



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

R63:1985

Kryprumsgrundläggning

Provhus — Örbyhus

Björn Bergström
Sture Samuelsson

K/mw

BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation

Hälsingegatan 49

113 31 Stockholm · SWEDEN

Tel. 08-34 01 70 Telex 12563

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

Byggeforskningsrådet

R63:1985

KRYPRUMSGRUNDLÄGGNING

Provhus - Örbyhus

Björn Bergström
Sture Samuelsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791267-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking
Ingenjörbyrå AB, Uppsala.

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

R63:1985

ISBN 91-540-4377-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL	SID
SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
FÖRORD	3
1 INLEDNING	4
1.1 Projektets syfte	5
1.2 Projektets uppläggning	5
2 HUSENS TEKNISKA UTFÖRANDE	6
2.1 Hus 1. Referenshus. Kall grypgrund	10
2.2 Hus 2. Inneluftsventilerat kryprum	10
2.3 Hus 3. Referenshus. Kanaldistribuerad varmluft	14
2.4 Hus 4. Kryprumsdistribuerad varmluft	17
2.5 Byggnadsplats	20
3 BYGGSKEDET	20
3.1 Erfarenheter från projektering och byggande	27
3.2 Kostnader	29
3.3 Täthetsmätningar och värmefotografering	30
3.4 Diskussion av mätresultaten	34
4 MÄTNINGAR UNDER FÖRSÖKSPERIODEN	35
4.1 Mätningar av årsvariationer	35
4.2 Mätningar av dygnsvariationer	37
4.3 Övriga mätningar	44
4.4 Diskussion av mätresultaten	45
5 UTVÄRDERING AV PROJEKTET	48
5.1 Allmänt omdöme	48
5.2 Utveckling i omvärlden	51
5.3 Förslag till konstruktionsförbättringar	56
5.4 Förslag till fortsatt arbete	58
LITTERATUR	59
Bilagor	

SAMMANFATTNING

I fyra hus har olika grundläggnings- och ventilationssystem prövats. Alla husen har kryprum, dels kalla och dels innelufts- och varmluftsventilerade. I ett av de kalla kryprummen är varmluftskanaler förlagda för distribution av varmluft.

Mätningar av fukt och temperatur har genomförts under två hela år - 1982 och 1983. Fuktigheten i de innelufts- och varmluftsventilerade kryprummen överstiger sällan 55 % RH. I de kalla kryprummen kan relativa fuktigheten bli ca 85 % - något lägre där varmluftskanalerna är förlagda.

Med varma kryprum får man varma golv och god komfort. Denna undersökning har inte inriktats på att mäta energibesparing. Byggnads- och installationsteknik är relativt enkel men ställer stora krav på utförandet på såväl fabrik som byggnadsplats för att tillfredsställande täthet i grundlådan skall kunna uppnås. I de två husen med varma grunder sker luftläckage ut genom marken. Tätskiktet i form av en plastfolie är svårt att foga och ansluta till bl a genomgående rör.

Anvisningar ges till förbättrat utförande. Den byggnads- och installationstekniska utvecklingen har under senare år varit snabb och därför bör grundsystemen anpassas till detta vilket ger möjligheter till förenklingar.

Försöken har visat hur man kan utföra säker källarlös grundläggning utan risk för fuktskada genom att utforma konstruktioner och ventilation på ett lämpligt sätt.

SUMMARY

In four houses different foundation and ventilation systems are tested. All houses have crawl spaces - cold and heated. One house has conventional cold crawl space, one has hot air channels in the crawl space, one is ventilated with air from the living space and the last one use that to distribute hot air to the living space of the house.

Relative humidity and temperature have been measured during two full years - 1982 and 1983. Humidity in the heated crawl spaces very seldom exceeds 55 % RH. In the cold crawl spaces relative humidity can be ca 85 % - a little less where hot air channels is placed.

With heated crawl spaces the floors are warm and the comfort nice. This investigation does not evaluate eventual energy savings. Building and installation technics are quite simple but strong emphasis has to be put on the quality of work as well in the factory as at the building site in order to provide sufficient air tightness in the crawl space. In the two houses with heated crawl spaces air is leaking through the soil. The diffusion barrier - a plastic film - is very hard to make tight and to join it to tubes.

Advice is given how to improve the design. The development of building technic and installation technic has in recent years been very quick and therefore foundation systems have to be adjusted which gives chances to simplification.

The tests have proven how safe moisture proof foundation system for buildings without basements can be designed through the use of good building and ventilation technics.

FÖRORD

Det här redovisade projektet är en fortsättning på tidigare etapper av samma projekt. Först gjordes, med stöd från BFR, en översiktlig studie av erfarenheter från hus med s k varma kryprum. Tidigare byggda objekt inventerades, erfarenheterna sammanställdes och redovisades (Linkhorst, Samuelsson, 1979). Studien väckte intresse hos Trähusgruppen inom TFB (nuvarande Träteknik-Centrum) på vars uppdrag ett förslag till ett provhusprojekt utarbetades. Finansiering från BFR och Träteknik-Centrum har möjliggjort genomförandet.

Husen byggdes under sommaren 1981, varefter inflyttning skett i tre av husen vid olika tillfällen under hösten 1981 och sommaren 1982. Ännu, sommaren 1984, står ett hus tomt. Efter färdigställande av husen har fukt- och temperaturmätningar genomförts enligt utarbetat program. Injusterings- och flödesmätningar gjordes då husen var färdigställda. Täthetsmätningar och värmefotografering genomfördes under vintern 1981/82 och hösten 1983. Justering av vissa otätheter i husen med inneluft- och varmluftsventilering gjordes i samband med garantiarbeten sommaren 1982.

Avsikten var att slutrapporten skulle föreligga hösten 1983. Mätperioden måste dock utsträckas något eftersom inflyttningen i husen ännu inte skett i alla hus.

Hultsfredshus har deltagit i projektet i egenskap av husleverantör och konstruktör av husen huvudsakligen genom Tore Falckenhaug och Bo Johansson. Svenska Fläkt Evaporator har konstruerat och levererat ventilationsanläggningar samt monterat dem. Ansvarig där var Bo Ahnström. Bjerking Ingenjörbyrå AB har haft hand om projektledning, kontroll, konstruktion av grundsystem samt uppföljning, mätning och redovisning av projektet i sin helhet. Gert Waxell har utfört termografering och täthetsmätningar.

Husen har byggts av byggnadsfirman Br Eriksson i Österbybruk och ventilationsanläggning av Fläkt Installatör i Uppsala.

Av de två angivna författarna har Björn Bergström främst svarat för genomförande samt uträkning av mätningar och Sture Samuelsson för projektledning, konstruktioner samt redovisning av projektet. Under projektets byggfas medverkade även Rune Kallin med bygglledning och kontroll. Manuskriptet har skrivits ut av Barbro Ekström.

Uppsala i oktober 1984

Sture Samuelsson

1 INLEDNING

I en tidigare rapport från BFR (Linkhorst, Samuelsson, 1979) redovisas erfarenheter av s k ineluftsventilerade utrymmen.

Under de sista 15-20 åren har flera olika försök gjorts med ineluftsventilerade kryprum. Olika varianter har tillämpats i olika syften men ingen har fått någon större spridning.

De fördelar ett varmt kryprum kan ge är följande:

- Liten temperaturskillnad mellan kryprumsluften och ineluften, vilket medför att man får en konstruktion med varma golv.
- Gynnsammare fuktförhållanden som gör skaderisken mindre och minskar fuktrörelser.
- Enklare bjälklagskonstruktioner och ett mera enhetligt byggande, vilket t ex medför att samma element kan användas för källarbjälklag och kryprumsbjälklag.
- Möjlighet till energibesparing t ex genom lämplig ventilation, genom att spillvärme från installationer kan tillvaratas och på grund av mindre kall exponerad yta.
- Möjlighet till enklare installationer. Utrymmet kan användas för distribution av ventilationsluft och varmluft.

Den inledande studien visade att ett flertal lyckade försök genomförts. Dock kvarstod en del frågor som man borde få svar på. Diskussioner med olika intressenter visade också att det fanns ett stort intresse för fortsatta försök med denna typ av kryprum.

I utredningen föreslogs att arbetet borde fortsätta genom att principerna tillämpades på provhus. Genom att väl dokumentera fukt- och värmeförhållandena i de ineluftsventilerade kryprumen, skulle man kunna bedöma det byggnadstekniska och installationstekniska utförandet samtidigt som teoretiska resonemang skulle kunna verifieras.

Två skilda principer för ventilation ansågs intressanta att studera vidare.

- Kryprum som är ventilerat med ineluft ev med vissa arrangemang för värmeväxling.
- Kryprum använda som distributionskanal för uppvärmd luft.

Varmluftsuppvärmning av småhus har fått ny aktualitet genom att nya energikrav ställer högre krav på ventilationsanläggningar. Ett enkelt sätt att distribuera varmluft är att utnyttja kryprunden för detta ändamål.

Ett flertal av de ovannämnda fördelarna passar småhusindustrin väl. Speciellt gäller det de möjligheter principen ger beträffande förenklade bärande konstruktioner och installationer. Ett stort intresse har därför visats för att fortsätta försöken så att man når fram till säkra och ekonomiska lösningar.

1.1 Projektets syfte

Att genom studier i provhus kunna få säkrare underlag för att utvärdera funktionen hos innelufts- och varmluftsventilerade kryprum.

Speciellt skall försöken ge svar på frågor beträffande teknisk funktion, lämpliga konstruktions- och produktionssätt, samt ge information om ekonomi i såväl byggstadiet som under husets användningstid.

Genom praktiska försök skall användbara konstruktioner utvecklas, vilka är i överensstämmelse med småhustillverkares produktionsteknik och som blir enklare och billigare. Finns det möjlighet att förenkla vägg- och bjälklagskonstruktioner, att åstadkomma förenklingar vad gäller installationssystem, samt att senare minska grundläggningsdjup och kryprumshöjd? Samtidigt skall bygg- och montageteknik samt arbetsmetoder för att underlätta installationsarbeten undersökas. Produktions- och driftskostnader bör klarläggas och genom klimatmätningar skall funktionen, såväl beträffande teknik som komfort, vid olika utformning och utnyttjande av kryputrymmen, belysas.

1.2 Projektets uppläggning

Två skilda principer för ventilationen av kryprummen har studerats.

- . Ventilation med inneluft
- . Ventilation med uppvärmd luft

Dessa principer har jämförts med mera traditionella lösningar genom att fyra hus byggts.

Hus 1. Referenshus. Kallt kryputrymme.

Byggt på konventionellt sätt med kall kryprumsgrundläggning. Uppvärmes med vattenburen elvärme och ventileras via värmeväxlare.

Hus 2. Hus med inneluftsventilerat kryprum.

Rumsluften cirkuleras genom krypgrunden med separat fläkt. Uppvärmes med vattenburen elvärme. Ventilation genom värmeväxlare.

Hus 3. Referenshus - kallt kryputrymme - kanaldistribuerad varmluft.

Byggt med konventionell krypgrund. Uppvärmes med varmluft som distribueras via kanalsystem i grunden. Returluft via värmeväxlare.

Hus 4. Hus med varmluftsventilerat kryprum.

Byggt med kryppgrund som utformas för varmluftsdistribution. Returluft via värmeväxlare.

Temperatur och fuktfördelning i grund och bjälklag har registrerats regelbundet under en provperiod av ca 2½ år. I kryppgrunderna fanns ett antal mätpunkter riggade för temperaturmätningar vid dessa mättillfällen. Några gånger per år gjordes kontinuerliga mätningar under vardera ca 1 veckas tid. Mätvärdena samlas in centralt till en skrivare placerad i ett av husens garage via ledningar dragna i takhöjd mellan husen.

2 HUSENS TEKNISKA UTFÖRANDE

De hus som valdes för projektet är fyra enplanshus s k Rikemanshus med beteckningen B92 från Hultsfredshus (figur 1).

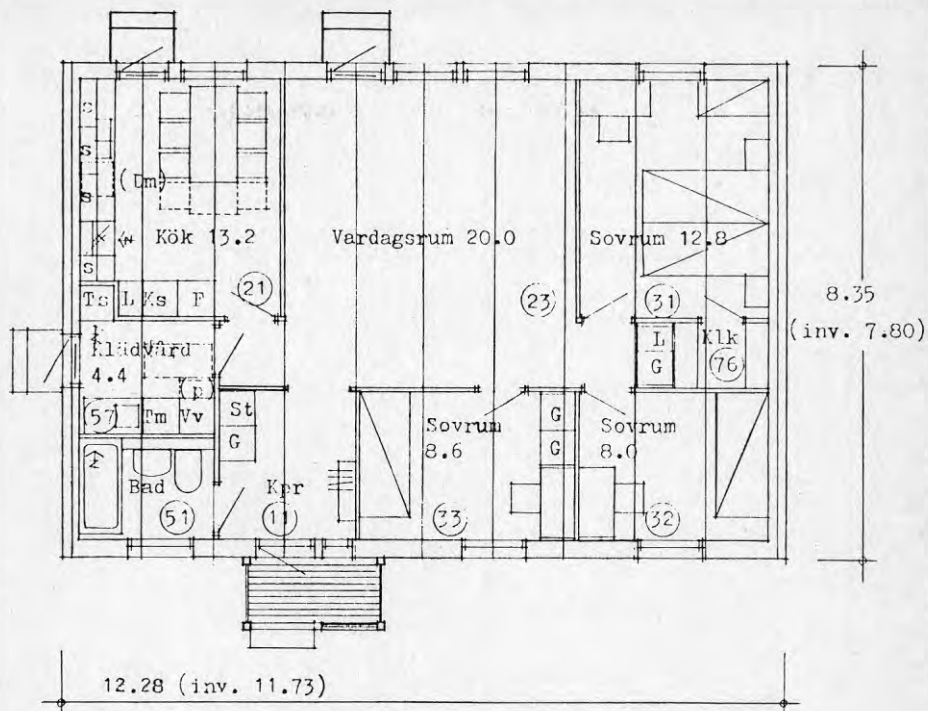
Hustypen valdes för att problematiken med de varma krypprummen skall bli så klart belyst som möjligt. I ett tidigare skede fanns 1½-plans hus med i diskussionen. Övervakningens uppvärmning med varmluft ger dock en del extra problem som bör studeras separat och ej i samband med detta projekt. Så t ex kan man även där välja kanaldistribution av varmluft eller distribution i utrymmen i bjälklag eller bakom stödbensväggar. Likartade problem gäller hus med källare.

De fyra husen var helt lika med undantag av grund- och bjälklagskonstruktioner samt beträffande uppvärmning och ventilation. Hus 1 och 3 var referenshus med kalla krypprum. Hus nr 1 var konventionellt byggt ventilerat och uppvärmt. Hus nr 3 är konventionellt byggt men uppvärmt med kanaldistribuerad varmluft.

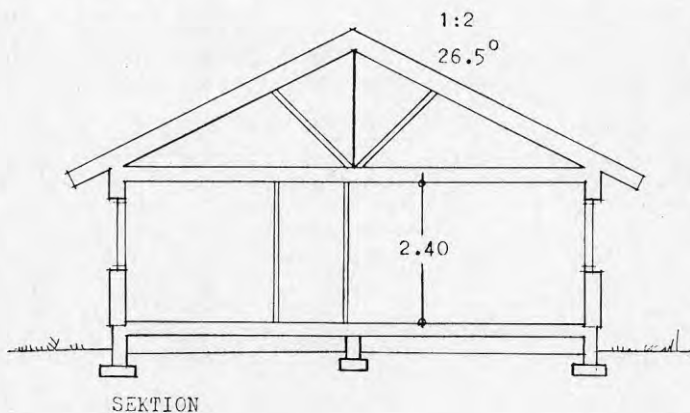
Hus nr 2 och 4 har båda s k varma krypprum. Hus nr 2 är konventionellt uppvärmt och grunden är ineluftsventilerad medan hus nr 4 är uppvärmt med i grunden distribuerad varmluft.

Konstruktionen av grunden visas i figur 2 och 3. Hus 1, 3 och 4 har pålade grunder med påplintar och därpå lagda platsgjutna betongbalkar. Hus 2 har en platsgjuten betongsula och därpå en av betong gjuten sockelmur. För hus 1 och 3, som har kalla krypprum, har grundmuren isolerats med 30 mm mineralull och för de hus som har varmt krypprum, hus 2 och 4, är isoleringen 120 mm. Isoleringen sattes i formen och motgjöts. Volymvikten för mineralullen var 140 kg/m³. I överkant som tätning mot bjälklag används 50 mm mineralull av lättare typ (30 kg/m³). Utanpå mineralullen anbringades en plastfolie 0.2 mm tjock.

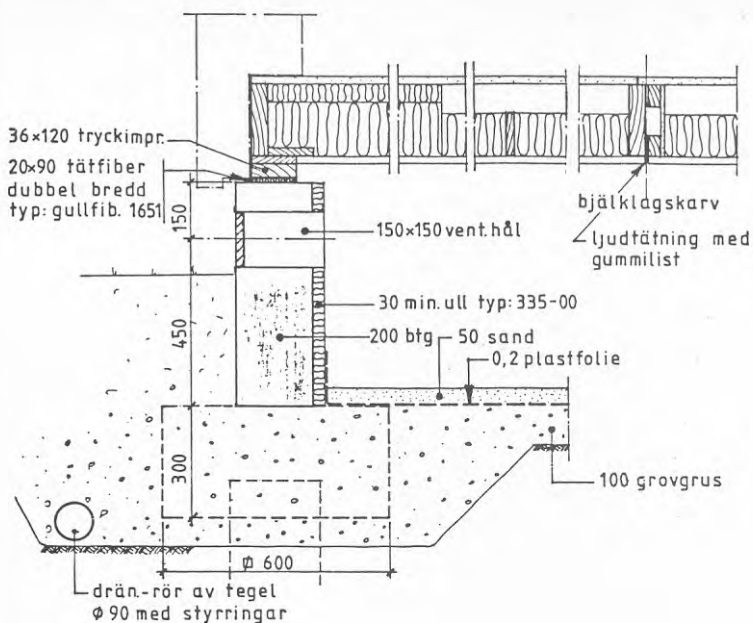
Denna plastfolie veks över syllen och fästes ner med en 16 mm tjock plywoodskiva. Denna plywoodskiva var indragen ca 3 cm från syllens ytterkant så att därmed bildades ett utrymme som kunde fyllas med fogs-kum efter bjälklagets montering. Plastfolien svetsades senare med hjälp av speciella värmedon som tillhandahölls av Tenotät, se figur 27.



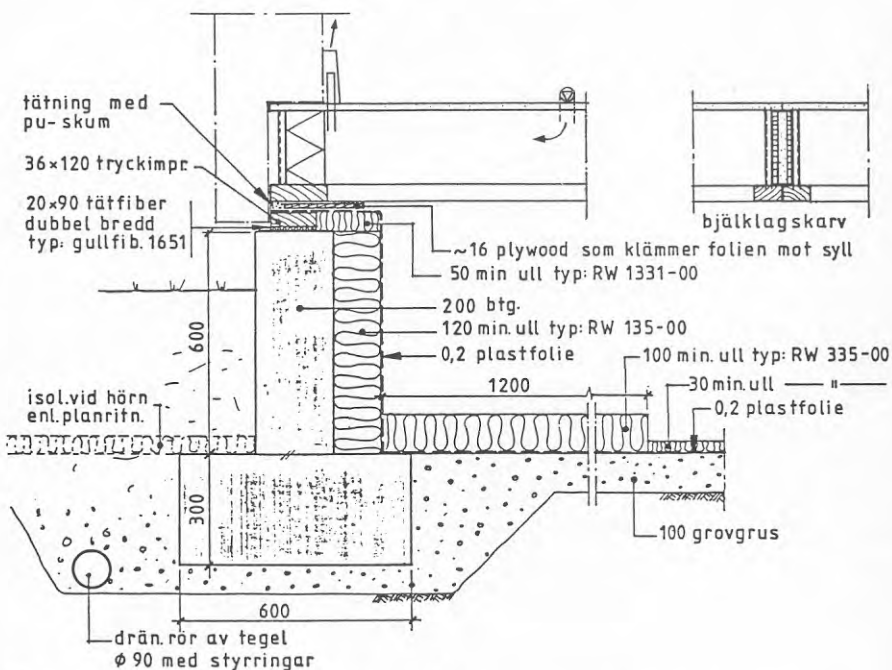
ENTRÉVÄNING

Bostadsyta: 91.5 m²

Figur 1 Hus 1. Hus i standardutförande från Hultsfredshus.



Figur 2 Grundkonstruktion för hus 1 och 3.



Figur 3 Grundkonstruktion hus nr 2.
I princip samma för hus 4 men då med balkar på pålar
och plintar.

Marken i samtliga kryprum försågs med en plastfolie. I de varma kryprummen lades ovanpå denna plastfolie en randisolering bestående av en 100 mm tjock och 1200 mm bred mineralullsskiva med volymvikten 100 kg/m³. I innerfält i dessa grunder lades en 30 mm tjock mineralullsskiva med samma volymvikt. Denna höga volymvikt valdes med hänsyn till att grunderna under propperioden skulle vara trafikerade och att en lättare mineralull då inte skulle ha tillräcklig hållbarhet. I de kalla kryprummen lades istället för isolering ett lager sand som skydd för plastfolien. För att underlätta krypning i kryprummen lades ut banor av spånskivor.

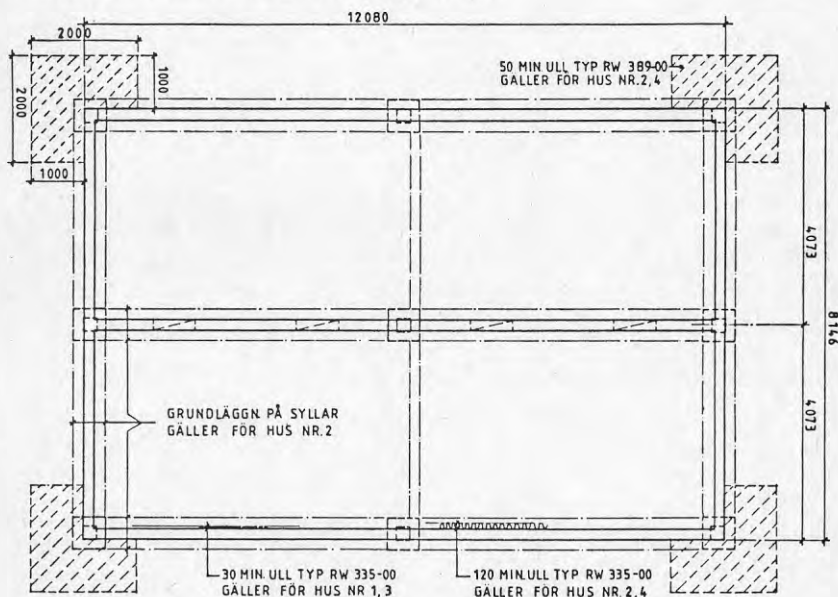
I referenshusen med kalla kryprum är bjälklagen av konventionell träkonstruktion, d v s den bärande konstruktionen utgöres av träbjälkar och isoleringen ligger på en trossbotten upplagd på bärläkt. Golvmaterialiet är spånskiva.

Bjälklagen i de varma kryprummen är av ytbärande s k Nail Web-konstruktion. I korthet utgöres konstruktionen av en spån-skiva, som utgör golv, stående liv av korrugerad stålplåt, vars tandade kanter är pressade in i spånskivan, samt i underkant i träreglar, som i detta fall utgör dragzon. Bjälklagen har en öppen undersida och isolering har uteslutits. Det förutsätts att isoleringen på grundmur och mark, förutom att fungera som värmeisolering, även fungerar dämpande för stegljud.

Speciella åtgärder har vidtagits för att anslutningar mellan grund och bjälklag skall bli täta.

Husens väggar, bjälklag och tak byggs av element med bredden 12 m. De är uppbyggda av virke, isolering och skivor på ett relativt konventionellt sätt. Monteringsmetoden för tak avviker dock från den vanliga i branschen förekommande.

Husen är samtliga utrustade med värmeåtervinningssystem av typ Rexovent från Svenska Fläkt-Evaporator.



Figur 4 Grundplan för hus 1-4.

2.1 Hus 1. Referenshus. Kall kryppgrund.

Grundläggning

Konventionell oisolerad grundmurskonstruktion (figur 2).

Bottenbjälklag

Träbjälklag i konventionellt utförande med fullständig isolering.

Uppvärmning

Direktvärme genom vattenburen elvärme.

Ventilation av hus

Balanserad till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning. Helt enligt standard från Hultfredshus. Tilluft genom takdon. Kondensvattenavlopp från aggregat på vind. (Figur 5).

Ventilation av grund

Är via frånluftsventil ansluten till husets centralevakuering

$$Q_{\text{till}} \sim Q_{\text{från}} = 10 \text{ l/s} = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.2 Hus 2. Inneluftsventilerat krypprum.

Grundläggning

Isolerad grundmur och mark enligt figur 3.

Bottenbjälklag

Ytbärande bjälklag i s k Nail-Web konstruktion. Öppen undersida. Ingen isolering. Syllisolering med polystyren och tätning med fogsikum.

Uppvärmning

Direktvärme genom vattenburen elvärme.

Ventilation av hus och grund

Balanserad till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning enligt standard (figur 6) från Hultsfredshus.

Med separat cirkulationsfläkt blåses rumsluft ned i grunden och släppes tillbaka till bostaden via golvgaller under fönster. Från början var denna fläkt monterad i en garderob i kapprummet. Den isolerades med 3 cm mineralullsisolering. Eftersom fläkten gav upphov till ett högt stomljud flyttades den senare ned i kryputrymmet. Luften fördelas till båda sidor om stödmuren med hjälp av en kanal.

Kanaler i grund hopmonterades och nedlades i grunden innan bjälklaget monterades. Efter husresningen upphängdes kanalerna i bjälklaget och kanalfläkt med ljuddämpare monterades. Hålltagning, tätning samt montering av golvgaller och returluftgaller utfördes av byggnadsentreprenören på platsen.

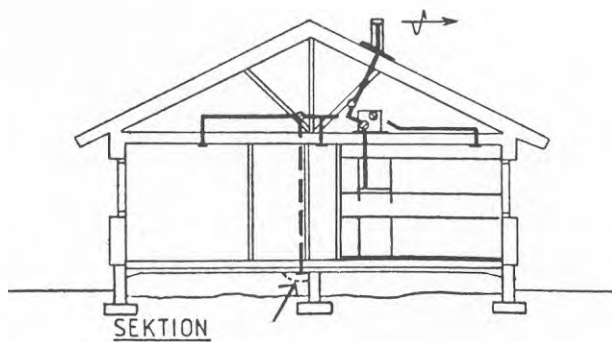
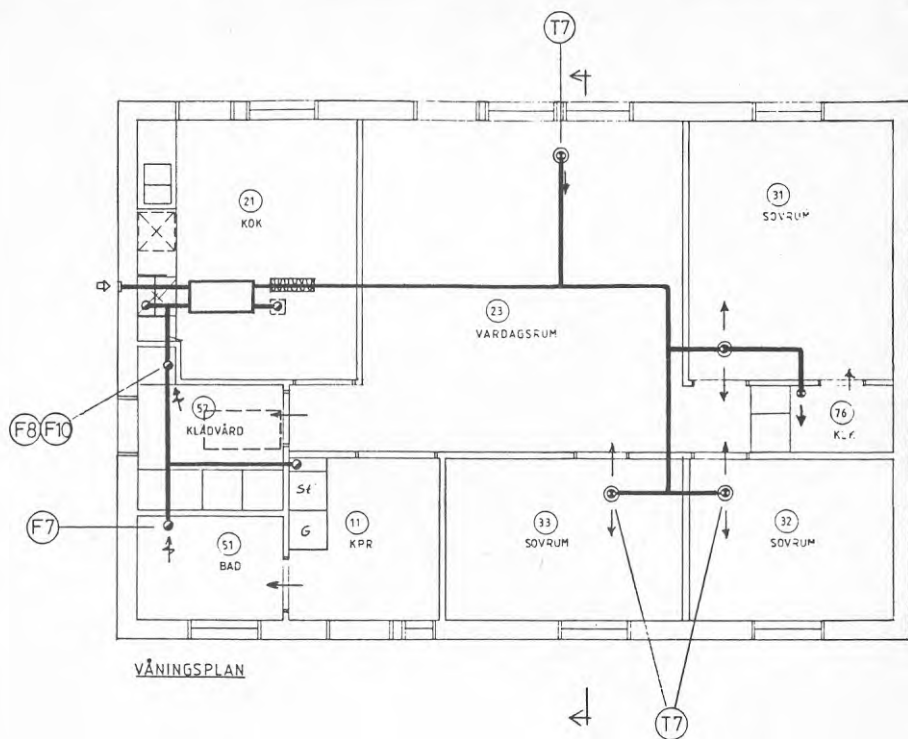
Beräkningar visar att värmeförlusterna i grunden kan bli ungefär 850 W vid dimensionerande utetemperatur. Gränstemperatur mellan bostad och kryprum (t_g) blir utan ventilation av storleksordningen 16°C . För att erhålla $t_g > 17^{\circ}\text{C}$, visar beräkningar att ventilationen kräver ett flöde på $250\text{-}300\text{ m}^3/\text{h}$ ($T_{\text{till}} \sim 20^{\circ}\text{C}$).

Fläktens flöde kan varieras mellan 0 och $400\text{ m}^3/\text{h}$ (0-7.3 oms/h i krypgrunden).

Under provperioden skall olika luftflöden inställas.

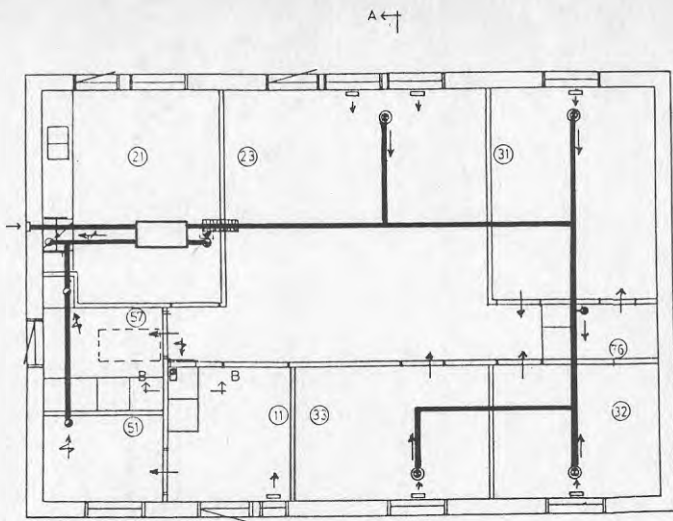
Ett alternativt utförande diskuterades också. I stället för att som i det nu utförda alternativet, där luften från kryprummet blandas med rumsluften, skulle den via kanaler förts tillbaka till värmväxlaren. På grund av värmeförlusterna i krypgrunden skulle dock temperatursänkningen på kryprumsluften bli för

stor. Med normal luftmängd ($q < 80\text{ m}^3$) blir T_{in} till värmväxlaren för låg (bör ej understiga 18°C) och el-spiralen får lång inkopplingstid.

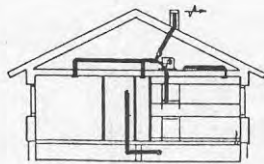


OBS!
 Ventil i torpargrund
 inställes enl spaltmått
 i tabell ovan
 Insektsnät spikas över
 ventil mot bjälklag

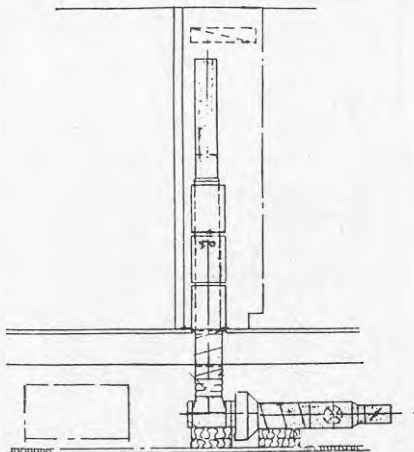
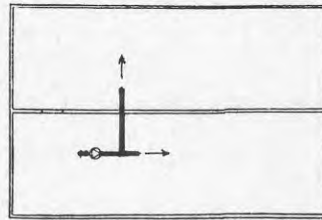
Figur 5 Ventilationssystem för hus 1. Konventionell radiator-uppvärmning.



