



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

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



Rapport

R117:1983

**Energiekonomi och inneklimat
i enbostadshus med tung
respektive lätt stomme**

**David Södergren
Axel Fagerstedt**

R
ANF

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac Ser

Byggeforskningsrådet

R117:1983

ENERGIEKONOMI OCH INNEKLIMAT I ENBOSTADSHUS
MED TUNG RESPEKTIVE LÄTT STOMME

David Södergren
Axel Fagerstedt

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
771145-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Byggmästargruppen Interfaber AB

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

R117:1983

ISBN 91-540-4012-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL

- 1 Sammanfattning
- 2 Inledning
- 3 Husens utförande
- 4 Luftflöden och ventilation vid inledande mätning
- 5 Rums klimat
- 6 Kompletterande mätning
- 7 Långtidsmätningen
- 8 Diskussion av resultat
- 9 Bestämning av tidkonstanten

Bilaga 1. Ventilaitonssystemet, skisser

Bilaga 2. Byggnadsteknisk beskrivning

Bilaga 3. Bostadsområdet i Gränna

Bilaga 4. Redovisning av förundersökning

Litteraturförteckning

1 SAMMANFATTNING

Syfte

Projektets syfte var att jämföra energiekonomi och inneklimat i enbostadshus utförda med en tung plattsgjuten betongstomme med hus utförda med en lätt träregelstomme. De tunga husen förekommer dessutom i två varianter. I den ena fördelas värmen i husen via centralt uppvärmd luft, i den andra varianten förvärms visserligen också luften centralt i en värmeväxlare men dessutom tillsättes värme lokalt i rummen via elradiatorer.

Genomförande

Sammanlagt omfattar projektet 16 hus med samma planlösning inom ett begränsat område. Husen har en boningsyta av 165 m² och därtill ett kombinerat garage och förråd av 45 m². I samtliga hus har årsenergiförbrukningen registrerats såväl totalt som för enbart uppvärmning. I tre av husen har dessutom en intensivmätning genomförts varvid klimat, luft- och energiflöden har studerats. Större delen av de senare mätningarna har utförts innan husen togs i bruk.

Resultat, klimat

Temperaturfördelningen har varit god i samtliga hus. Golvtemperaturen i bottenvåningen var lägre då eftervärmning med lokala elradiatorer förekom, dock aldrig besvärande låg. Trots en ojämn fördelning av luften i ett av de tunga husen med luftburen värme förekom inga större temperaturgradienter. Den möjlighet till lokal anpassning av temperaturen till önskad nivå, som systemet med lokala eleftervärmare ger, utnyttjades speciellt för att få lägre temperatur i sovrummen. Solinstrålningens störande effekt gjorde sig minst märkbar i de tunga husen med lokala elradiatorer.

Resultat, energi

Någre markanta skillnader i energibehov för de olika hustyperna förekommer inte. En noggrann analys av uppmätta värden från intensivmätningssperioden anger att energibehovet som väntat blir lägst i den tunga byggnaden med lokala elradiatorer och högst i den lätta byggnaden med central luftuppvärmning. Skillnaderna är dock små och även om samma tendens kan utläsas från långtidsregistreringen framgår också av den att spridningen internt inom de olika hustyperna är betydligt större än skillnaden mellan typerna. Samtliga hus har ett förhållandevis lågt energibehov. Totalt behov för värme, ventilation, varmvatten och hushållsel ligger i genomsnitt vid ca 21 000 kWh/år. Spridningen bland alla 16 husen

är \pm 18 % och spridningen inom varje typ är \pm 15 %. För värme och ventilation varierar förbrukningen mellan 10 500 och 18 300 kWh/år.

Övriga iaktagelser

Den tillämpade principen att ta in uteluft, via vindsutrymmen som värms av solen genom ett plåttak synes ha en mycket god effekt. Mätningarna visar också att det tunga huset med central luftuppvärmning kan värmas helt av billig nattström så gott som hela året. Vidare framgår att värmen från den öppna spisen, som via värmväxlare tillförs den centrala varmluftsapparaten, på ett effektivt sätt kan lagras under minst ett dygn.

Den stora tidkonstanten för de tunga husen gör att även långa elavbrott - några timmar - knappast blir besvärande för de boende.

2 INLEDNING

Den undersökning som rapporten redovisar har haft som syfte att jämföra hur energiekonomi och inneklimat varierar i enfamiljshus utförda med tung respektive lätt stomme. I hus med tung stomme har även jämförelser gjorts mellan uppvärmningssystem där enbart luft används för värmefördelningen, i relation till direkt elvärme i kombination med varmlufts-fördelning. Undersökningen är utförd i ett nybyggt bostadsområde i Gräna.

Som studieobjekt förelåg 16 hus varav

8 hus utförda med tung stomme och luftburen värme (central luftuppvärmning)

4 hus utförda med tung stomme och direkt elvärme (lokala elradiatorer) och

4 hus utförda med lätt stomme och luftburen värme.

En metod att bygga enfamiljshus med stora delar av byggnaden utförd i betong har utvecklats vid David Johansson Byggnadsaktiebolag i Gräna. En tunnelform utnyttjas för produktionen.

De aktuella byggnaderna är placerade inom samma område i Gräna, vilket ger möjlighet att jämföra energibehovet för uppvärmning och ventilation i de olika byggnadstyperna.

Undersökningen omfattar två delar:

1. Intensivmätningar av klimat och energibehov i tre hus under två korta perioder.
2. Långtidsmätning av energibehovet för samtliga 16 hus under eldningssäsong.

Intensivmätningarna genomfördes i början av april, således under vårväderförhållanden, i tre hus. Under de första dyggen var husen obebodda. I den efterföljande perioden var två av husen bebodda.

De tre hus som studerats i intensivmätningen har haft kvartersnumren 16, 23 och 24. Se bilaga 3.

Hus 16 Lätt stomme, central luftvärmning

Hus 23 Tung stomme, lokala el-radiatorer

Hus 24 Tung stomme, central luftvärmning

I långtidsmätningen har husfördelningen på de olika alternativen varit följande:

Hus 15, 16, 17, 18 Lätt stomme, central luftuppvärmning

Hus 21, 22, 23, 24 Tung stomme, lokala el radiatorer

Hus 5, 6, 11, 12, 13,
14, 19, 20 Tung stomme, central luftuppvärmning

Det kan synas förbryllande att hus 24 i intensivmätningen tillhör kategorin Tung stomme, central luftvärmning och i långtidsmätningen Tung stomme, lokala elradiatorer.

Förklaringen är att de lokala elradiatorerna avstängts i hus 24 före intensivmätningen på grund av att inget av husen avsedda för central luftuppvärmning var tillgängligt vid aktuellt tillfälle.

Det bör observeras att även de lätta husen var uppförda på en gjuten betongplatta med ingjutna kanaler för luftfördelning i huset.

3 HUSENS UTFÖRANDE

Husen är identiska i de flesta avseenden. D v s yttermått, isolering, fönster och tak etc är lika. Principen för ventilationssystemet är även den lika, se fig 3.1, frånsett att i hus med elradiatorer det centrala luftvärmebatteriet ej används. Som framgår av figuren kan uteluft sugas in via ett solvärt plåttak till tilluftsfläkten. Luften passerar därefter en värmeväxlare som tar värme ur avluften. Efter värmeväxlaren blandas tilluften med en större mängd återluft för att sedan passera elfilter och värmebatteri innan den via huvudfläkten fördelas ut i byggnaden. Fyra olika flöden förutom avstängning, kan väljas för huvudfläkten genom manuell omställning på klimataggregatet.

Hustypen benämnd "Lätt stomme" har visserligen byggts på en betongplatta på mark men den bärande stommen är av trä, medan "Tung stomme" innebär en bärande stomme av betong. För övrig byggnadsteknisk information se bilaga 2.

Boningshusen har en golvarea av 165 m^2 och invändig volym av 390 m^3 . Garage och förrådsutrymmen som är uppvärmda har 45 m^2 golvarea och 112 m^3 volym.

