



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**

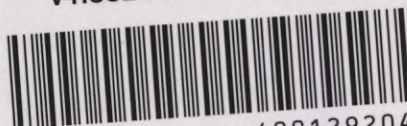
**R33:1992**

# **Effektstyrning i småhus med luftburen värme**

**Ekonomi – funktion – komfort**

**Thomas Carlsson**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129204

**Byggforskningsrådet**

R33:1992

EFFEKTSTYRNING I SMÅHUS MED LUFTBUREN VÄRME

Ekonomi - funktion - komfort

Thomas Carlsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 890578-9  
från Byggeforskningsrådet till Statens provningsanstalt,  
Energiteknik, Borås.

## REFERAT

Mätning och utvärdering har utförts för att studera det termiska inneklimatet och energianvändningen när man utnyttjar natttaxan på el genom att höja inombustemperaturen under natten och sänka den på dagen och bereda tappvarmvatten på natten. En ytterligare målsättning har varit att studera om systemet ger ökade transmissionsförluster och värmeförluster från kanalsystemet på grund av temperaturstyrning.

I projektet har fem hus studerats under uppvärmningssäsongen 1990-1991. De slutsatser man kan dra från mätningarna och besiktningarna är att en natthöjning/dagsänkning av innetemperaturen på  $\approx 2$  °C, och varmvattenberedning under natten medför att

- Besparingen som den flyttade energin medfört blev 0-1000 kr
- Värmeförlusterna från kanalsystemet ökade inte p.g.a temperaturstyrningen (förlusterna blev 260-700 kWh)
- För att klara det termiska komfortkravet på dagen behöver man ta på sig en extra tröja
- Transmissionsförlusterna ökade inte p.g.a temperaturregleringen
- Ett övertryck i huset behöver inte ge fuktproblem
- Ventilationsflödena var konstanta
- Reglersystemet klarade inte av och hålla en jämn innetemperatur
- Det finns potential för att öka dygnslagringen av energi

I det befintliga systemet kan man öka dygnsackumuleringen genom att även styra temperaturen i garage och förråd. För att ytterligare öka ackumuleringseffekten kan t.ex varmgrunden vara ett intressant alternativ. I ett framtida tidstarriffsystem kan differentieringen bli större och medföra ökad besparing.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R33:1992

ISBN 91-540-5482-6  
Byggforskningsrådet, Stockholm

**gotab** 96476, Stockholm 1992

## Innehållsförteckning

	<b>Förord</b>	5
<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Beskrivning av mätprogrammet	6
1.3	Slutsatser	6
<b>2</b>	<b>Klimat</b>	8
<b>3</b>	<b>Övergripande beskrivning</b>	9
3.1	Målsättning	9
3.2	Avgränsning	9
3.3	Uppvärmning och ventilation	9
3.4	Beskrivning av byggnadsteknik	11
<b>4</b>	<b>Mätprogram</b>	12
4.1	Inledning	12
4.2	Målsättning	12
4.3	Funktionskontroll	12
4.4	Långtidsmätningar	12
4.4.1	Termiskt inneklimate	13
4.4.2	Värmeförluster i kanalsystemet	13
4.4.3	Elektrisk energianvändning	13
4.4.4	Återvunnen energi	14
4.4.5	Till- och frånluftsdon	14
4.4.6	Tryckgradienten över byggnadsskalet	14
<b>5</b>	<b>Redovisning av mätresultat</b>	15
5.1	Funktionskontrollen	15
5.2	Långtidsmätningar	15
5.2.1	Termiskt inneklimate	15
5.2.2	Värmeförluster från tilluftskanalerna	19
5.2.3	Energibesparing i värmeåtervinningsaggregaten	21
5.2.4	Effektfordelning över dygnet	21
5.2.5	Fördelning av köpt energi mellan låg/högtaxa	23
5.2.6	Fördelning av köpt energi per förbrukare över ett år	25
5.2.7	Tryckbalans över byggnadsskalet	26
5.2.8	Variation av ventilationsflöden	27
<b>6</b>	<b>Analys</b>	29
6.1	Termiskt inneklimate	29
6.2	Andel flyttad energi (mätningar)	29
6.3	Ekonomisk besparing	31
6.4	Beräkningar av andel flyttad energi	32
6.5	Ger övertryck fuktproblem i hus?	34
<b>7</b>	<b>Slutsatser</b>	35

<b>Bilaga 1</b>	Funktionskontroll hus 1
<b>Bilaga 2</b>	Funktionskontroll hus 2
<b>Bilaga 3</b>	Funktionskontroll hus 3
<b>Bilaga 4</b>	Funktionskontroll hus 4
<b>Bilaga 5</b>	Funktionskontroll hus 5
<b>Bilaga 6</b>	Plan hus 1
<b>Bilaga 7</b>	Plan hus 2
<b>Bilaga 8</b>	Plan hus 3
<b>Bilaga 9</b>	Plan hus 4
<b>Bilaga 10</b>	Plan hus 5
<b>Bilaga 11</b>	Bygghetalsdetaljer vägg
<b>Bilaga 12</b>	Bygghetalsdetaljer tak
<b>Bilaga 13</b>	Bygghetalsdetaljer golv
<b>Bilaga 14</b>	Bjälklagsselement
<b>Bilaga 15</b>	Bygghetalsdetaljer burspråk
<b>Bilaga 16</b>	Bjälklagsselement
<b>Bilaga 17</b>	Lättreglar
<b>Bilaga 18</b>	Ytterväggselement
<b>Bilaga 19</b>	Ytterväggselement
<b>Bilaga 20</b>	Grund
<b>Bilaga 21</b>	STAWAD

## Förord

Ansvarig för uppbyggnaden av mätsystem har Thomas Carlsson varit. Under mätperioden har Martin Karlsson, Bertil Andréasson, Åke Blomsterberg samt Peter Kovács engagerats. Utvärdering och bearbetning av resultaten har gjorts av Åke Blomsterberg och Thomas Carlsson.

Resultaten från projektet redovisades vid en temadag på SP. Synpunkter som kom fram på denna temadag från medverkande har bidragit till slutsatserna och analyserna.

# 1 Sammanfattning

## 1.1 Bakgrund

Kraftleverantörerna har infört differentierade eltaxor baserade på belastningsvariationer på elkraftsnätet. Belastningstopparna inträffar framför allt på vintervardagar, då industrins elbehov tidsmässigt sammanfaller med de elvärmda husens. Nattetid och under sommartid finns däremot en överkapacitet.

Ett enkelt värmesystem som är anpassat till de differentierade taxorna finns nu kommersiellt färdigutvecklat och installerat. Detta system baseras på att all varmvattenberedning sker under låglasttid och att även delar av behovet för uppvärmning ackumuleras i byggnadsstommen under låglasttiden.

## 1.2 Beskrivning av mätprogrammet

Mätprogrammet har delats upp i två delar

- Funktionskontroll
- Långtidsmätningar

Funktionskontrollen utfördes före mätperiodens start. Syftet med kontrollen var att kontrollera de projekterade värdena för huset. Om vi mätte upp en avvikelse så skulle avvikelsen korrigeras före mätperioden.

Långtidsmätningarna har skett under uppvärmningsperioden nov -90 till mars -91. Långtidsmätningarna syftade till att bestämma det termiska inneklimatet, energianvändning (för varmvatten, hushåll och uppvärmning), distributionsförluster från kanalsystemen, återvunnen energi från värmeåtervinningsaggregaten, samt tryckbalansen över byggnadsskalet. Vidare har ändringen av ventilationsflödena i tiden studerats liksom den ekonomiska besparing som brukaren gör med systemet.

## 1.3 Slutsatser

I projektet har fem hus studerats. De slutsatser man kan dra från mätningarna och besiktningarna är att en natthöjning/dagsänkning av innetemperaturen på  $\approx \pm 2$  °C, och varmvattenberedning under natten medför att

- **Besparingen som den flyttade energin gav blev 0 -1000 kr (kap 6.3)**  
Orsaken till skillnader i besparingen beror främst på hur stor förbrukningen är.
- **Värmeförlusterna från kanalsystemet blev 260 - 700 kWh (kap 5.2.2)**  
Det högre värdet beror på bristfällig isolering.



**- För att klara de termiska komfortkraven får man ta på sig en extra tröja (kap 6.1)**

Om kraven i ISO 7730 med avseende på termiskt klimat skall vara uppfyllda får man klä på sig extra på dagen och ha en lättare bäddning på natten.

**- Transmissionsförlusterna ökade inte p.g.a temperaturregleringen (kap 6.4)**

Orsaken till detta var att medeltemperaturen blev lägre över dygnet då systemet reglerades efter tidstaxan, än om man hade en fast inställd temperatur.

**- Ett övertryck i huset behöver inte ge fuktproblem (kap 6.5)**

Om man skall få fuktproblem i en byggnad måste tre riskfaktorer vara uppfyllda, nämligen övertryck, fukt i ineluften och otätheter. Samtliga faktorer måste vara uppfyllda för att man skall få fuktproblem.

**- Ventilationsflödena var konstanta (kap 5.2.8)**

I tre av husen mättes ventilationsflödena kontinuerligt under mätperioden nov -mars. Av resultaten framgår det att flödena varit konstanta under perioden och inte påverkats av igensättning av filter, vilka gjordes rent varannan månad.

**- Reglersystemet klarade inte att av att hålla jämn innetemperatur (kap 5.2.1)**

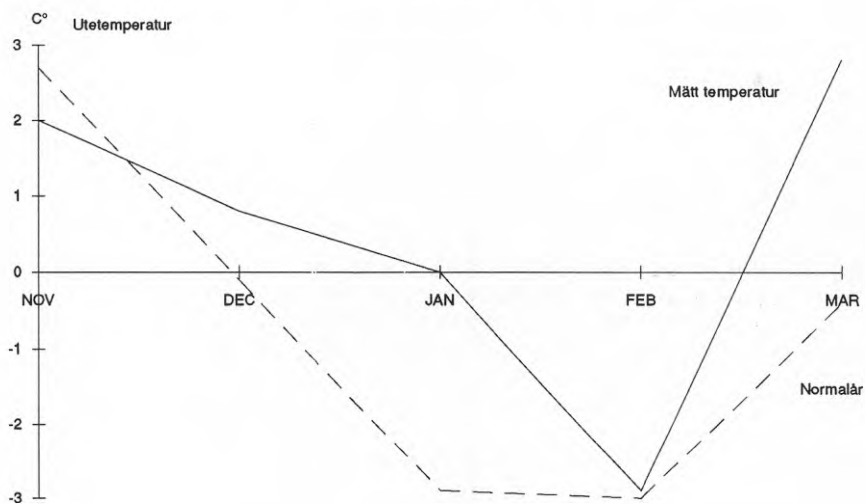
När utetemperaturen sjönk klarade inte reglersystemet av att hålla en jämn innetemperatur. Detta medverkade också till att den beräknade inlagrade energin minskade.

**- Det finns potential för att öka dygnslagring av energi (kap 7)**

I det befintliga systemet kan man öka dygnsackumuleringen genom att ta med garage och förråd i systemet. För att ytterligare öka ackumuleringsseffekten är varmgrunden ett intressant alternativ. I ett framtida tidstariffsystem kan differentieringen bli större och medföra ökad besparing.

## 2 Klimat

Diagrammet redovisar mätt utetemperatur och temperaturen under ett normalår.



### Kommentarer

Avvikelsen från ett normalår var störst under januari och mars.

### 3 Övergripande beskrivning

#### 3.1 Målsättning

Målsättningen med projektet har varit att studera om man med bibehållen termisk komfort och en låg energiförbrukning kan styra energiuttaget till den del av dygnet som har lägst effektbelastning.

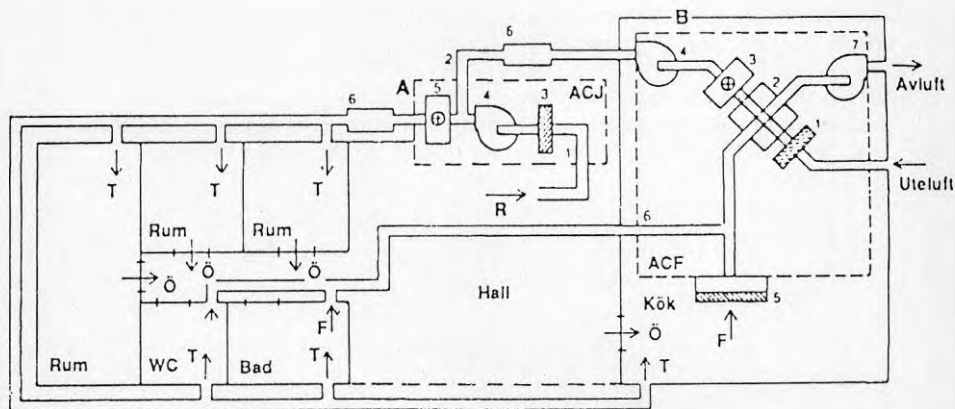
#### 3.2 Avgränsning

Mätningarna har gjorts i fem bebodda hus, varav ett var av slutningstyp, ett en- och en halvplanshus och övriga tre enplanshus. Fyra av husen var byggda 1989 och ett var byggt 1985.

Husen var ej preparerade på något speciellt sätt utan hade ett standardmässigt utförande.

#### 3.3 Uppvärmning och ventilation

Uppvärmning och ventilation av husen sker via ett luftvärmesystem.



Figur 3.1. Principskiss för luftvärme med värmeåtervinningsaggregat.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| A = Luftvärmeaggregat                            | B= Värmeåtervinningsaggregat  |
| 1 = Intag för cirkulationsluft                   | 1 = Filter                    |
| 2 = Intag för ventilationsluft från FTX-aggregat | 2 = Värmeväxlare              |
| 3 = Luftfilter                                   | 3 = Eftervärmare              |
| 4 = Fläkt  | 4 = Tilluftsfläkt             |
| 5 = Värmebatteri                                 | 5= Spiskåpa                   |
| 6 = Ljuddämpare                                  | 6= Anslutning av övrig F-luft |
| 7 = Cirkulationsluft                             | 7= Frånluftsfläkt             |

Enligt typgodkännandebeviset är temperaturverkningsgraden för värmeåtervinningsaggregatet 69 % vid 70 l/s och 72 % vid 35 l/s.

Ventilationsflödena följer de krav som finns i SBN-80. För att klara uppvärmningsbehovet använder sig systemet av cirkulationsluft och friskluft som värmebärare. Antalet luftomsättningar per timma varierar med utetemperatur. I en villa på en bostadsyta av 127 m<sup>2</sup> fördelar sig luftflödena enligt följande.

Frånluftsflöde 44 l/s  
Friskluftsflöde 40 l/s  
Cirkulationsflöde 60 l/s-100 l/s

Antalet luftomsättningar i huset blir 1,2 eller 1,6 /h (räknat på cirkulationsluft + friskluftsflöde) beroende på utetemperatur. Det högre cirkulationsflödet gäller då utetemperaturen går under -5 °C (-10 °C).

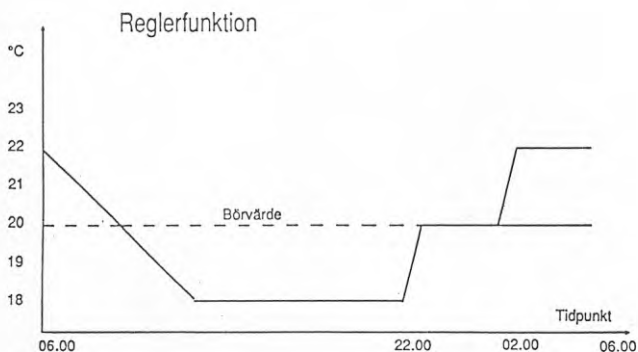
Entréplanet har tilluftsdon med impuls medan halvplanet har don utan impuls.

Frånluftsdonen sitter placerade vid golvet i hus med byggår 1989 i alla utrymmen utom kök. I huset med byggår 1985 sitter frånluftsdonen vid taket. Anledningen att man flyttat ner frånluftsdonen är att man vill förbättra luftutbyteseffektiviteten och det termiska klimatet.

För att flytta energi från höglasttid till låglasttid värmer man upp huset över börvärdet på natten (02.00-06.00) och lagrar upp energi i byggnadsstommen. Hur många grader över börvärdet man skall värma upp kan man välja individuellt. Den inställning som rekommenderas från tillverkaren är 2 °C över börvärdet.

På morgonen klockan 06.00 stänger man av värmen och börjar inte värma förrän temperaturen sjunkit två grader under börvärdet. Därefter håller man denna temperatur fram till kl 22.00. Mellan klockan 22.00 och 02.00 värms huset till börvärdet.

På helger värms huset till börvärdet.



Figur 3.2. Fabrikantens grundinställning av reglerfunktionen.

Förutom upplagring av energi i byggnadsstommen lagras energi i varmvattenberedaren. Energin i varmvattenberedaren används endast för tappvarmvatten. All varmvattenproduktion sker under låglasttid.

Systemet tillåter ingen individuell rumsreglering av temperaturen.

### **3.4 Beskrivning av byggnadstekniken**

Husen har en träkonstruktion med lättreglar, tidskonstanten mättes upp för ett hus till 60 h. Konstruktionsritningar på husen finns i bilaga 11 - 20.

## 4 Mätprogram

### 4.1 Inledning

Mätprogrammet har delats upp i två delar

- Inledande funktionskontroll
- Långtidsmätningar under fem månader, nov - mars (perioden med tidsdifferentierade taxor)

### 4.2 Målsättning

Målsättningen med mätningarna har dels varit att studera det termiska klimatet och energianvändningen under den period då man låter inomhustemperaturen variera. Klimatet har studerats genom mätning av temperaturen på tre nivåer i varje plan.

En ytterligare målsättning har varit att studera om systemet ger ökade transmissionsförluster och värmeförluster från kanalsystemet på grund av temperaturstyrningen.

### 4.3 Funktionskontroll

Funktionskontrollen utfördes innan mätperiodens start. Syftet med kontrollen var att kontrollera de projekterade värdena för huset. Om vi mätte upp en avvikelse skulle avvikelsen korrigeras före mätperioden.

Vid funktionskontrollen mättes följande

- Täthet på byggnadsskal vid  $\pm 50$  Pa
- Täthet på kanalsystem
- Frånluftsflöde
- Friskluftsflöde
- Cirkulationsflöde
- Ljudtrycksnivå
- Lösullens tjocklek och densitet

Nästan samtliga fel som uppdagades åtgärdades innan långtidsmätningarna startade.

### 4.4 Långtidsmätningar

Långtidsmätningarna har skett med en fast placerad datalogger i huset. Loggern var av fabrikat Campbell med typbeteckningen CR10. Mätvärdena har förts över via modem till SP. Mätningarna skedde var tionde sekund och lagrades som timmedelvärden.

Långtidsmätningarna pågick under perioden nov-90 till mars-91. Mätningarna hade följande omfattning.

- Energi för uppvärmning (fördelat på låg-högtaxa)
- Energi för varmvattenberedning (fördelat på låg-högtaxa)
- Driftsenergi för värmeåtervinningsaggregatet
- Återvunnen energi i värmeåtervinningsaggregatet
- Hushållsel (fördelat på låg-högtaxa)
- Värmeförluster från kanalsystemet (fördelat på låg-högtaxa)
- Inomhustemperaturer
- Utetemperaturer
- Tryckgradienten över byggnadsskalet
- Mätning av till/frånluftsflöden

#### 4.4.1 Termiskt inneklimat

Lufttemperaturen mättes kontinuerligt på en höjd av 0,1 m, 1,1 m samt 1,8 m på varje plan. Temperaturgivarna var av typen Pt-100. Mättonoggrannheten har bestämts till  $\pm 0.3$  °C. Beskrivning av platsen för mätning av det termiska inneklimatet finns i byggbeskrivningen bilaga 6 - 10.

Det termiska inneklimatet har studerats med avseende på temperaturgradienter och temperaturvariationer i tiden. Vidare har skillnader i temperaturen mellan planen i husen studerats.

