



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**

**R21:1990**

# **Inglasade gårdar**

**Parameterstudie — klimat och energi**

**Maria Wall**

**Byggforskningsrådet**

R21:1990

INGLASADE GARDAR

Parameterstudie - klimat och energi

Maria Wall

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830332-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Lunds tekniska  
högskola, Byggnadskonstruktionslära, Lund.

## REFERAT

Rapporten omfattar dels enkla stationära beräkningar och dels omfattande beräkningar med datorprogrammet DEROB-LTH av klimatet i olika teoretiska modeller av inglasningar. Dessa beräkningar har sedan jämförts. Tre typer av inglasade gårdar behandlas. Dels studeras ändringar av parametrar inom en och samma modell, och dels görs jämförelser mellan en och samma parameters betydelse i de olika modellerna. De parametrar som för varje modell varierar i olika kombinationer är i huvudsak antal glas, glasarea, termisk tröghet, orientering, samt inglasningens luftomsättning. Det visar sig att klimatet i en inglasning kan variera kraftigt beroende på hur den utformas. En hög temperaturnivå i inglasningen behöver inte betyda en hög energiförbrukning. Genom att redan i projekteringsstadiet göra enkla beräkningar på klimatet i inglasningen kan möjligheterna till en bra utformning underlättas. Man behöver då inte heller riskera att bygga upp falska förväntningar hos de blivande brukarna och sig själv.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R21:1990

ISBN 91-540-5172-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1990



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
2	BESKRIVNING AV MODELLERNA	7
2.1	Figur 2.1	10
3	STATIONÄRA BERÄKNINGAR	11
3.1	Betydelsen av transmissionsförlusternas fördelning	11
3.2	Betydelsen av ventilation	13
3.3	Jämförelser samt vidare studier med datorprogrammet DEROB-LTH	14
3.4	Figur 3.1-3.6	15
4	PARAMETERSTUDIER MED DATORPROGRAMMET DEROB-LTH	18
4.1	Datorprogrammets brister och deras inverkan på parameterstudierna	18
4.2	Klimat	24
4.2.1	Figur 4.1-4.6	25
4.3	Den I-formade gården	28
4.3.1	Vinter och vår	28
4.3.2	Vädring och solavskärmning under en sommarvecka	34
4.3.3	Figur 4.7-4.38	36
4.4	Den U-formade gården	57
4.4.1	Vinter och vår	57
4.4.2	Vädring och solavskärmning under en sommarvecka	62
4.4.3	Figur 4.39-4.77	64
4.5	Den O-formade gården	88
4.5.1	Vinter och vår	88
4.5.2	Vädring och solavskärmning under en sommarvecka	91
4.5.3	Figur 4.78-4.100	93
5	JÄMFÖRELSE MELLAN DE TRE OLIKA GÅRDSTYPERNA	108
5.1	Figur 5.1-5.11	112
6	SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	119
7	REFERENSER	121



## 1 INLEDNING

Begreppet "inglasade rum" kan innefatta mycket. Det kan vara allt från små inglasade balkonger och verandor till stora inglasade gågator i t ex ett köpcentrum. Vissa används bara när lämpligt klimat råder, dvs de är passivt klimatiserade, medan andra har högre krav på användbarhet. Högre krav betyder ofta att energi måste tillsättas under vinterhalvåret för att få en acceptabel temperatur. Det är naturligtvis önskvärt att klimatkraven kan uppfyllas i så stor utsträckning som möjligt utan någon extra uppvärmning.

Det är av avgörande betydelse att klimatet i inglasningen kan uppskattas i förhand. Dels naturligtvis för att kunna bygga på bästa möjliga sätt, men lika viktigt är det att informera de blivande brukarna så att de inte får en felaktig bild av hur inglasningen kan användas. Det byggs lätt upp höga förväntningar som kanske sedan övergår i besvikelse. Detta kan bara vara till nackdel eftersom tekniken med inglasningar kan få dåligt rykte. Dessutom börjar man kanske till och med tillsätta dyr värme under vintern för att försöka uppfylla förväntningarna.

Genom att ställa kraven innan inglasningen projekteras och byggs finns åtminstone en möjlighet att få en inglasning som kan fungera som den är tänkt. Klimatet i en inglasning kan nämligen variera kraftigt beroende på hur den utformas. Det är därför av intresse att försöka se vad som karakteriserar en inglasning med en viss temperaturnivå. En lämplig temperaturnivå för beskrivning av inglasningens egenskaper är den som uppkommer passivt, dvs utan uppvärmning eller kylning. Man får absolut inte jämföra en inglasning som helt passivt kan hålla en lägsta temperatur på t ex +5 °C med en som kräver en betydande mängd tillsatsenergi för att hålla samma nivå.

Genom att studera olika typer av inglasade gårdar görs här ett försök att se vad som karakteriserar dem. Dessutom utförs denna studie för att på ett metodiskt sätt studera olika parametrars inverkan på inglasningens klimat. Det är intressant att se hur en bestämd para-

meter inverkar på klimatet i olika inglasningar.

Dessa studier har varit en nyttig erfarenhet som har gett många lärdomar. Därmed inte sagt att man får ett exakt svar. Parameterstudierna är tänkta att ge riktlinjer och en känsla för vad som är viktigt. Det är inte de absoluta siffrorna som man skall lägga på minnet, utan förhållandet mellan dem. Datorprogram bör användas med försiktighet, det är ju inte verkligheten som studeras, utan en förenklad beskrivning av verkligheten med hjälp av en teoretisk modell. Även om man med datorprogrammet försöker efterlikna verkligheten, så behöver man också göra studier och mätningar på verkliga objekt och jämföra dem med beräkningarna. Med hjälp av datorprogram har man dock en stor fördel, nämligen att lätt kunna ändra en enda parameter och studera inverkan av den.

Den här parameterstudien baseras på omfattande simuleringar med datorprogrammet DEROB-LTH. En del enkla handberäkningar har också utförts för att visa hur långt man klarar sig utan avancerade datorprogram. Samtidigt har denna studie av ganska enkla modeller inneburit att orimligheter i datorprogrammet har upptäckts och åtgärdats i samarbete med andra personer vid institutionen. Detta har varit ett tidskrävande arbete som resulterat i många förnyade datorberäkningar. Arbetet med att förbättra simuleringarna har dock varit mycket intressant och lärorikt.

Parameterstudien som redovisas i denna rapport gör inte anspråk på att vara fullständig. Tanken är att man skall kunna komplettera parameterstudierna genom att titta på ytterligare parametrar och kanske göra djupare studier längre fram. Alla indata och resultat finns sparade så att man lätt skall kunna ta fram materialet igen och komplettera detta. En planerad fördjupning är att studera temperaturskiktningen i höjddled i inglasningen. Synpunkter och idéer från andra håll kan också ge anledning till vidare studier och tas alltså tacksamt emot.

## 2 BESKRIVNING AV MODELLERNA

Studierna begränsas till 3 olika grundmodeller (se FIG.2.1). Den första består av 2 parallella huslängor med en mellanliggande inglasad gård med måtten  $18 \times 9 \text{ m}^2$  (I-form). Den andra modellen kompletteras med en huskropp så att det bildas en U-formad huslänga och i den tredje modellen är gården helt sluten (O-formad). Husen är 9 m höga och 7 m djupa. De har fönster endast mot gården (20% av fasadytan mot gården är 2-glas fönster). Glastaket i gården är horisontellt och varierar inte, eftersom det har ansetts mindre viktigt i denna studie. Att husen inte överlappar varandra i hörnen beror på att det skall vara möjligt att direkt jämföra de volymer som då är lika i de tre olika huvudtyperna. Detta orsakar inga extra förluster i hörnen eftersom programmet räknar endimensionellt. Väggarna mot gården varierar med antingen 26 mm gips, 120 mm tegel eller 120 mm betong och kompletteras på insidan med erforderlig mineralull. Alla övriga ytor består av 150 mm mineralull. Golvet i gården består av 70 mm marktegel. Markens värmotstånd är beräknat enligt SBN 80 till 3.1, 3.3 och 3.4  $\text{m}^2, ^\circ\text{C}/\text{W}$  för I-, U- respektive O-form.

En grundläggande förutsättning för parameterstudien är att k-värdet på väggarna mot gården valts så att transmissionsförlusterna vid stationära beräkningar är lika stora oavsett hur gården ser ut. Det är ett rimligt krav att byggnaden åtminstone inte ska ha större effektbehov än motsvarande byggnad utan inglasning. k-värdet på fasaden mot gården inklusive den inglasade gården är således konstant  $k=0.60 \text{ W}/^\circ\text{C}, \text{m}^2$ . Observera att ventilationsförlusterna är satta till noll som en förenkling i dessa basfall. Att det totala k-värdet är konstant betyder t ex att vid en överglasning med 1-glas så har väggarna mot gården ett lägre k-värde än vid överglasning med 3-glas i samma modell. Motsvarande gäller naturligtvis att i den I-formade modellen täckt med 1-glas har väggen mot gården ett lägre k-värde än i den U-formade gården täckt med 1-glas. Någon kanske kommer på tanken att det bästa vore att inte minska isoleringen mot gården utan att ha kvar 3-glas fönster och välisolerade väggar. På det sättet fås ju en bättre standard än SBN och därmed

## Kap 2 Beskrivning av modellerna

---

en direkt energibesparing. Men då har man samtidigt fått en mycket kallare gård och på ett mycket effektivt sätt tackat nej till energitillskott med hjälp av gårdens solfångande egenskaper.

För att direkt kunna göra jämförelser har alltså "basfallen" utformats så att man har lika stora förluster i de olika varianterna vid stationära förhållanden utan sol. Skillnaden i energibehov och temperaturer tillskrivs då skillnaden i egenskaperna hos inglasningen.

De parametrar som för varje modell varierar i olika kombinationer är

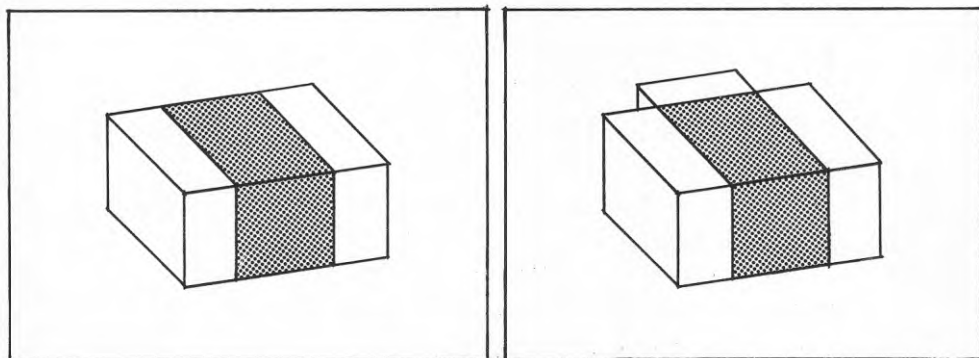
- antal glas mellan gård och ute (men med konstanta totala förluster vid stationära beräkningar). Antalet glas väljs till 1- eller 3-glas. 2-glas används inte här eftersom det har egenskaper som ligger mellan 1-glas och 3-glas. Det är alltså inte ointressant med 2-glas, men för att begränsa beräkningarna har det valts bort.
- den termiska trögheten. Väggarna mot gården består av gips, tegel eller betong med erforderlig isolering.
- orienteringen. Den I-formade gården har två riktningar som är möjliga: glasgavlarna vända mot norr-söder resp väster-öster. Samma fall blir det för den O-formade gården. Den U-formade gården varierar med glasgaveln mot söder, väster resp öster.
- luftomsättningen gård-ute. I basfallen finns ingen ventilation. Utöver dessa görs även beräkningar med varierande ventilation.
- De tre olika typerna av glasgårdar karakteriseras förutom av geometrin även av hur stor glasarea gården har mot ute. De tre gårdarna har 324, 243 respektive 162 m<sup>2</sup> glas mot ute.