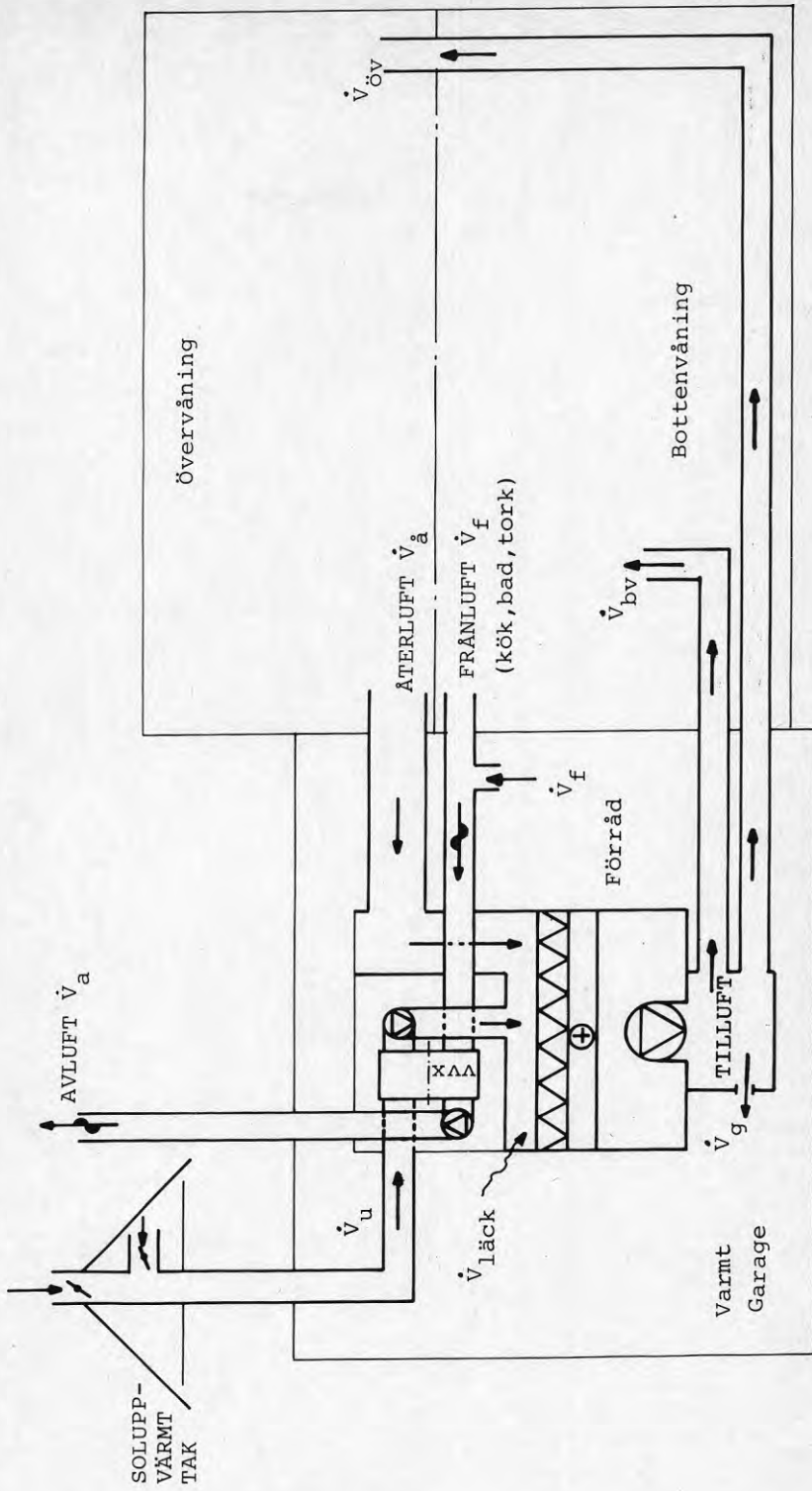
Den automatiska utrustningen för temperaturstyrning är olika i de skilda hustyperna. I hus med lätt stomme finns centrala temperaturgivare i boningshuset och dessutom utegivare. Dessa båda givare styr vattnets framledningstemperatur till det centrala luftvärmebatteriet.

I husen med tung stomme och lokala elradiatorer är dessa försedda med termostater (temperaturgivare).

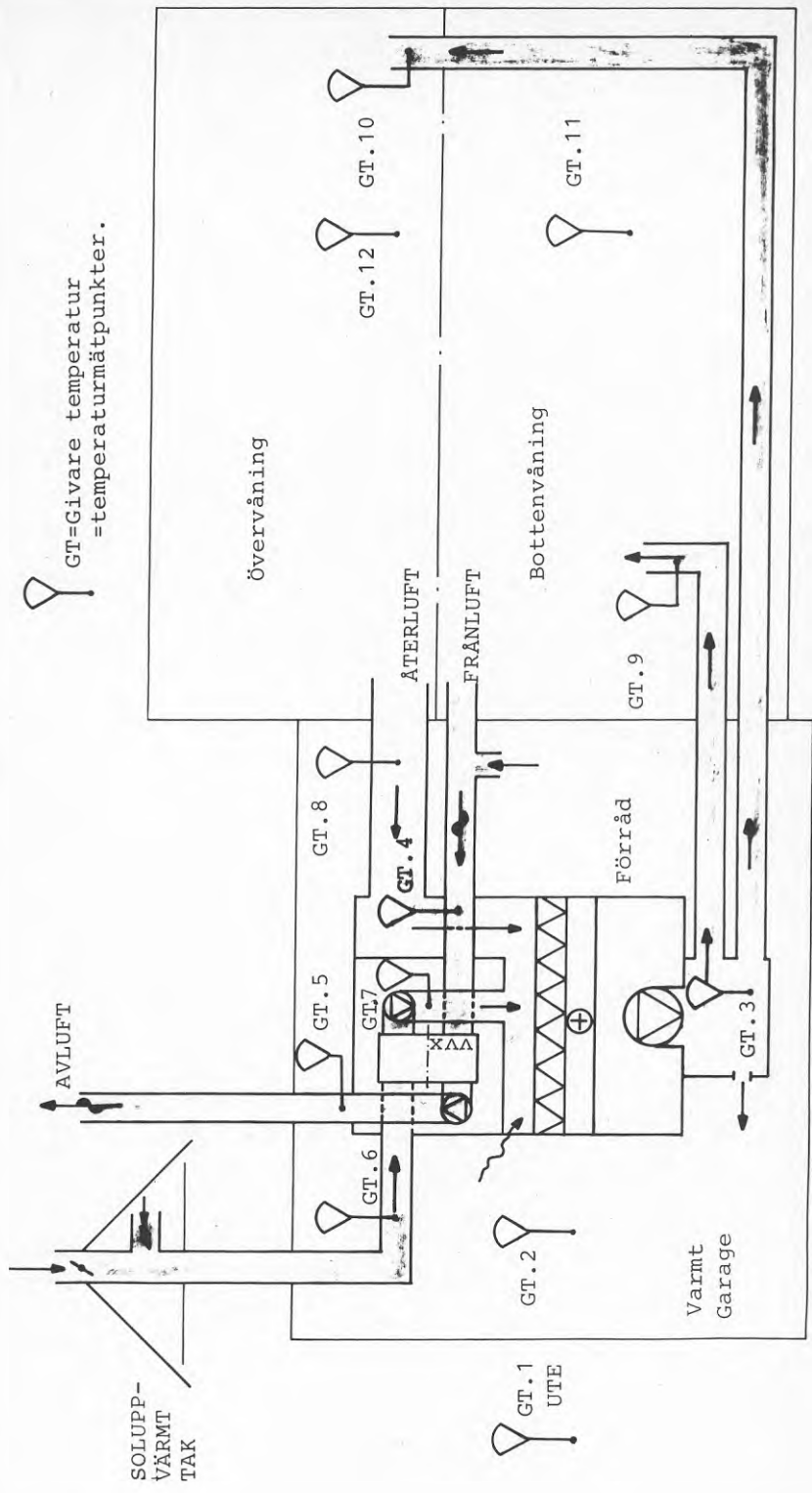
Husen med tung stomme och central luftuppvärmning har en innegivare med möjlighet att välja olika natt- och dagtemperaturer. Elpannans vattentemperatur, som matar det centrala luftvärmebatteriet, inställs manuellt på önskat värde.

I alla hus distribueras tilluften genom oisolerade plåtkanaler ingjutna i bottenplattan. Kanalerna som förser övervåningen med luft är i de tunga husen ingjutna i vägg- och bjälklag. Se bilaga 1. I de lätta husen är dessa kanaler förlagda i lätta innerväggar och bjälklag.

Placeringen av mätpunkter för temperaturregistrering framgår av figur 3.2.



Figur 3:1 Principschema för ventilationen.



Figur 3.2 Principschema för temperaturgivare.

4 LUFTFLÖDEN OCH VENTILATION VID INLEDANDE MÄTNING

Beteckningarna för husens olika luftflöden återfinns i fig 3.1. Storleken av dessa under intensivmätningen uppmättes till:

	Hus 16 Trä Central- värme (m ³ /h)	Hus 23 Betong Lokal värme (m ³ /h)	Hus 24 Betong Central- värme (m ³ /h)
Uteluft (\dot{V}_u)	86	97	127
Avluft (\dot{V}_a)	127	100	129
Återluft (\dot{V}_a)	491	521	528
Läckageluft ¹⁾ ($\dot{V}_{läck.}$)	223	70	91
Tilluft, garage (\dot{V}_g)	80	42	45
Tilluft, bottenvåning och övervåning ($\dot{V}_{bv} + \dot{V}_{öv}$)	720	646	701
Tilluft, totalt (\dot{V}_{tot})	800	688	746

1). Läckageluftflödet är en beräknad restpost

$$(\dot{V}_{läck} = \dot{V}_{tot} - \dot{V}_u - \dot{V}_a)$$

Med anledning av det stora läckaget i klimataggregaten, speciellt i hus 16 utfördes nya temperaturmätningar vid ungefär samma uteklimatförhållanden vid ett senare tillfälle sedan aggregaten tätats. Resultatet, som redovisas under kapitel 5 antyder att läckaget har minskat och är obetydligt i alla tre husen.

Energitillskottet från det solfångande taket i % av det totala energibehovet för ventilationen var för