#### 4.4.2 Värmeförluster i kanalsystemet

I enplanshusen ligger kanalerna förlagda i isoleringen i vindsbjälklaget (se byggbeskrivning). Värmeförlusterna mättes upp på tilluftskanalsystemet. Temperaturfallet mellan varmluftsaggregat och tilluftsdon samt tilluftsflödet registrerades.

Mätningen skedde på delar av kanalsystemet. Förlusten för hela systemet beräknades genom att multiplicera den mätta förlusten med kvoten total kanalsträcka/mätt kanalsträcka.

Mättonoggrannheten har uppskattats till  $\pm 20$  %.

#### 4.4.3 Elektrisk energianvändning

Separat mätning av elanvändningen för luftvärmeaggregat, varmvattenberedaren, värmeåtervinningsaggregatet och hushållsel gjordes.

Energianvändningen för uppvärmning mättes med elmätare på tillförd el till luftvärmeaggregatet. I den mätta energin ingår förutom energi till elbatteri energi för fläkt och styrning och eventuell energi för elektrofilter. Mättonoggrannheten har bestämts till  $\pm 2$ %.

Energianvändningen för varmvattenberedare mättes med en tångampèremeter och drifttidsur eller elmätare. Beredarna var elektromekaniskt kopplade för drift endast under låglasttid. Mättonoggrannheten har bestämts till  $\pm 5$  % respektive  $\pm 2$ %.

I elenergi för värmeåtervinningsaggregatet ingår energi för fläktar, element och styrutrustning. Mättonoggrannheten har bestämts till  $\pm 2$  %.

Energien för hushållselen har beräknats genom att subtrahera ovan nämnda förbrukare från totalförbrukningen. I hushållsel ingår även eventuell energi för uppvärmning av förråd och garage. Mättonoggrannheten har bestämts till  $\pm 4$  %.

#### 4.4.4 Återvunnen energi

Den återvunna energin är tilluftens temperaturhöjning över värmeväxlaren multiplicerat med tilluftsflödet. I temperaturhöjningen ingår inte uppvärmning från fläktar eller elbatteri.

Avfrostningen av aggregatet sker då friskluftstemperaturen blir lägre än  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vid avfrostning stängs friskluftsflödet av. För avfrostningen svarar värmen i frånluften. Mät-  
onoggrannheten för återvunnen energi har uppskattats till  $\pm 15\%$ .

#### 4.4.5 Till- och frånluftsflöden

Flödena mättes genom mätning av tryckfallet över värmeväxlaren. Tryckfallet mättes med differensstryckgivare av fabrikat Micatrone typ 0 -100 Pa.

För att konvertera från tryckfall till flöde bestämdes karakteristiken för värmeväxlaren i varje objekt. Mät-  
onoggrannheten har uppskattats till  $\pm 10\%$ .

#### 4.4.6 Tryckgradienten över byggnadsskalet

Trycket över byggnadsskalet mättes i ett en- och en halvplanshus. Differensstrycket mättes över diffusionsspärren i taket på det övre planet. Tryckgivaren var av fabrikatet INNOVEX typ 600 D. Mätningen pågick under perioden februari - mars. Mät-  
onoggrannheten har bedömts till  $\pm 10\%$ .

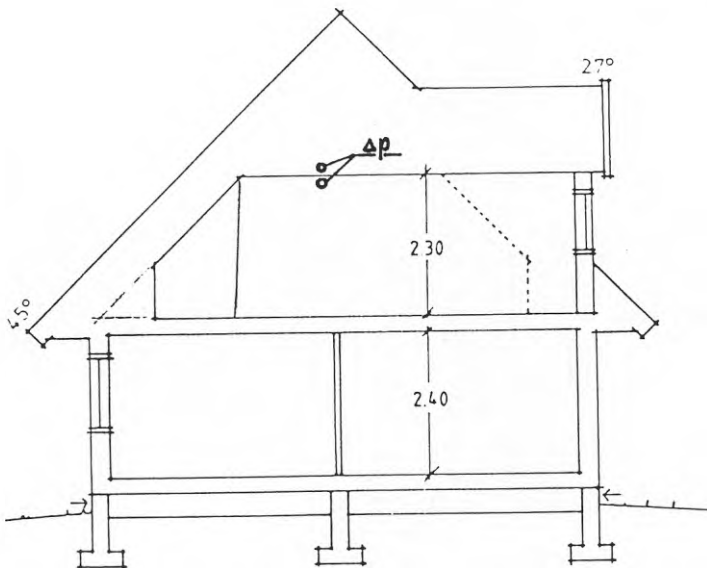


Fig 4.1. Mätning av tryckgradient över byggnadsskal.





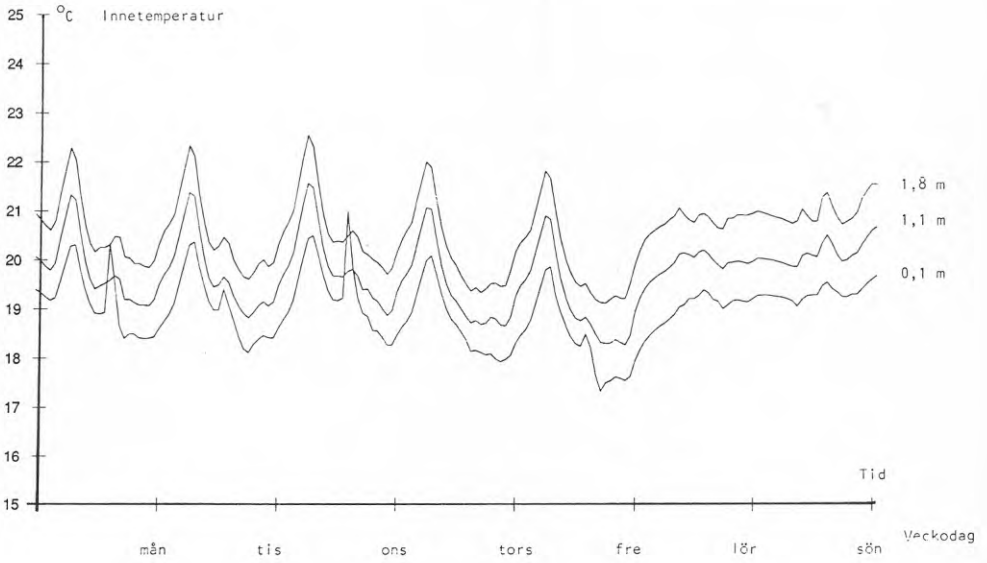


Fig 5.2. Innetemperaturen på nedre plan (hus 4) under en vecka.

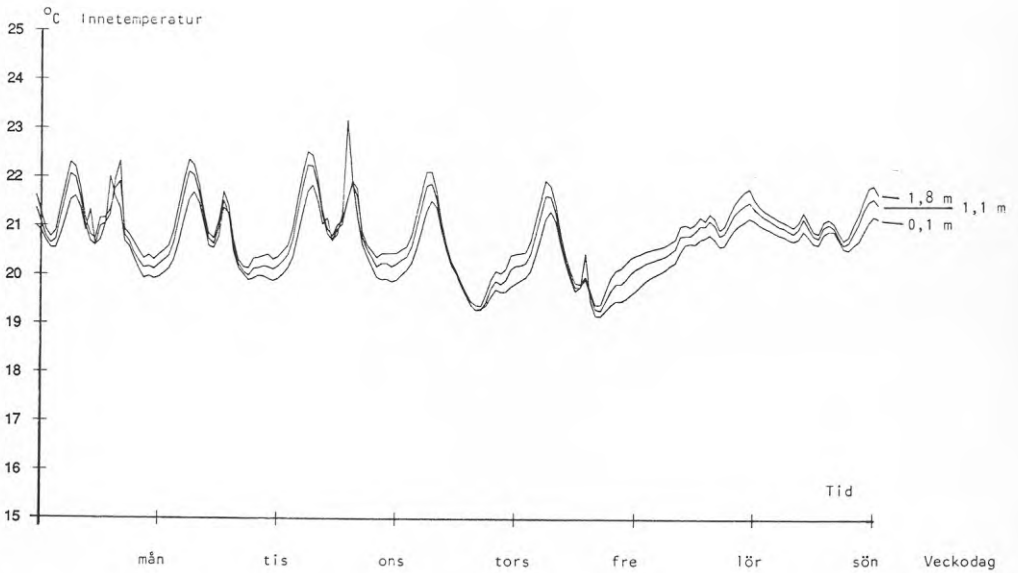


Fig 5.3. Innetemperaturen på det övre halvplanet för hus 4 samma period.

Innetemperaturen mättes på tre nivåer 0,1 m, 1,1 m och 1,8 m. Temperaturgradienten på nedre plan som redovisas i fig 5.2 är  $\approx 2\text{K}$ . För samma period är temperaturgradient för det övre planet  $\approx 0.5\text{K}$  (se fig 5.3).

I fig 5.2 och 5.3 kan man se en svag tendens till att innetemperaturen sjunker mot slutet av veckan. Detta medför att reglersystemet inte klarar av att lagra upp energin i huset vid kallare väderlek. Denna tendens syns tydligare från ett annat hus under samma period, se fig 5.4.

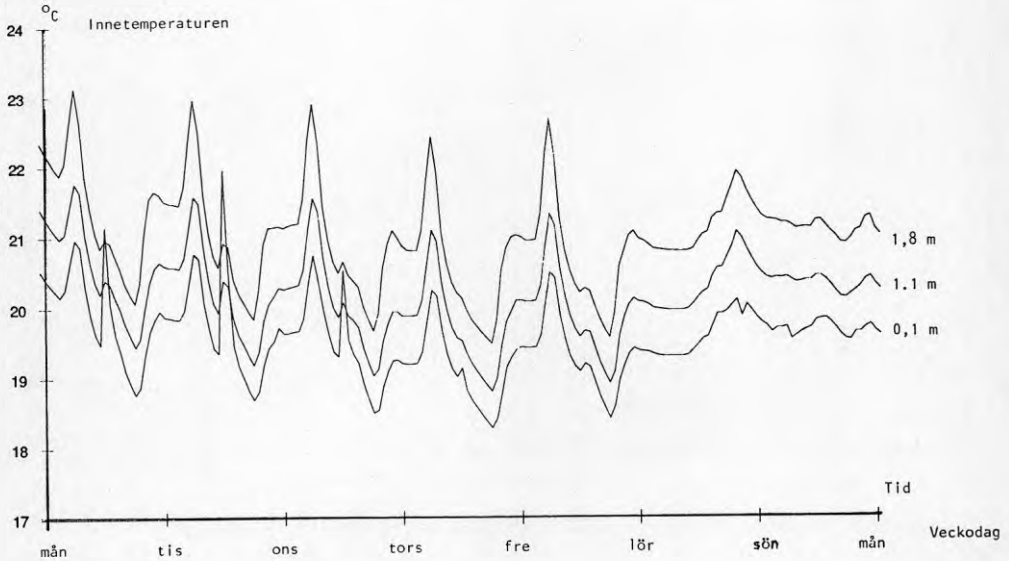
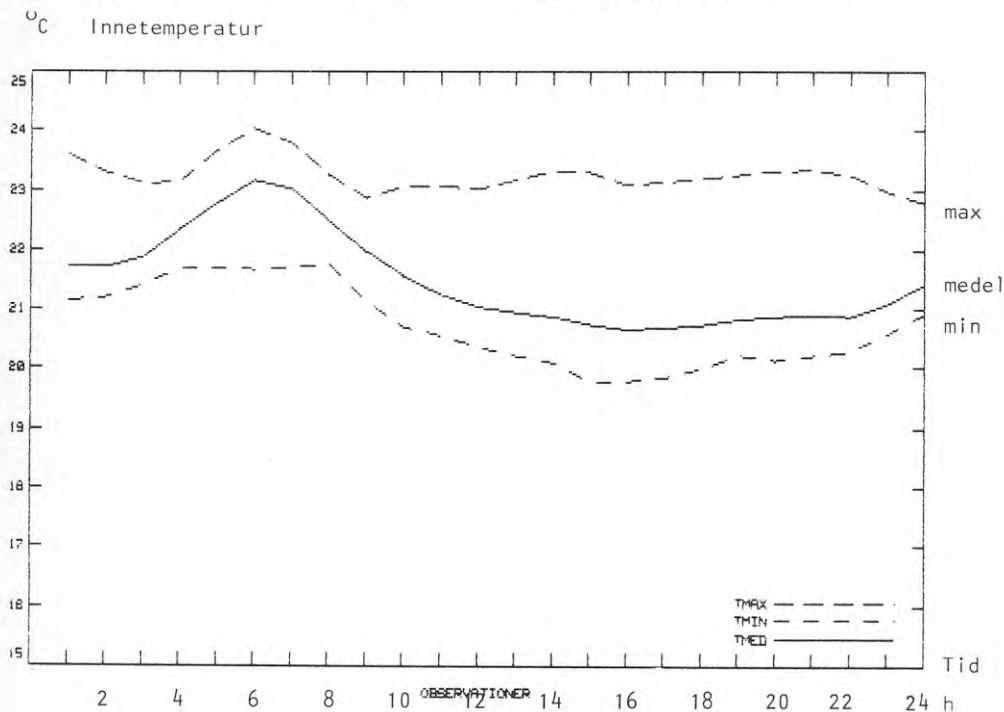


Fig 5.4. Innetemperaturens avtagande vid kall väderlek, hus 3.

För att illustrera skillnaden i innetemperaturen har ett medeldygn med maxtemperatur respektive mintemperatur (för varje timme) ritats in diagram 5.5 för januari månad.



Figur 5.5. Innetemperaturens maxvärde, medelvärde och minvärde över ett dygn i januari, i hus 4.

Som framgår av diagrammet är skillnaden mellan det dygn som har maxtemperatur och mintemperatur  $2^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$ . Detta påverkar förutom det termiska inneklimatet även inlagringen av värme i huset.

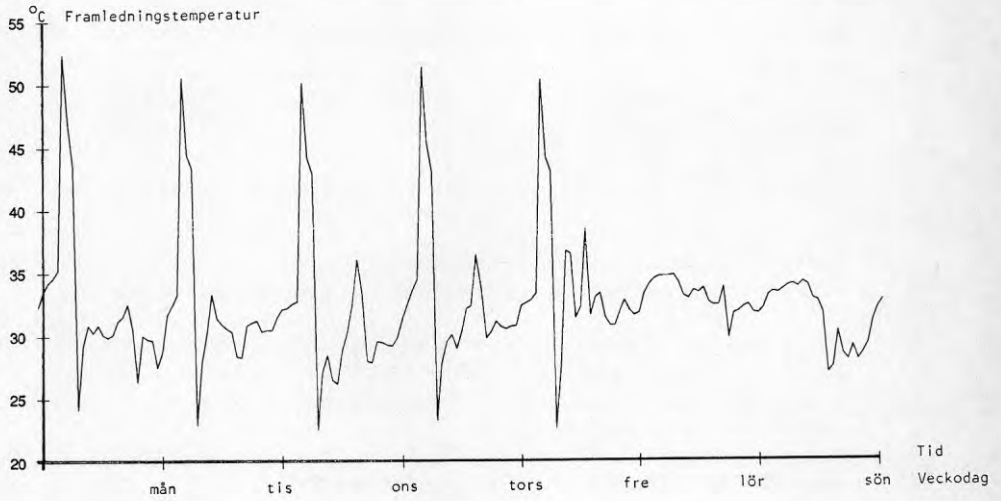
#### Kommentarer

Samtliga hus hade samma inställning av temperaturregleringen vid projektets start. I två av husen fick vi avbryta försöket. I det ena huset ansåg de boende att det blev för varmt nattetid. I det andra tyckte man att det var för kallt när man kom hem på eftermiddagen.

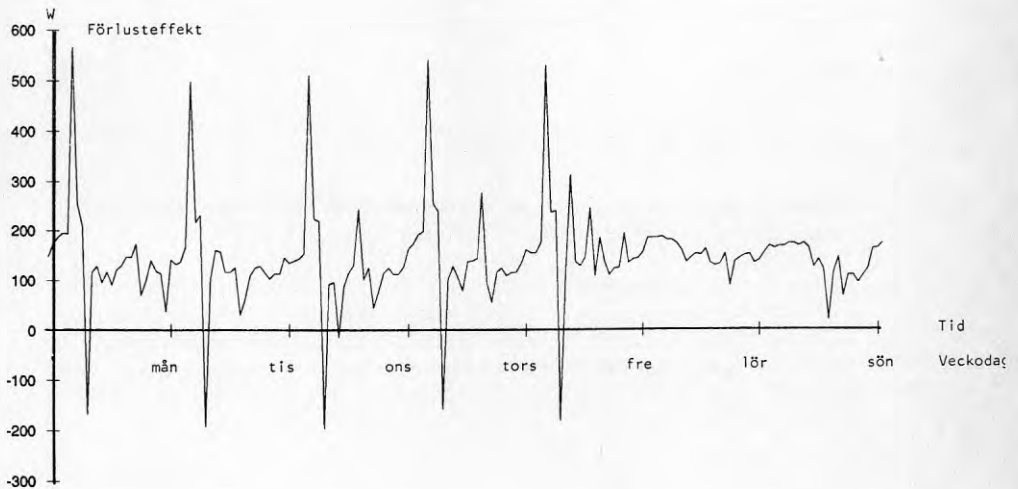
Av figur 3.2 framgår att den önskade temperaturvariationen mellan låglasttid och höglasttid är 4 K. Som framgår av figur 5.2, figur 5.3 och figur 5.5 är inte temperaturvariationen mer än 2 K för varje enskild nivå (0,1 m, 1,1 m och 1,8 m). Detta medför att inlagringskapaciteten av energi halveras mot den förväntade.

## 5.2.2 Värmeförluster från tilluftskanalerna

Exempel på mätresultat från mätning av kanalförlusterna. Medeltemperaturen ute var  $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (se figur 5.1).



Figur 5.6. Framledningstemperaturen för perioden, hus 2.



Figur 5.7. Kanalförlusterna under en vecka för hus 2. Den mätta kanalsträckan är 29 m.

Anledningen till att förlusterna blir negativa är att man lagrar upp energi i isoleringen. När man stänger av värmeförseln kl 06.00 sjunker framledningstemperaturen snabbt, värme från isoleringen går då in i kanalen och förlusten får ett negativt tecken.

Kanalförlusterna mättes i tre hus ( i övriga hus var kanalerna i huvudsak innanför klimatskärmen). Energiförlusterna från kanalerna under perioden nov -90, mars -91 blev följande.

#### Mätta energiförluster från tilluftskanalerna, kWh \*

	Hus 1	Hus 2	Hus 3
Energiförlust kWh	330	440	870
Kanallängd m (Total kanallängd)	34	35	39

\*Energiförlusterna mättes inte på hela kanalsystemet. För att få förlusten för hela kanallängden multiplicerades förlusten med kvoten total kanallängd/mätt kanallängd.

Mätmetoden för förlusterna som vi använde oss av tar inte hänsyn till den del av förlusterna som kommer huset till godo. Av den mätta förlusten går  $\approx 80\%$  upp på vindsbjälklaget och  $20\%$  går tillbaka till huset (se SP Rapport 1990:23). Den förlust som systemet belastar huset med blir då

#### Energiförluster på kanalsystem, korrigerat för metodfel

	Hus 1	Hus 2	Hus 3
Energiförlust kWh	260	350	700
Kanallängd m (Total kanallängd)	34	35	39

#### Kommentarer

Anledningen till att förlusterna är mycket större i hus 3 än övriga beror på att i detta hus var vindsbjälklagsisoleringen skadad (se funktionskontrollrapporterna).

Energiförlusterna från hus 1 och 2 ger den storleksordning på förluster man kan förvänta sig vid ett korrekt utförande på isoleringen.

De förluster man får då det är lågtaxa kostar mindre än de förluster som skall betalas med höglastel. En tredjedel av förlusterna uppstod på höglasttid och två tredjedelar på låglasttid. Om man jämför kostnaden för förlusterna med en enhetstaxa och en tidstarriff finner man att kostnaderna för förlusterna blir desamma oberoende av taxetypen.