## Kap 2 Beskrivning av modellerna

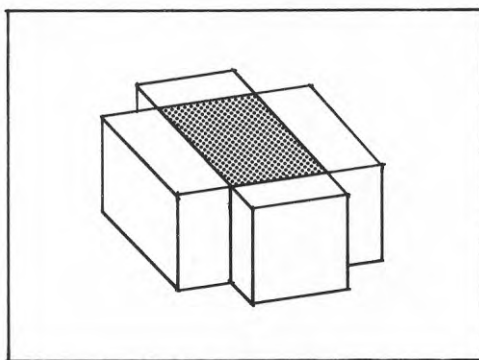
Parameterstudierna görs för en vinter- och en vårvecka. Dels studeras ändringar av parametrar inom en och samma modell, och dels görs jämförelser mellan en och samma parameters betydelse i de olika modellerna. Dessutom specialstuderas skuggning och vädring för en del av fallen under en sommarvecka. Därefter görs beräkningar för en längre period med några utvalda fall.

Förutom att vinkeln på glastaket inte har varierats så har inte heller betydelsen av att ändra gårdens bredd och höjd studerats. En sådan studie av gårdens format ändrar ytrelationerna mellan varma och kalla ytor i gården och kommer därför att kraftigt ändra förutsättningarna för en viss temperaturnivå i inglasningen. Detta kan i sig ge upphov till en ganska omfattande studie som möjligen kan genomföras vid ett senare tillfälle.



I-form

U-form



O-form

FIG.2.1 De tre olika modellerna som studeras

### 3 STATIONÄRA BERÄKNINGAR

#### 3.1 Betydelsen av transmissionsförlusternas fördelning

Enkla stationära handberäkningar kan göras för att se de grundläggande skillnaderna mellan de tre modellerna. Inverkan av glasgårdens termiska tröghet försummas och konstant klimat utan någon solinstrålning förutsätts.

För att se betydelsen av att täcka över gården med 1-, 2- eller 3-glas i de olika modellerna kan man räkna ut vad gården ger för tillskott i värmemotstånd ( $^{\circ}\text{C}, \text{m}^2/\text{W}$ ) på väggen mellan hus och gård, se TAB.3.1. Beroende på om man har 1-, 2- eller 3-glas har k-värdet satts till 5, 3 respektive  $2 \text{ W}/\text{m}^2, ^{\circ}\text{C}$ .

TAB.3.1 Gårdens ungefärliga tillskott av värmemotstånd ( $\text{m}^2, ^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ) till väggar gränsande mot gården

Antal glas	I-form	U-form	O-form
1	0.20	0.32	0.58
2	0.32	0.53	0.93
3	0.48	0.78	1.36

På grund av mycket mindre ytor mellan gård och ute i den O-formade gården än i den I-formade, så ger en inglasning med t ex 1-glas nästan 3 gånger så stort tillskott av motstånd i den O-formade gården.

I FIG.3.1, 3.2 och 3.3 visas temperaturen i gården i förhållande till utetemperaturen vid konstant totalt  $k=0.60 \text{ W}/\text{m}^2, ^{\circ}\text{C}$ . Luftsomsättning mellan gård och ute är satt till 0. Att välja 3-glas istället för 1-glas i den I-formade gården höjer temperaturen i gården med  $6.7 ^{\circ}\text{C}$  vid utetemperaturen  $-20 ^{\circ}\text{C}$ , medan det höjer temperaturen med  $11 ^{\circ}\text{C}$  i den U-formade gården och med  $18.7 ^{\circ}\text{C}$

i den 0-formade gården. Att i detta fall göra en 0-formad gård med glas är dock inte möjligt med  $k_{\text{tot}}=0.60 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ . Bara gårdens motstånd är nämligen  $1.36 \text{ m}^2, ^\circ\text{C/W}$  och själva väggarna mellan hus och gård behöver då bara vara  $0.31 \text{ m}^2, ^\circ\text{C/W}$ , men enbart övergångsmotstånden är högre än detta enligt DEROB-LTH. Att skillnaderna är så stora beror naturligtvis på de mycket gynnsammare förhållandena mellan specifika förluster mellan gård-ute och hus-gård som uppstår ju mer slutna gården är. Ett "bra" förhållande karakteriseras av en liten yta med ett lågt k-värde mellan inglasning och ute och en stor yta med ett högt k-värde mellan byggnad och inglasning. När man beräknar vilken temperatur som uppkommer i inglasningen under stationära förhållanden utan sol så används just detta förhållande.

I FIG.3.4a visas temperaturen i inglasningen som funktion av förhållandet  $G$  mellan specifika förluster inglasning-ute och byggnader-inglasning. I figuren kan avläsas den teoretiskt lägsta temperaturen i en inglasning vid olika utetemperaturer (temperaturen inomhus är  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Detta gäller vid stationära förhållanden utan sol, dvs i princip den temperatur som erhålls i verkligheten nattetid, särskilt efter en mulen dag. Har det varit mycket soligt under dagen kan en viss del av solenergin lagras på grund av gårdens termiska tröghet. Temperaturen i gården blir då något högre. Speciellt gäller detta för en inglasning med ett lågt värde på  $G$ . Detta visar sig i datorberäkningarna. Men i praktiken, vilket är viktigt, så illustrerar FIG.3.4a med god approximation de förhållanden som gäller nattetid.

I FIG.3.4b är de tre gårdarna med 1-, 2- respektive 3-glas inritade vid utetemperaturen  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Här framgår att även om förhållandet  $G$  i den I-formade gården ändras från 7.5 till 2.5 vid 1- till 3-glas, så får det ändå inte så stor effekt på temperaturen i gården. Vid ett så ogynnsamt förhållande mellan förlusterna (som t ex kv Tärnan och Gårdsåkra har) så är ett byte från t ex 1-glas till 2-glas en kostsam åtgärd som inte ger mycket i utbyte, även om man som i exemplet hade minskat isoleringen i väggarna mot gården för att behålla samma totala k-värde.

Vi ser alltså att förlusternas fördelning är mycket viktig när det gäller att få en så varm gård som möjligt. Observera även att i samtliga markerade beräkningsfall i FIG.3.4b är förlusterna från husen lika stora vid stationära beräkningar. De beräknade temperaturskillnaderna beror således endast på gårdens utformning och fördelningen av det totala värmotståndet mellan gårdens inglasning och vägg mellan gård och hus och alltså inte på någon extra värmeförsel.

Vi kan också notera att vid normala svängningar av utetemperaturen, men utan solinstrålning, får man olika karaktär på temperaturen i inglasningen beroende på vilket förhållande den har. Ju närmare inomhusklimatet man är, desto mindre svängningar, se FIG.3.5.

### 3.2 Betydelsen av ventilation

En förändring av ventilationen mellan gård och ute påverkar temperaturen i gården. Ändringen i temperatur varierar kraftigt mellan de olika alternativa utformningarna av gårdarna.

I FIG.3.6 ser vi hur man förflyttar sig ner längs kurvan vid en luftomsättning från 0 upp till 1.5 oms/h i den U-formade gården med 1- resp 3-glas. I 3-glasgården får det en drastisk verkan med en temperatursänkning på totalt 8 °C. Däremot får man i 1-glasgården bara en sänkning med 2.4 °C. Detta beror naturligtvis på att förlusterna mot ute redan är så stora att den procentuella förändringen inte alls blir så stor som i 3-glasgården.

3.3 Jämförelser samt vidare studier med datorprogrammetDEROB-LTH

Dessa enkla beräkningar under stationära förhållanden ger en grund som sedan kan jämföras med beräkningar med datorprogrammet DEROB-LTH. Härmed får man en uppskattning av hur långt man kan komma med enkla handberäkningar. Med hjälp av datorberäkningarna ges möjlighet att se betydelsen av bland annat solinstrålning, massans utjämnande effekt på temperaturen i gården samt betydelsen av gårdens orientering.



## 3.4 Figur 3.1-3.6

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 3, sid 11-14.

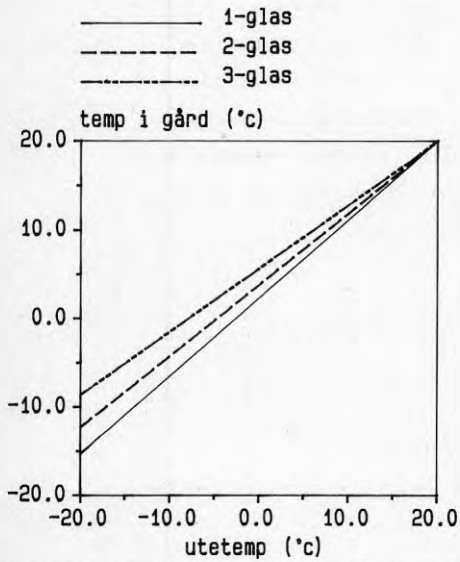


FIG. 3.1 Temperaturen i den I-formade gården vid olika utetemperaturer

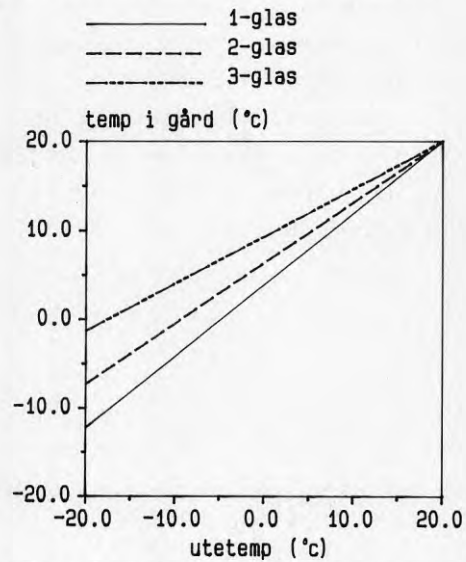


FIG. 3.2 Temperaturen i den U-formade gården vid olika utetemperaturer

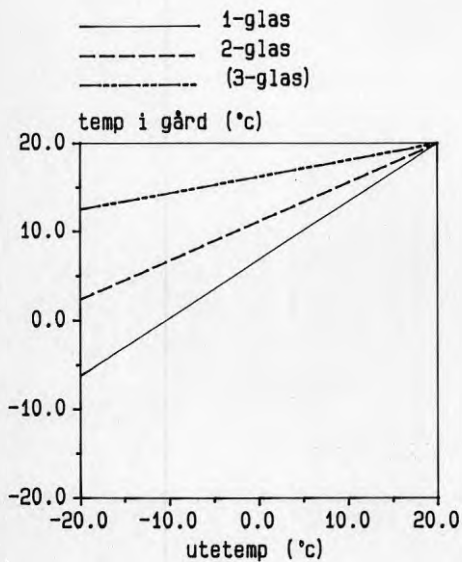


FIG. 3.3 Temperaturen i den 0-formade gården vid olika utetemperaturer

## Kap 3 Stationära beräkningar

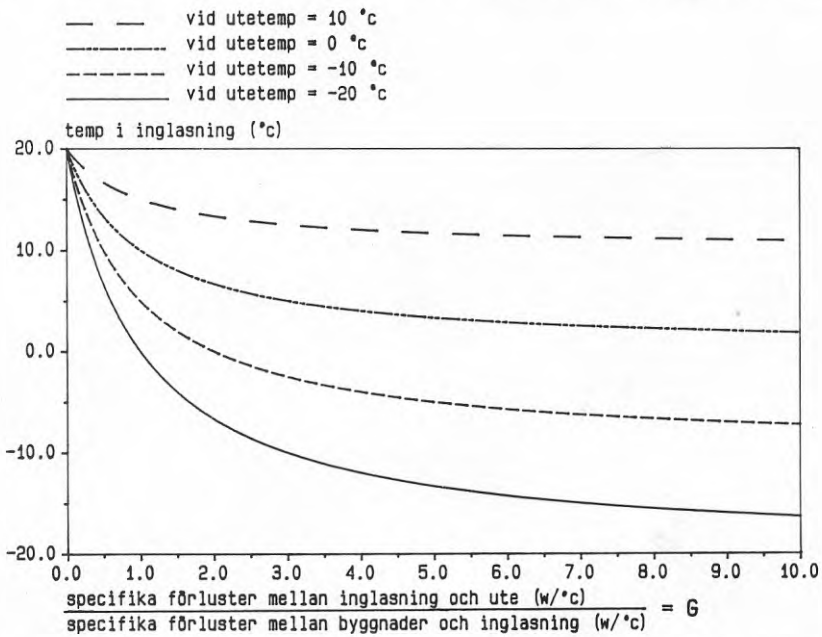


FIG.3.4a Temperaturen i ett inglasat rum vid olika förhållanden mellan specifika förluster