Hus 16	27%
Hus 23	27%
Hus 24	24%

Räknat på samma sätt för återvinningen i värmeväxlarna gav

Hus 16	37%
Hus 23	43%
Hus 24	46%

Summan av procentuella tillskott från solfångare och värmeväxlare blev således

Hus 16	64%
Hus 23	70%
Hus 24	70%

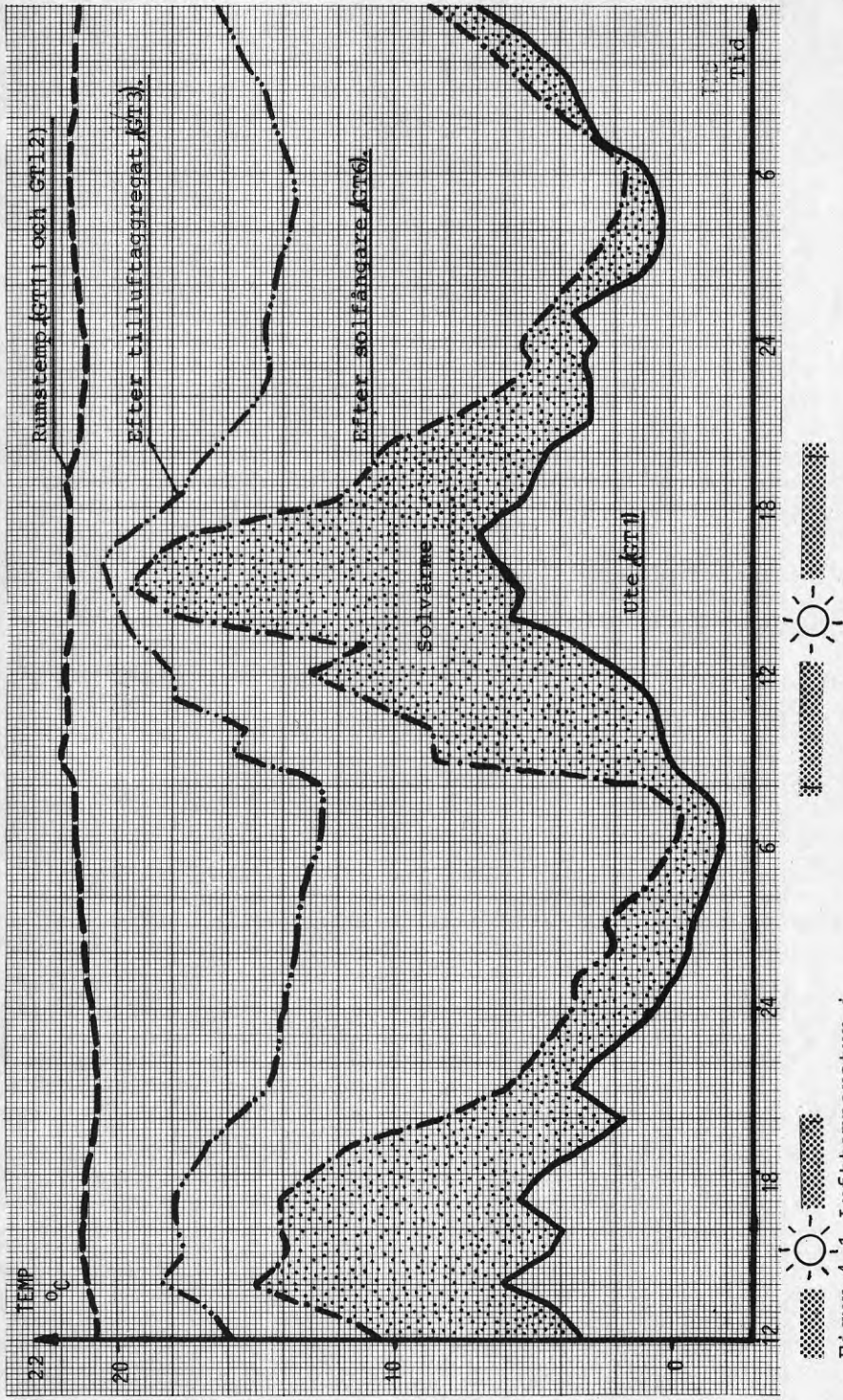
Uttryckt i absoluta siffror för första mätperioden, fyra dygn, fördelade sig energibehovet för den mekaniska ventilationen enligt följande

	Hus 16	Hus 23	Hus 24
	Trä	Betong	Betong
	Central värme	Lokal värme	Central värme
	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Bruttoenergibehov	46	51	68
Tillskott av solfångare	12	14	16
Tillskott gm VVX	17	22	31
Nettoenergibehov	17	15	20

Skillnaden i energitillskott från solfångarna mellan de båda tunga husen beror på olikheter i ventilationsluftsmängd medan skillnaden mellan hus 16 och 23 beror på en något effektivare solfångning i hus 23.

I de fall extra vämetillskott av solvärme inte önskas finns möjlighet att suga tilluft direkt utifrån. Ett motordrivet spjäll som öppnar då rumstemperaturen stiger över ett inställt värde reglerar detta. Vid provningstillfället ställdes denna temperatur så högt att spjället inte öppnade.

Väderleken vid första provningstillfället var växlande med både mulna och relativt klara dagar. Ingen nederbörd förekom och vindarna var överlag svaga. Ett visst begrepp om solinstrålningens variation kunde fås med ledning av lufttemperaturen efter solfångarna. För hus 24 ges ett exempel i fig 4.1. Även variationen av uteluftens temperatur samt temperaturen efter värmväxlaren han angivits.



5 RUMSKLIMAT

Variationen av boningshusets lufttemperatur finns angiven i fig 5.1. Lufttemperaturen mättes i två punkter, den ena i övervåningen, den andra i bottenvåningen. De inritade temperaturerna i figuren är medelvärden av de båda mätpunkterna. Höjdskillnaden mellan punkterna var 2,65 m. De uppmätta temperaturgradienterna var överlag låga. Några skillnader noterades dock. Det lätta huset hade största gradienten medan det tunga försett med lokala radiatorer i genomsnitt hade en negativ gradient, d v s lufttemperaturen i övre våningsplanet var lägre än i undre våningsplanet. Temperaturgradienternas värde för de olika husen var under mätperioden

Hus	16 Lätt central	23 Tung lokal	24 Tung central
	°C/m	°C/m	°C/m
Max	0,49	0,11	0,30
Min	0,04	- 0,15	- 0,08
Medel	0,26	- 0,05	0,07

Medelvärdet av utetemperaturen under mätperioden var + 4,3°C.

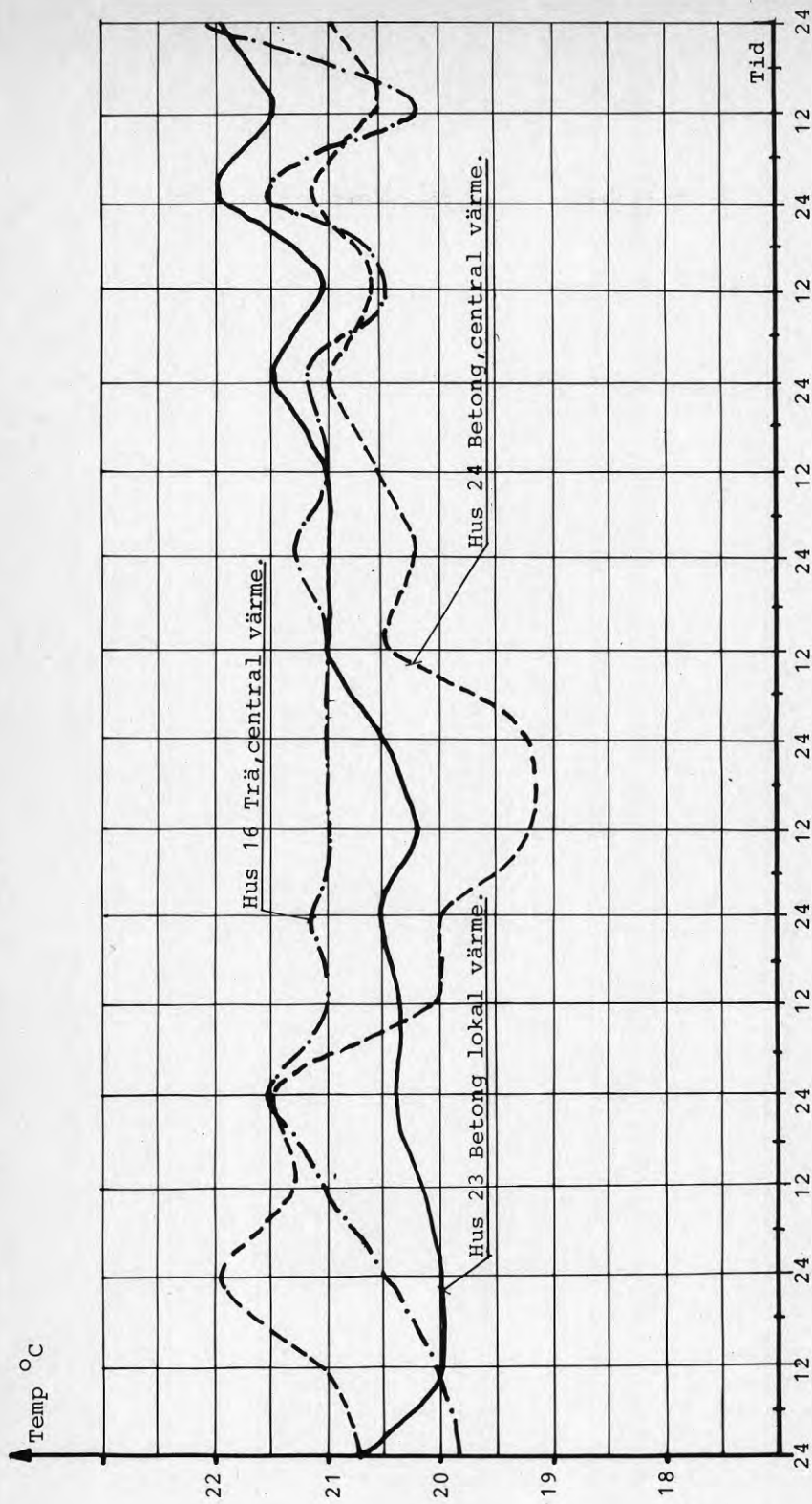
Den relativa fuktigheten i boningshusen varierade förhållandevis lite under den obebodda tiden. För de tunga husen låg medelvärdet på ca 30% medan det i det lätta låg ca 3% lägre.

I den efterföljande perioden då hus 23 och 24 var bebodda steg fuktigheten i dessa hus med ca 4%. Enskilda toppar, något över 40%, förekom. Det obebodda lätta huset låg kvar på samma värde.

