



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**

**R30 :1991**

**Betonghus med extremt  
låga energibehov**

**Flerbostadshus i Örserum Gränna**

**David Södergren  
Arne Elmroth**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135538

**Byggforskningsrådet**

R30:1991

BETONGHUS MED EXTREMT LÅGA ENERGIBEHOV

Flerbostadshus i Örserum Gränna

David Södergren  
Arne Elmroth

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811446-9  
och 820277-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till resp Byggmästargruppen Interfaber AB, Stockholm,  
och Lunds tekniska högskola, Lund.

## REFERAT

I rapporten redovisas utförande och funktion av s.k. Thermohus, som är en specialitet för byggnadsfirman David Johansson i Gränna.

Projektet omfattar 3 st tvåvåningshus med 4 lägenheter i varje hus. Husen är uppförda i Örserum i Småland.

Gjuttekniken är baserad på tunnelformar i stål, som är försedda med brytveck för enkel nedtagning. Utöver en beskrivning av gjuttekniken för stommen redovisas utförandet av grundläggning, utfackningsväggar, fönster och dörrar, golvbeläggningar och yttertak.

Vidare beskrivs det kombinerade av värme- och ventilations-systemet, som baseras på att varje lägenhet har sin egen luftvärmeapparat. Värmen erhålles från värmepumpar, som tar värme ur avluften samt ur den varma luften på vinden. Delar av taken är utförda som solfångare i plåt.

Byggnaderna har visat sig vara mycket energisnåla utan att temperaturkomfort eller luftkvalitet har blivit lidande. Den betalda energi som fordras för uppvärmning, ventilation och tappvarmvatten har uppmätts till 53 kWh/m<sup>2</sup>, år.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R30:1991

ISBN 91-540-5336-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**gotab** 93706, Stockholm 1991

## INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING</b>	4
1. <u>Beskrivning av utförandet</u>	5
1.1 Grundläggning	5
1.2 Stommen	6
1.3 Utvändig ram	8
1.4 Utfackningsväggar	9
1.5 Fönster och dörrkarmar	9
1.6 Yttertak	12
1.7 Golvbeläggningar	12
1.8 Uppvärmning och ventilation	12
2. <u>Redovisning av funktionen</u>	
2.1 Kontroll av komfort i lägenheterna	14
2.2 Kontroll av energianvändning	16

## SAMANFATTNING

I rapporten redovisas utförande och funktion av s.k. Thermohus, som är en specialitet för byggnadsfirman David Johansson i Gräna.

Projektet omfattar 3 st tvåvåningshus med 4 lägenheter i varje hus. Husen är uppförda i Örserum i Småland.

Gjuttekniken är baserad på tunnelformar i stål, som är försedda med brytveck för enkel nedtagning. Utöver en beskrivning av gjuttekniken för stommen redovisas utförandet av grundläggning, utfackningsväggar, fönster och dörrar, golvbeläggningar och yttertak.

Vidare beskrivs det kombinerade av värme- och ventilationssystemet, som baseras på att varje lägenhet har sin egen luftvärmeapparat. Värmen erhålles från värmepumpar, som tar värme ur avluften samt ur den varma luften på vinden. Delar av taken är utförda som solfångare i plåt.

Byggnaderna har visat sig vara mycket energisnåla utan att temperaturkomfort eller luftkvalitet har blivit lidande. Den betalda energi som fordras för uppvärmning, ventilation och tappvarmvatten har uppmätts till  $53 \text{ kWh/m}^2$ , år.

## GJUTNA FLERBOSTADSHUS MED EXTREMT LÅGA ENERGIBEHOV

### Allmänt

Byggnaderna uppfördes 1982-83 och har nu varit i funktion så lång tid att deras kvalitet kan bedömas utan risk för överraskningar som skulle kunna kräva omvärderingar.

Objektet omfattar 3 st tvåvåningshus med 4 lägenheter i varje. Taket är utfört med hög takresning varvid stort vindsutrymme har erhållits för värme- och ventilationsutrustning.

Uppvärmningssystem är varmluft. Kanaler är ingjutna i betongplattorna.