A ←



A - A



B - B

Figur 6 Ventilationsprinciper för hus nr 2. Inne-luftsventi-
lerat kryprum.

2.3 Hus 3. Referenshus. Kanaldistribuerad varmluft.

Grundläggning

Konventionell oisolerad grundmurskonstruktion. (Figur 2 och 8).

Bottenbjälklag

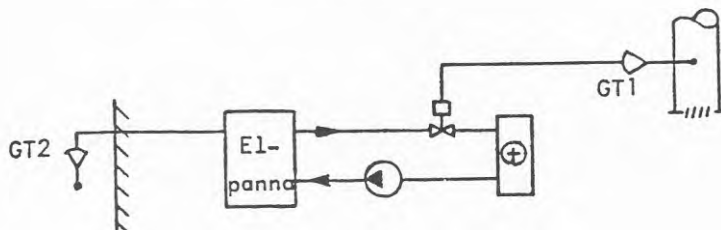
Träbjälklag i konventionellt utförande med fullständig isolering.

Uppvärmning och ventilation av hus och grund (Figur 9)

Balanserad till- och frånluft med värmeåtervinning. Eftervärmning med vattenbatteri för tillförsel av husets värmebehov. Detta är placerat i garderob i hallen. För att uppnå tillräckligt luftflöde för uppvärmningen tas returluft via två ventiler i halltaket. På kanalen mellan dessa ventiler och fläktheten är ett filter placerat, åtkomligt på vinden. Tilluften distribueras i ett kanalsystem placerat i kryppgrunden. Kanalerna är i standardutförande, isolerade i förhållande till det kalla kryprummet och är försedda med tilluftsdon under fönster. Arbetena med montage och isolering av kanalerna i grunden skedde innan huset monterades. De monterades på speciella konsoler och försågs med slang och nippel för montage till bjälklaget. Efter husmontage anslöts slangarna till tilluftsdonen samt isolerades. Uppvärmningsluften tillförs rummen via spaltluftsspridare placerade i golv. Spalten är justerbar för inställning av tillförd effekt.

Framledningstemperaturen på varmvattnet från elpannan till eftervärmningsbatteriet är styrd av en utomhusgivare.

I returluftkanalen sitter en kanalgivare som känner husets temperatur och via en självverkande termostatventil (placerad vid eftervärmningsbatteriet) förhindras övertemperatur i huset vid t ex solsken. Se figur 7.

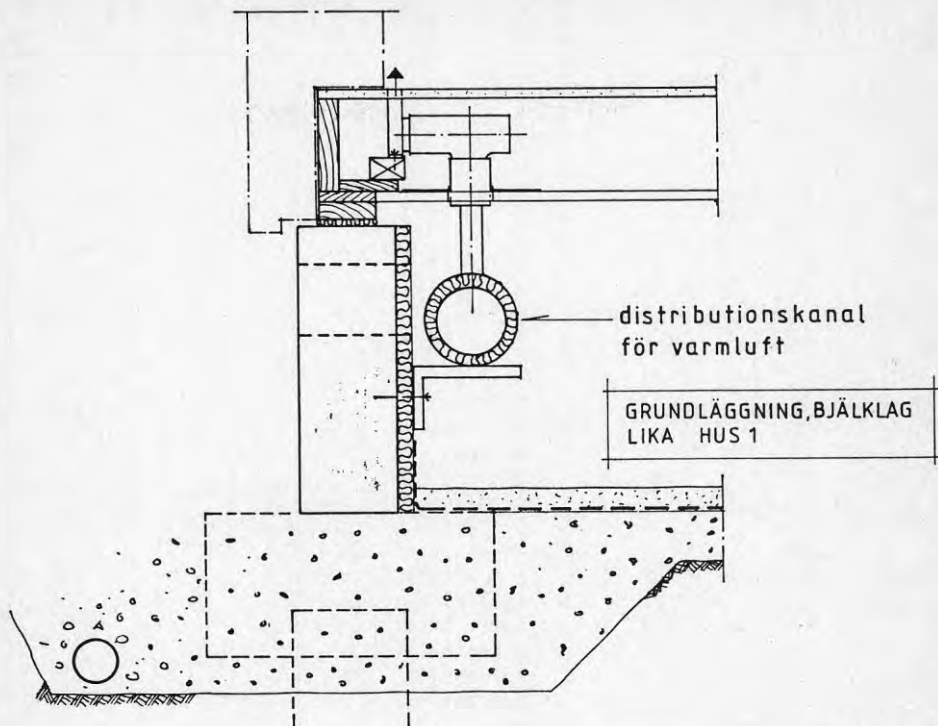


Figur 7 Reglersystem för uppvärmningssystem.

Termisk tvåvägsventil levererad av Fläkt.

GT-1 Känner återluftens temperatur och styr framledningsflödet.

GT-2 Känner utetemperaturen och styr framledningstemperatur (ingår i elpanna).



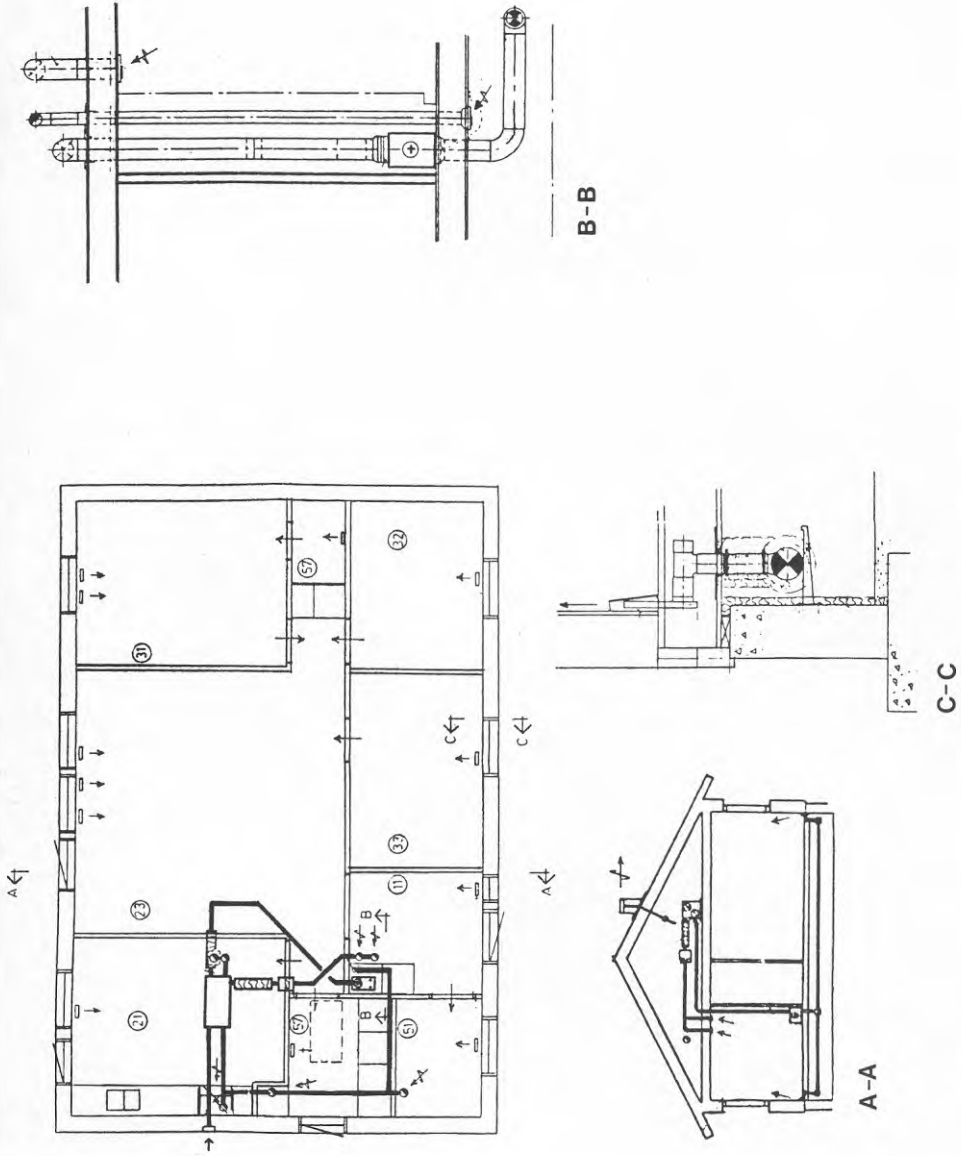
Figur 8 Grundkonstruktion för hus 3. Kanaldistribuerad varmluft.

För ventilering av kryprummet finns en frånluftsventil placerad där, ansluten till det centrala ventilationssystemet.

Förläggningen av varmluftkanalerna till kryprummet var föremål för ingående diskussioner. Denna förläggning ger den värmetekniskt bästa lösningen men är monterings tekniskt svårarbetad. Alternativt kan varmluftskanalerna placeras i tak, varigenom man löser en del praktiska problem. Så skulle man antagligen förfara om man endast var intresserad av det som bäst lämpar sig för dagens byggsätt.

Entydiga rapporter talar dock emot takdistribution av varmluft, eftersom den ger sämre termisk komfort.

Ett av projektets system var att undersöka möjligheten att använda krypgrunden som fördelningskanal i stället för vanliga kanaler och ej att jämföra golv- resp takdistribuerad varmluft. Därför valdes utförande med kryprumsförlagda kanaler.



Figur 9 Ventilationssystem för hus 3. Kanaldistribuerad varmluft.

2.4 Hus 4. Kryprumsdistribuerad varmluft.

Grundläggning

Samma som hus nr 2. (Figur 3)

Bottenbjälklag

Samma som hus nr 2.

Uppvärmning och ventilation av hus och grund (Figur 10)

Huset är försett med ett kompaktaggregat för balanserad till- och frånluftsventilation med eftervärmningsbatteri (Fläkts Termovent). Detta är placerat i en garderob i kapprum, som isolerats extra med 5 cm mineralull.

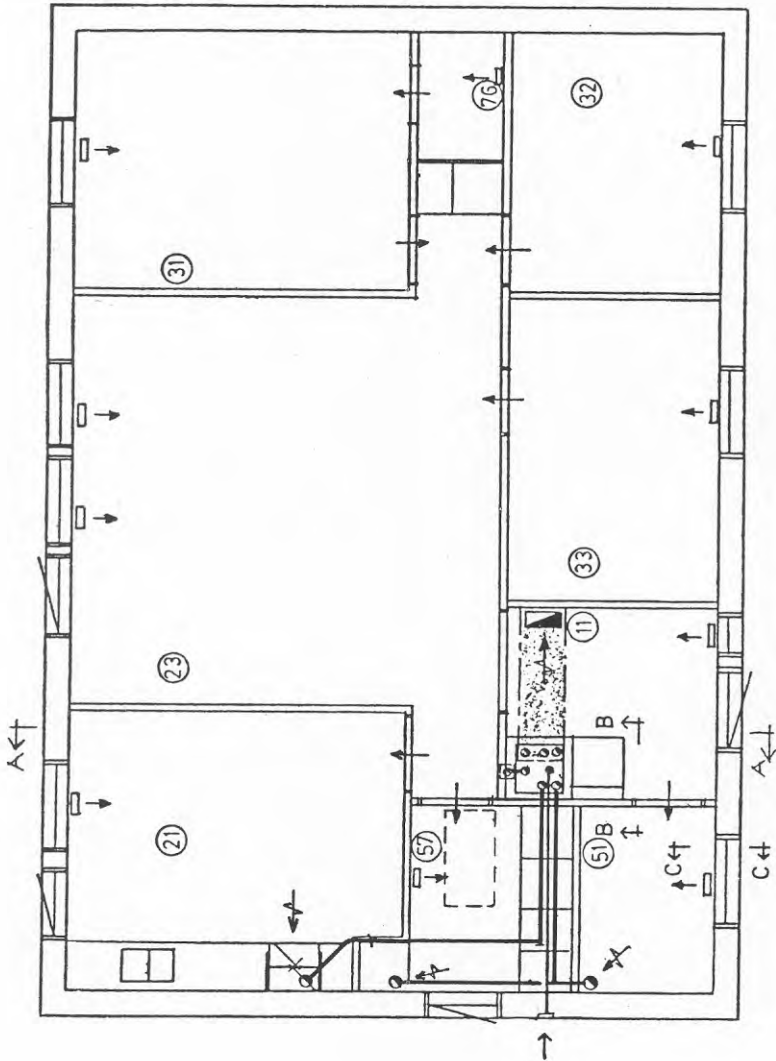
Uteluft och returluft från hallen, blandas i fläkten och uppvärms i varmvattenbatteriet och släpps därefter ut i den isolerade grunden. Luften söker sig tillbaka via golv Galler i varje rum.

Tilluftfläkten har 5 olika varvtalslägen. Anläggningen är instylerad för varvtalsläge 3. Om ett lägre varvtal instyleras minskas uteluftsflödet och vid ökat varvtal ökar uteluftsflödet.

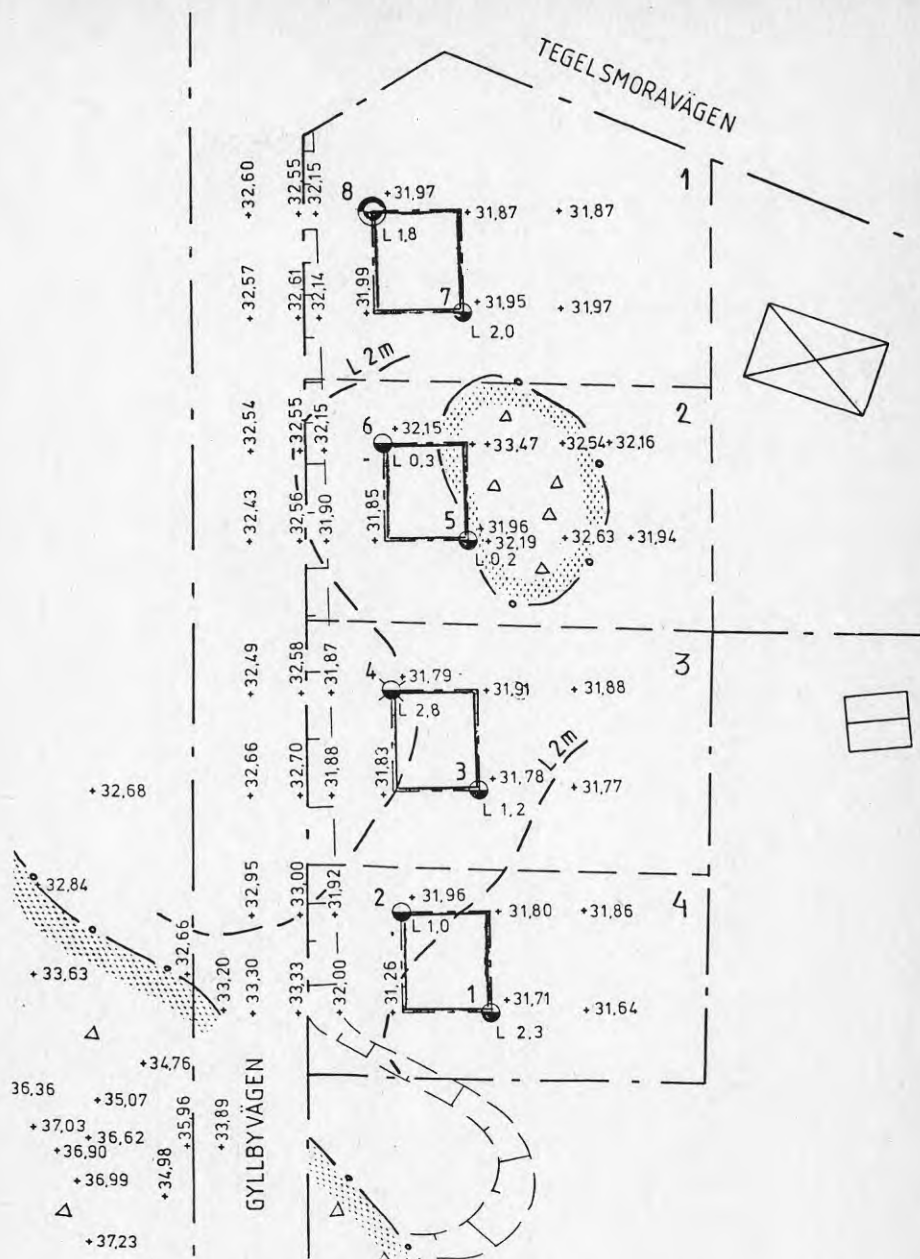
Framledningsvattnet styrs av en utomhustermostat. Övertemperatur i huset p g a t ex solsken motverkas av en självverkande termostat på framledningen med känselkroppen placerad i returluftkanalen.

Varmluften fördelas i kryppgrunden med ett enkelt kanalsystem till båda sidor om stödmuren.

Ett övertryck på 10-20 Pa är nödvändigt för att erhålla jämn fördelning över donen. Detta medför risk för läckage i kryppgrunden och man måste därför vara extra noga med åtgärder för att förhindra att sådana problem uppstår. På ritningen föreslås en speciell placering av diffusionsspärr och tätning med fogskum.



Figur 10 Ventilationssystem för hus 4. Kryprumsdistribuerad varmluft.



Figur 11 Karta över provhusområde.

2.5 Byggnadsplats

Efter undersökningar av flera alternativa byggområden valdes ett tomtområde i Örbyhus. De fyra tomterna ligger öster om Gyllbyvägen, vilken ligger ca 1-1½ m högre än tomtmarken. Grundundersökning visade att markförhållandena varierade starkt för de olika husen. Se karta, figur 11. Ett mindre fastmarksparti förkom inom tomt 2 men i övrigt bestod undergrunden av 1-3 m lera på morän. Leran var i den övre metern av torrskorpekaraktär och därunder lös (skjuvhållfasthet 10-12 kPa). Den underliggande moränen var enligt utförda sonderingar att betrakta som fast. Grundvattenytan konstaterades ligga 1,4 m under befintlig marknivå. Leran kunde betraktas som normalkonsoliderad d v s varje lastökning skulle kunna medföra sättningar. Endast hus nr 2 kunde därför grundläggas på sulor eftersom djupet i fast morän inte var mer än ca 1 m. För de övriga ansågs det nödvändigt med grundförstärkning genom pållning. Pållängden bedömdes till ca 5-8 m.

3 BYGGSKEDET

Undergrunden visade sig vara ganska blockig och därför blev i de flesta fall inte pållängden så lång som beräknats. För hus nr 3 fick några pållar ersättas med gjutna plintar på grund av svårigheten att slå pållar.



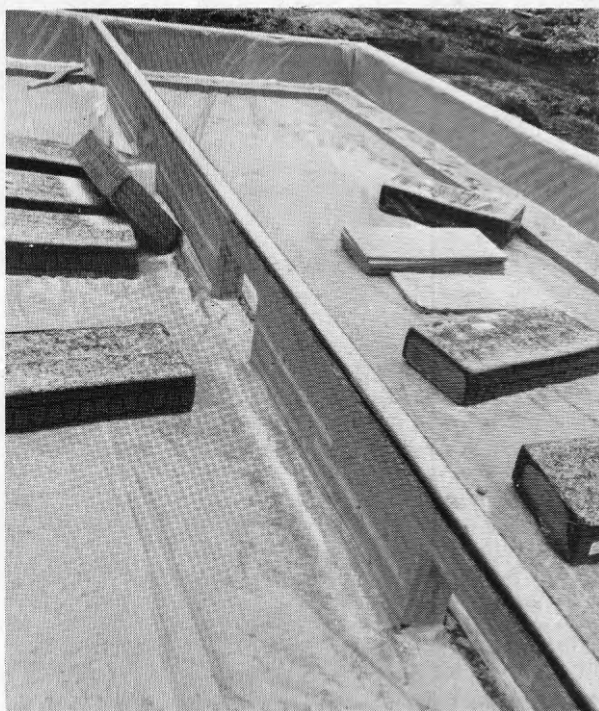
Figur 12 Arbetsplatsen med samtliga fyra grunder i rad.



Figur 13 Grund för hus nr 1.

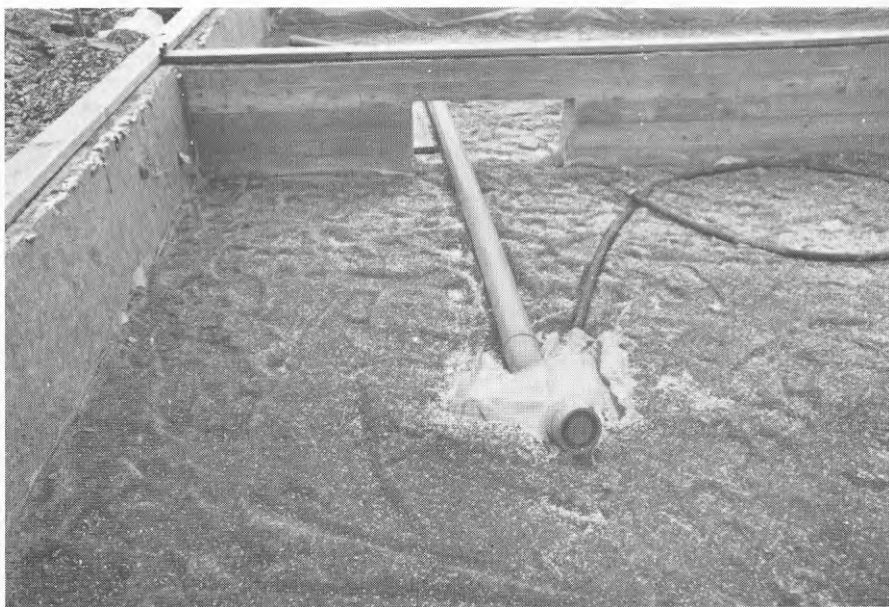
Figur 14

Grund hus 2 och 4.
Hjärtmur med öppningar som möjliggör tvärcirkulation av luft.





Figur 15 Grund för hus 3. Visar också kanalsystem för varmluftsdistribution.



Figur 16 Utförande av kalla kryprum efter komplettering med sand. Bilden visar också svårigheterna att på ett effektivt sätt få tätt med plastfolien kring installationsrör i mark utan att vidta extra tätningsåtgärder.

Figur 17

Detalj av isolering och anslutning av plastfolie i ett varmt kryprum. Som framgår av figuren blir det i hörn lite problem att på ett snyggt sätt anbringa plastfolien.



Figur 18 Montering av bjälklagelement har påbörjats. Bilden visar också de krypbanor av spånskivor som lades ut i de varma kryprummen för att underlätta krypning och minska skador på isoleringen samt uppbyggnaden av de bjälklagelement som användes vid de varma kryprummen.



Figur 19 Gavelement som försetts med en syllisolering av polystyren, vilken tätats med polyuretanskum. Golvelementet består av en spånskiva som genom ett plåtliv samverkar med en träregel i elementets underkant vilket ger en balkverkan som är tillräcklig för att klara förekommande laster. Bilden visar också att underkanten av bjälklagselementets sylldel är genombrutet av balkarnas underfläns, vilket gav upphov till otätheter, som senare skall beskrivas.



Figur 20 För tätning mellan bjälklagselementen användes speciella regler uppbyggda av spånskivelister med mellanliggande porösa träfiberskivor.



Figur 21 Skarvlister måste avkortas för att ge utrymme för tätning med fogsikum.



Figur 22 Fogtätning utförs i fog mellan element.



Figur 23 Fogtätning mellan bjälklagselement och syll.



Figur 24 Överbyggnad under färdigställande.

3.1 Erfarenheter från projektering och byggande

Byggstarten försenades en hel del på grund av problem som var av administrativ natur. I början av år 1980 tillfrågades Uppsala kommun och kommuner i närheten av Uppsala om man kunde tillhandahålla lämplig tomtmark för de fyra provhusen. Endast Uppsala och Tierps kommuner hade något att erbjuda och efter erforderliga utredningar beslutades i maj 1980 att man skulle satsa på fyra tomter i Örbyhus i Tierps kommun. Detta trots att markförhållandena där inte var idealiska.

Anbud infordrades från byggnadsentreprenörer och en kostnads-sammanställning presenterades för länsbostadsnämnden i början av juli 1980. Kostnaderna bedömdes dock som allt för höga med hänsyn till att projektet betraktades som en "egen regibyggnation" varvid man enligt direktiv från bostadsstyrelsen ej kunde acceptera kostnader som bedömdes högre än om anbudsförfarande i konkurrens hade tillämpats. Efter prutning på utförande och standard och diskussioner med byggentreprenör inlämnades i slutet av september 1980 en låneansökan. Även dessa kostnader bedömde länsbostadsnämnden dock som allt för höga. Efter ytterligare en prutning upptogs nya förhandlingar med kommunen avseende bidrag till pålningskostnader och med byggnadsentreprenören angående byggnadskostnaderna. Något bidrag från kommunen var ej möjligt att få och genom att byggstarten som ursprungligen beräknats till september-oktober 1980 förskjutits hade byggentreprenören genom andra åtaganden ej länge möjlighet att påbörja arbetena tidigare än februari-mars 1981. För att om möjligt kunna starta tidigare infordrades nu nya anbud från andra entreprenörer.

I början av januari 1981 accepterades länsbostadsnämndens krav. Länsbostadsnämnden efterlyste nu kreditivintyg. Under hösten 1980 hade Upplandsbanken gett muntligt klartecken för sådant. På grund av nya direktiv i samband med diskontohöjning i januari 1981, såg sig dock Upplandsbanken nu tvungen att säga nej. Omgående gjordes framställning till övriga tre banker representerade i Örbyhus. Under februari 1981 löste sig finansieringen genom Uppsala Sparbank.

Igångsättning av mark och grundarbeten gjordes den 6 mars 1981. Pålningsarbetena blev problematiska genom att stora jordstenar förekom i riklig omfattning. Pålmaterialet bestod av betongpålar med längderna 7-8 m som slogs med lösa bergskor. Genom att vissa pålar slogs mot jordsten måste bortschaktning av större sådana stenar ske på vissa ställen. För hus nr 4 tvingades man ersätta två pålar med plintar med dimension 400x400 mm.

Grundarbetena färdigställdes inom ca 1 månad. Samtidigt gjordes de installationsarbeten som var nödvändiga att färdigställa innan husen monterades. Sålunda monterades isolerat kanalsystem för hus nr 3. Detta kanalsystem monterades på konsoler utmed väggarna och var försett med muffar som lätt kunde anslutas till vid bjälklageelementet placerade don, se figur 25.

Figur 25

Hus 3. Muffar för anslutning till tilluftsdon monterade i bjälklags-element.



Det enda problemet här var att kanalsystemet hamnade mitt för en ventilationsöppning i grunden. Kanalerna måste därför flyttas lite längre från grundmuren för att man skulle få tillfredsställande ventilation av det kalla kryputrymmet.

Husen levererades och monterades under tiden 22-27 april. Efter kompletteringsarbeten var husen fullständigt färdiga till semesteren i början av juli 1981.

Förutom sedvanliga besiktningar gjordes en noggrann funktionsmätning av ventilationssystemen i de olika husen. Detta finns redovisat i ett separat protokoll som bifogas med bilaga 1. Cirkulationsfläkt i hus nr 2, som har reglerbart flöde, ställdes in på 200 m³/tim, vilket motsvarar 2.5 oms/tim. Avsikten var att detta flöde skulle tillämpas under det första årets mätperiod. Om det visade sig att man av någon anledning behövde minska eller öka flödet skulle detta ske.

Vid besiktning av husen uppmärksammades att ljudnivån för fläkt i hus nr 2 hade en oacceptabel nivå. Den gav stomljud, som fortplantade sig genom hela huset och hördes i samtliga rum. Det beslöts därför att den skulle frigöras från bjälklag och flyttas ned i kryprummet, vilket också åtgärdades.

3.2 Kostnader

Här nedan görs en översiktlig jämförelse av kostnader för de olika husen, där hus 1, som är ett standardhus i konventionell konstruktion, utgör jämförelsebas. I förhållande till detta hus har de övriga tillägg- och avdragskostnader för olika arbetsmoment.

Tillägg för hus	2	3	4
Byggplatsarbeten	+5.000:-	+700:-	+5.000:-
Husleverans och montering	-2.500:-	+500:-	-7.500:-
Installation, material och montering	+4.500:-	+5.600:-	+7.000:-
Summa	+7.000:	+6.800:-	+4.500:-

Kostnadstillägg/avdrag är svåra att bestämma på ett exakt sätt.

Genom att det endast har byggts ett hus av varje typ har det inte blivit någon serieeffekt. Viss hänsyn har dock tagits till detta vid beräkningen.

Som framgår av uppställningen är samtliga specialhus något dyrare än huset i standardutförande. Genom förenklingar och bättre belåning är det möjligt att göra mer ekonomiska lösningar. Detta bekräftas också genom intervjuer med företrädare för olika företag som nu arbetar med varma kryprum (se kapitel 5). För hus 2 och 4 uppskattas dessa av Fläkt-Evaporator kunna uppgå till 2-3.000 kr.

3.3 Täthetsmätningar och värmefotografering

För att utröna om hus och grunder var acceptabelt isolerade och täta beslöts att värmefotografering och täthetsmätning skulle utföras på hus nr 2 och 4.

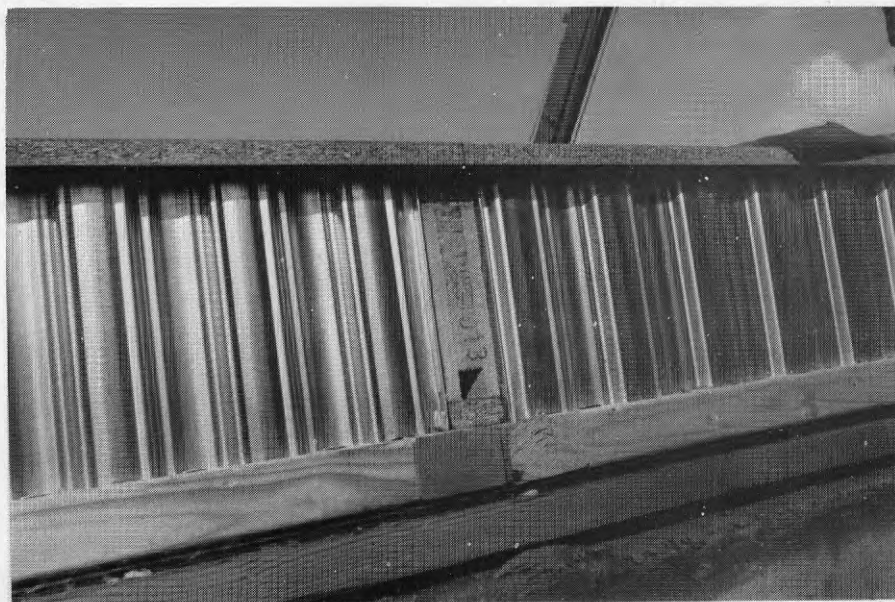
Eftersom hus nr 2 ännu inte beboddes koncentrerades mätningarna först till hus nr 4. Mätningarna utfördes under februari 1982 och resultatet redovisas i bilaga 2 och 3. Det visade sig att grundlådan inte hade tillräcklig täthet. Med hjälp av luftflödesmätningar, figur 26, konstaterades att bjälklagselementen var otäta där bjälklagsbalkarnas underfläns gick igenom syllpartiet, se figur 27.

Figur 26

Mätning av
luftflödet
med hjälp av
anemometer.



Också i överkant där bjälklagsskivorna möts kant mot kant konstateras en viss otäthet. Dessutom konstaterades otäthet genom plastfolien och ett luftläckage genom marken. Som framgår av figur 26 var uppfyllningen mot grundbalkarna otillfredsställande och det fyllnadsgrus som användes var mycket luftgenomsläppligt.



Figur 27 Utförande av bjälklagskant med de otätheter som finns dels i reglarna i underkanten och dels i skivskarvarna.

Täthetsmätningen visade att man vid 50 Pa övertryck får 3.4 luftomsättningar i timmen, alltså högre än normens krav, beroende på otätheter i grunden. Det var därför inte meningsfullt att genomföra samma mätning på hus nr 2. Huset borde först tätas och byggnadsarbetena avslutas så att fyllningen kunnat kompletteras och påförd matjord få tid att sätta sig. Dessutom vore det önskvärt att huset hade varit bebott en tid.