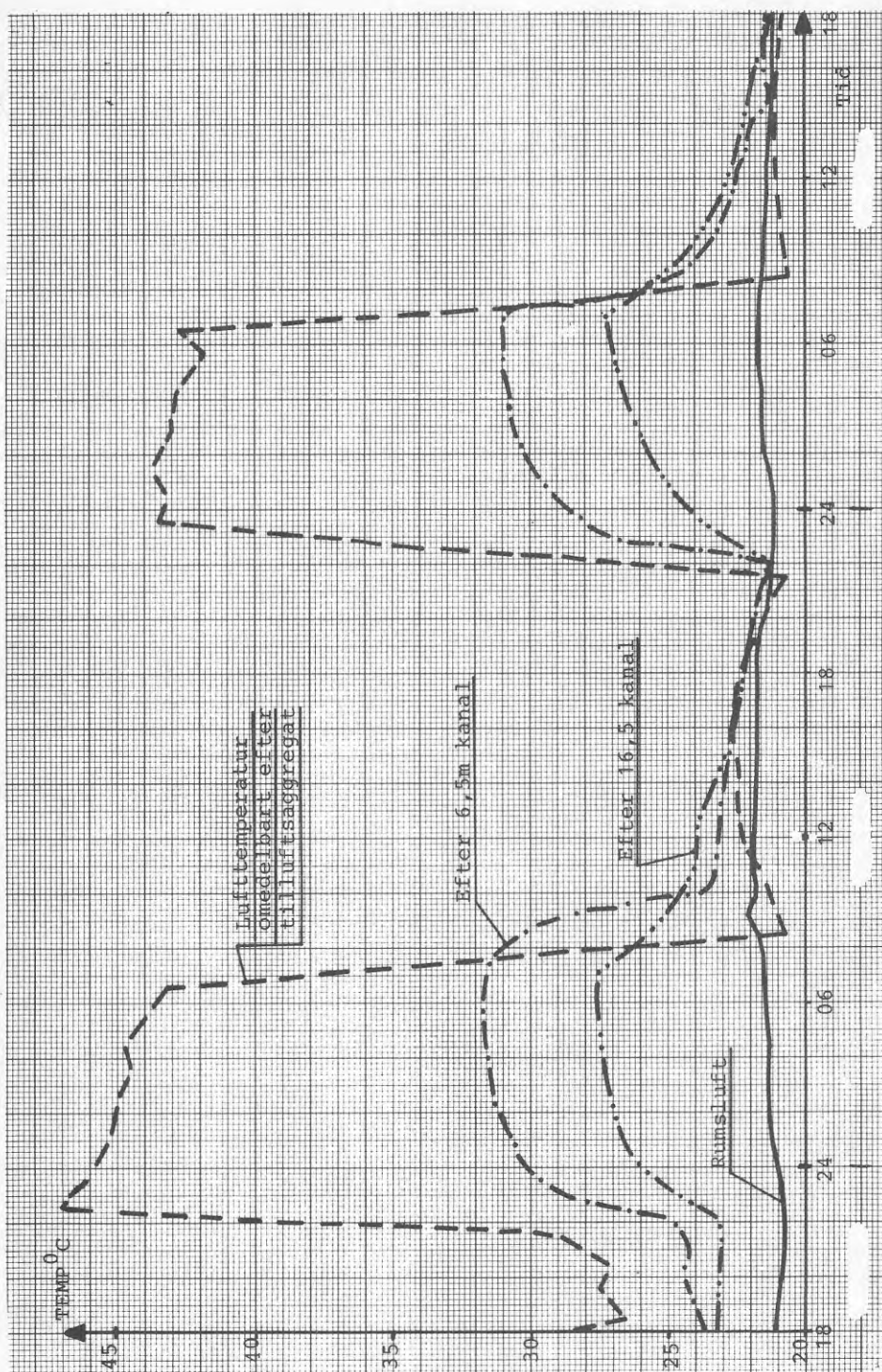
Golvet i boningshusets undervåning var, som man kan förvänta, varmare i hus 16 och 24 än i hus 23. För partier mitt emellan ingjutna kanaler och ytterväggar var temperaturen ca 1°C högre i förhållande till lufttemperaturen i rummet för de förstnämnda husen. Högre temperaturer kunde konstateras direkt ovanför kanalerna. Framför spisen i köket uppmättes som mest 23,5°C i hus 16, 23,0°C i hus 24 och 19,7°C i hus 23.

Lufttemperaturerna i golvkanalerna uppmättes i hus 24 och är redovisade i figur 5.2. Det centrala värmebatteriet styrs av en rumstermostat vilket har gjort att batteriet huvudsakligen varit tillslaget under natten. Systemet är således särskilt gynnsamt där billig natt-taxa för elenergi förekommer.

Fönstertemperaturerna varierade kraftigt och på ett mycket svåröverskådligt sätt. Eftersom luften tillförs husen bl a vid underkanten av fönstren och det ibland är el-radiatorer under fönstren skiftade temperaturen på insidan av glaset så mycket att någon klarläggande information om yttemperaturerna inte kan anges.



Figur 5.1 Lufttemperaturer i boningshusen.



Figur 5.2 Lufttemperatur i hus 24, tungt med central värme.

6 KOMPLETTERANDE MÄTNING

Vid bearbetning av resultaten från de inledande mätningarna konstaterades att det läckage som förelåg i klimataggregatet, speciellt i hus 16, hade sådan störande inverkan på klimatet och energibalansen i huset att det ansågs nödvändigt att göra en kontroll av temperaturerna sedan tätning av aggregaten genomförts.

I tabell 6.1 anges de temperaturregistreringar som är av intresse vid utvärderingen.

Av värderarna i tabellen kan följande iakttagelser vara värda att analysera.

- 1 Rumstemperaturerna är mycket jämna i alla tre husen. I trähuset, hus 16, är temperaturen 21°C i såväl bottenvåning som övervåning. Det tunga huset med central värmetsats har också samma temperatur i över- och bottenvåning även om temperaturen där ligger en grad lägre än i hus 16. I hus 23 med lokal tillsatsvärme är temperaturen 3°C lägre i övervåningen än i bottenvåningen. Sannolikt är detta enligt önskemål ifrån de boende eftersom sovrummen är belägna i övervåningen och iakttagelsen kan ses som en fördel för systemet med lokal temperaturstyrning. Det är värt att uppmärksamma möjligheten till en sådan temperaturskillnad trots att det är en öppen kommunikation med trappan mellan våningarna.
- 2 Frånluften, GT 4, är genomgående någon eller några grader lägre än rumsluften GT 11. Speciellt kan detta uppmärksammas i hus 16, trähuset. Troligen beror detta på att det kommer en ganska stor del kall frånluft från förråd och garage GT 2, som blandas med den varmare luften från kök och toaletter, GT 11. Om detta antagande är riktigt är det motiverat att strypa frånluftsmängden från förrådet, i varje fall i hus 16.
- 3 Solvärmetsatskottet synes vara synnerligen värdefullt. Jämföres utetemperaturen, GT 1, med tilluftstemperaturen, GT 6, ser man att det under 14-15 tiden på eftermiddagen är $8-10^{\circ}\text{C}$ ute och $25-26^{\circ}\text{C}$ i luftintaget. Solen ligger sannolikt på taket då och den är fortfarande effektiv kl 16-17 men effekten avtar sedan snabbt mellan kl 18 och 19 även om fortfarande värmetsatskottet från vindsutrymmet denna tid höjer tilluftstemperaturen ca 5°C .
- 4 Vid förhållanden enligt mätdagen gör värmväxlaren ganska liten nytta. När solen värmer upp tilluften, som varit fallet i hus 23 mellan kl 14 och 15 till $25-26^{\circ}\text{C}$ (GT 6), fungerar värmväxlaren snarare som kylare än som värmare. Temperaturen efter växlaren, GT 7, är lägre än temperaturen före, GT 6. Det framgår också av frånlufttemperaturerna. Temperaturen efter växlaren, GT 5, är högre än temperaturen före, GT 4, och det gäller faktiskt hela dagen. Att en temperaturstegring kan erhållas såväl i tilluft som i frånluft

Temperaturmätningar i Gränna. April 1982
Mätpunkter, GT, enligt figur 3.2.

	Ute	Förråd	Efter T.A.	Frånluft	Avluft	Tillluft före VVX	Tillluft efter VVX	Aterluft	Tillluft BV	Tillluft öv	Rumsluft BV	Rumsluft öv	GT1	GT2	GT3	GT4	GT5	GT6	GT7	GT8	GT9	GT10	GT11	GT12	
Hus 23																									
Tung lokal																									
K1 13.45													8	16	24	21	22	26	23	22	20	22	22	22	19
K1 14.00													8	16	24	21	23	25	24	22	20	22	22	22	19
K1 14.15													8	16	24	21	23	26	25	22	20	22	22	22	19
K1 14.30													10	16	25	21	23	26	25	22	20	22	22	22	19
K1 14.45													10	16	25	21	23	25	26	22	20	22	22	22	19
K1 15.00													10	14	25	20	23	25	25	22	20	22	22	22	19
K1 15.15													10	14	25	20	23	25	25	22	20	22	22	22	19
Hus 24																									
Tung central																									
K1 15.45													12	12	20-21	18	20-21	24	23	20-21	22	20	20	20	20
K1 16.00													14	14	20-21	19	20-21	24	23	20-21	22	20	20	20	20
K1 16.15													14	14	20-21	18	20-21	24	23	20-21	22	20	20	20	20
K1 16.30													10	14	20-21	18	20-21	23	23	20-21	22	20	20	20	20
K1 16.45													11	14	20-21	19	20-21	23	23	20-21	21.5	20	20	20	20
K1 17.00													11	14	20-21	19	20-21	22	22	20-21	21	20	20	20	20
Hus 16																									
Lätt																									
K1 17.45													12	16	21	18	20	18	19	22	21	22	21	21	21
K1 18.00													10	15	21	18	20	17	19	22	21	22	21	21	21
K1 18.15													11	15	21	18	20	16	19	22	21	22	21	21	21
K1 18.30													10	15	21	18	19	15	19	22	21	22	21	21	21
K1 18.45													9	15	20	18	19	14	18	22	21	22	21	21	21

Tabell 6.1

vid passage av växlaren beror på att fläktarna avger viss värme som kommer luften tillgodo.