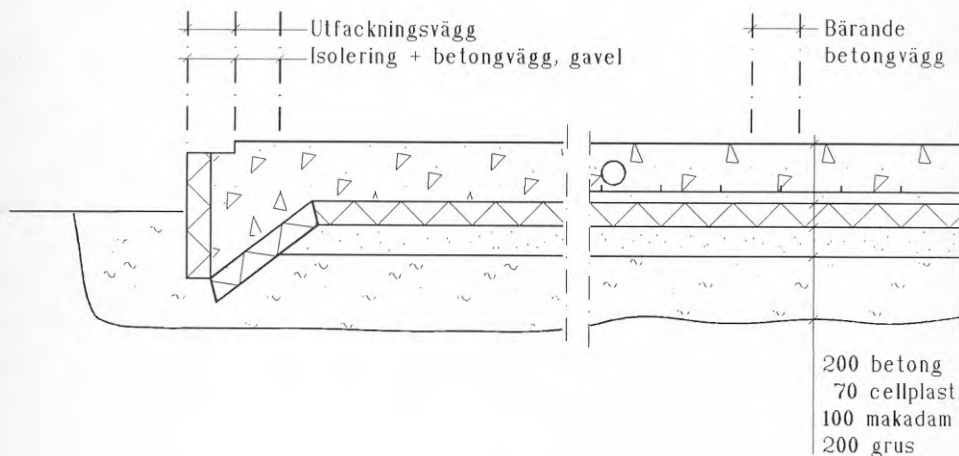
Huvudentreprenör har varit byggnadsfirman David Johansson, Gränna.

### 1. Beskrivning av utförandet

#### 1.1 Grundläggning

Undergrunden utgörs av morän. Grundläggningen är betongplatta på jord med viss variation. Ovan undergrunden utlades först 200 mm dränerande och kapillärbrytande grus samt 100 mm makadam. Sedan 70 mm cellplast, skivor 1x2 m med fals, och 200 mm enskikts betongplatta med armeringsnät  $\phi$  5 s 200. Betongplattan direktslipades i samband med gjutningen. Inga förtjockningar behövdes under de bärande väggarna på grund av den tjocka plattan och den goda undergrunden. Viss kilform på plattan utfördes längs ytterväggarna för att erhålla sockel. Betongkilen är dock liten vid de icke bärande utfackningsväggarna.

Sockel och isolering utförs av 6 mm Mineritskiva och 70 mm cellplast i form av element satta i betongform. Plåtrör för luft gjuts in. Betong K25 ballast 8-16, fabrikstillverkad och levererad i ficka på arbetsplats. Vidaretransport skedde med hjullastare. Armering utgörs av nät i Nps 50 och kompletteringsstänger i Bs 70.



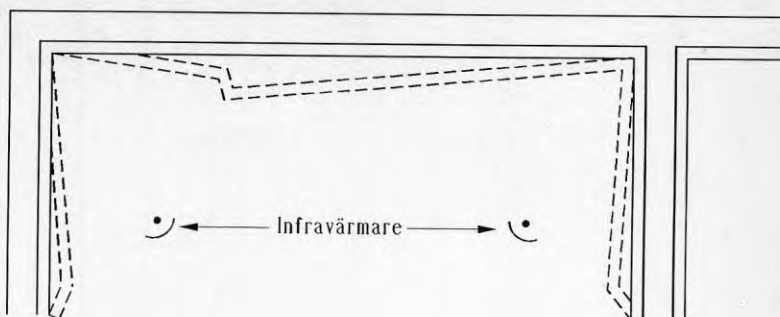
Figur 1. Sektion genom grundplatta

## 1.2 Stommen

Stommen utgörs av bärande betongväggar ställda tvärs byggnaden samt enkelspända betongplattor. Formar för betongen utgjordes av tunnelform i stål samt viss kompletterande lösform av traditionell typ vid entréer.

Tunnelformen var av fabrikat ABS-Gell och försedd med "brytveck" för enkel nedtagning. I botten fanns hjul varför en hjullastare med specialgaffel kunde dra ut formen och flytta densamma. Vid vintergjutning stängdes öppningen vid fasad genom hängande presenning och samtidigt användes gasolldrivna infravärmare mot formens insida. Plattan var då täckt med speciell isoleringsmatta.