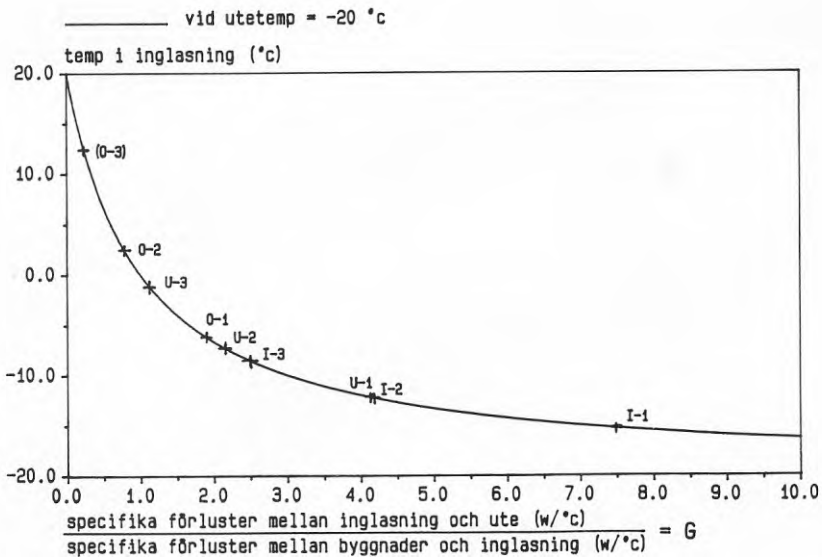


FIG.3.4b Temperaturen i de inglasade gårdarna med olika antal glas  
 I-1 = I-form, 1-glas , I-2 = I-form, 2-glas  
 U-1 = U-form, 1-glas osv

## Kap 3 Stationära beräkningar

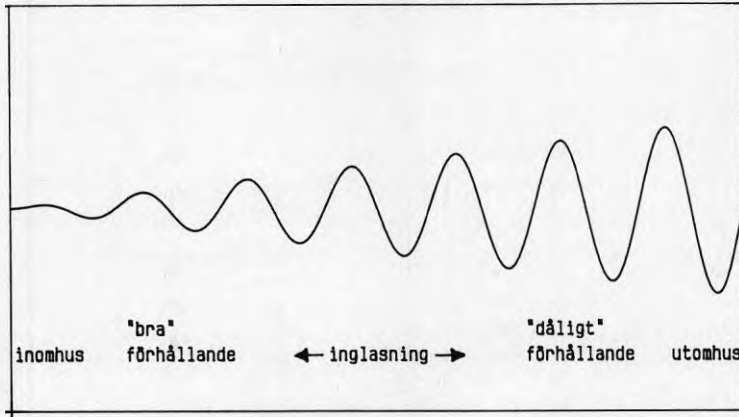


FIG.3.5 Karaktären hos temperaturen i inglasningen vid olika förhållanden mellan specifika förluster

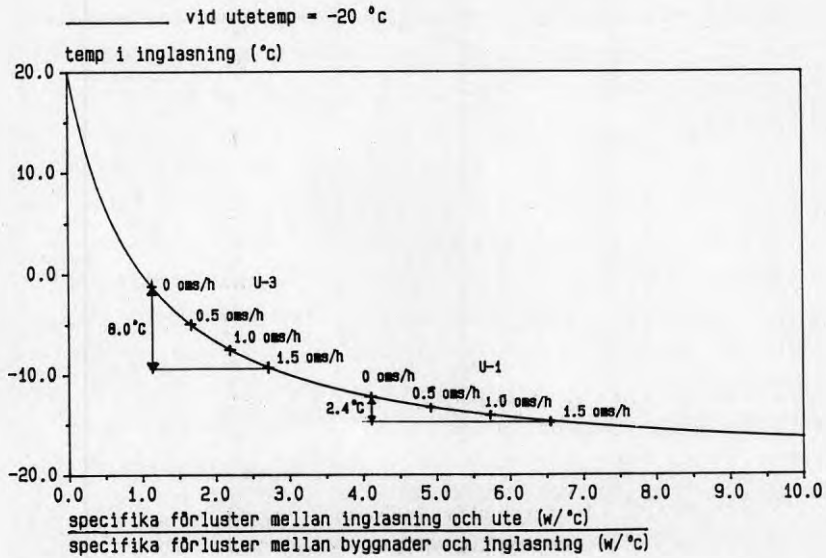


FIG.3.6 Temperaturen i den U-formade 1-glas- respektive 3-glasgårdens vid olika luftomsättningar

#### 4 PARAMETERSTUDIER MED DATORPROGRAMMET DEROB-LTH

##### 4.1 Datorprogrammets brister och deras inverkan på parameterstudierna

DEROB är en förkortning av Dynamic Energy Response Of Buildings och är ursprungligen utvecklat av Francisco Arumi-Noé vid School of Architecture of the University of Texas, Austin, USA (1),(2).

Ett tidskrävande utvecklingsarbete av programmet har utförts och pågår fortlöpande vid institutionen för Byggnadskonstruktionslära, LNTH. Detta har skett i samarbete med Bo Adamson, Bertil Fredlund, Hasse Kvist och Kurt Källblad. En del direkta felaktigheter har upptäckts och korrigerats och andra ändringar har gjorts för att underlätta programmets tillämpning (3),(4). Vissa förenklingar eller felaktigheter i datorprogrammet är svåra och tidskrävande att rätta till och har därför ännu inte åtgärdats. Institutionens målsättning är dock att så fort som möjligt åtgärda även dessa. Nedan nämns bara de förenklingar och felaktigheter som berör beräkningarna i denna rapport.

Vid beräkning av den diffusa strålningen har programmet en begränsning. Det är bara glasytor som gränsar mot ute som släpper igenom den diffusa strålningen. Har man en annan volym med fönster som gränsar mot den yttre volymen så transporteras inte den diffusa strålningen vidare in i denna volym utan nollställs när den träffar glasytan mot den inre volymen. (T ex vid fönster som vetter åt en glasgård). Den diffusa solinstrålningen till inre volymer underskattas alltså. I följande parameterstudie har detta ingen större betydelse eftersom det är en jämförelse mellan olika fall och inte de absoluta siffrorna som man studerar.

Den diffusa strålningens transmission genom glas är i beräkningarna samma som för den direkta strålningen vid vinkelrätt infall. Efter att dessa parameterstudier har genomförts är den diffusa strålningens transmissionsfaktor ändrad i DEROB. Transmissionsfaktorn  $T_d$  för diffus strålning beror på den direkta strålningens transmis-

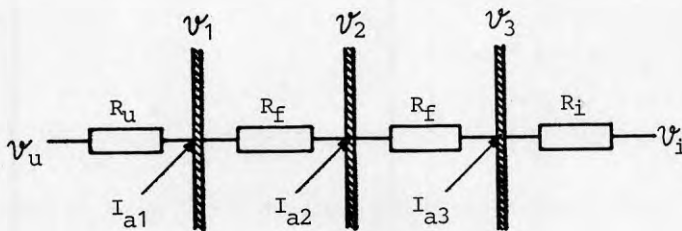
sionsfaktor  $T_D$ , enligt följande

$$T_d = 0.92 * T_D \quad (4.1)$$

I följande rapport är alltså  $T_d = T_D$  vilket innebär att den transmitterade diffusa strålningen har överskattats något.

Ytterligare en icke önskvärd förenkling i datorprogrammet DEROB har nyligen upptäckts och kommer så småningom att rättas till. Denna förenkling har en viss betydelse för följande parameterstudie och därför har en feluppskattning gjorts med hjälp av Kurt Källblad. Förenklingen gäller transmissionen av den absorberade solstrålningen i fönster.

Vi börjar med att studera hur transmissionen genom ett treglasfönster beräknas. Fönstret består av 3 glas vars motstånd försummas samt 2 luftspalter med var sitt motstånd  $R_f$ . Dessutom har man ett yttre övergångsmotstånd  $R_u$  och ett inre övergångsmotstånd  $R_i$ , se nedanstående figur.



$I_{a1}$  = absorberad strålning i yttersta glaset

$I_{a2}$  = absorberad strålning i mellersta glaset

$I_{a3}$  = absorberad strålning i innersta glaset

För absorberad riktad respektive diffus strålning i skikt 1 gäller

$$I_{Da1} = A_{D1} * I_D \quad \text{resp} \quad I_{da1} = A_{d1} * I_d \quad (4.2), (4.3)$$

där

- $I_{Da1}$  = absorberad riktad strålning i skikt 1
- $A_{D1}$  = absorptionsfaktor för riktad strålning i skikt 1
- $I_D$  = infallande riktad strålning
- $I_{da1}$  = absorberad diffus strålning i skikt 1
- $A_{d1}$  = absorptionsfaktor för diffus strålning i skikt 1
- $I_d$  = infallande diffus strålning

På motsvarande sätt kan vi teckna den absorberade strålningen i skikt 2 och 3, dvs

$$I_{Da2} = A_{D2} * I_D \quad \text{och} \quad I_{da2} = A_{d2} * I_d \quad (4.4)$$

$$I_{Da3} = A_{D3} * I_D \quad \text{och} \quad I_{da3} = A_{d3} * I_d \quad (4.5)$$

Den primärt transmitterade strålningen  $I_t'$  blir

$$I_{Dt}' = T_D * I_D \quad \text{för riktad strålning} \quad (4.6)$$

$$I_{dt}' = T_d * I_d \quad \text{för diffus strålning} \quad (4.7)$$

där

$T_D$  = transmissionsfaktor för riktad strålning

$T_d$  = transmissionsfaktor för diffus strålning

Av den i glaset absorberade strålningen går en del, via långvågig strålning och konvektion, in i rummet. Denna sekundärt transmitterade strålning  $I_t''$  blir för riktad strålning

$$I_{Dt}'' = \frac{R_u}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{Da1} + \frac{(R_u + R_f)}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{Da2} + \frac{(R_u + 2R_f)}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{Da3} \quad (4.8)$$



och för diffus strålning

$$I_{dt}'' = \frac{R_u}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{da1} + \frac{(R_u + R_f)}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{da2} + \frac{(R_u + 2R_f)}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{da3} \quad (4.9)$$

Den totalt transmitterade strålningen blir då

$$I_{Dt} = I_{Dt}' + I_{Dt}'' \quad \text{för riktad strålning} \quad (4.10)$$

$$I_{dt} = I_{dt}' + I_{dt}'' \quad \text{för diffus strålning} \quad (4.11)$$

I DEROB beräknas den primära transmissionen som ovan, men ej den sekundära. Här sätts den absorberade strålningen i det yttersta skiktet,  $I_{a1} = I_{a1} + I_{a2} + I_{a3}$  och därefter används ej  $I_{a2}$  och  $I_{a3}$ . Den sekundärt transmitterade strålningen blir för riktad strålning istället

$$I_{Dt}'', \text{DEROB} = \frac{R_u}{R_u + 2R_f + R_i} * (I_{Da1} + I_{Da2} + I_{Da3}) \quad (4.12)$$

och för diffus strålning

$$I_{dt}'', \text{DEROB} = \frac{R_u}{R_u + 2R_f + R_i} * (I_{da1} + I_{da2} + I_{da3}) \quad (4.13)$$

För att bedöma felets storlek studerar vi skillnaden mellan verklig total transmitterad strålning och DEROBs approximation. Denna kan vi genom att utnyttja ekvation (4.10) och (4.11) teckna

för riktad strålning

$$\Delta I_{Dt} = I_{Dt} - I_{Dt, \text{DEROB}} = I_{Dt}' + I_{Dt}'' - I_{Dt, \text{DEROB}} - I_{Dt}'', \text{DEROB} \quad (4.14)$$

för diffus strålning

$$\Delta I_{dt} = I_{dt} - I_{dt, \text{DEROB}} = I_{dt}' + I_{dt}'' - I_{dt, \text{DEROB}} - I_{dt}'', \text{DEROB} \quad (4.15)$$