### 5.2.3 Energibesparing i värmeåtervinningsaggregaten

Den sparade energin från värmeåtervinningsaggregaten blev följande för mätperioden november -90 till mars -91.

	Hus 1	Hus 2	Hus 3	Hus 4
Sparad energi kWh	2100	2400	2400	2500
Till/från-luftflöde l/s	28/33	34/42	34/46	38/50

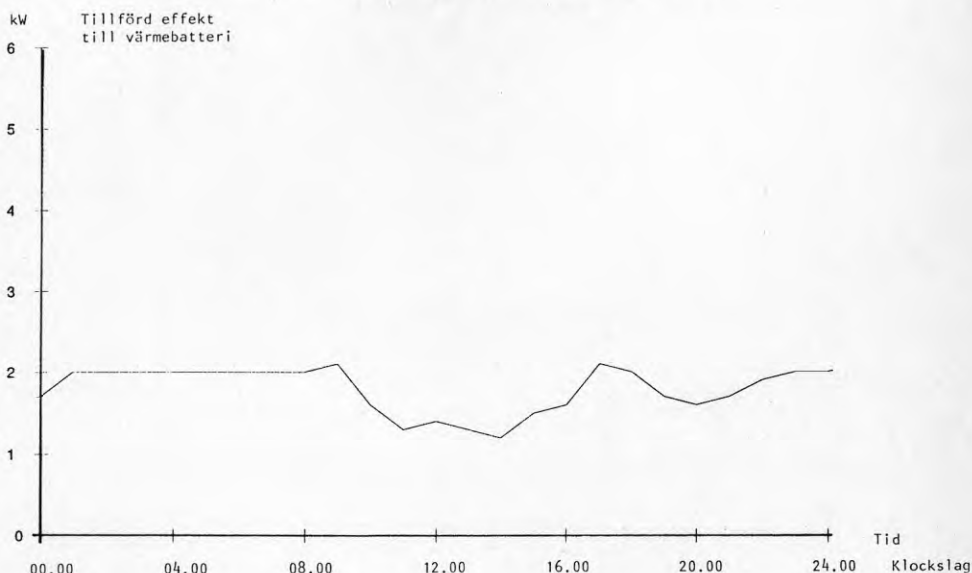
#### Kommentarer

I den sparade energin har inte hänsyn tagits till de värmeförluster som uppstår på tilluftskanalen mellan FTX-aggregatet och luftvärmeaggregatet (se principskiss). Storleken på dessa förluster borde dock vara försumbar då dels temperaturen inte överstiger 18 °C, och kanalen är kort. Isoleringen av kanalen är likvärdig med övriga tilluftskanalers isolering.

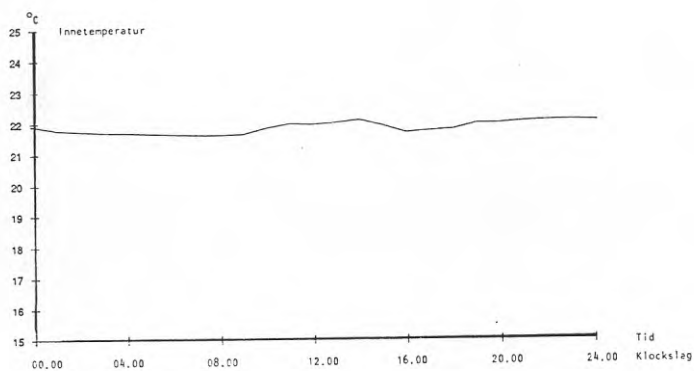
Anledningen till att resultat från hus 5 inte redovisas är att mätvärden saknas.

### 5.2.4 Effektfördelning över dygnet

Effektbehovet till uppvärmningsaggregatet för ett dygn med utetemperaturen, medel 2,0 °C, max 2,6 °C och min 1,4 °C utan styrning ser ut så här.

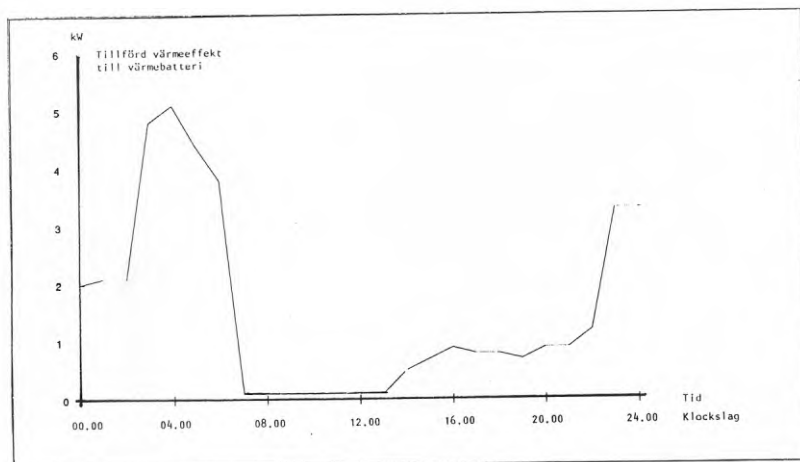


Figur 5.8. Värmeeffekt till luftvärmeaggregatet under ett dygn, hus 4.



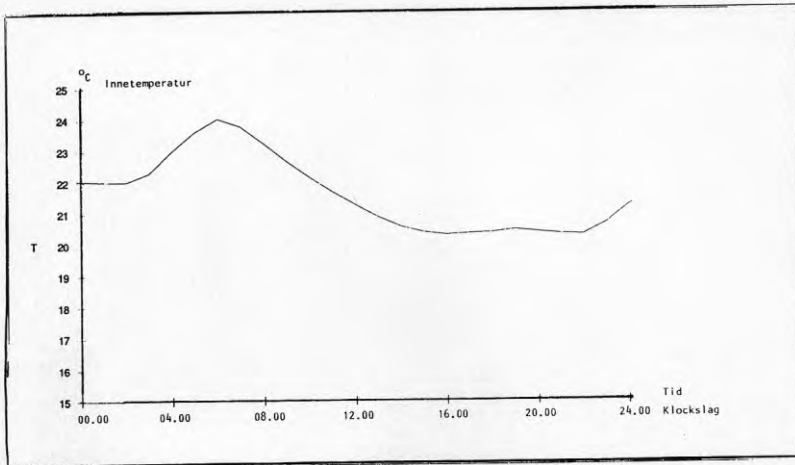
Figur 5.9. Innetemperaturen för perioden i hus 4, medeltemperaturen är 21.8 °C.

Om huset regleras blir effektbehovet för luftvärmeaggregatet vid en utetemperatur av medel 2,7 °C, (max 3,4 °C och min 1,3 °C) följande.



Figur 5.10. Innetemperaturens variation vid regleringen i hus 4, medeltemperaturen är 21.6 °C





Figur 5.11. Värmeeffekt till luftvärmeaggregatet under ett dygn i hus 4, medeltemperaturen är 21,6 °C..

Klockan 02.00 börjar man värma 2 °C över börvärdet. Medeleffekten för en timma blir då 5 kW. Klockan 06.00 ändras temperaturen till 2 °C under börvärdet. Som framgår av diagrammet har inte temperaturen sjunkit till detta värde förrän klockan 13. Mellan klockan 13.00 och 22.00 tillförs energi för att hålla temperaturen 2 °C under börvärdet. Mellan klockan 22.00 och 02.00 värms huset till börvärdet.

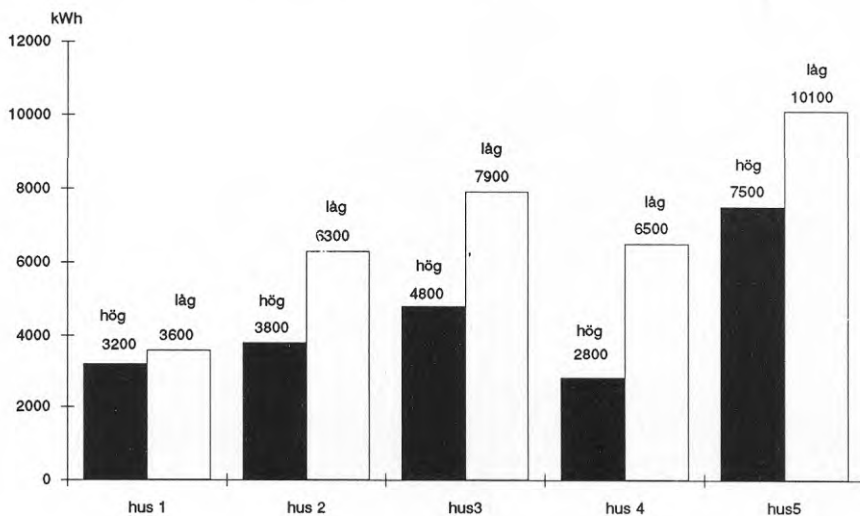
#### Kommentarer

Fördelningen av energi mellan låglast och höglast blir för det redovisade dygnet utan styrning 40 % på låglast och 60 % på höglast. För dygnet med styrning blir fördelningen 80 % på låglast och 20 % på höglast. Observera att detta gäller för två olika dygn, där inte exakt samma randvillkor (personvärme, hushållsel, solinstrålning) gäller.

### 5.2.5 Fördelning av köpt energi mellan låg/högtaxa

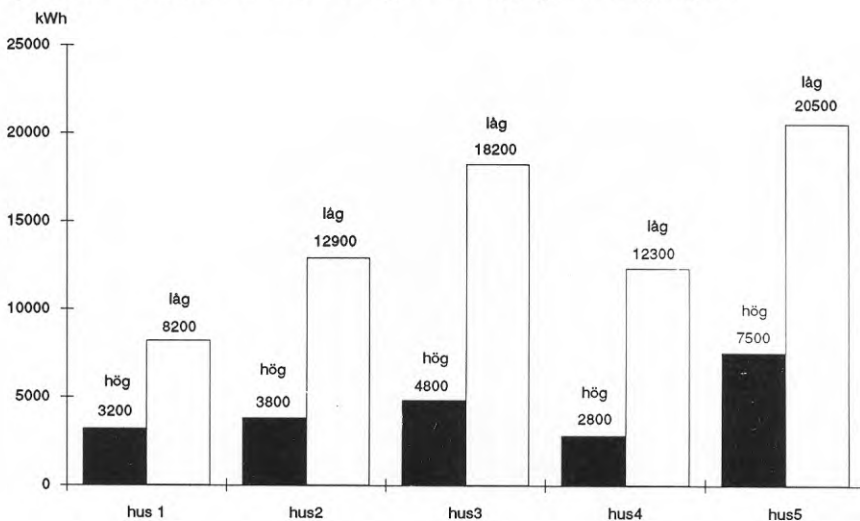
Andelen total köpt energi låg/högstavel fördelade sig för perioden nov-mars enligt följande för de fem husen.

Följande resultat erhöles för perioden nov 90- mars 91.



Figur 5.12. Resultatet för perioden nov -90 -- mars -91.

För perioden nov-90 till nov-91 fördelade sig andelen låg/högstavel enligt följande



Figur 5.13. Resultatet för perioden nov -90 -- nov -91.

Fördelning mellan hög/låglast för perioden nov-90 till nov-91

	Hus 1	Hus 2	Hus 3	Hus 4	Hus 5
Fördelning mellan hög/låglast	28/72	23/77	21/79	19/81	27/73

Den totala energiförbrukningen för huset fås om man adderar hög/låg för perioden nov -90 -- nov -91. Andelen höglast är den samma i båda diagrammen. Orsaken till detta är att under perioden april-nov förekommer endast låglastel.

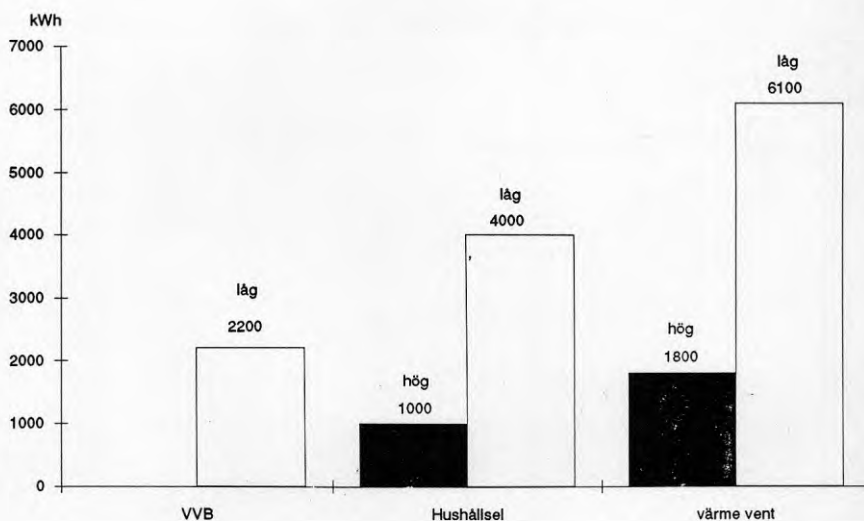
#### Kommentarer

Om man inte gör något aktivt för att styra energiuttaget till hög- eller låglast är förhållandet mellan höglast och låglast  $\approx 30/70$  sett över ett år (enligt eldistributörerna).

Den köpta energin varierar mellan 11 400 kWh till 28 000 kWh i de mätta husen. I hus 3 och 5 finns det garage som varit uppvärmda under mätperioden. Detta kan vara en del av förklaringen till att energiförbrukningen skiljer så mycket mellan husen.

#### 5.2.6 Fördelning av köpt energi på olika förbrukare över ett år

I hus nummer fyra har en fördelning av den köpta energin gjorts i tre poster över ett år



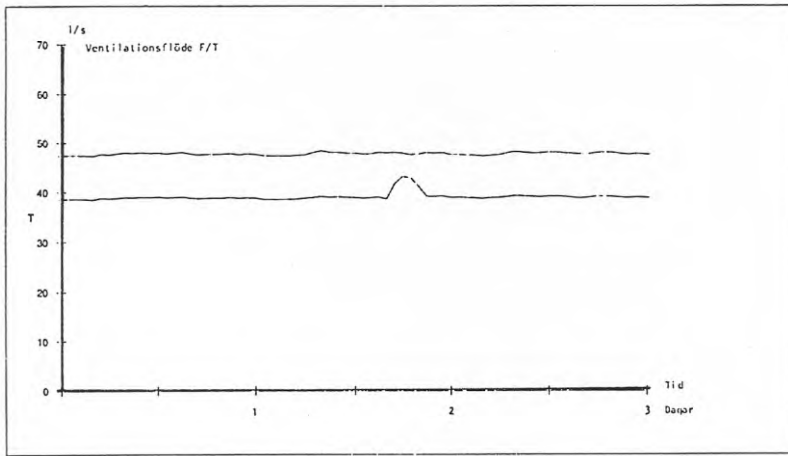
Figur 5.14. Fördelning av energin under perioden nov -90 - nov-91.

## Kommentarer

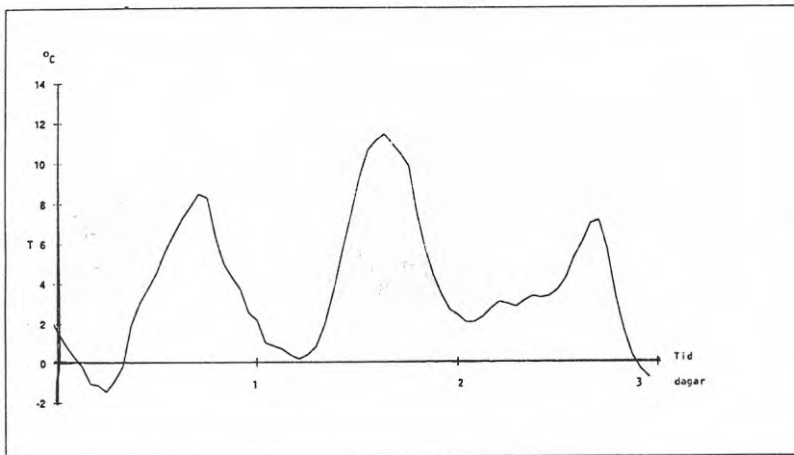
I varmvattenförbrukningen ingår ej energin för diskvatten (p.g.a diskmaskin). Huset hade ingen uppvärmning av garage eller förråd.

### 5.2.7 Tryckbalans över byggnadsskalet

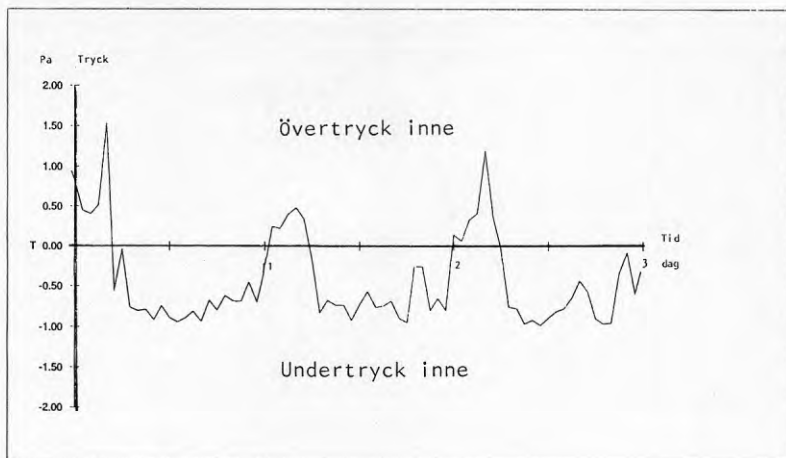
I följande diagram redovisas differenstrycket, till/frånluftsflöde samt utetemperatur för en mätperiod av tre dagar.



Figur 5.15. Till- och frånluftsflöde i hus 4.



Figur 5.16. Utetemperatur för perioden.



Figur 5.17. Differenstryck över byggnadsskalet (vindsbjälklaget).

Som framgår av diagrammet från flödesmätningarna är flödet näst intill konstant under perioden. När utetemperaturen sjunker minskar tryckskillnaden över byggnadsskalet, men som framgår av diagrammen följer inte tryckkurvan temperaturkurvan slaviskt. Orsaken till detta är vindpåverkan.

Om man studerar mätningar från differenstrycket under en längre period ser man att övertryck inträffar då utetemperaturen blir  $< 2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , om man exkluderar vindpåverkan.

#### Kommentar

Differenstrycket påverkas även av byggnadsskalets täthet och läckornas fördelning samt storlek. Huset där mätningarna gjordes var relativt otätt, 4,5 oms/h vid 50 Pa.

### 5.2.8 Variation av ventilationsflöden

I tre av husen mättes ventilationsflödet under perioden nov - mars. I två av husen mättes både till- och frånluft, medan endast tilluften mättes i ett av husen. Resultatet från mätningarna har medelvärdesbildats över varje månad. Följande resultat erhöles.

	Hus 1 l/s frånluft/tilluft	Hus 4 l/s frånluft/tilluft	Hus 5 l/s tilluft
Okt	50/38	35/28	-
Nov	50/37	34/28	56
Dec	50/38	34/28	56
Jan	50/38	34/27	54
Feb	49/39	34/26	54
Mars	49/39	34/28	54

**Kommentarer**

I "SIB meddelande M85:10" har man vid mätning av frånluftsflödena kommit fram till att dessa sjunker med 15 % över en tremånadersperiod om man inte gör rent frånluftsfiltret.

I denna undersökning finns det inget som tyder på att flödena sjunker med tiden.

## 6 Analys

### 6.1 Termiskt inneklimat

Vid utvärdering av det termiska inneklimatet kan den operativa temperaturen antas vara lika med lufttemperaturen. Anledningen är att vid ett luftvärmesystem i ett välisolerat hus där man blåser in varm luft vid tak, kommer takytan att värmas upp. Detta gör att strålningstemperaturen i rummet ökar. Den operativa temperaturen som normalt är lägre än luftens temperatur kommer att öka till en nivå nära lufttemperaturen.