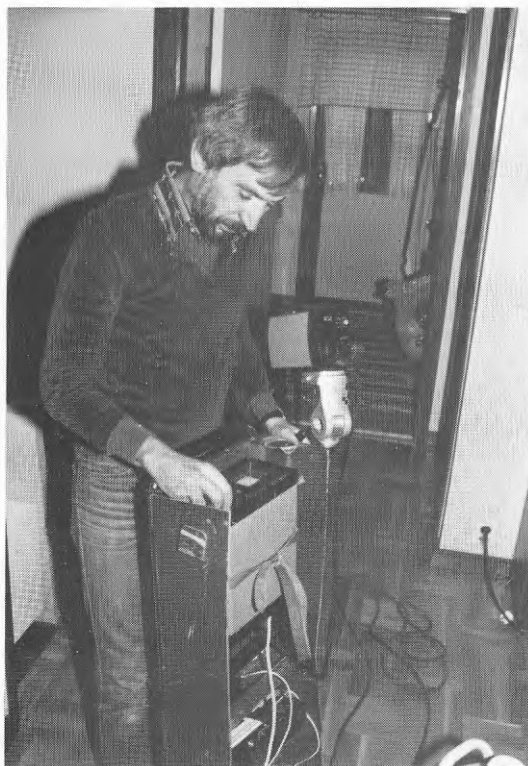
För att förbättra tätningen svetsades samtliga plastfolieskarvar på grundmurarnas väggar i hus 2 och 4. För detta användes ett speciellt värmedon från Teno Tät en impulsgivare av märket Polystar (figur 28). På marken under mineralullsisoleringen ansågs det inte nödvändigt att svetsa fogarna - ett antagande som senare visade sig felaktigt.

I samband med garantiarbeten tätades bjälklagselementen där underflänsen gick igenom bjälklagselementens syllparti. Dessa arbeten utfördes på så sätt att man på insidan av sylldelen



Figur 28

Täthetsprovning.
Övertryck/undertryck
åstadkommes med
hjälp av fläkt.



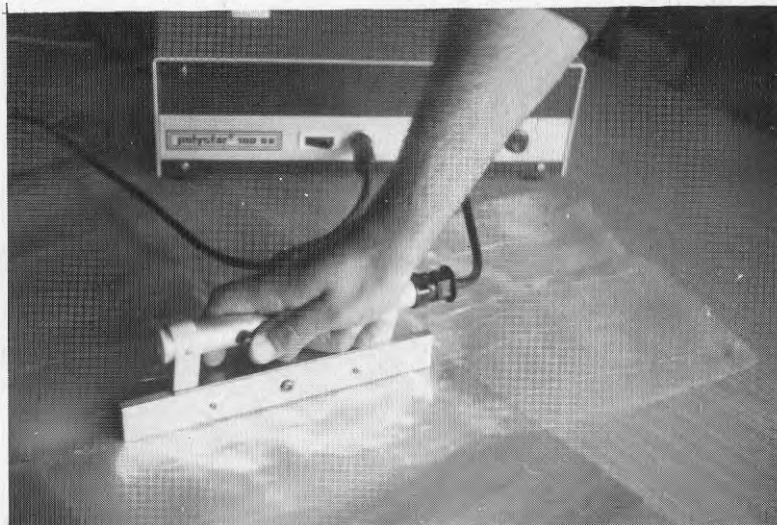
Figur 29

Värmefotografering
med hjälp av IR-
kamera.

genom urskärning skapade en v-formad fog där balkens underregel går genom syllan, vilken fylls med fogsikum.

I mars -83 utfördes täthetsmätningar på de båda ineluftsventilerade husen för att man skulle kunna konstatera om åtgärderna varit tillräckliga. (Bilaga 3)

Det går inte att dra någon bestämd slutsats om vad som orsakar de konstaterade förändringarna. Det framkom dock att totala luftomsättningen vid 50 Pa övertryck är större nu än vid förra mätningen, vilket visar på att huset har blivit mer otätt.



Figur 30 Värmedon av märket Polystar från Teno Tät avsedd för svetsning av folier.

Visserligen hade grundlådorna blivit tätare p g a tätningsåtgärderna men husens totala täthet hade försämrats. Detta kan möjligen härledas till uttorkning av byggmaterial och försämrad effekt av tätningslister.

Undersökningen visade också att det sugs/trycks in mängder av luft genom marken som är mycket genomsläpplig. Vid rörgenomgångar och i plastfoliens skarvar läckte stora mängder luft in.

Hösten -83 gjordes ny värmefotografering och täthetsmätning för hus 2 och 4 d v s de med varmt kryprum. (Bilaga 4). Husen hade då stått ca 2 år och marken satt sig. Matjord hade lagts på men men för hus 2, som var obebott, var inte markarbeten och trädgårdsanläggning avslutade vilket de huvudsakligen var för hus 4. Man kan av mätrapporten utläsa att ingen av grunderna är acceptabelt täta. Grunden för hus 4 tycks vara tätare än den för hus 2 men man finner då husen sätts under tryck att stora luftmängder kommer in via marken. Speciellt kan hög lufthastighet (5 m/s vid 50 Pa över/undertryck) uppmätas där el och

avloppsrör går igenom plastfolien. Man finner dock otätheter även i plastfoliens övriga fogar mot mark. Mot vägg hade plastfolien svetsats men på marken hölls fogarna endast samman av den ovanför liggande mineralullen. Man borde även svetsat plastfolien mot mark samt tätat rörgenomgångar med hjälp av stosar limmade mot folien, vilket är mycket besvärligt att utföra i efterhand.

3.4 Diskussion av mätresultaten

Huvudproblemet tycks vara att göra grundlådan helt tät. Kring i marken nedlagda rör används mycket luftgenomsläppligt material men även annat grusmaterial i grunderna är mer genomsläppligt än väntat. Det är svårt att kombinera kraven på att jordmaterialen i och vid grunderna skall ha liten kapillaritet och samtidigt vara täta mot luft. Svetsning av folier och noggrant utförda tätningar mellan folier och rör t ex genom limmade stosar kan förbättra situationen. Arbetsmetoder måste studeras, så att detta inte blir oekonomiskt och ändå osäkert. Kanske är andra tätningsmetoder att föredra. (Se ytterligare, kap 5).

I tidigare mätningar kunde konstateras vissa otätheter i bjälklagskanter. Dessa tätades med fogskum och tycks nu vara acceptabelt täta. Byggkomponenter bör studeras noga ur täthetssynpunkt och göras täta på fabrik, så att endast fogar återstår till byggsplatsen. Med rätt utformning av dessa bör det inte vara omöjligt att få acceptabel täthet i överbyggnad och fog mellan denna och grund. Problemet att åstadkomma tillräcklig täthet mot marken är ett större problem.

Mätningarna i de fyra provhusen startade i januari 83 och avslutades december 84. För bestämning av årsvariationer genomfördes mätningar av temperatur och fuktighet 1 gång/mån. Dessutom genomfördes kontinuerliga mätningar under 1 vecka vid tre olika tillfällen.

Ett problem med mätningarna har varit att från början endast ett hus var bebott. Första inflyttningen skedde september 1981 och under hela vintern 81/82 fanns inga boende i hus 1, 2 och 3. I hus 1 och 3 skedde inflyttning i juli 1982. Hus 2 står ännu obebott och uppvärms till ca 17°C. Samma uppvärmning tillämpades i de övriga husen under den tid de stod obebodda. I hus 3, referenshus med kallt kryputrymme och kanaldistribuerad varmluft och i hus 4 med varmluftsventilerat kryprum bor unga småbarnsfamiljer.

Under vintern 81/82 hade man vissa problem med värmesystemet. I samtliga hus användes en varmvattenpanna av märket CTC där ett systematiskt fel på reglersystemet uppstod, vilket innebar att pannorna överhettades och måste repareras. Speciellt drabbade detta hus nr 2 som under en relativt lång period under vintern 81/82 stod helt utan uppvärmning.

Under en husvisning i oktober 83 slogs värmen i hus 2 ifrån av misstag. Vid igångsättande av värmen i november kom inte cirkulationsfläkten igång. Detta resulterade i att några mätvärden för hus 2 under hösten 83 inte är relevanta. Värmen i de bebodda husen har varit avslagen under somrarna.

Utomhusluftens temperatur och fuktighet har i alla redovisade diagram hämtats från den meteorologiska stationen i Films kyrkby, som ligger 10 km från Örbyhus.

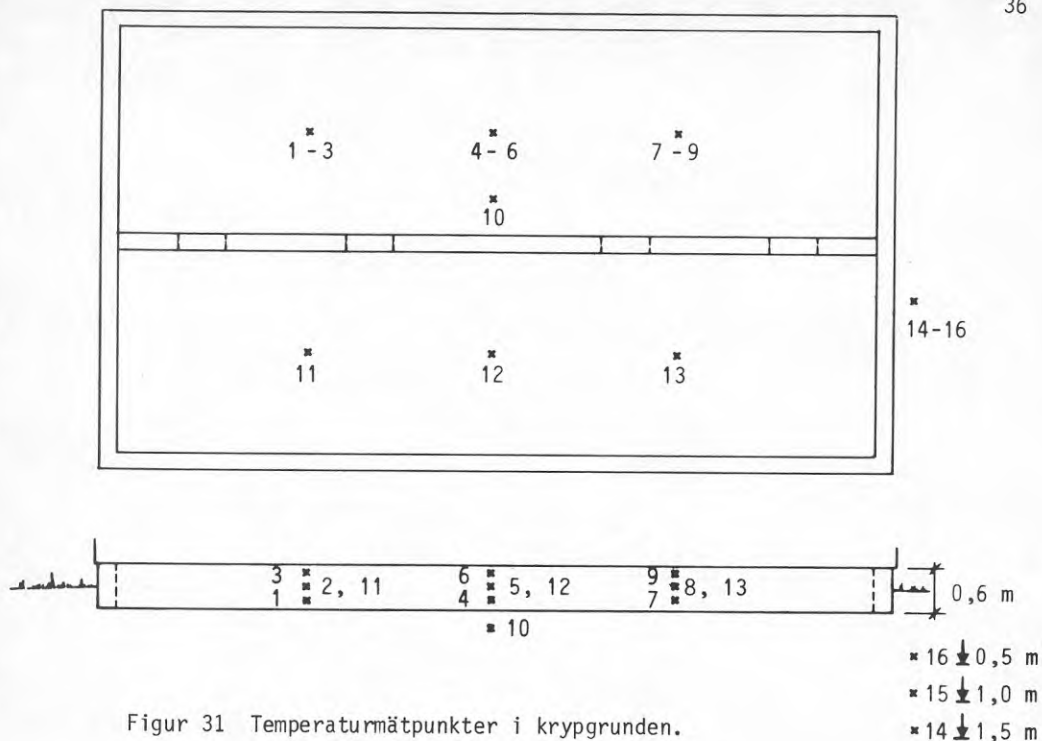
4.1 Mätningar av årsvariationer

Totalt mättes temperaturen i 16 olika punkter i kryppgrund och mark under varje hus. Detta utfördes centralt med en digital termometer av fabrikat Flute.

Lufttemperaturen i kryppgrunden registrerades i 3x3 mätpunkter efter en linje och på olika höjd - 10 cm över mark i mitten och ca 10 cm från golvskevans undersida, resp 1x3 mätpunkter på andra sidan stödmuren utefter en linje mitt emellan golv och mark (se figur 30).

Marktemperaturen registreras mitt i kryppgrunden ca 10 cm under plastfolien.

Marktemperaturen 0.6 m utanför kryppgrunden mättes på 0.5, 1.0 och 1.5 m djup under markytan, för att kontrollera frostnedträngningen. Detta utfördes ej vid hus 2 på grund av blockig mark.



Relativa luftfuktigheten mättes i huset och i krypgrunden med ett elektroniskt instrument av fabrikat Vaisala.

I diagram 1 och 2 är månadsmätningarna under 1982 och 1983 sammanställda för de fyra provhusen. Där redovisas relativa luftfuktigheten samt medeltemperaturen i krypgrunderna. Utomhuskurvorna är månadsmedelvärden.

I diagram 3 och 4 har kurvorna i diagram 1 och 2 omräknats till absolut vattenhalt (g/m^3). Där ser man att luften i de fyra kryprummen innehåller ungefär lika mycket vatten som utomhusluften.

De maximala temperaturdifferenserna i krypgrunderna redovisas nedan för vinter resp sommar.

	Vinter		Sommar	
	Δt	tmed	Δt	tmed
Hus 1	1.5	5-10	0.6	15
Hus 2	0.8	15	0.8	21
Hus 3	2.0	9-11	0.8	15
Hus 4	4.0	25	1.2	22

Kryprumstemperaturen i hus 3 var ca 5°C högre än i hus 1 under vintern vilket beror på spillvärme från varmluftskanalerna.

Differensen mellan lägenhets- och kryprumstemperaturen i hus 2 varierade mellan 1°C till 2.5°C och tillsynes utan inverkan av årstider.

Temperaturen i marken 10 cm under plastfolien mitt under husen redovisas i diagram 5 för år 82 och 83.

Marktemperaturer 0.6 m från norra gaveln på 0.5, 1.0 resp 1.5 meters djup för hus 1, 3 och 4 redovisas i diagram 6 för 1983. Som synes av diagrammen är det endast under kort tid som temperaturen går under noll 0.15 m under markytan vid hus 1 och 3. Vid hus 4 tjälår inte marken alls.

Luftfuktigheten inomhus var under hela mätperioden ungefär lika i de fyra husen.

Vatteninnehållet inomhus följer kurvorna i diagram 3 och 4 ganska väl. Relativa luftfuktigheten under senvintern var ca 20-30 % Rh och under sommaren ca 35-45 % Rh.

4.2 Mätning av dygnsvariationer

För bestämning av dygnsvariationerna registrerades temperaturer och luftfuktighet enligt nedan under 1 vecka vid tre olika tillfällen. Vid mätningen vecka 8216 var endast hus 4 bebott och vid mätningarna vecka 8312 och 8338 var alla utom hus 2 bebodda.

Till ett av förråden var ledningar från temperaturmätpunkter i alla fyra husen sammadragna till central mätutrustning. Mät-punkterna var enligt nedan.

<u>Hus 1</u>	1)	Rumstemperatur
	2)	Frånluftstemperatur krypgrund
<u>Hus 2</u>	3)	Rumstemperatur
	4)	Returluftstemperatur krypgrund
<u>Hus 3</u>	5)	Rumstemperatur
	6)	Frånluftstemperatur krypgrund
	7)	Tilluftstemperatur, varmluft-kanal
<u>Hus 4</u>	8)	Rumstemperatur
	9)	Returluftstemperatur krypgrund
	10)	Tilluftstemperatur krypgrund

För ovanstående punkter registrerades temperaturer kontinuerligt. Luftfuktigheten mättes samtidigt med en i varje krypgrund placerad fuktskrivare.

Temperatur och luftfuktighet utomhus är tagna från meteorologiska stationen i Films kyrkby.

Resultaten av veckomätningarna redovisas på diagram 7-9 för veckorna 8216, 8312 och 8338, varje hus för sig.

1982

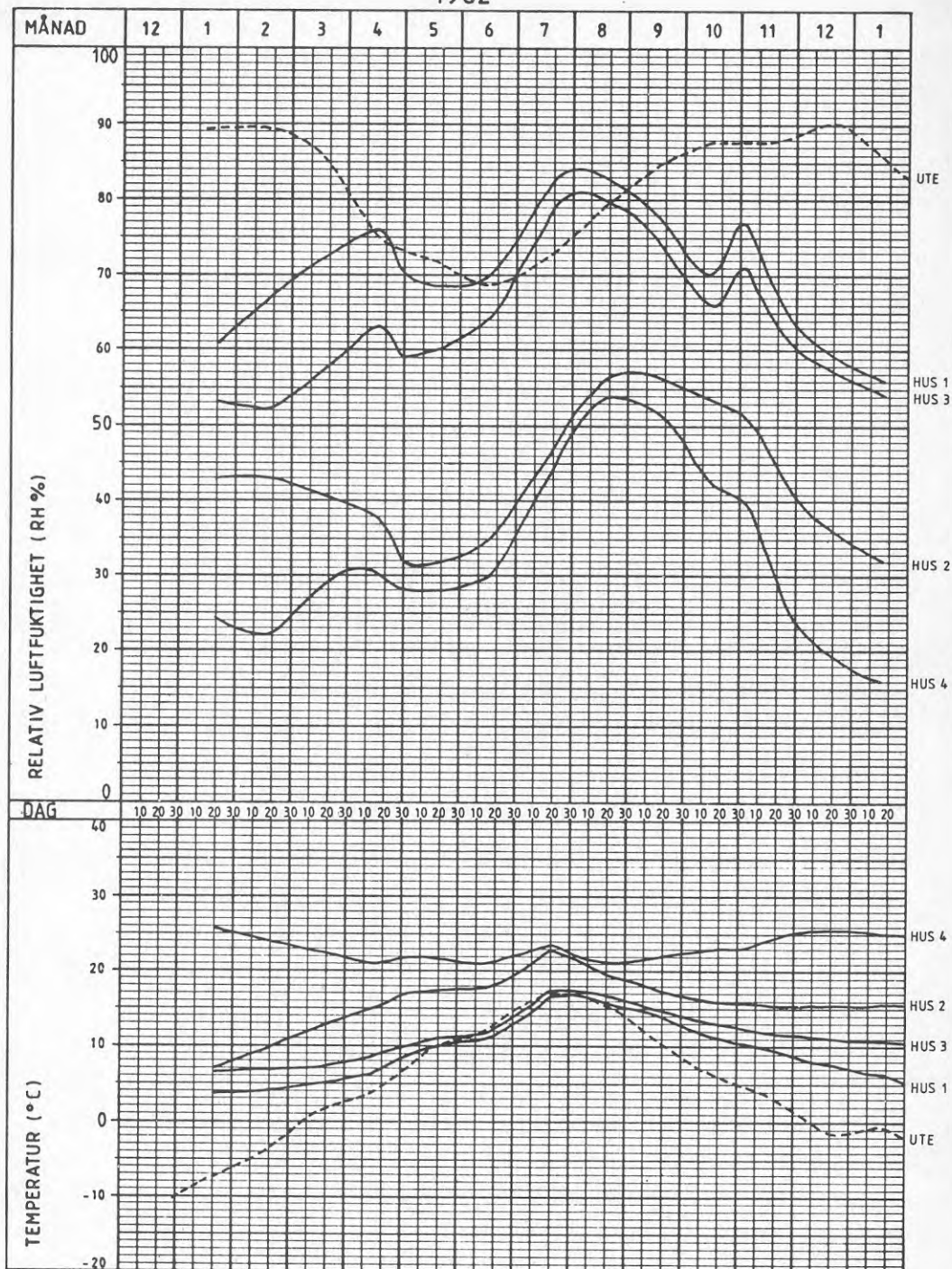


DIAGRAM 1

Temperatur och relativ luftfuktighet i kryprum i hus 1-4 samt ute under år 1982.

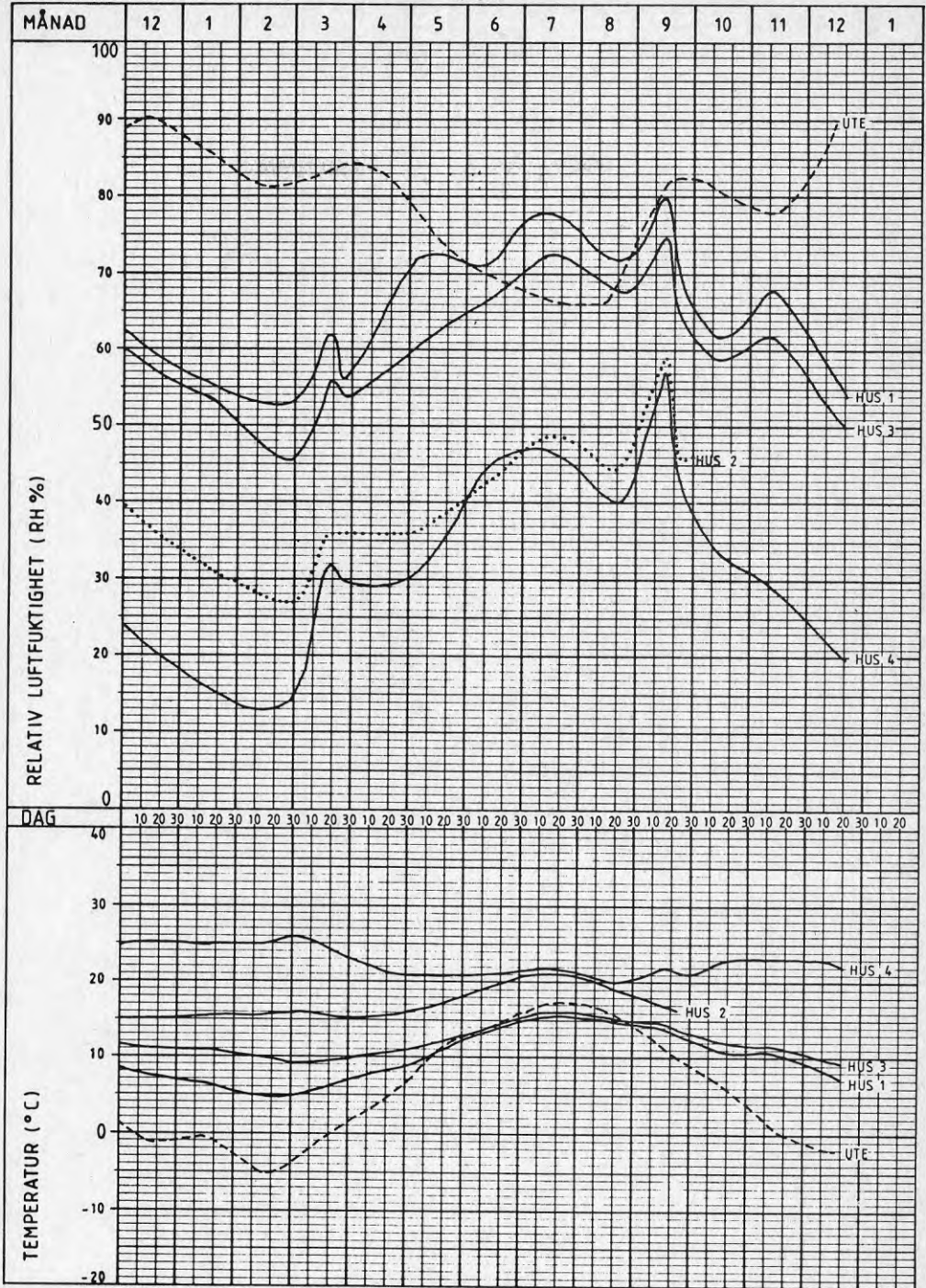


DIAGRAM 2

Temperatur och relativ luftfuktighet i kryprum i hus 1-4 samt ute under år 1983.

1982

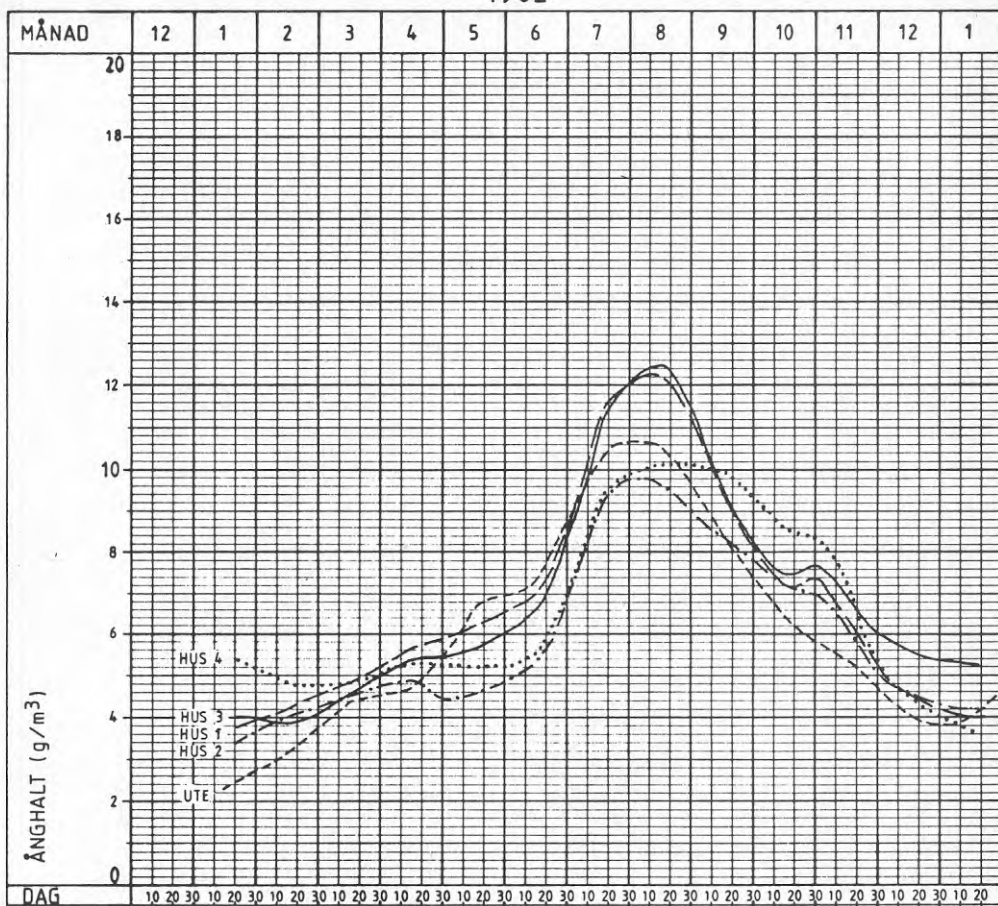


DIAGRAM 3

Luftens ånghalt (g/m^3) i krytrum i hus 1-4 samt ute under år 1982.

1983

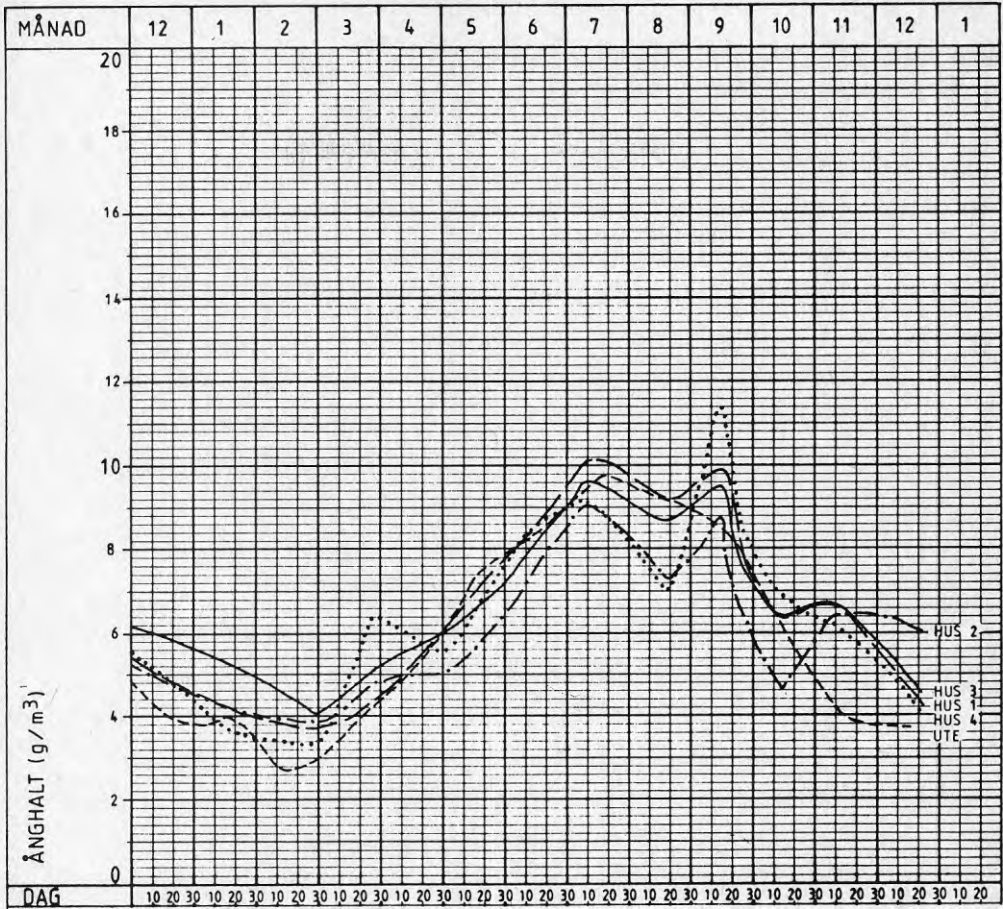
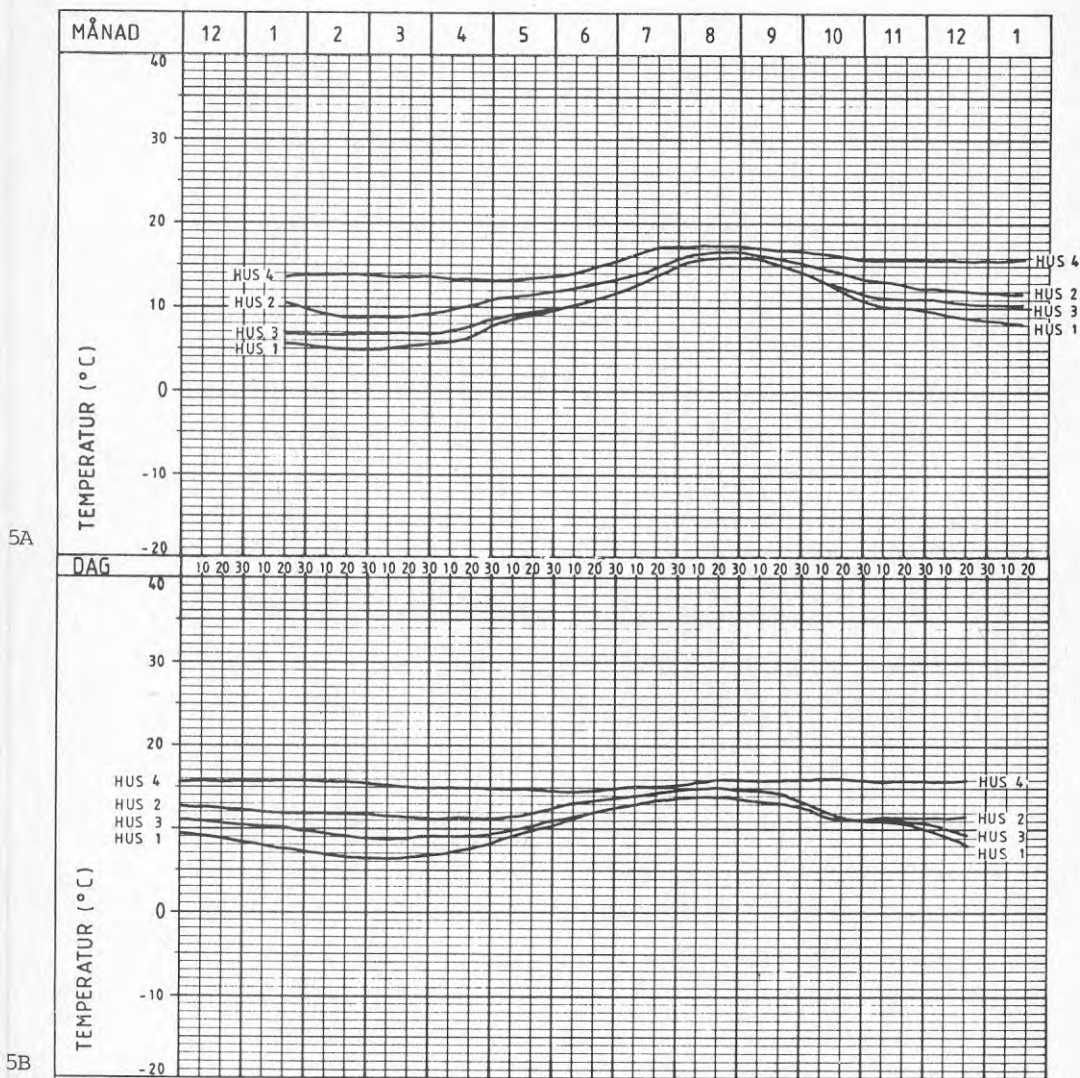


DIAGRAM 4

Luftens ånghalt (g/m^3) i kryprum i hus 1-4 samt ute under år 1983.