Eftersom  $I_{Dt}' = I_{Dt, \text{DEROB}}'$  och  $I_{dt}' = I_{dt, \text{DEROB}}'$  blir

$$\Delta I_{Dt} = I_{Dt}'' - I_{Dt}'', \text{DEROB} \quad (4.16)$$

$$\Delta I_{dt} = I_{dt}'' - I_{dt}'', \text{DEROB} \quad (4.17)$$

Enligt ekvation (4.8), (4.9), (4.12), (4.13), (4.16) och (4.17) får vi

$$\Delta I_{Dt} = \frac{R_f}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{Da2} + \frac{2R_f}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{Da3} \quad (4.18)$$

$$\Delta I_{dt} = \frac{R_f}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{da2} + \frac{2R_f}{R_u + 2R_f + R_i} * I_{da3} \quad (4.19)$$

För att få en uppskattning av approximationens betydelse i DEROB jämförs denna skillnad med den totala transmissionen av strålning. Den relativa minskningen av den totala transmissionen blir då

$$\mathcal{E}_D = \frac{\Delta I_{Dt}}{I_{Dt}} = \frac{\Delta I_{Dt}}{I_{Dt}' + I_{Dt}''} \quad \text{för riktad strålning} \quad (4.20)$$

$$\mathcal{E}_d = \frac{\Delta I_{dt}}{I_{dt}} = \frac{\Delta I_{dt}}{I_{dt}' + I_{dt}''} \quad \text{för diffus strålning} \quad (4.21)$$

För riktad strålning erhålles alltså

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_D &= \frac{\Delta I_{Dt}}{I_{Dt}' + I_{Dt}''} = \frac{(R_f/\Sigma R) * A_{D2} * I_D + (2R_f/\Sigma R) * A_{D3} * I_D}{I_D * I_D + \frac{R_u}{\Sigma R} * A_{D1} * I_D + \frac{(R_u + R_f)}{\Sigma R} * A_{D2} * I_D + \frac{(R_u + 2R_f)}{\Sigma R} * A_{D3} * I_D} \\ &= \frac{R_f * A_{D2} + 2R_f * A_{D3}}{I_D * \Sigma R + R_u * A_{D1} + (R_u + R_f) * A_{D2} + (R_u + 2R_f) * A_{D3}} \end{aligned} \quad (4.22)$$

där  $\Sigma R = R_u + 2R_f + R_i$

För diffus strålning erhålles på samma sätt

$$\mathcal{E}_d = \frac{\Delta I_{dt}}{I_{dt}' + I_{dt}''} = \frac{R_f * A_{d2} + 2R_f * A_{d3}}{I_d * \Sigma R + R_u * A_{d1} + (R_u + R_f) * A_{d2} + (R_u + 2R_f) * A_{d3}} \quad (4.23)$$

Enligt Brown och Isfält (5) och enligt beräkningar med datorprogrammet JULOTTA (6) har vi följande värden för 3 mm klara glas

$$R_u = 1/\alpha_u = 0.06 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$R_f = 0.17 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$R_i = 1/\alpha_i = 0.11 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\Sigma R = 0.51 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$A_{D1} = 0.075 \text{ (instrålning i normalens riktning)}$$

$$A_{D2} = 0.062 \quad \text{"-"}-$$

$$A_{D3} = 0.050 \quad \text{"-"}-$$

$$T_D = 0.638 \quad \text{"-"}-$$

$$A_{d1} = 0.092$$

$$A_{d2} = 0.072$$

$$A_{d3} = 0.054$$

$$T_d = 0.548$$

Vid insättning av dessa värden i uttrycken ovan fås  $\epsilon_D = 0.076$  och  $\epsilon_d = 0.095$ .

Den transmitterade diffusa strålningen underskattas alltså i DEROB med ca 9.5%. Den riktade strålningen underskattas med ca 7.6% vid strålning i normalens riktning. Vid lägre infallsvinkel får man ett förhållande som mera liknar den diffusa strålningens, dvs underskattningen kommer att ligga på ca 7.6-9.5% beroende på infallsvinkeln.

Vid motsvarande beräkningar för ett tvåglasfönster fås  $\epsilon_D = 0.038$  och  $\epsilon_d = 0.050$ . Underskattningen av den transmitterade strålningen blir alltså något mindre här.

Beräkningen för englasfönster blir korrekt. Detta innebär att i följande parameterstudier där englas- och treglasfönster jämförs får vi i princip en solinstrålning som är ca 7.6-9.5% lägre vid beräkningar med treglasfönster. Detta kommer ytterligare att förstärka de slutsatser som har dragits i denna rapport.

## 4.2 Klimat

SMHI:s klimatdata från Malmö 1971 har använts i dessa beräkningar. Eftersom parameterstudier innebär beräkningar på många fall, så blir det en stor mängd information som skall behandlas. För att försöka begränsa beräkningarna så har i första hand tre olika veckor valts ut. Den första veckan väljs för att se hur inglasningen klarar en riktigt kall vinterperiod, eftersom det är den lägsta temperaturen som styr bl a vilka växter som kan placeras där. För detta ändamål har den 1/1-7/1 1971 valts ut. Medelutetemperaturen är då  $-4.6^{\circ}\text{C}$ , mintemperaturen  $-14^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen  $+2^{\circ}\text{C}$ . Den globala solinstrålningen är max  $187\text{ W/m}^2$ , se FIG.4.1 och FIG.4.2.

Det är också intressant att se vad som händer under en vårvecka med t ex stora variationer i utetemperatur. Då har man mest nytta av gårdens termiska tröghet och solinstrålning eftersom det fortfarande finns ett uppvärmningsbehov i omgivande byggnader. Här har valts ut en vecka i mars, den 16/3-22/3 1971. Medelutetemperaturen är då  $+4.1^{\circ}\text{C}$ , mintemperaturen är  $-1^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen är  $+10^{\circ}\text{C}$ , se FIG.4.3 och FIG.4.4. Den globala solinstrålningen uppgår till max  $505\text{ W/m}^2$ , dvs betydligt mera sol än under vinterveckan.

Inglasningen måste naturligtvis också klara av att hålla en dräglig temperatur under sommaren. För att studera hur de olika modellerna klarar detta har en varm och solig högsommarvecka valts ut, den 3/7-9/7 1971, se FIG.4.5 och FIG.4.6. Medelutetemperaturen är då  $20.1^{\circ}\text{C}$ , mintemperaturen är  $11^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen är  $26^{\circ}\text{C}$ . Den globala solinstrålningen är max  $771\text{ W/m}^2$ . Under denna vecka blir det en fråga om att studera hur man med hjälp av vädring och skuggning kan hålla nere temperaturen i de olika modellerna.

Efter dessa studier väljs några fall ut för att göra beräkningar under en 8-månadersperiod, september-april 1971. En beskrivning av klimatet under denna period finns i kapitel 5.

4.2.1 Figur 4.1-4.6

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 4.2, sid 24.