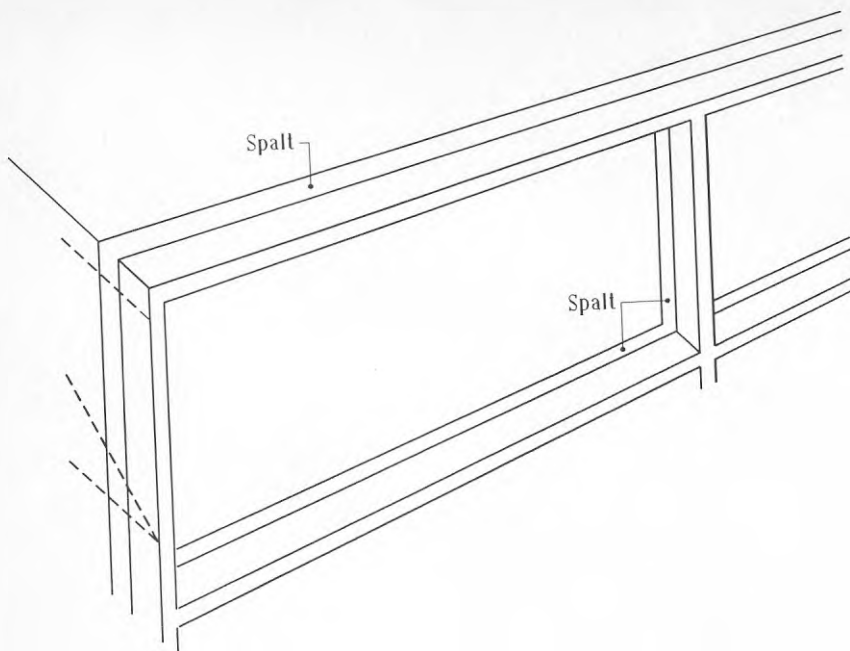
Figur 2

Principsektion tunnelform med 3 brytveck för sektionsminskning vid nedtagning.

Gavelväggar består av 6 mm Mineritskiva och 170 mm cellplast i form av element satta i betongform. Betongdelen utgörs av 140 mm oarmerad betong. Vanliga formstag höll ihop formhalvorna. Bärande mellanväggar utgörs av 140 mm oarmerad betong. En vägg i husmitt är 200 mm tjock, för att få plats med vertikala rör- och kanaldragningar till apparatrum på vinden.

De enkelspända betongplattorna är av två typer. Typ 1 gäller mellanbjälklaget där plattan, 200 mm, är räknad som kontinuerlig med traditionell stöd- och fältarmering. Typ 2 gäller vindsbjälklaget där plattorna, 160 mm, är räknade fritt upplagda och således saknar stödarmring. För att styra sprickan som uppstår över stöden är en 80 mm bred träfiberremsa ingjuten mitt över väggen. Om ändå sprickan skulle hamna fel, vilket innebär att betongens tvärkraftkapacitet upphör, så finns en kraftig dymlingsverkan i fältarmeringen genom extra stor förankringslängd. Precis som med plattan på jord är betongplattorna av enskiktstyp och direkt slipade, Mycket hög utjämnhet är uppnådd där så är önskvärt.

Betong i väggar och plattor är K30. Armering i plattor är Bs 70. Eldosor och rör är ingjutna enligt gängse standard. Spirorör för ventilationsluft är ingjutna i mellanbjälklaget. Dessa förankrades i formen före gjutningen för att ligga stilla. Hopsamlingslåda för kanaler under klimataggregatet i varje lägenhet gjöts in i plattan.



Figur 3. Utvändig ram med spalt för utfackningselement.

### 1.3 Utvändig ram

Väggar och plattor är längs husens långsidor utdragna utanför ytterväggarna eller utfackningsväggarna. På detta objekt är utdragningen 300 mm och skall utgöra klimatskydd för utfackningsväggar inklusive fönster och dörrar. I sydligare länder skall skärmen dessutom vara solskärm. Utdragningen, som gjuts samtidigt som det övriga, är så gott som helt avskild från stommen. I de vertikala delarna finns genomstick för bäring, 2  $\phi$  20 i 45° lutning per våning. De rostskyddas före gjutning och förses med speciell värmeisoleringshylsa.

Spalten mellan ramen och stommen erhålls genom att speciella plåtelement placeras på eller i formen. Spalten utgör infästningsspår för utfackningselementen.

Till varje lägenhet en trappa upp finns en balkong och den är utförd som en fortsättning på den ovan beskrivna ramen. I framkanten vilar balkongplattan på en stålbalk (VKR) som stöds av två stålpelare. Dessa har egen grundläggning i form av betongplintar. Allt stål rostskyddsmålas före gjutning av betong som är K35, vattentät- och med lufttillsats.

Trapporna utgörs av förtillverkade löp- och vilplan i betong.

#### 1.4 Utfackningsväggar

Utfackningsväggar utgörs av färdiga väggblock som anpassats till fönster- och dörrhål. De är antingen våningshöga eller anpassade för passning över eller under fönster. De består av 6 mm Minerit och 170 mm cellplast.

Urfasning finns för lös fjäder (4 mm Masonitremsa) vid både in- och utsida.

