direkt samband med hälsan. Bilen måste t ex alltid vara varm när han hade jourtjänst och inomhus skulle vara varmt och dragfritt. Att inomhustemperaturen ändå kunde ligga så lågt som i genomsnitt 19,5° kan hänga samman med lågt luftflöde och hög luftfuktighet.

3.5 ENERGISPARBETEENDE

3.5.1 Samhällsaspekter på sparbetende

När vi vid analys av energiförbrukning använder "normalförbrukning" som referens är det försvarligt ur den synvinkeln att vi arbetar med förhållanden här och nu. Olika befolkningsgruppers

förbrukning ligger under, på eller över denna genomsnittsförbrukning och det är av intresse att studera vad som ligger bakom dessa skillnader. Villa 80-projektet är ett exempel på en sådan studie, där byggt teknik och boendevanor utvärderas med avseende på inflytandet på energiförbrukningen.

På sikt kan vi dock inte stanna vid detta. Sedan oljekrisen 1973 är vi medvetna om att energiförbrukningen inte kan öka i den takt vi är vana, om inte annat så av ekonomiska skäl. Det är därför mera intressant att studera inom vilka områden förbrukningen kan sänkas utan alltför kännbara följder för konsumenterna. Energisnålare inriktning på produktionen har vi redan och utvecklingen pekar mot hushållning. Vad som fortfarande återstår, är att söka fastställa vad "kännbart" innebär. För den händelse det kan bli aktuellt med ransonering av energi, är det t ex bra att veta var man kan fastställa en maximi- respektive miniminivå. De ransoneringsnivåer som Energiberedskapsutredningen föreslog uppskattades på basis av 1972 års genomsnittsförbrukning "för ett större antal lägenheter". Efter att i denna undersökning ha konstaterat att förbrukningen i flera hushåll understeg minimigränsen för frivillig ransonering, är vi böjda att tro att den föreslagna gränsen kan sänkas ytterligare utan att den hygieniska standarden äventyras.

Förbrukningen av energi är relativ den miljö och den kultur man lever i. Vad som var lyx för kungar för hundra år sedan, är var mans rätt idag i vårt land. Vanan att tappa upp varmvatten i handfat och diskho, har ersatts av vanan att ha rinnande vatten. Vanan att klä sig varmt inomhus har ersatts av vanan att klä sig tunt och bekvämt. Den allmänt förekommande vanan att sänka värmen inomhus genom att ha fönster på glänt, börjar ersättas av vanan att ha sina tätade fönster stängda. Vanor och beteenden förändras efter omständigheterna.

"Omständigheterna" och hushållen är delar av samhällssystemet och påverkar varann. Man kan också säga att de är yttringar av den rådande kulturen. En modell som åskådliggör denna ömsidiga påverkan ses i FIG 38. Den har utvecklats av bl a Untracht /1977/ och bygger på Honigman's /1963/ analys av villkoren för kulturell utveckling.

Dessa villkor är universella. Den idag akuta bristen på billig energi i industrivärlden håller på att förändra hela försörjningsstrukturen, liksom en hotande brist på livsmedel och andra råvaror gör det. Teknologin är det område där man hittills varit mest vaken för betydelsen av förändring och anpassning. Den sociala strukturens och ideologins områden har däremot anpassats i efterhand och dessutom kommit på efterkälken. I sin ansträngning att tillgodose teknologins krav på utveckling har man förbisett vikten av att balansera det området med värderingsförändringar, med ökade kunskaper om t ex energiförbrukning och med effektiva sociala institutioner för politisk styrning. Dagens energiproblem, med alltför stor efterfrågan på energi beror på dessa eftersläpningar. Det finns inga gränser för efterfrågan. Det finns det däremot för tillgången, produktionen.

Så sent som i december 1978 var endast 12 % av svenskarna beredda på en energikris och därmed följande inskränkningar av konsumtionen /SCB, för Energisparkkommitténs utvärdering, rapport 1979.08.28/

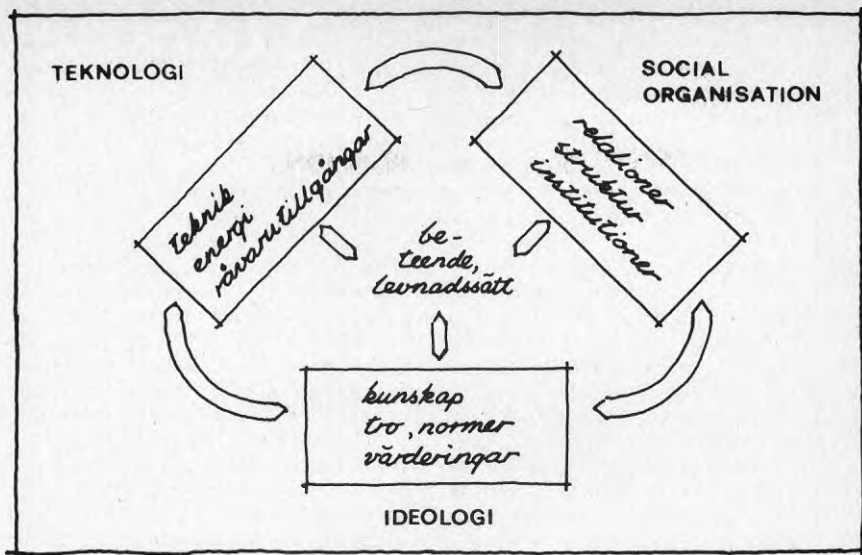


FIG 38 Sambandet mellan kulturell utveckling och beteende.

En viss medvetenhet kunde konstateras hos hela 63 % av oss, men någon påtaglig effekt av denna medvetenhet speglas inte i förbrukningen. I den utvärdering som gjordes av Energisparkommitténs första sparkampanj 1974-75, kom man fram till en mera bestämd slutsats:

"Ju större oro man säger sig känna för energiproblemen i stort, desto mer spar man, ju större betydelse man tror att hushållens sparande har, för landets ekonomi och ju större man anser att behovet av energisparande mera allmänt är, desto mer spar man. Sambanden är inte särskilt stora, men är klart signifikanta och slår konsekvent igenom överallt."
/SOU 1975:61, s 495/

Untracht /1977/ ser "energimedvetande" som resultat av två insikter:

- energikrisen existerar
- en lägre konsumtion kommer att vara permanent

Först när flertalet kommit till denna insikt och accepterat den, har vi på det ideologiska området kommit ikapp det teknologiska och de båda områdena kan börja samverka effektivt.

Detta skulle rent praktiskt innebära att de enskilda hushållen med sin insikt och sina ökade kunskaper utnyttjar de tekniska möjligheterna och ställer krav på den tekniska utvecklingen. Överfört till boendet kan man t ex tänka sig att konsumenterna krävde energideklarerade bostäder, med testvärden på isolering, luft-

omsättning, täthet m m, liksom att de förstod att utnyttja sin maskinutrustning på ett energieffektivt sätt.

Energimedvetet levnadssätt innebär en genomgripande social och kulturell förändring av vårt samhälle, vilket också kräver medverkan av olika institutioner: obligatorisk undervisning om energianvändning, seriös information via massmedia (- inte reklam-snuttar med kändisar), politiska beslut och besparingar etc samt organ för kontroll och distribution.

Trots vad som här antyds om brister på det ideologiska området, har Sverige kanske ändå en förhållandevis god balans i utvecklingen. I varje fall framhåller Schipper och Lichtenberg /1976/ i en jämförelse mellan USA och Sverige, att Sverige är ett exempel på energieffektivitet; svensken behöver endast 60 % av den energi amerikanen behöver för att uppnå ungefär samma BNP per capita (jämförelsen gällde åren 1971-72). "Det svenska exemplet" har Åstadskommittés genom bl a mindre och bensinsnålare bilar, (hög beskattning på bensin och på bilars tjänstevikt), allmänna kommunikationsmedel (samhällsägda och subventionerade) och bättre isolerade och tätade byggnader (byggnorm och kontroll). Denna inriktning är resultat av demokratiskt fattade beslut och tyder på en värdegemenskap i vårt samhälle i fråga om dessa åtgärder - vilka alla krävt anpassning på det teknologiska området.

3.5.2 Beteendepåverkan och beteendeförändring

När det gäller att påverka och ändra beteenden finns det i huvudsak två vägar att gå:

- belöna eller straffa
- förändra attityder

Den första metoden är enklast och användes i all dressyr och social fostran. Vi lär oss att undvika beteenden som straffas och föredra beteenden som belönas. Det finns ingen gräns mellan metoderna, utan attitydförändring kan betecknas som ett mera djupgående resultat av påverkan. "Attityd" betecknar det mönster av kunskap, erfarenheter och känslor som vi lagrat upp, och som styr vårt beteende. Vi tar intryck av andras åsikter och av normer som råder i de grupper vi tillhör - familj, vänner, arbetskamrater. Normer som vi frivilligt accepterat, bl a utifrån ökade kunskaper, förändrar vårt beteende också på lång sikt.

Att vi påverkas effektivast i grupp, är utgångspunkten för en studie av Stern och Kirkpatrick /1977/. De påpekar att energikonsumtion kan ses som en "social fälla" i den meningen att belöningar (i form av egen bil, varm bostad, maskiner som underlättar arbetet etc) är omedelbara och påtagliga och överskuggar straffen som obevekligen kommer efter (i form av föroreningar, trafikchaos och uttömning av resurser). Dessutom är belöningar na individuella medan straffen delas av oss alla - ett förhållande som inte heller stimulerar till beteendeförändringar.

Mot bakgrund av detta kritiseras satsningarna på uppmaningar att spara energi, i annonser, affischer och broschyrer. Så länge inte energisparande ger omedelbar belöning, är sådana åtgärder "ett slöseri med pengar, papper och energi!". Omedelbara belö-

ningar eller straff, i form av t ex billigare bussbiljetter respektive dyrare bensin skulle alltså ge mera effekt åt uppmaningarna, men eftersom vi olyckligtvis anpassar oss till alla förhållanden, skulle det kräva ständiga prisjusteringar för att vi inte skulle återfalla. Vi har ju faktiskt anpassat oss till bensinprishöjningar på nära 200 % under 7-årsperiod.

Det vore alltså ur alla synvinklar bäst om vi kunde förmås att ändra på våra attityder. Detta, menar Stern och Kirkpatrick, skulle gå att genomföra om man tog gruppmedvetande och gruppträck till hjälp. Ett undervisnings- och åtgärdsprogram, riktat till grupper av människor, skulle sannolikt resultera i den attitydförändring som ingen sparkampanj i världen kan åstadkomma. Vad de däremot inte diskuterar, är hur man i en västerländsk marknadsekonomi skall kunna få den totala uppslutning av samhälle, industri, marknad och hushåll som är nödvändig om inte satsningen skall halta. Detta kräver i sin tur politisk styrning av format.

Under den något dramatiska oljekrisen 1973 lyckades man i viss mån med en sådan uppslutning och svenskarna sparade c:a 10 %. Någon långvarigt beteendeförändring var det inte tal om, även om vissa grupper påverkades till attitydförändringar. Sedan dess har vi på flera områden fått stimulering till sparande. På byggsidan har vi t ex fått skärpta bestämmelser för isolering och tätet i nya byggnader och bidrag/lån till förbättrad isolering i äldre byggnader.

Förutom satsningen på detta, har beteendepåverkan under åren efter oljekrisen bestått i information via broschyrer, annonser och tv-inslag. Den informationskampanj som Energisparkkommittén genomförde våren 1979 i syfte att åstadkomma en förbrukningsminskning på 7 %, betecknades i utvärderingen som lyckad:

"Det kan således konstateras att kampanjen haft en betydande genomslagskraft och mötts av mycket positiva attityder från allmänheten samt haft en direkt inverkan på förbrukningen. Detta torde vara av betydelse för ställningstaganden mellan olika styrmedel i framtida försörjningssituationer av liknande karaktär. Uppenbart kan betydande resultat nås genom information och rekommendationer" /Energisparkkommitténs rapport 1979.08.28, s 27/

Man konstaterar vidare en ökande pessimism beträffande den framtida energiförsörjningen och en ökande medvetenhet om betydelsen av sparande i det egna hushållet. Denna medvetenhet gäller dock mera omtanken om den egna plånboken än landets ekonomi. De beteendeförändringar som också undersökts (av SIFO) gällde endast villaägare, varför det troligen även här var omtanken om den egna ekonomin som fick oss att sänka inomhustemperaturen (49 %), släcka lampor (20 %) och gå över till duschande (15 %). Om priserna sjönk igen skulle vi också bli mindre "medvetna". Vad som förbisågs i utvärderingen, är att nyhetsförmedlingen under våren 1979 till stor del handlade om energisparande, om tömda oljelager och stigande oljepriser. Information och rekommendationer påverkade inte ensamma.

3.5.3 Sparveckan

Flertalet beteendevetenskapliga undersökningar hittills, bygger på utsagor om beteende och attityder till sparande. När dessa inte sätts i relation till praktiska konsekvenser - minskad energiförbrukning, måste uppgifterna dock tas för vad de är, nämligen redovisning om ändrade beteenden och ingenting annat. Man kan visa sparvilja och redovisa ett antal sparåtgärder, men i realiteten inte spara en kilowattimme, därför att man "silat mygg och svalt kameler".

För att få en uppfattning om hur projekthushållen skulle reagera i en sparkampanj, införde vi en experimentsituation i projektet, en sparperiod om 10 dagar i månadsskiftet januari-februari 1979, i fortsättningen kallad "sparveckan" (se 3.2.2.4)

Direktiven för försöket var kortfattade. Vi bad hushållen spara så mycket de kunde utan att gå till ytterligheter. Komfort och hygien skulle inte frestas så hårt att man inte kunde tänka sig en längre tid med detta sparande. Enda informationen var de vanliga broschyrerna till hushållen från Energisparkommittén och Kooperativa Förbundet. Ett par månader tidigare hade samtliga läs- och skrivkunniga hushållsmedlemmar besvarat några skriftliga frågor om energisparande och -konsumtion, frågor som byggde på de uppgifter som finns tillgängliga i nämnda broschyrer. Syftet med dessa frågor var främst att få en bild av hur "energikunniga" hushållen var, men också att väcka intresset för just dessa frågor.

3.5.3.1 Resultat och kommentarer

Direkt efter sparveckan intervjuades hushållen och fick då berättat om sina erfarenheter. Vissa frågor ställdes till samtliga hushåll:

- Vad sparade ni in på? Vilka vanor ändrade ni på?

Sparåtgärderna var ungefär desamma i alla hushåll och visar att alla hade ett begrepp om var det är lönt att spara: sänkt inomhustemperaturen, duschat och badat mindre, släckt lampor och om möjligt minskat luftomsättningen. Några hushåll hade dessutom frostat av frysen och höjt temperaturen i frys/kyl, andra hade undvikit att använda ugn, packat tvättmaskinerna fullare och undvikit att sätta på torkskåpet.

- Vad var lättast att spara in på och vad var svårast?

Den sänkta inomhustemperaturen hade i 8 hushåll varit påfrestande och två av dem hade "återfallit" efter några dagars frysansande. Att man fick problem med detta, kan ha berott på en alltför stor och alltför plötslig temperatursänkning. Att från ena dagen till den andra minska 2-3^o är kännbart och för flera hushåll betydde sänkningen att man hamnade på en genomsnittlig dygnstemperatur av 18^o eller mindre.

Vad gäller varmvattnet var 5 av hushållen ovilliga att ändra sina hygienvanor, men så gott som alla uppgav att de åtminstone "tänkte på varmvattnet". Lättast att dra ner på var t ex minskad

ventilation, lägre temperatur i garage/tidsbegränsning på motorvärmaren, minskat bruk av hushållsmaskiner och mera effektivt utnyttjande av disk- och tvättmaskiner.

Av utsagorna att döma ansåg flertalet hushåll att de gjort en kändbar besparing, men eftersom de endast hade sina tidigare vanor att jämföra med, kunde åtgärder som uppfattades som återhållsamhet och sparsamhet ge högst olika resultat.

Energiförbrukningen mättes under sparveckan och vi kunde i efterhand konstatera att besparingen i de olika hushållen varierat mellan 0 och 36 % och i genomsnitt legat på 10 %. Vi jämförde då dygnsmedelförbrukningen för sparveckan med d:a under januari samma år, då utetemperaturen inte skilde nämnvärt: $-13,7^{\circ}$ respektive $-13,1^{\circ}$. TAB 38.

TAB 38 Energiförbrukning per dygn under sparveckan respektive i januari 1979

Hus	Januari 1979	Sparveckan		
	Förbrukning kWh	Förbrukning kWh	Skillnad kWh	Besparing %
1	169	169	0	0
2	96	93	3	3
3	122	115	7	6
4	135	116	19	14
5	134	125	9	7
6	132	123	9	7
7	106	103	3	3
8	106	101	5	5
9	84	80	4	5
10	154	142	12	8
11	75	63	12	16
12	128	112	14	13
13	135	130	5	4
14	164	105	59	36

Besparingen var inte störst i de hushåll som hade störst marginaler till normalförbrukningen (undantag för hus 14). Av 80-hushållen var det endast ett, det som i vanliga fall hade den lägsta förbrukningen, som hade gjort en påtaglig besparing. En försiktigare användning av hushållsmaskiner hade haft marginell betydelse utom i hushållen 5 och 7, där återhållsamhet i tvättandet bidrog märkbart. I övrigt var det den sänkta temperaturen som haft mest effekt.

I 70-hushållen hade man sparat i genomsnitt dubbelt så mycket men där slog den kraftiga besparingen i hushåll 14 igenom. Liksom fallet var med 80-husen, låg den största besparingen på

uppvärmningssidan, men hushållen 10, 12 och 14 hade också gjort märkbara besparingar av hushållsel och/eller varmvatten, där de normalt hade en låg förbrukning.

3.5.3.2 Motiv för sparandet

Under den uppföljande intervjun diskuterades också hur man såg på sitt eget sparande och det är intressant att notera, att bland de 9 hushåll som påpekade att de var medvetna om energiförbrukningen och ständigt försökte spara, befann sig 5 av högförbrukarna. Erfarenheterna av sparveckan tyder på att det kan upplevas lika påfrestande för dem som för lågförbrukarna att spara 5-6 %. Man ansåg sig normalt vara så sparsam att det inte fanns mycket mer att göra, det var den förhärskande åsikten. Uppfattningen om va som är "rimlig komfort" avgör t ex om men skall använda 6292 eller 12371 kWh/år på hushållsel och varmvatten (hushållen 11 resp 13) och vi är böjda att instämma i vad som sägs i utvärderingen av 1974-75 års sparkampanj:

"En rimlig tolkning av svaren på sparfrågan är snarare att personer bedömer sin energikonsumtion i termer av upplevd återhållsamhet eller restriktivitet i förhållande till de upplevda behoven" /SOU 1975:61, s 488/.

Ytterligare stöd för antagandet att uppfattningen om komfort har direkt samband med energiförbrukningen, får vi genom en av delundersökningarna i Twin River-projektet, USA /Seligman-Darley-Becker, 1977/. Det visade sig i en specialstudie av 28 identiskt lika radhus, att följande uppfattningar hade ett signifikant samband med elkonsumtion för luftkonditionering:

- Komfort och hälsa får inte äventyras
- Att spara kostar mer än det smakar
- Den egna insatsen är betydelselös i det stora hela

Dessa attityder förklarade 55 % av variationerna i elkonsumtion, tillsammans med en fjärde attityd, vilken dock inte hade samma förklaringsvärde: "Vi har en energikris och det är viktigt att minska konsumtionen."