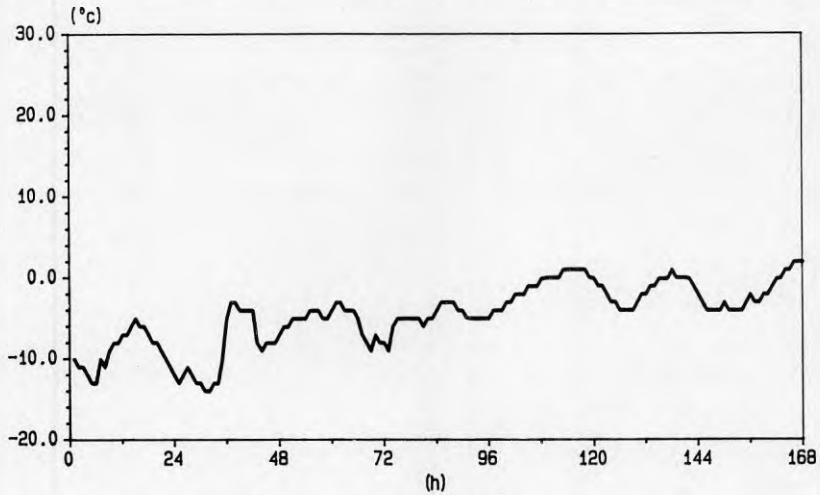


FIG.4.1 Utetemperaturen den 1/1-7/1 1971

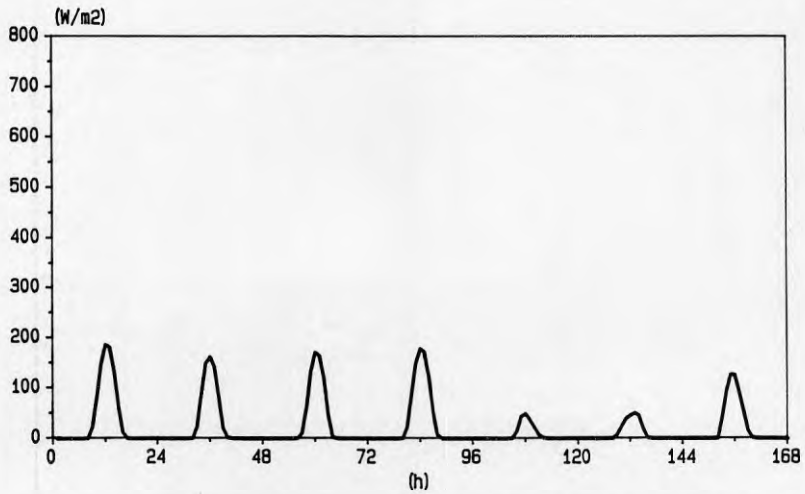


FIG.4.2 Global solinstrålning mot horisontell yta, 1/1-7/1 1971

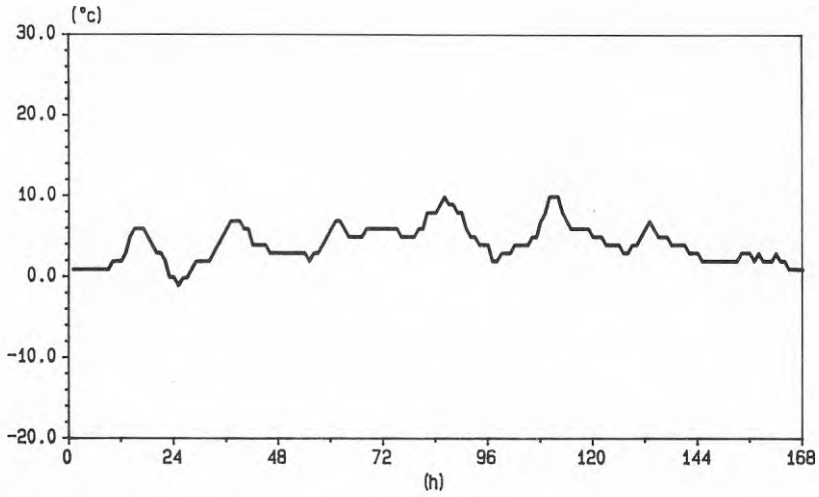


FIG.4.3 Utetemperaturen den 16/3-22/3 1971

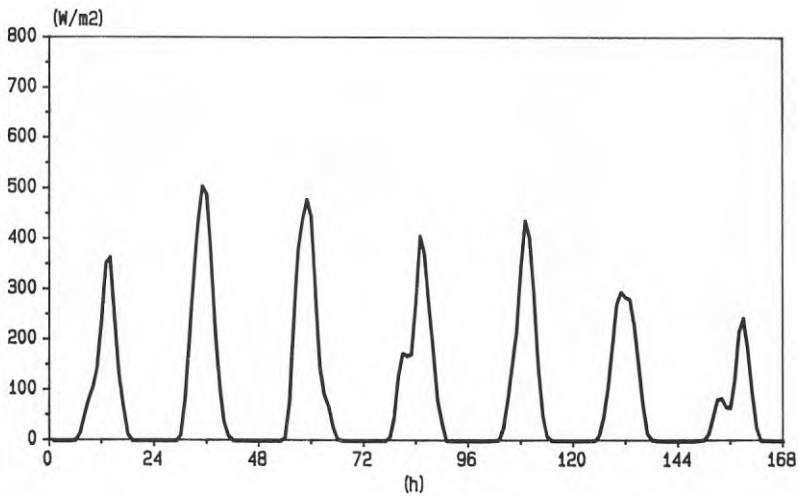


FIG.4.4 Global solinstrålning mot horisontell yta, 16/3-22/3 1971



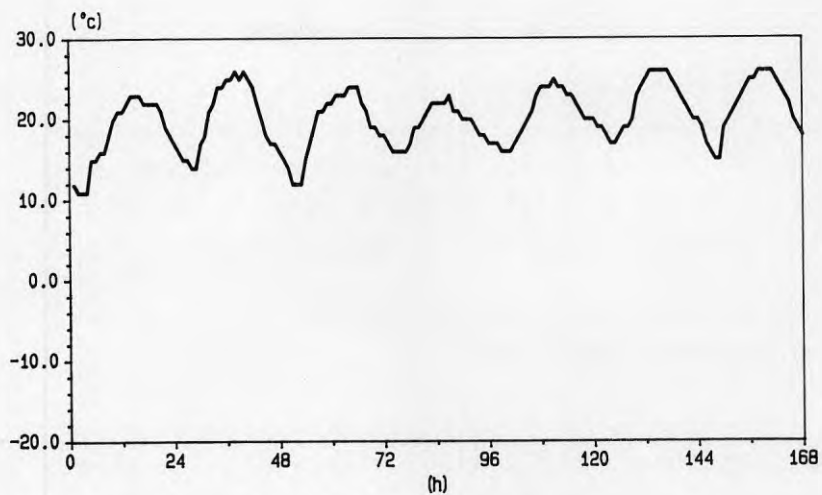


FIG.4.5 Utetemperaturen den 3/7-9/7 1971

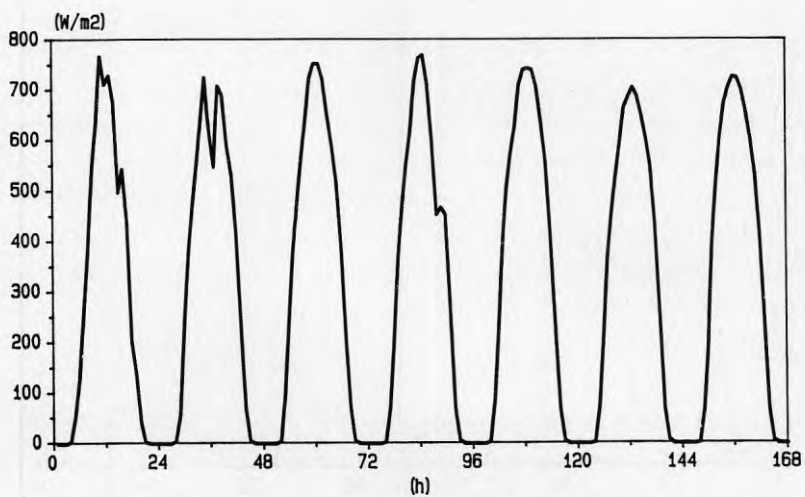


FIG.4.6 Global solinstrålning mot horisontell yta, 3/7-9/7 1971

### 4.3 Den I-formade gården

#### 4.3.1 Vinter och vår

Denna modell har sämst förutsättningar att hålla en hyfsad lägsta temperatur eftersom den har förhållandevis stora glasytor. Samtidigt har den dock större möjligheter att fånga in solen och gården blir den ljusaste av de tre. Se FIG. 4.7.

Två olika orienteringar undersöks. Dels med gavlarna mot söder-norr och dels mot väster-öster.

I FIG.4.8 visas den energi som åtgår under vinterveckan för att hålla +20 °C i de två husen. Den högre stapeln visar energibehovet utan solinstrålning och den lägre med solinstrålning för de tolv basfallen.

Eftersom husens alla väggar, tak och golv mot ute är förenklade till 150 mm mineralull och är utan fönster så har de mindre förluster än ett hus utfört enligt SBN. Dessutom har husen i modellen inga ventilationsförluster, vilket man har i verkligheten. För att kunna se den ungefärliga procentuella förändringen för byggnaderna utförda enligt SBN får man lägga till 1330 kWh i ytterligare transmissions- och ventilationsförluster. Solens bidrag blir inte mer än ca 160-280 kWh med söder-norr orienterad gård, vilket motsvarar ca 5-9% lägre energibehov. Av FIG.4.8 framgår även att skillnaden är större i 3-glasgården än i 1-glasgården.

När det gäller orienteringen av gården så har den ingen större betydelse för energibehovet i husen. En gård med gavlarna i söder-norr ger ett något lägre energibehov.

I FIG.4.9 visas min-, medel- och maxtemperaturer i gården under samma vecka. Dessutom visar den understa stapeln mintemperaturen i gården om man inte haft någon sol alls. Det första man lägger märke till är den stora temperaturskillnaden mellan 1-glasgård och 3-glasgård. I söder-norr riktning är skillnaden i medeltemperatur ca 6.3 °C och i väster-öster riktning 5.7 °C oavsett väggtyp. Detta

visar verkligen hur viktigt det är att "flytta" isoleringen så långt ut som möjligt i konstruktionen, dvs ha ett bra k-värde på gårdens glasytor mot ute.

En viktig slutsats är således att fast man har samma totala k-värde vid stationära beräkningar, så får man inte bara en betydligt högre temperatur i 3-glasgården, utan även (naturligtvis som en följd av detta), en något lägre energiåtgång.

Jämförelser av skillnaden mellan mintemperaturen med sol och mintemperaturen utan sol är ett mått på hur bra förmåga gården har att lagra solenergin till natten. Den är som synes liten, delvis beroende på ett litet tillskott av solenergi under dagen. Av FIG.4.9 framgår även att 3-glasgården har en något bättre förmåga att lagra solenergi.

Under vårveckan är solens bidrag betydligt större. I FIG.4.10 visas energibehovet för att hålla +20 °C i de två husen. Temperaturen i husen tillåts gå upp till +25 °C, eftersom det antas att högre temperaturer inte accepteras. Solens bidrag uppgår för en söder-norr orienterad 1-glasgård med betong till 377 kWh, vilket utgör ca 19% av det totala energibehovet i SBN-huset (tillägg på 860 kWh för SBN-standard). I 3-glas gården blir bidraget 617 kWh eller ca 32%, om man tillåter en maxtemperatur i gården på 29.2 °C. I verkligheten accepteras inte så höga temperaturer utan en del av värmen ventileras bort, se vidare kap 4.4.1. Orienteringen av gården har inte heller under vårveckan någon större betydelse för energibehovet.

I FIG.4.11 redovisas temperaturen i gården under motsvarande tid. 3-glasgården blir betydligt varmare än 1-glasgården och man måste naturligtvis i normala fall vädra och skugga gården. Vi återkommer till detta när sommarfallet studeras. Jämfört med vinterveckan finns mer energi att lagra till natten under vårveckan. Skillnaden mellan mintemperaturen med och utan sol blir därför större. Betongväggar ger störst dämpning av temperatursvängningarna och gipsväggar minst. Dygnsmedeltemperaturerna är emellertid i princip lika för de olika väggmaterialen.

Solens betydelse för temperaturen i inglasningen syns tydligt i FIG.4.12-4.15. Här visas temperaturen i inglasningen som funktion av tiden med respektive utan sol under vårveckan för 1-glas respektive 3-glasgården med gips eller betong. Gården har söder-norr orientering. Man får betydligt jämnare temperatur om man har betongväggar och skillnaden mellan kurvorna ökar, mest i 3-glasgården. Jämförs sambanden som gäller för fallet utan sol framgår att temperaturen varierar mest i 1-glasgården med gips och är jämnast i 3-glasgården med betong. Detta kan uttryckas som att i 3-glasfallet befinner sig glasgården längre in i klimatskalet. Gårdstemperaturens karaktär närmar sig därför inomhustemperaturen (varmare och mindre svängningar), jämför med FIG.3.5.

För att förstå hur energin transporteras, lagras och fördelas mellan olika konstruktionsdelar, ställer vi upp en energibalans.

I FIG.4.16 och 4.17 visas 1-glas respektive 3-glasgården med syd-nordlig riktning. Energibalansen illustreras i figurerna kl 11 den 19/3 men utan sol. Det är betong i väggarna mot gården och det enda tillskottet är uppvärmningen av husen till  $+20^{\circ}\text{C}$ . Inramade värden anger energi för uppvärmning (Wh). Pilarna visar energitransport i Wh. Temperaturen i gården skiljer sig inte mycket från utetemperaturen, så förlusterna från gården är inte stora under denna timme. Värmetillförseln från väggarna mot gården är större vid 3-glas än vid 1-glas beroende på väggens högre k-värde i 3-glasfallet. Energi-behovet för husen är ungefär lika i de olika gårdarna, vilket var förutsättningen vid stationära förhållanden.

I FIG.4.18 och 4.19 visas motsvarande balanser med samma klimat, fast med sol. Här har gårdarna blivit betydligt varmare än ute och särskilt 3-glasgården. Nettotillskottet från solen, dvs det som har absorberats i gården, är ca 17% större i 1-glasgården, men den har samtidigt större förluster mot ute. Lagring sker i marken och i väggarna mellan hus och gård och det har blivit en avsevärd skillnad på värmebehovet i husen och speciellt i 3-glasfallet.

I FIG.4.20 och 4.21 illustreras situationen kl 22 samma dygn med sol. Temperaturen i de båda gårdarna håller på att sjunka och upplagrad energi avges. Betongväggarna i 3-glasgården har mer att avge och värmebehovet i kringliggande hus är fortfarande betydligt lägre än i 1-glasgården.

Energibalansen för 3-glasgården i alternativet med gipsväggar illustreras i FIG.4.22 och 4.23 kl 11 resp kl 22. På dagen tillgodo-görs energitillskottet från solen mer direkt med gips i husen och man har ett lägre värmebehov just då. Men på kvällen sjunker temperaturen snabbare i gården och värmebehovet blir då betydligt högre än i betongfallet.

Inverkan av den varierande termiska trögheten, för de tre materialen gips, tegel och betong, på temperaturen i inglasningen framgår av FIG.4.24 och 4.25 för vårveckan med 1-glas resp 3-glas. Massan har störst betydelse i 3-glasgården. Max- och mintemperaturerna skiljer sig vid olika massa, men medeltemperaturen över veckan är lika.

Under vinterveckan har massan inte så stor betydelse. Så fort man får några mulna dagar blir temperaturen i princip samma, oberoende av massan. Se FIG.4.26 och 4.27.

I FIG.4.28a-f visas beräknad temperatur i gården som funktion av utetemperaturen under vårveckan (söder-norr orientering). Punkterna representerar timmedelvärden för fallet med sol. Den inritade regressionslinjen är beräknad för motsvarande period, men för fallet utan sol. Den andra linjen visar det stationära fallet som enkelt beräknas för hand, jämför FIG.3.1. Skillnaden i lutning mellan stationärt samband och sambandet utan sol är ett mått på gårdens förmåga att lagra energi. Ju mer massa, desto mindre lutning på linjen "utan sol". Linjerna skär varandra ungefär vid veckans medeltemperatur. Vid högre utetemperatur är gårdens temperatur lägre än vid stationära beräkningar och tvärtom. Punkterna, som visar temperaturen i gården med sol, kommer under nätterna mycket nära den stationära linjen, särskilt i 1-glasgården med gips. I 3-glasgården med betong är man längst ifrån, ca 4-6 °C. Trots att det är en solig vårvecka

kan man med hjälp av stationära beräkningar ganska väl förutsäga mintemperaturen, särskilt om man har en 1-glasgård med lite massa.

Under vinterveckan är avståndet till linjen ännu mindre fast det är ovanligt stor dynamik denna vecka, se FIG.4.29a-b som visar 1-glas respektive 3-glasgården med betong.

Efter att ha konstaterat hur termisk tröghet och fördelningen av värmemotstånd påverkar temperaturen i inglasningen kan vi övergå till att titta på hur stor effekt som behövs för att hålla +20 °C i husen. I FIG.4.30 visas en "typfigur" över vilka regressionslinjer som är inritade i följande figurer. I FIG.4.31a visas effektbehovet (kWh/h), summerat för de två husen, som funktion av utetemperaturen under vårveckan. Varje punkt representerar medeleffektbehovet under en timme. Gården är söder-norr orienterad och väggarna mot gården är klädda med gips. Det stationära sambandet för både 1-glas och 3-glasgården är givetvis lika. Beräkningarna med DEROB för vårveckan utan solinstrålning ger två nya regressionslinjer. Linjerna blir alltså skilda för 1-glas och 3-glas och lutningen minskar. Lutningen är något lägre i 3-glasfallet. Detta beror på att tillgänglig massa utnyttjas bättre ju längre in den finns i konstruktionen. Summan av energibehovet under veckan är däremot lika. Beräkningar med samma klimat, fast med sol, resulterar i ett betydligt lägre effektbehov för att hålla +20 °C. Det intressanta här är att linjen för 3-glas skiljer sig betydligt från linjen för 1-glas.