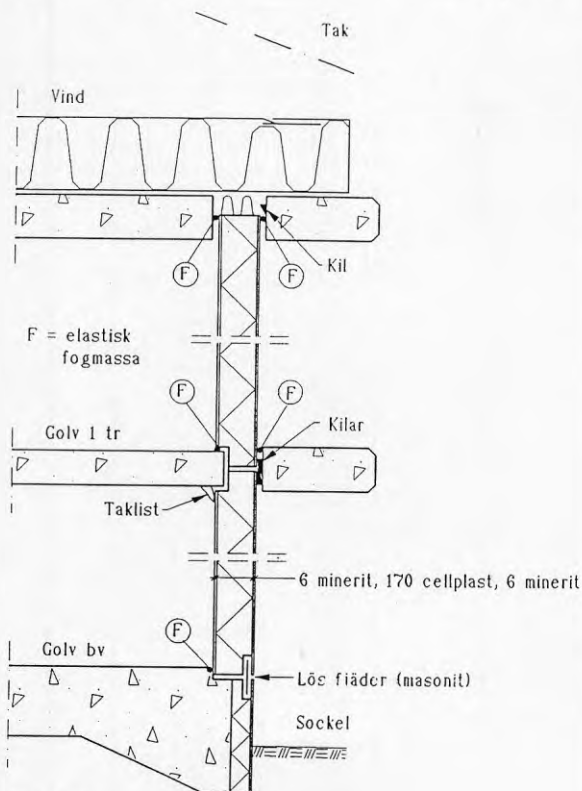
Utvändigt tillkom på detta objekt en täcklist av Minerit som försvinner vid nästa tillfälle. Den lösa fjädern har förbättrats. Väggblocken passar i den tidigare beskrivna slitsen mellan betongstommen och den utvändiga betongramen.

De kilas fast med små träkilar vid bjälklagen.

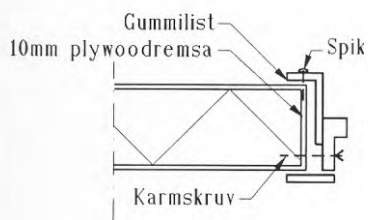
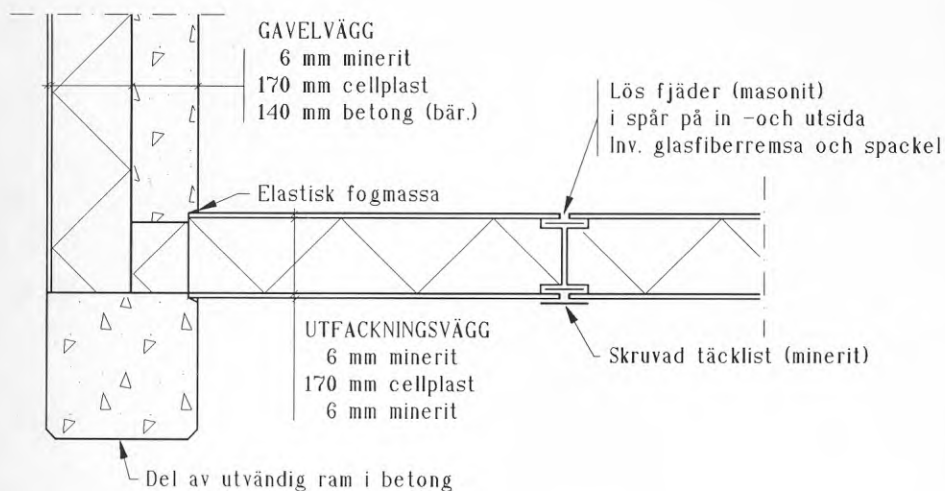
Elastisk fogmassa appliceras och fogen är tät. Köldbryggorna är minimala.

#### 1.5 Fönster och dörrkarmar

I gavelväggar sattes fönsterkarmar i betongdelen på traditionellt sätt. I utfackningsväggblocken användes en förtillverkad konstruktion bestående av karm, karmutfyllnad och invändigt foder. Det hela sköts på plats från insidan och fästes medelst karmskruv i blockens plywoodförstärkning. All drevning bestod av fogskum. Karmar och bågar var färdigbehandlade på fabrik.



Figur 4  
VERTIKAL SEKTION  
Utfackningsvägg



Karm med pålimmad utfyllning och foder skjuts in i fönsterhålet.

4 karmskruvor fästes och justeras. Viss spikning från insidan.