I ISO 7730 finns bland annat ett diagram med olika met-värden som funktion av clo-värden. Met-värdena är ett mått på den aktivitet som människorna har och clo-värdena anger hur mycket kläder man har på sig. Som parameter i diagrammet finns optimal operativ temperatur inlagd. Med optimal operativ temperatur avses att PMV-värdet är 0 (inte mer än 10 % kan förväntas vara missnöjda med klimatet).

I hemmet är normalt clo-värde 0,8 - 1,0. Motsvarande värde för met är 1,0 - 1,4. Det högre met-värdet gäller då man städar eller diskar medan det lägre värdet gäller för mer stillasittande verksamhet som att titta på TV.

Följande samband mellan operativ temperatur och clo och metvärden gäller enligt ISO 7730 under dagtid.

1 met och 1 clo, och operativ temperatur = 22 °C . Detta medför att < 10 % är missnöjda med klimatet.

1 met och 1 clo, operativ temperatur = 18 °C. Detta medför att < 45% är missnöjda med klimatet.

1 met och 1,5 clo, operativ temperatur = 18 °C . Detta medför att < 10 % är missnöjda med klimatet.

Som framgick av mätresultaten blir inomhustemperaturen under kvällstid  $\approx 18$  °C. För att klara de termiska komfortkraven i ISO 7730 måste man antingen hålla en hög aktivitet eller ta på sig långkalsonger och en extra tjock tröja ( $\approx 1.5$  clo).

För att få ett dragligt termiskt inneklimat under natten kan man kompensera detta med bäddningen.

### 6.2 Andel flyttad energi (mätningar)

För att jämföra andel flyttad energi redovisas resultaten från den period då man har differentierade taxor (nov - mars). I de fem husen blev fördelningen följande.

#### *Låg/hög*

Hus 1	53/47
Hus 2	62/38
Hus 3	62/38
Hus 4	70/30
Hus 5	57/43

I hus 1 valde man att avbryta försöket då man tyckte att det blev för varmt på natten. Varmvattenberedaren ingår inte i tidstariffsystemet.

I hus 2 och 5 har inställningen av natthöjning och dagsänkning varit den av fabrikan- ten angivna. I dessa hus har man garage som varit uppvärmt under perioden till  $\approx 17\text{ }^{\circ}\text{C}$  respektive  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Eftersom värmen till garaget inte styrs av tariffuret kommer uppvärmningen av garaget att ske till stor del av höglastel.

I hus 3 har man ett hobbyrum och ett garage som står uppvärmt till  $\approx 18\text{ }^{\circ}\text{C}$  respektive  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Här tyckte de boende att det blev för kallt när man kom hem på eftermiddagen. Därför valde man att höja temperaturen redan klockan 18.00.

I hus 4 har man inte värmt upp garaget under mätperioden. Inställningen av reglersys- temet har varit den av tillverkaren föreskrivna. Här nådde man längst i detta projektet med fördelningen låg/höglastel.

Enligt mätningar som gjordes i hus 4 visade det sig att tidskonstanten var 60 h. För- lustfaktorn enligt projekteringsundelaget är  $100\text{ W/K}$ . Med dessa ingångsdata kan värmekapaciteten för huset beräknas enligt

$$M = \tau_b \cdot B$$

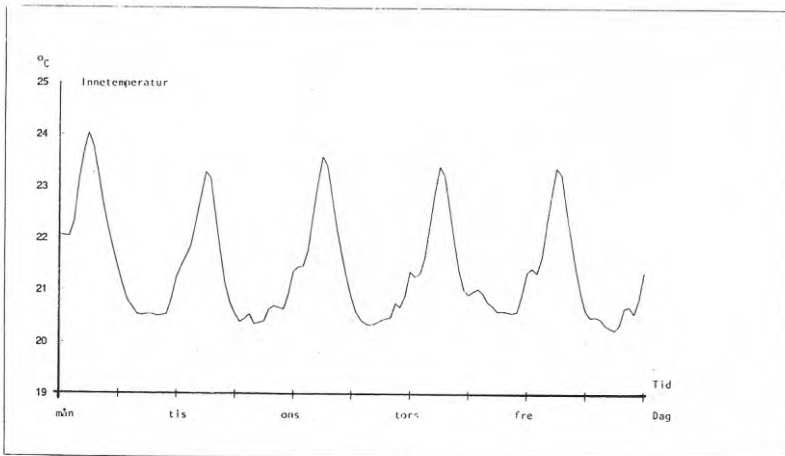
där

$M$  = husets värmekapacitet  $\text{Ws/K}$

$\tau_b$  = husets tidskonstant s

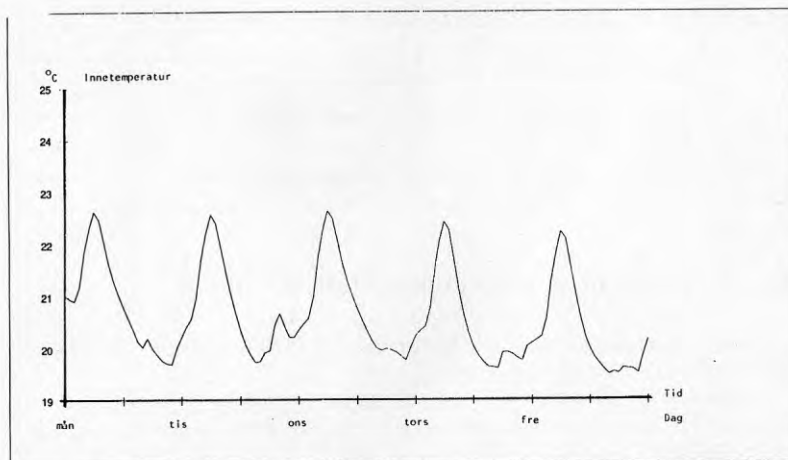
$B$  = husets förlustfaktor (transmission+ventilation)  $\text{W/K}$

Sätter man in siffrvärdena finner man att lagringskapaciteten är  $6\text{ kWh/K}$ . Som fram- går av mätvärdena (fig 5.2 och 5.3) är temperaturvariationen över ett dygn  $\approx 2\text{K}$ . Den energi som kan flyttas från låglast till höglast blir då  $\approx 12\text{ kWh/dygn}$ .



Figur 6.1. Innetemperaturen i hus 4, måndag - fredag. Energiltillskott under låglasttid  $160\text{ kWh}$ .





Figur 6.2. Innetemperaturen i hus 4, måndag-fredag. Energitillskott under låglasttid 125 kWh.

I diagram 6.1 är temperaturgradienten större än i fig 6.2. Detta påverkar energitillskottet, som blir mindre då temperaturgradienten minskar (125 resp 160 kWh).

### 6.3 Ekonomisk besparing

Den uppoffring som de boende får göra av det termiska inneklimatet på grund av variationen i innetemperaturen skall ställas i relation till den ekonomiska besparing man får. Besparingen har beräknats genom att jämföra det energipris man skulle betalt om man haft en "Enkeltariff" eller en "Tidstariff". Om man inte styr över energi till lågtariffen skall energikostnaden bli densamma oberoende av vilken taxekonstruktion man väljer.

I Borås kommun där husen är belägna är energipriset för 91 följande.

#### Enkeltariff

Säkringsavgift	1062 kr
Energiavgift	0,496 kr

#### Tidstariff

Säkringsavgift	1438 kr
Energiavgift lågtaxa	0,34 kr
Energiavgift högtaxa	0,79 kr

Energikostnaden fördelade sig enligt följande för de fem husen

	Hus 1 kr	Hus 2 kr	Hus 3 kr	Hus 4 kr	Hus 5 kr
Tidstariff	6754	8826	11418	7832	14333
Enkeltariff	6716	9345	12470	8552	14950
Besparing	-38	519	1052	720	617

## 6.4 Beräkningar av andel flyttad energi

För att generalisera mätresultaten gjordes beräkningar i STAWAD. Följande beräkningsfall studerades för hus 4 vid beräkningarna.

- Jämförelse mellan mätt och beräknad energiförbrukning för rumsuppvärmning under jan - feb 1991
- Jämförelse mellan uppmätt fördelning mellan låg/högtaxa och beräknad för jan - feb
- Beräknad skillnad för höglastel då innetemperaturen är konstant samt då temperaturen styrs av reglersystemet för jan - feb. Medelinetemperaturen är densamma i båda fallen
- Energiförbrukning för ett referensår med innetemperaturvariationer enligt mätresultaten
- Energiförbrukning för ett referensår med 19 °C medeltemperatur
- Energiförbrukning för ett referensår med 21 °C medeltemperatur

Beräkningarna tar hänsyn till värmelagringseffekten i byggnadsstommen och i möbler. Som redovisats tidigare ackumuleras även varmvattnet i varmvattenberedaren. Styrning av temperaturen innebär att natthöjning och dagsänkning görs under perioden november till mars.

### Ingångsdata till programmet

- uppmätta luftflöden
- oavsiktlig ventilation 0,05 oms/h
- uppmätt utetemperatur
- boendes närvaro \*80 W
- uppmätt hushållsel
- uppmätt vvx-verkningsgrad

### Jämförelse mellan uppmätt och beräknad energi för jan - feb 1991

Enbart rumsuppvärmning	Mätt kWh	Beräknad kWh
Jan	1410	1350
Feb	1450	1340

### Jämförelse mellan uppmätt och beräknad fördelning mellan låg/högtaxa

Enbart rumsuppvärmning	Mätt hög kWh	Beräknad hög kWh	Mätt låg kWh	Beräknad låg kWh
Jan	400	470	1000	890
Feb	440	510	1010	840

Beräknad skillnad för höglastel då innetemperaturen är konstant och då den styrs av regler-systemet för jan - feb samt antal flyttade kWh (samma medeltemperatur i båda fallen)

Enbart rumsuppvärmning	Konstant temp kWh	Natthöjning kWh	Flyttat antal kWh
Jan	660	470	190
Feb	610	510	100

### Beräknad energiförbrukning för ett referensår

Ett beräkningsfall med den innetemperatur som styrsystemet gav (enligt mätningarna), ett med den förväntade innetemperaturen som styrsystemet skulle gett (18 °C, 20 °C, 22 °C enl kap 3.3), ett fall där innetemperaturen varierar mellan 20 °C, 22 °C och 24°C samt ett fall med konstant temperatur. Angiven medeltemperatur gäller medelvärdet på termostatinställning under vardagar med låg/högtariff.

Enbart rumsuppvärmning	Höglast kWh	Låglast kWh	Summa kWh	Kostnad för energi med tidstariff kr
Mätt innetemperatur med nattsänkning medel (20.5°C)	2150	5550	7700	5023
Förväntad innetemperatur (medel 19 °C)	1150	5450	6600	4200
Innetemperatur + 2°C (medel 21°C)	1550	6400	7950	4838
Konstant temperatur (medel 20.5°C)	2800	5050	7850	5367

### Kommentarer

Av beräkningarna framgår att energin för rumsuppvärmningen som man lyckas flytta från höglast till låglast då energiförbrukningen är 7700 kWh/år är 500 kWh per år (5550 kWh-5050kWh). Den ekonomiska besparing som detta ger är 344 kr.

Antal dagar som har differentierade taxor är  $\approx 100$  per år. Detta medför att andel flyttad energi per dygn blir 5 kWh. Som framgick av kapitel 6.2 är inlagringskapaciteten 6 kWh/°C. Enligt kapitel 5.2.1 var temperaturvariationen 2 °C. Detta borde ge en inlagrad energi av 12 kWh per dygn. Orsaken till skillnaden kan bero på mät respektive beräkningsosäkerhet.

## 6.5 Ger övertryck fuktproblem i hus?

För att man skall få fuktproblem i hus gäller att tre riskfaktorer samtidigt är uppfyllda.

- Övertryck inne
- Fukt i inneluften
- Otätheter i byggnadsskalet

Om någon av ovanstående faktorer inte är uppfyllda har man eliminerat risken för fuktproblem i byggnadskonstruktionen.

För att säkerställa ett undertryck i huset är ett mekaniskt frånluftssystem att föredra framför ett självdragssystem eller ett mekaniskt till- och frånluftssystem. Ett mekaniskt till- och frånluftssystem garanterar att man får en kontinuerlig luftväxling i alla rum. I ett mekaniskt frånluftssystem och självdragssystem varierar luftväxlingarna mellan rummen i större utsträckning beroende på termisk påverkan och vindpåverkan. Om man inte har en kontinuerlig luftväxling i varje rum stiger fukthalten.

Att luftväxlingen kan utebli i ett frånluftsventilerat hus på grund av termisk påverkan, finns redovisat se ref 1.

I ett självdragssystem kan man förvänta sig att fukthalten inne är 1 - 3 g/m<sup>3</sup> högre än uteluften (ref 2). Motsvarande siffra för ett mekaniskt ventilerat hus är <1 g/m<sup>3</sup>.

För att illustrera fukthalten och luftomsättningarnas inverkan redovisas två räkneexempel, ett med mekanisk ventilation (1) och ett med självdragsventilation (2).

1) Vi antar att FT-systemet ger ett övertryck i huset relativt vinden på 1,5 Pa under åtta timmar per dag i ett hus. Skillnaden i ånghalt mellan vinden och inomhusluften antas vara 1 g/m<sup>3</sup>. I taket finns en vindslucka som är otät. Den läckande arean är 0,001x4 m<sup>2</sup>.

Den fuktmängd som passerar genom luckan per månad blir 3,4 kg. Om vi antar att vinden ventileras med 1 oms/h uteluft och att fuktupptagningen är 0,5 g/m<sup>3</sup>, blir möjlig bortförd fuktmängd 36 kg/månad.

2) I ett självdragshus kan man under vinterhalvåret få ett övertryck i huset av 3 Pa relativt vinden hela dygnet. Skillnaden i ånghalt antas i detta fall vara 3g/m<sup>3</sup>. I övrigt samma förutsättningar som ovan. Fuktmängden genom luckan blir i detta fall 43 kg/månad.

Den fuktmängd som kan föras bort av ventilationsluften på vinden är fortfarande 36 kg/månad. Skillnaden 7 kg (43-36) kan ackumuleras i byggnaden och förorsaka fuktskador.

## 7 Slutsatser

### Reglersystemet

Att det befintliga reglersystemet brister framgår av mätresultaten. Dels klarar det inte av att hålla en jämn innetemperatur (vid kall väderlek, fig 5.4) och dels ger systemet höga effektoppar på elnätet (både värme och VVB går in med full effekt =10 kW, kl 22.00).

För att rätta till bristerna har tillverkaren låtit utveckla ett nytt reglersystem. Det nya systemet beräknar den energimängd som skall lagras ned i huset. Energiprognosen gör man utifrån utetemperaturen och hur mycket energi som lagrades in föregående dygn. Därefter värmer man med så konstant effekt som möjligt. Om det under natten visar sig att prognosen är felaktig korrigeras systemet automatiskt.

Vid en temadag som hölls på SP den 18/10-91 om projektet, redovisade tillverkaren av reglersystemet sina mätresultat. Dessa resultat visade att man i ett experimenthus i Övertorneå hade lyckats att hålla en konstant innetemperatur trots att utetemperaturen var låg.

Vad som fortfarande saknas i systemet är att man reglerar garage och förråd efter samma princip. Som framgick av mätresultaten står dessa utrymmen för en stor andel av energin. Här finns potential för att ytterligare flytta energi till låglast.

### Termisk komfort

Som framgick av resultaten ( kap 6.1) kan man förvänta sig att ca 55 % kan tänka sig att acceptera inomhustemperaturer på 18 °C.

Enligt Björn Karlsson (professor vid LitH) är produktionskostnaden för 1 kWh el på vardagar mellan kl 7 - 8, 40:58 kr. Den höga kostnaden uppstår då man måste producera el på marginalen. Sett ur samhällsekonomisk synvinkel är det lönsamt att investera upp till 40.000 kr i hushållen för varje sparad kW. Så dyrt är det för samhället att producera el på marginalen. Detta skulle tyda på att vi kan förvänta oss en ökad tidsdifferentiering av taxorna.

I en nära framtid när vi är medlemmar i EG kan man förvänta sig att vårt taxsystem för el kommer att likna EG-staternas nuvarande taxsystem. Här har man en större differentiering än vad vi har i Sverige. Som exempel kan nämnas att i Tyskland är skillnaden mellan låg/höglastelen faktor fem.

Slutsatsen blir att i ett framtida EG-anpassat kraftsystem kommer den ekonomiska förtjänsten av att flytta energi att öka. Då kanske systemet blir mer attraktivt för många och man blir mer benägen att göra en uppoffring av det termiska inneklimatet.

På den nämnda temadagen medverkade Mats Wolgast (läkare). Av hans medicinska forskning framgick det att det är bra ur medicinsk synpunkt med ett varmt klimat under natten. Enligt Mats är det lämpligt om vi har en temperatur av 20-21 °C när vi lägger oss. När vi går upp bör temperaturen vara 23 °C. På eftermiddagen när vi kommer hem bör temperaturen vara 18 °C. De angivna temperaturerna är relaterade till den dygnsaktivitet vi har. Vid en ökad aktivitet skall temperaturen vara lägre (jämför ISO 7730). Detta talar för att vi skall ha en varierad temperatur över dygnet.

Enligt den medicinska forskning som Mats bedrivit har han kunnat påvisa att risken för hjärtinfarkt minskar om vi minskar temperaturen då aktiviteten ökar och vice versa.

Slutsatsen blir att ett system som reglerar temperaturen över dygnet är bra för hälsan.

En ytterligare parameter som indirekt påverkar det termiska inneklimatet är lufthastigheten. I debatten har det ibland framskyttat påståenden om att luftvärmesystem skulle ge höga lufthastigheter och därmed försämra det termiska klimatet.

På Vattenfalls laboratorium i Älverkarlerby har det gjorts mätningar av luftflöden genom dörröppningar förorsakade av temperaturskillnader mellan rummen (ref 3). I rapporten anger man en formel för beräkning av luftflödet förorsakat av temperaturskillnader mellan rum.

Exempel: Ett sovrum har en volym av  $36 \text{ m}^3$ , och en dörröppning av  $1,6 \text{ m}^2$ . För att de termiska drivkrafterna skall skapa en luftomsättning av 1,2/timme räcker det att temperaturskillnaden mellan sovrummet och det angränsande rummet är  $<0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En temperaturskillnad av 1 K ger ett flöde av  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  genom en dörröppning med måtten  $0,8 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$ .

Som redovisats i kapitel 3.4 är antalet oms/h vid kall väderlek ca 1,2. Slutsatsen är att luftförelserna i ett hus är avsevärt högre på grund av temperaturskillnader än de luftförelser som skapas av fläktarna i ett varmluftssystem.

#### Andel lagrad energi

Som framgick av beräkningarna (kap 6.4) är andelen flyttad energi för rumsuppvärmning  $500 \text{ kWh}/\text{år}$  vid en förbrukning av  $7700 \text{ kWh}$ . All energi för varmvattenförbrukning produceras under låglastperioden. Den del som flyttas från höglast till låglast har vi bedömt till  $\approx 1000 \text{ kWh}/\text{år}$  vid en varmvattenförbrukning av  $4000 \text{ kWh}$ . Den totala andelen flyttad energi blir  $1500 \text{ kWh}/\text{år}$ . Detta medför en årlig besparing i ett tidstarriffsystem av  $675 \text{ kr}$  med taxor enligt kap 6.3.

Detta medför en årlig besparing av kronor räknat med 1991 taxor enligt kap 6.3. Det finns en ytterligare potential i det befintliga systemet för att öka andelen flyttad energi och det är uppvärmningen för garage och förråd. Som framgick av mätresultaten fick de hus som hade uppvärmda garage en avsevärd större andel av höglastel.

Om det mer sofistikerade reglersystemet som presenterades ovan kan bidra till att man ökar inlagringen får framtida mätningar ge besked om.

Om man går utanför de tekniska lösningar som de fem husen representerade skulle hus med en varmgrund passa bra för dygnslagring. Då ökar man värmekapaciteten för energilagring.