- 5 Värmelagringen i byggnadsstommen synes fungera alldeles utmärkt vilket framgår av jämförelser mellan temperaturerna, GT 3, omedelbart efter aggregatet och GT 9, resp GT 10 vid utblåsningen i rummen. Speciellt kan detta iakttas i det tunga huset med lokala elradiatorer, hus 23, där temperatursänkningen är 2 till 5 grader när den soluppvärmda luften passerar genom stomkanalerna. I hus 24 synes det råda temperaturlagring ungefär kl 16 till 17. Möjligen kan en viss värmeavgivning från betongen registreras vid jämförelser av GT 3 och GT 9. Även i det lätta trähuset erhålles en uppvärmning av luften under kvällen då luften passerar genom kanalerna i bottenplattan.

7 LÅNGTIDSMÄTNINGEN

Mätningen omfattar tiden från 1 oktober till 1 juni

A Hus med lätt stomme och central luftvärmning

(Hus 15, 16, 17 och 18)

Tabell 7.1

Byggnad	Avläst förbrukning			Totalt Dag+Natt (kWh) 5(=3+4)	All energi- förbrukn. utom värme (varmv. + bel + hushåll) (kWh) 6 (=5-2)
	Värme (kWh)	Dag (kWh)	Natt (kWh)		
1	2	3	4		
Hus 15	18 297	16 824	5 247	22 071	3 774
Hus 16	15 638	12 189	6 145	18 334	2 696
Hus 17		12 511	4 824	17 335	
Hus 18	15 340	14 842	5 411	20 253	4 913
Medel- värden	16 425	14 091	5 406	19 498	3 037

B Hus med tung stomme och lokala värmare

(Hus 21, 22, 23 och 24)

Tabell 7.2

Hus 21	11 554	9 191	7 189	16 380	4 826
Hus 22	12 334	10 527	8 764	19 291	6 957
Hus 23	10 512	9 307	7 726	17 033	6 521
Hus 24	13 979	11 858	9 915	21 773	7 794
Medel- värden	12 094	10 220	8 398	18 619	6 525

C Hus med tung stomme och central luftvärmning
(Hus 5, 6, 11, 12, 13, 14, 19 och 20)

Tabell 7.3

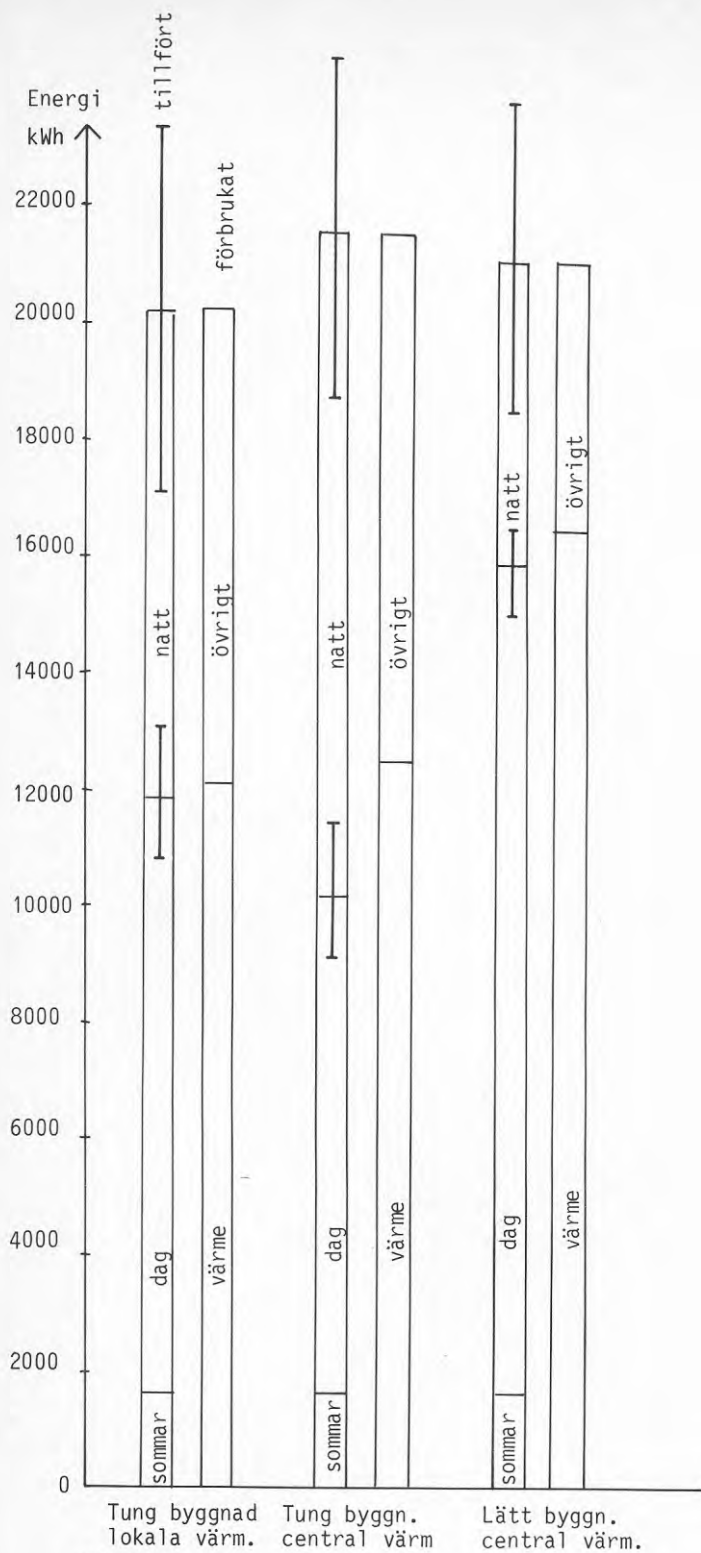
Byggnad	Avläst förbrukning			Totalt Dag+Natt (kWh)	All energi- förbr. utom värme (varmv. + bel.+hushåll (kWh)
	Värme (kWh)	Dag (kWh)	Natt (kWh)		
1	2	3	4	5 (=3+4)	6 (=5-2)
Hus 5	13 643	7 841	11 420	19 261	5 618
Hus 6	13 600	8 688	13 889	22 577	8 977
Hus 11	13 927	10 050	13 018	23 068	9 141
Hus 12	10 401	10 704	7 819	18 523	8 122
Hus 13	11 759	6 924	14 383	21 307	9 548
Hus 14	10 860	7 215	10 745	17 960	7 100
Hus 19	12 627	8 878	10 916	19 794	7 167
Hus 20	13 065	7 859	11 312	19 171	6 106
Medel- värden	12 485	8 520	11 688	19 884	7 399

Värdena från långtidsmätningen har sammanställt i ett stapeldiagram i figur 7.1

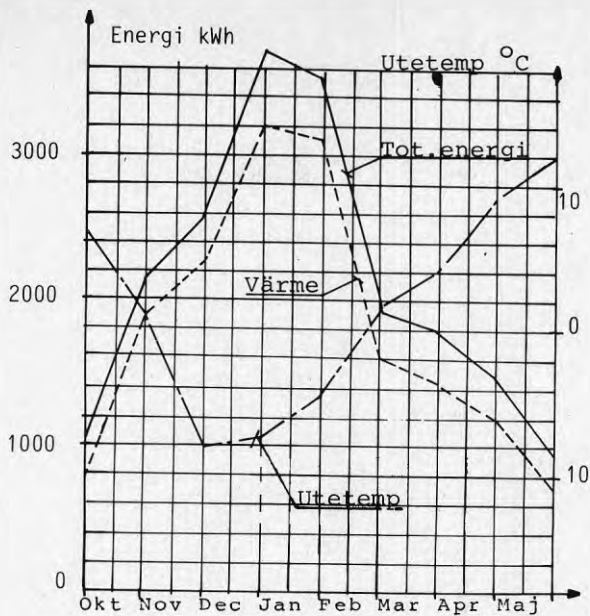
Fyra byggnader har utvalts för studie av värme- och totalenergiförbrukning i diagramform. Se figur 7.2 och 7.3.

De motsvarar en byggnad av varje typ och dessutom hus 14 i vilket eldats ovanligt många brador under hösten.

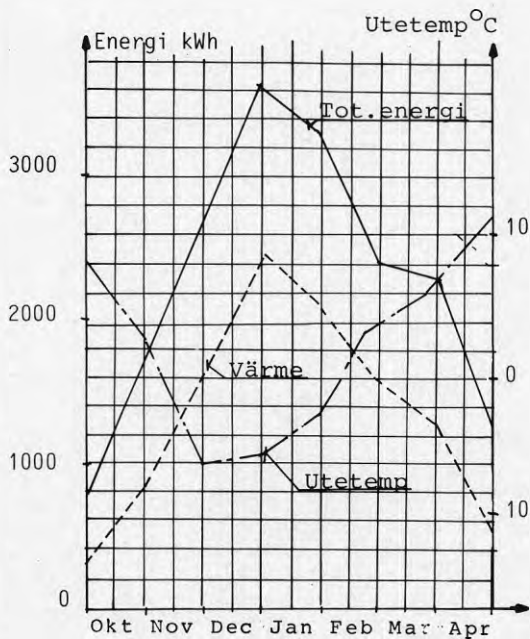
Vad som kan utläsas av diagrammen är att levnadsvanorna är mycket betydelsefulla för energiförbrukningen men samtidigt att värmebehovet svarar för det dominerande energibehovet. Värmebehovet följer ganska väl utetemperaturens svängningar men av någon oförklarlig anledning har man i hus 23 inte behövt höja värmeförseln så mycket som i de andra husen trots den låga utetemperaturen i december och januari.