Husen runt 3-glasgården har ett lägre effektbehov eftersom man har större nettotillskott i 3-glasgården

3-glas: mindre absorberad solinstrålning - små förluster >

1-glas: mer absorberad solinstrålning - stora förluster

Skillnaden mellan linjerna blir större med ökad termisk tröghet. Jämför FIG.4.31b med tegel och FIG.4.31c med betong.



Under vinterveckan blir skillnaden mycket mindre, se FIG.4.32a-c. Tillskottet från solen är mycket litet och då får man naturligt nog ingen större skillnad.

När det gäller inverkan av orienteringen har två fall studerats. Dels med gavlarna mot söder-norr och dels mot väster-öster. I FIG. 4.33 ser vi temperaturen i 3-glasgården under vårveckan. Väggarna mot gården är av gips. De bägge orienteringsfallen är utritade och vi ser att det är ingen stor skillnad emellan dem. Den söder-norr riktade gården har något högre maxtemperatur mitt på dagen, men på natten är de nästan lika. Även när det gäller energibehovet för att hålla +20 °C i husen blir det ingen större skillnad med olika orientering. För denna inglasade gård har alltså orienteringen inte någon större betydelse för klimatet.

För att studera ventilationens betydelse för temperaturen i inglasningen har ventilationen varierats för några fall med söder-norr orientering. I FIG.4.34 visas temperaturen i 1-glasgården med betong i väggarna. Ventilationen är 0, 0.5, 1.0 resp 1.5 oms/h i gården. Vi ser också här hur nära man ligger utetemperaturen. Medeltemperaturen under veckan sjunker bara med 1.7 °C från 0 till 1.5 oms/h, medan den sjunker kraftigare i motsvarande 3-glasgård, se FIG.4.35. Här sjunker temperaturen med 5 °C och som synes får ventilationen mindre och mindre betydelse för varje steg den ökas. Detta beror på att ökningen av förlusterna i förhållande till de totala förlusterna blir mindre och mindre. Från att ha en temperatur på över 0 °C, så kommer man ner på minusgrader vid 1.0 resp 1.5 oms/h vilket kan vara ödesdigert för t ex växter. Det är alltså inte bra att ha en allmänt otät inglasning där det är omöjligt att styra ventilationen.



#### 4.3.2 Vädning och solavskärmning under en sommarvecka

För dessa studier har den I-formade gården med söder-norr orientering valts ut, eftersom de högsta temperaturerna uppkommer här. För att veta hur utgångsläget ser ut visas det mycket orealistiska och högst teoretiska fallet utan vädning och solavskärmning. I FIG.4.36 ser vi min-, medel- och maxtemperaturerna i gården under veckan för gips- respektive betongväggar. Medeltemperaturen i 1-glasgården är ca 36 °C och i 3-glasgården ca 50 °C! Maxtemperaturen i 3-glasgården med gips ligger på över 70 °C!

Det gäller nu att försöka få ner temperaturen till en rimlig nivå genom vädning och avskärmning. Vi börjar med att vädra. I FIG.4.36 visas också temperaturen vid 2.0 oms/h konstant under hela veckan. Som man kunde ana så räcker inte denna åtgärd. Medeltemperaturen har nu sjunkit till 30 °C i 1-glasgården och 34 °C i 3-glasgården, dvs det är inte längre så stor skillnad mellan gårdarna. Vädningen har bäst verkan i 3-glasgården. Inte ens om man ökar ventilationen till 10 oms/h i 3-glasgården med gips, kommer medeltemperaturen ner lägre än till 24.4 °C och maxtemperaturen är då 33.7 °C.

Det är, som vi vet från befintliga inglasningar, mycket viktigt att använda sig av solavskärmning för att hålla nere temperaturen. I DEROB-LTH finns nu, efter vissa ändringar, möjlighet att skugga ett eller flera glaspartier. Under en valbar tid på dygnet kommer ingen solinstrålning in genom den eller de ytor som man valt att skugga. Den skuggande ytan har dessutom absorptionsfaktorn = 0 för kortvägig strålning. Detta innebär en förenkling av verkligheten och gör att effekten av skuggningen blir för stor. Simuleringarna ger trots detta en bra beskrivning av hur viktigt det är att försöka hindra solen från att komma in i inglasningen.

I FIG.4.37 visas temperaturen under sommarveckan i 1-glasgården med gipsväggar. Den översta kurvan visar en oventilerad, oskuggad gård. Kurvan under visar en oskuggad gård med en ventilation på 2 oms/h. När gården ventileras med 2 oms/h och taket i gården samtidigt skuggas mellan kl 06-18 fås den näst understa kurvan. De båda glasgårdarna är alltså fortfarande oskuggade. Den understa kurvan visar

utetemperaturen som man alltså försöker närma sig.

Skuggningen har stor inverkan på temperaturen och visar att en kombination av vädring och solavskärmning är bra. I FIG.4.38 visas motsvarande för 3-glasgården med gips. Här blir effekten av varje åtgärd ännu större och fastän utgångsläget var en mycket högre temperatur, så reduceras maxtemperaturerna även här till drygt 30 °C. Det är alltså inte särskilt svårt att få ner temperaturen i denna typ av inglasning, vilket vi också har erfarenhet av från befintliga gårdar.

4.3.3 Figur 4.7-4.38

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 4.3, sid 28-35,

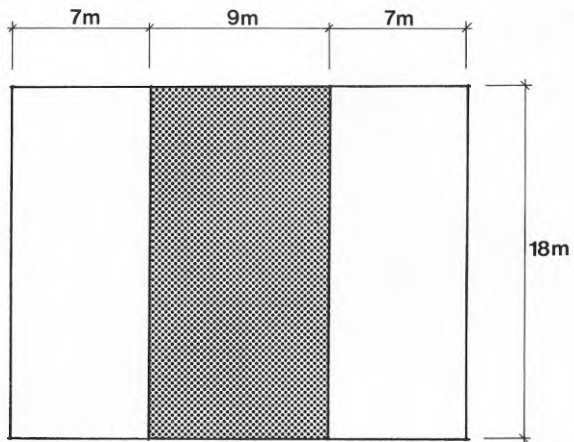


FIG.4.7 I-formad gård

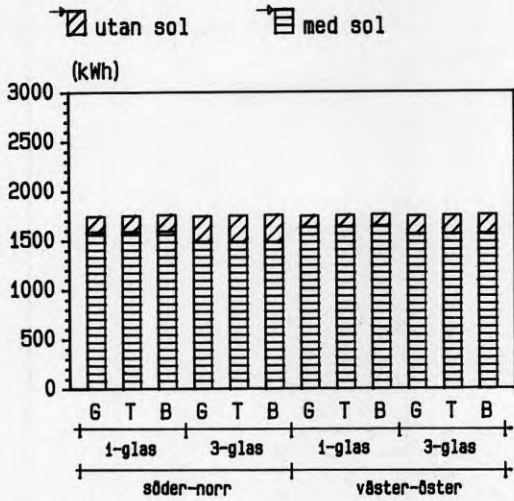


FIG.4.8 Energibehovet under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong

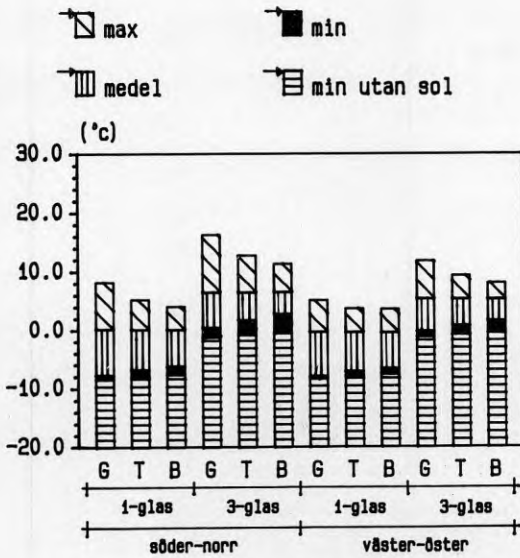


FIG.4.9 Temperaturen i gården under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong

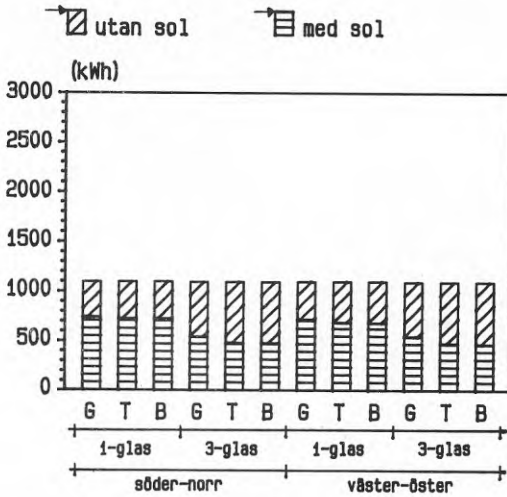


FIG.4.10 Energibehovet under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

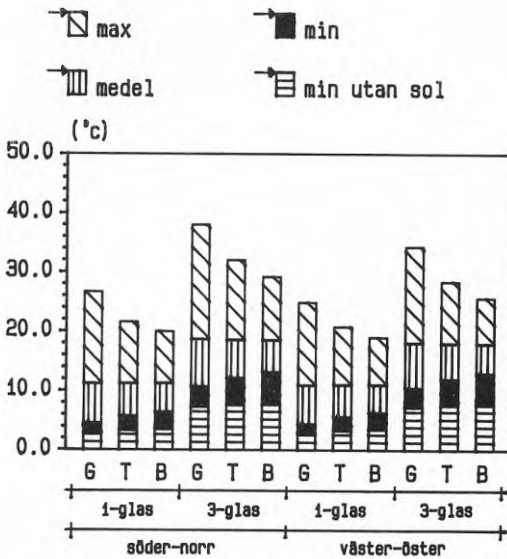


FIG.4.11 Temperaturen i gården under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

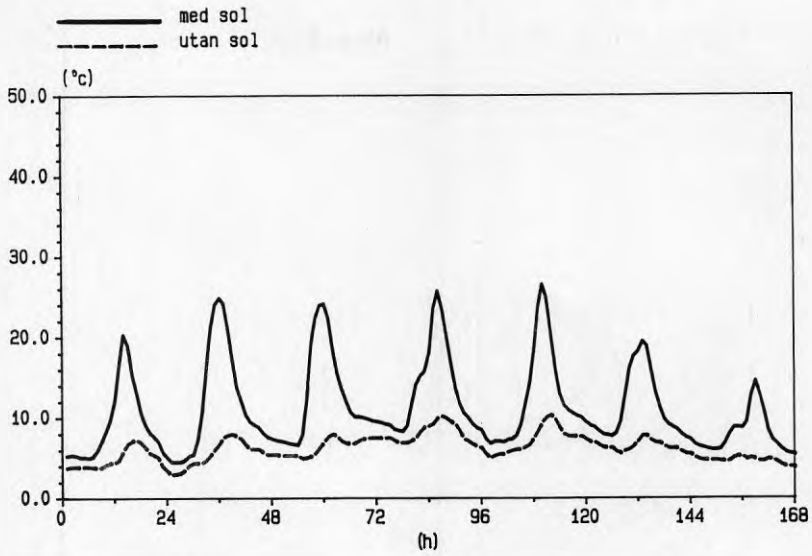


FIG.4.12 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med gipsväggar, vårveckan