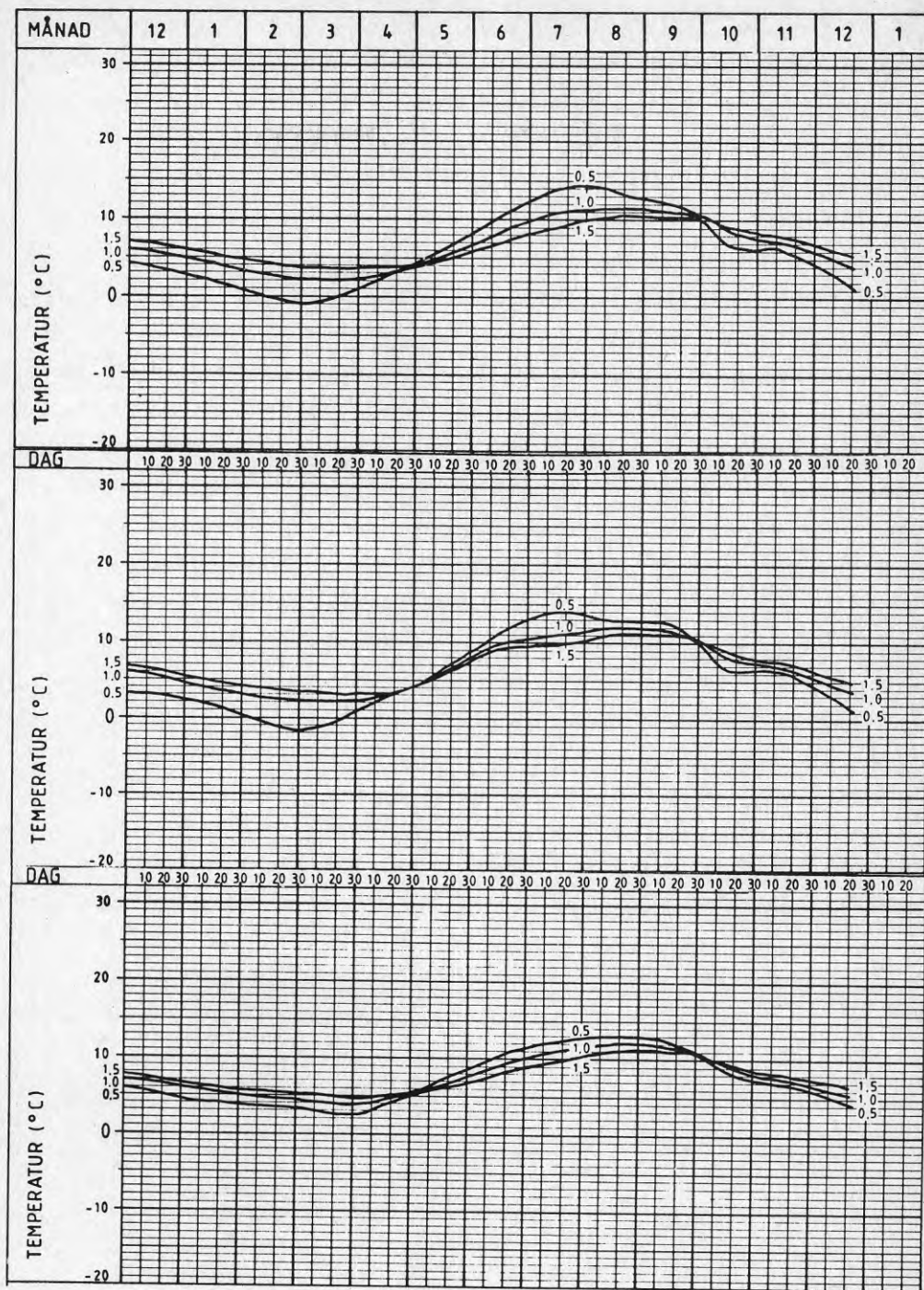


DIAGRAM 6 A, B, C

Märkttemperaturen 0.6 m från norra gaveln på 0.5, 1.0 och 1.5 m djup, vid hus 1 (A), hus 3 (B) och hus 4 (C) under år 1983.

Tilluftstemperaturen på varmluften i hus 3 och 4 varierar inom det streckade området beroende på termostatreglering.

Den sista perioden, vecka 8338, gick den inhyrda dataloggern sönder, varför inga temperaturregistreringar under denna period kunnat erhållas. Utom i hus 4 där temperatur och fukt i krypgrunden registrerades av en termohygrograf.

4.3 Övriga mätningar

Elförbrukning

För perioden 821012-831012 har från elleverantören, den totala elförbrukningen för de fyra husen framtagits. Under hela denna period var hus 1, 3 och 4 bebodda men inte hus 2.

Elförbrukningen var

Hus 1	13.795 kWh
Hus 2	11.268 kWh
Hus 3	23.341 kWh
Hus 4	20.687 kWh

Vattenförbrukning

Totala vattenförbrukningen var under samma period (821001-830930) för de fyra husen enligt nedan.

Hus 1	57 m ³
Hus 2	-
Hus 3	281 m ³
Hus 4	278 m ³

Tilluftflöden - mars 83

I hus 2 uppmättes tilluften till krypgrunden till 210 m³/h. Detta stämmer väl med föreskrivet värde på 200 m³/h.

I hus 3 var tilluftsflödet av varmluft 250 m³/h och i hus 4 var den 420 m³/h.

Det bör noteras att tilluftsflödet har minskat trots att inställda varvtal m m är desamma som tidigare. Flödena var 1981-10-08 (bilaga 1) 330 resp 700 m³/h för hus 3 resp 4. Detta kan eventuellt bero på igensatta filter.

Fuktkvot i syll - mars 83

Fuktkvoten i syllvirket och temperaturen i krypgrunden var

	<u>Fuktkvot %</u>	<u>Temperatur °C</u>
Hus 1	ca 16	4.8
Hus 2	<6	16.3
Hus 3	ca 14	8.9
Hus 4	<6	25.1

Fukt under plastfolie i grund mars -83

Luftfuktigheten och temperaturen mättes under plastfolien på marken i kryppgrunderna och var enligt nedan.

	<u>Luftfuktighet % Rh</u>	<u>Temperatur °C</u>
Hus 1	kondens på folien	6
Hus 2	85	14
Hus 3	93	9
Hus 4	92	18

Golv- och taktemperaturer - mars 83

Golv- och taktemperaturer mättes med en IR-termometer i kök och vardagsrum och resultaten redovisas nedan.

	Hus 1	Hus 2	Hus 3	Hus 4
Rumstemp	21.4	18.2	20.5	20.5
Kryprumstemp	4.8	16.3	8.9	25.1
Kök-golv	20.0	16.5	20.0	22.0
Kök-tak	21.2	17.0	21.0	21.8
Vardagsrum-golv	19.0	16.0	19.0	21.5
Vardagsrum-tak	20.5	16.5	20.5	20.7

4.4 Diskussion av mätresultaten

Kurvorna för relativ luftfuktighet och temperatur (diagram 1 och 2) visar på stora skillnader mellan de olika grundläggningsprinciperna. I de kalla krypprummen för hus 1 och 3 är luftfuktigheten betydligt högre och temperaturen lägre än i de "varma" krypprummen för hus 2 och 4. Detta trots att hus 2 varit helt obebott och konstant haft lägre rumstemperatur. Kurvorna för de två åren -82 och -83 visar också inbördes god överensstämmelse. Temperaturkurvorna för de olika husen och för utetemperaturen är nära nog sammanfallande, medan kurvorna för relativ fuktighet för de olika husen ligger på ungefär samma nivå vad gäller minimi- och maximivärden men har något olika förlopp över åren. Som framgår av kurvan för relativ fuktighet ute varierar denna mera för år 1983 vilket delvis förklarar dessa olikheter.

Temperaturen i det kalla krypprummet för hus 1 blir 2-3⁰ lägre än för hus 3 vid en utetemperatur av 0⁰. Det visar att det sker

ett värmespill från de i kryprummet för hus 3 förlagda varmluftskanalerna. Under sommaren är skillnaden mindre, ca $\frac{1}{2}$ -1 °C. Som en följd av den högre temperaturen är relativa fuktigheten genomgående lägre i hus 3 jämfört med i hus 1.

De minimitemperaturer som noterats i de kalla kryprummen för hus 1 och 3 är under år -82 +4°C och +7°C vid en utetemperatur av -7°C. Under år -83 noterades minimitemperaturerna +5°C resp +9-10°C vid utetemperaturen -5°C. Maximitemperaturerna uppnåddes båda åren i slutet av juli och var +15,5-17°C i hus 1 och +16-17,5°C för hus 3 vid en utetemperatur av ca +17°C under båda åren.

Luftfuktigheten i de kalla kryputrymmena når sitt minimum under februari-mars. För hus 1 är den så låg som ca 45 % RH under år -83 och för hus 3 under samma period ca 53 %. Luftfuktigheten är som högst under augusti-september. För hus 1 ca 84 och 80 % RH för år -82 resp -83. För hus 3 är motsvarande siffror 81 respektive 75 % RH.

De inelufts- och varmluftsventilerade kryprummen har helt naturligt en högre temperatur året om - en temperatur som står i bestämd relation till temperaturen på den ineluft respektive varmluft som blåses ner i kryprummen. För hus 2 är denna luft ca 17°C och temperaturen blir där större delen av året 15-15,5°C för att nå en topp på 21-23°C under somrarna. I kryprummet för hus 4 är temperaturen mellan 20-25°C under större delen av mätperioden. Man kan speciellt år -83, se att värmen varit avstängd under sommaren och att temperaturen då sjunker och mer följer utetemperaturen. En låg temperatur och luftcirkulation kan kanske förklara den topp på relativ fuktighet som uppträder speciellt för hus 4 i september 1983 och som inte helt kan förklaras genom jämförelse med uteluftsens fuktinnehåll (diagram 4).

Maximala luftfuktigheten i kryprummen för både hus 2 och 4 är avsevärt lägre än för hus 1 och 3 beroende på de högre temperaturerna. I hus 2 är den 57 och 59 % RH för 1982 respektive -83 och för hus 4, 54 respektive 57 % RH.

Diagram 3 och 4 visar luftens ånghalt (g/m^3) för de olika husen och för uteluften.

En intressant, om inte speciellt överraskande, iakttagelse är att kurvorna följer varandra relativt nära under såväl -82 som -83. För de uteluftsventilerade kryprummen för hus 1 och 3 ligger mycket nära varandra. Under vissa perioder t ex sommaren -83 ligger kurvorna över kurvorna för uteluften, vilket kan tyda på fuktillförsel från annat håll t ex från marken. Kurvorna för 2 och 4 tycks ligga något lägre men de är vissa perioder något högre än kurvan för uteluften. Detta kan tyda på viss fuktillförsel från huset.

Det mest slående intrycket av diagram 3 och 4 är dock hur nära kurvorna följer varandra. Detta visar att fuktinnehållet i uteluften i stort bestämmer fuktförhållandena i kryputrymmet. Det är därför temperaturen som i huvudsak bestämmer nivån på den relativa fuktigheten i grunderna. Kan temperaturen hållas hög, minskar risken för hög relativ fuktighet och därmed risken för fuktskador.

Fuktförhållandena är inte oroväckande i något av de fyra husen. Den är högst i det konventionella kalla kryprummet och något lägre där det sker en viss värmetillförsel. Med en högre isolering i bjälklaget och därmed ännu kallare kryputrymme ökar risken för att man under vissa perioder når skadligt höga värden på relativa fuktigheten. En ökad ventilation är ovidkommande om den inte samtidigt medför en höjning av temperaturen i kryputrymmet. Båda de varma kryprummen innebär betydligt torrare klimat och en obefintlig risk för fuktskador.

Diagram 5 A, B och 6 A, B, C visar marktemperaturer i olika mätpunkter. Inte oväntat är temperaturen i marken under husen 10 cm ned i marken högre och mindre varierande över året för hus 2 och 4, med varma kryprummen, än för hus 1 och 3 med kalla. Man kan också se att temperaturnivån är något högre under år -83 än den var i början av -82 då mätningarna påbörjades. För hus 1 kan marktemperaturen sjunka till ca $+6^{\circ}\text{C}$ medan den för hus 4 är nästan konstant 16°C .

Utanför huset, 0,6 m från norra gaveln, kan marktemperaturen, 1,5 m från ytan, vid de kalla kryprummen, hus 1 och 3, under februari-mars vara lägre än 0°C under 1-2 månader. Utanför det varma kryprummet, hus 4, är aldrig marktemperaturen lägre än $2-3^{\circ}\text{C}$.

Diagram 7.1-7.4 och 8.1-8.4 i bilaga visar dygnsvariationer hos relativ fuktighet och temperatur hos de fyra husen under en veckas mätperiod under vårvintern -82 och -83. Diagram 9.1-9.4 redovisar en mätperiod under tidig höst -83. Dessa diagram visar ungefär samma som de tidigare redovisade diagrammen. Korta svängningar, temperatur och relativ fuktighet påverkar inte klimatet i kryprummen där kurvorna visar ett relativt jämnt förlopp med en nivå som bestäms av grund- och ventilationssystemets karaktär.

Även här är temperaturen högre och relativa fuktigheten markant lägre i de varma kryprummen jämfört med de kalla. Mätningarna av fuktkvot i virke under vintern -83 visar att detta i de varma kryprummen är mycket torrt och betydligt fuktigare i de kalla.

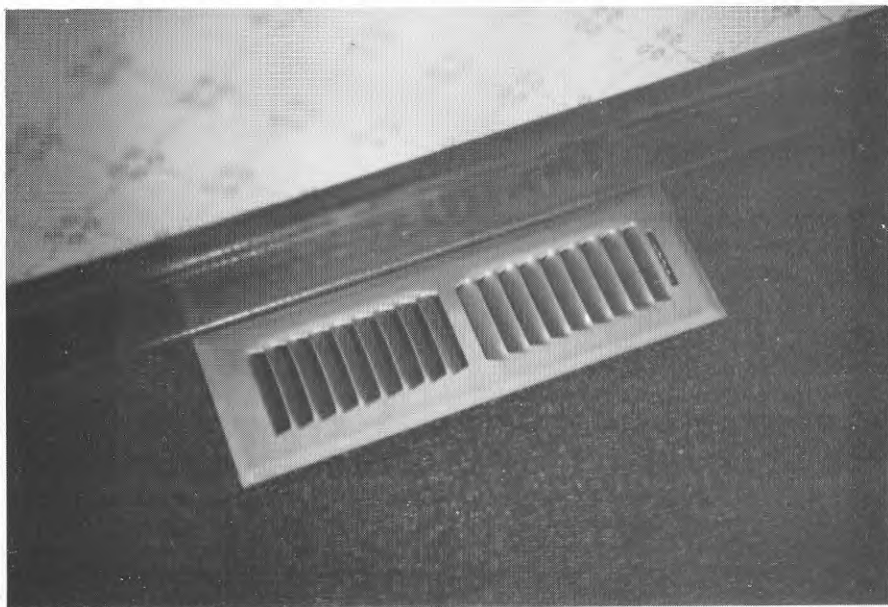
5 UTVÄRDERING AV PROJEKTET

5.1 Allmänt omdöme

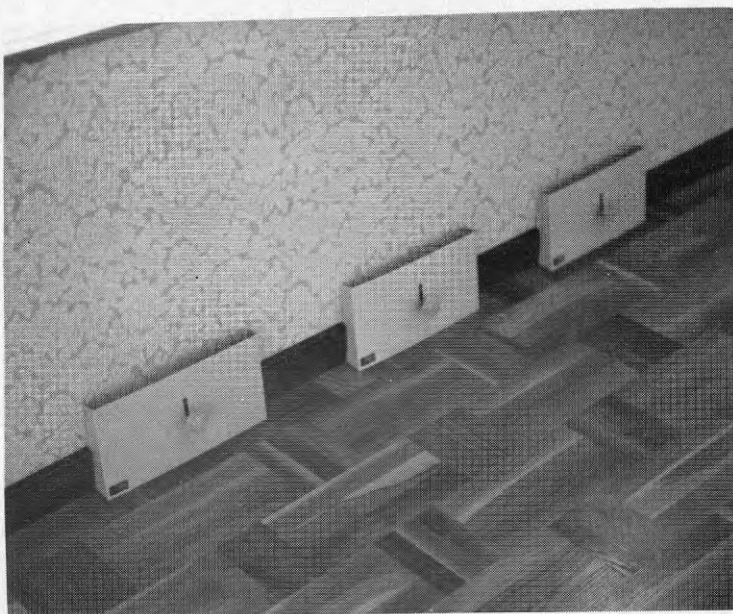
Alla husen har fungerat tillfredsställande sedan vissa tidigare nämnda installationsmissar korrigerats. Hus nr 2 är ännu vid denna redovisning obebott. Tyvärr, eftersom det har kanske det för framtiden mest intressanta grund- och ventilationsystemet.

Ägarna till övriga hus, d v s 1, 3 och 4 har alla förklarat sig nöjda med såväl komfort som energiförbrukning. Familjesammansättningarna är olika vilket kan förklara skillnaderna i husens energi- och vattenförbrukning. Hus 1 bebos av ett par i pensionsåldern medan hus nr 3 och 5 bebos båda av yngre familjer med hemmavarande fru och två minderåriga barn. Energi- och vattenförbrukningen för dessa två familjer är betydligt högre än för familjen i hus 1 men inbördes på samma nivå som kan anses normal för hustypen i fråga. Det är omöjligt att utifrån de mätningar som gjorts noggrannare utvärdera skillnaderna i energiförbrukning.

I hus 4, med varmluftsuppvärmd grund har de varma golven uppskattats. Under första tiden klagade dock frun i huset på att damm och flugor drogs upp genom ventilationsanordningarna. Hon menade att hon måste damma exceptionellt mycket. I samband med garantiarbeten i augusti 1982 försågs därför ventilationsöppningarna på undersidan med ett finmaskigt nät, som fästes på bjälkarna och drogs upp emot golvskivan. På grund av risken för tryckfall över luftintagen valdes ett nät i stället för ett filter. Detta nät kan nog anses ha en relativt låg effekt när det gäller att hindra dammbildningen men åtgärden tycks dock ha haft en betydelse, eftersom dammspridningen tycks ha avtagit.



Figur 32 Tillluftsdon i hus 2 och 4.



Figur 33 Tillluftsdon i hus 3.

Tillluftsdonen i hus 3 är försedda med reglerbar springventil vars funktion har varit bristfällig. Ett av donen var felmonterat i elementet från fabrik och därför är det inte längre reglerbart. Då de inte heller är särskilt vackra kunde en ny konstruktion vara önskvärd.

Som framgår av mätningar är det torrt i de varma kryprummen under hela året. Säkerheten mot fuktskador är därför betydligt större än i kalla kryprum.

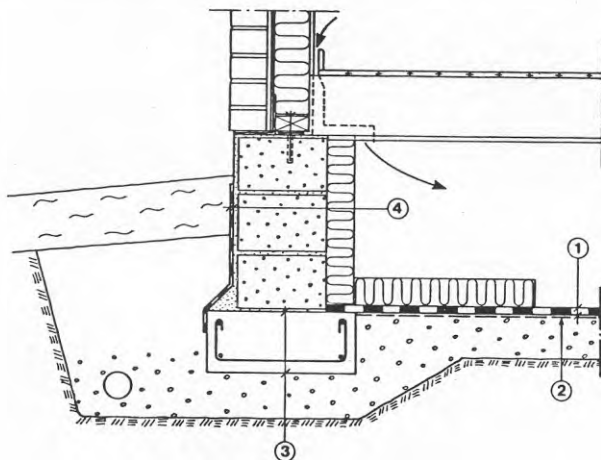
Det fanns innan husen byggdes vissa farhågor för att man skulle få "låd ljud" i bjälklaget eftersom isoleringen helt tagits bort och i stället lagts på marken. Provhuset fungerar dock problemfritt - inget märkbart "låd ljud" har noterats och husägarna är helt nöjda i detta hänseende.

Som nämnts är det framförallt markens luftgenomsläpplighet som utgjort ett problem, dock inte av sådan allvarlig art att det äventyrar komfort.

Markförhållandena på den aktuella byggplatsen bidrog säkert till tätningsproblemen. För hus 4 utfördes pålning och det är svårt att med kapillärbrytande återfyllningsmaterial få tätt under kantbalkarna. Hus nr 2 står dock på en sula - en mer normal konstruktion - men tätheten är inte bättre. Med den konstruktion som nu använts är det också svårt att åtgärda problemen. Plastfolien svetsades på väggarna och redan detta var besvärligt genom att underlaget inte gav tillräckligt

mothåll. Att lyfta på markskivorna och svetsa folien mot den ojämna markytan är inte genomförbart. Tätning vid rörgenomgångar i folien kan ske med hjälp av stosar som svetsas eller limmas mot folien men detta är svårt att utföra i efterhand.

Ventilationen av de varma krypgrunderna i hus 2 och 4 har gett ett visst övertryck 10-20 pa. Inga nackdelar har kunnat upptäckas av detta. Man kan dock göra reflektionen att om man är tvungen att acceptera en viss otäthet genom marken vore det bättre om luften kom in i stället för ut den vägen. En viss förvärmning kan då ske genom marklagren istället för att värme förs ut med luften genom övertryck. Är, å andra sidan, marken radonhaltig är ett övertryck att föredra eftersom man då trycker ner radongasen i marken (Clavensjö, Kumlin, 1984). Hur man än resonerar är det en nackdel att ha en otät grund och därför bör man göra sitt yttersta för att täta mot mark.



Figur 34 Kryprum ventilerat med inneluft och anslutet till frånluftsfläkt.

- 1 Radonspärr utförd av asfalt, gummi-asfalt eller asfaltmatta med aluminiumfolie.
- 2 Papp YAM 1200/50 eller folie.
- 3 Grundsula med brädriven yta och som gjuts radontät. Tjocklek och armering med hänsyn till undergrunden.
- 4 Asfaltmatta med aluminiumfolie.

Figur 34 visar några lösningar som anges för att åstadkomma radontäthet. Med en viss förenkling skulle de vara tillämpbara även här men de angivna tätskikten är betydligt dyrare än vanliga diffusionsspärrar av plast. Därför återstår i praktiken endast den möjligheten eller gjutning av en tunn platta av betong (se 5.3).

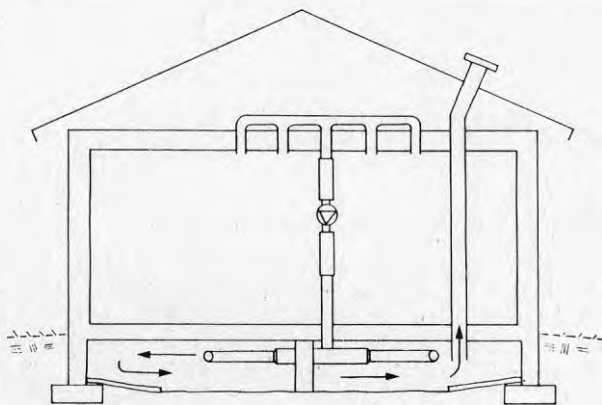
5.2 Utveckling i omvärlden

Under den tid som gått i slutet av -70-talet då husen konstruerades har energikraven ytterligare ökat, vilket lett till ännu mer isolerade hus. Luftvärme blir därmed alltmer intressant genom att man kan tillämpa enkla lösningar för såväl uppvärmningskällan som distributionsystemet.

I hus nr 4 har använts ett relativt dyrt luftvärmeaggregat med stor kapacitet som med nuvarande och kommande isolernormer kan ersättas med enkla kanalvärmare som kan klara hela uppvärmningsbehovet. En balanserad från- och tilluftsventilation är nödvändig för högisolerade hus och för ett sådant system behövs inte stor komplettering för att tilluften även skall bära värmen. Såväl Bahco som Svenska Fläkt-Evaporator har nu tillfredsställande lösningar på denna princip (Salzmann, 1984).

En annan följd av hög isolerstandard är att fönstren numera ofta är 4-glas och att kallrasen därmed är obefintlig. Därmed kan s k inblåsning i överkant innervägg användas och installationerna göras mycket enklare.

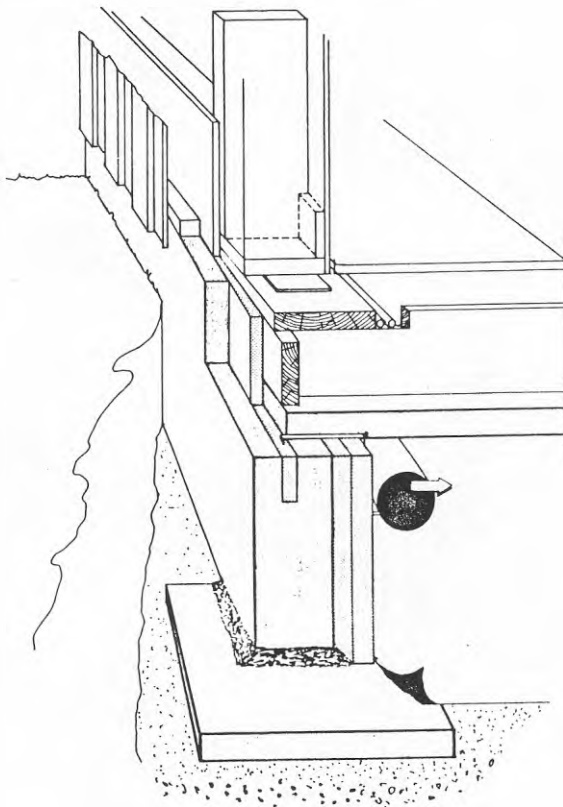
Under den tid som gått sedan husen projekterades och byggdes har intresset för varma kryppgrunder ökat och flera kommersiella tillämpningar finns nu och det är på sin plats att nämna några av dem här. I den tidigare gjorda sammanställningen över principer för varma krypprum (Linkhorst, Samuelsson, 1979) nämns Siporex s k varmgrund, vars principer visas i figur 35. Här går ventilationsluften direkt ut och krypprummet får fungera som en sorts värmeväxlare.



Figur 35 Siporex varmgrund.

Denna lösning tillämpas fortfarande men flera nya varianter finns nu på marknaden.

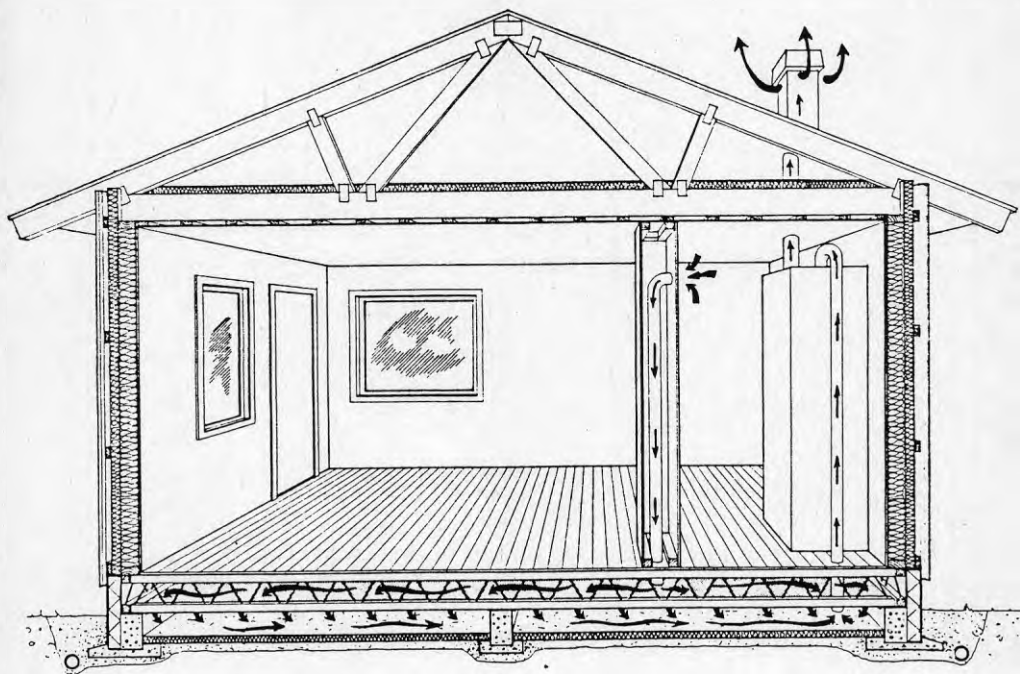
Ett liknande system marknadsförs av EW, den s k Comfortgrunden. Tidigare gick ventilationsluften genom hålrum i bjälklaget ner i kryppgrunden. I en ny version förs ventilationsluften genom en kanal ned i den isolerade grunden. Från grunden förs luften vidare genom en frånluftskanal via t ex en värmepump för värmning av vatten för tappvarmvatten och värmeelement.



Figur 36 Snitt genom kantbalk för EW Comfortgrund.

Grunden, som är en modifiering av en lösning angiven i tidigare nämnda BFR-utredning (Linkhorst, Samuelsson, 1979) säljs i samverkan med olika trähustillverkare. Typgodkännande underlättar belåning och bygglovsbehandling. Nya småhus finansieras nästan uteslutande genom statliga lån. Det har varit besvärligt att belåna varma krypprum eftersom de ur lånesynpunkt hamnat någonsans mellan platta på mark och kalla krypprum, vilket försvårat handläggningen. Nya låneregler årsskiftet 83/84, gör att kryppgrunder nu får en fördelaktigare hantering än tidigare. Detta har också lett till ett avsevärt ökat intresse för varma krypprum.

Samarbete mellan Profament AB, Skanska och Bjerking Ingenjörbyrå AB har resulterat i den s k Riksgrunden. Principen visas i figur 37. Det som skiljer denna från de övriga är att man på bjälklagets undersida har monterat en fiberduk, som genom sitt luftmotstånd fördelar ineluften över hela bjälklaget och därmed ger golvet en jämn temperatur. Luften från kryprummet evakueras bort genom en värmepump som värmer tappvarmvatten och tilluft.

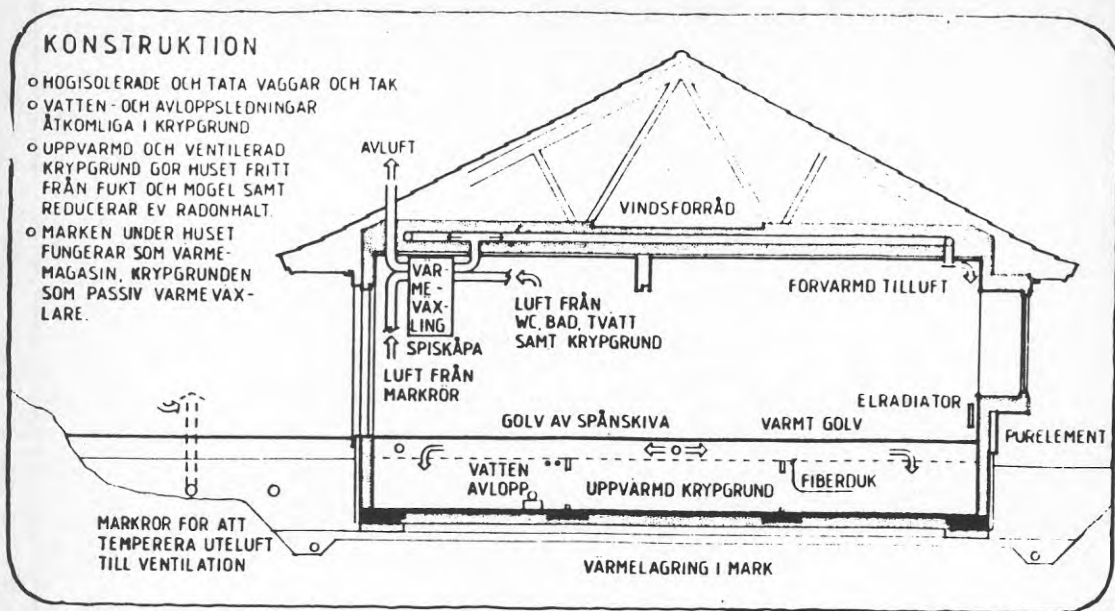


Figur 37 Riksgrunden.