Figur 7.1

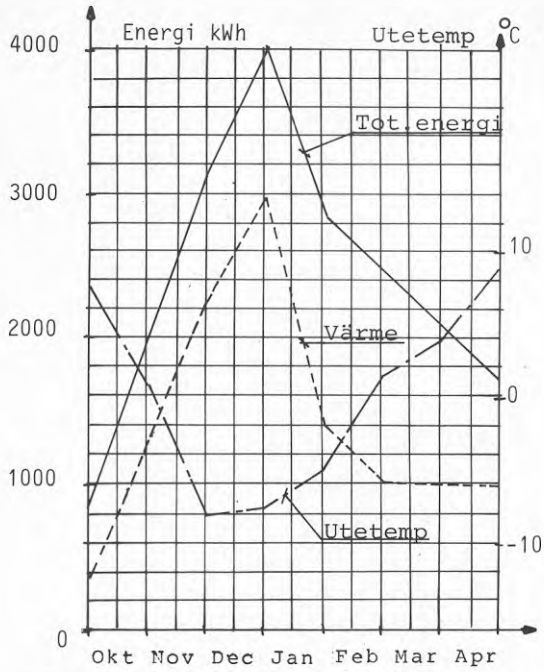


Energiförbrukning totalt och för värme.
Hus 16 lätt stomme, central luftuppvärmning.

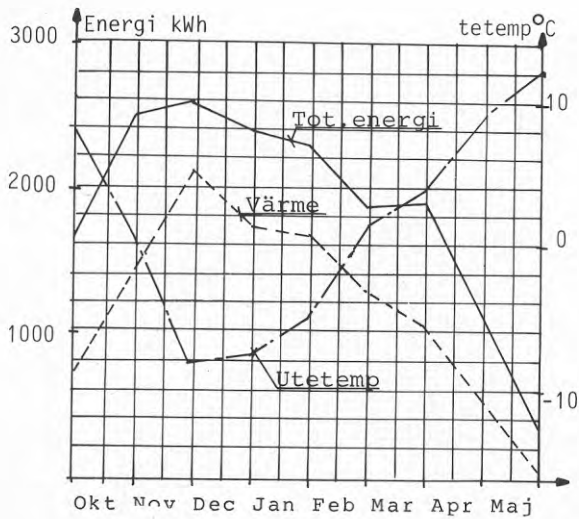


Energiförbrukning totalt och för värme.
Hus 14 tung stomme, central luftuppvärmning.
Många brasor i öppna spisen.

Figur 7.2



Energiförbrukning totalt och för värme.
Hus 20 tung stomme, central luftuppvärmning.



Energiförbrukning totalt och för värme.
Hus 23 tung stomme, lokal luftuppvärmning.

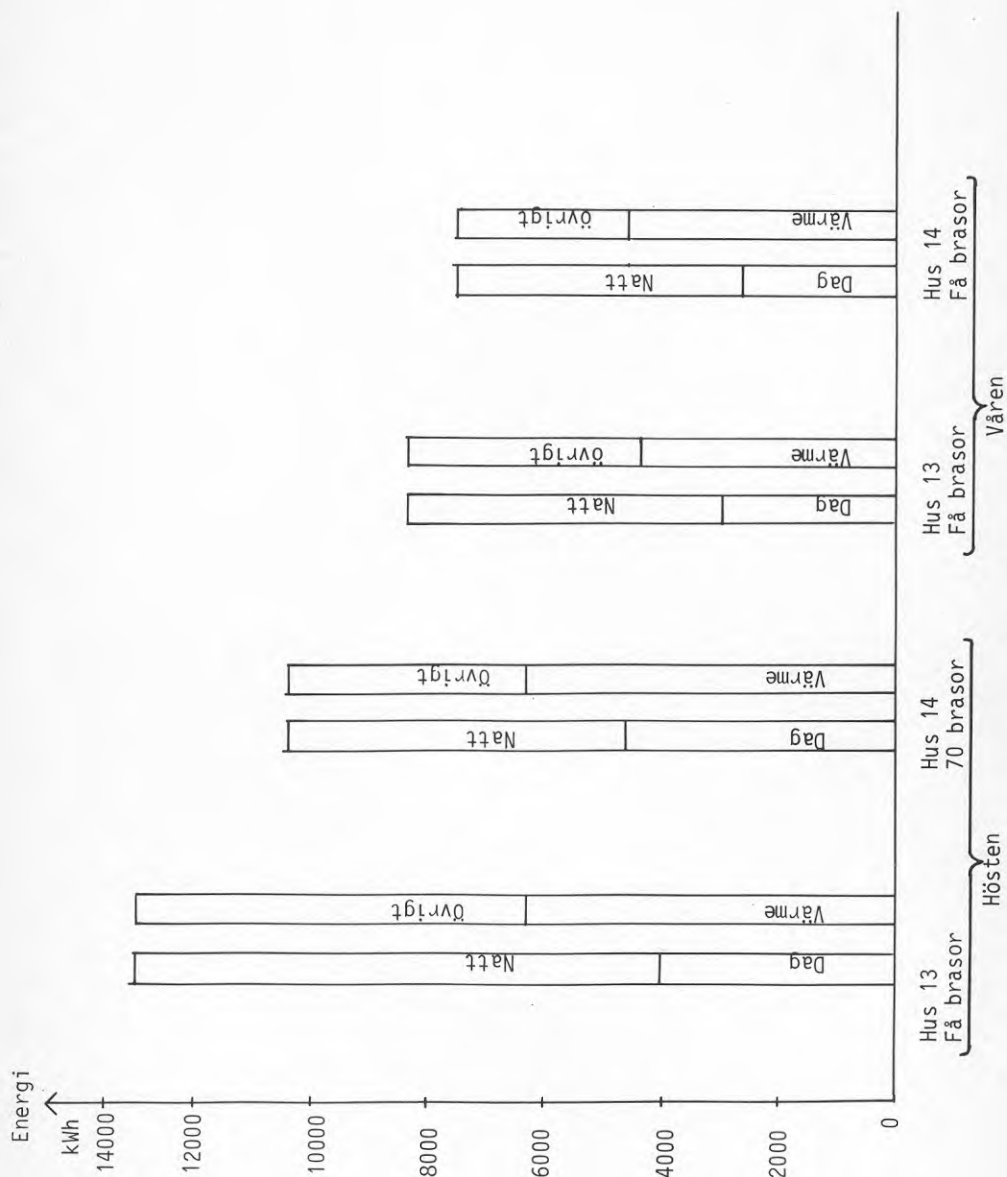
Figur 7.3

Tabell 7.4					
Energiförbrukning i hus 13					
Period	Avläst förbrukning			Totalt	All energi- förbr utom värme. (Varm- vatten+bel- hushållsel) (kWh) 6 (=5-2)
	Värme (kWh)	Dag (kWh)	Natt (kWh)	Dag+Natt (kWh)	
1	2	3	4	5(=3+4)	6(=5-2)
Hösten	7 343	4 002	8 932	12 934	5 591
Våren	4 416	2 922	5 451	8 373	3 957

Tabell 7.5					
Energiförbrukning hus 14					
Period	Avläst förbrukning			Totalt	All energi- förbr utom värme. (Varm- vatten+bel- hushållsel) (kWh) 6(=5-2)
	Värme (kWh)	Dag (kWh)	Natt (kWh)	Dag+Natt (kWh)	
1	2	3	4	5(=3+4)	6(=5-2)
Hösten	6 305	4 562	5 868	10 430	4 125
Våren	4 556	2 653	4 877	7 530	2 974

Se även stapeldiagrammet figur 7.4.

Under hösten har man i hus 14 förbrukat 1038 kWh mindre värme än i hus 13 eller 86% av hus 13:s förbrukning. Under våren har man istället förbrukat 140 kWh mera värme eller 103% av vad som förbrukats i hus 13. För totalförbrukningen är skillnaden i siffror större. Hus 14 förbrukar under hösten endast 81% energi jämfört med hus 13. Under våren är 14:s förbrukning 90% av 13:s. Varmvatten och hushållsel är tydligen genomgående mer energikrävande i hus 13 än i hus 14 och man tycks ha sena vanor i hus 13 eftersom det är så stor del av energin som förbrukas under nätterna. Det gäller både höst och vår. Att man under hösten haft mer än 3000 kWh större energibehov på nätterna i hus 13 än i hus 14 är troligen beroende på att man eldat brasor i hus 14.



Figur 7.4 Energiförbrukning i hus 13 och 14. Båda med tung stomme och central luftuppvärmning men många brasor under hösten i hus 14.

- 1 Studeras den totala energiförbrukningen för alla tre hustyperna framgår att hus med tung stomme och lokala värmare är ca 1000 kWh energisnålare än de två andra typerna. Visserligen är detta en bekräftelse på vad intensivmätningen visade men trots detta måste konstateras att individuella variationer inom varje hustyp är betydligt större än mellan typerna.

Trots att osäkerheten måste bli mycket stor finns det anledning att något beröra husens värmeekonomi. De avlästa totala energibehoven är under de tre kvartal som behoven representerar omkring 19000 kWh. Till detta bör adderas den energi som rimligen erfordras under det resterande sommarkvartalet för att total årsförbrukning skall erhållas. Av andra mätningar har framgått att ett rimligt värde på förbrukningen för denna period kan vara ca 1600 kWh. Adderas detta till de avlästa värdena blir förbrukningen mellan 20000 och 22000 kWh/år.

Mätåret var ett ovanligt kallt år men någon bestämd uppgift om exakta antalet gradtimmar har inte kunnat erhållas. Bostadsytan är 165 m² och därtill ett garage och förrådsutrymme på 45 m² som är något uppvärmt.