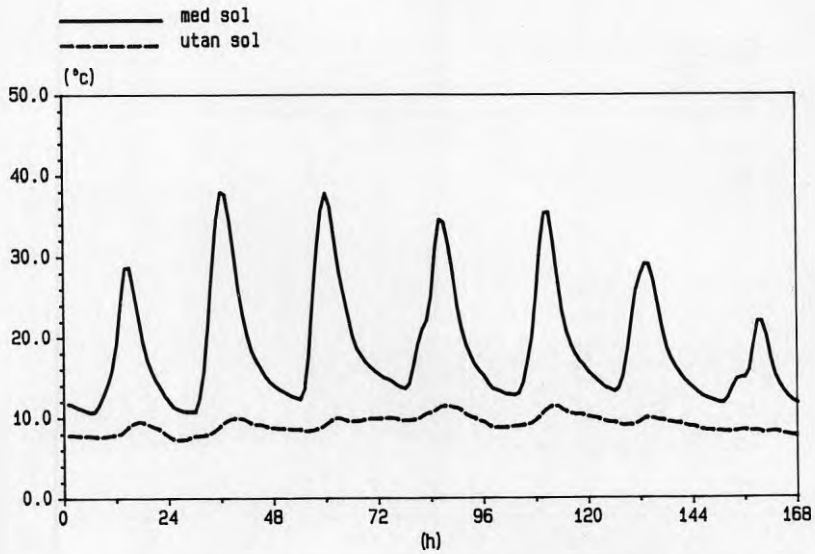


FIG.4.13 Temperaturen i den söder-norr orienterade 3-glasgården med gipsväggar, vårveckan

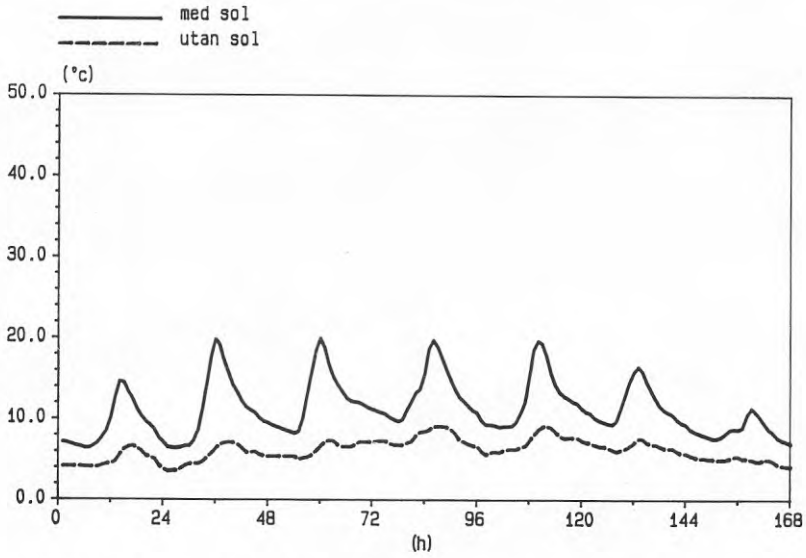


FIG.4.14 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

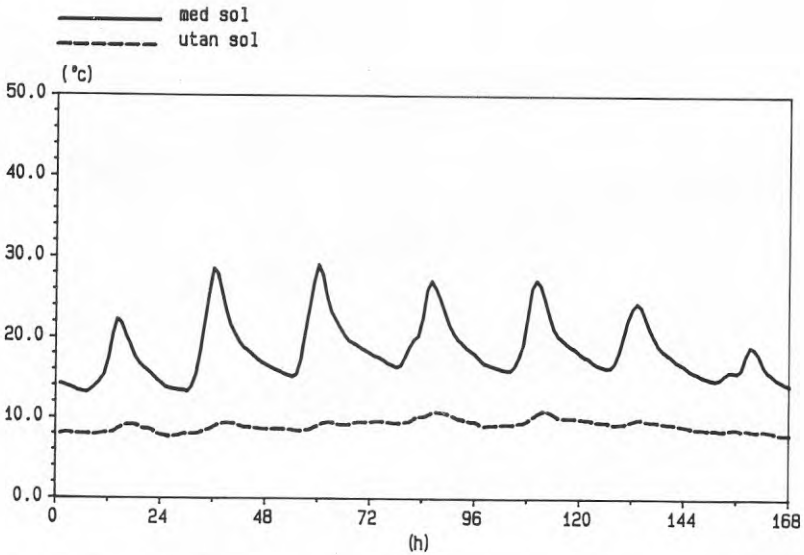


FIG.4.15 Temperaturen i den söder-norr orienterade 3-glasgården med betongväggar, vårveckan



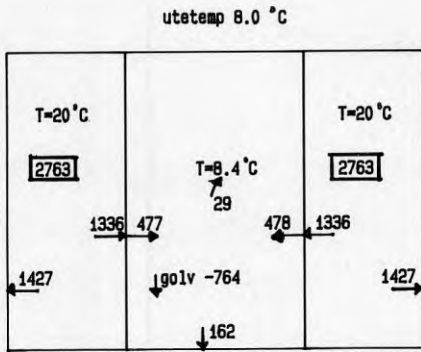


FIG.4.16 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 utan sol

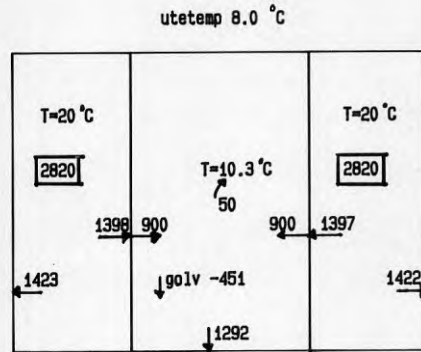


FIG.4.17 3-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 utan sol

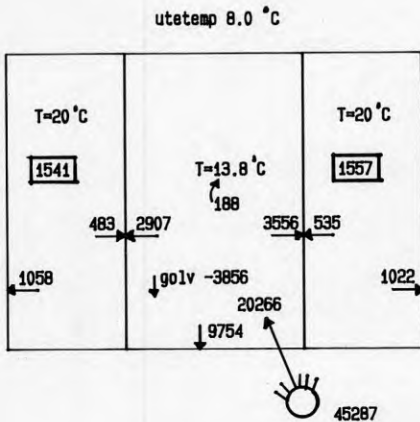


FIG.4.18 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol

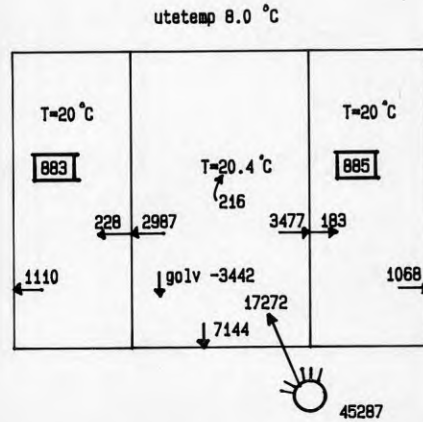


FIG.4.19 3-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol

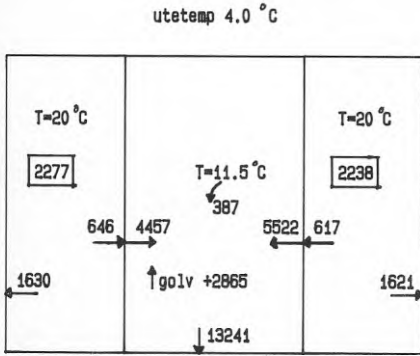


FIG.4.20 1-glasgård med betongväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

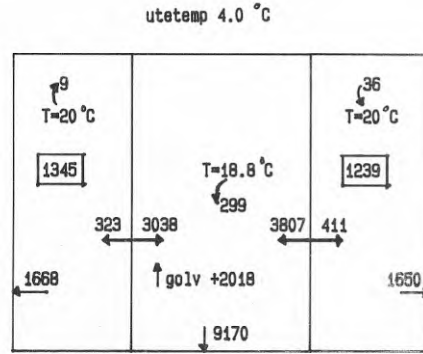


FIG.4.21 3-glasgård med betongväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

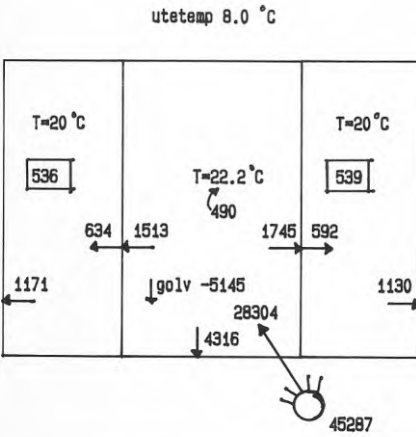


FIG.4.22 3-glasgård med gipsväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol

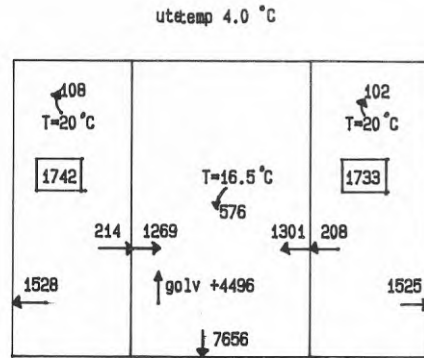


FIG.4.23 3-glasgård med gipsväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