Samma attityder framkom i intervjuerna i våra projekthushåll, vilket kan illustreras med några uttalanden, samtliga från högförbrukare på ett eller flera områden:

"Jag anser att sparande i denna omfattning (avsåg sparveckan) är så marginellt att om man förbjöd is i groggen skulle man spara lika mycket!"

"Det är inte mycket man kan göra ... känns meningslöst när man jämför med andra."

"Går ej att dra in ytterligare, med eller utan sparveckor. Att hålla på att släcka lampor är ju heljligt."

"Det lilla vi kan spara in spelar så liten roll - se på industrin!"

"Svårt överhuvudtaget att spara mer ... vill inte ha det obehagligt."

"Knappt inspirerande att spara när kommunens belysning i backar och spår står och brinner hela kvällar oavsett temperatur."

Åsikten att det egna sparandet och individuella ansvaret däremot spelar roll, speglas i följande uttalanden, båda från lågförbrukare:

"Vi sparar av både privatekonomiska och solidariska skäl ... kommer att fortsätta. Det har blivit ett naturligt sätt att leva."

"Energisparandet ser vi framför allt som en solidaritetsfråga. Vi har inga problem med sparandet och tänker fortsätta."

Vi ställde också frågan: Vad skulle förmå er att spara ännu mer? Flertalet delade den åsikten att det skulle nog behövas ransonerings eller kraftiga prishöjningar eller bådadera. Vid den avslutande intervjun ställdes en liknande fråga, men då givna svarsalternativ:

- Information om sparande och förbrukning
- Skatt på överkonsumtion/energiskatt
- Ransonerings
- Höga priser på energi
- Påverkan på producenter att tillverka energisnålare produkter
- Uppmaning att hjälpa landet - solidaritet

En sammanställning av de vuxnas svar i båda intervjuerna, visar att man tror mest på "piskan" i form av höga priser och ransonerings om det gällde att spara kraftigt. "Moroten", som information och känslan av att känna sig duktig och solidarisk, trodde fler på i andra omgången. Detta, liksom det större antalet svar totalt, sammanhänger med att man svarade individuellt och opåverkade av varann vid det senare tillfället. TAB 39.

TAB 39 Motiv för kraftigare sparåtgärder

	1:a frågetillfället (Muntlig intervju)	2:a frågetillfället (Skriftlig fråga)
Ransonerings	5	8
Höga skatter, höga priser	6	6
Information	3	6
Ansvar, solidaritet	4	4
Prestation	1	2
Påverkan på producenter	1	2
Samtliga	20	28

3.5.3.3 Kunskap och information om boendet

Vid den intervju som gjordes i oktober 1978, fick alla skrivkunniga hushållsmedlemmar besvara några frågor om energisparande i hushållet. Svaren poängsattes och kunde ge max 24 poäng. Resultaten varierade mellan 9 och 21 poäng för de vuxna och medelpången var 15. Samma frågor ställdes till 19 referenshushåll i Ersforsen, där svaren gav medelpången 11. Samtliga frågor byggde på uppgifter i Energisparkommitténs hushållsbroschyrer.

Dessa broschyrer delades ut före sparveckan och det fanns alltså möjlighet att inhämta den kunskap som fattades. Av synpunkterna att döma blev de dock inte mycket använda:

"Broschyrer ger inte mycket"

"Broschyrer går i soptunnan"

"Man blir lite less på all information, känner sig fullmatad"

Så tyckte man i varje fall i 6 hushåll, samtliga högförbrukare.

Positiva till information och intresserade av energifrågor var de hushåll som också sade sig haft nytta av broschyrerna. Icke överraskande var detta i hushåll där man hade en jämförelsevis låg förbrukning.

För övrigt ansåg 8 hushåll att TV och radio var bästa informationskanal medan 6 föredrog dagspress. Broschyrer förblev ofta olästa. Man diskuterade ibland på jobbet, i synnerhet om det stått om Villa 80 i tidningen. Flera av männen i 80-hushållen hade yrkesmässigt intresse av energisparande, framför allt i byggtekniskt avseende.

Kunskap är en nyckelfaktor vid attitydförändring, mot t ex mera energisparande boendevanor. Information av alla slag syftar ju till att förstärka kunskaperna. Men frågan är: vilka kunskaper behöver vi för att klara ett energisparande hushåll?

Vi kunde inte se att det fanns några samband mellan enbart kunskaper av den typ som lämnas i broschyrer och sparsamhet i boendevanorna. Visserligen vet man efter genomläsning att rumstemperatur, varmvatten och ventilation är områden där det lönar sig bäst att förändra vanorna, men man skall då också vilja ändra dem.

Högan och Paolucci /1979/ undersökte sambandet mellan kunskaper och energisparande i 147 hushåll i Michigan, mot bakgrund av mannens och hustruns utbildning och kunskaper. Hustruns utbildning visade sig vara en synnerligen viktig faktor i värderingen av energi- och andra resurser. Sambandet mellan värderingar och faktiskt sparande var också klart. De drog slutsatsen av sin undersökning att energimedvetande som leder till ett mera hushållande levnadssätt och inte endast tillfälliga beteenden, måste bli grundas på kunskap om människans villkor i såväl samhället som i ekosystemet.

Först när man börjat förstå något om hur alltind hänger samman, har man intresse för sparande och motivation för de personliga försakelser och det merarbete som ett hushållande levnadssätt innebär.

De kunskaper som då framför allt behövs, avser den egna bostadens och de egna vanornas energiförbrukning, mer än allmänna uppgifter om genomsnittsförbrukning. Att veta hur man ventilerar, ställer in termostater, duschar, tvättar - överhuvudtaget utnyttjar bostaden och dess utrustning på ett energieffektivt sätt, kräver kunskap. Utifrån de erfarenheter vi fått i detta projekt, kan vi också som privathushåll ställa t ex följande frågor:

- Vilken luftomsättning har min bostad?
- Var finns eventuella köldbryggor och bristande isolering?
- Fungerar reglertekniken som den skall eller är det idé att justera den? Kanske byta ut?
- Är något felmonterat eller felkonstruerat och måste åtgärdas?
- Ger den eventuella värmeåtervinningstekniken den besparing som ställts i utsikt?
- Hur mycket energi drar hushållets olika maskiner?

När vi idag köper ett småhus köper vi onekligen grisen i säcken vad energiförbrukningen beträffar. Vi vet i regel ingenting om ovanstående. Vi får kanske uppgift om beräknad el- eller oljeförbrukning samt några bruksanvisningar och kortfattade tekniska beskrivningar och med detta lämnas vi att använda bostaden. Vi lever i förhoppningen att byggkontrollanten fungerat och att entreprenörer, leverantörer, byggnadssnickare, installatörer m fl, gjort sitt arbete anmärkningsfritt. Vi har ingen aning om vår energiförbrukning är onödigt hög på grund av brister i huset; först när något går sönder blir vi varse dessa brister.

En satsning på teknisk utveckling som kontrolleras endast fram till garantibesiktningen, lämnar för mycket åt slumpen. Ett visst mått av kunskaper och kontrollfunktioner måste också ligga i brukarnas ansvar.

3.6 RESULTATANALYS

De boendevanor som ägnades det huvudsakliga intresset, var de som rörde klimatkomfort, d v s temperatur och luftflöde samt varmvattenanvändning och utnyttjande av hushållets maskiner. Det var ofta upprepade beteenden, vardagsrutiner, som vi ansåg hade störst inflytande på energiförbrukningen.

Inomhusklimatet påverkas i högsta grad av boendevanorna. Den subjektiva uppfattningen om vad som är "behaglig" innetemperatur, styr inställningen av termostater, zonkontroller och tidstyrning av uppvärmningssystemen. Det tycktes dock om om de täta

och välisolerade husen bidrog till att man nådde sin "behagliga" temperatur redan vid ca 20°, d v s ett par grader lägre än i hus med kallare ytor och större ofrivillig ventilation. Av betydelse för klimatupplevelsen var också jämnheten i temperatur. Uppvärmningssystem som medgav lägre men jämnare temperatur på radiatorer och som kunde parera yttre temperaturförändringar, bidrog väsentligt till komforten.

Ventilationen påverkade också upplevelsen av inomhusklimatet. Alltför kraftig ventilation upplevdes som drag, men liksom i fråga om temperaturen var man olika känslig för detta drag. Möjligheterna att styra ventilationen utnyttjades i regel endast i samband med matlagning samt då luften blev rökig eller kändes instängd. Man följde fabrikanternas anvisningar, med basvarv på fläkten som grundinställning och maximalt eller forcerat flöde "vid behov". Detta medförde att hus med dålig balans mellan till- och frånluft eller med alltför låg effekt på utsugningen blev för dåligt ventilerade.

De tekniska mätningarna av luftflödet och brukarnas upplevelse av ventilationen motsade varann i några fall. Detta berodde i regel på att anordningarna för tilluft inte utnyttjades på rätt sätt eller också på att anordningarna varot otillräckliga. I varje fall hade tilluften varit otillräcklig. Den generella rekommendationen i bruksanvisningar, att låta fläkten gå på basvarv större delen av dygnet, är ofta missvisande. Det finns inte två hus eller hushåll som får samma ventilation som resultat av samma inställning på fläkten. Det är därför viktigt att det individuella hushållet uppmärksammas på hur hela ventilationssystemet bör fungera och inte koncentrerar sin insats till att sköta reglerknappen. Har man mekanisk ventilation, är det viktigt att den justeras in väl och att brukarna lär sig utnyttja den. Känslan av instängdhet, dålig lukt och kondens å ena sidan och drag, buller och onödigt stor energiförlust å andra sidan blir nackdelarna med fel utnyttjad ventilation.

I samtliga hus var man nöjd med ljudisoleringen utåt. Det tjockare isoleringsskiktet och flerglasfönster dämpade de flesta ljuden tillräckligt effektivt. Inom bostaden var det emellertid svårare att få tyst. Ljud från musikanläggningar, tv, diskmaskin, kyl/frys, lekande m m blandades ohämmat. Förutom dålig ljudisolering i bjälklag, kan de öppna planlösningarna anses bära skulden. Hallar/kök/vardagsrum/allrum - samtliga är i regel helt öppna mot varann.

Denna öppenhet i planlösningen uppskattades av de flesta brukarna. Nackdelarna - buller, spridning av matos samt drag från ytterdörren - ville man dock slippa. En och annan strategiskt placerad dörr, eventuellt glasad, samt bättre ventilation skulle kanske hjälpa?

Beträffande varmvattenförbrukningen visar det sig även i denna undersökning att det finns samband mellan denna och den totala vattenförbrukningen, såtillvida att de som har låg totalförbrukning också har låg varmvattenförbrukning. Sambandet vid högförbrukning är inte lika tydligt. Kroppshygien är det mest energikrävande på varmvattensidan och i hushåll där man duschar och badar ovanligt mycket, har man en hög varmvattenförbrukning mot en relativt måttlig total vattenförbrukning. En snålspolande dusch är av allt att döma en lönsam investering!

Disk är näst kroppshygien det mest energikrävande på varmvattensidan. Maskindisk eller handdisk synes dock vara av mindre betydelse jämfört med sättet att diska. Med väl fyllda maskiner blir energiåtgången rimlig, även om handdisk i ho är och förblir energisnålast.

Tvättens energiförbrukning räknades till hushållselförbrukningen; maskinerna värmer kallvatten. Av den totala hushållselförbrukningen tog tvätten en jämförelsevis liten andel men i gengäld försvann den mesta energin i avloppet. Torkskåp eller torktumlare, anslutna till ventilationssystemet, ger också större förluster än andra hushållsmaskiner, belysning etc. Värmen i torkskåpen utnyttjades emellertid lite i projekthusen, delvis därför att man visste att de var energikrävande, delvis därför att de ansågs ineffektiva. Tvätten torkade över natten om dörren var öppen.

Den största posten i förbrukningen av hushållsel utgjorde den kylde matförvaringen. I de två hushåll där man hade lägst förbrukning av hushållsel var kyl/frys-enheterna mindre och kompletterades av ventilerat skafferi. Även om förlusterna under eldningssäsongen är små om huset är välisolerat och termostatreglerat, torde det ändå ha betydelse för energiförbrukningen om utrymmena för matförvaring är rätt dimensionerade och erbjuder alternativ i form av ventilerade och frostfria matförråd av olika slag. Flertalet hushåll uppgav sig sakna sådana.

Belysning, tv, dammsugare m fl mindre hushållsapparater stod sammantagna för en stor post i hushållselförbrukningen. Även här får man dock ta hänsyn till att de ger ett värmetillskott - dessutom när det behövs som bäst.

Om man vill spara på just hushållsel, är det av våra resultat att döma mest effektivt att: 1) undvika att torka tvätt i torkskåp eller torktumlare, 2) ha tidsstyrning på kupé- och motorvärmare samt 3) använda disk- och tvättmaskiner med viss måtta. Har man ett icke eluppvärmt hus utan termostatreglering, kan det dessutom vara idé att minska kyl/frysvolymen och ev placera frysen i ett svalt utrymme.

Inställningen till energisparande i hushållen stämmer överens med vad som kommit fram i andra undersökningar: man föredrar generellt att spara det det minst påverkar komforten och bekvämligheten. Man isolerar hellre huset än drar ner på värmen och man är positiv till tekniska lösningar som spar energi. Att sänka innetemperaturen känns svårare än att minska på ventilationen, använda tidsstyrning, utnyttja maskiner bättre eller "tänka på varmvattnet".

I denna utåt sett relativt homogena grupp hushåll - ungefär samma ålder, storlek, arbetsförhållanden och utrustningsstandard - visade sig energiförbrukningen variera högst avsevärt. Det är rimligt att förbrukningen per person sjunker för varje ytterligare hushållsmedlem vid konstant standard, men bortsett från detta finns i vårt material ingen annan förklaring till dessa variationer än skillnad i beteende; boendevanor

Lägsta förbrukning och samtidigt största sparförmåga, återfanns i de hushåll där man deklarerat sin tro på hushållssparandets betydelse och hushållens möjligheter att klara detta sparande.

3.7 DEN YTTRE MILJÖN

3.7.1 Beskrivning av området

3.7.1.1 Läge i Umeå

Carlslid, även benämnt Östra Ålidhem, är beläget i östra delen av Umeå, FIG 39. Det är en ny stadsdel, liksom Carlshöjd söder om Carlslid. De angränsande stadsdelarna Carlshem och Ålidhem tillkom några år tidigare. Däremot är Sofiehem och Gimonäs äldre stadsdelar med i huvudsak småhusbebyggelse.

Tyngdpunkten i det kommersiella utbudet i Umeå är förlagt till city. I övriga stadsdelar finns i huvudsak livsmedelsbutiker samt enstaka specialaffärer.

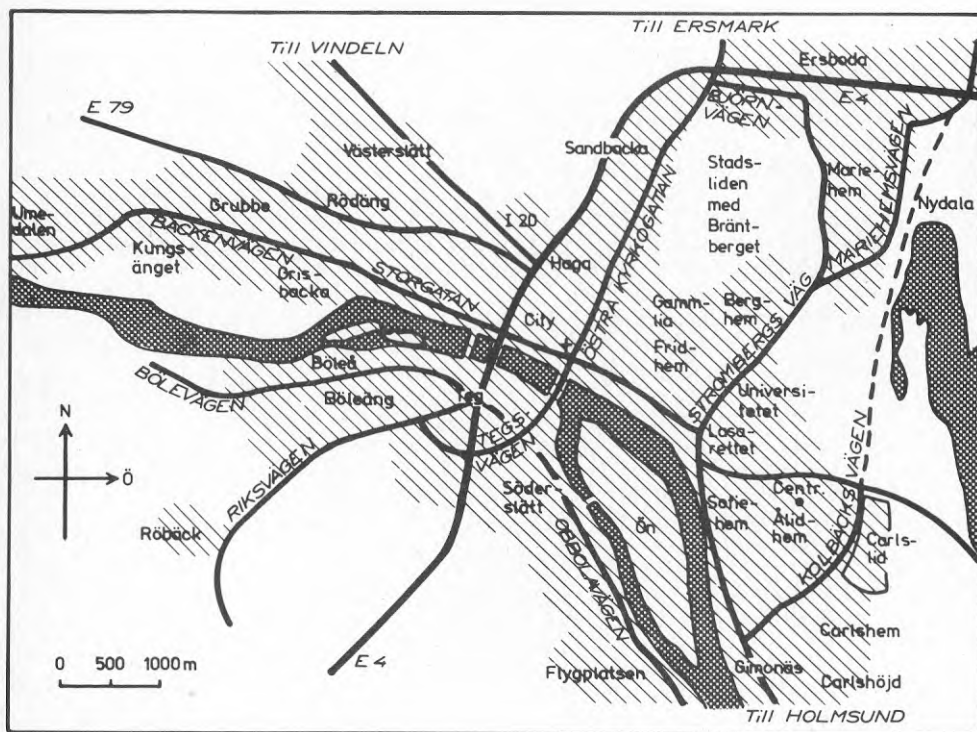


FIG 39 Umeå, översiktskarta.

Avståndet från Carlslid till city är drygt 3 km och från Carlslid till Ålidhems centrum c:a 750 m. För en gående tar det ungefär 10 min från Carlslid till Ålidhems centrum, varifrån närmaste busslinje avgår. Ingen buss går förbi eller genom bostadsområdet. Det tar mellan 15 och 20 min med buss från Ålidhem till city och omkring 10 min med bil. För att komma från Ålidhem till en annan stadsdel per buss, är det i regel lättast att först åka in till city och där eventuellt byta till en annan busslinje. I regel har busslinjerna en öst-västlig eller nord-sydlig sträckning.

Carlslid ligger c:a 30 m öh och c:a 20 m över city. Öster om Carlslid från sjöns sydspets och med riktning syd-sydväst ligger en barrskogsbevuxen moränås, vars högsta nivå är c:a 40 m öh. Carlslid är beläget c:a 5 m högre än Ålidhem och c:a 5 m lägre än Carlshöjd, varifrån det sluttar ner mot älven. Själva Carlslidsområdet är tämligen plant och det gäller också Ålidhem. FIG 39.

3.7.1.2 Bakgrundsbeskrivning till planeringen av området

Carlslid började planeras under 60-talet - det kallades då Östra Ålidhem - och var då större till ytan än nuvarande Carlslid. Där planerades för bebyggelse bestående av flerfamiljshus för c:a 3500 boende. Markundersökningar visade att planen skulle vara möjlig att genomföra, men dessförinnan skulle man vara tvungen att vidta omfattande åtgärder. Det nuvarande Carlslidsområdet består av fastmark med inslag av torv och öster därom utgörs marken främst av torv upp till 3 m djup. För att fullfölja den ursprungliga planen hade man tvingats att gräva ur myrarna och därefter återfylla dem med grus och sand. Kommunen beslöt därför att upplåta området för villabebyggelse och minskade stadsdelens storlek genom att dra en gräns längs efter fastmarkslinjen. En plan upprättades för friliggande villabebyggelse med visst inslag av radhus och områden reserverade för småindustri - totalt c:a 600 boende. Planen antogs av kommunen 1975 och reviderades något 1976. Planerad byggstart 1977. Carlslidsområdet ingick i den ordinarie tomtkön, i vilken alltså även hus från Villa 80-projektet fanns med. Projektet skulle ingå i NOLIA-mässan (1977) och Umeå kommun var intresserad av att lägga ett "energisnålt område" på Carlslid; därigenom uppfördes villorna som de första på området. FIG 40.