En senare variant på samma princip har konstruerats av Bjerking Ingenjörbyrå AB för ett utställningshus vid Bo 85 i Upplands-Väsby. Bjerking samarbetar där med Matell arkitekter ab och N P Lundh (figur 38).

Det som skiljer är framförallt att isoleringen är betydligt tjockare för att uppfylla nya isolerkrav. Dessutom används en kantbalk som tillverkas av trä och polyuretan. Huset grundläggs på berg och därför krävs relativt tjock isolering mot mark. Tätskiktet utföres med ett tunt betongskikt (6 cm) som är armerat med ett glest nät ϕ 6 c 300. På utsidan av kantbalkarna anbringas fiberbelagd extruderad polystyren.

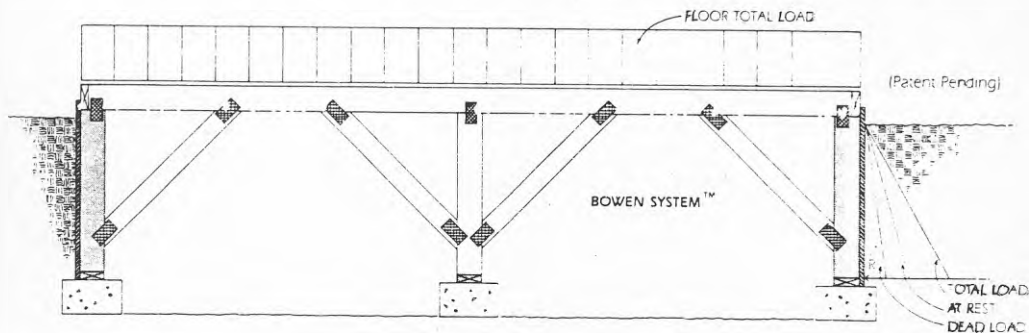
Det ligger nära tillhands att konstruera en sammanhängande yttervägg och kantbalk och detta har bl a provats av Hem i Villa AB i Kungsbacka.



Figur 38 Förslag till grund Bo-85.

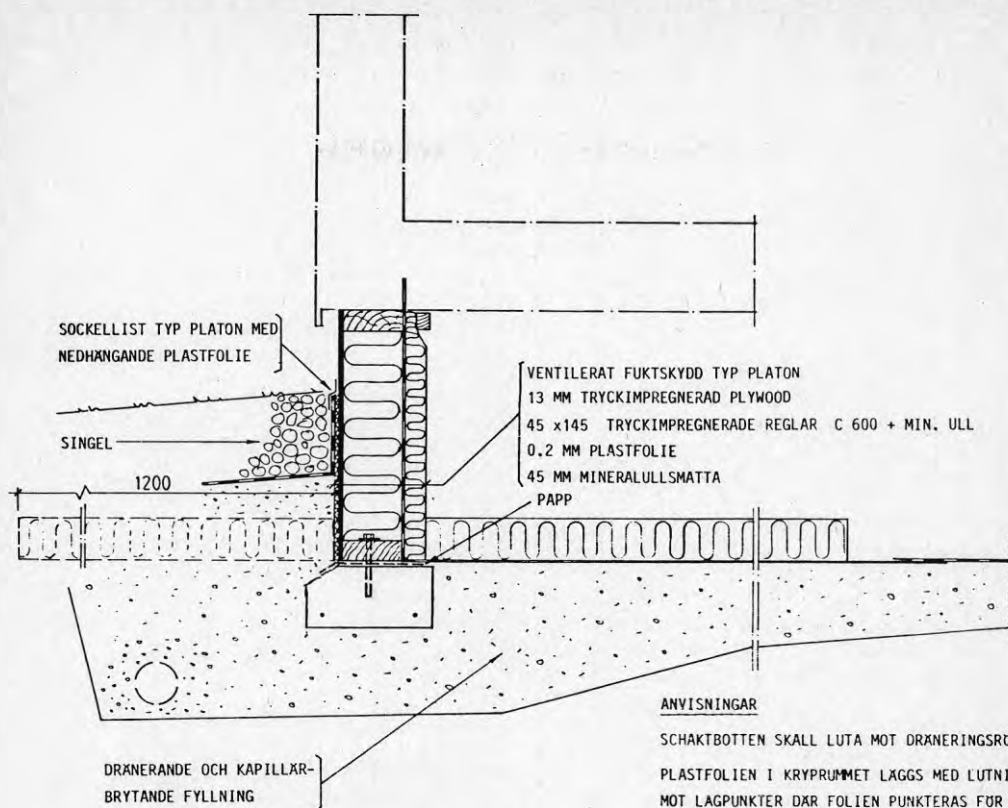
Trägrunder, som är mycket vanliga i USA för kryprum, såväl varma som kalla, och för källare. (Se t ex Automation in Housing, 1983.)

En ny lösning som också innebär klenare dimensioner för bjälklagsbalkarna visas i figur 39. Här visas visserligen en kall grund men principen borde kunna vara tillämplig även för varmt kryprum.



Figur 39 Amerikansk trähusgrund - Bowen System.

På uppdrag av Sv Plywoodföreningen utarbetade undertecknad tillsammans med Ulf Jonasson, Bjerking Ingenjörbyrå AB, en lösning för en varm kryprumsgrund där kantbalken byggdes upp av trä och plywood. Den visas i figur 40. Den har inte kommit till utförande men bör i princip kunna se ut som figuren visar.



ANVISNINGAR

SCHAKTBOTTEN SKALL LUTA MOT DRÄNERINGSRÖR.

PLASTFOLIEN I KRYPRUMMET LAGGS MED LUTNING MOT LAGPUNKTER DÄR FOLIEN PUNKTERAS FÖR ATT AVLEDA EVENTUELLT VATTEN.

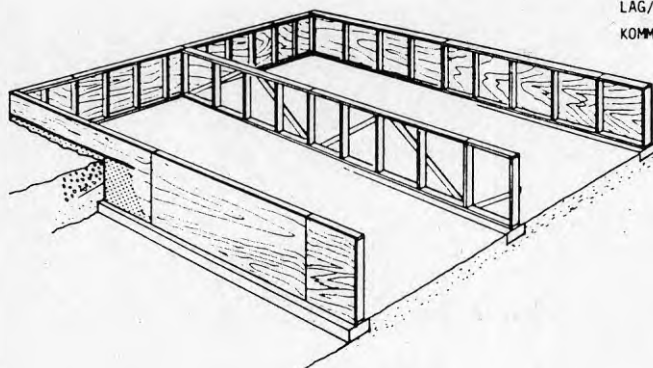
I TJÄLFÄRLIG MARK LÄGGES MARKISOLERING RUNT HELA GRUNDMÛREN (STRECKAD). I ÖVRIGT LÄGGES MARKISOLERING VID YTTERHÖRN.

STUPRÖR OCH DRÄNERINGSLEDNINGAR ANSLUTES TILL DAGVATTENLEDNINGAR.

OMGIVANDE MÄRKYTA SKALL LUTA 1:20 PÅ MINST 3 METERS STRÄCKA FRÅN HUSET.

PLASTFOLIEN PÅ GRUNDELEMENTENS INSIDA SKÄRVAS MED PLASTFOLIEN FRÅN YTTERVÄGGAR.

FÖRBINDNING MELLAN GRUNDELEMENT OCH BJÄLKLAG/VÄGG UTFORMAS MED HÄNSYN TILL FÖREKOMMANDE LASTER.



Figur 40 Plywoodgrund för varmt kryprum.

Ombyggnad av äldre kryprum till varma kryprum har behandlats av Bjerking, 1984. Han visar där bl a på de möjligheter som finns till besparing genom kryprummens värmeaccumulerande effekt.

5.3 Förslag till konstruktionsförbättringar

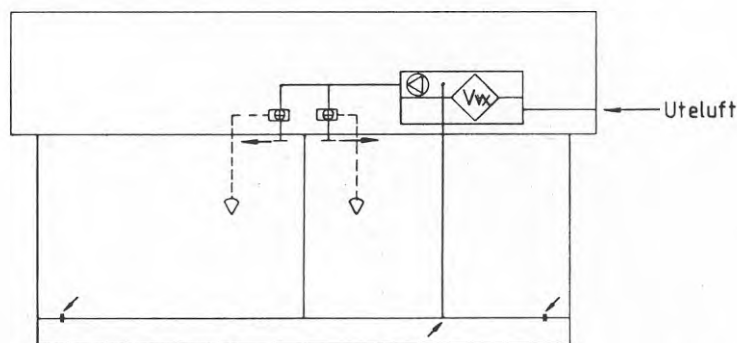
I stort har alla fyra provhusen fungerat väl. Det är dock ingen tvekan om att de inelufts- och varmluftsventilerade grunderna ger sådana fördelar att de bör utvecklas vidare. Av de mätningar som gjorts i provhusen och på grund av de förändringar som skett i omvärlden kan man redan nu se, dels mer övergripande systemlösningar och dels detaljer, som bör ändras för att man skall uppnå ett optimalt system.

För att börja på detaljnivån så är det som nämnts otätheten i marken som måste åtgärdas. Ett tätskikt i form av en plastfolie måste tätas i skarvarna med t ex tejp eller dubbelvikning samt anslutas till genomgående rör med stosas som limmas eller svetsas emot folien. Det är en relativt omständlig procedur och trots det är risken för otäthet stor.

Bättre kan då vara att gjuta en tunn nätarmerad betongplatta förslagsvis 6-8 cm tjock med nät ϕ 6 c 200-300. Man uppnår då större säkerhet mot otäthet och är mer oberoende av markförhållanden och yttre förhållanden under bygpperioden. Isoleeringen placeras då lämpligen under plattan.

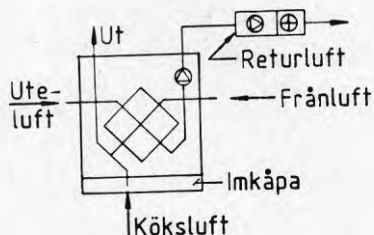
Med en sådan platta på mark är det inte långt steg till tanken att utnyttja denna - förstärkt - för upplag av golvet och därmed utforma en korsning mellan platta på mark och kryprum. Om man säkrar luftcirkulationen av rumsluft eller förvärmad luft under golvet är, som framgår av mätningarna, risken för fukt-skador obefintlig. Kan man också säkra åtkomligheten till rördragningar på annat sätt finns det ingen anledning att göra utrymmet krypbart.

Som nämnts kommer värmeförlusterna att vara så små i nya hus utförda enligt ELAK-normerna, att det värmetilskott som kan ges genom enkla kanalvärmare är otillräckligt. Man kan arbeta med zonindelning av husen och två eftervärmningsaggregat med var sin termostatstyrning (figur 41).



Figur 41 Förslag till uppvärmning och ventilation i hus med varma kryprum.

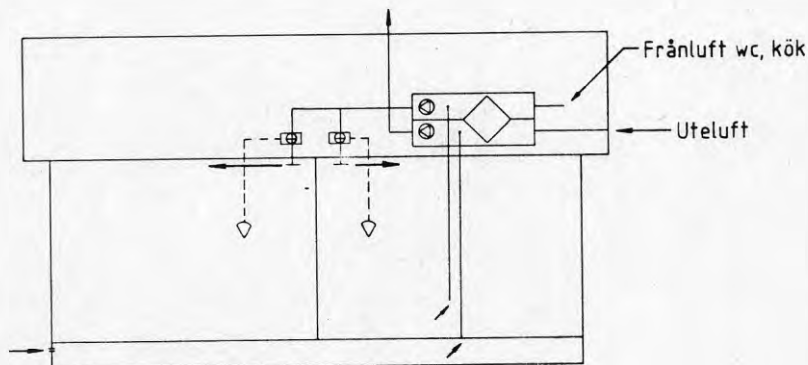
Värmeväxlare, fläktar och kanaler bör vara placerade inom det isolerade utrymmet. Kanaler kan t ex dras i vinkel tak/vägg och över skåp. Värmeväxlare kan t ex vara placerad över spis enligt figur 42 och vara försedd med en extra fläkt för returluften.



Figur 42 Värmeväxlare placerad över spis.

På detta sätt kan värmeinstallationerna förenklas. Man sätter golven under undertryck och minskar därmed risken för olägenheter från ev otätheter i mark och grundmur.

Kalla kryputrymmen är nära riskzonen för biologiska angrepp i organiska material. De har därmed inte stort berättigande men om man ändå önskar bygga sådana, bör ventilationen säkras genom styrd ventilation t ex på det sätt som anges i figur 43.



Figur 43 Förslag till ventilation av kallt kryprum.

Varmluftsdistribution i kanaler i kryprummet ger inga andra fördelar än att det något höjer temperaturen där och därmed minskar risken för fuktproblem.

5.4 Förslag till fortsatt arbete

Man bör fortsätta utvecklingsarbetet enligt principerna för inneluftsventilerat kryprum i syfte att förenkla, rationalisera och förbilliga utförandet. Därvid bör man pröva lösningar som är lägre, ej krypbara i syfte att minska sockelhöjden, utveckla enkla sockelelement och förbilliga golvkonstruktionen.

Man bör i ett samband studera hela byggnadens installationstekniska och byggnadstekniska utförande eftersom man därigenom kan göra förenklingar.

Det är då också viktigt att det sker en parallell normutveckling så att man inte tvingas avstå från rationella lösningar av formella skäl. Det är också viktigt att regler för finansiering genom statliga lån ges en sådan utformning att den påbörjade utvecklingen främjas.

Projektet har gett värdefull erfarenhet som nu snabbt bör kunna leda till det förenklade grundläggningsförfarande som egentligen var målet då detta projekt påbörjades i slutet av -70-talet.

Litteratur

Linkhorst, J, Samuelsson, S, 1979.

Inneluftsventilerade kryprum - en möjlighet till resursbesparing.
BFR Rapport R1:1979.

Clavensjö, B, Kumlin, H, 1984.

Radon i bostäder. Byggnadstekniska åtgärder vid ny- och ombyggnad.

Salzmann, T, 1984.

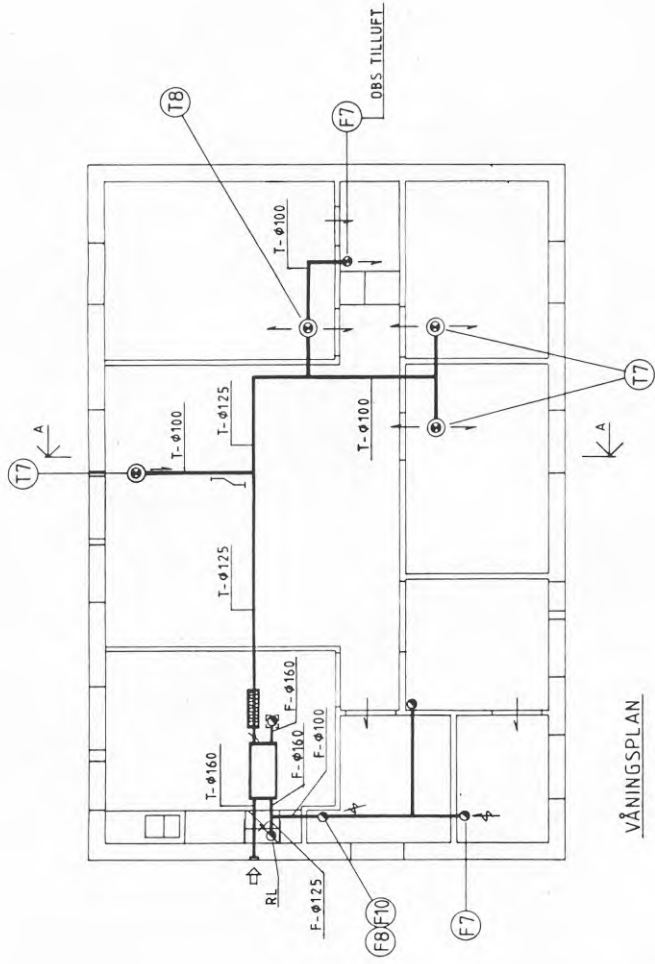
Luftvärmen på frammarsch. Byggnadstidningen nr 28.

Bjerking, S-E, 1984.

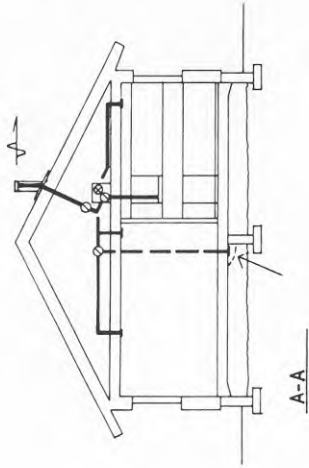
Energisparkvarter kv Rangström, Uppsala. Lägesrapport. Opublicerad.

Bilagor

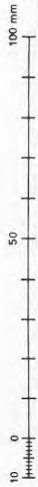
- Bilaga 1 Ritningar över husens tekniska utformning.
- Bilaga 2 Mätning och injustering av ventilationssystem.
- Bilaga 3 Termografering, rapport 1982-02-18.
- Bilaga 4 Täthetsprovning 1982-02-18.
- Bilaga 5 Täthetsprovning 1983-03-02.
- Bilaga 6 Kompletterande täthetsprovning och termografering 1983-10-11 och 1983-11-09.
- Bilaga 7 Mätning av dygnsvariationer av luftfuktighet och temperatur i grunderna under vecka 8216, 8312 och 8338.



VÅNINGSPÅN



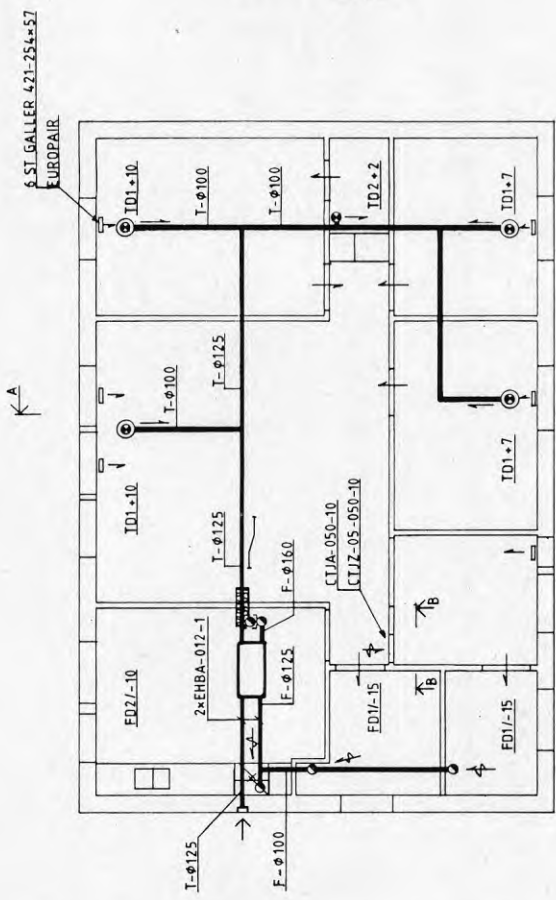
A-A



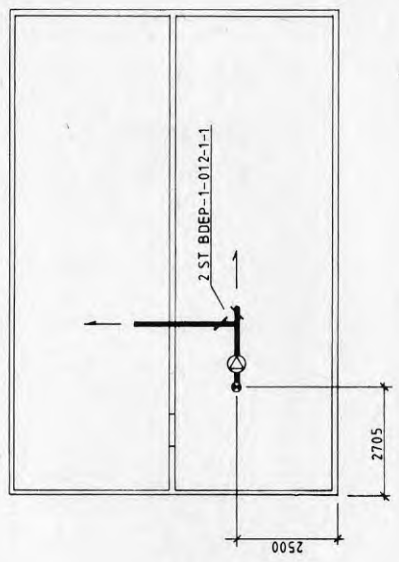
GOTGATAN 1:3
752 22 UPPSALA
TEL 018/14 94 80
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB
RIFAD KONSTR | HANDL | GRANSK | ARB

UPPSALA

REG. ANT.	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN.	DATUM
HULTSFREDS HUS HUSTYP B92-D1-R ÖRBYHUS HUS NR 1			
KOD. TYP. POS.		SKALA	BYGNINGSNÄMNDEN

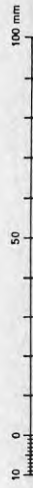


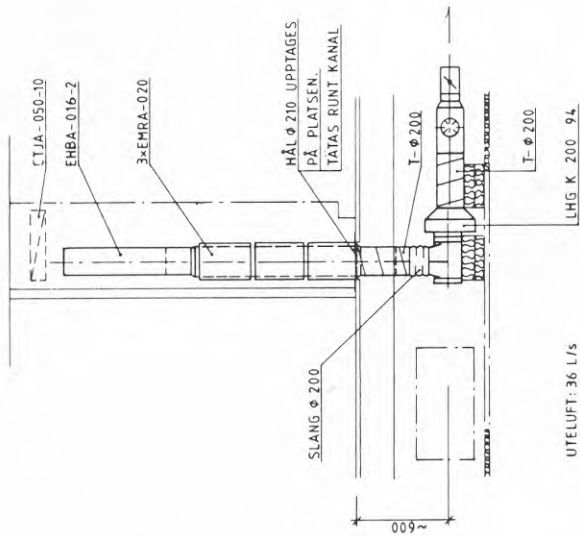
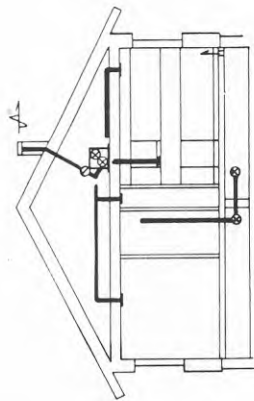
VÅNINGSPÅN



GRUND

REG. ANT.	REGISTRERINGEN ANSER	SIGN.	DATUM
HULTSFREDS HUS HUSTYP B92 D1 R ÖRBYHUS HUS NR 2			
GOTGATAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/14 94 80		BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB RITAD KONSTRUKTÖR TORANSKI ARB	
KOD TYP. POB.	RITINGSNUMMER	SKALA	REG.





UTELUFT: 36 L/s
FRÄNLUFT: 40 L/s

T01 = CTVA-1-010
FD1 = KGEB-1
FD2 = CPAC-3-6-1-0
ANGIVNA FLODEN I L/s

B-B



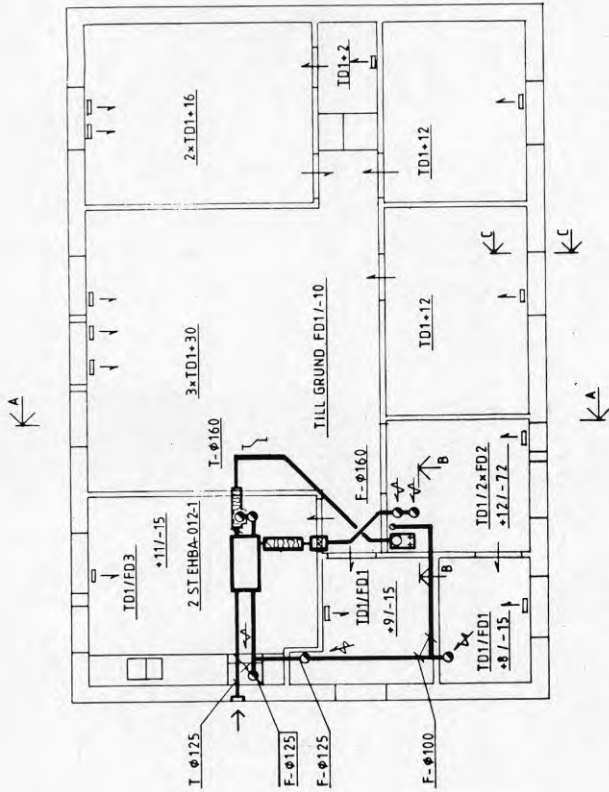
GOTGATAN 1-3
75222 UPPSALA
TEL 018/14 94 80
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB
RITAD KONSTR. HANDEL GRANSKAD ABE
UPPSALA

HULTSFREDS HUS
HUSTYP B92-01-R
ÖRBYHUS HUS NR 2

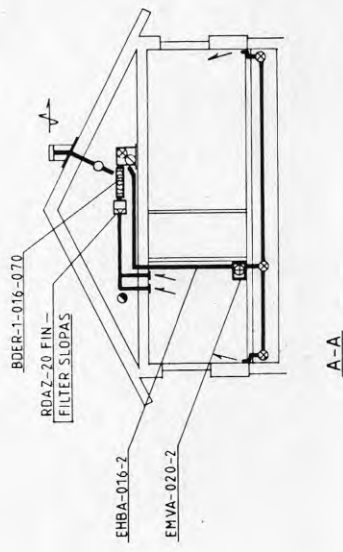
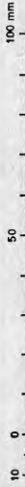
REG. ANT. REGISTRERINGEN AVSER SIGN. DATUM

KOD. TYP. POS. RITNINGSNUMMER

SKALA



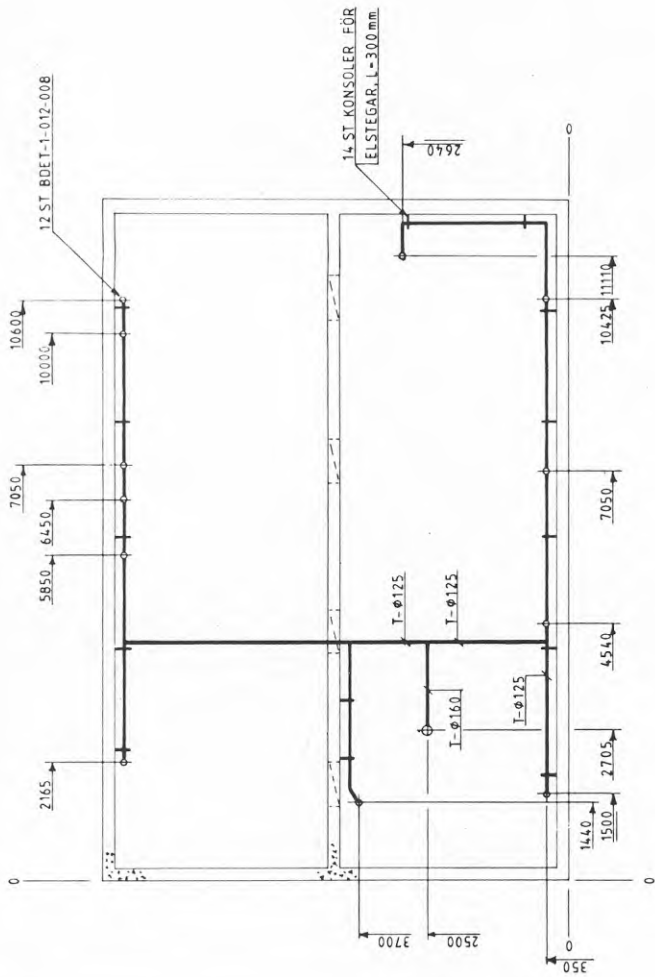
VÅNINGSPÅN



A-A

REG	ANT	REGISTRERINGEN	AVSER	SIDN	DATUM
<p>HULTSFREDS HUS HUSTYP B92-D1-R ÖRBYHUS HUS NR 3</p>			<p>SKALA</p>		
<p>GOTGATAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/14 84 80</p>			<p>RITNINGNUMMER</p>		
<p>bjerkling</p> <p>BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB RITAD KONSTRUKTÖR: TORANSKI ARBE</p>			<p>KOD-TYP-POS</p>		
<p>UPPSALA</p>			<p>REG</p>		

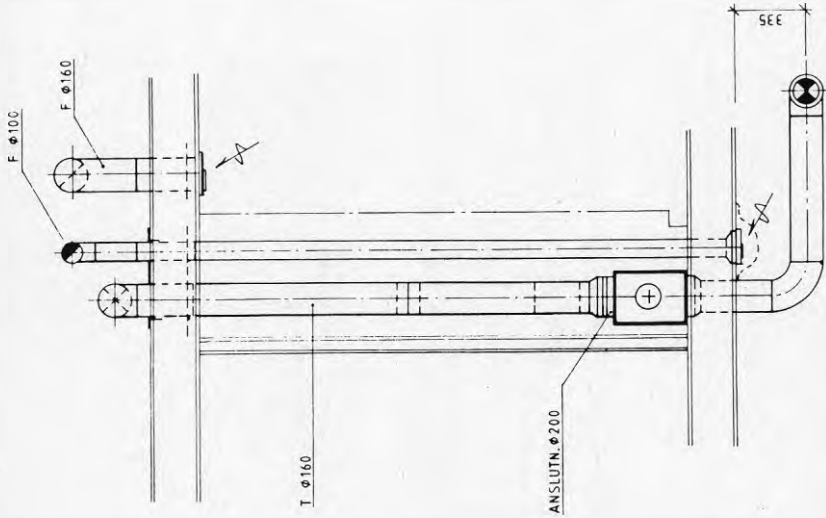
RITNINGSNUMMER



GRUND

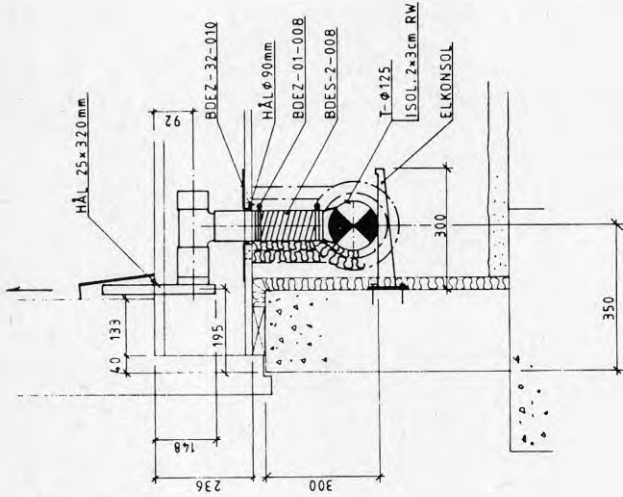
REG	ANT	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN	DATEM
GOTGATAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/14 94 80		HULTSFREDS HUS HUSTYP B92-01-R ÖRBYHUS HUS NR 3		
B J E R K I N G I N G E N J Ö R S B Y R Å A B RITAD I KONSTRELLI HANDL I GRANSK I ARB		SKALA	RITNINGSNUMMER	REG
UPPSALA		KOD	TYP	POS

RITINGSNUMMER



B-B

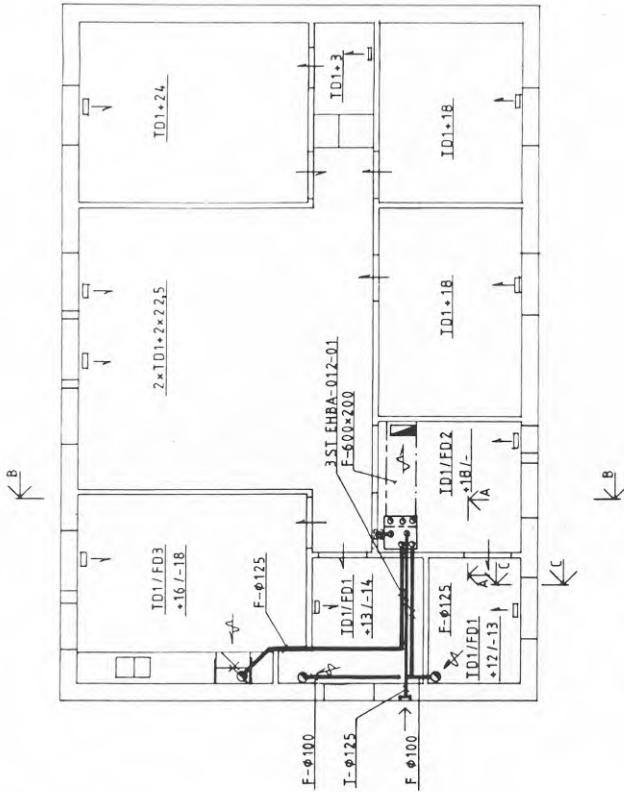
100 mm
50



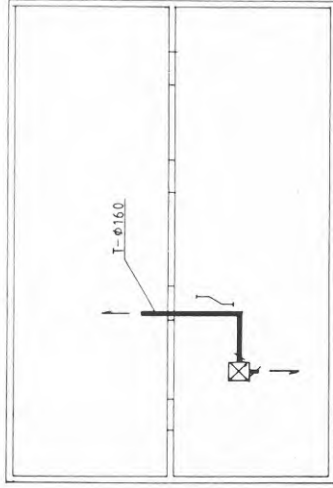
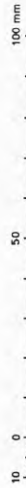
C-C

REC	ANT	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN	DATUM
HULTSFREDS HUS HUSTYP B92-D1-R ÖRBYHUS HUS NR 3				
GOTGATAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/149480			SKALA RITINGSNUMMER	
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB RITAD IKONSTRI HANDEL IGRANSKI ARB			KOD TYP POS RITINGSNUMMER	
UPPSALA			REG	

RIITINNUMMER



VÅNINGSPÅN



GRUND

REC	ANT	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN	DATUM
		HULTSFREDS HUS HUSTYP B92-D1-R ÖRBYHUS HUS NR 4		
GUTGATAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/14 94 80				
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB RITAD KONSTR. HANDELGRANSKI 488		SKALA		
KOD	TYP	POS	RITINGSNUMMER	
			REC	

Datum/Date

LF, B Ahnström

1981-10-22

Sid 1

Projekt "varma krypgrunder"

Under V 140 genomfördes kontroll av de fyra provhusen i Örbyhus med avseende på injustering och installation av ventilationsutrustning. På bifogade protokoll framgår resultat från flödesmätningarna samt övriga kommentarer till installationerna.