- 2 Den för värme avlästa energiförbrukningen är betydligt högre i hus med lätt stomme än med betongstomme, 16400 kWh mot 12100 respektive 12500 kWh. Siffrorna blir emellertid mycket osäkra med så få objekt och det bör uppmärksammas att energiförbrukningen för varmvatten och hushållsel i de lätta husen är mindre än hälften av vad samma behov fordrar i de tunga husen vilket understryker osäkerheten.
- 3 Förbrukningen av el under dagtid jämfört med natttid kan vara intressant att studera för de olika hustyperna. I de lätta husen förbrukas 72% av totala energibehovet under dagtid medan motsvarande siffra för de tunga husen med lokala värmare är 55% och för de tunga med central luftvärmning är 43%.
- 4 Antalet eldade brasor i den öppna spisen har antecknats vid energiavläsningarna. I detta sammanhang kan det vara intressant att jämföra hus 13 och 14, båda tillhörande samma typ - tung byggnad med central luftvärmning. I hus 14 har man under hösten eldat ca 70 brasor medan endast några få brasor har eldats i hus 13. Under våren har få brasor eldats i båda husen.

Eftersom man i hus 14 förbrukat 574 kWh mer el under vårnätterna kan denna merförbrukning antagas gälla även under de 4 höstmånaderna och kan dras bort från differensen under hösten. Trots detta är skillnaden 2500 kWh vilken energi då skulle kunna tillskrivas de 70 brasorna. Detta skulle motsvara ca 35 kWh per brasa vilket knappast är troligt men även om skilda levnadsvanor svarar för en del av skillnaden torde brasorna ha bidragit med värme som motsvarar mellan 1500 och 2000 kWh.

9 BESTÄMNING AV TIDKONSTANTEN

För bestämning av den s k tidkonstanten för ett av de tunga husen omställdes termostaten så att ingen värme tillfördes via värmebatteriet i hus 24 under ett dygn.

Solinstrålningen var måttlig p g a den molniga dagen. Medeltemperaturen ute under dygnet, var $5,2^{\circ}\text{C}$. Starttemperatur inne var $21,5^{\circ}\text{C}$. Sänkningen under 24 timmar uppmättes till $2,0^{\circ}\text{C}$. Enligt ekvation.

$$\Delta\theta_i = \theta_u \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{t_0}\right) \right]$$

$\Delta\theta_i$ = Temperatursänkningen inne.

$\Delta\theta_u$ = Temperaturdifferensen mellan begynnelse-temperaturen inne och medeltemperaturen ute.

t = Tiden för temperatursänkningen.

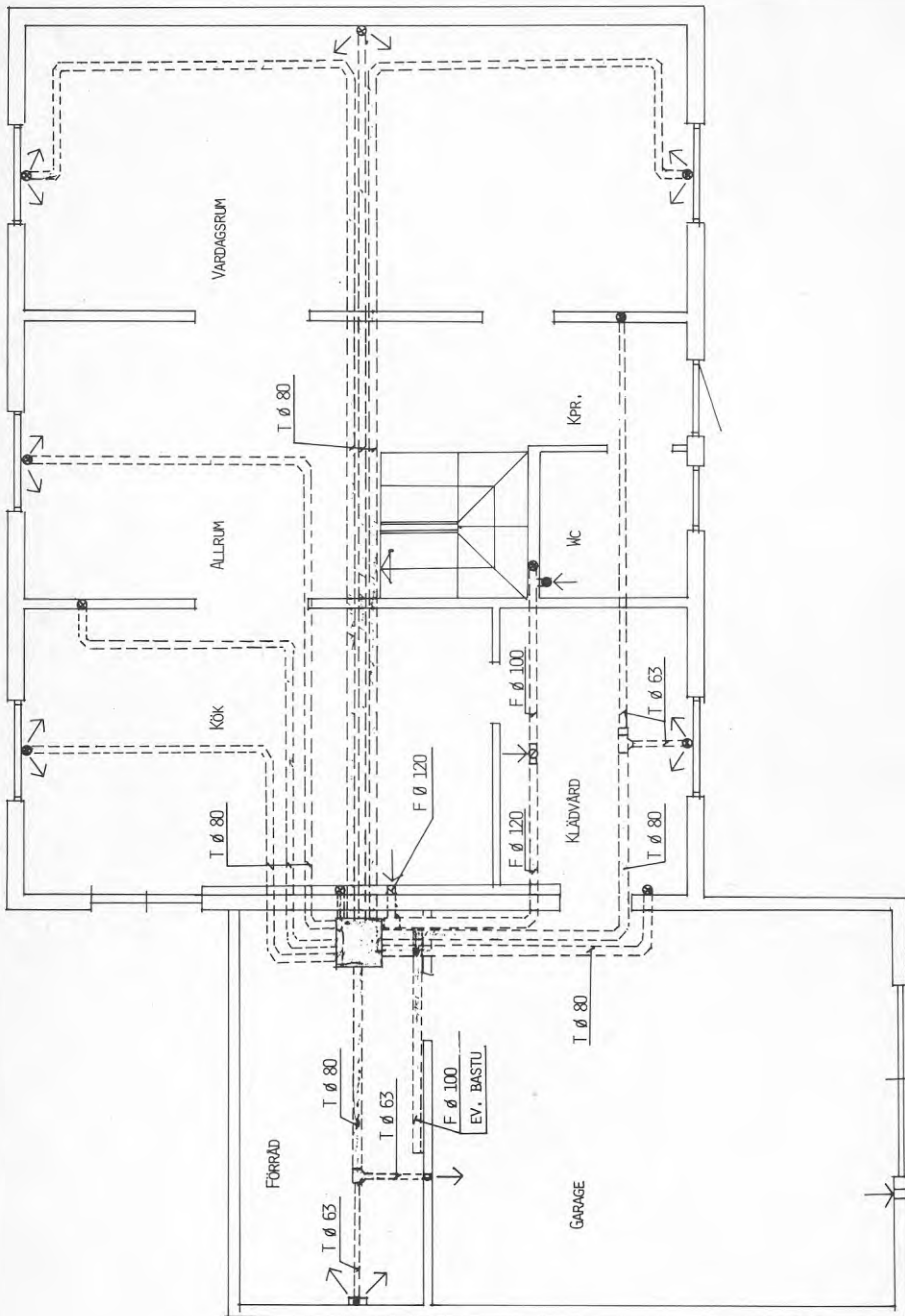
t_0 = Tidkonstanten

fås att tidkonstanten för boningshuset under dessa förhållanden var 184 h eller 7,7 dygn. Uppskattningen är grov och man bör tänka på att huset var uppladdat med värme i betongen från natten innan. Det stora värdet på tidkonstanten visar dock vilken stor termisk tröghet de tunga husen besitter.

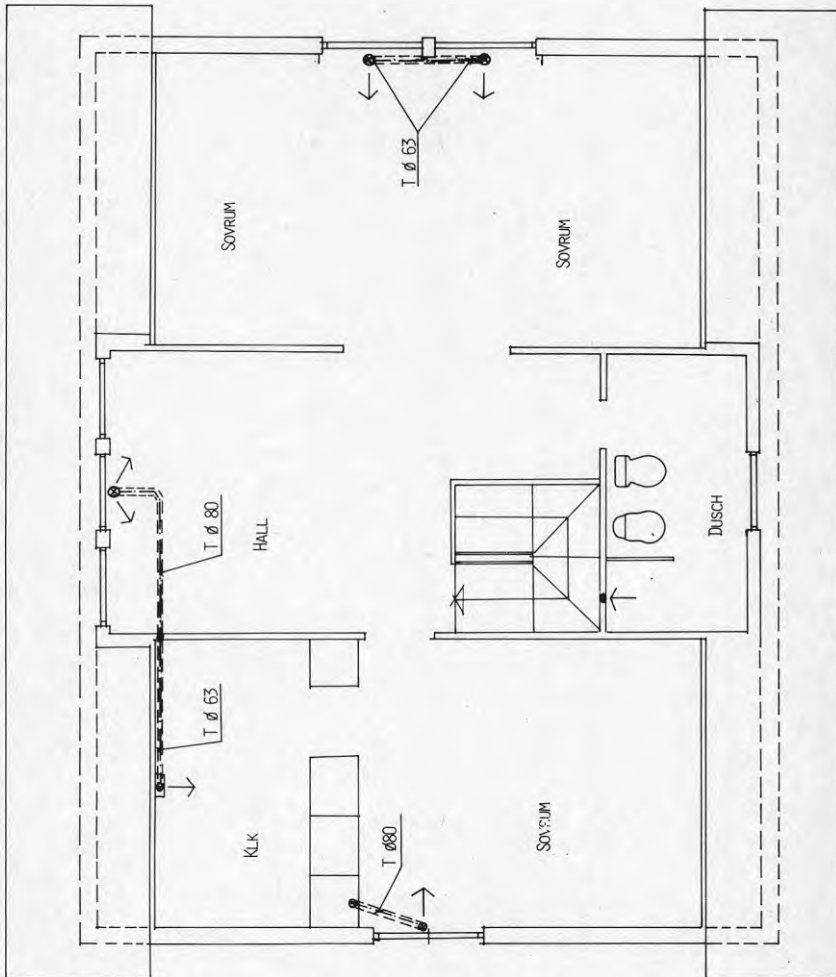
En konsekvens av den stora termiska trögheten för de tunga husen är att långa elavbrott fordras innan effekterna blir besvärande för de boende.