I detta projekt har vi lyckats att flytta från låglast till höglast  $\approx 5\text{--}10 \text{ kWh}/\text{dygn}$  för rumsuppvärmning. För att öka inlagringskapaciteten kan ett system med varmgrund vara intressant. I en varmgrund har man möjlighet att lagra upp energi i sten eller grusmaterial som finns i grunden. En volym av  $16 \text{ m}^3$  sten eller grus skulle vid en temperaturskillnad av 4 K kunna lagra upp  $\approx 40 \text{ kWh}$ . Då ökar den totala inlagringskapaciteten till  $\approx 45\text{--}50 \text{ kWh}/\text{dygn}$ .

Ett typiskt värde för förlustfaktorn i de testade husen är 100 W/K. För att klara rumsuppvärmningen i detta hus under 16 timmar (höglastperioden) vid en utetemperatur av -8 °C krävs 45 kWh.

Slutsatsen blir att den ökning som vi ser är möjlig inom nuvarande system är att ta med garage och förråd i dygnslagringen och förbättra reglersystemet så att inlagringskapaciteten inte försämras vid lägre utetemperaturer. I nästa generation av hus med dygnslagring borde hus med varmgrund och ett sten eller grusmagasin vara ett intressant alternativ.

#### Referenslista

- Ref 1 Lättbygg 1985, Bfr, R41:1989
- Ref 2 Enligt Ingemar Samuelson på SP
- Ref 3 Luftvärmesdistribution som komplement i direktvärmda hus, Vattenfall Utveckling AB, rapportnummer VU F 90:7

## Funktionskontroll hus 1

### Mätresultat

#### Täthet i hus

50 Pa övertryck	1,4 oms/h
50 Pa undertryck	1,3 "

Kravet enligt SBN -80 är 3,0 oms/h.

#### Täthet i kanaler

200 Pa övertryck	0,164 l/s m <sup>2</sup>
------------------	--------------------------

Kravet för godkännande enligt NR är 0,32 l/sm<sup>2</sup>.

<i>Luftflöden (l/s)</i>	<i>Uppmätt</i>	<i>Projekterat</i>
Tilluft	33	39
Frånluft	33	44
Cirkulationsluft	20	90

### Ljudtrycksnivå

Sovrum 9,6 m <sup>2</sup>	25 dBa
Sovrum 15,7 m <sup>2</sup>	Ej mätbart
Sovrum 9,3 m <sup>2</sup>	21 dBa
Vardagsrum	33 dBa

Krav enligt SBN-80 är 30 dBa.

### Lösullsbesiktning

Lösullen kontrollerades med avseende på densitet och tjocklek.

Densitet	14 kg/m <sup>3</sup>
Tjocklek	600 mm

Enligt specifikation skall tjockleken vara 550 mm.

Densiteten skall vara 16-19 kg/m<sup>3</sup>.



## Funktionskontroll hus 2

### Mätresultat

#### *Täthet i hus*

50 Pa undertryck 2,6 oms/h

Kravet enligt SBN -80 är 3,0 oms/h.

#### *Täthet i kanaler*

400 Pa övertryck 0,30 l/s m<sup>2</sup>

Kravet för godkännande enligt SBN -80 är 0,48 l/s m<sup>2</sup> vid 400 Pa.

<i>Luftflöden (l/s)</i>	<i>Uppmätt</i>	<i>Projekterat</i>
Tilluft	34	38
Frånluft	42	42

### Ljudtrycksnivå

Sovrum 13,8 m<sup>2</sup> 23 dBa  
Sovrum 9,3 m<sup>2</sup> Ej mätbart

Krav enligt SBN-80 är 30 dBa.

### Lösullsbesiktning

Lösullen kontrollerades med avseende på densitet och tjocklek.

Densitet 15 kg/m<sup>3</sup>  
Tjocklek 550 mm

Tjockleken skall vara minst 550 mm.  
Densiteten skall vara 16 - 19 kg/m<sup>3</sup>

## Funktionskontroll hus 3

### Mätresultat

#### Täthet i hus

50 Pa undertryck 1,9 oms/h

Kravet enligt SBN -80 är 3,0 oms/h.

#### Täthet i kanaler

400 Pa 1,1 l/s m<sup>2</sup>

Kravet för godkännande enligt NR är 0,48 l/s m<sup>2</sup> vid 400 Pa.

<i>Luftflöden (l/s)</i>	<i>Uppmätt</i>	<i>Projekterat</i>
Tilluft	34	38
Frånluft	46	47

### Ljudtrycksnivå vid högfart

Sovrum 17,1 m <sup>2</sup>	Ej mätbart p g a för låg ljudnivå
Sovrum 9,1 m <sup>2</sup>	" -
Sovrum 9,1 m <sup>2</sup>	" -

Krav enligt SBN-80 är 30 dBa.

### Lösullsbesiktning

Lösullen kontrollerades med avseende på densitet och tjocklek.

Densitet	Ej mätbart
Tjocklek	500 mm

Tjockleken skall vara minst 550 mm.

Densiteten gick ej att mäta då möss hade byggt bo i isoleringen.

## Funktionskontroll hus 4

### Mätresultat

#### Täthet i hus

50 Pa övertryck	4,3 oms/h
50 Pa undertryck	4,5 oms/h

Kravet enligt SBN -80 är 3,0 oms/h.

#### Täthet i kanaler

400 Pa övertryck	0,38 l/s m <sup>2</sup>
------------------	-------------------------

Kravet för godkännande enligt SBN -80 är 0,48 l/s m<sup>2</sup> vid 400 Pa.

<i>Luftflöden (l/s)</i>	<i>Uppmätt</i>	<i>Projekterat</i>
Tilluft	36	38
Frånluft	49	50
Cirkulationsluft	150	114

### Ljudtrycksnivå

Sovrum 22,3	28 dBa
Sovrum 13,5	25 dBa
Sovrum 11,3	26 dBa
Kök	31 dBa

Krav enligt SBN är 30 dBa.

## Funktionskontroll hus 5

### Mätresultat

#### *Täthet i hus*

50 Pa undertryck                      4,4 oms/h

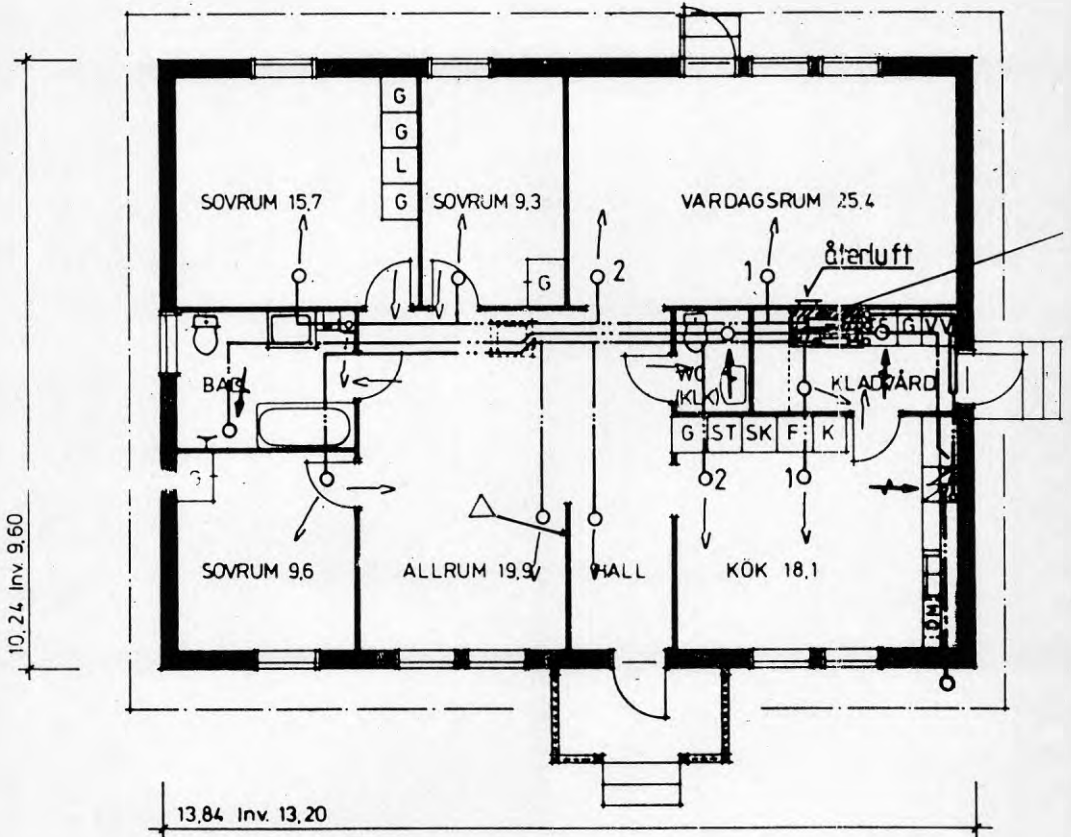
Kravet enligt SBN -80 är 3,0 oms/h.

#### *Täthet i kanaler*

400 Pa övertryck                      2,4 l/s m<sup>2</sup>

Kravet för godkännande enligt SBN -80 är 0,48 l/s m<sup>2</sup> vid 400 Pa.

<i>Luftflöden (l/s)</i>	<i>Uppmätt</i>	<i>Projekterat</i>
Tilluft	58	49
Frånluft	79	60

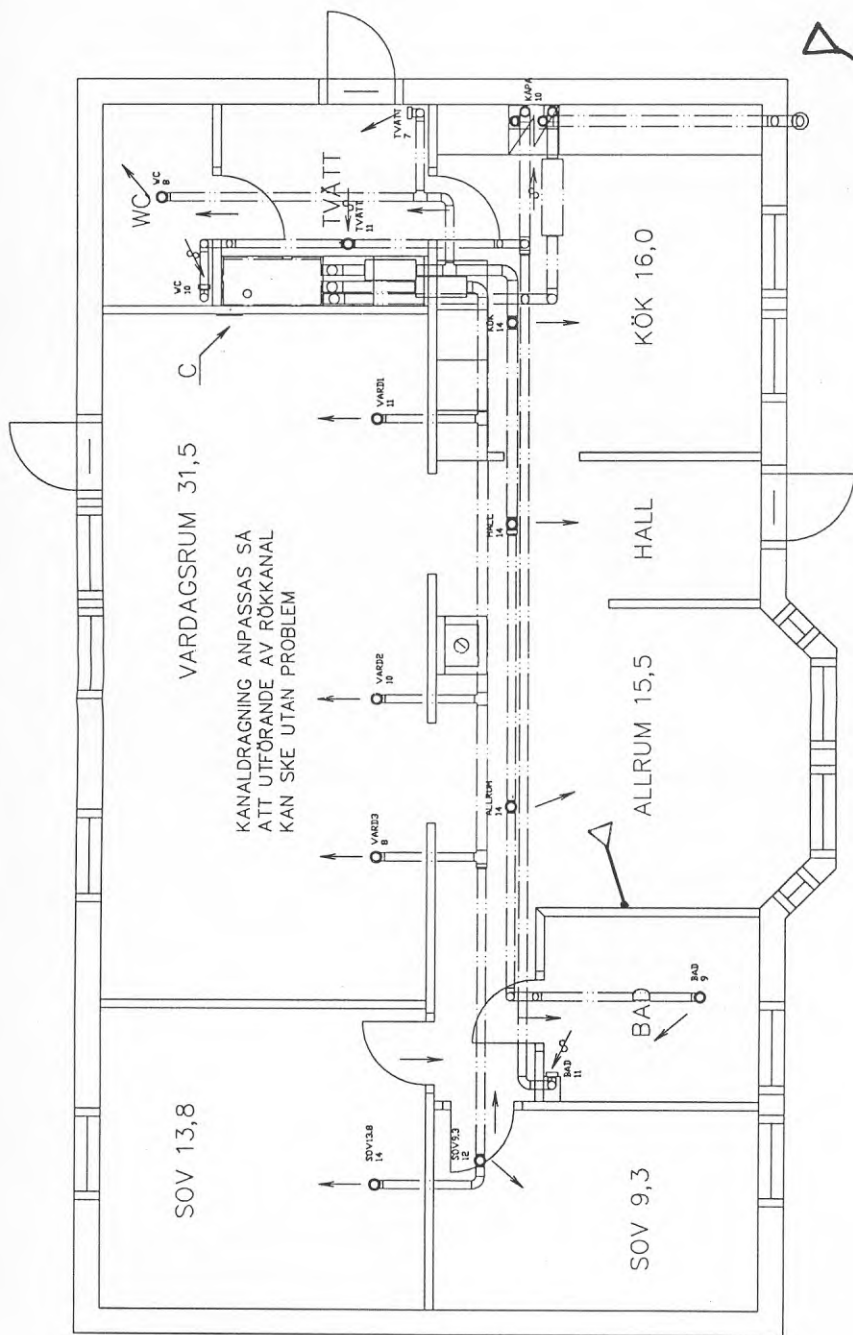


ENTREVÅNING  
 PRIMÄR BRA 127m<sup>2</sup>

9,2

Mätplats för lufttemperaturen inomhus 0,1,1.1 och 1.8 m





Mätplats för lufttemperaturen inomhus 0.1,1.1 och 1.8 m

VENTILATIONSRTNING - BOTTENPLAN

Rev	Ant	Revideringen avser	Sign	Datum
		Projekterad		
		A AHMAN		
Objekt	nr.	Arbets nr.		Rev.

BORO AB

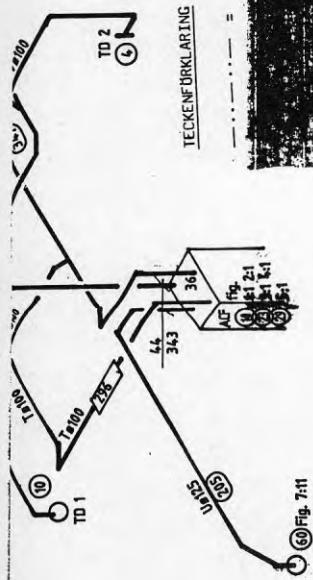
Skala 1: 50



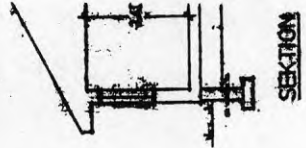
Fläkt Bostadsventilation AB  
0171-22600

UNDER DEN "TID" SYSTEMET  
 KR FÄRDIGMONTERAT TILLS  
 DET KÖRS IGÅNG, SKALL  
 KANALPPNINGARNA VARA  
 FÖRTEJPADE FÖR ATT UND-  
 VIKA KONDENSIBILDNING.  
 KONTROLLERA ATT INGA VECK  
 FINNS PÅ DRÄNINGSLED-  
 NINGEN.

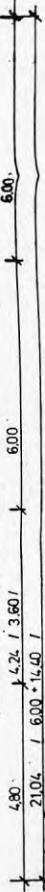
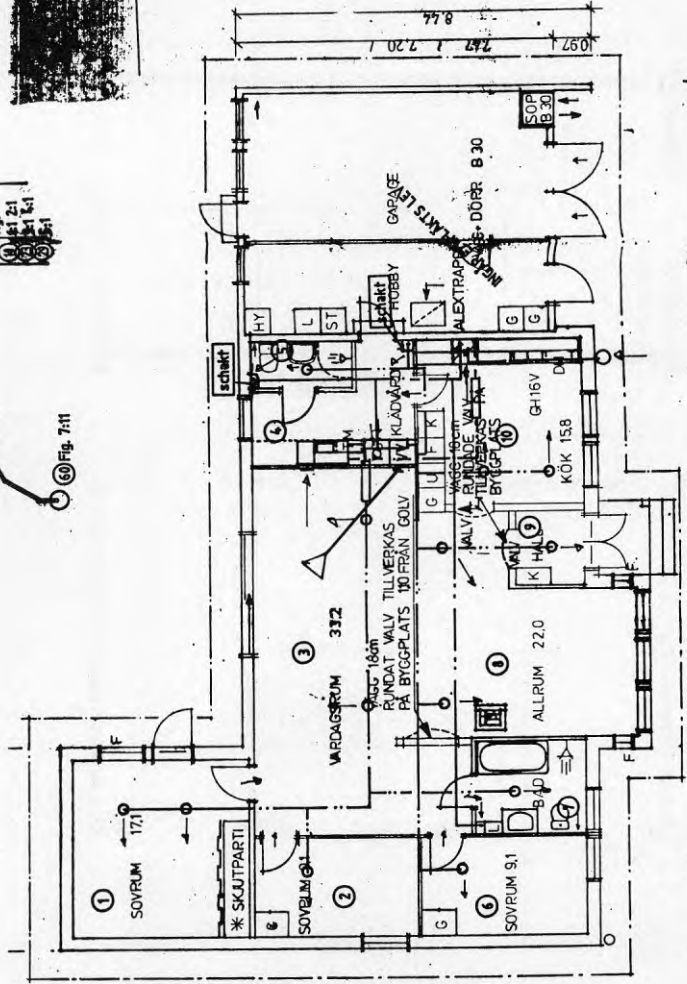
ISOLERING AV VENTILATIONS-  
 KANALER, SE SID 10 I MON-  
 TERINGSANVISNINGEN.



TECKENFÖRKLARING



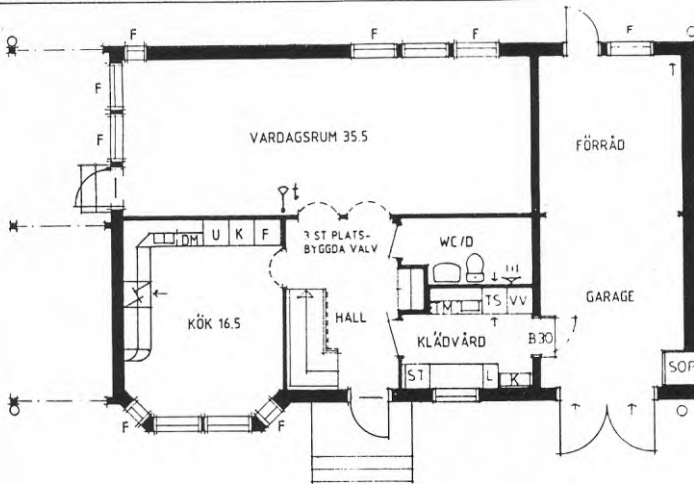
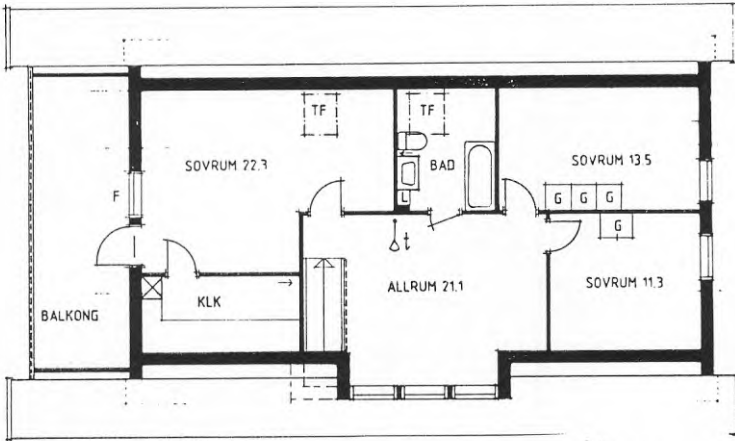
- TD-1 TD-2 TD 3/PO-1
- (91) (91) (91)
- (103) (111) (140)
- (150) (150)



ENTREVÄNING  
 PRIMÄR BRA 134,0 m<sup>2</sup>  
 SEKUNDÄR BRA 42,0 m<sup>2</sup>

F = FASTA FÖNSTER  
 \* = INGÅR EJ FRÅN BORO

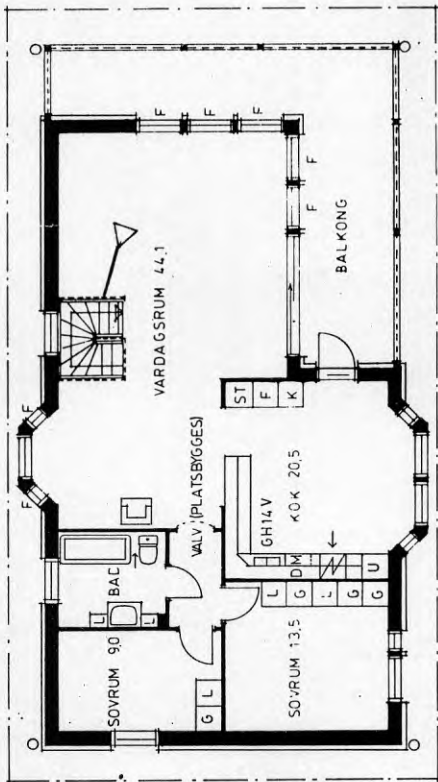
Mätplats för lufttemperaturen inomhus 0,1,1,1 och 1,8 m