Man kan således se husen i Villa 80-projektet och Carlslid som ett helt vanligt bostadsområde ur planeringssynpunkt. Hänsyn till olika faktorer, som skulle kunna påverka energianvändningen beaktades ej. En aspekt på detta är exempelvis att Carlslid är beläget i omedelbar närhet av Umeå värmeverk och en värme-kulvert går snett igenom området mot Carlshem. FIG 39. Trots detta skulle ej något hus anslutas till kulverten. Friliggande villor ansågs bli för dyra att ansluta (Se vidare avsnitt 3.7.1.3).

Andra yttre faktorer såsom husens utseende och placering på tomten i förhållande till väderstrecken för att tillvarata solinstrålningen och undvika störande klimatologiska effekter - virvelvindar, blåsiga gator, snödrev osv - har inte heller haft inverkan på planeringen. Däremot har man försökt tillvarata

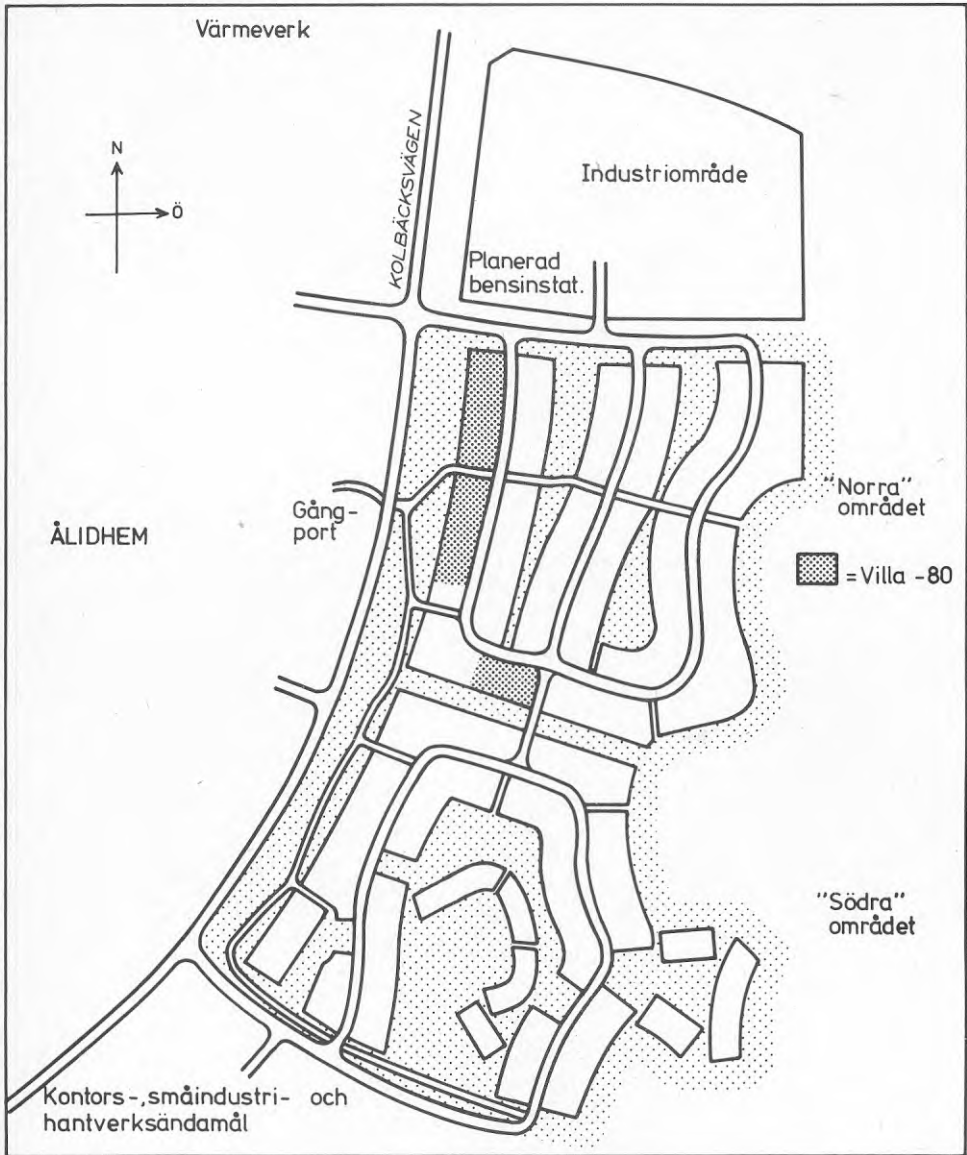


FIG 40 Carlslid, översiktskarta.

områdets naturliga avgränsning mot myren och låter därigenom gatorna gå i svaga kurvor. FIG 40. Dessutom uppmanas villaägarna på Carlslid att bygga staket mot gatan och plantera buskar och häckar för att ge intryck av gammal villabebyggelse. Ur energibesparingssynpunkt kan det ha den effekten att det i viss mån hindrar vindar att helt blåsa runt villorna, men detta har ej varit det primära syftet. Däremot kan snö runt husen ha isolerande verkan.

I rapport från byggskedet /Jonson, 1978/ framhålls det att husens traditionella utformning och den uteblivna anslutningen till värmeverket kan ha berott på att tiden för utveckling och projektering var mindre än ett halvt år. Byggnadsnämnden gav byggfirmorna fria händer inom stadsplanens bestämmelser vad gällde husplacering på tomten och utformningen av husen.

3.7.1.3 Nuläge

Carlslid är till stor del färdigbyggt. I "Norra området", FIG 40, kvarstår ett fåtal tomter och i "Södra området" där inslag av radhusbebyggelse finns pågår fortfarande byggverksamhet. Villaägarna har till stor del behållit träd på tomten. Öster om Carlslid finns fortfarande skog och mot industriområdet i norr en skogsskärm. Gångvägen mellan Kolbäcksvägen och bostadshuset har färdigställts under hösten 1979. Kolbäcksvägen planeras att byggas ut för anslutning till E4 öster om Mariehem, FIG 39, och därigenom kommer den syd- och nordgående tunga trafiken till och från uthamnen i Holmsund att passera Carlslid. Dessutom är en trämassefabrik belägen i Gimonäs och i Carslids norra del finns en fabrik för färdig betong; bredvid den planeras en bilvårdsanläggning. FIG 40.

För gående och cyklande till Älidhem finns en gångport under Kolbäcksvägen från områdets norra del och eventuellt kommer en gångport att byggas strax norr om södra infarten till Carlslid.

Vad gäller uppvärmningen av området har en revidering av planerna skett såtillvida att södra området har anslutits till fjärrvärmenätet och utgör nu ett provområde. Vid kontakt med värmeverket uppges att en utvärdering kommer att göras om några år. Områdets norra del uppvärms med el. Av övriga områden, som är anslutna till fjärrvärme, kan nämnas Carlshöjd och Carlshem samt Mariedal och Marieberg (norr om Mariehem), FIG 39. Även Ersboda ansluts till fjärrvärme. Gemensamt för de nämnda områdena är att de utgörs av gruppbebyggelse. Södra Carlslid är alltså första området med friliggande, ej grupphusbyggda villor, som ansluts till fjärrvärme.

3.7.2 Villa 80-projektet

3.7.2.1 Husens läge inom området

De aktuella husen är belägna i nordvästra delen av Carlslid, FIG 40, och de var de första husen som började byggas inom området. Hus byggda av samma företag är uppförda bredvid

varandra men med olika teknisk utrustning; det ena benämnt Villa 70 och det andra Villa 80. De yttre betingelserna är alltså lika för de i projektet ingående husen. Vad gäller de tekniska beräkningarna och hänsynstaganden till klimatförhållandena ifråga om energiåtgång samt husens utformning hänvisas till den tekniska utvärderingen av projektet.

Samtliga hus har ingång från gatan, vilket alltså innebär att grönytorerna är belägna på "baksidan". De västra husen har sålunda möjlighet att få uteplatsen solbelyst under en stor del av dygnet sommartid och likaså de södra husen. De östra däremot har sol på uteplatsen främst under förmiddagen.

Kommunen har informerat om att ett anslag finns till förfogande för de boende inom norra området för iordningställande av grönytorerna mellan husen. En samfällighetsförening har bildats, i vilken flera av de boende inom Villa 80-projektet har olika uppdrag. Kommunen har alltså överlåtit till de boende att själva bestämma över delar av området.

3.7.2.2 Serviceutbud för dagligvaruinköp

Inom Carlslid finns f n ingen dagligvarubutik. Den närmast belägna servicen finns i Ålidhems centrum: två livsmedelshallar samt en större kisok, som även för livsmedel och har kvällsöppet. Dessutom finns livsmedelsbutiker mellan lasarettet och Sofiehem samt på Carlshem. FIG 39.

3.7.2.3 Övrigt serviceutbud

Ålidhems centrum är ett köpcentrum under tak och annonsplacering med allehanda anslag står på innerområdet. Där inryms, förutom livsmedelsförsäljning och kiosk, även vårdcentral, bank och post. Dessutom finns konditori med servering, pizzabutik, affär för barnkläder, urmakare, klippotek, föreningslokal, blomsterhandlare, grillkiosk och restaurang. Tidigare har det bl a funnits kemtvätt och bibliotek. Det sistnämnda är numera inrymt i högstadieskolans lokaler vid centrum. Även kvarterspolisen har lokaler vid Ålidhems centrum.

Inom Ålidhemsområdet finns daghem och skolor upp till gymnasienivå. Skolor och daghem finns även inom Carlshem och Sofiehem samt daghem inom södra området på Carlslid.

Närmaste bilvårdsanläggning med viss livsmedelsförsäljning är belägen på Carlshem vid Kolbäcksvägen.

3.7.3 Områden inom vilka de boende rör sig

De på kartorna markerade områdena utgör stadsdelar eller på annat sätt avgränsbara områden; exempelvis "city" eller "lasarettet". I figurerna 41-43 betraktas varje person som en. Däre-

mot utgör familjen grund för figurerna 44 och 45 men en uppdelning har gjorts på vuxna och barn.

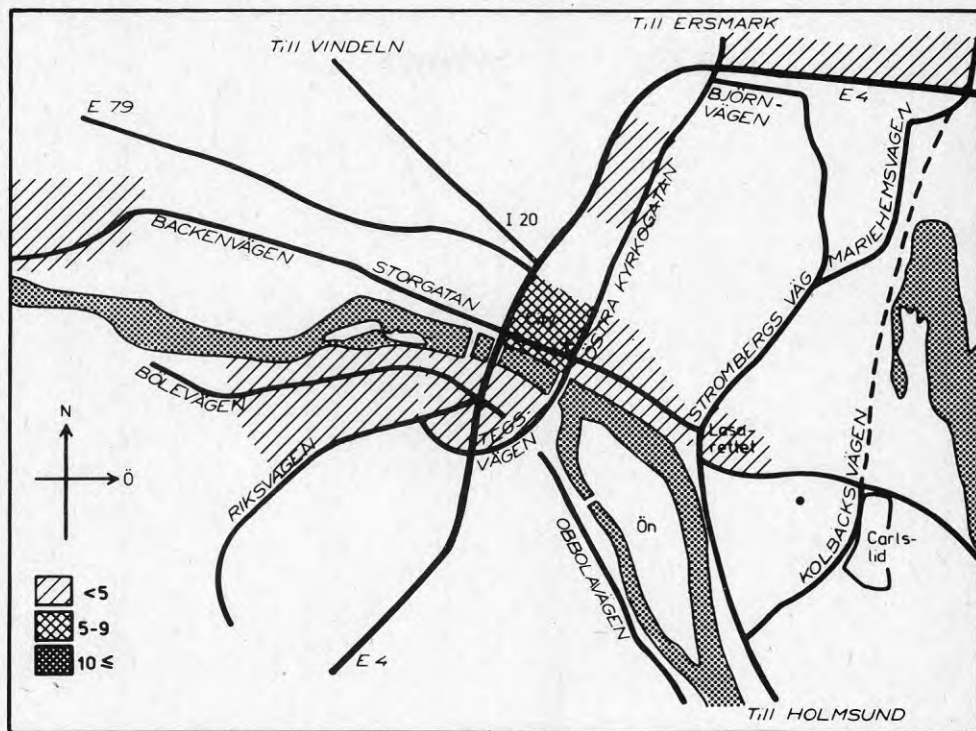


FIG 41 Männens arbetsplatser
(Siffrorna anger antal personer
för varje skraffering).

3.7.3.1 Arbete, skolor, daghem

Männens arbetsplatser är mer spridda inom Umeå än kvinnornas, FIG 41 och 42, men i båda fallen är det en koncentration till city. För männens del förekommer jourtjänst och delvis oregelbundna arbetstider samt för kvinnornas hel- och deltid samt hemarbetande.

Barnens vistelse i skolor och daghem är koncentrerade till Älidhemsområdet, vilket är ganska naturligt, FIG 43. De avvikelser som förekommer gäller dels daghemsvistelse, dels gymnasieskola inom Fridhemsområdet, FIG 39.

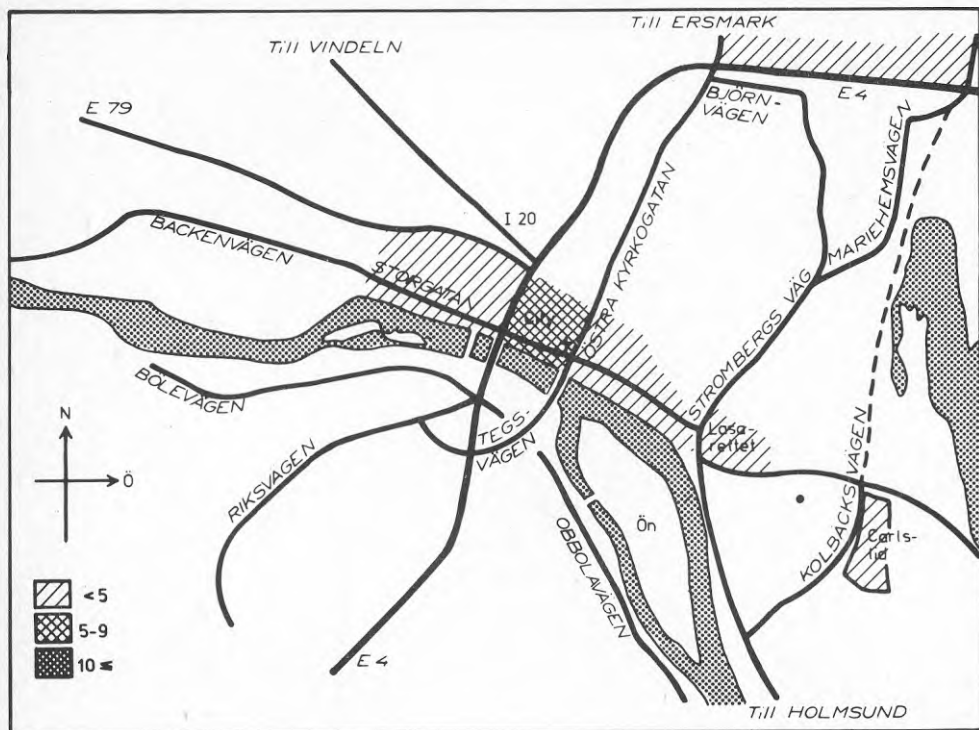


FIG 42 Kvinnornas arbetsplatser
(Siffrorna anger antal personer
för varje skraffering)

3.7.3.2 Dagligvaruinköp och övrigt serviceutbud

Nästan alla familjer gör inköp i Ålidhems centrum, men av olika omfattning och frekvens. Något färre uppger att de även gör inköp i city eller enbart/oftast i city. Dessutom sker kompletteringsinköp "på hemvägen" i området söder om lasarettet. En familj gör sina inköp i första hand på Carlshem. FIG 39.

Vad gäller det övriga serviceutbudet (post, bank, urmakare m m) på Ålidhem, uppger bara några få familjer att de använder i stort sett allt. Posten användes i likhet med vårdcentralen - när de behövs. Ett fåtal familjer har nämnt bank, bibliotek eller pizzeria och några grupper att de främst utnyttjar utbudet i city.

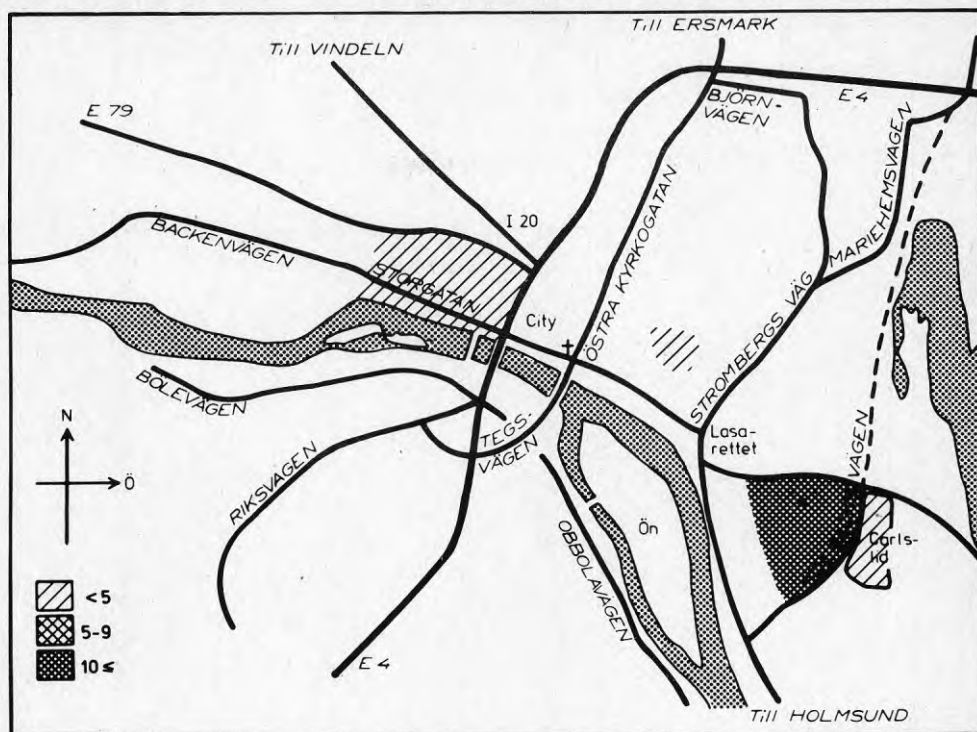


FIG 43 Barnens skolor och daghem
(Siffrorna anger antal personer
för varje skraffering)

3.7.3.3 Fritiden

Barnen utnyttjar en större del av Umeå för sin fritid än vad de vuxna gör. FIG 44 och FIG 45. De områden som är skrafferade i figurerna har angetts av föräldrarna, liksom de nedan uppräknade aktiviteterna.

Inom bostadsområdet ägnar man sig ofta åt huset och tomten eller någon hobby. De yngre barnen leker på gatan, lekplatsen eller hos någon kamrat i närheten. Uteplatsen och tomten används flitigt av de flesta under den varma årstiden. Flertalet av de boende odlar grönsaker (av olika omfattning) och även bärbuskar. Endast några få uppger att de använder området öster om Carlslid - "det är mest ris och sankmark".

Inom Älidhems- och Sofiehemsområdet förekommer dels aktiviteter, som anordnas genom skolan för barnen, dels dans och gymnastik. Dessutom finns utomhusplaner - sommartid bollspel och vintertid skridskoåkning - och ungdomsgård. Vidare har kyrkan ungdomsverksamhet.