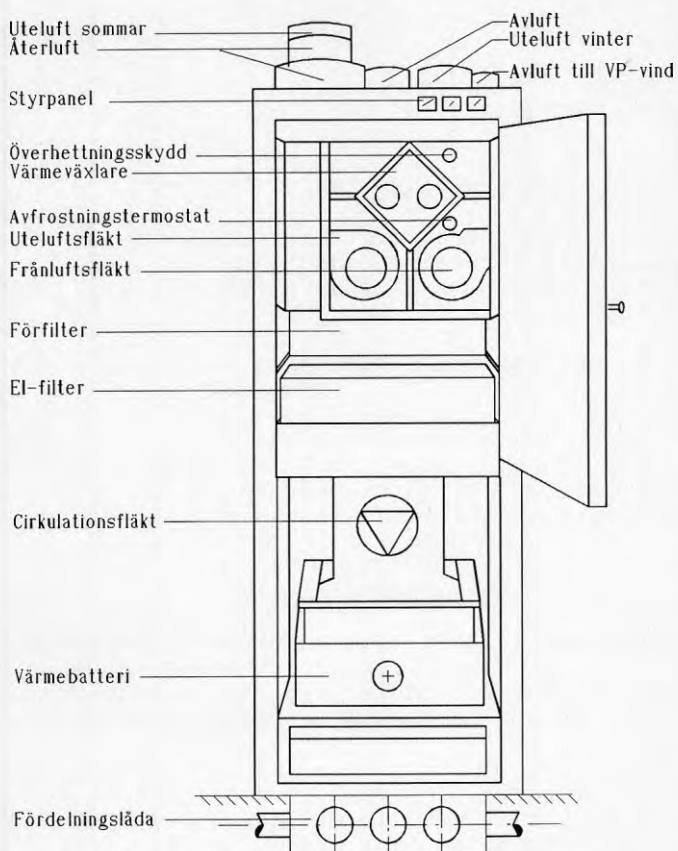
Drevning med skum från utsida.

Utvändigt foder spikas.

DETALJ  
 Fönsterinfästning

Figur 5

HORISONTALSEKTIONER  
 Utfackningsvägg



Figur 6. Varje lägenhet har sin egen apparat för uppvärmning och ventilation

### 1.6 Yttertak

Yttertaket är helt i stål och enligt system Gavle. Ovanifrån består det av svart stålplåt som på undersidan är belagd med kondenshållande fiberväv. Plåten bärs av åsar av kallbockad plåt som även utgör profil i stödbenen ner till vindsbjälklaget. Dessa stöd står konsekvent över bärande tvärväggar varför yttertaket med last ej belastar betongplattorna.

Infästningar i betongen är gjorda med expanderskruv. Plåt och bärande stål är förzinkad.

### 1.7 Golvbeläggningar m m

De direktslipade betongplattorna har endast krävt en tunn spackling före golvbeläggning. Den utgörs av plastmattor utom i vardagsrum där tunna lamellbrädor har lagts.

Invändigt målning och tapetsering är utförd enligt gängse standard.

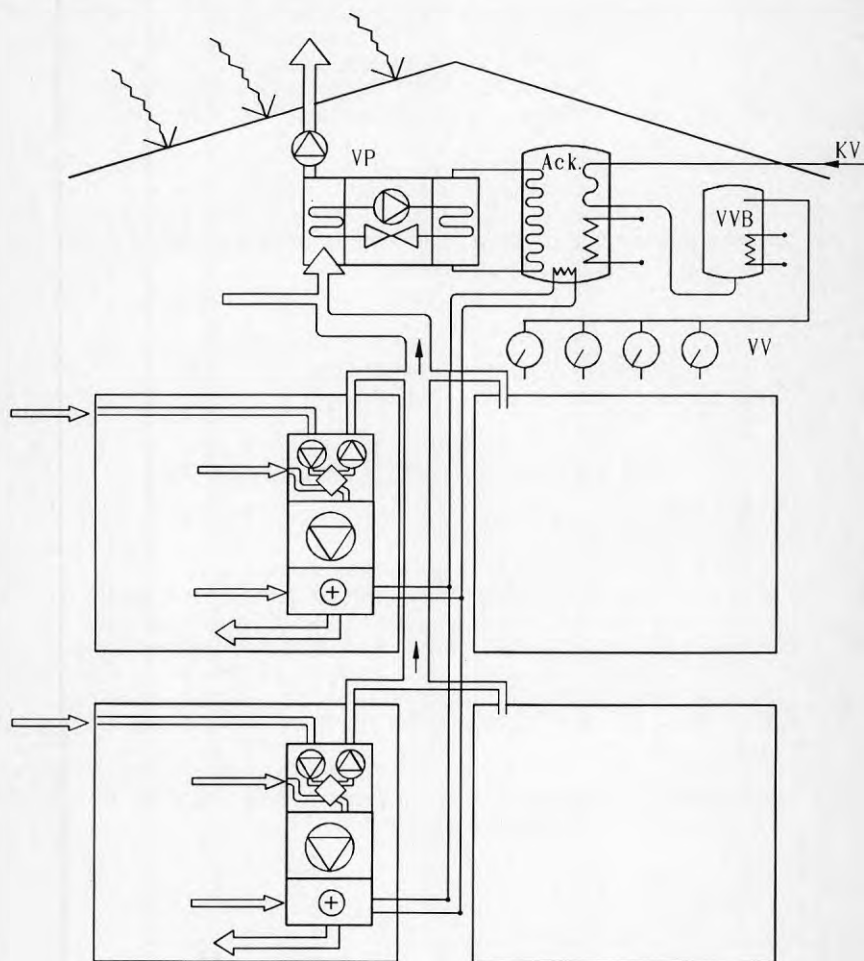
Beträffande utvändigt målning har två system provats. Ett dyrare system baserat på Keim mineralfärger och ett billigare enligt förslag av Nordsjö. Det billigare alternativet har hittills visat sig fullgott.