Husen är i stort sett klara för mätning, men eftersom inget av dem är bebodda (hus 4 inflyttning under okt) och ingen fukt alstras är provförutsättningarna ännu ej uppfyllda.

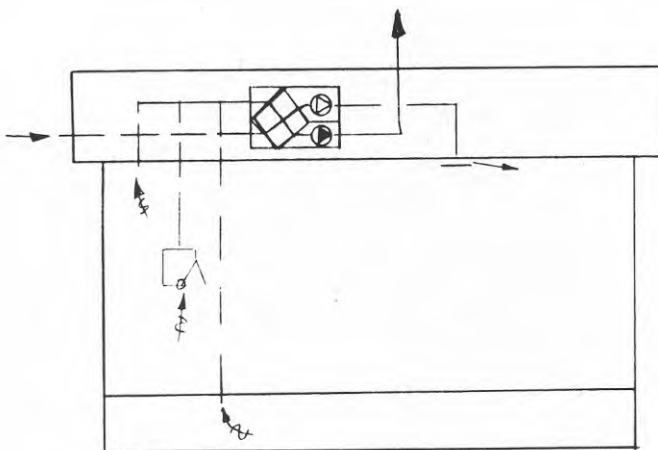
Redan vid mitt besök, då anl hade varit i drift några veckor, var fuktförhållandena i de oisolerade grunderna (hus 2 och 4) helt tillfredsställande (ca 50 % rel. fukt). De oisolerade grunderna hade en rel. fukt av nära 100 %.

Kännedom:

L,	T Rehnström
K5UP,	Ch Andersson
C1K,	B Christoffersson
H-hus,	H Czychon
Bjerkings,	S Samuelsson
Bjerkings,	B Bergström

MJ

Hus 1. Rexovent-standard

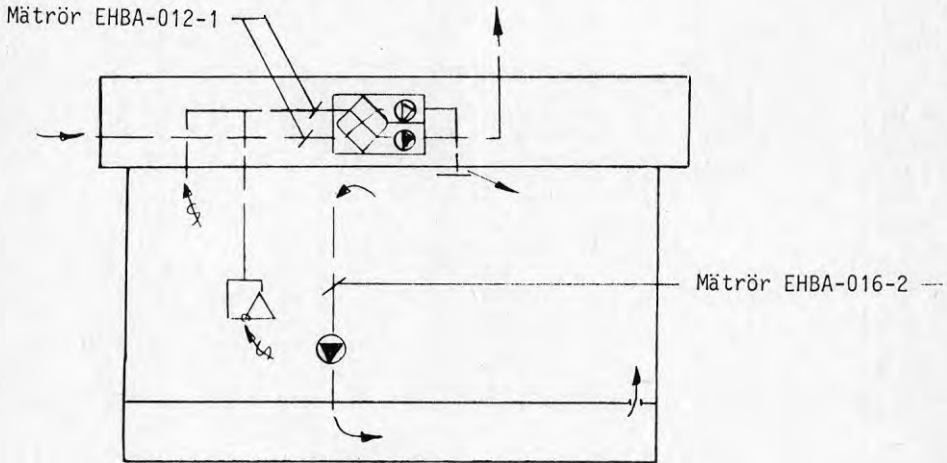


Rum	Don	Flöde (l/s)	
		föresk.	uppm.
Vard.rum	CTVA	10	~10
Sovr. 31	CTVA	10	~10
Sovr. 32	CTVA	7	~7
Sovr. 33	CTVA	7	~7
KLK	KGEZ-06	2	~2
Kök	CPAC-3	10	~10
Klädvård	KGEB	15	~15
Bad	KGEB	15	~15
Torp.gr.	KGEB	10	~10

Luftflödena stämmer väl med föreskrivna flöden.

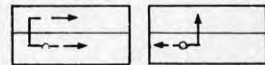
Tyristorer i spiskåpan defekt.
Utbytes.

Hus 2. Rexovent-standard + sep fläkt



Rum	Don	Flöde (l/s)	
		föresk.	uppm.
Vard.rum	CTVA	10	9
Sovr. 31	CTVA	10	9
Sovr. 32	CTVA	7	7
Sovr. 33	CTVA	7	6
KLK	KGEZ-06	2	1,5
Tilluft	EHBA-012-1	36	34
Kök	CPAC	10	10
Klädvård	KGEB	15	17
Bad	KGEB	15	16
Frånluft	EHBA-012-1	40	42
Cirk.fläkt	EHBA-016-2	-	0-140

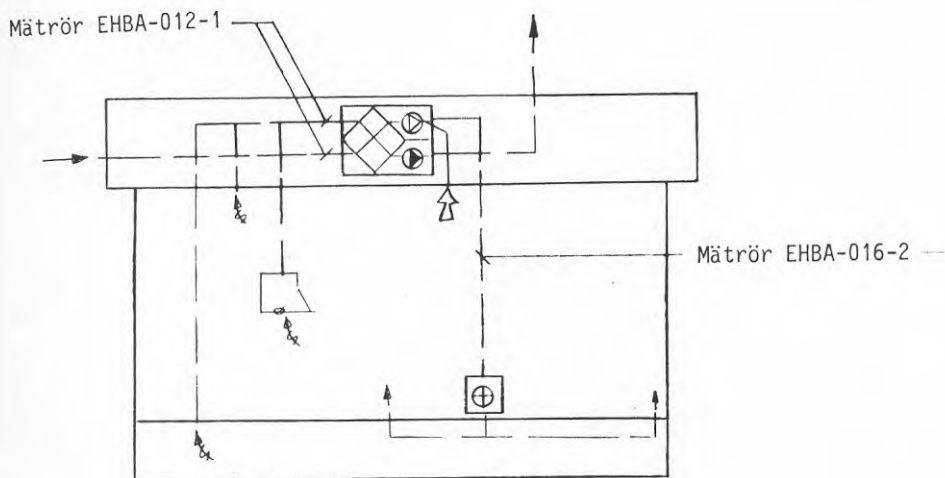
Luftflödena stämmer väl med föreskrivna flöden. Cirk. fläkten förorsakade hög ljudnivå (47 dB(A) i vard.rum). Den skall placeras i grunden. Vid 400 m³/h (110 l/s) var tryckskillnad mellan grund och bostad 7Pa. Kanalerna i grund ej enl ritn.



ritn install

Åtgärdas i samband med fläkstens omplacering.

Hus 3. Rexovent-plus (= kanaldistr varmluft)



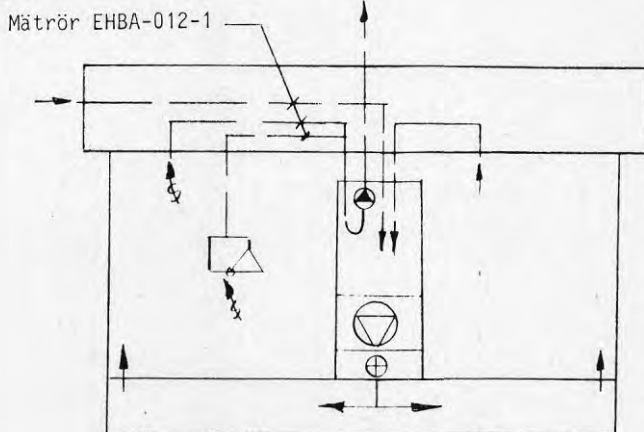
Rum	Don	Luftflöde (l/s) föreskr.	uppm.
Vard.rum	FEAE	30	21
Sovr. 31	FEAE	16	9
Sovr. 32	FEAE	12	6
Sovr. 33	FEAE	12	8
Tilluft	EHBA-016-2	112	92
Uteluft	EHBA-012-1	40	32
Returluft	KGEB-2	72	66
Frånluft	EHBA-012-1	55	48
Frånluft/ Tilluft		55/40= 1,4	48/32= 1,5
Bad	KGEB-1	15	12
Klädvård	KGEB-1	15	14

Såväl till- som frånluft är i underkant, men omsättnings-
talet är ca 0,5/h och ventilationskravet är uppfyllt i de olika rummen.
Totala tilluftflödet (330 m³/h) är tillräckligt för att bära husets värmebehov.

Anm:

1. Termostatsens känslkropp är felplacerad. Skall placeras i returluftens, någonstans mellan KGEB-2 i halltaket och REXOVENT-aggregatet.
2. Filterdelen i returluftkanalen är ej isolerad.

Hus 4. Varmluft i kryppgrund



Frånluft	Fläktvarvt.	Spjälläge	Kök l/s		Bad + klädv.		Totalt	
			uppm.	föreskr.	uppm.	föreskr.	uppm.	föreskr.
Normalvent.	max	min	13	18	30,5	27	43,5	45
Matlagn.	max	max	37,5		27		64,5	
Bortavaro	min	min	9,5		15,5		25	
—	min	max	21		22,5		43,5	

Tilluft

Fläktvarvtal	Returl.	Uteluft	Totalt	Föreskrivna flöden		Frånluft/tilluft	
				Returl	Uteluft	uppm.	föreskr.
1	82 *	16,5	98,5	123	40	2,6	1,13
2	113	23	136			1,9	
3	162	33,5	195,5			1,3	
4	189	40,5	229,5			1,1	
5	255	54	309			0,8	

*) Returluftspjäll i läge: 1 helt öppet och 2 helt stängt.

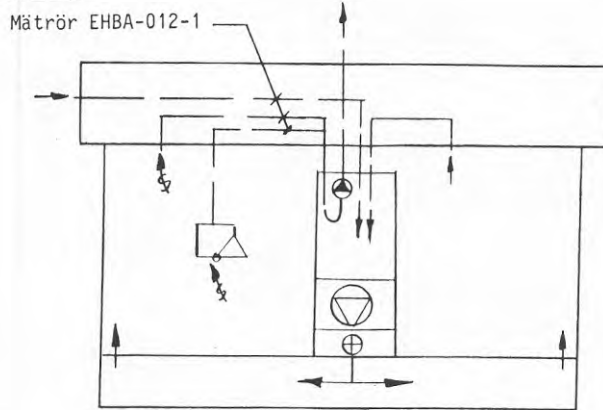
Tryckskillnader	grund - bostad - ute				
	varvtal	1	2	3	4
Grund - bostad		-	3	6	7
Bostad - ute				5	7
Grund - ute				1	3

Kraftiga fluktuationer p g a vind vid mätning av tryck relativt utomhus.

anm:

Termostat i aggregat saknas.

Hus 4. Varmluft i krypgrund



Frånluft	Fläktvarvt.	Spjälläge	Kök l/s		Bad + klädv.		Totalt	
			uppm.	föreskr.	uppm.	föreskr.	uppm.	föreskr.
Normalvent.	max	min	13	18	30,5	27	43,5	45
Matlagn.	max	max	37,5		27		64,5	
Bortavaro	min	min	9,5		15,5		25	
—	min	max	21		22,5		43,5	

Tilluft

Fläktvarvtal	Returl.	Uteluft	Totalt	Föreskrivna flöden		Frånluft/tilluft	
				Returl.	Uteluft	uppm.	föreskr.
1	82 *	16,5	98,5	123	40	2,6	1,13
2	113	23	136			1,9	
3	162	33,5	195,5			1,3	
4	189	40,5	229,5			1,1	
5	255	54	309			0,8	

*) Returluftspjäll i läge: 1 helt öppet och 2 helt stängt.

Tryckskillnader grund - bostad - ute

varvtal 1 2 3 4 5

Grund - bostad - 3 6 7 11 Pa

Bostad - ute 5 7 Pa

Grund - ute 1 3 Pa

Kraftiga fluktuationer p g a vind vid mätning av tryck relativt utomhus.

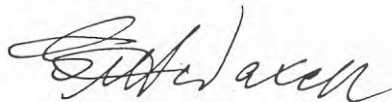
anm:

Termostat i aggregat saknas.

TERMOGRAFERINGSRAPPORT

Gyllby 1:34, Örbyhus.
Hus nr 4

Uppsala 1982-02-18



BYGG & TERMOKONSULT GERT WAXELL

8

Gatuadress	Postadress	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Falkvägen 28	Box 18024	018/42 91 91	784-1307	436 15 09-5
752 56 Uppsala	750 18 Uppsala			

Uppdragsgivare Bjerking Ingenjörbyrå AB
Götgatan 1
Uppsala

Objekt Gyllby 1:34, Örbyhus
Hus nr 4

Uppdrag Termografering med IR-kamera i syfte att söka klarlägga byggnadens isoler- och täthetsfunktion, samt att lokalisera eventuella isolerfel eller luftläckage i ytterväggar och bjälklag.

Mätmetod Termograferingen utfördes enligt SIS 02 42 10.

Utfört 1982-01-18

Provningsbetingelser och provningsutförande Följande väderleksförhållanden rådde för termograferingen:

	1982-01-17	1982-01-18
Molnighet	Mulet	Mulet
Lufttemperatur utomhus	-8/-12°C	-9°C
Lufttemperatur inomhus	22°C	22°C
Solbestrålning på fasad	Ingen	Ingen
Vindhastighet	0	0
Vindriktning		

Termograferingen utfördes genomgående inomhus, dvs på den varma sidan.

Samtliga ytmaterials emissionstal har här uppskattats till $0,9 \pm 0,05$.

Termograferingen utfördes på samtliga väggar och bjälklag, medan dokumentering enbart skett från vissa utvalda ytpartier som är markerade med pilar och siffror i bilaga 1.

Vid termograferingen var IR-kameran i huvudsak in-

ställd på mätområde 5 på grund av den stora temperaturskillnaden mellan ute och inne.

BILDKOMMENTARER

- Bild 1-2 Visar god tätande funktion hos drevning och tätningsslister.
- Bild 3-4 Terrassdörr mot golv med luftläckage, uppmätt till 1,2 å 2 m/sek vid dörrfodrets nederkant. Temperatursänkningen uppmättes till 7°C.
- Bild 5-6 Golvinkel med förväntad temperaturfördelning. Golvtemperaturen uppmättes till 23°C medan väggtemperaturen var 20,5°C, samtidigt som rumslufttemperaturen höll 21°C.
- Bild 7-8 Tak- och väggpartier med förväntad temperaturfördelning på såväl ytor som anslutningar. Väg- och takvinkel hade en temperatur som var 1,5° lägre.
- Bild 9-10 Golvparti i tvättstuga i anslutning till ytterdörr. Bilden visar en god täthet i såväl drevning som tätningsslister. Rumslufttemperaturen uppmättes till 22°C, ytterväggstemperaturen 21,5°C samt golvtemperatur 23,5°C.
- Bild 11-12 Takvinkel med en förväntad temperatursänkning på 1,5°C. Anslutningen syntes tät.

SAMMANFATTNING

Samtliga väggar och bjälklag konstaterades ha en jämn, förväntad temperaturfördelning. Mineralullen hade god anliggnng mot skivor och reglar.

Elementskarvar och anslutningar mellan väggar och bjälklag hade små temperatursänkningar, betingade av konstruktiva köldbryggor. samtliga anslutningar syntes täta.

Drevningar karm-vång hade god utfyllnad och tätning, bortsett från terrassdörr i vardagsrum där kraftig luftinläckning kunde konstateras vid dörrfodrets underkant på båda sidor.

Ikrypgrund kunde konstateras att luftläckage förlåg vid så gott som samtliga punkter där där virket i underflänsar stöter ihop vid yttervägg. Läckagen uppmättes till 0,3 å 0,6 m/sek.

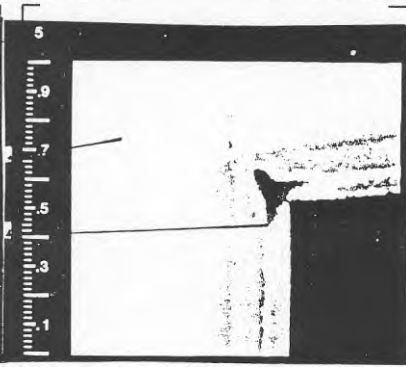
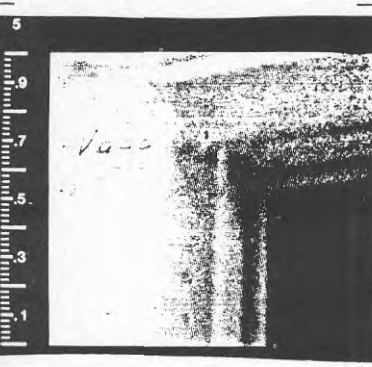
Vidare kunde läckage registreras i skarvar mellan mineralullsskivor på mark och mellan plastfolie och mineralull mot grundmurar. Efter några timmars mätning vid undertryck uppstod kondens på plastfolien mot grundmurar.

BEDÖMNING

Enligt min bedömning uppfyller överbyggnaden de krav som ställes på soler- och täthetsfunktion om den lokala bristen på drevning under tröskel vid terrassdörr åtgärdas.

Grundlådans täthet bedömer jag som ej tillfredsställande vid skarvar mellan underflänsvirken vid grundmurar. Stor risk för kondens föreligger då grundlådan normalt står under övertryck. Skarvarna bör tätas med elastisk fogmassa.

OBJEKT Gyllby 1:34, ÖRBYHUS

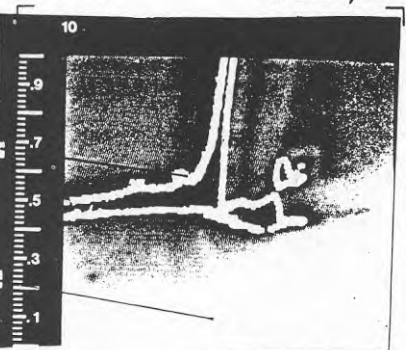
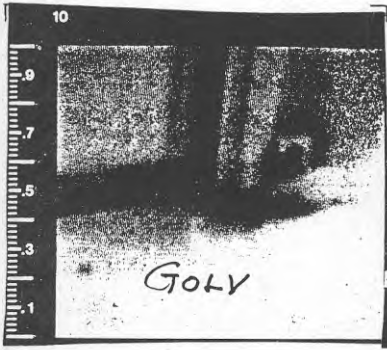


Hus/lgh _____
 p 1 Vard.

t_u -9 t_i 22 t_r 21,5
 t_i - t_u 31 Δp -5
 ΔI 1,2 Δt 2,4
 v 0,3

- FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID TERRASSDÖRR.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÄT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE.....

GRÄTNSBILD NR 3

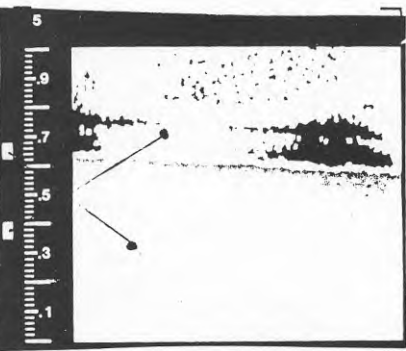
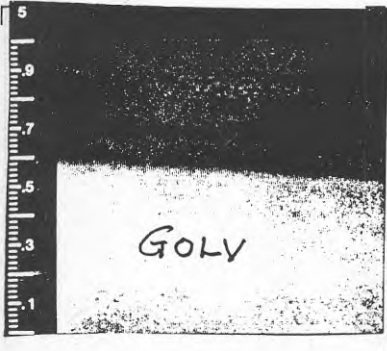


Hus/lgh _____
 p 3

t_u -9 t_i 22 t_r 2
 t_i - t_u 31 Δp -5
 ΔI 4,5 Δt 7
 v 1,2-2 m/sek

- FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÄT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE hos TERRASSDÖRR.....

GRÄTNSBILD NR 5

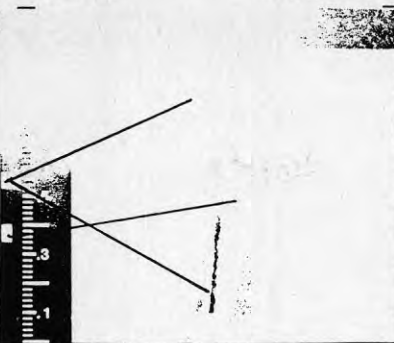
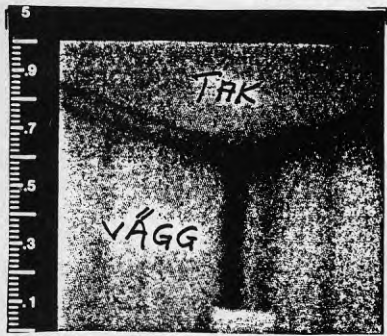


Hus/lgh _____
 p 5 Sovr. 1

t_u -9 t_i 21 t_r 23
 t_i - t_u 30 Δp -5
 ΔI 1,4 Δt 2,5

- FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID GOLV-VÄGG.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÄT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE.....

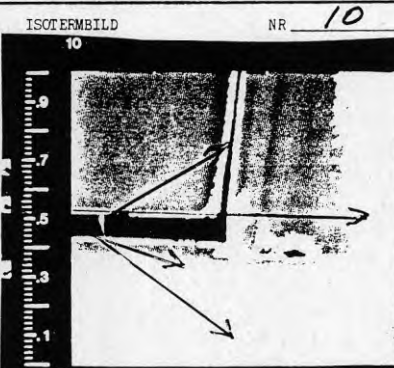
OBJEKT Gyllby 7:34, Örbyhus
 GRÄTNSBILD NR 7 ISOTERMIBILD NR 8



Hus/lgh _____
 p 7, sovrum 2

t_u -9 t_i 21 t_r 20.5
 $t_i - t_u$ 30° Δp -6
 ΔI 0.9 Δt 1.5
 v 0

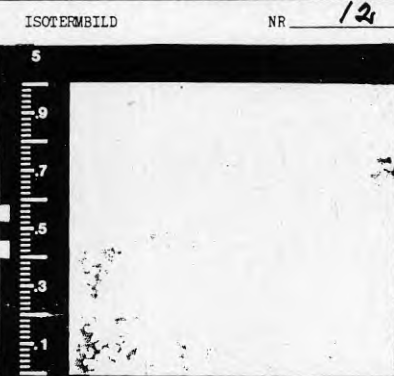
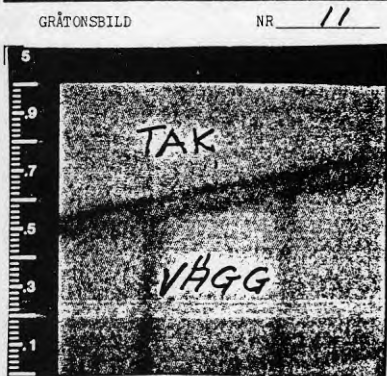
FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID YTTERVÄGGSHÖRN MOT TAK
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÅT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE.....



Hus/lgh _____
 p 9

t_u -9 t_i 22 t_r _____
 $t_i - t_u$ 31 Δp -5
 ΔI 2.2 Δt 3.0
 v 0

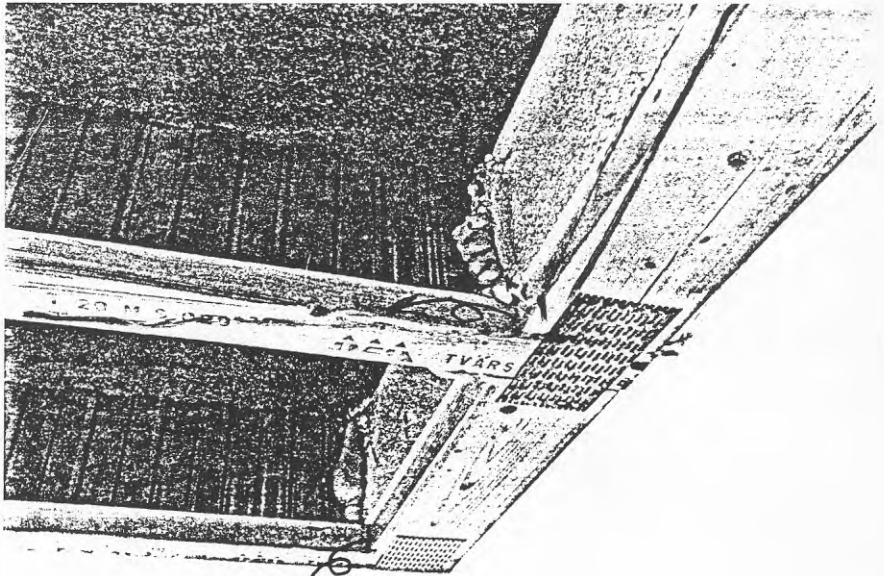
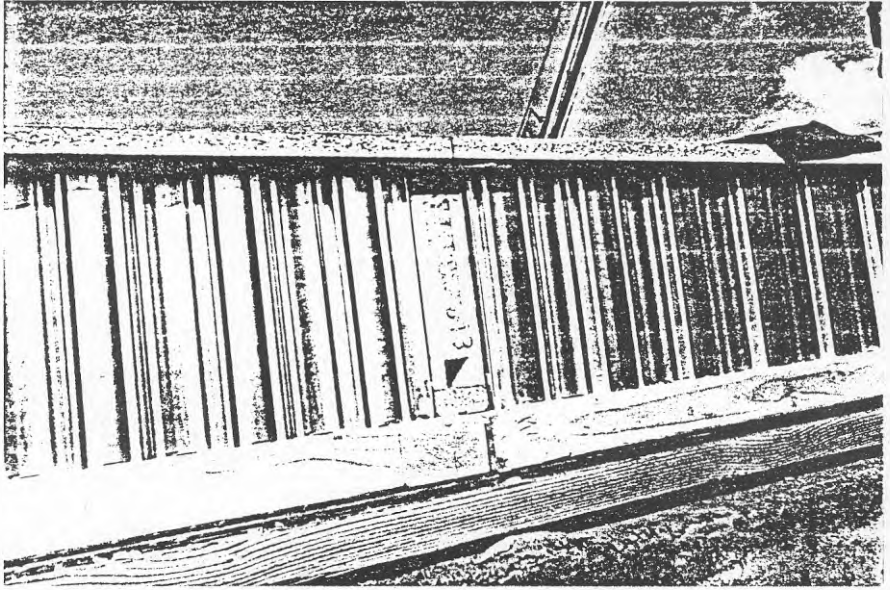
FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID TVÄTTSTUGEDÖRR
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÅT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE.....



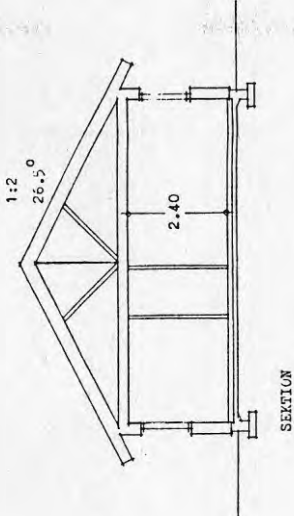
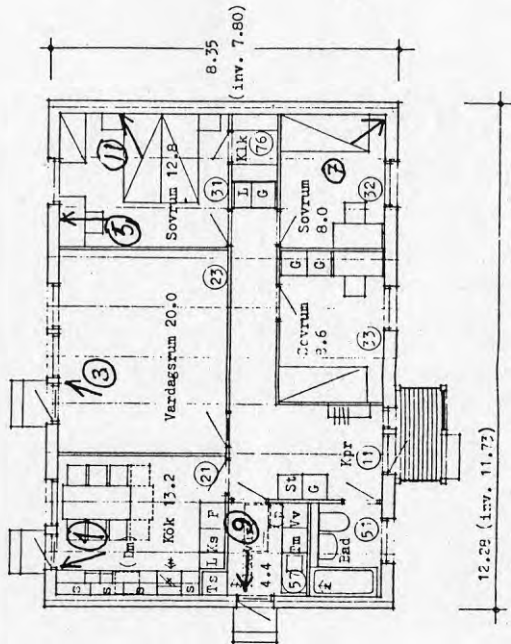
Hus/lgh _____
 p 11

t_u -9 t_i 21 t_r 20.5
 $t_i - t_u$ 30 Δp -5
 ΔI 0.6 Δt 1.5
 v 0

FÖRVÄNTAD-JÄMN TEMP.FÖRDELNING HOS YTPARTI VID VÄGG/TAK
 NEDKYLDA YTPARTIER VID.....
 NEDKYLDA YTPARTIER VID ANSLUTNING MELLAN YTTERVÄGG.....
 LUFTLÄCKAGE GENOM OTÅT FOG MELLAN KARM-VÄGG OCH KARM-BÄGE.....



Luftläckage



ENTRÉVNING
Feststadsyta: 51,5 m²



DATUM		REVIDERING AV ORIGINAL		RITAD		GRÄNSK	
		<i>Gyllby 1:34</i>					
		<i>Örbyhus</i>					
RITAD		MÅTT		MÅTT		MÅTT	
		1:20		1:20		1:20	
HUSSTYP		HUSSTYP		HUSSTYP		HUSSTYP	
B92-B1-R		B92-B1-R		B92-B1-R		B92-B1-R	
REDBRA SKOGSKÄRNAN AB HULTSFREDS-HUS <small>87100 HULTSFRED</small> <small>TELEFON 12020</small>				DATUM: 7/5 RITAD: -02 MÅTT: 1:11,0 ARKITEKTKONTORET			
BILD:				BILD:			

RAPPOR T ÖVER TÄTHETSPROVNING

Gyllby 1:34, Örbyhus
Hus Nr 4

Uppsala 1982-02-18

BYGG & TERMOKONSULT GERT WAXELL

8

Gatuadress	Postadress	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Falkvägen 28	Box 18024	018/42 91 91	784-1307	436 15 09-5
752 56 Uppsala	750 18 Uppsala			

Objekt Gyllby 1:34, örbyhus
Hus nr 4

Uppdragsgivare Bjerking Ingaenjörbyrå AB
Götgatan 1
Uppsala

Uppdrag Bestämning av byggnaders täthet med hjälp av under-
resp övertryck enligt metod SP-MET 1977:1.

Utfört 1982-01-18

Provningsbetingelser och provningsutförande
Lufttemperatur utomhus: -9°C
Lufttemperatur inomhus: 22°C
Vindhastighet: 0

Alla öppningar avsedda för frivillig ventilation tätades med lufttät tejp. Entrédörren ersattes med en tät skiva, vilken fästes lufttätt mot dörrkarm. Mätrör och fläkt anslöts till skivans hål för mät-röret. Tryckskillnaden över byggnadens omslutnings-
ytor, samt luftflödet i mätröret uppmättes med U-rörsmanometer.

Provning utfördes i varje lägenhet med såväl under-
som övertryck. Trycksänkning resp tryckökning på-
gick intill dess att en tryckskillnad över byggnadens
omslutande ytor av ca ± 50 Pa registrerades. Medel-
värdet av de båda luftflödena enligt ovan är ett
mått på byggnadens lufttäthet.

Med kännedom om lägenheternas volym kan provnings-
resultatet anges som antalet luftomsättningar per
timma vid en viss tryckskillnad över byggnadens om-
slutningsytor.

Provningsresultat Erhållna värden framgår av bilaga 1. Övre kurvan avser omsättningar med luckan till grundlådan öppen. medan den undre avser huset med ventilationsdon tejpade.