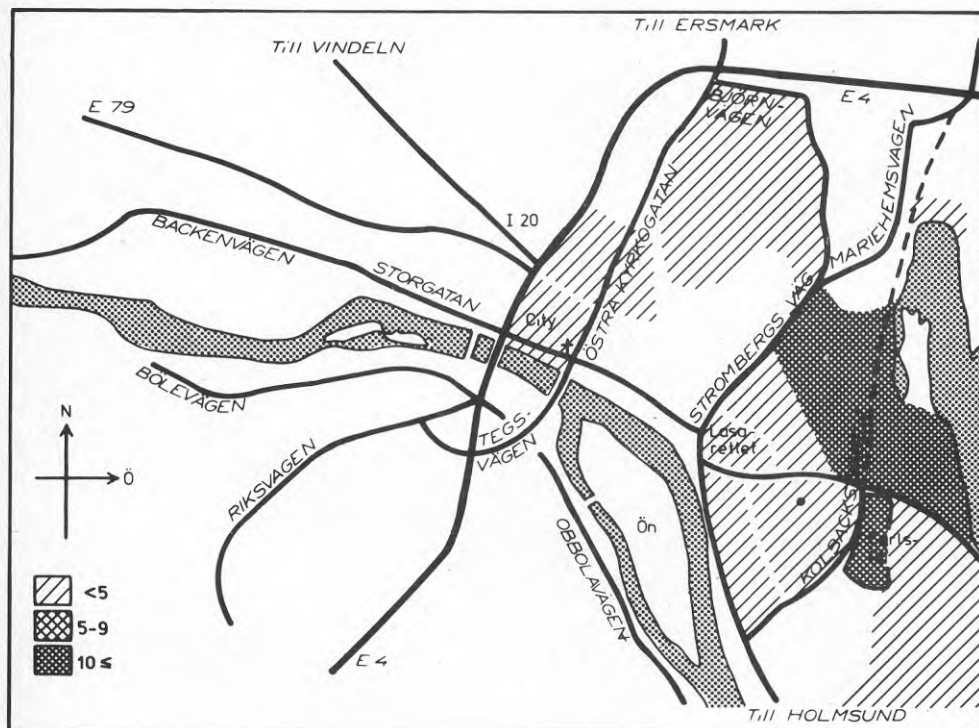


FIG 44 Områden inom Umeå som de vuxna använder för sin fritid (Siffrorna anger antal familjer för varje skraffering).

Öster om lasarettet finns ett badmintoncenter och inom lasarettsområdet finns gymnastiklokaler. Området norr om Carlslid, kring den planerade förlängningen av Kolbäcksvägen, utnyttjas bl a för den s k Mulleskolan, men mest används träningsspåret ("Studentspåret") - dels för jogging, dels för skidåkning. Norr om sjön, vid Nydala, finns en badplats.

I Stadslidens södra del är Gammlia-området beläget. FIG 39. (Inom området finns läns- och friluftsmuseum). Stadsliden är ett grönområde med talrika stigar och om vintern skidspår. Bräntberget ligger i dess norra del och vintertid bedrivs slalomskola för barn. Väster om Gammlia ligger sporthall och simhall

på Hagaområdet. Inom det sistnämnda och på Fridhem finns gymnastiklokaler där man idkar bollspel och gymnastik.

I city bedrivs olika slag av kursverksamhet och i området väster därom ligger ridhus och även gymnastiklokaler. Ännu längre västerut finns lokaler för bl a styrketräning.

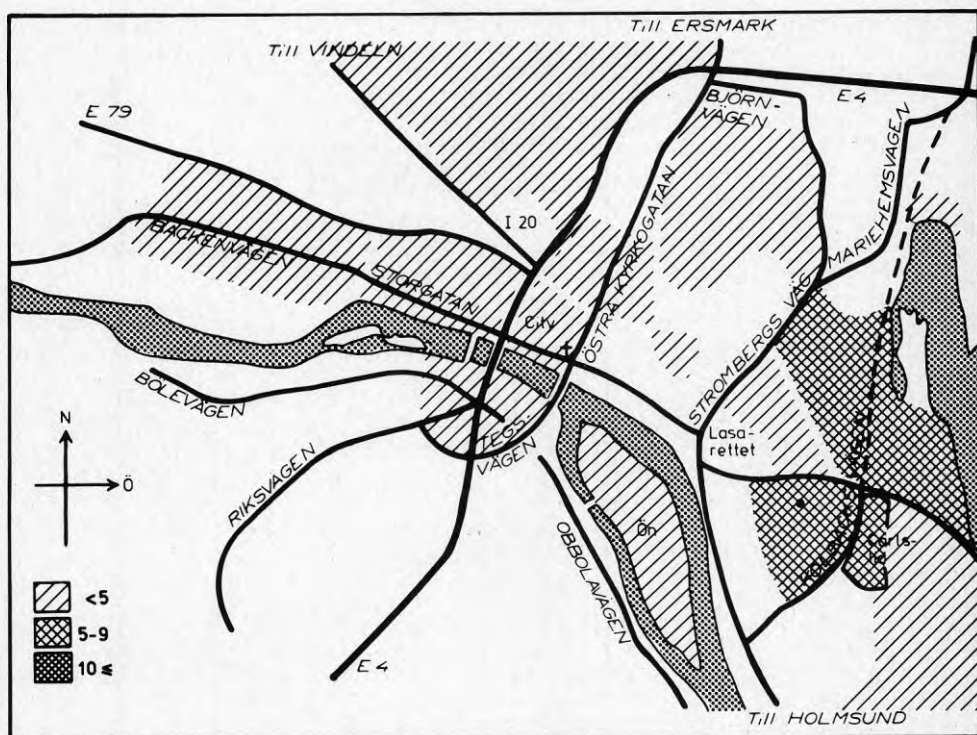


FIG 45 Områden inom Umeå som barnen använder för sin fritid (Siffrorna anger antal familjer för varje skraffering).

En ishall är förlagd till Tegsområdet och på Ön bedrivs hunddressyr. Norr om det militära kasernområdet I-20 finns träningsspår och vintertid skidspår. Sådana finns också sydost om Carlshöjd.

Förutom de ovan nämnda, bedrivs också aktiviteter utanför Umeå. Bl a utförsäkring både några mil inåt landet och i fjällen. Några familjer har sommar- eller sportstuga och ett fåtal utnyttjar husvagn. Sportfiske har ett par familjer nämnt och en familj har ett stort intresse för scooter-åkning. Sådana aktiviteter rör sig också utanför länet. Även barnens aktiviteter enskilt rör sig delvis utanför länsgränserna, bl a bordtennistävlingar. Några mil söder

om Umeå ligger ett havsbad. Endast en familj har nämnt att de använder bilen för att "titta" på Umeås omgivningarna inom c:a 10 mils radie.

3.7.3.4 Transportmedel

För transport till arbetet använder samtliga män bil. Någon gång används i enstaka fall cykel eller buss. Kvinnorna däremot åker egen bil/samåker med mannen i ungefär hälften av fallen medan resten går/cyklar eller åker buss. Vad gäller barnen går eller cyklar flertalet, eftersom majoriteten har sin skolgång förlagd till Ålidhemsområdet. De övriga åker buss eller - om tillfälle ges - någon enstaka gång bil med någon av föräldrarna.

Dagligvaruinköpen görs i regel per bil men man går eller cyklar också. En familj har nämnt buss. Oftast är det kvinnorna som handlar men vid större veckoköp är även mannen med i de flesta fallen.

Även för fritidssysselsättningarna används som regel bil. Det gäller också för transport till närliggande områden. Barnen får oftast skjuts av någon av föräldrarna eller åker buss ena vägen och bil den andra. Här förekommer också i några fall samåkning mellan familjer vid gemensamma aktiviteter.

3.7.4 Synpunkter från de boende

Alla familjer har synpunkter på kommunikationerna. Även om man inte använder buss anser man att det borde gå en busslinje efter Kolbäcksvägen och någon har också antytt att det borde gå en buss genom området, men de flesta är motståndare till en sådan sträckning. Det har också förekommit farhågor för mera buller och trafik och oro för barnen när Kolbäcksvägen byggs ut. Man anser dessutom i flertalet fall att busshållplatsen ligger för långt bort från området för närvarande och att busskommunikationerna fungerar dåligt.

Vad gäller serviceutbudet varierar synpunkterna från att "det finns det man behöver" till att "det finns inte så mycket". Några välkomnar den planerade bilvårdsanläggningen - kan innebära "nära till mjölk m m" om den har ett bredare serviceutbud - medan andra gärna vill vara utan den.

Man efterfrågar också fler möjligheter för barnen till aktiviteter utomhus inom området, bl a en ishockeyplan. Gärna också ett skidspår alldeles i närheten. Det har även kommit önskemål om kvartersbiograf och kurslokaler och också om en motionslokal.

De kontakter man har med övriga "Villa 80-boende" är i regel vanliga grannkontakter - man talas vid över staketet. I några fall har man berört tekniska resultat, men det är mera undantag än regel. Alla känner till samfällighetsföreningen, som bildats för "norra" området och några av de boende i Villa 80 har styrelseuppdrag, men vid "skräpsamlardagen"/röjningen hösten

1979 hade inte samtliga möjlighet att vara med. Några menar att man genom föreningen i viss mån kan påverka den fortsatta utformningen av området. Enligt uppgift har bl a diskuterats hur den under hösten 1979 uppröjda grönytan ska användas, var en eventuell busshållplats bör ligga och en hastighetsbegränsning inom "norra" området. Föreningen har också haft kontakter med kommunen om färdigställande av gång- och cykelvägar.

Det är några familjer som anser att de inte har fått någon speciell information från kommunen sedan inflyttningen, medan andra nämner en några timmar lång information. Kommunen kallade enligt uppgift samtliga delägare till en förrättning i början av sommaren 1979 där information gavs bl a om samfällighetsföreningen och om planer för intilliggande områden och också om Kolbäcksvägens utbyggnad och den planerade bilvårdsanläggningen.

I regel trivs man (bra) i området. Det anses lugnt och barnvänligt och även om några hyser oro med tanke på alla skrivelser om Ålidhemsområdet (bl a om "Ålidhemskravallerna" när avverkningarna för den nu färdigbyggda högstadieskolan började; Ålidhem är delvis studentbostadsområde och många diskussioner har förts i lokalpressen om området), verkar skolorna fungera bra och barnen trivs enligt föräldrarna. Några kan också tänka sig att flytta, fast i så fall är det inte området som sådant utan det kan vara att man kanske skulle vilja ha ett annat hus eller en annan typ av boende. I något fall skulle man gärna vilja flytta tillbaka dit där man bodde tidigare (en familj har flyttat på grund av arbetet), men synpunkter har också framkommit om att området inte är "inbott" ännu och att de flesta har haft mycket arbete med hus och tomt. Någon har menat att "Carlslid inte är liktydigt med Ålidhem" eftersom Kolbäcksvägen utgör en skiljelinje mellan dem. Detta sagt mot bakgrund av ovan nämnda skrivelser. Dessutom är Carlslid ett villaområde och Ålidhem utgörs av flerfamiljshus.

3.7.5 Sammanfattande synpunkter

Det är rimligt att tänka sig att speciella planeringstankar har legat bakom Villa 80-projektet beträffande den yttre utformningen av husen, deras läge på tomten och den yttre miljön med inriktning mot att hålla nere energiåtgången.

Man skulle t ex kunna ta hänsyn till husens läge ur exponeringssynpunkt för solinstrålning, eventuella kallluftsstråk, topografi, klimatförhållanden o s v. Sådana hänsynstaganden borde ge vissa konsekvenser vad gäller planeringen med både positiva och negativa förtecken för de boende. Det finns exempelvis förespråkare för "hus" byggda i princip helt under jord och vinsten är sparad energi, men förlust av dagsljus. Å andra sidan experimenthus "av glas", som använder solenergi, med ytor som måste mörkläggas vid för stark instrålning eller för att förhindra utstrålning av värme.

Har då ur energisynpunkt speciella planeringsfaktorer inverkat vid skapandet av Villa 80-området och vid utformningen av husen? Nej, förutom det att det inte någon annanstans i kommunen

satsades på samma sätt i ett koncentrerat område att bygga välisolerade och förhoppningsvis energisnåla hus, delvis med mer eller mindre avancerad teknisk utrustning.

Av det ovan redovisade framgår att Carlslid kan anses som ett bostadsområde bland andra i Umeå. Planerna för hur bebyggelsen skulle se ut ändrades jämfört med de ursprungliga, men det skedde inte på grund av Villa 80-projektet. Genom att området kom att bebyggas med friliggande villor och antalet boende därmed minskade i förhållande till de ursprungliga planerna, ville man se Carlslid som "en del av Ålidhem". Det ursprungliga namnet var också "Östra Ålidhem". De resultat, som har redogjorts för utifrån intervjuerna, särskiljer förmodligen inte de Villa 80-boende från övriga inom området. Det finns alltså ingenting som tyder på att den yttre miljön för Villa 80 planerades ut speciell energibesparingssynpunkt, om man undantar husen och deras utrustning, men där hänvisas till den tekniska utvärderingen.

Bebyggelseplaner låser bostadsområdenas utformning för lång tid framöver. Där finns olika faktorer, som påverkar total energigång. Bostaden och bostadens utformning är givetvis av stor betydelse i detta sammanhang, men även närmiljön kan ha inverkan. Personer, som flyttar in i ett nytt område under uppbyggnad, utsätts för många störande moment. De är medvetna om det och anpassar sig oftast. Däremot kan deras kunskaper om området variera beroende på vilken information de har fått eller själva tagit reda på, och därmed deras möjligheter att utnyttja sin närmiljö. Tidigare boendeförhållanden och vanor har också betydelse för hur personerna utnyttjar det nya området och vilka förväntningar de ställer på det. Man är kanske van vid att utnyttja vissa utbud för sin fritid och fortsätter att åka till det tidigare utbudet, trots att samma möjligheter finns inom gångavstånd i det nya bostadsområdet. Man är inte medveten om energiförbrukningen eller anser den underordnad sin egen trivsel. Förhållanden som kan påverka utnyttjandet av närmiljön är just trivseln med/i området, gemenskapen med övriga boende. En annan synpunkt på närmiljön är möjligheterna att påverka - bestämma över sin närmaste omgivning; exempelvis att påverka beslut om lekplatser, parkeringsytor o s v, som kan ha betydelse för boendemiljön. Inom Carlslid kan, som redovisats, de boende till viss del påverka sin närmiljö.

En annan faktor, som har inverkan på energianvändningen, är var arbetsplatser, skolor, affärer o s v lokaliseras i förhållande till bostadsområden. Man kan också vända på det och fråga sig hur bostadsområden lokaliseras i förhållande till befintligt utbud. Alla kan dock inte bo i absoluta närheten av befintligt utbud. Därför är det av betydelse vilka kommunikationer, som står till buds i nya - och även "gamla" - bostadsområden för de boende, som förväntas utnyttja befintligt service på annat håll. Detta gäller ju naturligtvis även transport till arbetsplatser o s v. Om inte allmänna kommunikationer - exempelvis buss - finns inom några minuters gångavstånd, innebär det att om de boende har tillgång till bil utnyttjas den i första hand. Eller också skaffar familjen ytterligare en bil, vilket i flera fall har skett i den undersökta gruppen.

Olof Eriksson, BFR, anför i en diskussionspromemoria om kommunal energiplanering /ProKE-gruppen, 1976/ bl a: "... Bebyggelsens typ och lokalisering påverkar energikonsumtionen men

bestäms genom fysisk planering med byggnadslagstiftningen som grund. . . . Men det är värt att notera att byggnadslagstiftningen redan fått bestämmelser som innebär krav på god energihushållning i samhällsplanering och byggnadsutformning. Här har alltså kommunernas byggnadsnämnder redan nu fått viktiga uppgifter inom energikonsumtionsområdet . . . "

I ett diskussionsmaterial från SIB /Carlestam, 1977/ framhålls att det är nödvändigt med kunskap om de komplicerade beroendeförhållandena mellan energiförsörjningssystem, energianvändning och bebyggelsemönster för att väga in energiaspekter i den fysiska planeringen vid utformning och bedömning av alternativa planer och för att välja energiförsörjningssystem. Vidare sägs att bebyggelsemönstren är trögföränderliga. "Forskning som syftar till att finna nya resurssnåla bebyggelsemönster kan således få genomslagskraft först på lång sikt." Man ställer också frågan om stora delar av den byggda miljön kommer att överges när energipriserna flerdubblas "och endast de delar utnyttjas som till rimliga kostnader kan bindas samman med transporter och försörjningssystem".

Man säger vidare att i och med ett ökat småhusbyggande - liktydigt med utglesning av bebyggelsen - blir kollektivtrafikunderlaget för litet, vilket t ex ökar behovet av privatbilar, och att man måste anpassa uppvärmningssystemet till en glesare bebyggelse "med ev åtföljande högre kostnader och eventuell sämre energihushållning". Dessutom framhålls att de som "väljer att bo i småhus gör det bl a utifrån en avvägning av privatekonomiska kostnader" vilka är något annat än samhällsekonomiska. "Det är inte möjligt för den enskilde att bedöma de samlade externa effekterna av t ex en viss boendeform, eftersom kommunerna själva inte har någon klar uppfattning om de kommunalekonomiska konsekvenserna och ännu mindre om de samhällsekonomiska. "

Mot bakgrund av vad som ovan har anförts är det alltså av vikt att energitänkandet förs in på ett tidigt stadium i den fysiska planeringen, och att man förutom hänsynen till de boendes trivsel och förmåga att utnyttja både bostad och närmiljö, även för in sådana aspekter såsom vilken typ av bebyggelseplanering som begränsar den totala energiåtgången.

Materialet har bearbetats utifrån månadsförbrukningarna i respektive hus och avsikten har varit att finna tänkbara samband mellan olika ingående faktorer. Grunddata redovisas. BILAGA 3.

Bearbetningen har skett med hjälp av programmen SPSS och SAS. Sambanden har i huvudsak sökts med regression och stegvis regression och genom plott av variablerna.

Undersökta samband

Total elförbrukning per dygn och dygnsmedeltemperatur utomhus

Metod: Plott

Ett klart samband finns. Spridningen är begränsad kring en anpassad linje.

Månadsförbrukning totalt och graddagar

Metod: Plott, regression

Ett signifikant linjärt samband med förklaringsgraden ($r^2 =$ korrelationen i kvadrat) större än 0,90 finns i tretton hus. I hus 9 finns ett mindre klart samband och korrelationen 0,42.

Regressionslinjens ekvation för de olika husen kan om $x =$ graddagar och $y =$ energiförbrukning skrivas:

Hus 1	$y = 3,03 x + 178$
Hus 2	$y = 1,79 x + 934$
Hus 3	$y = 2,23 x + 701$
Hus 4	$y = 2,78 x + 360$
Hus 5	$y = 2,88 x + 257$
Hus 6	$y = 3,10 x + 92$
Hus 7	$y = 2,37 x + 561$
Hus 8	$y = 2,51 x + 454$
Hus 9	$y = 1,07 x + 849$
Hus 10	$y = 3,59 x + 860$
Hus 11	$y = 2,20 x + 91$
Hus 12	$y = 3,01 x + 293$
Hus 13	$y = 3,69 x + 296$
Hus 14	$y = 4,11 x + 617$

Lutningskoefficienten indikerar hur energiförbrukningen förändras vid förändring av temperaturskillnaden ute - inne. Intercepten bestäms bl a av de familjeberoende variablerna varmvatten och hushåll.