### 1.8 Uppvärmning och ventilation

Varje lägenhet har sin egen varmluftsapparat som försör lägenheten med erforderlig mängd ventilationsluft och samtidigt fördelar den tillskottsvärme som erfordras för att hålla alla utrymmen vid komfortabel temperatur.

Varmluftsapparaten är försedd med 3 fläktar. En för uteluft, en för avluft och en cirkulationsluftflödet i 4 steg. Uteluften tas in i fasad, den förvärms i en värmeväxlare med värme från avluften, den blandas med cirkulationsluften och filtreras i fiberfilter och elektrofilter.

Innan tilluften fördelas genom ingjutna kanaler i betonggolvet uppvärms den i ett värmebatteri som matas med värmevatten från en för hela byggnaden gemensam ackumulatortank. En termostat som är centralt placerad i lägenheten reglerar medeltemperaturen efter inställt önskemål. Fördelningen av luft och värme är inställd i samband med injusteringen av anläggningen. Luften tillföres rummen i inblåsningslådor under fönstren. Värmen tillföres dels via den övertempererade luften, dels genom golvytan över tilluftskanalerna. Kanalerna är därför huvudsakligen förlagda efter fasaderna för att hålla golven varma intill ytterväggarna.



Figur 7. Princip för uppvärmning, ventilation och varmvattenberedning

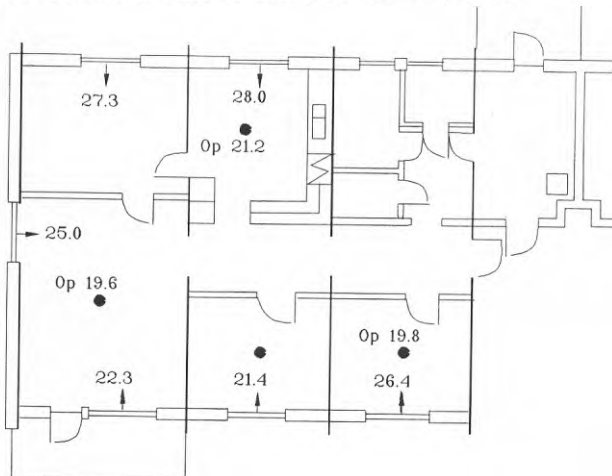
Den ackumulatortank varifrån värmen fördelas till husens fyra vamluftsapparater matas med värme från två parallella värmepumpar. Dessa tar i sin tur värme dels från avluften från de fyra lägenheterna, dels från vindsluften som uppvärms av solen genom det svarta plåttaket. Ackumulatortankens värme används för uppvärmning av såväl lägenheter som för värmning av tappvarmvatten. Vid alltför låg utetemperatur (under  $-5^{\circ}\text{C}$  på vinden) stängs värmepumparna av för att inte frysning skall riskeras. Vid sådana tillfällen och även när värmepumparnas effekt inte är tillräcklig av andra skäl, exempelvis hög varmvattenförbrukning, spetsas med elvärme. Tanken hålls vid  $40-50^{\circ}\text{C}$ .

För rätt temperering av tappvarmvattnet finns en för varje byggnad gemensam varmvattenberedare som håller varmvattentemperaturen vid ca  $55^{\circ}\text{C}$  med elenergi. Ett principschema för uppvärmningssystemet visas i figur 7.

## 2. Redovisning av funktionen för byggnader och värme försörjningssystem

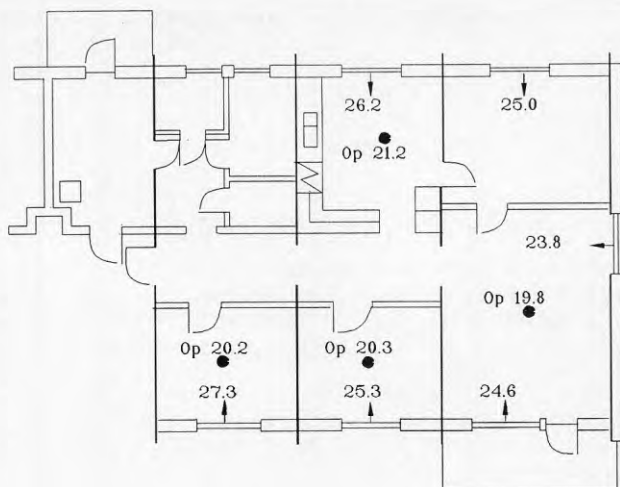
### 2.1 Kontroll av komfort i lägenheterna