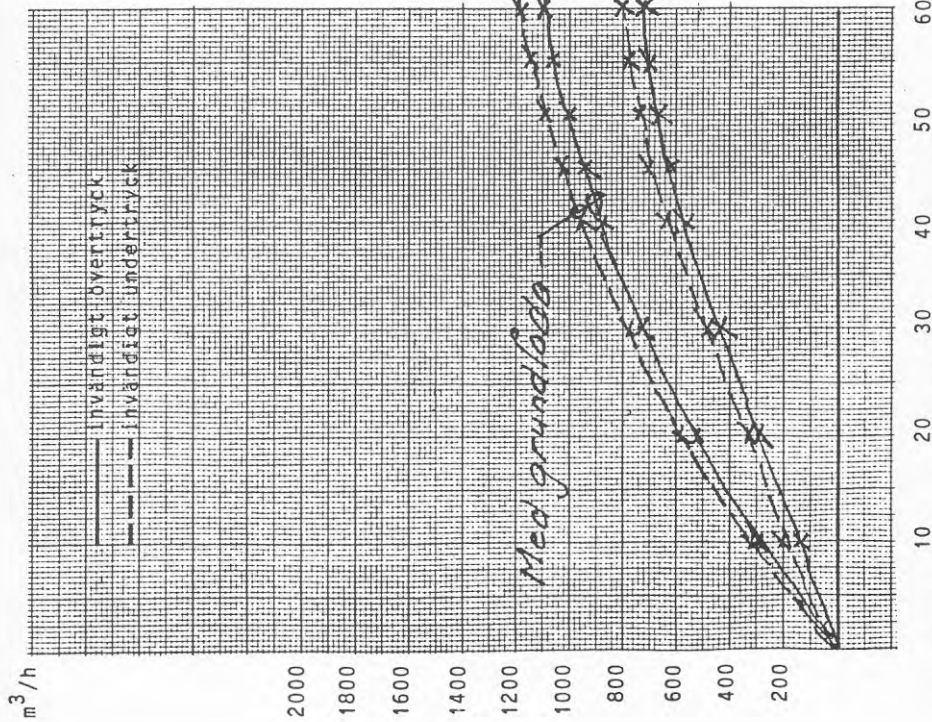
Slutresultat Medelvärden av uppmätta luftflöden vid invändigt under resp övertryck blir vid ± 50 Pa för det provade huset blir:

Exklusive grundlåda: $700 \text{ m}^3/\text{h}$, $3,0 \text{ oms/h}$.

Inklusive grundlåda: $1050 \text{ m}^3/\text{h}$, $3,4 \text{ oms/h}$

Mätnoggrannheten har uppskattats till $\pm 0,2 \text{ oms/h}$.

DIAGRAM ÖVER LUFTOMSÄTTNINGAR



DATUM... 1988-01-18

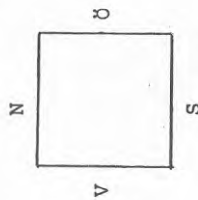
OBJEKT... Gyllby 1:34

... Gr. by. hus, Hus 4

T_i... 22°C

T_u... -9°C

VINDHASTIGHET M/S... 0



VINDRIKTNINGEN ANGES MED PIL INOM KVADRATEN

LÄGENHETENS VOLYM: ... 229 m³

	ja	nej
FÄRDIGSTÄLLD BYGGNAD	X	
MÅLNINGSARBETET FÄRDIGT	X	
TÄCKLISTER MONTERADE	X	
MATTOR LAGDA	X	
TÄTNINGSLISTER MONTERADE	X	

ÖVRIGT... 305 m³ inkl. grundlägg

Täthetsprovning nr 2.
Gyllby 1:34, hus 4
Örbyhus

Utfört 1983-03-02

Täthetsprovningen har utförts likadant som föregående mätning 1982-01-18 och väderleksförhållandena har varit närmast identiska.

Resultatet visar att luftomsättningen var ca $915 \text{ m}^3/\text{h}$, $4,0 \text{ oms/h}$ exklusive grundlåda och ca $1170 \text{ m}^3/\text{h}$, $3,8 \text{ oms/h}$ inkl grundlåda, mot tidigare $700 \text{ m}^3/\text{h}$, $3,0 \text{ oms/h}$ resp. $1050 \text{ m}^3/\text{h}$, $3,4 \text{ oms/h}$.

Ökningen av luftomsättningar visar att något hänt med huset sedan föregående mätning. Det kunde konstateras att tätningslister runt fönster tappat något av sin tidigare täthet. Vissa läckage tejpades innan mätning. Hela ökningen torde dock ej kunna förklaras av brister hos tätningslister, men någon annan orsak har ej kunnat konstateras.

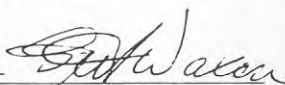
Slutsatser är svåra att dra då över 13 månader gått sedan föregående mätning. Uttorkning av byggnadsmaterial kan ge upphov till nya luftläckage.

Om någon slutsats skall dragas, kan konstateras att skillnaden mellan luftomsättningar med resp utan grundlåda var ca $255 \text{ m}^3/\text{h}$ mot tidigare $350 \text{ m}^3/\text{h}$. Alltså en förbättring med ca $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Försämringen mot tidigare luftomsättningar exkl grund låda är ca $215 \text{ m}^3/\text{h}$, medan motsvarande tal inkl grundlåda är ca $120 \text{ m}^3/\text{h}$, således även här en skillnad på $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

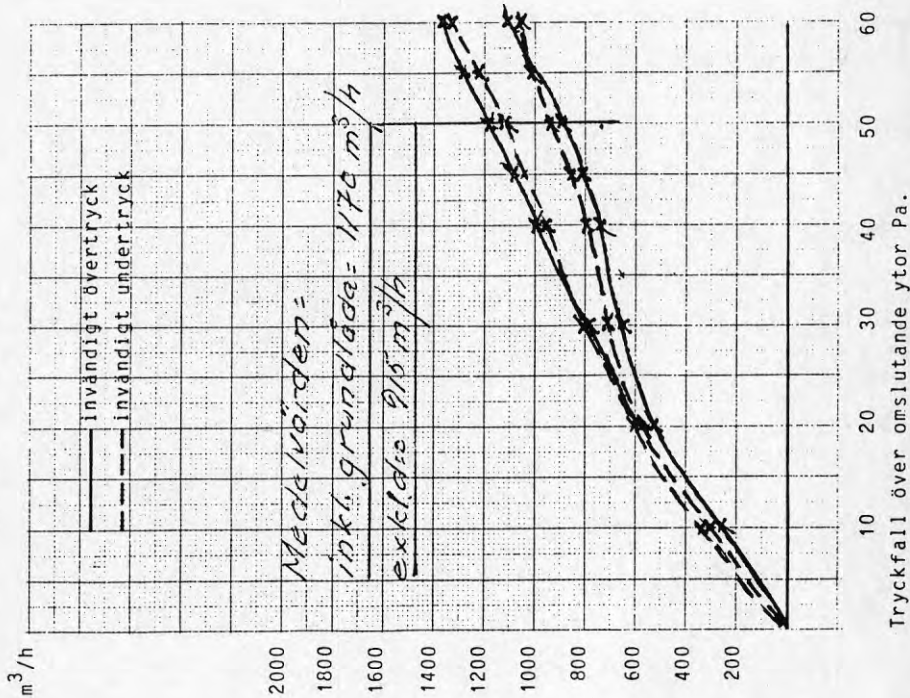
De 100 m^3 som skiljer ide båda fallen kan härröra från en förbättring av grundlådans täthet efter utförda tätningar, men med tanke på den stora skillnaden mellan de båda mätningarna kan viss del komma från nya läckage mellan grundlåda och hus.

Uppsala 1983-03-03 BYGG & TERMOKONSULT GERT WAXELL



Gatuadress	Postadress	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Falkvägen 28 752 56 Uppsala	Box 18024 750 18 Uppsala	018/42 91 91	784-1307	436 15 09-5

DIAGRAM ÖVER LUFTOMSÄTTNINGAR



DATUM. 1983-03-02

OBJEKT. Gyllby. 1:34

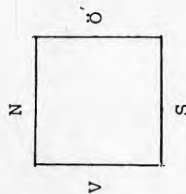
Örbyhus

Hus nr 4

T₁ 7.2.2. °C

T_u -8 °C

VINDHASTIGHET M/S



VINDRIKTNINGEN ANGES MED PIL INOM KVADRATEN

LÄGHEITENS VOLYM: $\times 229 m^3$

	ja	nej
FÄRDIGSTÄLLD BYGGNAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MÅLNINGSARBETET FÄRDIGT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TÄCKLISTER MONTERADE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATTOR LAGDA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TÄTNINGSLISTER MONTERADE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ÖVRIGT
 x ca. 50% av inl. ...
 x ca. 50% av inl. ...

RAPPORT FRÅN KOMPLETTERANDE TÄTHETSPROVNING OCH
TERMOGRAFERING

Utfört 1983-10-11 och 1983-11-09

Objekt: Gyllby 1:34 och 1,36, hus 4 resp 2.

Termografering av hus 2 gav samma värden på isoler- och täthetsfunktion som tidigare utförd termografering av hus nr 4.

Efterkontroll med värmekamera i hus 4 marginella och försumbara försämringar vad gäller lufttätethet i golvvinkel och i viss mån även i takvinkel. Mycket små, knappt mätbara luftläckage kunde punktvis registreras på några ställen vid bjälklagselements skarvar. Det försämrade resultatet vid provtryckning nr 2, utförd 1983-03-02, bedöms därför till sin helhet på försämrade tätande funktion hos fönsterlister.

Täthetsprovning (nr 3) i hus nr 4, efter utförda tätningsarbeten visade en förbättrad täthet av ca $30 \text{ m}^3/\text{h}$, vilket får anses ligga inom felmarginalen.

Täthetsprovning av hus nr 2 visade inkl grundlåda ungefär samma värden som hus nr 4:s senaste mätning, 1105 m^3 jämfört med $1140 \text{ m}^3/\text{h}$.

Mätning exkl grundlåda gav dock mycket stora skillnader. Hus 4 hade en omsättning av $890 \text{ m}^3/\text{h}$, jämfört med $535 \text{ m}^3/\text{h}$ för hus 2. Den stora skillnaden, 65%, kan ligga i större täthet mellan grundlåda och huset i hus 2, men är ej troligt då samma tätningsarbeten utförts på båda husen.

Skillnaden i omsättningar i grund lådan förklaras av att stora luftläckage kunde konstateras vid el- och avloppsservicens genomföringar i plasten. Isingelfyllningen runt rören kunde en luft-hastighet på 5 m/sek uppmätas. Läckagevägens area är mycket svår att uppskatta. En yta på $10 \times 10 \text{ cm}$, som en uppskattning ger en

Gatuadress
Falkvägen 28
752 56 Uppsala

Postadress
Box 18024
750 18 Uppsala

Telefon
~~018 42 27 21~~
018/13 70 70

Bankgiro
784-1307


Postgiro
436 15 09-5

G.C.

Luftmängd på ca 180 m³/h., vilket ger en fingervisning på hur stor inverkan bristen få på den totala tätheten.

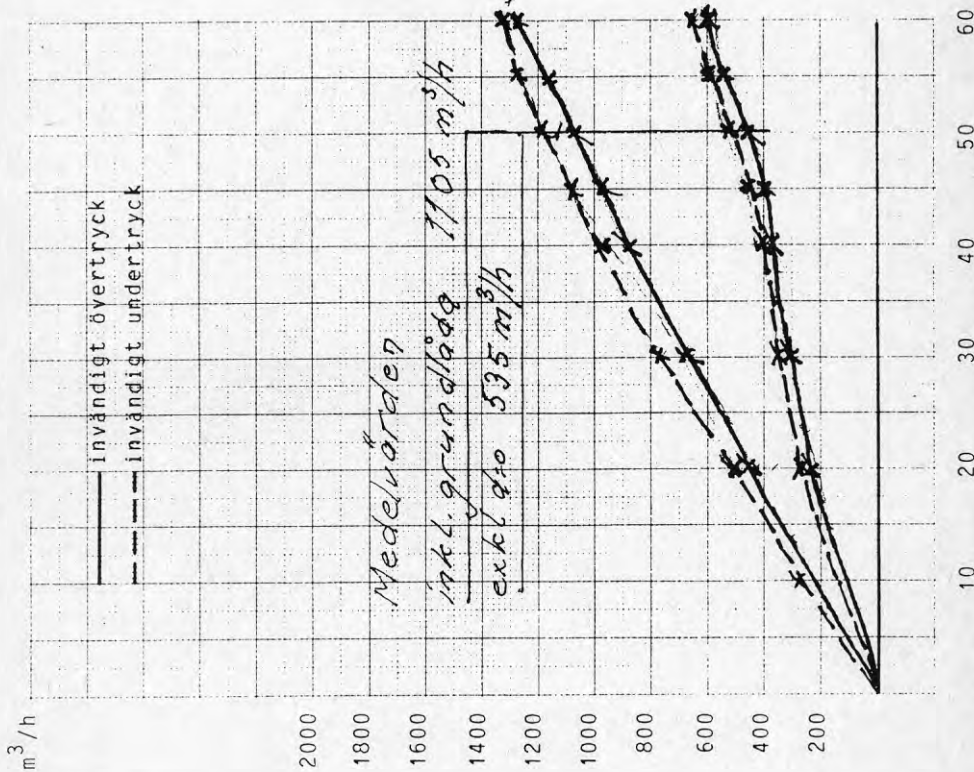
Den slutsats som kan dragas av de utförda provningarna är att luftläckage genom mark har en förvånade, men uppenbar inverkan på tätheten, varför stor vikt bör läggas på grundlådans täthet mot såväl grundmurar, mark oc genomföringar av installationer i plasten.

Uppsala 1983-11-30



BYGG & TERMOKONSULT GERT WAXELL

DIAGRAM ÖVER LUFTOMSÄTTNINGAR



DATUM... 1983-11-09

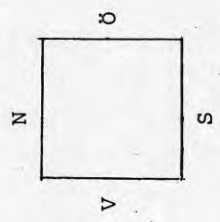
OBJEKT... Gyllby 1:36

Hus nr. 2

T_i ... +17.5°C

T_u ... +7.5°C

VINDHASTIGHET M/S... 0



VINDRIKTINGEN ANGES MED PIL INOM KVADRATEN

LÄGENHETENS VOLYM:

FÄRDIGSTÄLLD BYGGNAD:

MÅLNINGSARBETET FÄRDIGT:

TÄCKLISTER MONTERADE:

MATTOR LAGDA:

TÄTNINGSLISTER MONTERADE:

ÖVRIGT:

	ja	nej
FÄRDIGSTÄLLD BYGGNAD	X	..
MÅLNINGSARBETET FÄRDIGT	X	..
TÄCKLISTER MONTERADE	X	..
MATTOR LAGDA	X	..
TÄTNINGSLISTER MONTERADE	X	..

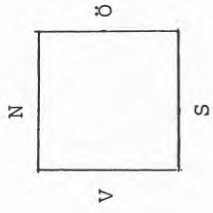




**BYGG &
TERMO-
KONSULT**
GERT WAXELL

DATUM... 1983-10-11.....
 OBJEKT... G.g. l.b.y. T=34.....
 Ö.b.y. h. u.s.
 H.h.s. o.r. 4.....
 T_i ... 21 °C.....
 T_u ... 12 °C.....

VINDHASTIGHET M/S... 0.....

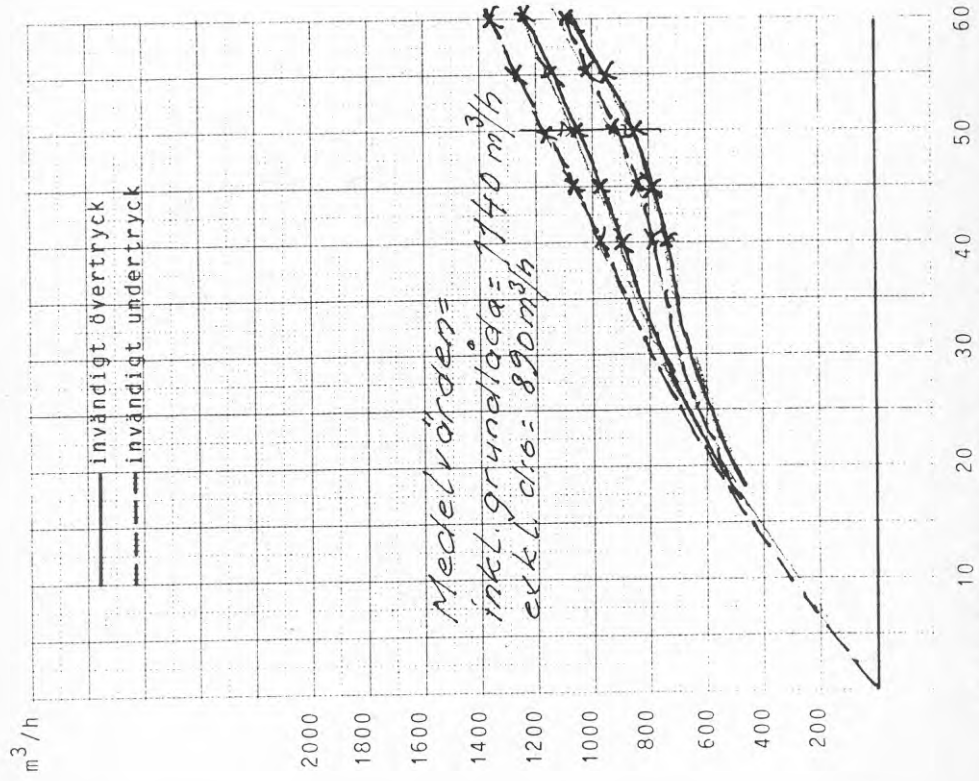


VINDRIKTNINGEN ANGES MED PIL INOM KVADRATEN

LÄGENHETENS VOLYM:

FÄRDIGSTÄLLD BYGNAD,	ja	nej
MÅLNINGSARBETET FÄRDIGT:
TÄCKLISTER MONTERADE
MATTOR LAGDA
TÄTNINGSLISTER MONTERADE

DIAGRAM ÖVER LUFTOMSÄTTNINGAR



Tryckfall över omslutande ytor Pa.

HUS 1

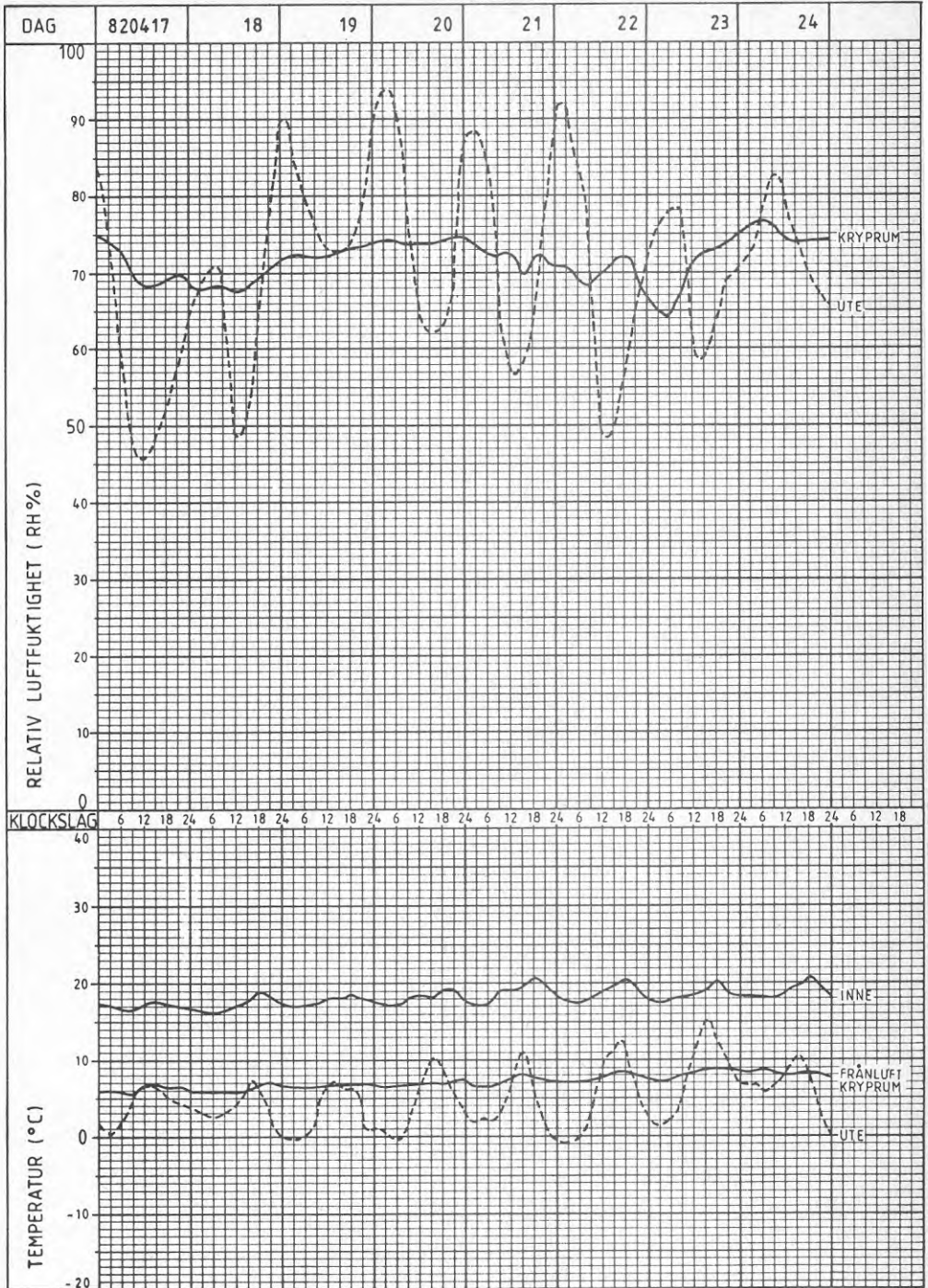


DIAGRAM 7-1

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 1 samt ute under vecka 8216.

HUS 2

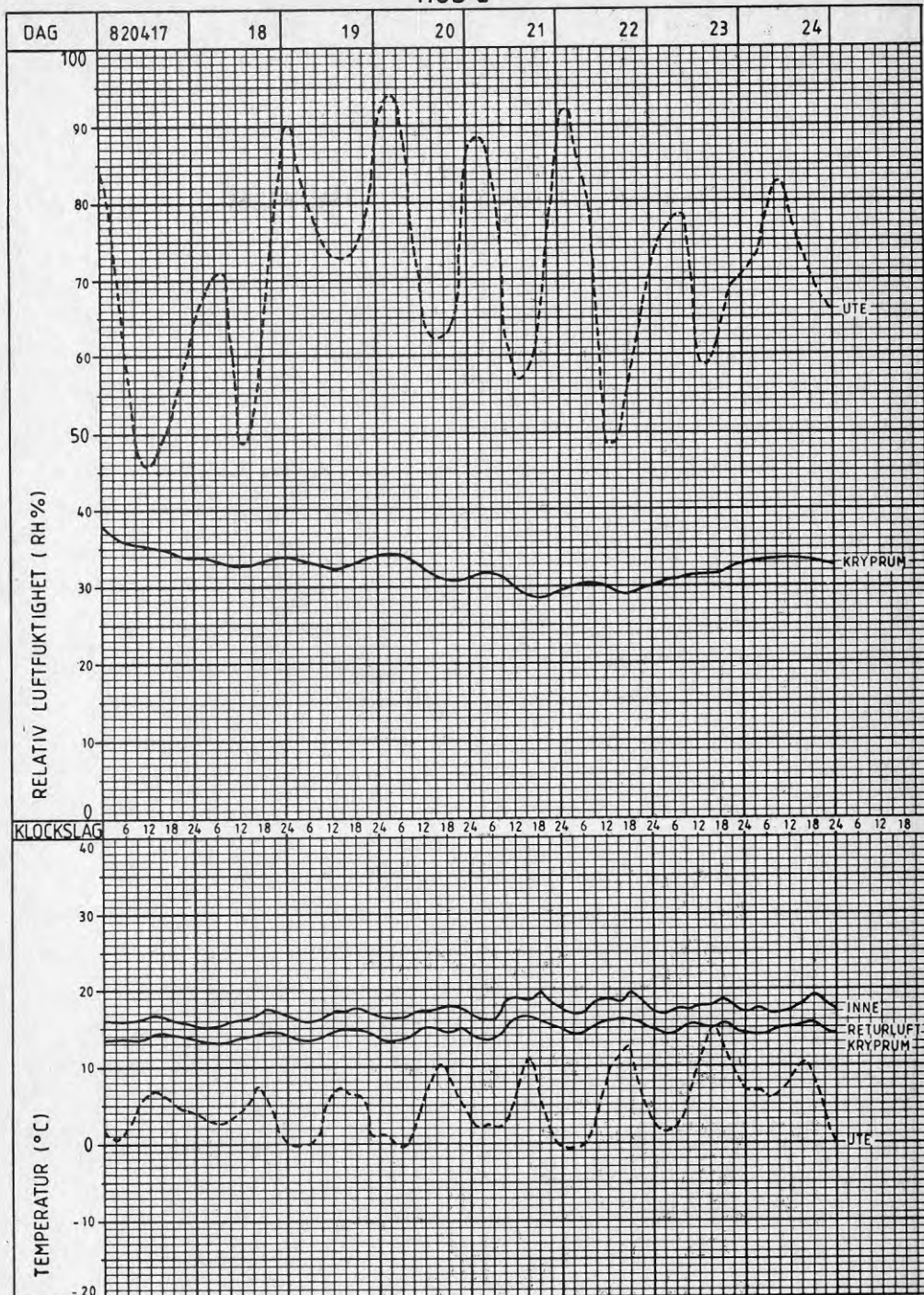


DIAGRAM 7-2

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 2 samt ute under vecka 8216.

HUS 3

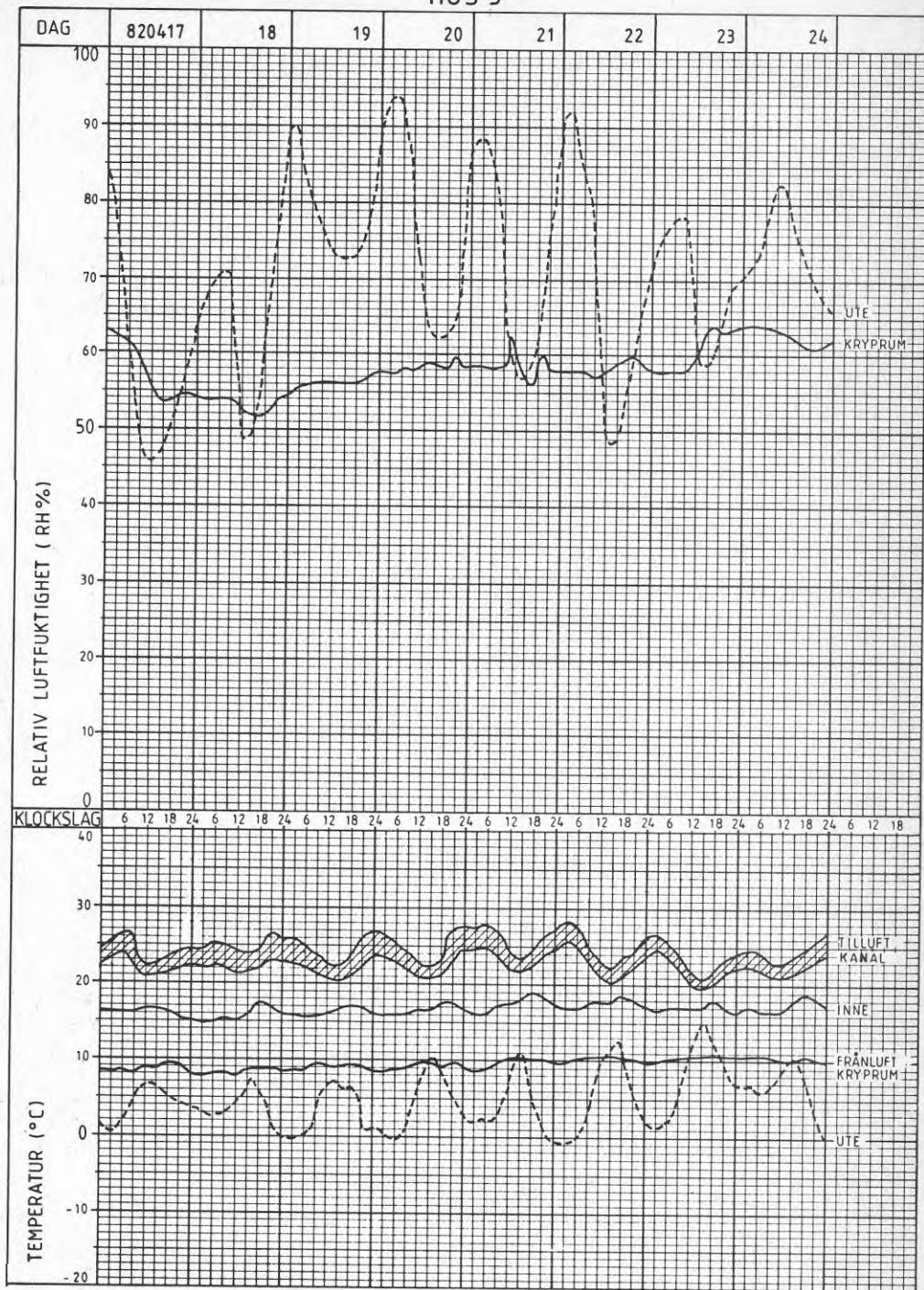


DIAGRAM 7-3

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 3 samt ute under vecka 8216.

HUS 4

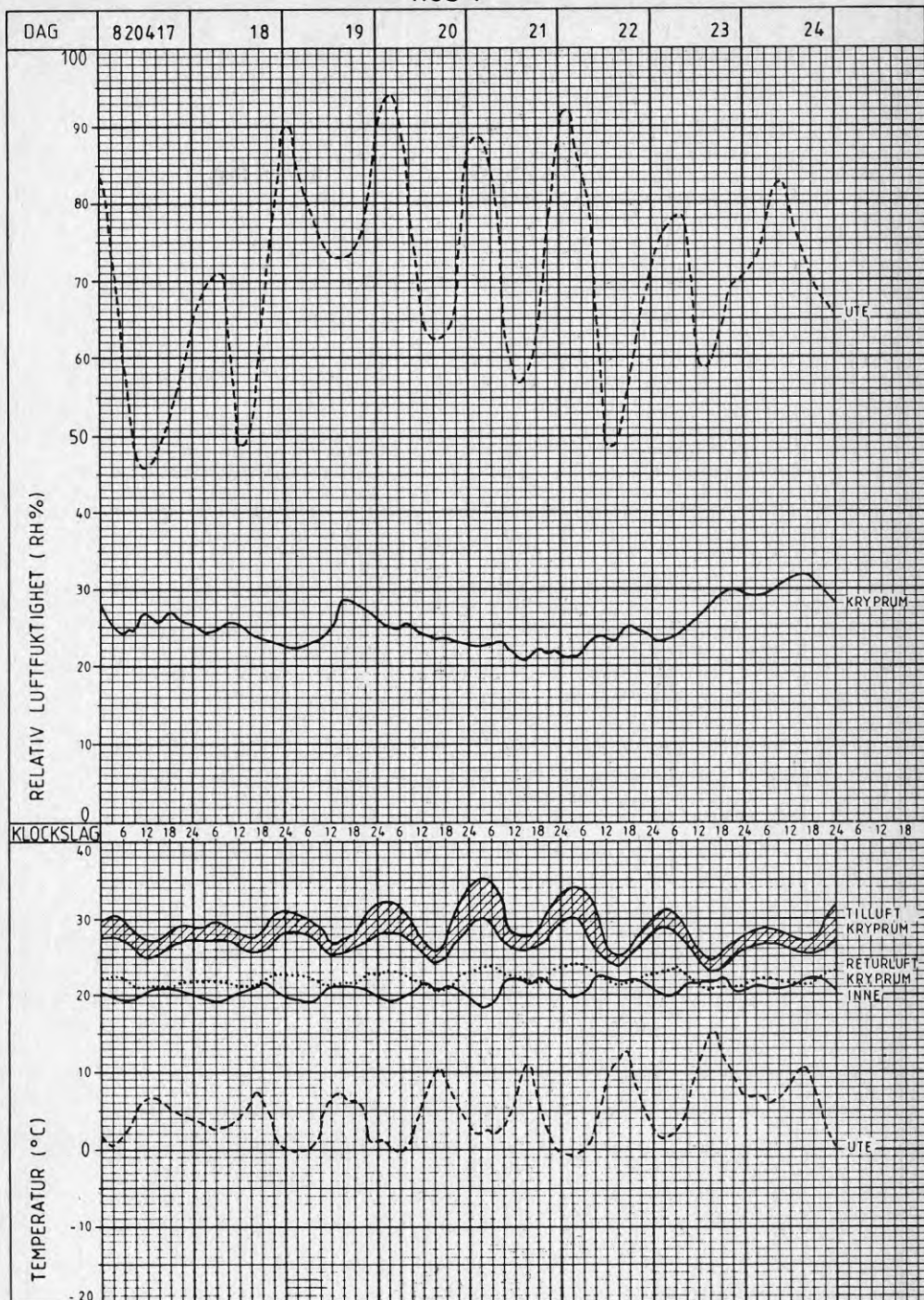


DIAGRAM 7-4

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 4 samt ute under vecka 8216.