Mätplats för lufttemperaturen inomhus 0.1,1.1 och 1.8 m







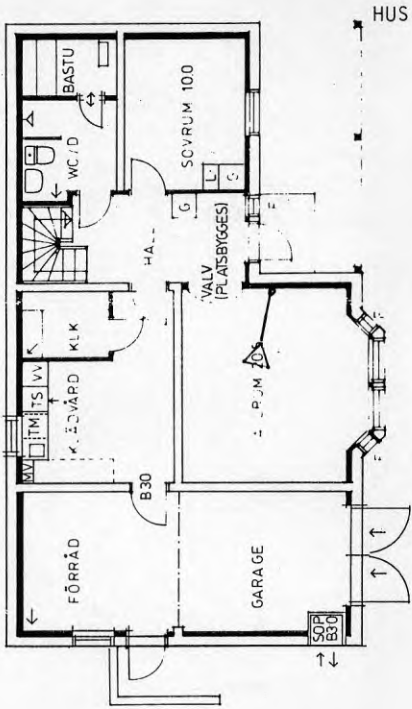
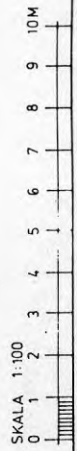
9,24 INV. 8 40  
1524 INV. 14 42

170

**ÖVERVÄNING**

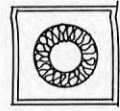
PRIMÄR BRA 164 m<sup>2</sup>  
SEKUNDÄR BRA 36 m<sup>2</sup>

F = FASTA FÖNSTER  
MV = MINIVENT



HUS 5

**SLUTTNINGSVÄNING**



BÖKRÖR FRÅN  
BRÄSKAMIN  
SKALA 1:20

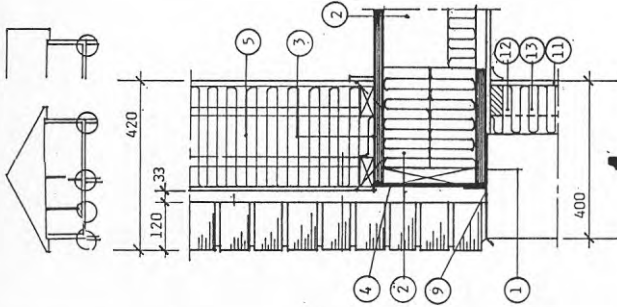
B		NY HUS/TYP	DATUM	SIGN
REG	ANT	AVSER		

**BORO AB**  
Box 1001, S-101 12 LANDSBRO 1, SWEDEN Tel 0383-604 10

RITAD *[Signature]* SKALA 1:100

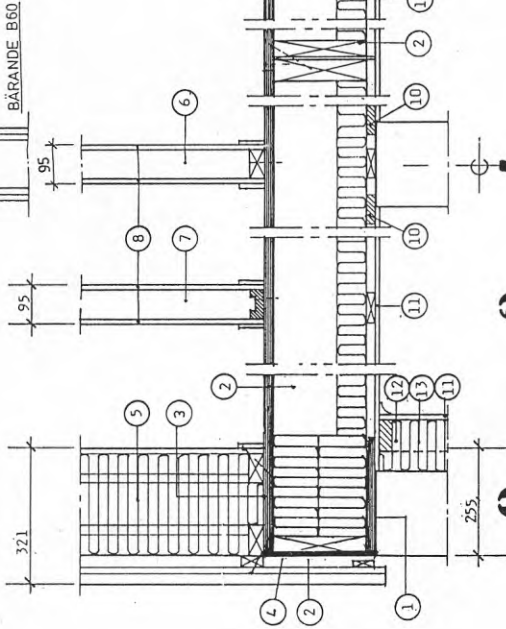
Mätplats för lufttemperaturen inomhus 0.1.1.1 och 1.8 m

INSTALLATION UTFÖRES UNDERFRÅN I GLESPANEL SKIKT



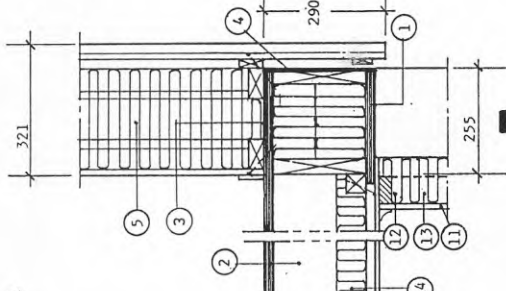
1 LÅNGSIDA B30 ALT. B60

- 1 GRUNDISOLERING EPDM 120 + PLASTFOLIE B-350
- 2 BJÄLKLAGSELEMENT BM, BMK-MONTERAS MED KRAN. SAMMANFÖNING = FALSEN BESTRYSK MED FROSTFRITT LIM RIKTLIGT.
- 3 STÅ 500x10 MONTERAS MED ÖVERLAPP I HÅNAT HUSET
- 4 BÄRFALTIMPR BOARD, INF FÖRZ 35/24 C 150 I BÅDA KANTER (B-267)
- 5 YTTERVÄGGELEMENT Y-ALT.Y.-B60 MONTERAS MED KRAN INFÄSTNING 100/34 FR INSIDAN C 600 OCH GALV 100/34 FR UTSIDAN C 600



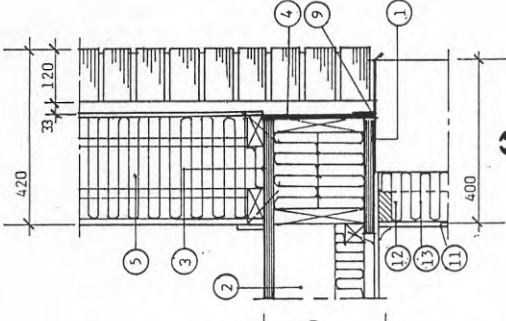
2

- 6 BÄRANDE INNERVÄGG EBP B15/B60 MONT MED KRAN SAMMANFÖGN 2 75/28 INFÄSTNING C 600 100/34
- 7 EJ BÄRANDE INNERVÄGG BOTTENREGLER PR 60 INF C 600. STÄNDE REGLAR 40x70 TAPPADE I BÅDA ÄNDRAR MONT. MAX C 600 INFÄSTN 75/28.
- 8 12 BOARD ALT 13 GIPS (SIGGIPS) INF ENL FABRIK ANV
- 9 SOCKELBESLAG PL146 INFÄSTNING FÖRZ 35/24 C 200
- 10 GLESPANEL 22x70 KOMPLETTERING VID HJÄRTMUR OCH SKIVSKARVAR -INF 2 75/28 PER ANSLUTNING.
- 11 13. GIPSSKIVA INFÄSTN ENL FABR ANV. I BOSTADSUTRYMME-22 INNERTAK-SKIVOR -INF ENL FABR. ANV.



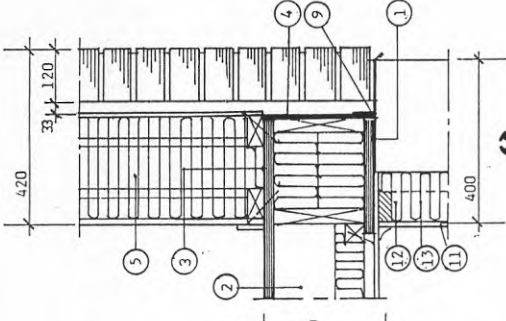
3

- 12 BOARD ALT 13 GIPS (SIGGIPS) INF ENL FABRIK ANV
- 13 MINERALULL KV A VID BÖSTAD = 165 ISOL
- 14 VID KÄLLARVÄN = 70 ISOL
- 15 VID KÄLLARHUS HUS = 70 MINULL KV A INLÅD I BJÄLKLAGSELEM



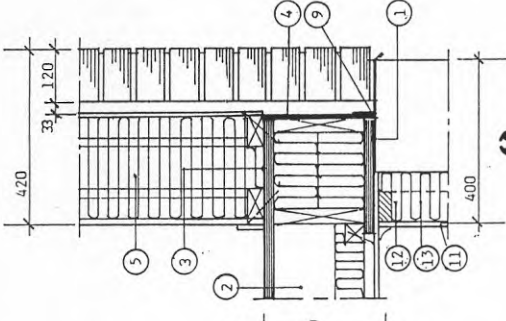
4

- 15 BÄRANDE B60
- 16 45x70 REGLERVK SAMMANFÖGN 2 75/28 PER ANSL
- 17 VID MOTFYLLD VÄGG STÅLREGLAR ST. C600 ISOL. 70 MIN ULL.
- 18 MINERALULL KV A VID BÖSTAD = 165 ISOL
- 19 VID KÄLLARVÄN = 70 ISOL
- 20 VID KÄLLARHUS HUS = 70 MINULL KV A INLÅD I BJÄLKLAGSELEM



5

- 21 GAVEL B30 ALT B60
- 22 DETALJANVISNING FÖR INVÄTNING
- 23 PLASTFOLIE
- 24 DETALJANVISNING FÖR SKYDD TEGELFASAD
- 25 TETTOFOL FÖR VÄGG



6

- 26 GAVEL B30 ALT B60
- 27 DETALJANVISNING FÖR UTV SKYDD TEGELFASAD
- 28 TETTOFOL FÖR VÄGG

Bilaga 11

**Boro**  
-bygger din tillvaro.

Boo 1001 570 12 LANDSBRO 1 SWEDEN  
RIA 1840604  
K-E SKOOG

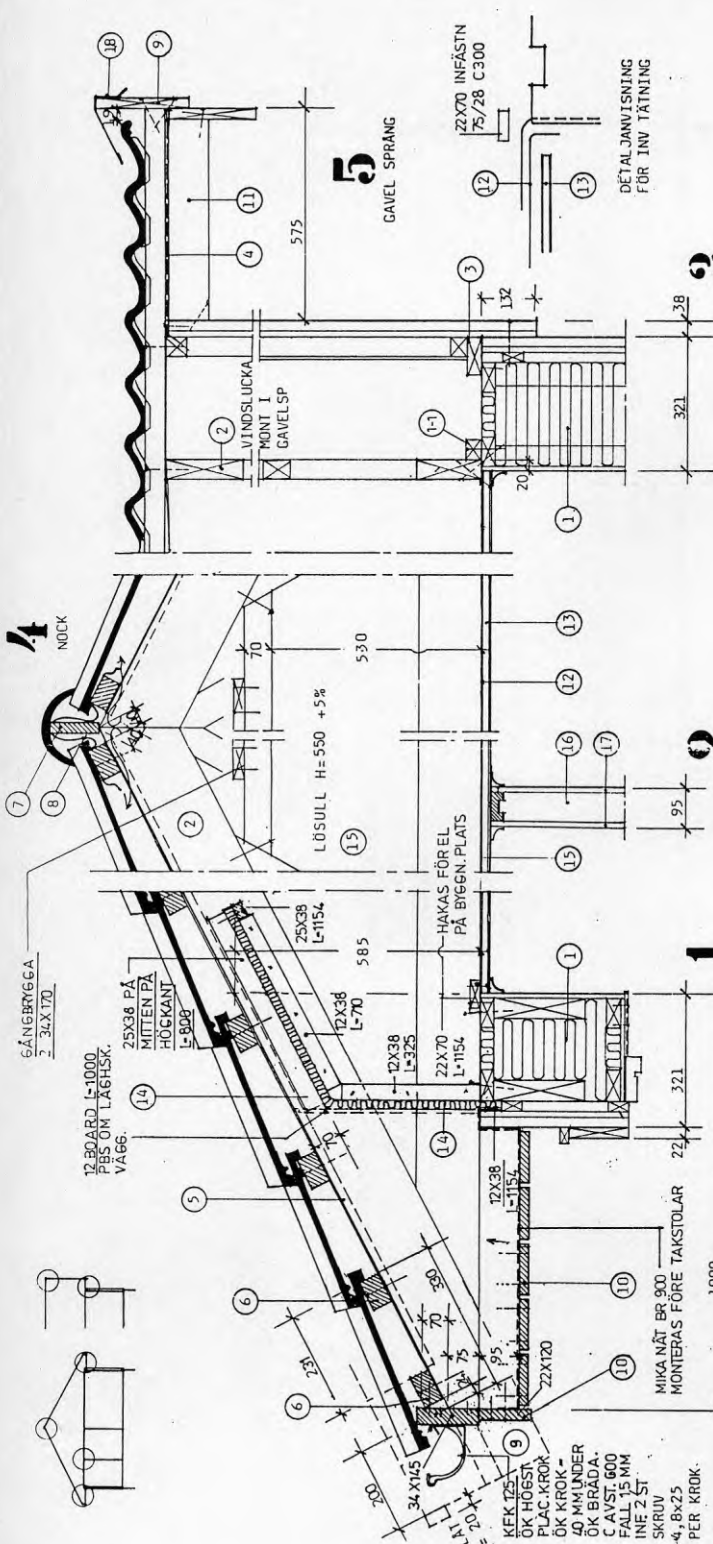
27.11.10  
A4=1:14, 29F

PROJ NR

ARBETSNUMMER RITINGSNUMMER DATUM  
PD024

DETALJANVISNING SYSTEM P VÄGG OCH BJÄLKLAGSANSLUTNING BJÄLKLAG ÖVER KÄLLAR OCH SUTERRÄNGVÄN I ELEM TRÅX OCH TEGELFASAD

REV 901128



- 1 YTTERVÄGGELEMENT LITTI Y-
- 2 STÖDREGL 34x45 INF 75/28 C600
- 3 FACKVERKTAKSTOL LITTI F-
- 4 KRANMONTAGE INFÄSTNING = 2+2 125/40 PÅ SKRA. MÖT YTTERVÄGG RITS = INV VÄGG
- 5 GAVELSPETS SGY
- 6 INFÄSTNING MÖT YTTERVÄGG 100/34 C400
- 7 12MM SJÄRAD PLYWOOD 610x
- 8 INF = GALV 50/21 MÖT KLADSEL SKARVAS MÖT LÄKT
- 9 SAKERHETSÖRSD MONARFOL ELLER LIKVÄRDIG MONT ENL. FABR ANV
- 10 BÄRLÄKT 48 X 75 INF 16 GALV 125/40 PER ANSL. LÅNGDJUST. VID GAVLAR
- 11 NOCKBRÖDA 25x125
- 12 INFÄSTN GALV 100/34 PÅ SKRA
- 13 FÖLIE UV BESTÄNDIG
- 14 YTTERVÄGGELEMENT LITTI Y-
- 15 STÖDREGL 34x45 INF 75/28 C600
- 16 FACKVERKTAKSTOL LITTI F-
- 17 KRANMONTAGE INFÄSTNING = 2+2 125/40 PÅ SKRA. MÖT YTTERVÄGG RITS = INV VÄGG
- 18 GAVELSPETS SGY
- 19 INFÄSTNING MÖT YTTERVÄGG 100/34 C400
- 20 12MM SJÄRAD PLYWOOD 610x
- 21 INF = GALV 50/21 MÖT KLADSEL SKARVAS MÖT LÄKT
- 22 SAKERHETSÖRSD MONARFOL ELLER LIKVÄRDIG MONT ENL. FABR ANV
- 23 BÄRLÄKT 48 X 75 INF 16 GALV 125/40 PER ANSL. LÅNGDJUST. VID GAVLAR
- 24 NOCKBRÖDA 25x125
- 25 INFÄSTN GALV 100/34 PÅ SKRA
- 26 FÖLIE UV BESTÄNDIG
- 27 YTTERVÄGGELEMENT LITTI Y-
- 28 STÖDREGL 34x45 INF 75/28 C600
- 29 FACKVERKTAKSTOL LITTI F-
- 30 KRANMONTAGE INFÄSTNING = 2+2 125/40 PÅ SKRA. MÖT YTTERVÄGG RITS = INV VÄGG
- 31 GAVELSPETS SGY
- 32 INFÄSTNING MÖT YTTERVÄGG 100/34 C400
- 33 12MM SJÄRAD PLYWOOD 610x
- 34 INF = GALV 50/21 MÖT KLADSEL SKARVAS MÖT LÄKT
- 35 SAKERHETSÖRSD MONARFOL ELLER LIKVÄRDIG MONT ENL. FABR ANV
- 36 BÄRLÄKT 48 X 75 INF 16 GALV 125/40 PER ANSL. LÅNGDJUST. VID GAVLAR
- 37 NOCKBRÖDA 25x125
- 38 INFÄSTN GALV 100/34 PÅ SKRA
- 39 FÖLIE UV BESTÄNDIG

**4** NOCK

**5** GAVEL SPRANG

VINDSLUCKA MONT I GAVELSP

ZZX70 INFÄSTN 75/28 C300

**6** GAVEL B30

DEÅLJANVISNING FÖR INV TÄTNING

EJ BÄRANDE INNERVÄGG B30 ÖVERREGL PR. 60 INF. 75/28 C600 STÄNDE REGL 40x70 TAPPADE I BÅDA ÄNDAR MONT. C MAX 600 INF. 75/28 (FÄR EJ SPÄNNAS IN)

12 BOARD ALLI 13 GIPSSK INF ENL. FABR ANV

INF BLECKSPIK C200

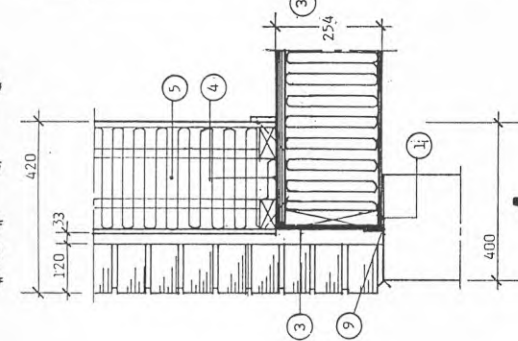
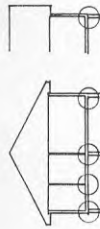


BILD	12
KONSTRUKTÖR	PROJ. NR
ANRETSNUMMER	BYGGSYSTEM
ANRETSNUMMER	P0060-1
BYGGSYSTEM	DATUM
BYGGSYSTEM	REVIS
BYGGSYSTEM	90117

841119  
K-E SKOOG

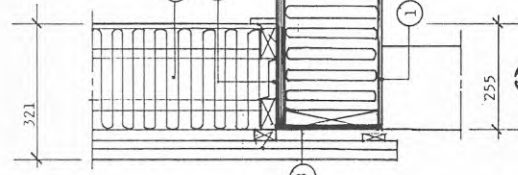
SKALA 1:10  
A4 1:14,29

Box 1001 570 12 LANDSBRO 1 BVEDEN



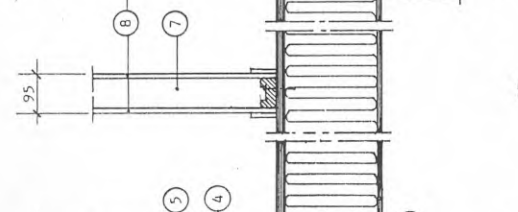
**1**

LÅNGSIDA B30, ALT. B60

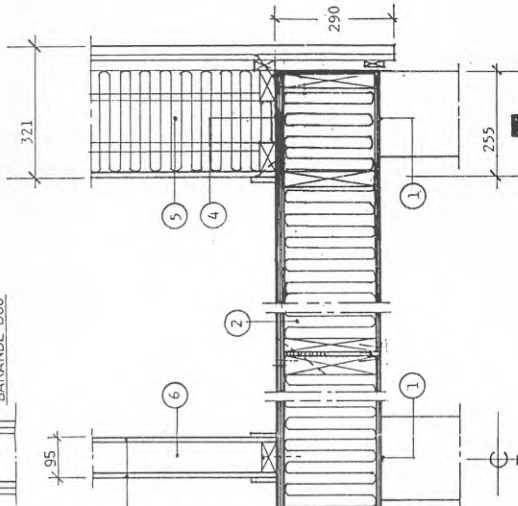


**2**

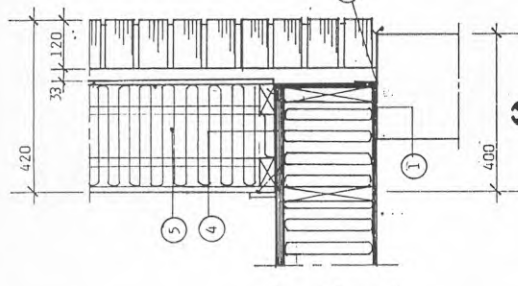
LÅNGSIDA B30 ALT. B60 EJ BÄRANDE B30 BÄRANDE B15