BILAGA 1

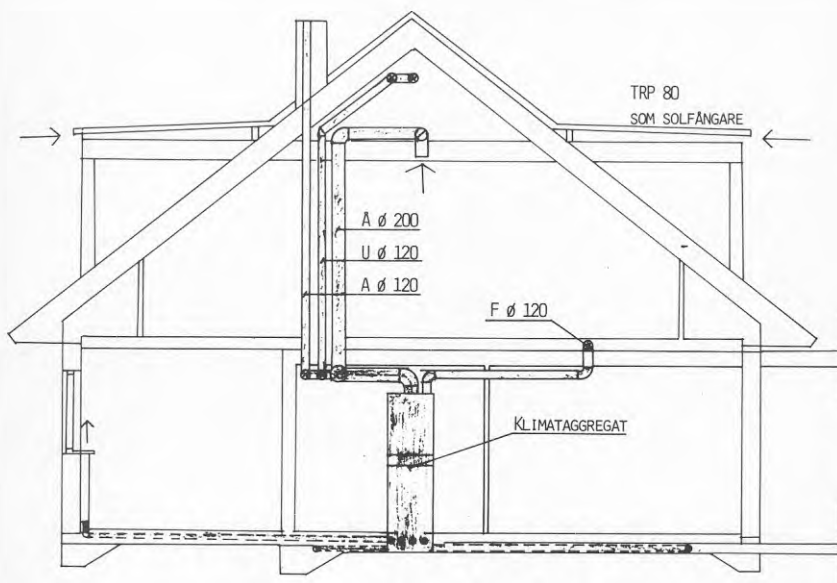
VENTILATIONSSYSTEMET, SKISSER



Bilaga 1 Figur 1 Bottenplan



Bilaga 1 Figur 2. Överplan



Sektion

BYGGNADSTEKNISK BESKRIVNING

TUNG STOMME

Teknisk beskrivning

Boningshus

- Grund: 20 cm dränerande gruslager, isolering direkt på gruset med 70 mm markskiva av min.ull, 12cm armerad kantförstyvad betongplatta.
- Bjälklag: 160 mm platsgjutet betongvalv armerat med bi-stål.
- Ytterväggar: Lockpanel, 12 mm vattenfast plywood, 20 cm masonitregel, 200 mm mineralull, diffspärr 13 mm spånskiva.
- Ytterväggar: 120 mm platsgjuten betong, 20 cm masonitregel, 13 mm vattenfast plywood, lockpanel.
- Innerväggar bärande: 120 mm plastgjuten betong
- Innerväggar övriga: 13 mm gips, 45 x 70mm träreglar, 13 mm gips.
- Yttertak: Takstolar av 350 mm masonitbalkar, betongtakpannor på läkt och underlag av konstruktionsplywood 50 mm luftspalt, isolering, 300 mm mineralull, diffspärr, 22 mm Karlit interiörtak. Takkuporna ochnockdelen mellan dessa belagda med svart TRP 80 som solkollektorer.
- Fönster: H-fönster med 3-glas isolerruta.
- Uppvärmning: Luftburet värmesystem med klimataggregat, som tillföres värme genom förvärmning av tilluften med solkollektorer, erforderlig tillskottsvärme med öppen vedspis eller ett i aggregatet inbyggt el-element.
- Ventilation: Mekanisk genom i klimataggregatet inbyggt värmeväxlingssystem för återvinning av frånluftsvärme.

Garage, förråd

- Grundläggning: 20 cm dränerande gruslager. Isoleras med 5 resp. 7 cm markskiva av min.ull. 12 cm armerad kantförstyvad betongplatta.
- Ytterväggar: Lockpanel, 13 mm vattenfast plywood. 120 mm regel, 120 mm min.ull. 13 mm spånskiva.
- Yttertak: Takstolar av 250 mm masonitbalkar, underhållsfri papptäckning på underlag av 16 mm plywood, 50 mm luftspalt, 200 mm min.ull diffspärr, 22 mm Karlit interiörtak.

LÄTT STOMME (THERMOHUSET)

Teknisk beskrivning

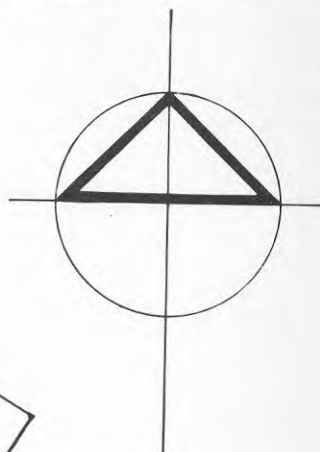
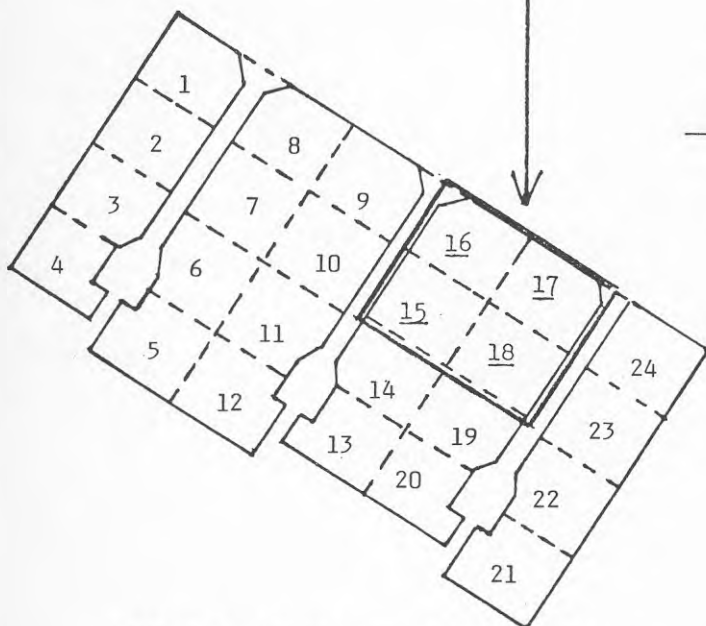
Boningshus

- Grund: 20 cm dränerande gruslager, isolering direkt på gruset med 7 cm markisolering, 15 cm armerad kantförstyvad betongplatta. Kantisolering 25 cm LECA.
- Mellanbjälklag: 22 mm interiörtak, 200 mm masonitbalkar, sregljudsisolering, 22 mm spånskivegolv.
- Ytterväggar: Lockpanel, 13 mm vattenfast plywood, 200 mm masonitregel, 200 mm mineralull, diffspärr, 13 mm spånskiva.
- Ytterväggar: 12 mm spånskiva, diffspärr, 200 mm masonitregel, 200 mm mineralull, 13 mm vattenfast plywood, lockpanel.
- Innerväggar bärande: 13 mm gips, 45x95 mm regel, 12 mm spånskiva.
- Innerväggar övriga: 13 mm gips, 45x70 mm träreglar, 13 mm gips.
- Yttertak: Takstolar av 350 mm masonitbalkar, betongtakpannor på läkt och underlag av konstruktionsplywood 50 mm luftspalt, isolering av 300 mm mineralull, diffspärr, 22 mm Karlit interiörtak. Takkuporna och nockdelen mellan dessa belagda med svart TRP-plåt som solkoll-ektor.
- Fönster: H-fönster med 3-glas isolerruta.
- Uppvärmning: Luftburet värmesystem med klimataggregat, som tillföres värme genom förvärmning av tilluften med solkollektorer, tillskottsvärme med öppen vedspis eller ett i aggregatet inbyggt el-element.
- Ventilation: Mekanisk genom klimataggregatet inbyggt värmeväxlingssystem för återvinning av frånluftsvärme.

Garage, förråd

- Grundläggning: 200 mm dränerande gruslager. Isoleras med 50 mm markisolering. 150 mm armerad kantförstyvad betongplatta.
- Ytterväggar: Lockpanel, 13 mm vattenfast plywood. 120 mm regel, 120 mm mineralull. 13 mm spånskiva.
- Mellanvägg: 120 mm betong.
- Yttertak: Takstolar av 250 mm masonitebalkar, underhållsfri papptäckning på underlag av 16 mm plywood, 50 mm luftspalt, 200 mm mineralull, diffspärr, 22 mm Karlit interiörtak.

GRÄNNA



Bilaga 3. Bostadsområdet i Gränna.

THERMOHUS I GRÄNNA
REDOVISNING AV FÖRUNDESRÖKNING

BILAGA 4

Det större projektet med 16 byggnader föregicks av en förundersökning i en liknande byggnad utförd i betong. Byggnaden i förstudien var, utöver vad som förekommer i efterföljande 16 hus, utrustad med allbränslepanna för pappersavfall och andra fasta bränslen, värmepump för värme ur avluft samt en vattentank på ca 2 m³ för värmeackumulering.

Mätningarna genomfördes med 2 st 12 punktsskrivare vid två olika klimatförhållanden. Den första mätningen utfördes under hösten 1978 och pågick ca 1 vecka när utetemperaturen pendlade mellan +10 och +20°C medan den andra mätningen genomfördes under en vecka på senvintern 1979 när utetemperaturen varierade mellan 0 och -10°C.

Av förundersökningen framgick att ekonomin med värmepump, värmeackumulator och allbränslepanna inte motiverade installation av dessa komplement till värmeanläggningen i den följande serien av byggnader.

Luftintaget för uteluft via vindsutrymmet gav god ekonomi men vissa justeringar av luftmotstånden var nödvändiga för att inte den skorstenseffekt som uppstår vid låg utetemperatur på grund av husets höjd skulle orsaka bakåtströmning i luftintaget.

LITTERATUR

1. Svensson, A, 1974, Gemensamma Nordiska metoder för mätning av luftflöden i ventilationsanläggningar. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R 51:1974. Stockholm
2. Taesler, R, 1972, Klimatdataboken, (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm
3. Jonson, J-Å, et al, 1980, Villa 80 - fjorton energisnåla småhus i Umeå, 2. boendeskedet. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R 98:1980. Stockholm.
4. Adamson, B, Elmroth, A, Södergren, D, 1980, El och olja, förslag från elanvändningskommittén (ELAK), bilaga 9. (Industridepartementet.) DSJ 1980:22, Stockholm.
5. Svensson, A, 1981, Värmeåtervinning ur ventilationsluft. (Statens institut för byggnadsforskning.) M81:23, Gävle.
6. Carlsson, B, Elmroth, A, Engvall, P-Å, 1979, Lufttäthet och värmeisolering. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 1979:24, Stockholm.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
771145-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Byggmästargruppen Interfaber AB.**

R117: 1983

ISBN 91-540-4012-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700817

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 25 kr exkl moms