HUS 1

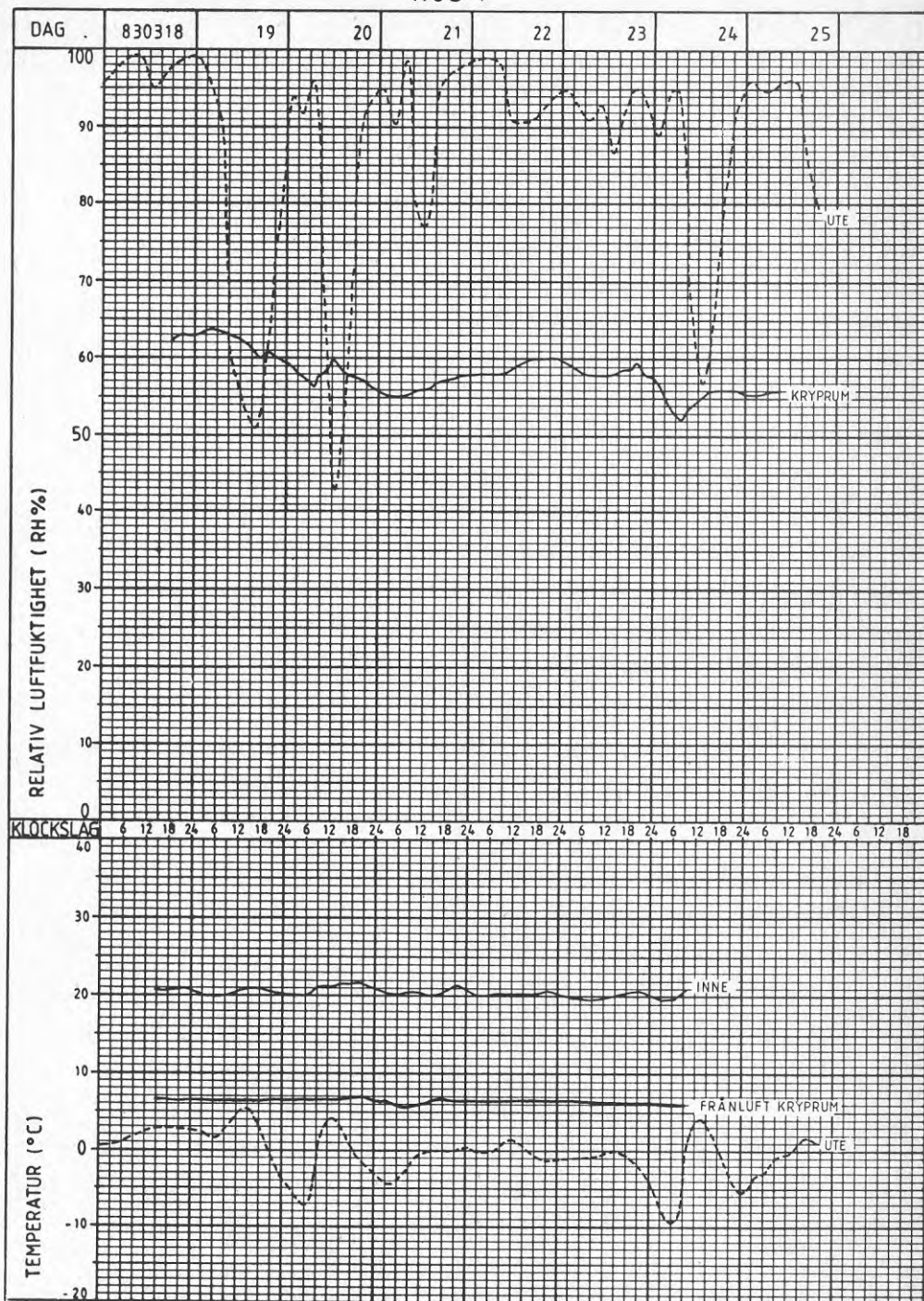


DIAGRAM 8-1

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 1 samt ute under vecka 8312.

HUS 2

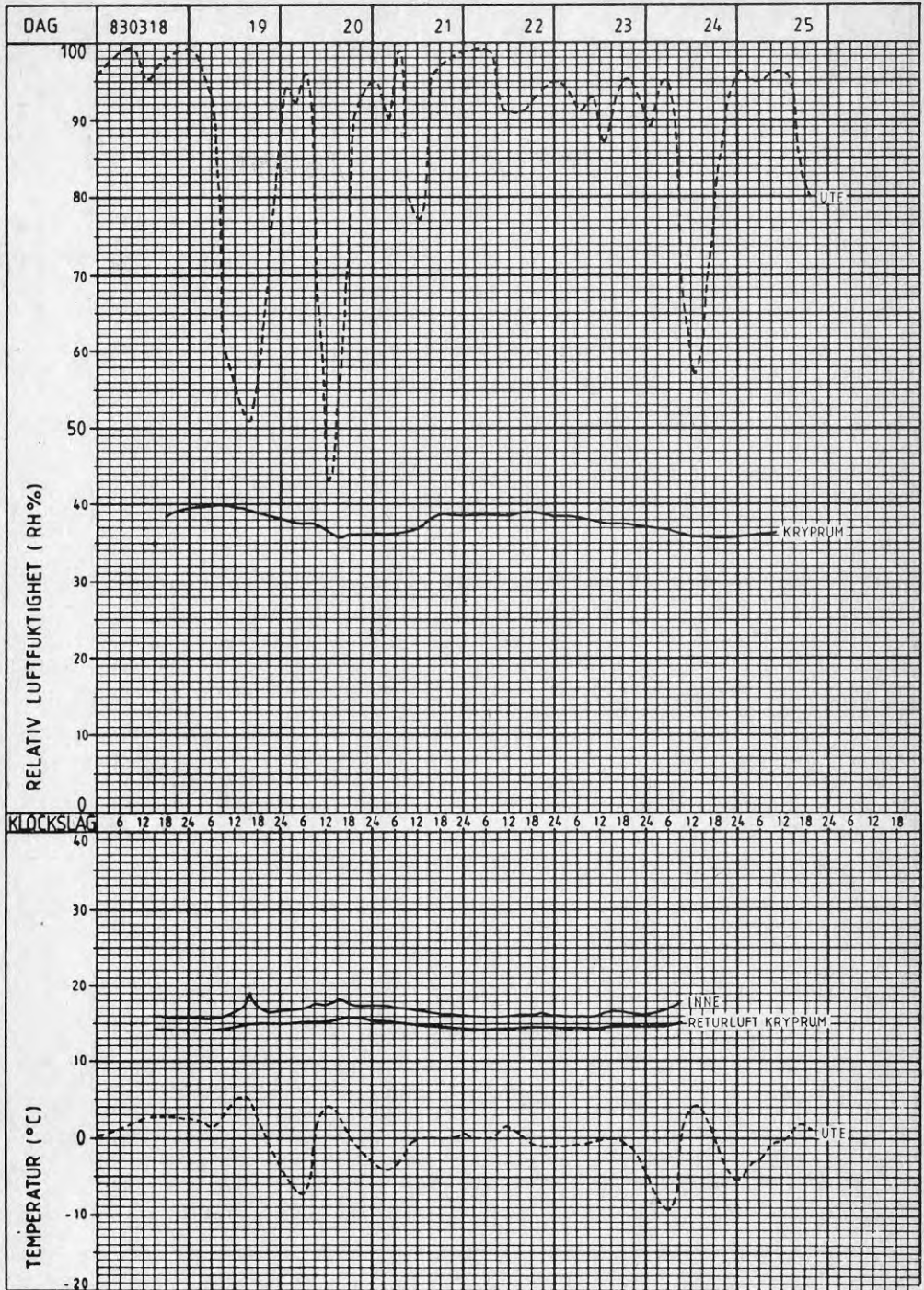


DIAGRAM 8-2

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 2 samt ute under vecka 8312.

HUS 3

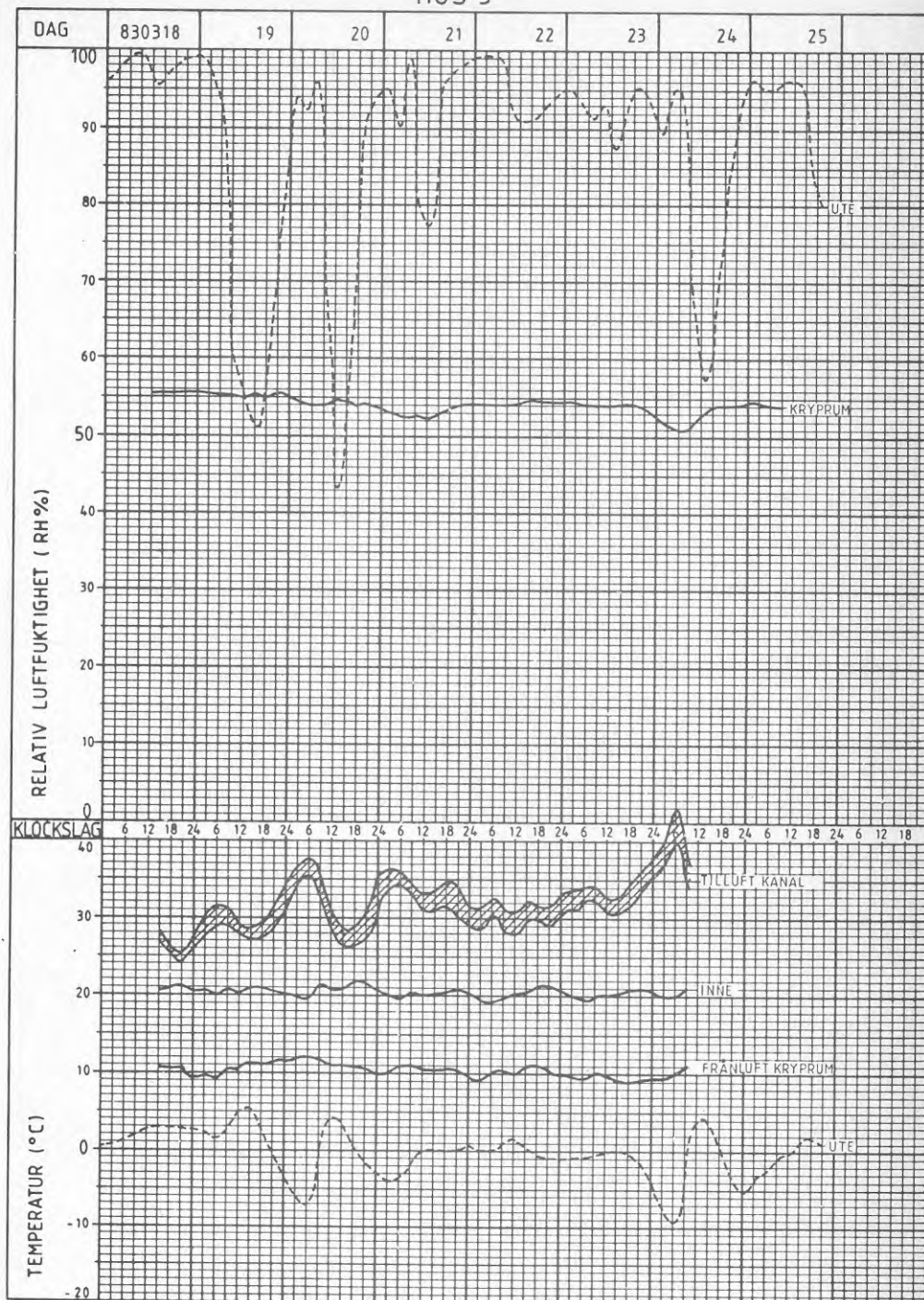


DIAGRAM 8-3

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 3 samt ute under vecka 8312.

HUS 4

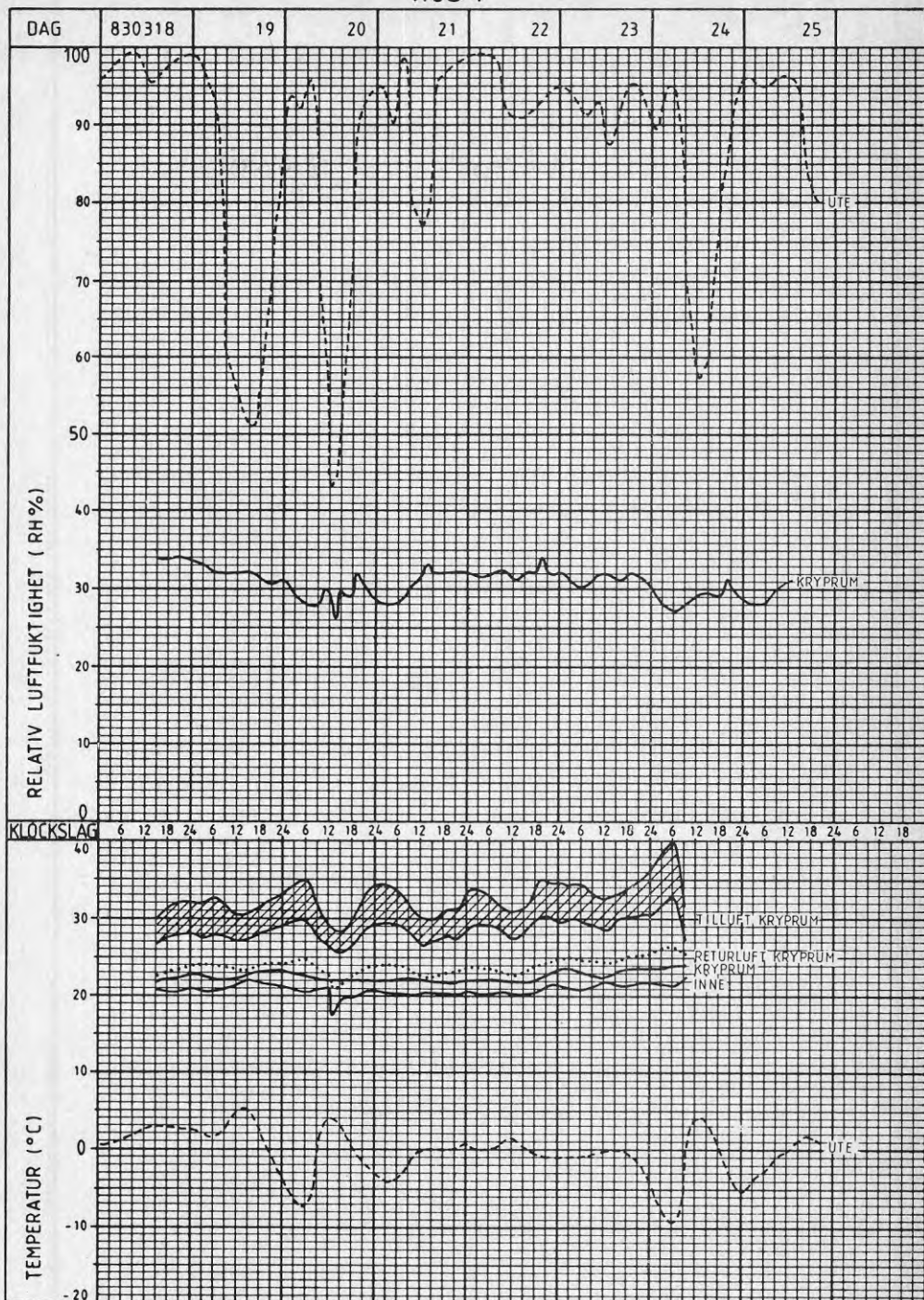


DIAGRAM 8-4

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 4 samt ute under vecka 8312.

HUS 1

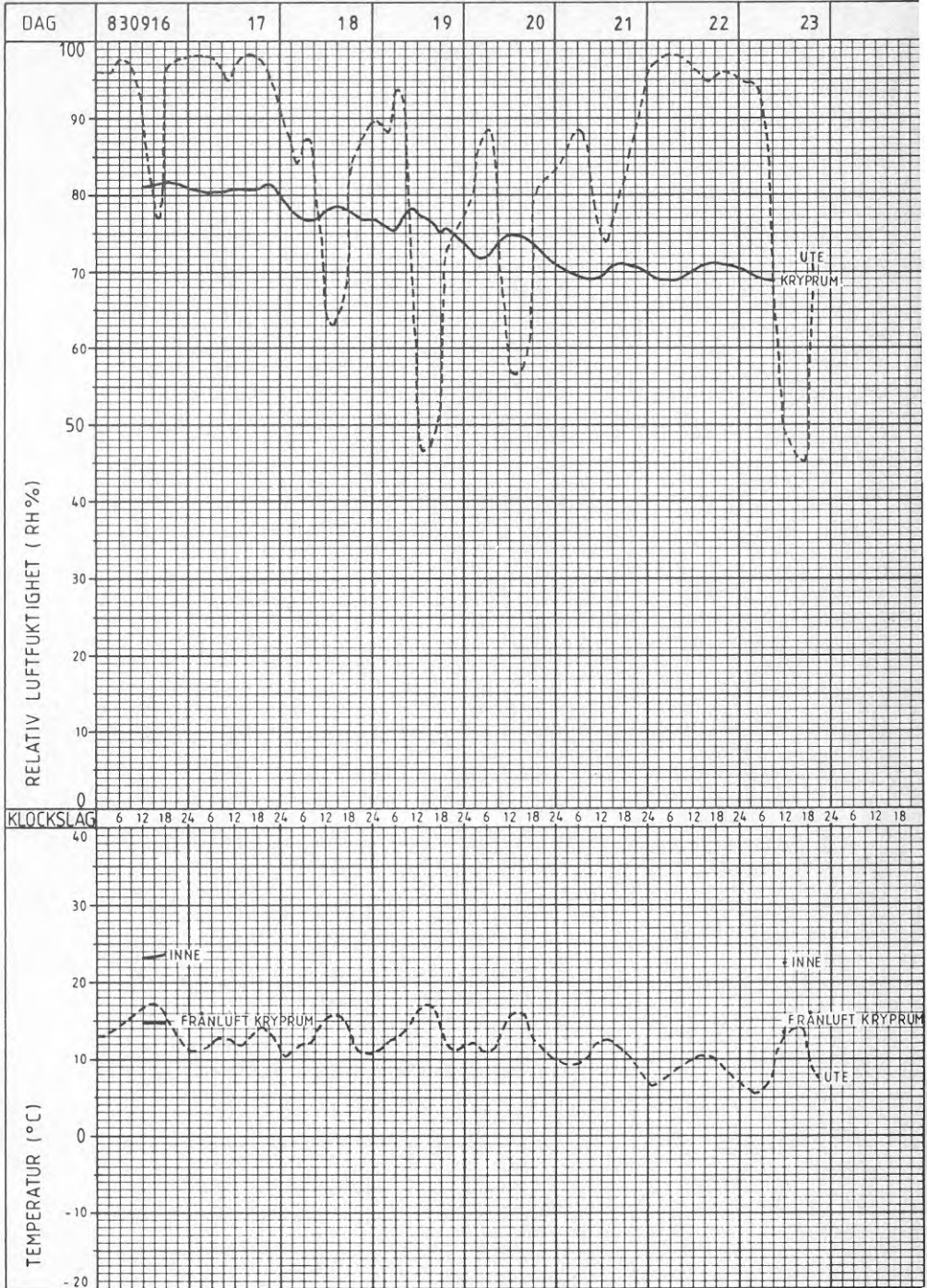


DIAGRAM 9-1

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 1 samt ute under vecka 8338.

HUS 2

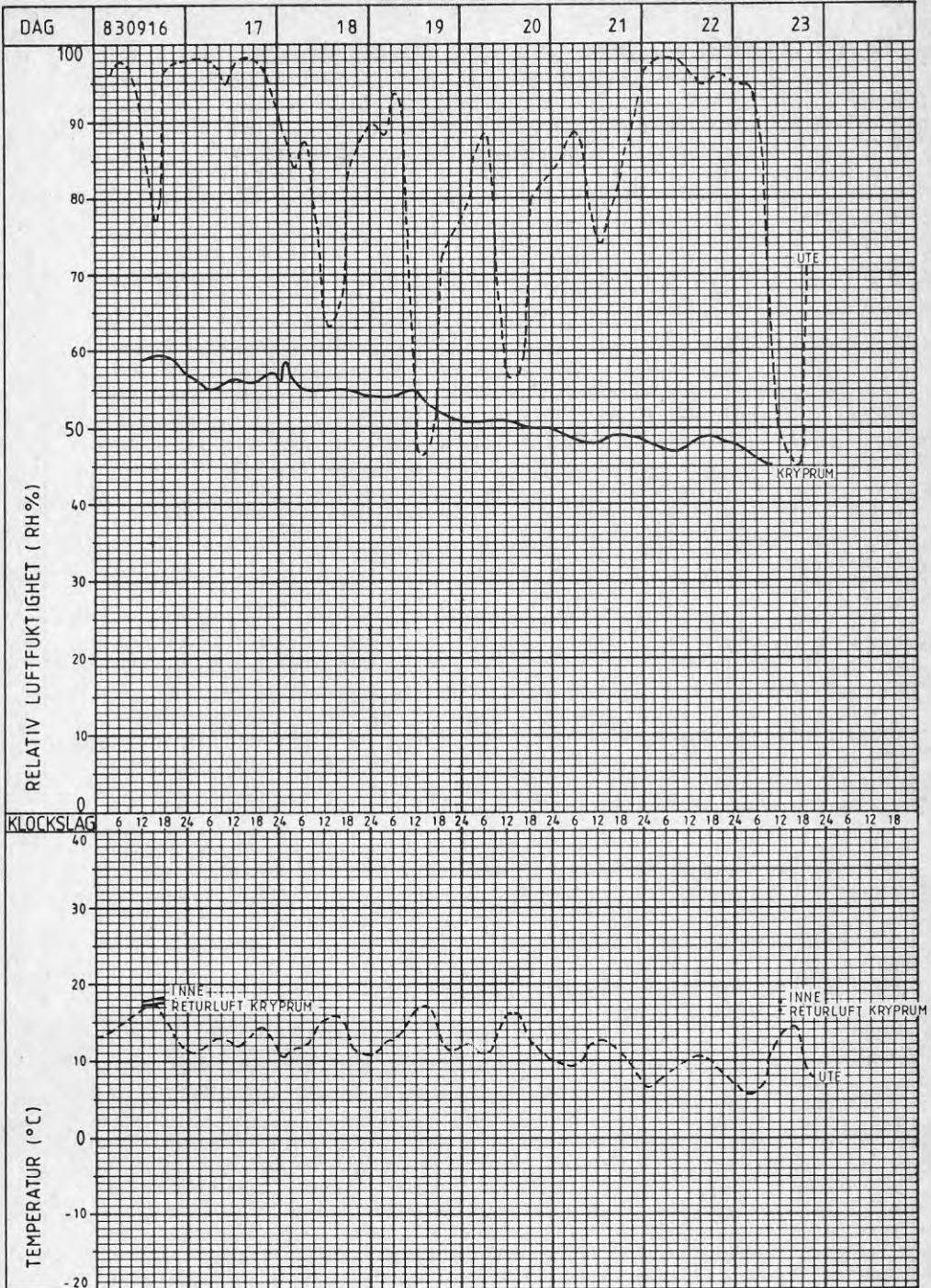


DIAGRAM 9-2

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 2 samt ute under vecka 8338.

HUS 3

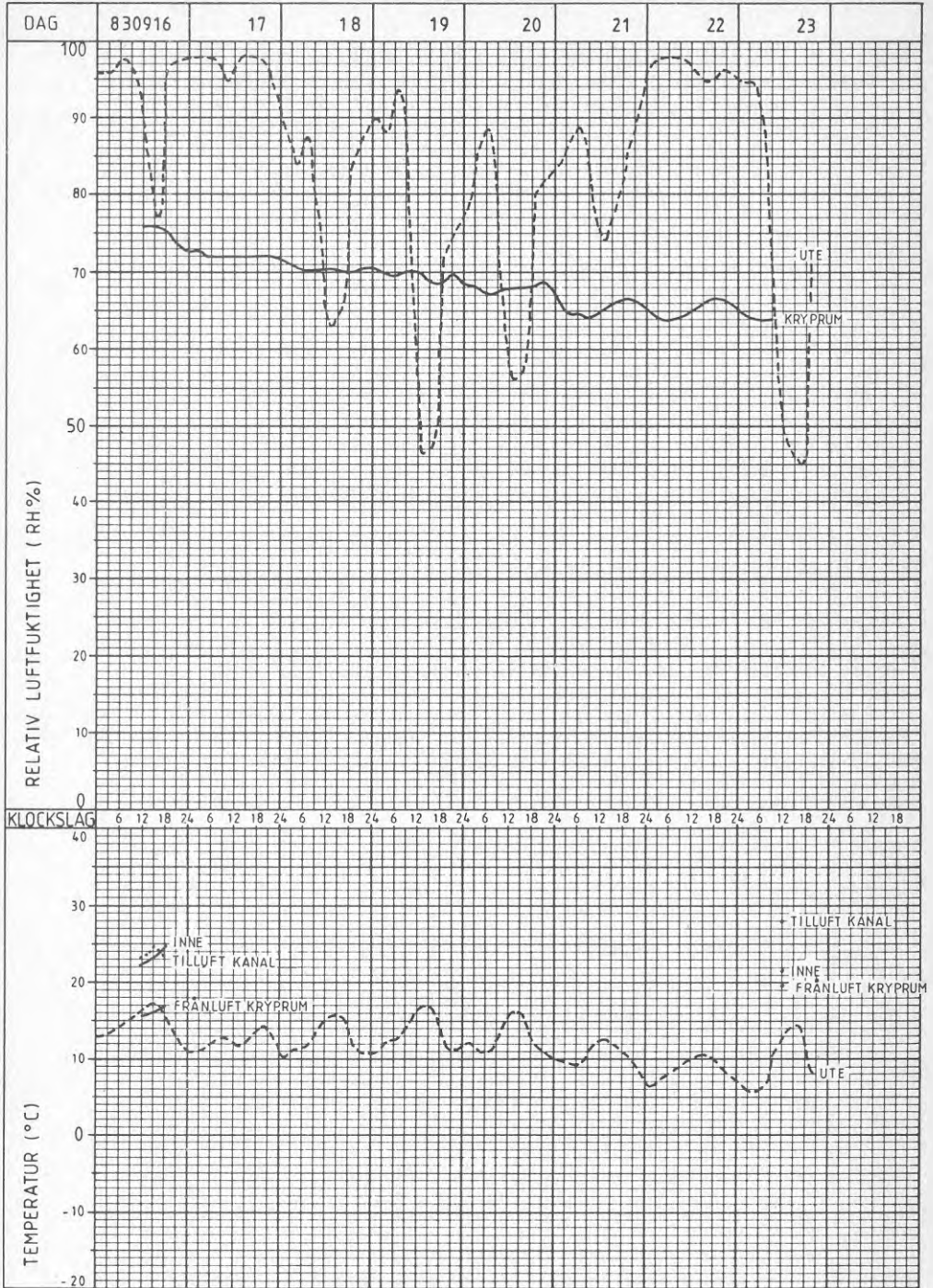


DIAGRAM 9-3

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 3 samt ute under vecka 8338.

HUS 4

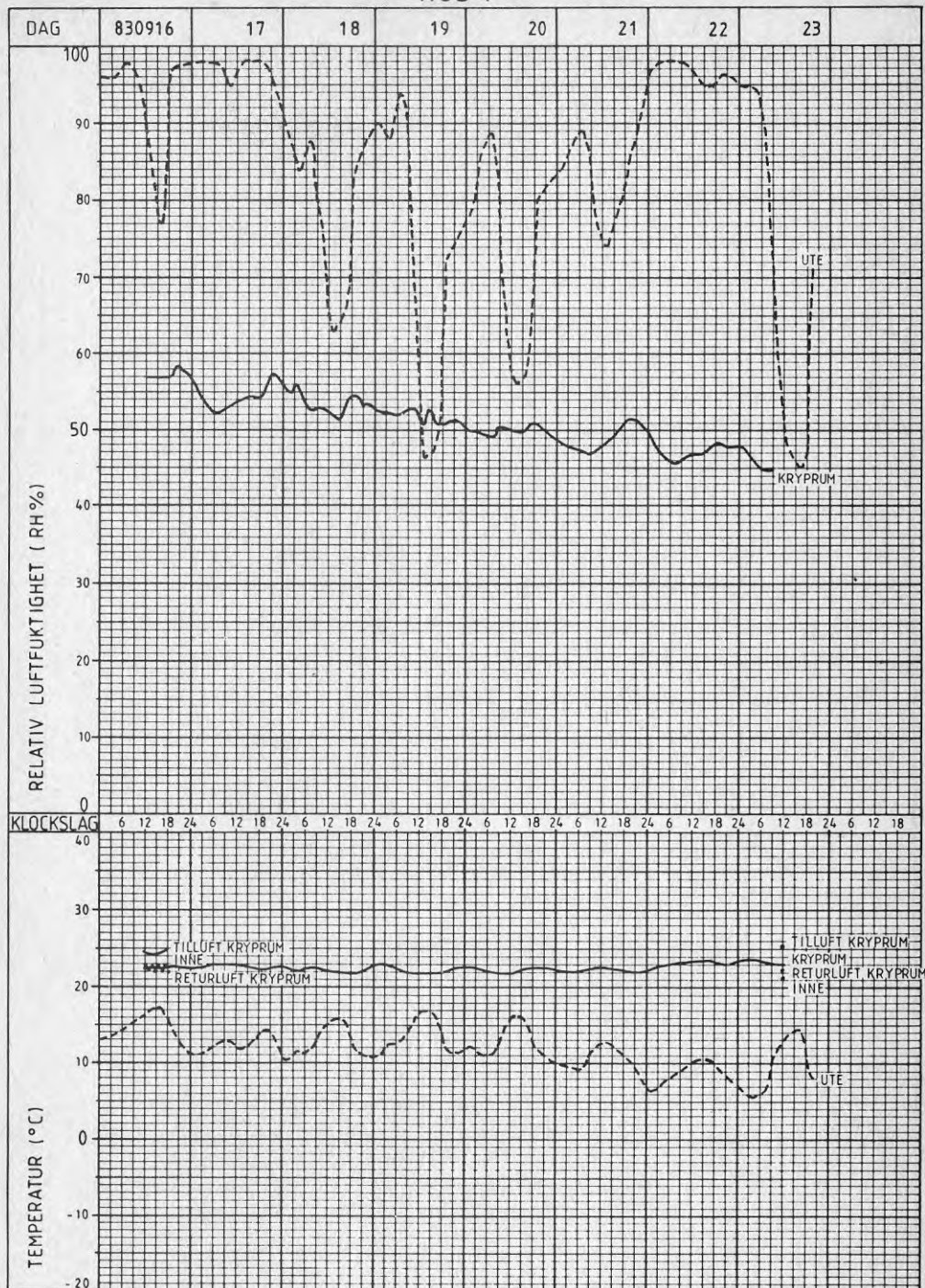


DIAGRAM 9-4

Relativ luftfuktighet och temperaturer i hus 4 samt ute under vecka 8338.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791267-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking
Ingenjörbyrå AB, Uppsala.**

Art.nr: 6705063

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

R63: 1985

ISBN 91-540-4377-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Cirkapris: 40 kr exkl moms