**3**

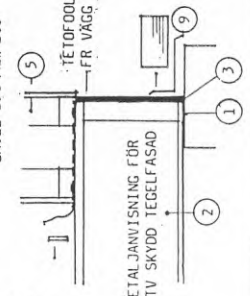


**4**



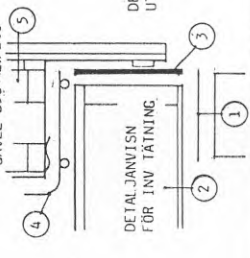
**5**

GAVEL B30 ALT. B60



**6**

GAVEL B30 ALT. B60



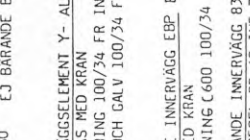
**7**

BÄRANDE B30 ALT. B60



**8**

BÄRANDE B30 ALT. B60



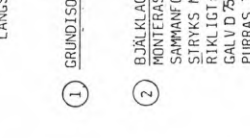
**9**

BÄRANDE B30 ALT. B60



**10**

BÄRANDE B30 ALT. B60



**11**

- 1 GRUNDISOLERINGSAPP BREDD = 250
- 2 BJÄLKLAGSELEMENT BK-  
MONTERAS MED KRAN.  
SAMMANFÖRNING = FALSEN BE-  
STRYSKS MED FROSTFRITT LIM  
RIKTLIGT.  
GALVD 75/28 C150 SKALLAR  
PURRAS 3 MM
- 3 IZASFALTIMPREGN BOARD BR-255  
INFÄSTNING FÖRZ 35/24 C150  
I BÅDA KANTER. FÄR EJ  
SKARVAS ÖVER BUÅLKLAGSKARY
- 4 SJ500x10 MONTERAS MED ÖVERLAPP  
INÅT RUISET
- 5 YTTERVÄGGSELEMENT Y- ALT. Y- B60  
MONTERAS MED KRAN  
INFÄSTNING 100/34 FR INSIDAN  
C 600 OCH GALV 100/34 FR UTSIDAN  
C 600
- 6 BÄRANDE INNERVÄGG EBP B15 ALT. B60 (ÖVRE DET)  
MONT MED KRAN  
INFÄSTNING C600 100/34
- 7 EJ BÄRANDE INNERVÄGG B30  
BOTTENREGL PR 60 INF 75/28  
C 600. STÄNDE REGLAR 40x70  
TAPPADE I BÅDA ÄNDAR MONT.  
MAX C 600 INFÄSTN 75/28
- 8 BOARD ALT 13 GIPS (15 GIPS)  
INF ENL FABRIK ANV
- 9 SOCKELBESLAG PL45  
INFÄSTNING FÖRZ 35/24 C200

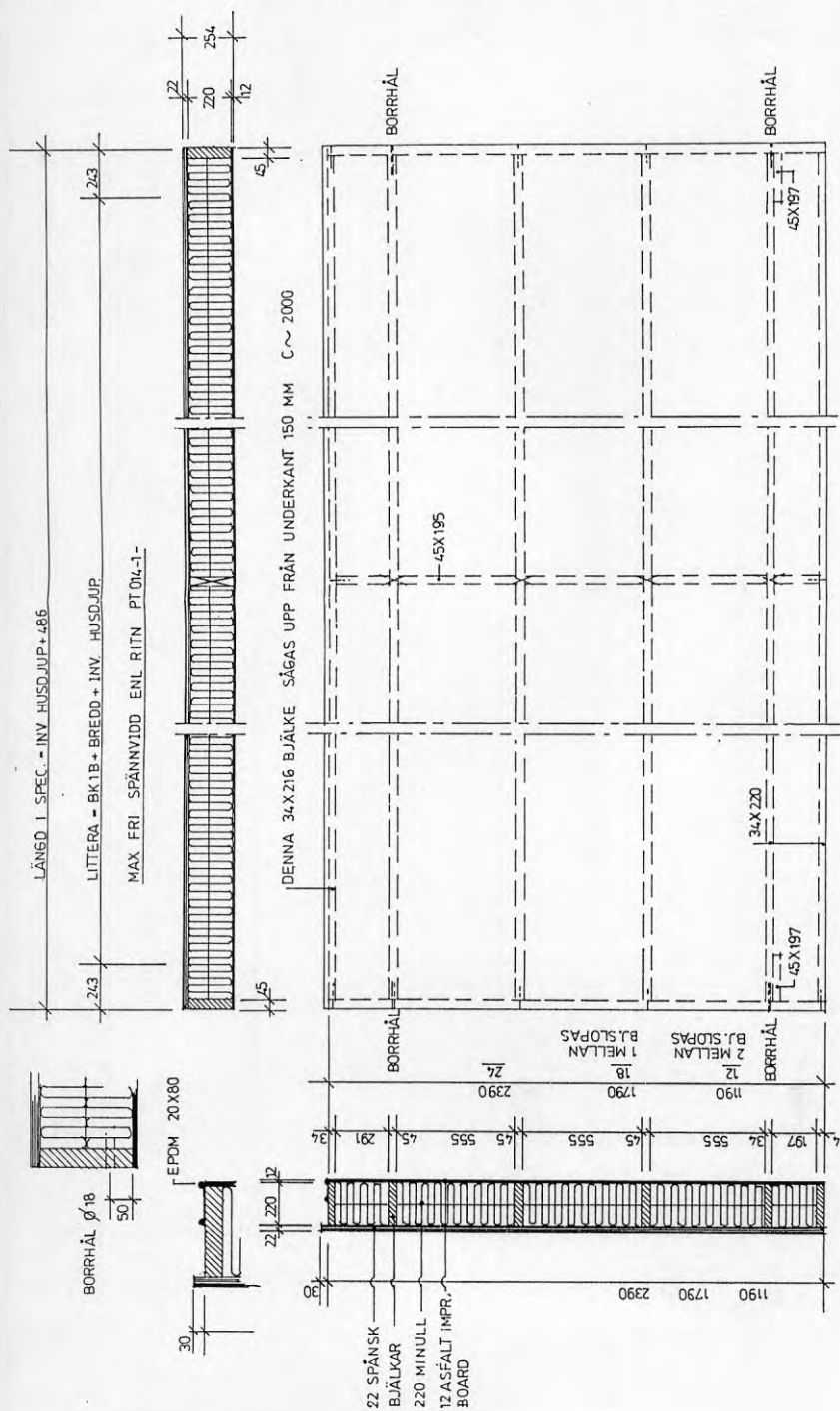
Boi 1001 570 12 LANDSBRÖ 1 SWEDEN

RITAD 86112	SKALA 1:10	ARBETSNUMMER PD 05-1	REV 901128
K-E SKODS / CHF	- W4#-1.14.29	RITINGSNUMMER	DATUM

PROJ. NR

KOMMUN ORT

DETAILRITNING SYSTEM P  
VÄGG OCH BJÄLKLAGSANSLUTNING  
KRYPPGRUND BJÄLKLAGSELEMENT  
TRÄ OCH TEGELFASAD



22 SPÅNSKIVA LHMAS OCH SPISAS ENL FABRIKANTENS ANVISNING

BJÄLKOR 45x220 34x220 34x216 KV ENL LITL  
SAMMANFÖGAD 4 90/31 PER ANSLUTNING (FINGERSKARVADE)

220 MINERALULLSSKIVA

12 ASFALTMER BOARD

INFÄSTN = DUBBELSPIK FÖRZINKAD 44/76 C70 I KANT I ÖVRIGT C 150 SKRIVAS MED H-LIST  
FÖREL 45x45 INFÄSTNING = 1 ST 90/31 PER BJÄLKE

STABILISERING AV BJÄLKOR 45x45 INF 2 90/31 PER ANSLUTNING = 1 ST PÅ MITTEN  
TÄTNING EPDM GUMMILIST 20x80 UKLIST-UK-BOARDSKIVA I ÄNDAR STÄNDE. I HÖRN  
GERAS LISTEN DOCK EJ ANSKUREN I YTTERKANT. INFÄSTNING PARVIS C80 MED  
DUBBELSPIK BEA 306/74 ELLER LIKYÄRDIG

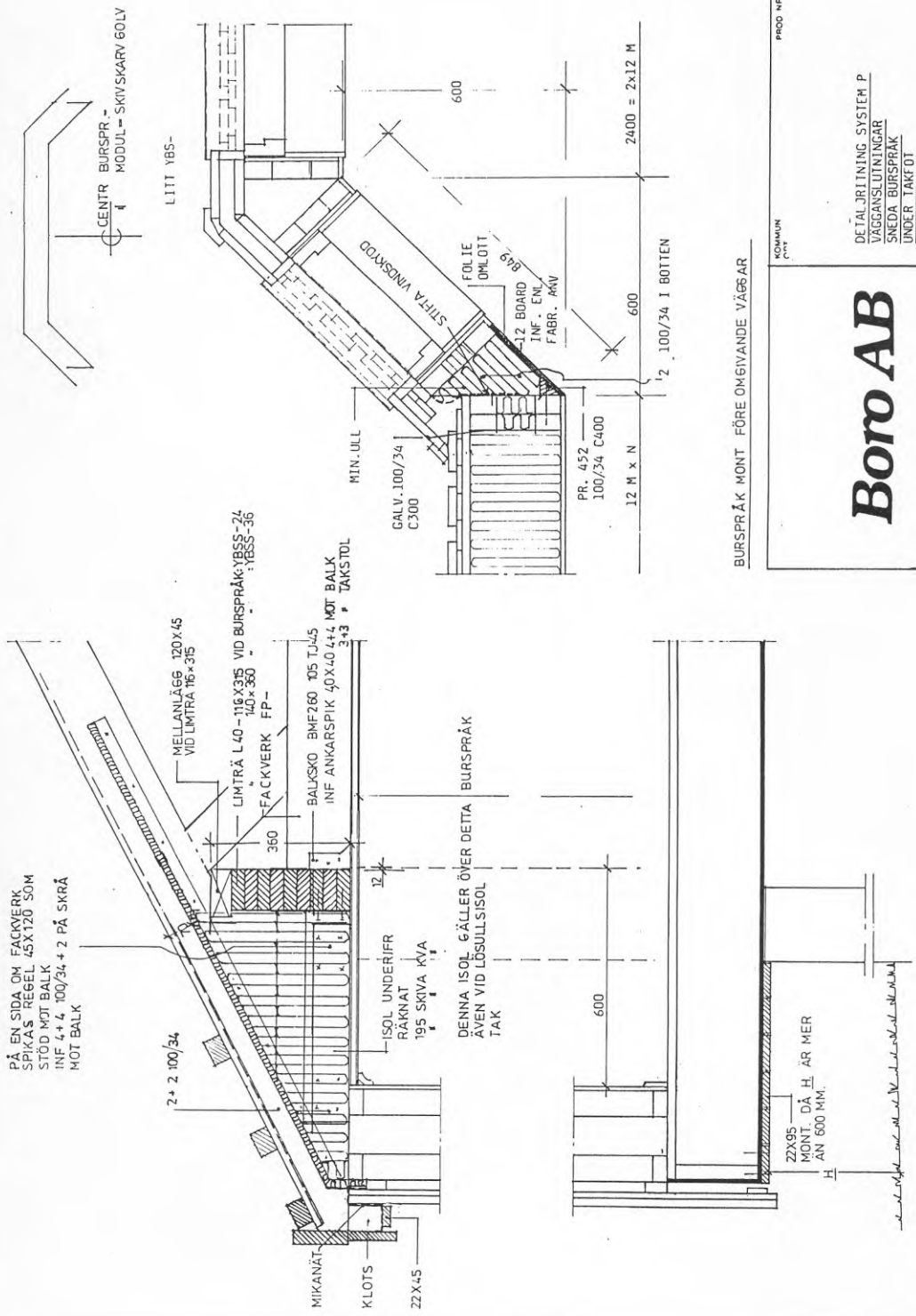
Bilaga 14

TILLÄMNINGSRITNING  
BJÄLKLÄGSELEMENT  
FÖR KYLLBUND LITL = BK1.B -  
SYSTEM F

REG	ANT	AVSER	DATUM	SIGN

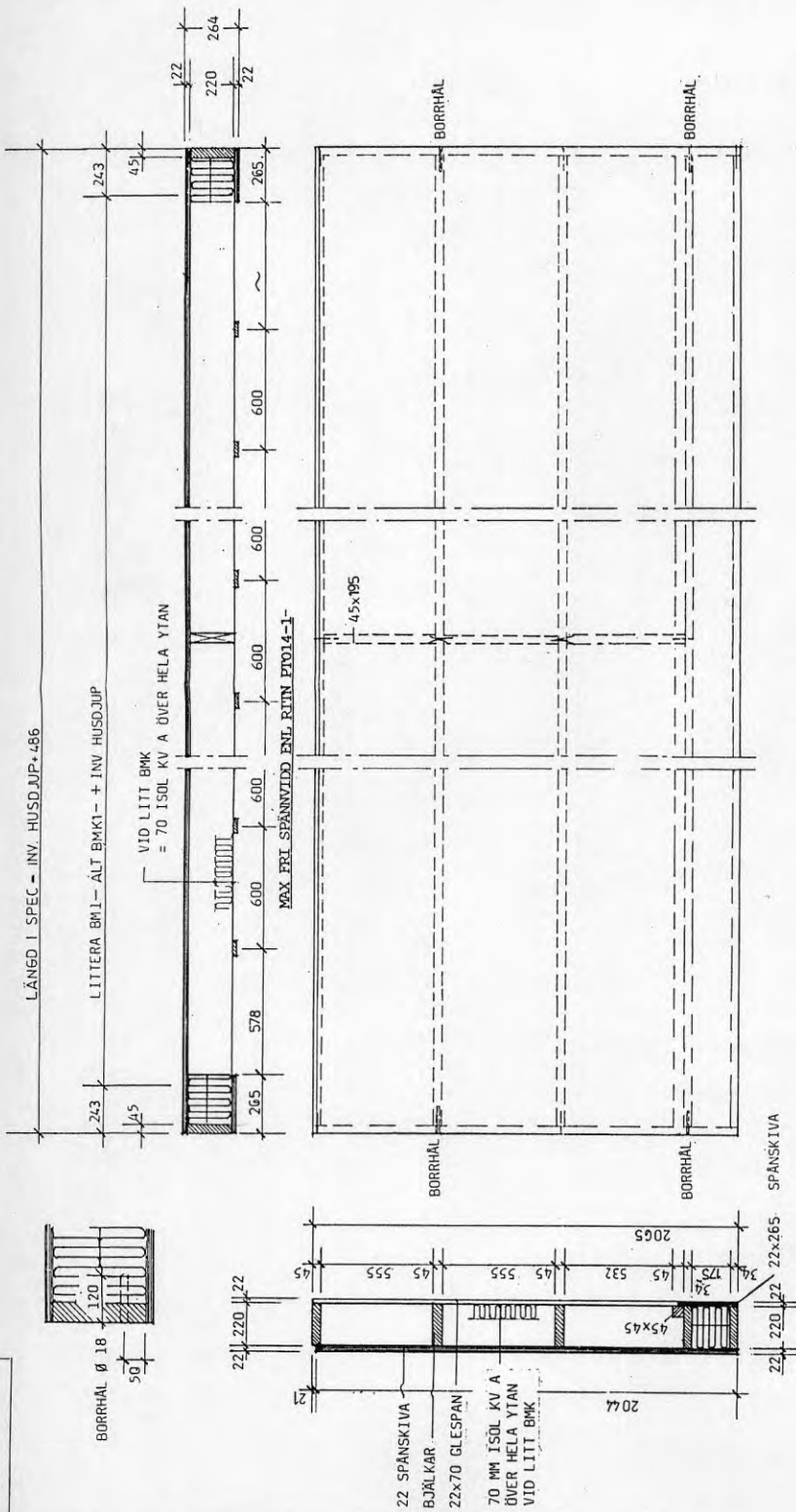
  

<b>Boro AB</b>	SKALA 1:20	REVISION
	BOX 1001 270 12 LANDSBRO SWEDEH TR 0365-630 00	PT 006j
	RITAD 900411	REVISION 910619



BURSPRÅK MONT FÖRE OMGIVANDE VÄGSAR

		Bilaga 15	
		KOMMUN PROJ. NR	REV 910911
BORO AB BR-1001 57012 LANDSBRO 1 SWEDEN RITAD B40626 K-E SK100C / CHF		DETALJ RITNING SYSTEM P VÄGGANSLUTNINGAR SNEDA BURSPRÅK UNDER TAKFOT	ARBETSNUMMER PD 052-3
SKALA 1:10 A4=1:14,29		DATUM	ARBETSNUMMER PD 052-3



OBS! SPÅNSKIVAN LIMMAS EJ MOT KANTBALK MED BORRHÅL OCH SPIKAS EJ NÄRARE DENNA KANT, ÄN 25 MM

22 SPÅNSKIVA LIMMAS OCH SPIKAS ENL. FABR ANV SPÅNSKIVNA 22x265 UNDERSIDA INFÄSTES MED 75/28 C200 + 2 PER BJÄLKE

BJÄLKÄR 45x220, 34x220 KV ENL. LIT. FINGERSKARVADE SAMMANFÖGNING - 4 ST 90/31 PER ANSL

ISÖL MINULL I KORTÄNDAR OCH GAVELSIDA 110x235x2 KV A BÅDE BN OCH BMK  
ISÖL MINULL ÖVER HELA YTAN 13-70 MM KV A VID LITT=BMK1

GLESPANEL 22x70 KV V INF 2 75/28 PER ANSL, 2 EXTRA 22x70 STIFTS I NÄST YTTERRA FACKET PÅ EN SIDA

REGLER 45x45 INFÄSTEN = 1 ST 90/31 C400

STABILISERING AV BJÄLKÄR 45x195 INF 2 90/31 PER ANSL  
VID L = TOM 8886 = 2 ST PLAC = 2300 FR ÄNDAR:  
ÖVER 8886 3 ST = 2300 FR ÄNDAR + 1 I MITTEN.