Månadsförbrukning hushåll + varmvatten och graddagar

Metod: Plott, regression

Den sammantagna familjeberoende variabeln hushåll + varmvatten har inget klart linjärt samband med graddagar i åtminstone 11 av husen. Förklaringsgraden är av storleksordningen 0,1.

I hus 11 indikerar förklaringsgraden 0,83 att ett samband finns. Även i husen 13, 14 finns en antydning till att ett samband - förklaringsgrad 0,58 respektive 0,55.

Det finns inget klart linjärt samband mellan hushållsförbrukningen och graddagarna med undantag för hus 11, där förklaringsgraden är 0,85. Även hus 13 har högre värde (0,53) än genomsnittet.

I sambandet mellan varmvattenenergi och graddagar har husen 1, 5, 7 ett r^2 omkring 0,50, hus 13 omkring 0,35, medan övriga hus har ett värde mindre än 0,1.

I huvudsak är energiförbrukningen för hushåll och varmvatten konstant och oberoende av graddagarna. De samband som konstaterats för enskilda hus kan till viss del förklaras. Husen 1, 5 och 7 har värmepumpar som arbetar med luft. Luftens temperatur påverkar kapaciteten därför finns sannolikt samband mellan energiförbrukning och graddagar. Samband som finns i övriga tre fall kan ha sin förklaring i boendevanor i kombination med husens tekniska funktion. Hushållsförbrukningen påverkas av belysning. Belysningen är inte kopplad till graddagarna direkt, men perioden med kyla sammanfaller med den mörka perioden. Detta kan ha betydelse i de mycket välisolerade husen 11 och 13.

Månadsförbrukning radiatorvärme och graddagar

Det finns ett klart linjärt samband mellan energin till uppvärmningssystemet och graddagarna. Sambandet ger en förklaringsgrad över 0,8 (korrelation över 0,9) i flertalet hus. I hus 9 är dock sambandet mindre uttalat med $r^2 = 0,46$. Det kan förklaras av att uttaget av energi från marken i jordvärmesystemet ökar i förhållande till tillförda energin när temperaturen sjunker.

Regressionslinjens genomsnittliga ekvation för radiatorvärmens blir om $x =$ graddagar och $y =$ energiförbrukningen:

$$y_2 = 2,41 x - 172$$

Motsvarande ekvation för månadsförbrukningen totalt blir:

$$y_1 = 2,74 x + 467$$

Skillnaden blir:

$$y_1 - y_2 = 0,33 x + 639$$

Skillnaden $y_1 - y_2$ är ett mått på energiförbrukningen för hushåll och varmvatten. Med hjälp av regressionslinjernas ekvationer kan motsvarande värden för de olika husen bestämmas. I skillnaden innebär en låg lutningskoefficient, k , (första faktorn) att totalförbrukningens och uppvärmningens regressionslinjer har ungefär samma lutning. Ett lågt kx innebär att man i huset haft konstanta hushållsvanor.

Hus	$y_2 =$	$y_1 - y_2 =$
1	2,23x-432	0,8 x+610
2	1,72x+ 95	0,07x+839
3	1,93x+ 31	0,30x+670
4	2,57x-427	0,21x+787
5	2,71x-528	0,17x+785
6	2,85x-349	0,25x+441
7	2,00x+ 4	0,37x+557
8	2,29x-131	0,22x+585
9	1,09x+237	0,02x+612
10	3,40x+ 73	0,19x+787
11	1,77x-196	0,43x+287
12	2,71x-243	0,30x+536
13	3,03x-458	0,66x+754
14	3,55x- 78	0,56x+695

Varmvattenförbrukning och kallvattenförbrukning

Metod: Plott

Något klart linjärt samband mellan förbrukning av energi för varmvattenberedning (kWh) och total förbrukning av kallvatten (m^3) går inte att finna. Dock finns tendensen att husen med särskilt låg varmvattenförbrukning också har särskilt låg total vattenförbrukning. Husen med värmepump för varmvattenberedning (5, 7, 9) har extremt hög total vattenförbrukning.

Kallvattenförbrukning och familjestorlek

Metod: Plott

Något klart samband finns inte. FIG 46.

Hushålls- + varmvattenförbrukning och familjestorlek

Metod: Plott

Något klart samband finns inte. FIG 47.

Hushållskonsumtion och familjedata

Metod: Stegvis regression

Om man som modeller undersöker hushålls- och varmvattenförbrukningen som funktioner av kallvattenförbrukning, familjestorlek, hemmamammor och hemmabarn finner man att klara linjära samband saknas. Som mått på sambandet används $r^2 =$ förklaringsgraden = korrelationen i kvadrat.

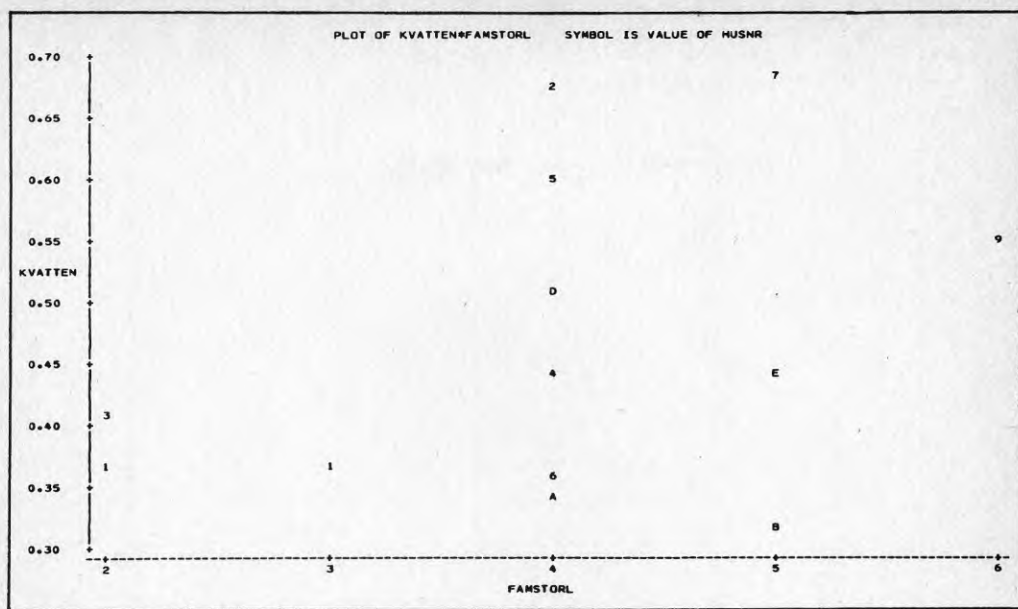


FIG 46 Kallvattenförbrukning ($m^3/dygn$)
som funktion av familjestorleken

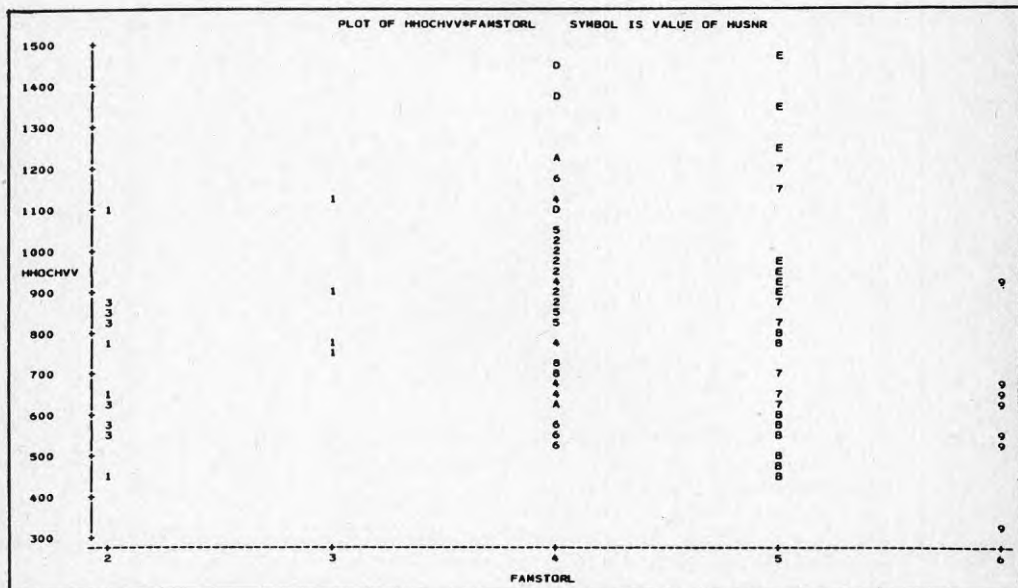


FIG 47 Månadsförbrukningen av energi
till hushåll och varmvatten som
funktion av familjestorleken

Modell 1 - Hushållsförbrukning

Steg 1	variabel hemmamammor	$r^2 = 0,013$
Steg 2	" hemmabarn	$r^2 = 0,018$

Modell 2 - Varmvattenförbrukning

Steg 1	variabel familjestorlek	$r^2 = 0,038$
Steg 2	" kallvattenförbrukning	$r^2 = 0,084$
Steg 3	" hemmabarn	$r^2 = 0,121$
Steg 4	" hemmamammor	$r^2 = 0,136$

Modell 3 - Lika modell 2 men för summan av hushålls- och varmvattenförbrukning.
 r^2 blir då från 0,022 - 0,080.

Olika förluster och graddagar

Metod: Stegvis regression

Försök har gjorts med hjälp av energibalansformeln och stegvis regression fastställa olika förlusters och gratisenergins storlek i olika hus. De olika variablerna undersöktes som funktion av graddagarna olika månader. Några säkra resultat gick inte att erhålla med det begränsade materialet som omfattade 18 månadsvärden per hus. För t ex hushållsenergins förluster erhöles genom variationen olika månader konfidensintervall från 0 till 100%.

Slutsatser

Totala energiförbrukningen, liksom energiförbrukningen för uppvärmning, är direkt beroende av utetemperaturer eller graddagarna genom ett klart, i de flesta fall signifikant, linjärt samband.

De familjeberoende variablerna varmvatten och hushållsel har i detta material varken var för sig eller sammantagna visat sig vara beroende av de undersökta faktorerna, utetemperatur, graddagar, kallvattenförbrukning eller familjedata som familjestorlek, hemmamammor och hemmabarn. Inte heller har hushålls- eller varmvattenförlusterna visat sig följa några givna mönster.

Detta innebär att de familjeberoende variablerna mer är beroende av de olika familjernas individuella beteenden än t ex familjernas storlek och sammansättning. Sannolikt spelar ett antal olika delbeteenden roll för den slutgiltiga förbrukningen.

Storleken hos förlusterna från varmvatten eller hushållsel har inte gått att fastställa. En stor förbrukning av energi för varmvatten och som hushållsenergi bör dock i många fall innebära ökade totala förluster och därmed ökad total energiförbrukning. En mindre del av denna energi utnyttjas för uppvärmning än energi som direkt tillförs som radiatorvärme.

5 HUSET, TEJNIKEN OCH MÄNNISKAN

- Man kan byggnadstekniskt åstadkomma relativt energisnåla lösningar inom ramen för SBN 75.
- Man kan också - åtminstone i norrlandsklimatet - åstadkomma ännu energisnålare, ekonomiskt motiverbara lösningar genom att höja kraven på isolering och täthet.
- Täthetslösningen med obruten plastfolie bör inte vara den slutgiltiga lösningen. Så länge den användes måste dock kraven på en kombination av god byggt teknik och god mekanisk ventilationsteknik accentueras.
- Man måste eftersträva helhetslösningar. Planlösning och husutformning, liksom husens placering i väderstreck, kan i hög grad påverka energisnålheten och måste utgöra basen för de tekniska lösningarna.
- Tekniken behöver inte och får inte vara komplicerad. "Teknikerjulgranar" ger inte alltid de snålaste lösningarna.
- Flertalet boende är inte tekniska fantasier eller energisparfantasier. Husen skall fungera energisnålt utan stora insatser i form av omställningar, injusteringar och ständig jakt på kilowattimmar.
- Tekniken måste även i fortsättningen ställa upp mot kraven på komfort och standard. I föreställningarna om bekvämlighet ingår att tingen omkring oss skall fungera. Tillförlitlighet, effektivitet och driftsäkerhet är därför viktigare än tekniska finesser.
- Ventilationssystemen är ett problem. Riktig anpassning både när det gäller komfort och energibesparing är väsentlig. Normkraven måste också anpassas till dessa verkligheter.
- Kunskaperna om bra lösningar måste ökas hos projektörer, installatörer, servicefolk och - inte minst - hos brukarna. De senare måste få information om hur husen och anordningarna fungerar för att kunna utnyttja dem på ett effektivt sätt. Brist på kunskap i dessa avseenden medför att sparansträngningarna kan bli missriktade och ge dålig utdelning.
- Det faktum att vi alla beter oss olika i vårt boende, medför att funktionella grundkrav måste ställas. Slutlösningarna bör samtidigt vara så flexibla att de kan anpassas till olika boendevanor.
- Industrin, byggmyndigheter och Konsumentverket måste ta ett gemensamt ansvar för att insatserna för energibesparing i hushållen inte i första hand styrs av okontrollerade kommersiella krafter. Säljargument för spareffekter som inte finns måste stoppas genom krav på officiell provning med provningsmetoder som tar hänsyn också till praktisk verklighet. Produkt- och

bygghälskontrollen spelar här också stor roll.

- Vad gäller hushållens energisparande, är den enda rimliga lösningen väl byggda hus, med väl vald och fungerande teknisk utrustning samt med boende som - utan att anstränga sig - kan utnyttja huset och dess utrustning på ett energieffektivt sätt.
Man får dock ha i åtanke inom forskningen och utvecklingen på bostadsområdet, att en människas bostad i första hand är hennes hem. Den är ett uttrycksmedel för självuppfattning och värderingar där svårgripbara faktorer som "trivsel" och "komfort" påverkar beteendet mera än funktionalitet och energiförbrukning.
- Det kommer att behövas totallösningar, där också förhållanden och planering av den yttre miljön beaktas.

BETALD ENERGI I OLIKA HUS, OLIKA PERIODER

Hus 1 och 2

	Betald energi, kWh					
	Hus 1			Hus 2		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	9.540	4.245	6.892	5.178	4.705	4.941
varmvatten	5.421	5.534	5.477	6.238	5.815	6.026
värmesystem	6.660	14.821	10.740	9.754	11.309	10.531
s:a	21.621	24.600	23.110	21.170	21.829	21.498
uppvärmning	15.918	19.875	17.896	15.769	16.809	16.289
uppv +20° normal	14.660	17.300	15.980	15.675	15.700	15.687
tot +20° normal	20.360	22.025	21.192	21.075	20.700	20.888
garage	9.058	6.212	7.635	2.761	457	1.609
tot inkl garage	29.418	28.237	28.827	23.836	21.157	22.497

Hus 3 och 4

	Betald energi, kWh					
	Hus 3			Hus 4		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	6.366	4.902	5.634	5.996	5.730	5.863
varmvatten	3.327	2.936	3.131	4.986	4.302	4.644
värmesystem	12.758	12.870	12.814	13.091	11.247	12.169
s:a	22.451	20.708	21.579	24.073	21.279	22.676
uppvärmning	18.850	16.670	17.760	19.383	17.123	18.253
uppv +20° normal	18.230	15.435	16.832	17.400	14.900	16.150
tot +20° normal	21.830	18.470	20.150	22.100	19.060	20.580
garage	6.036	4.137	5.086	5.924	4.017	4.970
tot inkl garage	27.866	22.607	25.236	28.024	23.077	25.550

Hus 5 och 6

	Betald energi, kWh					
	Hus 5			Hus 6		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	6.188	6.997	6.592	3.281	6.339	4.810
varmvatten	4.181	2.928	3.554	2.586	2.217	2.401
värmesystem	10.453	11.461	10.957	12.726	12.850	12.788
s:a	20.822	21.386	21.103	18.593	21.406	19.999
uppvärmning	16.656	17.936	17.296	16.127	18.586	17.356
uppv +20° normal	16.410	16.470	16.440	16.575	17.840	17.207
tot +20° normal	20.580	19.920	20.250	19.040	20.660	19.850
garage	3.735	3.887	3.811	3.902	2.479	3.190
tot inkl garage	24.315	23.807	24.061	22.942	23.139	23.040

Hus 7 och 8

	Betald energi, kWh					
	Hus 7			Hus 8		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	5.984	5.687	5.835	4.273	4.461	4.367
varmvatten	3.323	3.081	3.202	4.047	3.964	4.005
värmesystem	12.875	12.937	12.906	13.443	12.986	13.214
s:a	22.182	21.705	21.943	21.763	21.411	21.586
uppvärmning	18.659	18.400	18.529	18.075	17.750	17.912
uppv +20° normal	17.325	15.900	16.612	16.720	15.300	16.010
tot +20° normal	20.850	19.200	20.025	20.400	18.970	19.685
garage	897	558	727	-	-	-
tot inkl garage	21.747	19.758	20.752	20.400	18.970	19.685

Hus 9 och 10

	Betald energi, kWh					
	Hus 9			Hus 10		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	4.869	4.804	4.836	6.327	6.612	6.470
varmvatten	700	1.739	1.224	3.052	2.420	2.736
värmesystem	8.127	7.954	8.040	18.748	22.364	20.556
s:a	13.696	14.497	14.100	28.127	31.396	29.762
uppvärmning	12.232	12.300	12.266	24.726	28.380	26.553
uppv +20° normal	12.875	11.950	12.412	24.050	27.340	25.695
tot +20° normal	14.340	27.450	14.235	27.450	30.350	28.900
garage	1.165	2.405	1.785	-	-	-
tot inkl garage	15.505	29.855	16.020	27.450	30.350	28.900

Hus 11 och 12

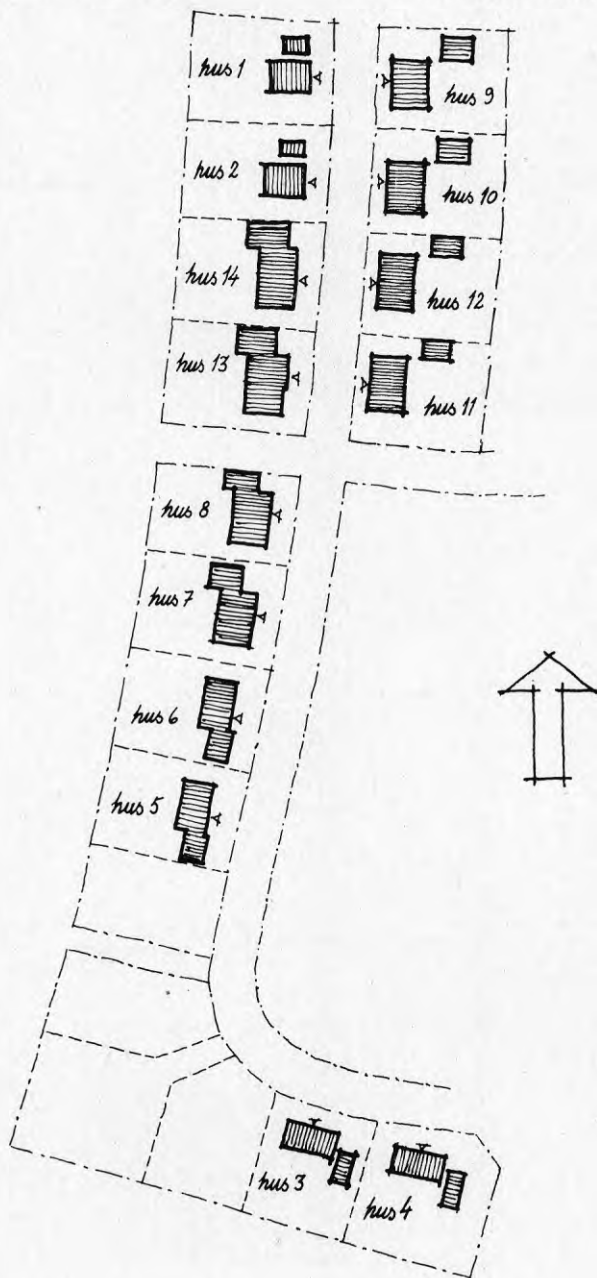
	Betald energi, kWh					
	Hus 11			Hus 12		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	3.910	3.951	3.930	4.411	4.065	4.238
varmvatten	1.998	2.341	2.165	4.118	3.828	3.973
värmesystem	8.117	8.344	8.660	15.066	14.202	14.634
s:a	14.025	14.636	14.755	23.595	22.095	22.845
uppvärmning	11.843	13.065	12.454	19.831	18.600	19.215
uppv +20° normal	12.720	12.590	12.655	17.950	17.000	18.475
tot +20° normal	14.900	15.020	14.960	21.710	20.490	22.100
garage	1.516	859	758	1.851	2.187	2.019
tot inkl garage	16.416	15.879	15.718	23.561	22.677	24.119