En omfattande kontroll av temperaturförhållandena i lägenheterna har genomförts såväl under sommar som vinter. För att beskriva förhållandena har här valts att redovisa resultat från den mätning som genomfördes under vintern 1983. Utetemperaturen var vid mättillfället  $-5^{\circ}\text{C}$ . Vindhastigheten  $7\text{ m/s}$ . Vindriktningen SO. I varje rum mättes yttemperaturer på väggar, fönster, tak och golv samt lufttemperaturer i uppehållszoner 0,7 och 1,7 , över golv. Baserat på de uppmätta värdena beräknades den operativa temperaturen mitt i rummet 0,7 och 1,7 över golv. Dessutom registrerades tilluftstemperaturen till rummet. Mätnoggrannheten för det använda instrumentet är  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ .

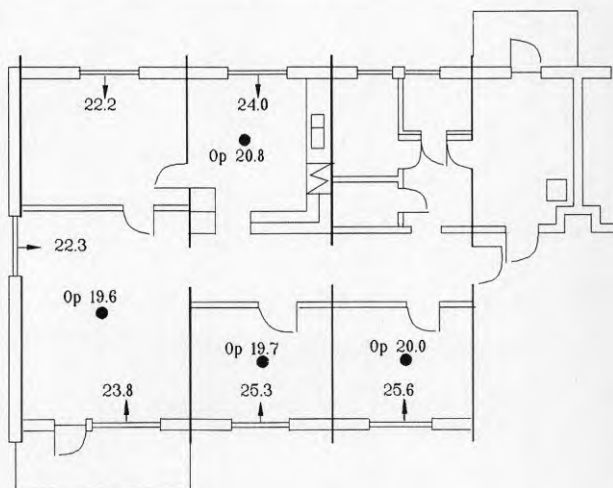


Figur 8. Operativa temperaturer och tilluftstemperaturer för lägenhet i bottenplan när utetemperaturen var  $-5^{\circ}\text{C}$ .





Figur 9 . Operativa temperaturer och tilluftstemperaturer för lägenhet 3, övre planet när utetemperaturen var  $-5^{\circ}\text{C}$ .



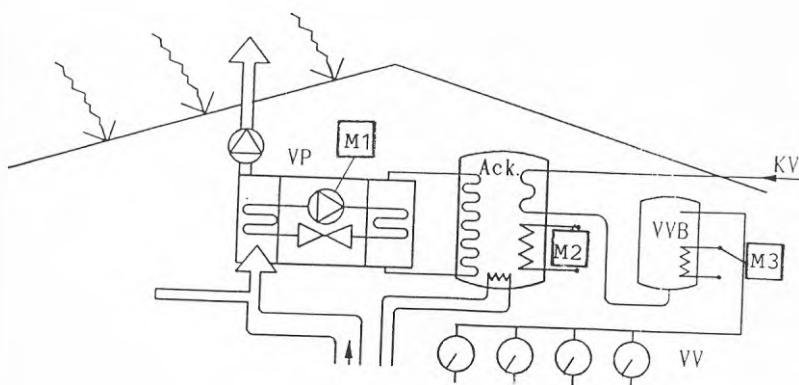
Figur 10. Operativa temperaturer och tilluftstemperaturer för lägenhet 4 övre planet när utetemperaturen var  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Lufthastigheter i uppehållszonen i olika rum har kontrollerats, men några värden kan inte anges emedan hastigheten genomgående har varit för låg för att kunna mätas ( $< 0,1$  m/s).

Husen har termofotograferats av Svensk Värmebild AB i Göteborg. Enligt deras protokoll överensstämmer resultatet med förväntade värden bortsett från att några tätningar vid bjälklagsanslutningen var något bristfälliga. Dessa brister har senare åtgärdats.

## 2.2 Kontroll av energianvändning

Energianvändningen har kontrollerats med 3 elenergimätare som varit insatta för detta ändamål i ett av bostadshusen. I mätare nr M1 har visat elenergin till värmepumpen kunnat avläsas. Mätare nr M2 har visat elenergi som använts för tillsatsvärme till varmvattenberedaren, och mätare nr M3 den tillsatsvärme som erfordrats för att hålla ackumulatorn vid rätt temperatur. Här redovisas en av de första mätningarna vilkens värden sedan verifierats av senare avläsningar.



Figur 11. Placering av elmätare för kontroll av energianvändning.