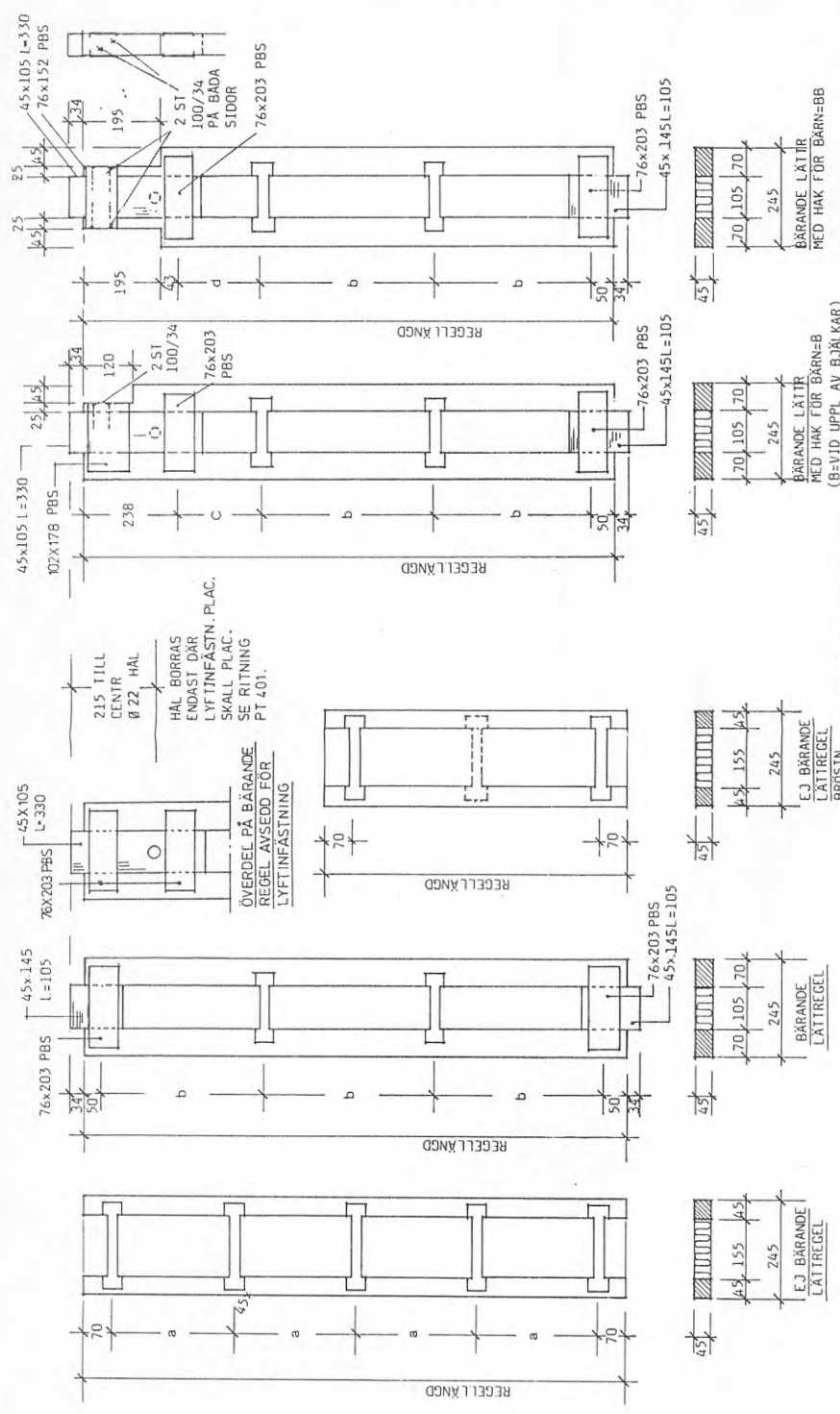


Box 1001, S-701 12 LANÖSBRO 1 SWEDEN Tel 0383-604 10  
RIFAÖ 840314  
K-E SK006  
SKALA 1:20  
A4=1:28,57

Bilaga 16

TILLVERKNINGSRITNING  
BJÄLKLAGSELEMENT  
MELLANBJÄLKLAG LITTI BM1-  
ÖVER-KÄLLARVÄNING LITTI BMK1-  
SYSTEM P

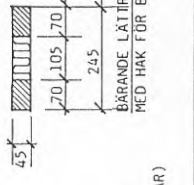
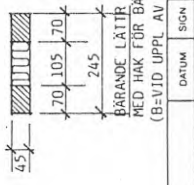
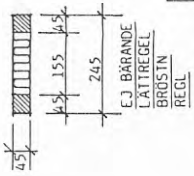
ARBETSNUMMER	FRITINGSNUMMER	DATUM	REV.
	PT 0091		901116



VIRKESKVALITET = K12 VIRKE  
 BESLAG = KARTRO LÄTTREGLBESLAG R105 R155  
 OCH " SPIKPLÅTAR PTN.  
 PLAC. PÅ BÅDA SIDOR

VID LÖV AV YTTERRÄTT TILL HUS I SNÖZON 3 / 96 M/  
 ÄNDRAS VIRKESKVALITETEN TILL K24  
 I BÄRANDE 45x70 REGLAR

TILL 13 ALLM  
 HÖGA FÖNSTER  
 = 2 BESL-  
 PAR  
 9 M = 3 PAR  
 5 M = " "



REG	ANT	ANSER	DATUM	SIGN



Boro 1001 SVO12 LANDSBRO1 SWEDEN Tel 0383 604 10  
 ÅREN 84/85 12 SKALA 1:10

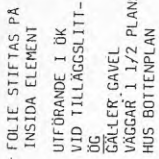
TILLVERKNINGSRITNING  
 LÄTTREGLAR  
 TILL YTTERRÄTT  
 SYSTEM P

REV	Ca: 20	RITNINGSNUMMER	Ca: 20

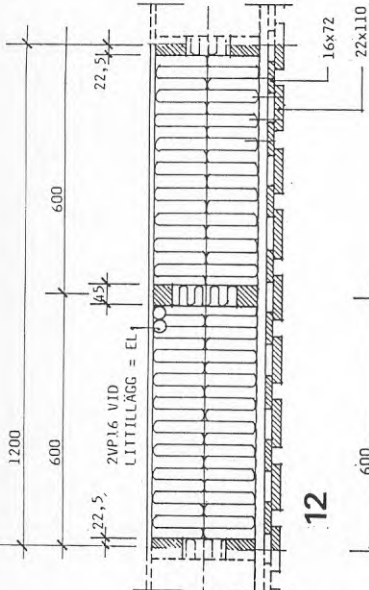
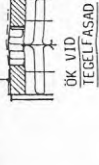




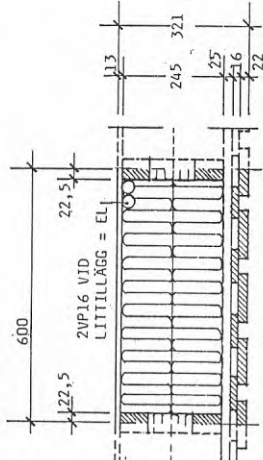
TETOFOL 200 STIFTAS  
IN ÖVER ELEMENT



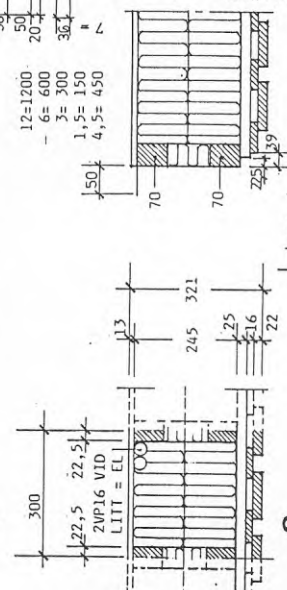
TETOFOL 200 STIFTAS  
IN ÖVER ELEMENT



12



6



3

VID ENSTAKA FALL KAN  
GRÄ STANDARD FÖREKOMMA  
I MODULBREDDER 1,5-150  
OCH 4,5-450.

ELEM. AVSLUTIN  
VID TILLÄGGLITTI=  
S. SLOPAS BOARD ALI GIPS TILL  
NÄRMÄSTE RECEL-  
CENTRUM

LITILLÄGG  
LITILLÄGG=6

70  
225  
39

70  
70

VID  
TEGEL  
FASAD

TP8 16x72 + 22x110 KLYVSÄCAT  
INF. UNDERBR 16x72 I GALV 65/28 PER ANSL.  
" ÖVERBR 22x110 2 " " " "  
SALN. 25x50 SÄGAD INF. 2,65/28 PER ANSL.

VINDSKYDD PLASTBELÄGG PERF. PAPP

KARTRO LÄTTREGLAR 245 MM

BOTTEN OCH ÖVERREGL 34x70  
INF. 2,85/31 PER ANSL.

MINERALULLSISOL 2x123=245, 45x108 REMSOR I ÖVER  
OCH UNDERKANT

ÅNGSPÄRR PLAST ENL. VN 2000 BR=2700 ÖVERLAPNING:  
DELAS LIKA ALT ENL TEXT

1/2 BOARD ALI 13 GIPS. INF ENL FABR ANV  
92/35 C 100

TEGELFASAD SALN, VINDSK. OCH KLÄDSEL UTBYTS  
LITIT YI- ANV.

REG	ANT	ANSER	DATUM	SIGN

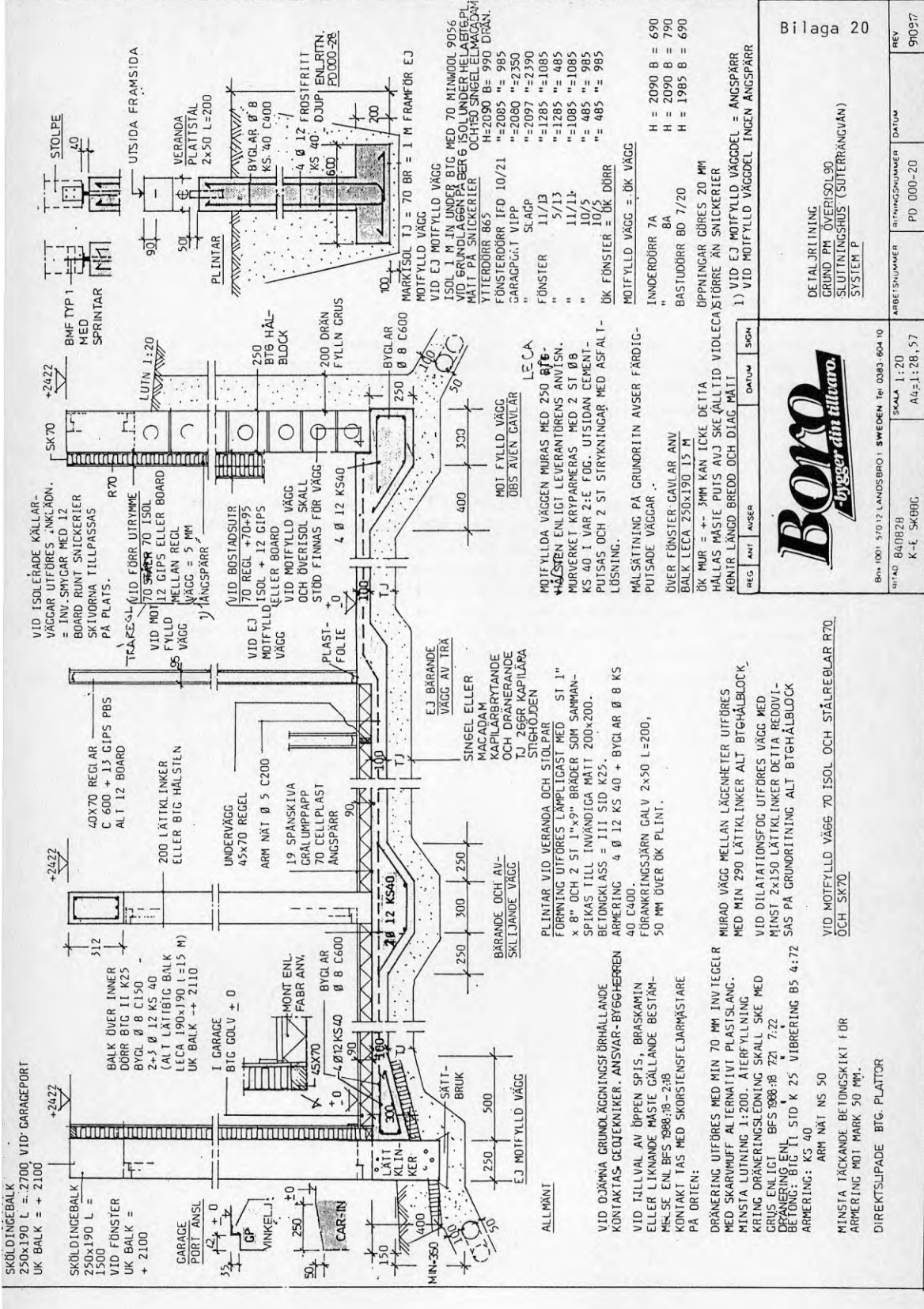
TILLVERKNINGSRITNING  
YTTERVÄGGSELEM., Y-YI-  
MODULER 12-6-3-1,5 ÖCH  
SYSTEM P

**Boro AB**

Box 1001, 57012 LANDSBRO 1, SWEDEN Tel: 0383-604 10  
RITAD 8611YL  
RE SKOGB /O/HF  
SKALA 1:10  
A4 1:14, 29

Bilaga 19

REV	DATUM	ARBETSNUMMER	RITINGSNUMMER
911105			PT 0251



**SKÖLDINGEBALK**  
250x190 L = +2700 VID: GARAGEPORT  
UK BALK = + 2100

**SKÖLDINGEBALK**  
250x190 L =  
1500  
VID FÖNSTER  
UK BALK =  
+ 2100

**BALK ÖVER INNER**  
DÖRR BTG II, K25  
BYGL Ø 8 C130  
2+5 Ø 12 KS 40  
(ALT LÄTTBTG BALK  
LECA 190x190 L=15 M)  
UK BALK → 2110

**40x70 REGLAR**  
C 600 + 13 GIPS PBS  
ALT 12 BOARD

**TEARSL (VID FÖRR UTIRYME)**  
70 SPÅNSKIVA  
12 GIPS ELLER BOARD  
FYLLD  
MELLAN REGLAR  
VÄGG  
VÄGG = 5 MM  
J) ÄNGSPARR

**VID ISOLÉRADE KÄLLAR-  
VÄGGAR UTFÖRES: ÅNGSDÖN,  
= INV. SRYGÅR MED 12  
BOARD RUNT SNICKERIER  
SKIVORNA TILLPASSAS  
PÅ PLATS.**

**VID BÖSTADSUIR**  
70 REGLAR +70+95  
ISOL + 12 GIPS  
MOTIFILL ELLER BOARD  
VID MOTIFILL VÄGG  
OCH ÖVERISOL SKALL  
STOD FINNAS FÖR VÄGG  
4 Ø 12 KS40

**VID EJ**  
ISOL + 12 GIPS  
MOTIFILL ELLER BOARD  
VÄGG

**VID BASTUÖRR 7A**  
H = 2090 B = 690  
H = 2090 B = 790  
H = 1985 B = 690

**ALLMÄNT**  
KONTAKTAS GEOTEKNIKER, ANSVAR-BYGGHERRN  
VID TÄLLVAL AV ÖPPEN SPITS, BRASKAMIN  
ELLER LIKANANDE MÄSIE GÄLLANDE BESTÄM-  
MÅL SE ENL.BFS-1980:18-2:18  
KONTAKT TAS MED SKORSTENSFJÄRMÄSTARE  
PÅ ORTEN;  
DRÄNERING UTFÖRES MED MIN 70 MM INV TEGELR  
MED SKARVUFF ALTERNATIVT PLASTISLANG.  
MINSTA LUTNING 1:200. ÅTERFYLNING  
KRIBN. DRÄNERINGSLEDNING SKALL SKE MED  
GRUS ENL.UTC  
DRÄNERINGS ENL. BFS-1980:18 7:21 7:22  
BETONG: BTG I, STD K 25 VIBRERING B5 4:72  
ARMERING: KS 40  
ARM NÄT NS 50  
MINSTA TÄCKANDE BETONGSKIKT FÖR  
ARMERING MOT MARK 50 MM.  
DIREKTSKLIPADE BTG. PLATTOR

**PLINTAR VID VERANDA OCH STOLPAR**  
FÖRMNING UTFÖRES LÄMPLIGAST MED ST 1"  
x 8" OCH 2 ST 1"x9" BRÄDER SOM SAMMAN-  
SPIKAS TILL INVÄNDOGA MÅTT 200x200.  
BETONGKLASS = III SID K25.  
ARMERING 4 Ø 12 KS 40 + BYGLAR Ø 8 KS  
40 C600.  
FÖRANKRINGSJÄRN GALV 2x50 L=200,  
50 MM ÖVER UK PLINTI.

**BARÄNDE OCH AV-  
SKLITJANDE VÄGG**  
EJ BARÄNDE  
VÄGG AV TRÄ  
SINGEL ELLER  
MACADAM  
KAPILÄRBRYTANDE  
OCH DRÄNERANDE  
TJ 266R KAPILÄRA  
STIGHÖJDEN

**MOTIFYLLODA VÄGGEN MURAS MED 250 x125  
+45 STEN ENLIGT LEVERANTÖRENS ANVISN.  
MURVERKET KRYPARMERAS MED 2 ST Ø 8  
KS 40 I VAR 2: E FOG. UTSIDAN CEMENT-  
LÖSNAS OCH 2 ST STRYKNINGAR MED ASFALT-  
LÖSNAS.**

**MOTIFYLLODA VÄGGEN MURAS MED 250 x125  
+45 STEN ENLIGT LEVERANTÖRENS ANVISN.  
MURVERKET KRYPARMERAS MED 2 ST Ø 8  
KS 40 I VAR 2: E FOG. UTSIDAN CEMENT-  
LÖSNAS OCH 2 ST STRYKNINGAR MED ASFALT-  
LÖSNAS.**

**MOTIFYLLODA VÄGGEN MURAS MED 250 x125  
+45 STEN ENLIGT LEVERANTÖRENS ANVISN.  
MURVERKET KRYPARMERAS MED 2 ST Ø 8  
KS 40 I VAR 2: E FOG. UTSIDAN CEMENT-  
LÖSNAS OCH 2 ST STRYKNINGAR MED ASFALT-  
LÖSNAS.**

REG	ANT	ÄNSER	DATUM	SIGN

**Boro**  
Bygger din tillvaro.  
Bor 1001 5/10 12 LANDSBRO I SWEDEN Tel 0383-60410  
HJAFD 840828 SKALA 1:20  
K-L SK80C A4=1:28+57

**MURAD VÄGG MELLAN LÄGENMETER UTFÖRES  
MED MIN 290 LÄTTKLINKER ALT BTGHÄLBLOCK,  
VID DILATIONSFOG UTFÖRES VÄGG MED  
MINST 2x150 LÄTTKLINKER DETTA REDOVIL-  
SAS PÅ GRUNDRTNING ALT BTGHÄLBLOCK  
OCH SK70**

**DETALJRTNING  
GRUND PM ÖVERISOL90  
SLUTNINGSHRUS (SUTERRANGUNAN)  
SYSTEM P**

ARBETSNUMMER	RITNINGNUMMER	DATUM	REV
PD 000-20			90197

**Bilagga 20**

## Energiberäkningsprogrammet STAWAD-SP

### Inledning

Programmet har utarbetats vid institutionen för Husbyggnadsteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Programmet finns presenterat bl a i ett examensarbete av Bengt Ståhl och Kjell Wader. Kjell Wader var anställd vid Husbyggnadsteknik för att bland annat vidareutveckla STAWAD, t o m 1984.

### Kort beskrivning av programmet

Programmet är ett datorprogram som kan köras på en minidator. Med hjälp av timvärden på klimatet beräknas en byggnads energiförbrukning för längre tidsperioder, exempelvis ett år. Programmet beräknar med hjälp av analytiska metoder värme-trögheten för en byggnad. De analytiska resultaten kombineras till en resistans-kapacitans modell med ett fåtal noder. I beräkningarna används ett tidssteg på en timme. Med finita differensmetoden beräknas temperaturer. Dataprogrammet tar hänsyn till solens inverkan och byggnadens dynamik, d v s dess förmåga att kunna lagra värme i de olika byggnadsdelarna. I programmet ingår en solavskärmningsmodell. Hänsyn kan även tas till gratisvärme i form av t ex personvärme. En dygns-, vecko-, månads- och årsprofil för gratisvärmerna kan specificeras. Byggnaden betraktas som en zon med sex stycken sidor. Uppvärmningsbehovet och kylningsbehovet för denna zon beräknas. Ventilationen kan varieras enligt en förutbestämd profil. Max- och minnetemperatur specificeras.











R33:1992

ISBN 91-540-5482-6

Bygghälsöversynsgruppen, Stockholm

Art.nr: 6812033

Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirkapris: 60 kr exkl moms