Hus 13 och 14

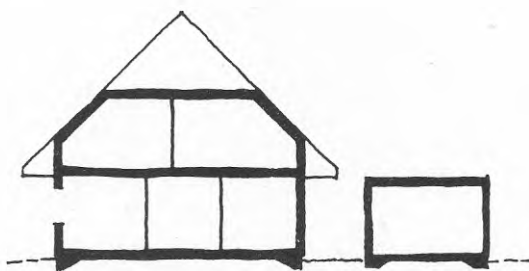
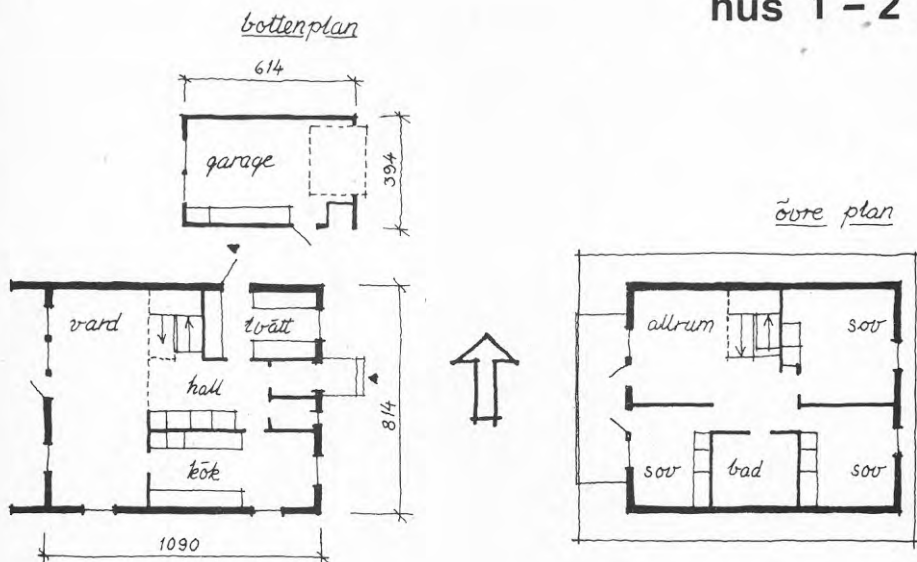
	Betald energi, kWh					
	Hus 13			Hus 14		
	Per 1	Per 2	Medel	Per 1	Per 2	Medel
hushåll	8.069	7.356	7.712	6.146	5.843	5.995
varmvatten	5.538	5.015	5.276	5.369	5.993	5.681
värmesystem	12.925	12.493	13.556	22.526	20.174	21.350
s:a	26.532	24.864	26.544	34.041	32.010	33.026
uppvärmning	21.042	21.575	21.309	30.027	29.410	29.718
uppv +20° normal	20.730	19.975	20.352	27.520	25.900	26.710
tot +20° normal	26.220	24.950	20.352	31.530	28.500	26.710
garage	-	1.693	-	-	-	-
tot inkl garage	26.220	26.643	20.352	31.530	28.500	26.710

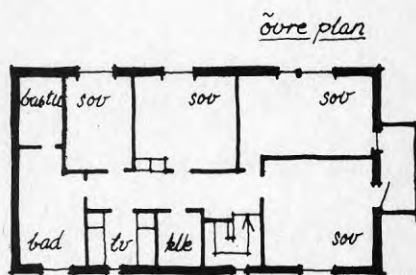
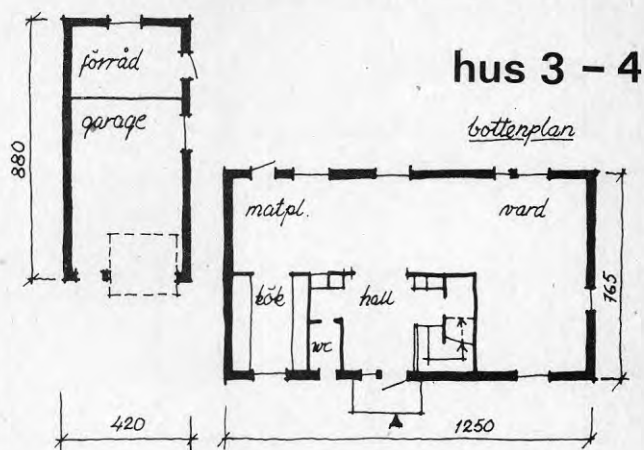
PLANLÖSNINGAR

situationsplan



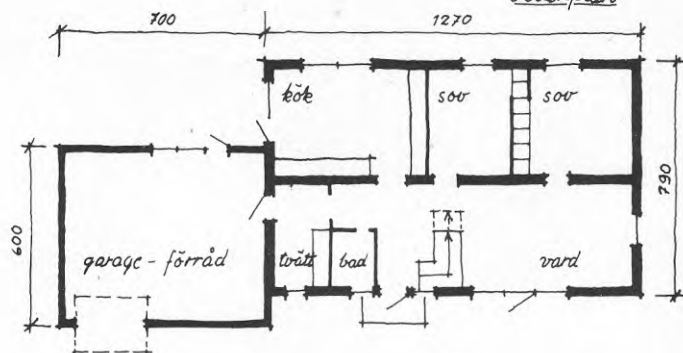
hus 1 - 2



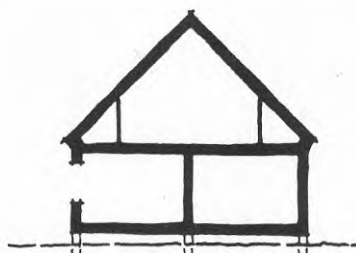
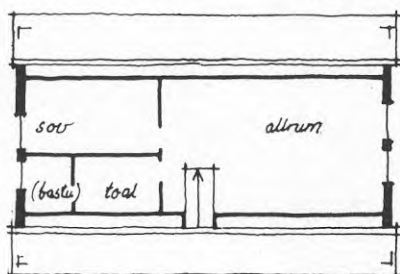


hus 5 - 6

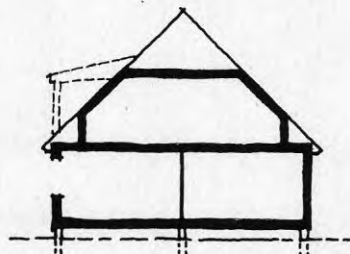
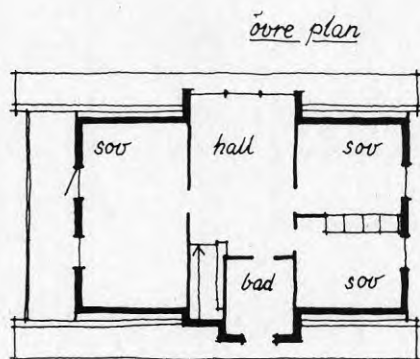
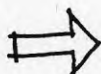
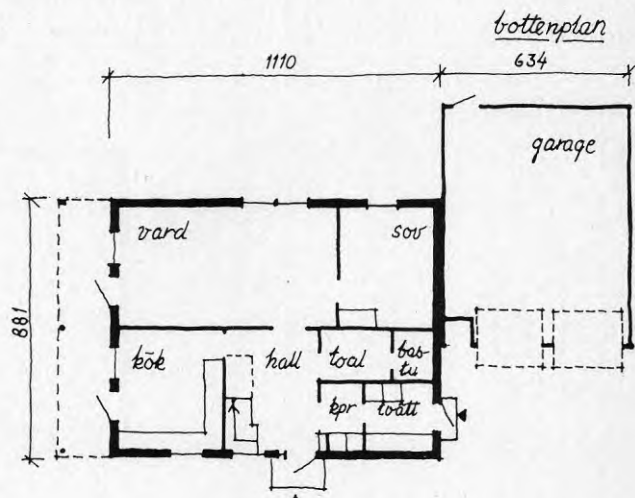
bottenplan



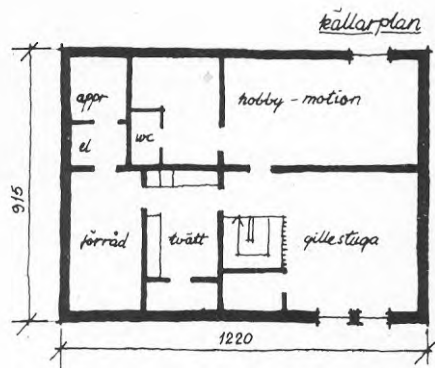
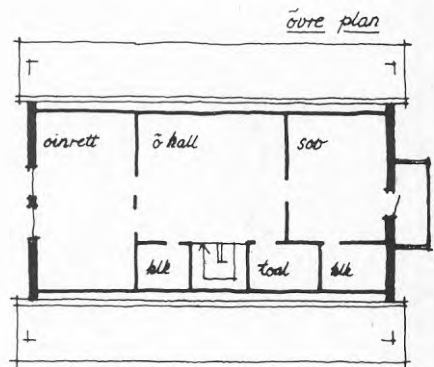
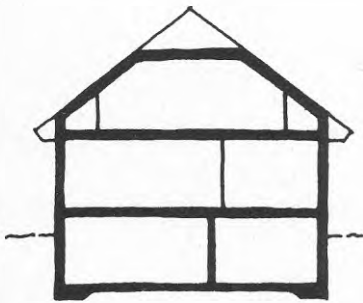
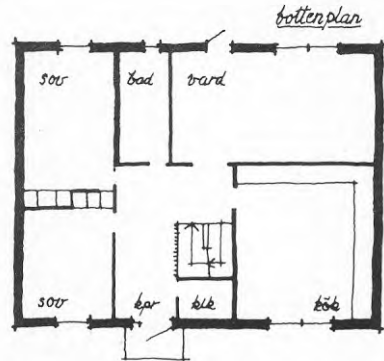
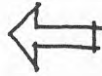
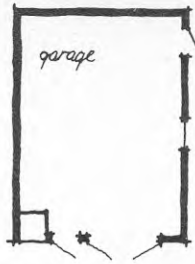
övre plan

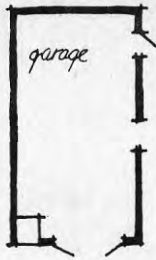


hus 7 - 8

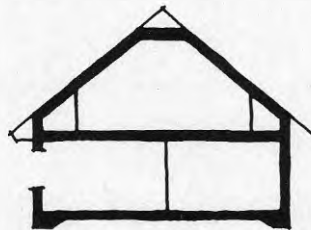
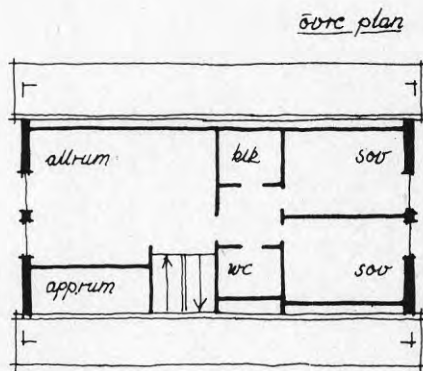
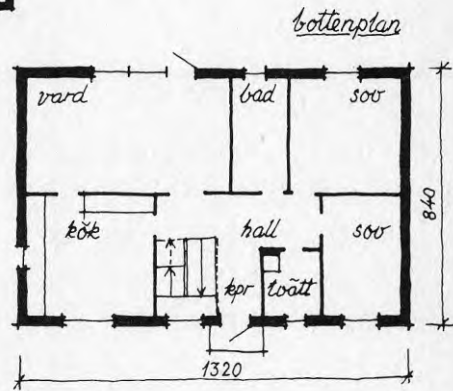


hus 9 - 10

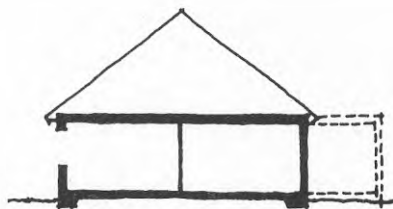
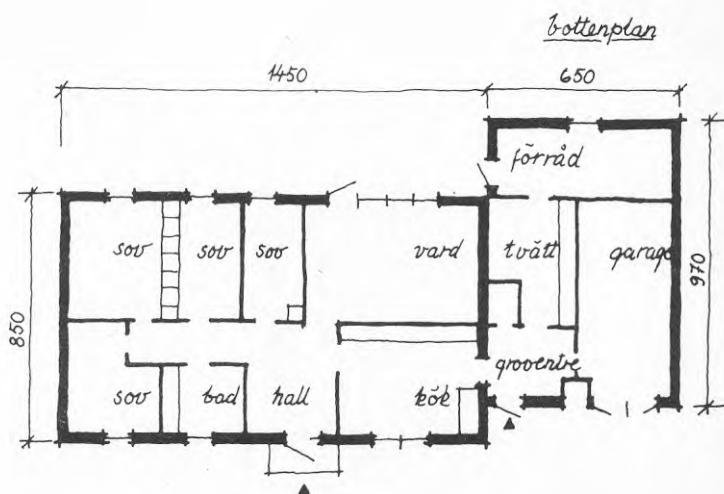




hus 11 - 12



hus 13 - 14



GRUNDDATA, MÅNADSVÄRDEN FÖR OLIKA HUS

Textförklaringar

OBS	= Löpnummer för observationen
AR	= År
MANNR	= Månadsnummer
MAN	= Månad, J = Januari, F = Februari etc
TOTALEL	= Total elförbrukning, kWh
HUSHALL	= Hushållsenergi, kWh
VARMVATN	= Energi till varmvatten, kWh
GARAGE	= Energi till garage, kWh
SUMAUPPV	= Energi för uppvärmning (Radiatorvärme + 30 % av VARMVATN + 80 % av HUSHALL), kWh
INNETEMP	= Medeltemperatur inne, °C
UTETEMP	= Medeltemperatur ute, °C
DAGAR	= Antal dagar inom eldningssäsong
RADIATOR	= Energi till radiatorer, värmesystem, kWh
GRADDYGN	= Antal graddagar under månaden
HUSTOTAL	= Total elförbrukning exkl garage, kWh
HHOLHVV	= Summa HUSHALL + VARMVATN, kWh
TOTALDY	= TOTALEL per dygn, kWh
HUSTOTDY	= HUSTOTAL per dygn, kWh
RADIATDY	= RADIATOR per dygn, kWh
HHVVDY	= HUSHALL + VARMVATN per dygn, kWh
HUSHALDY	= HUSHALL per dygn, kWh
VARMVTDY	= VARMVATN per dygn, kWh
GARAGEDY	= GARAGE per dygn, kWh
KVATTEN	= Kallvattenförbrukning per dygn, m ³
FAMSTORL	= Familjestorlek, personer
HEMMAMOR	= Hemmamamma
HEMBARN	= Hemmabarn
SAESONG	= Eldningssäsong

243-NOLIAUME

MEDELVÄRDEN FÖR SANTLIGA VARIABLER

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
HUS	233	74.4763948	4.0527113	1.0000000	14.0000000	0.26569848	1742.0000	16.4488	54.247
AR	233	78.1330472	0.6723464	77.0000000	79.0000000	0.04004688	1820.0000	0.4520	0.961
AMANNR	233	6.1072661	4.0444547	1.0000000	13.0000000	0.26597602	1423.0000	18.1134	68.727
TOTALL	233	2588.094206	992.5625967	605.0000000	5278.0000000	65.02937272	6120233.0000	985169.5083	38.351
HUSHALL	231	51.8311688	204.4794921	35.0000000	1567.0000000	13.45376282	120233.0000	18911.8627	38.951
VARMVATN	231	346.5223895	136.7502582	120.0000000	1404.0000000	18.99250642	80837.0000	11970.8331	38.493
GARAGE	165	368.7030303	364.1975346	0.0000000	1408.0000000	28.35733962	60836.0000	132859.8432	98.778
SUMAUPPV	230	2009.8130435	853.7326391	367.0000000	4908.0000000	56.29246517	462755.0000	728897.8107	48.539
INNETEMP	231	20.5852814	1.3456370	16.8000000	23.5000000	0.08853364	4649.5000	4.0172	0.253
UTNETEMP	231	-22.8116883	6.6388378	-13.5000000	7.2000000	0.43380374	-649.5000	16.7772	-23.812
DAGAR	231	680.6190476	4.0584985	15.0000000	31.0000000	0.26548714	6611.0000	17.7702	18.312
GRADDYGN	231	680.7619048	233.5132282	195.0000000	1112.0000000	0.265404704	1522556.0000	54528.4608	38.302
RADIATOR	231	1473.7575758	759.1302873	228.0000000	4200.0000000	49.94644797	340438.0000	576237.6195	33.525
HUSTOTAL	231	12332.1125541	884.3268702	518.0000000	5278.0000000	58.18443631	533718.0000	78262.9134	33.465
HUCHVV	231	858.3549784	278.6627625	155.0000000	2168.0000000	18.33466359	192880.0000	77652.9134	33.045
TOTALDY	230	90.1874095	29.7659316	39.7916667	171.785714	1.958432220	20703.2916	885.9025	33.045
HUSTOTDY	230	81.3208251	26.7669316	29.2500000	135.4838714	1.765495920	12703.7898	776.4266	33.045
RADIATDY	230	30.5207864	23.8815655	10.7666667	89.0666667	1.57470379	11626.8809	570.3292	33.223
HVVVDY	230	30.7700386	17.9602348	3.7000000	89.0666667	0.57269648	17077.0899	120.1227	33.154
HUSHALDY	230	18.2070386	17.3113364	4.2333333	56.3333333	0.48208206	4187.7632	153.4527	48.154
VARMVADY	230	12.5623726	5.0122243	0.0000000	48.4007143	0.38984409	2889.3457	34.9550	9.457
GARAGEDY	164	12.5125210	12.0492405	0.0000000	48.6850000	0.94244934	2052.8502	14.6100	0.940
KVATTEN	125	0.4787200	0.1184240	0.3150000	6.0000000	0.01059216	59.8400	0.0980	28.738
VARMVADY	125	0.4858369	0.9919574	2.0000000	6.0000000	0.06498520	95.5000	0.1339	28.242
KAMSTORL	233	0.4270386	0.36199933	0.0000000	1.0000000	0.02128207	95.5000	0.1339	28.242
MEMMARN	233	0.4399142	0.07910022	0.0000000	3.0000000	0.005182028	102.5000	0.6237	17.806
TTDSORON	233	1.97050627	0.2424222	0.0000000	3.0000000	0.040995533	4591.0000	38.9660	31.681