Under perioden 1 november 1982 till den 21 april 1983 registrerades förbrukningen på de tre elmätarna enligt följande:

M1	10 168 kWh
M2	2 330 kWh
M3	6 788 kWh

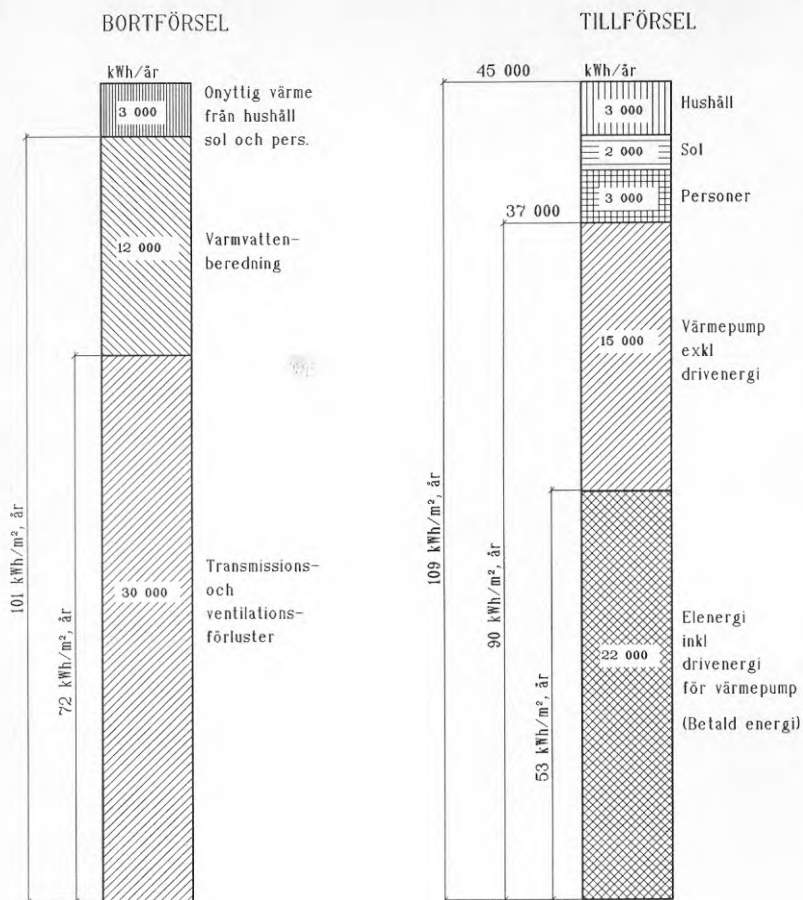
Under den aktuella perioden har således utnyttjats ca 20 000 kWh betald energi. Värmepumpen, som kan antas ha en värmefaktor lika med 2, har under samma tid sannolikt tillfört ytterligare ca 10 000 kWh som tagits ur avluft och vindsluft. Totalt har således tillförts ca 30 000 kWh som används för uppvärmning, ventilation och tappvarmvatten.

Värme för varmvattenberedning kan av erfarenhet antas till ca 3 000 kWh per år och lägenhet. (Tre av de fyra lägenheterna brukas av pensionärer.) Tillsammans blir detta 12 000 kWh/år för hela huset. För de 171 dygn som mätperioden omfattade kan antas att ett halvt års förbrukning dvs 6 000 kWh erfordrades för varmvattenberedning. För uppvärmning och ventilation användes då 30 000 - 6 000 = 24 000 kWh.

Enligt SMHI's registreringar för Jönköping innehöll dessa 171 dygn 1982 och 1983 94 120 gradtimmar. Ortens normalår innehåller 117 600 gradtimmar. Om värmebehovet för den aktuella mätperioden omräknas till normalår blir energibehovet för uppvärmning och ventilation

$$24\ 000 \cdot \frac{117\ 600}{94\ 120} = 30\ 000\ \text{kWh/år}$$

Med dessa förutsättningar kan följande stapeldiagram redovisa tillförd och bortförd energi under ett normalår.



Figur 12. Stapeldiagram som visar energiflödet genom ett av husen ett normalår.

Betald energi för uppvärmning, ventilation och varmvattenberedning har enligt beräkningen uppgått till totalt ca 22 000 kWh för ett normalår. För 414 m<sup>2</sup> bostadsyta blir detta ca 53 kWh/m<sup>2</sup>, år. Det kan förutsättas att ca 1/3 av detta användes för varmvattenberedning och resterande 2/3 för uppvärmning och ventilation.





R30 : 1991

ISBN 91-540-5336-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811030

Abonnemangsgrupp:  
T. Fastighetsförvaltning  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirkapris: 40 kr exkl moms