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=1

OBS	AR	MANNR	MAN	TOTAL	HUSHALL	VARMVATTN	GARAGE	SUMAUPPV	INNETEMP	UTETEMP	DAGAR	GRAADDYGN	RADIATOR	HUSTOTAL	HDOCHVY	TOTALDY
1	77	10	ON	2867	266	376	1302	1249	21.8	7.2	31	453	923	1505	642	92.484
2	77	11	ND	3350	1201	502	1992	1746	20.9	-3.1	30	678	803	2238	1703	111.000
3	77	12	JF	3454	1897	589	1205	1685	21.3	-3.1	31	756	803	2238	1446	111.419
4	78	3	FL	3249	1567	601	1352	2460	20.8	-12.8	28	899	1027	3195	2168	146.677
5	78	3	AM	3249	1043	563	1361	2285	20.7	-12.8	28	938	1282	2888	1606	151.750
6	78	3	AM	3249	1248	537	1370	1718	20.8	0.1	31	775	559	2334	1785	119.806
7	78	4	AM	3295	1071	447	1708	1160	21.5	0.1	30	642	169	1687	1518	179.833
8	78	8	SON	3264	845	491	0	872	22.6	3.8	15	282	28	1364	1336	90.933
9	78	8	SON	3264	294	358	448	872	21.8	6.8	24	360	569	1221	652	69.542
10	78	10	ND	3521	321	442	716	1431	21.3	3.0	31	598	1042	1805	763	81.323
11	78	11	ND	3496	147	307	992	1829	20.7	-13.5	30	687	1674	2130	456	94.867
12	79	12	JF	3298	500	607	1440	2681	21.9	-13.5	31	1050	2099	3206	1107	135.419
13	79	3	FL	3266	529	600	1083	3302	21.6	-10.8	28	907	2699	3838	1129	169.935
14	79	3	FL	3456	900	589	1083	2445	22.2	-10.8	28	772	1894	2793	1129	143.536
15	79	4	AM	3456	300	589	673	2310	21.6	-10.8	31	907	1894	2793	889	111.484
16	79	4	AM	3456	282	487	446	1671	21.8	5.2	23	639	1295	2074	779	84.000
17	79	4	AM	1581	306	444	138	1071	21.9	5.2	23	384	1693	1443	750	68.739

OBS	HUSTOTAL	HUSNR	KVATTEN	FAMSTORL	HEMMAMORR	HEMBAARN	TIDSDORDN	SAESONG
1	42.0000	1	.	2	0	0	10	VIN77-78
2	53.0667	1	.	2	0	0	11	VIN77-78
3	38.8710	1	.	2	0	0	12	VIN77-78
4	43.8129	1	.	2	0	0	13	VIN77-78
5	44.8071	1	.	2	0	0	14	VIN77-78
6	44.1935	1	.	2	0	0	15	VIN77-78
7	33.6000	1	.	2	0	0	16	VIN77-78
8	33.6000	1	.	2	0	0	17	VIN77-78
9	18.8667	1	0.37	2	0	0	21	VIN78-79
10	23.8969	1	0.37	2	0	0	22	VIN78-79
11	32.0400	1	0.37	2	0	0	23	VIN78-79
12	38.4516	1	0.37	3	1	1	24	VIN78-79
13	38.9789	1	0.37	3	1	1	25	VIN78-79
14	21.8667	1	0.37	3	1	1	26	VIN78-79
15	14.8667	1	0.37	3	1	1	27	VIN78-79
16	6.0000	1	0.37	3	1	1	28	VIN78-79
17	6.0000	1	0.37	3	1	1	29	VIN78-79

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS 10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=4

OB S	AR	MANNR	MANN	TOTAL	MUSHALL	VARMVATTN	GARAGE	SUM	INNETEMP	ULETEMP	DAGAR	GRADYGN	RAIDATOR	HUSTOTAL	HUCHV	TOTALD
51	77	12	12	3085	612	436	1016	1641	22.0	-1.7	30	720	1021	2099	1048	102.833
52	78	12	12	4109	665	445	1034	2286	22.0	-1.1	31	728	2696	3734	1128	147.355
53	78	23	23	4141	517	467	1009	2728	21.1	-12.0	26	674	2079	3123	1104	135.226
54	78	23	23	3377	573	399	1022	2175	22.2	-4.0	31	615	1675	2122	820	147.953
55	78	45	45	2580	573	583	2262	1556	22.2	9.8	30	593	999	1958	966	108.110
56	78	45	45	1910	429	226	222	1233	22.5	9.0	15	577	823	1356	965	112.000
58	78	10	10	2065	556	302	227	1446	22.1	9.0	31	592	1110	1881	1020	67.335
60	78	12	12	4170	592	321	1870	2826	22.0	-13.0	30	698	2300	3326	1018	98.837
62	79	23	23	2663	426	332	503	2134	21.6	-10.0	26	1076	1288	2300	974	136.826
63	79	23	23	2626	534	390	503	2134	21.9	-10.0	26	1076	1288	2300	974	136.826
64	79	23	23	1602	534	390	201	1124	22.0	-0.2	23	625	1731	2402	901	91.484
65	79	45	45	1515	512	235	291	1101	22.0	5.0	23	586	474	1421	677	53.870

OB S	MANNR	MUSTOTALD	RAIDATOR	HUSTOTALD	HVVVDY	MUSHALLDY	VARMVATTNDY	GARAGE	HUSNR	KVATTEN	FAMSTORL	HEMAMOR	HEMBAARN	TIDSPORDN	SAESONU
51	68.967	120.452	34.0333	20.4023	34.9331	34.9331	14.5333	33.8667	4	.	4	0	0	11	VIN77-78
52	102.677	67.0645	32.1097	19.9032	32.3871	15.7097	32.5484	32.9032	4	.	4	0	0	12	VIN77-78
53	82.194	64.20	32.8571	17.9282	32.5161	12.9282	32.5161	32.5161	4	.	4	0	0	14	VIN77-78
54	66.167	63.23	32.8667	15.3871	32.4000	12.4000	32.4000	32.4000	4	.	4	0	0	15	VIN77-78
55	93.067	31.0000	32.0667	16.7667	34.0667	16.7667	18.9333	18.9333	4	.	4	0	0	16	VIN77-78
57	61.583	34.2917	32.2917	18.7917	32.2917	18.7917	17.9333	17.9333	4	0.438	4	0	0	17	VIN77-78
58	80.933	27.7742	32.9333	18.0000	32.9333	18.0000	17.9000	17.9000	4	0.438	4	0	0	21	VIN78-79
60	60.933	47.0000	32.9333	20.7000	32.9333	20.7000	17.9000	17.9000	4	0.438	4	0	0	22	VIN78-79
61	106.452	70.9677	30.3226	21.5161	30.3226	21.5161	34.8065	34.8065	4	0.438	4	0	0	23	VIN78-79
62	87.857	60.3214	30.1452	17.8857	30.1452	17.8857	28.3548	28.3548	4	0.438	4	0	0	24	VIN78-79
63	70.710	41.5484	29.5357	16.5857	29.5357	16.5857	17.9643	17.9643	4	0.438	4	0	0	26	VIN78-79
64	46.700	24.3667	22.3333	12.8000	22.3333	12.8000	10.7742	10.7742	4	0.438	4	0	0	27	VIN78-79
65	61.1783	20.6087	41.1739	22.2609	41.1739	22.2609	6.0870	6.0870	4	0.438	4	0	0	28	VIN78-79

243-NOLIAUME

SAAMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=5

OB S	A R	M A N N R	M A N N S O N D J E F W A M S O N D J E F W A M	T O T A L E L	H U S T A L L	H V Y D Y	H M A L D Y	V A R M V A T N	G A R A G E	S U M M A T P V	I N N E T E M P	U T E T E M P	D A G A R	G R A D D Y C N	R A D I A T O R	H U S T O T A L	H O C H V V	T O T A L D Y
67	77	9	9	1071	658	144	349	2160	344	1443	20.8	7.7	31	427	853	1725	872	66.903
68	77	10	10	2074	783	260	344	2252	583	2006	20.1	-3.1	31	719	1302	2606	1043	90.300
69	77	11	11	3159	739	295	584	2564	584	2252	20.1	-7.2	31	1835	1572	2885	1850	101.903
70	78	12	12	3569	548	292	700	2641	629	2564	19.5	-12.8	28	904	2197	2934	1850	115.129
71	78	1	1	3674	446	297	720	1986	529	2641	20.8	-4.2	31	775	1354	2323	969	131.214
72	78	2	2	3852	682	287	529	1426	529	1986	20.9	0.1	15	621	1373	1691	818	92.067
73	78	3	3	4042	549	282	104	917	351	1426	21.6	3.8	15	261	1276	1044	771	68.533
74	78	4	4	4148	576	214	281	1462	104	917	21.9	3.0	31	524	1226	1047	46.258	76.533
75	78	5	5	4304	709	142	433	1813	281	1462	19.9	-1.5	31	648	1200	2095	951	66.258
76	78	10	10	4330	667	230	433	2910	833	1813	20.1	-13.1	31	1023	2249	3302	897	84.167
77	78	11	11	4414	690	252	627	2352	627	2910	19.9	-10.8	31	899	2279	3302	1053	130.000
80	79	1	1	4318	605	279	477	2352	477	2352	20.5	-2.7	31	588	1132	2651	1050	118.500
81	79	2	2	4307	785	285	306	2389	306	2389	20.1	0.5	30	588	1132	2373	1049	66.900
82	79	3	3	4290	564	284	108	1382	108	1382	19.7	0.5	23	334	454	1366	912	64.087

OB S	H U S T O T A L D Y	H M A M M O R	K V A T T E N	F A M S T O R L	T I D S O R D N	S A E S O N G
67	55.645	0.5	.	4	9	VIN77-78
68	78.167	0.5	.	4	10	VIN77-78
69	84.065	0.5	.	4	11	VIN77-78
70	93.065	0.5	.	4	12	VIN77-78
71	104.786	0.5	.	4	13	VIN77-78
72	117.935	0.5	.	4	14	VIN77-78
73	129.367	0.5	.	4	15	VIN77-78
74	159.600	0.5	0.603	4	16	VIN77-78
75	174.833	0.5	0.603	4	17	VIN78-79
76	193.625	0.5	0.603	4	21	VIN78-79
77	211.833	0.5	0.603	4	22	VIN78-79
78	231.516	0.5	0.603	4	23	VIN78-79
80	251.679	0.5	0.603	4	24	VIN78-79
81	271.816	0.5	0.603	4	25	VIN78-79
82	291.954	0.5	0.603	4	26	VIN78-79
83	312.091	0.5	0.603	4	27	VIN78-79
84	332.228	0.5	0.603	4	28	VIN78-79

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=7

OB S	A R	M A N N R	M A N	T O T A L E L	H U S H A L L	H V V D Y	H U S H A L D Y	V A R M V A T N	G A R A G E	S U M A U P P V	I N N E T E M P	U T E T E M P	D A G A R	H U S N R	K V A T T E N	F A M S T O R L	H E M M A M O R	H E M B A R N	T O T A L D Y	S A E S O N G	
103	77	10		1806	506	23	16	214	65	1490	21.9	7.2	31	456	1021	1741	720		58.258	VIN77-78	
104	77	11		556	215	26	18	32	32	1769	21.2	1.7	30	687	1325	2131	806		72.100	VIN77-78	
105	77	12		738	335	34	23	335	59	2192	21.4	-3.1	31	760	1501	2574	1073		84.935	VIN77-78	
106	78	1		426	327	24	13	327	43	2326	21.2	-7.2	31	880	1887	2640	1753		86.548	VIN77-78	
107	78	2		279	314	21	14	281	40	2330	20.4	-12.8	28	929	2013	2606	593		94.500	VIN77-78	
108	78	3		636	279	21	14	355	40	2098	22.5	-4.2	31	815	1505	2422	917		79.419	VIN77-78	
109	78	4		2003	504	29	18	281	40	1614	22.5	0.1	30	672	1104	1963	859		66.767	VIN77-78	
110	78	5		1428	480	35	20	357	40	1080	22.5	3.8	15	589	927	1426	837		95.200	VIN77-78	
111	78	10		1619	354	47	18	280	2	1294	21.1	-3.0	31	605	1313	1561	634		52.226	VIN77-78	
112	78	11		2347	546	33	22	331	44	2922	21.3	-13.1	30	669	2095	3184	877		74.567	VIN77-78	
113	79	1		328	712	43	22	444	44	2796	21.5	-13.5	31	1079	1313	2190	1199		105.581	VIN77-78	
114	79	2		3258	538	32	27	324	33	2922	20.5	-10.8	28	904	2095	3245	1150		92.321	VIN77-78	
115	79	3		214	320	28	20	287	36	2270	21.5	-12.7	31	800	1867	2378	825		77.871	VIN77-78	
116	79	4		2236	506	23	18	287	36	2270	21.5	-12.7	31	800	1867	2378	825		77.871	VIN77-78	
117	79	5		1646	427	27	16	197	43	1954	21.6	0.5	2	398	1490	1592	638		74.533	VIN77-78	
118	79																			71.565	VIN77-78
OB S																					
103	56	161		32	3355	23	16	6.9032	16	3226	6.9032	2.09677	7	7		5	1	3	10	VIN77-78	
104	83	1032		44	1667	26	8	8.3333	18	5333	8.3333	1.90667	7	7		5	1	3	11	VIN77-78	
105	85	161		60	8710	34	6	10.8065	23	8065	10.8065	1.9810	7	7		5	1	3	12	VIN77-78	
107	93	171		71	8929	24	2	11.2143	13	7419	11.2143	1.42857	7	7		5	1	3	13	VIN77-78	
108	78	129		48	484	29	5	9.0645	20	9643	9.0645	1.29032	7	7		5	1	3	14	VIN77-78	
109	95	133		36	8000	28	6	11.8333	20	5161	11.8333	0.13333	7	7		5	1	3	15	VIN77-78	
110	50	355		39	8000	35	8	13.8000	30	8000	13.8000	0.13333	7	7		5	1	3	16	VIN77-78	
111	104	1000		29	8000	20	4	9.0323	11	4194	9.0323	1.87097	7	7		5	1	3	17	VIN77-78	
112	73	1000		43	7667	20	2	11.0323	11	2000	11.0323	1.56667	7	7		5	1	3	18	VIN77-78	
113	109	161		70	8306	38	6	14.3226	20	3548	14.3226	1.41935	7	7		5	1	3	19	VIN77-78	
114	89	579		67	5806	37	0	11.290	22	9677	11.290	1.06452	7	7		5	1	3	20	VIN77-78	
115	76	710		66	6786	26	6	9.5714	11	4286	9.5714	2.064286	7	7		5	1	3	21	VIN77-78	
116	73	100		50	6968	26	6	11.6129	11	3548	11.6129	1.16129	7	7		5	1	3	22	VIN77-78	
117	69	217		49	6667	23	3	6.5667	11	1826	6.5667	1.16129	7	7		5	1	3	23	VIN77-78	
118	69	217		41	4783	27	7	9.1739	11	5652	9.1739	2.34783	7	7		5	1	3	24	VIN77-78	

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS
HUS=8

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

OBS	AR	MANNR	MAN	TOTALJEL	HUSHALL	VARMVATTN	GARAGE	SUMMUPPV	INNETEMP	UTTEMP	DAGAR	GRADDYGN	RADIATOR	HUSTOTAL	HOC HVV	TOTALDY
119	77	10		1915	371	351		1595	21.3	7.7	31	437	1193	1915	722	61.774
121	77	12		2238	368	356		2088	22.0	-1.0	31	775	1771	2238	819	77.097
122	78	11		2946	510	324		2617	22.0	-7.2	31	905	2112	2946	934	95.032
123	78	23		2931	379	319		2631	22.0	-12.8	28	974	2213	2931	698	104.679
124	78	3		2378	349	319		2084	22.7	0.1	30	831	2210	2378	766	76.710
126	78	4		1974	335	357		1657	22.1	0.1	15	678	1282	1974	692	65.800
127	78	5		1296	302	276		699	22.1	3.8	12	355	1534	1296	686	81.333
128	78	10		1967	459	351		1026	22.4	3.0	31	601	1431	1967	647	54.000
130	78	11		2287	534	322		1954	22.3	-1.2	30	705	1471	2287	856	63.453
131	79	12		3400	578	351		3038	22.0	-13.1	31	1112	2400	3400	929	106.519
132	79	1		3302	534	368		2937	21.6	-13.0	31	907	2457	3302	902	102.179
133	79	3		2173	390	343		2269	22.0	-0.7	31	766	1472	2173	701	70.067
134	79	4		1853	306	354		1861	21.4	-2.7	30	627	1473	1853	660	61.767
135	79	5		1320	283	372		1003	21.3	0.5	23	370	1165	1320	655	57.391

OBS	HUSTOTDY	RADIATOR	HVVVDY	HUSHALDY	VARMVTDY	GARAGEDY	KVATTEN	FAMSTORL	HEMAMOR	HEMBAARN	TIDSORDN	SAESONG	VINT
119	61.774	38.4839	23.2903	11.9333	11.3226			4	0.5	1	10	VIN7	
121	74.600	50.1333	24.4667	12.0333	11.5333			4	0.5	1	12	VIN7	
122	77.097	57.1290	19.9032	18.4839	11.4839			4	0.5	1	13	VIN7	
123	95.032	68.1290	24.9286	16.4516	10.4516			4	0.5	1	14	VIN7	
124	104.679	79.7500	24.9286	13.3517	11.3929			4	0.5	1	15	VIN7	
125	76.710	55.1613	23.0667	11.1581	10.2903			4	0.5	1	16	VIN7	
126	65.800	42.7333	23.0667	11.0900	11.0900			4	0.5	1	17	VIN7	
127	81.333	35.6000	26.9553	15.5633	11.5000		.603	4	0.5	1	21	VIN7	
128	54.000	27.0417	26.2581	14.8065	11.4516		.603	4	0.5	1	22	VIN7	
129	63.452	37.1935	28.5333	17.0000	10.7333		.603	4	0.5	1	23	VIN7	
130	76.677	47.7000	29.9677	18.4452	11.3226		.603	4	0.5	1	24	VIN7	
131	109.516	79.7097	29.0968	17.2258	11.8710		.603	4	0.5	1	25	VIN7	
132	106.516	77.4194	25.8571	13.0286	11.9286		.603	4	0.5	1	26	VIN7	
133	70.097	66.3214	22.6129	11.4484	11.0645		.603	4	0.5	1	27	VIN7	
134	92.179	47.4839	22.0000	10.4000	11.8000		.603	4	0.5	1	28	VIN7	
135	61.767	39.7667	28.4783	12.3043	11.1739		.603	4	0.5	1	29	VIN7	

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=9

DBS	MAN NR	MAN	TOTAL	HUSHALL	HVVVDY	VARMVATN	GARAGE	SUMAPPV	INNETEMP	UTTEMP	DAGAR	GRADDYGN	RADIATOR	HUSTOTAL	HOCVV	TOTALD
136	10	0	202	390	17	150	0	1859	20.3	7.2	31	406	1512	2052	540	66.1935
137	12	1	189	378	167	159	0	1251	18.6	-1.7	30	609	1739	1484	745	49.4667
138	12	1	159	428	170	170	228	1324	17.8	-3.1	31	648	828	1496	668	49.7742
139	3	2	191	350	151	151	437	1513	19.1	-7.2	28	882	1071	1691	620	61.9032
140	3	3	219	387	160	175	175	1435	19.5	-12.8	31	735	1159	1697	538	76.2143
141	4	4	186	317	184	170	170	1124	18.5	0.1	30	585	958	1281	323	59.5484
142	4	4	173	339	184	184	37	1124	18.5	0.1	24	281	186	1702	516	45.0333
143	9	9	152	366	154	159	159	1033	18.6	6.8	31	484	615	1284	669	30.7917
144	10	10	132	315	127	133	133	1630	19.1	3.0	30	609	950	1879	929	43.2903
145	12	12	232	392	168	1515	562	1677	18.6	-1.2	31	995	1335	1874	929	67.0667
146	2	1	205	286	178	178	178	1811	18.6	-13.5	31	992	1373	2024	651	77.0645
147	2	1	205	286	178	178	178	1811	18.6	-13.5	31	992	1373	2024	651	84.0645
148	3	3	183	288	120	284	417	1422	19.2	-10.8	28	624	1220	1548	328	70.1786
149	4	4	183	288	120	284	417	1422	19.2	-10.8	31	679	973	1599	626	60.1786
150	4	4	183	288	120	284	417	1422	19.2	-10.8	30	576	788	1499	681	51.7667
151	5	5	120	352	191	175	175	1881	21.0	5.2	23	363	542	1085	543	54.7667

DBS	HUSTOTALD	HVVVDY	RADIATOR	HEMMAMOR	FAMSTORL	HEMMBARN	TIDSDORDN	SAESONG
136	66	17.4194	48.7742	1	6	1	10	VIN77-78
137	49	24.6333	24.6333	1	6	1	11	VIN77-78
138	48	26.7097	26.7097	1	6	1	12	VIN77-78
139	54	20.0700	34.5484	1	6	1	13	VIN77-78
140	60	19.2143	41.3020	1	6	1	14	VIN77-78
141	53	21.8387	32.6645	1	6	1	15	VIN77-78
142	42	16.7667	31.9333	1	6	1	16	VIN77-78
143	29	21.5000	37.2500	1	6	1	21	VIN78-79
144	41	19.8387	19.8387	1	6	1	22	VIN78-79
145	62	20.9667	31.6667	1	6	1	23	VIN78-79
146	65	17.3871	31.0667	1	6	1	24	VIN78-79
147	55	21.0000	43.0645	1	6	1	25	VIN78-79
148	65	11.7143	43.5714	1	6	1	26	VIN78-79
149	58	20.1935	43.3871	1	6	1	27	VIN78-79
150	48	22.7000	26.2667	1	6	1	28	VIN78-79
151	47	23.6087	23.5652	1	6	1	29	VIN78-79

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=10

D S	A R	M A N N R	M A N	T O T A L E L	H U S M A L L	V A R M V A T N	G A R A G E	S U M M A P P V	I N N E T E M P	U T E T E M P	D A G A R	G R A D D Y G N	R A D I A T O R	H U S T O T A L	H O C H V V	T O T A L D Y
152	77	12	D	3455	610	350	.	3088	19.0	-31.2	31	685	2494	3455	961	114.452
153	78	23	J	3062	575	378	.	3250	19.8	-12.6	28	913	2695	3655	960	111.903
154	78	45	F	3035	508	409	.	3267	17.8	-14.2	31	670	3043	3622	917	141.500
155	78	50	A	2174	404	268	.	1966	18.3	0.1	30	546	2118	3035	672	97.903
156	78	9	M	1491	286	249	.	1835	20.3	3.8	15	201	1502	2174	531	75.467
157	78	10	S	2223	893	372	.	2709	20.8	3.0	24	324	999	2328	1224	92.400
158	78	11	O	2728	443	239	.	3059	19.6	3.0	30	552	2340	2328	1615	85.000
159	78	12	N	3754	790	239	.	4705	18.6	-13.1	31	1026	4200	5043	1014	111.800
160	78	23	D	4085	658	478	.	4189	18.6	-13.1	31	983	2950	4085	1136	162.677
161	79	11	J	3568	723	495	.	3559	18.3	-10.8	28	815	2917	3568	1918	136.964
162	79	23	F	2935	597	250	.	3297	20.2	-20.7	31	710	2550	3568	1766	117.097
163	79	45	M	2169	439	622	.	1646	18.7	5.2	23	531	2169	2169	1061	94.834

D S	H U S T O T D Y	H V V D Y	H U S M A L D Y	V A R M V T D Y	G A R A G E D Y	H U S N R	K V A T T E N	F A M S T O R L	H E M M A M O R	H E M B A R N	T I D S O R D N	S A E S O N G
152	111.452	31.0000	19.7097	11.2903	.	A	.	4	0.5	0.5	12	VIN77-78
153	117.500	30.9677	18.3871	12.5806	.	A	.	4	0.5	0.5	13	VIN77-78
154	141.500	29.6071	19.1071	13.5000	.	A	.	4	0.5	0.5	14	VIN77-78
155	72.467	29.5806	16.3871	8.9333	.	A	.	4	0.5	0.5	15	VIN77-78
156	92.400	22.4800	13.4667	13.0333	.	A	.	4	0.5	0.5	16	VIN77-78
157	92.625	22.5000	19.0667	16.3333	.	A	0.332	4	0.5	0.5	17	VIN77-78
158	86.000	35.0000	37.2083	13.7917	.	A	0.332	4	0.5	0.5	21	VIN78-79
159	111.800	19.8387	14.2903	5.4467	.	A	0.332	4	0.5	0.5	22	VIN78-79
160	162.677	33.8000	26.3333	7.4667	.	A	0.332	4	0.5	0.5	23	VIN78-79
161	136.964	37.1935	19.4833	7.7074	.	A	0.332	4	0.5	0.5	25	VIN78-79
162	115.097	32.6452	21.8214	15.4144	.	A	0.332	4	0.5	0.5	26	VIN78-79
163	97.834	32.8387	24.7742	8.0663	.	A	0.332	4	0.5	0.5	27	VIN78-79
164	94.834	25.5333	19.9000	5.6333	.	A	0.332	4	0.5	0.5	28	VIN78-79
165	94.834	25.5333	19.9000	5.6333	.	A	0.332	4	0.5	0.5	29	VIN78-79
166	94.834	46.1304	19.0870	27.0435	.	A	0.332	4	0.5	0.5	29	VIN78-79

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÅTVÄRDEN PER HUS

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

HUS=13

OB S	MAN NR	MAN	TOTAL	HUSHALL	YARMVÄTN	GARAGE	SUMAPRV	INNETEMP	UTTEMP	DGAR	GRADDYGN	RADIAOR	HUSTOTAL	HOC HVV	TOTALDY
200	10	020	2686	752	430	.	2235	2218	7.2	31	484	1504	2686	1182	86.645
201	12	020	2971	831	475	.	2476	2218	-3.1	31	690	1665	2971	1306	99.033
202	12	020	3317	929	523	.	3063	2218	-7.1	31	753	1857	3317	1460	99.000
203	12	020	3604	1040	527	.	3099	2218	-12.5	28	843	2071	3604	1573	117.548
204	12	020	3997	1679	594	.	3467	2218	-14.8	31	935	2398	3997	1206	128.714
205	4	050	494	772	494	.	1744	1992	0.8	31	747	1997	2967	1237	95.710
206	4	050	482	752	482	.	1840	1828	3.8	15	573	997	2234	855	74.467
207	5	070	382	564	382	.	1071	2218	6.0	21	319	509	1456	947	80.467
208	7	080	374	600	374	.	1713	2218	3.8	31	564	509	2095	974	67.581
209	7	080	362	744	362	.	1220	2218	-13.5	31	642	1516	2622	1106	87.400
210	12	020	410	962	479	.	3582	2218	-13.5	31	739	2669	4110	1141	135.581
211	12	020	419	880	493	.	3676	2218	-13.8	31	820	2848	4197	1373	122.821
212	12	020	430	635	456	.	2993	2218	-10.7	28	779	2348	3439	1091	122.821
213	12	020	430	737	429	.	3324	2218	-0.7	31	719	1606	2772	1166	89.419
214	5	070	412	646	412	.	1687	2218	0.5	30	576	1047	2105	1058	70.167
215	5	070	412	520	412	.	1069	2218	0.5	23	340	529	1461	932	63.522

OB S	MAN NR	MAN	RADIAOR	HUSHALL	YARMVÄTN	GARAGE	SUMAPRV	INNETEMP	UTTEMP	DGAR	GRADDYGN	RADIAOR	HUSTOTAL	HOC HVV	TOTALDY
200	10	020	48.5161	38.1290	247.000	.	2581	13.8710	.	0	0.507	4	0.5	0	10
201	12	020	55.0002	47.0968	279.9677	.	27000	15.8330	.	0	0.507	4	0.5	0	11
202	12	020	59.0029	50.0749	299.5484	.	27000	17.1290	.	0	0.507	4	0.5	0	12
203	12	020	66.8065	43.0714	244.2500	.	32500	18.8214	.	0	0.507	4	0.5	0	13
204	12	020	85.6829	40.8383	244.9032	.	3032	15.9355	.	0	0.507	4	0.5	0	14
205	4	050	94.8710	41.2303	250.8667	.	261333	16.1633	.	0	0.507	4	0.5	0	15
206	7	080	54.2333	57.0000	30.8667	.	35000	15.9583	.	0	0.507	4	0.5	0	16
207	8	067	37.4667	39.4583	23.3548	.	3548	12.0667	.	0	0.507	4	0.5	0	17
208	8	067	21.2083	31.4194	19.3548	.	5000	12.0667	.	0	0.507	4	0.5	0	22
209	8	067	36.1613	36.8667	31.3548	.	8000	12.0667	.	0	0.507	4	0.5	0	23
210	12	020	86.0968	46.4839	28.3323	.	33823	15.9032	.	0	0.507	4	0.5	0	24
211	12	020	91.0968	44.203	28.3323	.	33823	15.9032	.	0	0.507	4	0.5	0	25
212	12	020	83.8571	38.9643	22.6786	.	2781	16.2857	.	0	0.507	4	0.5	0	26
213	12	020	81.8065	37.6129	21.5333	.	2781	13.8383	.	0	0.507	4	0.5	0	27
214	5	070	34.9000	35.567	21.5333	.	17333	13.7333	.	0	0.507	4	0.5	0	28
215	5	070	33.0000	40.5517	22.6087	.	17010	17.9130	.	0	0.507	4	0.5	0	29

SÄSONG
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78
VIN77-78

TIDSORDN
10
11
12
13
14
15
16
17
22
23
24
25
26
27
28
29

HEMBAARN
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

FAMSTORL
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4

KVATTEN
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

HUSNR
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

GARAGEDY
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

YARMVÄTN
13.8710
15.8330
17.1290
18.8214
15.9355
16.1633
15.9583
12.0667
15.9032
16.2857
13.8383
13.7333
17.9130

243-NOLIAUME

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTVÄRDEN PER HUS HUS=14

10:14 FRIDAY, FEBRUARY 15, 1980

OB S	A R	M A N N R	M A N	T O T A L E L	H U S H A L L	H V V D Y	H U S H A L D Y	V A R M V A T N	G A R A G E	S U M A U P P V	I N N E T E M P	U T E T E M P	D A G A R	G R A D D Y G N	R A D I A T O R	H U S T O T A L	H O C H V	T O T A L D Y
217	77	10	O N D	3095	464	30	14	471	.	2851	22	7	31	462	2160	3095	935	99
218	77	11	J F	3522	528	35	17	524	.	3575	22	-1	30	669	2470	3522	1052	117
219	78	12	J F	3882	589	37	18	582	.	3575	22	-3	31	781	2720	3882	1162	125
220	78	1	J F	4810	623	41	19	599	.	4437	22	-7	31	902	3530	4810	1270	155
221	78	2	M A	4810	553	45	19	599	.	4452	22	-12	31	980	3540	4810	1270	171
222	78	3	M A	3893	587	35	19	599	.	3581	22	-4	30	825	2780	3893	1108	125
223	78	4	M A	3218	557	36	20	527	.	3218	22	0	30	702	2120	3218	1098	107
224	78	4	M A	1638	412	36	20	527	.	1546	22	3	15	285	830	1638	808	109
225	78	5	M A	2149	613	38	21	636	.	1899	22	8	15	353	1220	2149	929	89
226	78	9	S O N D	3177	804	40	22	804	.	2902	22	3	30	601	1980	3177	1197	102
227	78	10	S O N D	4061	806	47	22	804	.	3709	22	1	30	699	2720	4061	1341	89
228	78	11	J F	5278	873	51	24	904	.	4908	21	-1	31	1082	4040	5278	1477	135
229	79	12	J F	5087	731	47	24	825	.	3391	21	-13	31	885	3610	5087	1477	121
230	79	1	M A	3391	486	42	25	499	.	3120	20	-1	31	775	2450	3391	911	110
231	79	2	M A	3415	539	46	25	499	.	3150	20	3	30	609	2450	3415	911	86
232	79	3	M A	2589	410	41	26	410	.	1722	19	5	30	322	1640	2589	874	80
233	79	4	M A	1853	340	34	26	534	.	1722	19	5	30	322	979	1853	874	80
217	839	9		69	1613	30	17	1613	.	9677	15	1	35	1935	55	69	0	V I N 7 7 - 7 8
218	400	11		82	0689	35	17	7097	.	6000	17	4	35	1667	55	82	0	V I N 7 7 - 7 8
219	226	12		87	3236	37	18	7097	.	7742	18	7	35	7097	55	87	0	V I N 7 7 - 7 8
220	194	13		113	871	41	19	3226	.	0000	19	3	35	6071	55	113	0	V I N 7 7 - 7 8
221	581	14		126	429	45	19	7500	.	0000	17	0	35	0000	55	126	0	V I N 7 7 - 7 8
222	786	15		129	677	35	18	9032	.	0000	17	0	35	0000	55	129	0	V I N 7 7 - 7 8
223	581	16		70	667	36	25	4667	.	0000	11	4	35	0000	55	70	0	V I N 7 7 - 7 8
224	200	17		67	8667	53	25	8333	.	0000	13	1	35	0000	55	67	0	V I N 7 7 - 7 8
225	484	18		50	833	38	25	8333	.	0000	16	1	35	0000	55	50	0	V I N 7 8 - 7 9
226	367	19		63	871	38	26	8667	.	0000	17	1	35	0000	55	63	0	V I N 7 8 - 7 9
227	200	20		90	667	44	26	8667	.	0000	17	0	35	0000	55	90	0	V I N 7 8 - 7 9
228	258	21		130	323	39	26	8667	.	0000	25	3	35	0000	55	130	0	V I N 7 8 - 7 9
229	107	22		116	452	47	23	5806	.	0000	24	0	35	0000	55	116	0	V I N 7 8 - 7 9
230	161	23		188	571	32	23	5806	.	0000	15	1	35	0000	55	188	0	V I N 7 8 - 7 9
231	300	24		79	032	31	15	0968	.	0000	16	0	35	0000	55	79	0	V I N 7 8 - 7 9
232	80	25		54	667	31	17	9667	.	0000	13	0	35	0000	55	54	0	V I N 7 8 - 7 9
233	80	26		42	565	38	14	768	.	0000	13	0	35	0000	55	42	0	V I N 7 8 - 7 9

S A E S O N G
V I N 7 7 - 7 8
V I N 7 7 - 7 8
V I N 7 7 - 7 8
V I N 7 7 - 7 8
V I N 7 7 - 7 8
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9
V I N 7 8 - 7 9

T I D S O R D N
10
11
12
13
14
15
16
17
21
22
23
24
25
26
27
28
29

H E M M A M O R
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5
0
5

F A M S T O R L
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S

K V A T T E N
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

H U S N R
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E
E

G A R A G E D Y
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

V A R M V T D Y
15
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

LITTERATUR:

Abt, C, Energy Shortages and Changing Life Styles. Technological Forecasting and Social Change, 10:1977

Carlestam, Henricson, Månsson, Kommunal planering för hushållning och försörjning med energi. Byggforskningsinstitutet. Diskussionsmaterial, Gävle 1977.

Energi 1985-2000 - Enerkiprognosutredningen, SOU 1974:64.

Energiberedskap för kristid, Bilaga. SOU 1975:61.

Energiforskning, D: Lokalkomfort och hushåll. SOU 1974:76.

Energibruk i husholdningen. Forbruksforskning 1:1979, Statens Institutt for Forbruksforskning, Oslo.

Energi och matberedning, en analys. Tekniska Högskolornas arbetsgrupp (THE) Rapport 4:79.

Energisparkkommitténs rapport angående informationskampanj våren 1979. Energisparkkommittén 1979.08.28.

Fanger, P, O, Human Comfort and Energy Consumption in Residential Buildings. Internat Conf on Energy Use Management, Tucson, Pergamon Press, New York 1977.

Gaunt, L, 158 småbarns bostadsanvändning. Statens Institut för Byggnadsforskning, M 1977:1.

Gaunt, L, 205 skolbarns bostadsanvändning. Statens Institut för Byggnadsforskning, M 1979:7.

Green, G, H, Humidification in Residences - is it needed? Internat Conf on Energy Use Management in Tucson, Pergamon Press, New York 1977.

Hogan, J, Paolucci, B Energy Conservation: Family Values, Household Practices and Contextual Variables. HomeEconomics Research Journal, 4:1979.

Holm, L, Familj och bostad, Hemmens Forskningsinstitut, Stockholm 1956.

Honigmann, J, Understanding Culture. Greenwood Press. Conn, (1963) 1977.

Hushållens energikonsumtion. Konsumentverket, Rapport 1:1976

Jonson, J, Å, Villa 80 - Byggskedet, Byggforskningsrådet, Rapport 47:1978.

Kimbré, S, Boendestudier i Kiruna, Luleå och Sundsvall. Byggforskningsrådet, Rapport 14:1968.

Lindskoug, N, Wolgast, M, Bygga och bo på 80-talet. Ingenjörsförlaget, Stockholm 1977.

Löfstedt, B, Våra krav på inomhusklimatet. Bättre bruk av energi i byggnader och byggd miljö, BFR-STU, Stockholm 1974.

Marken, grunden i samhällsbyggandet. Tidskriften PLAN (temanummer) nr 4-5, 1979.

Montgomery, G, F Product Technology and the Consumer. Scientific American 6:1977.

Olesen, B, W, Thermal Comfort Requirements for Floors Occupied by People With Bare Feet. ASHRAE Transactions 83, II 1977.

ProKE-gruppen - FOU angående kommunal energiplanering och dess samband med fysisk samhällsplanering. Programutredning. Programgruppen kommunal energiplanering. Byggforskningsrådet T 30:1976.

Schipper, L, Lichtenberg, A, J Efficient Energy Use and Wellbeing - The Swedish Example. Science, Vol 194, Dec 1976.

Seligman, Darley, Becker, Behavioral Approaches to Residential Energy Conservation. Energy and Buildings, April 1978.

Stern, P, Kirkpatrick, E, Energy Behavior. Environment, Dec 1977.

Taesler, R, Klimatdata för Sverige. Byggeforskningen, Stockholm 1972.

Untracht, M, Sociological Implications of Efficient Energy Use. Energy Use Management, Internat Conf in Tucson, Pergamon Press, New York 1977.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
760441-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Norrlands Byggtjänst, Umeå och Forum
för Tvärvetenskap vid Umeå Universitet.**

R98: 1980

ISBN 91-540-3304-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700198

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 40 kr exkl moms