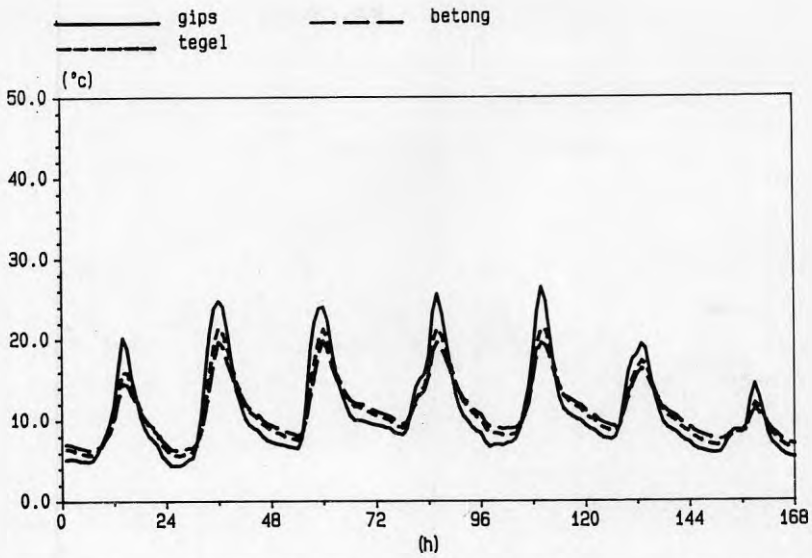


FIG.4.24 Temperaturen i 1-glasgården med söder-norr orientering, vårveckan

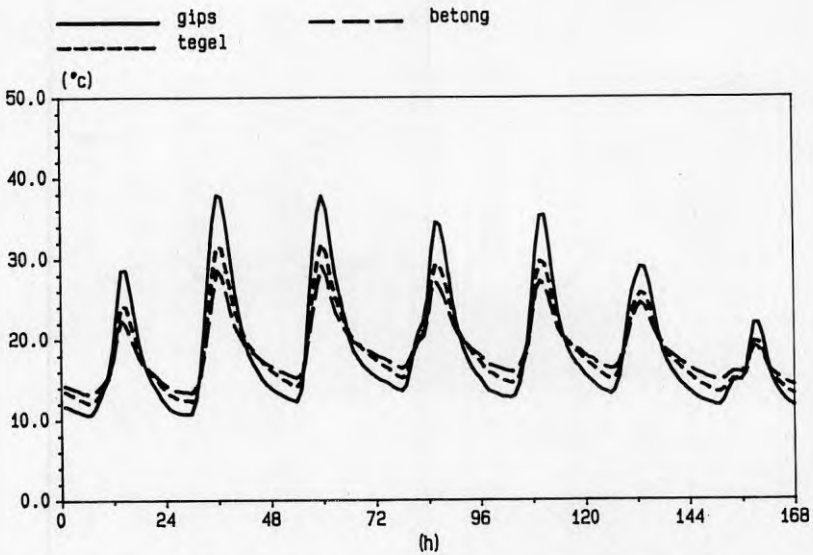


FIG.4.25 Temperaturen i 3-glasgården med söder-norr orientering, vårveckan

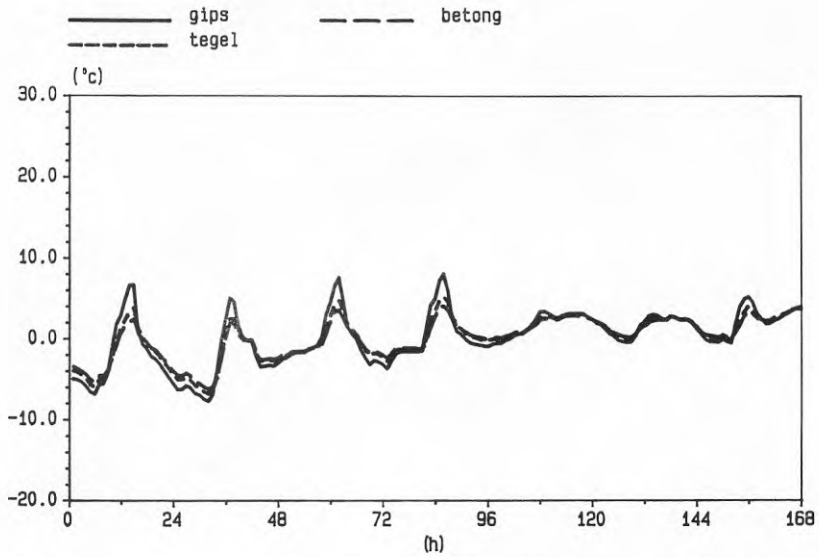


FIG.4.26 Temperaturen i 1-glasgården med söder-norr orientering, vinterveckan

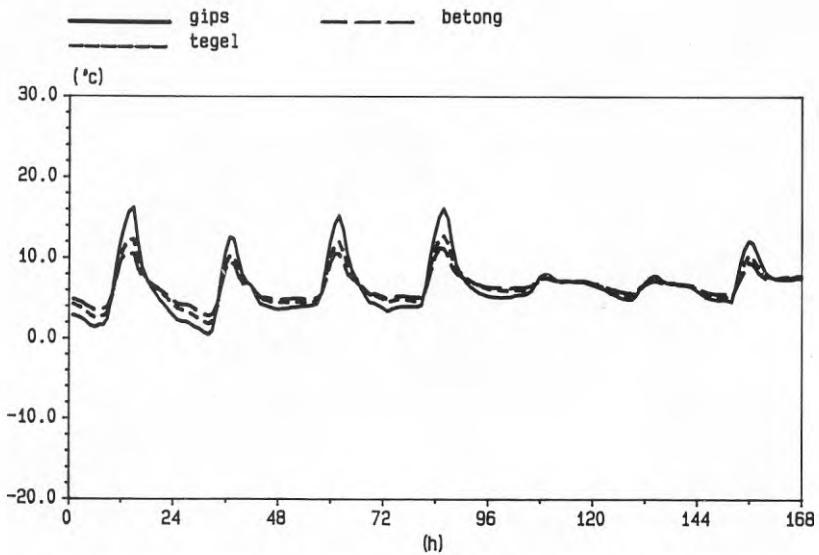


FIG.4.27 Temperaturen i 3-glasgården med söder-norr orientering, vinterveckan

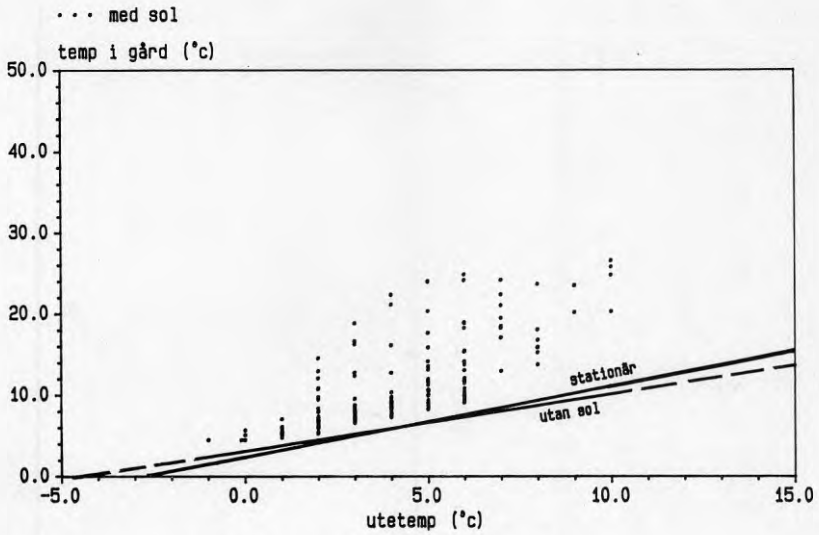


FIG.4.28a 1-glasgård med gipsväggar, vårveckan

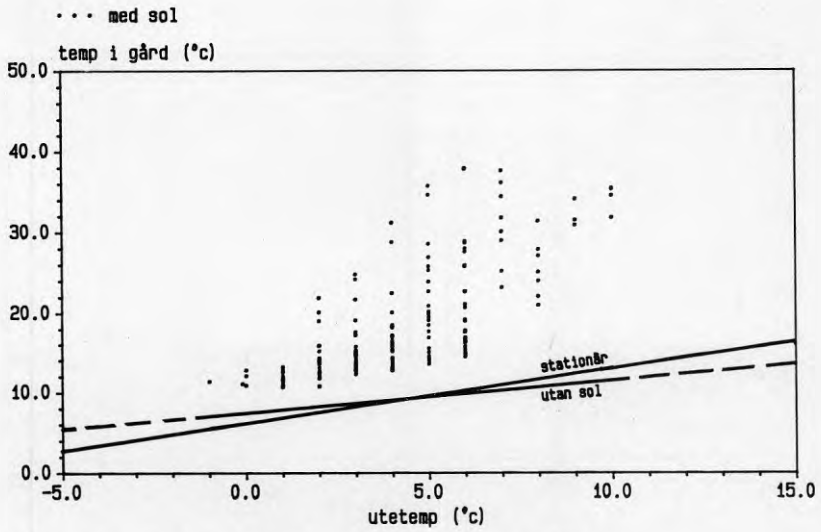


FIG.4.28b 3-glasgård med gipsväggar, vårveckan

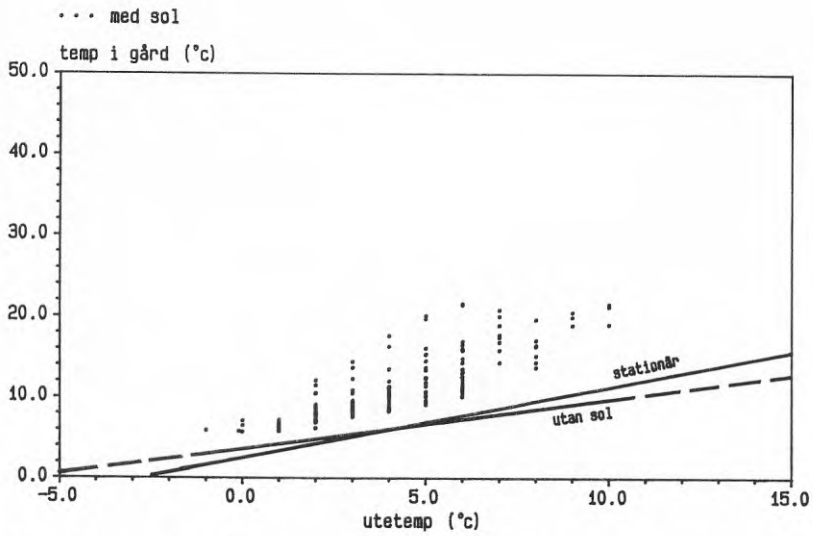


FIG.4.28c 1-glasgård med tegelväggar, vårveckan

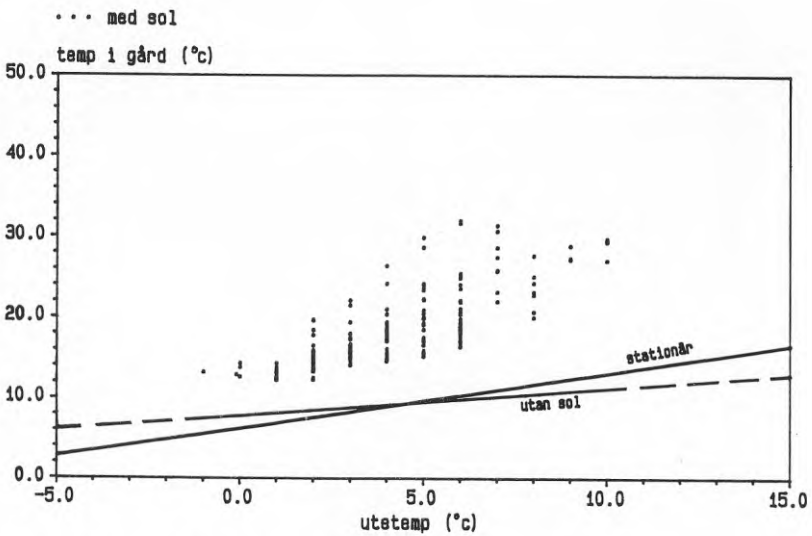


FIG.4.28d 3-glasgård med tegelväggar, vårveckan

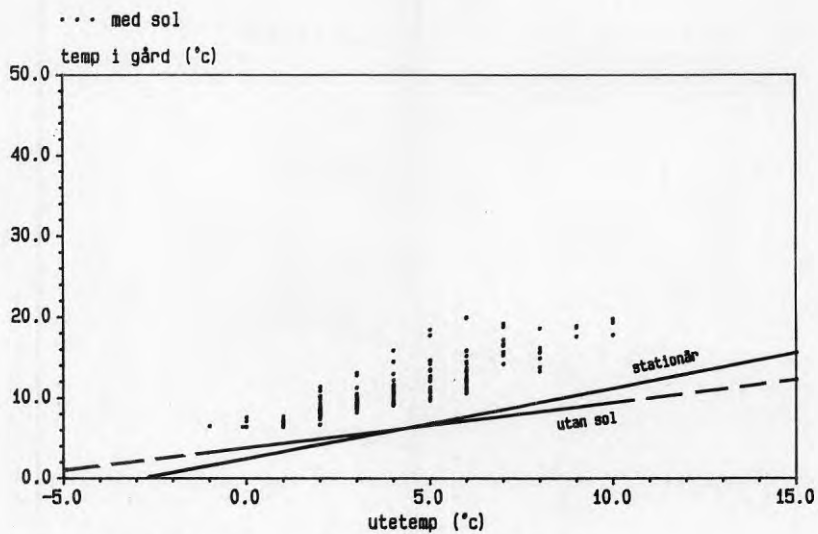


FIG.4.28e 1-glasgård med betongväggar, vårveckan

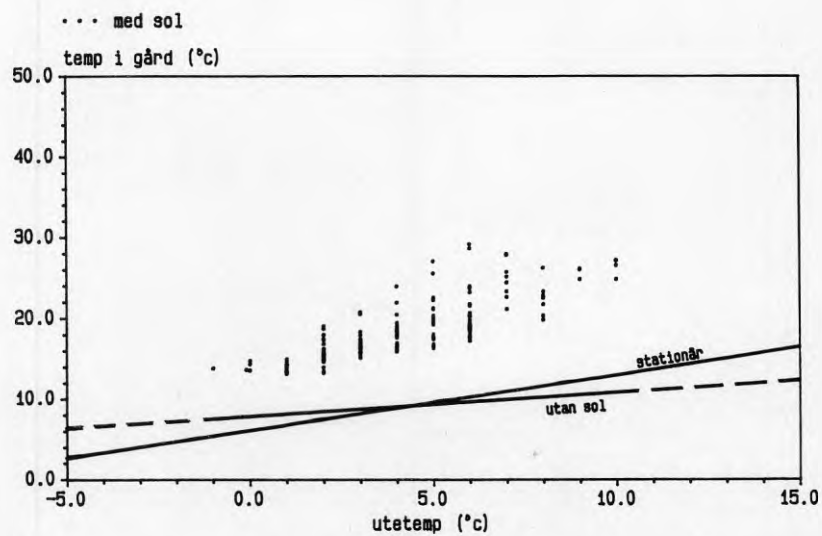


FIG.4.28f 3-glasgård med betongväggar, vårveckan



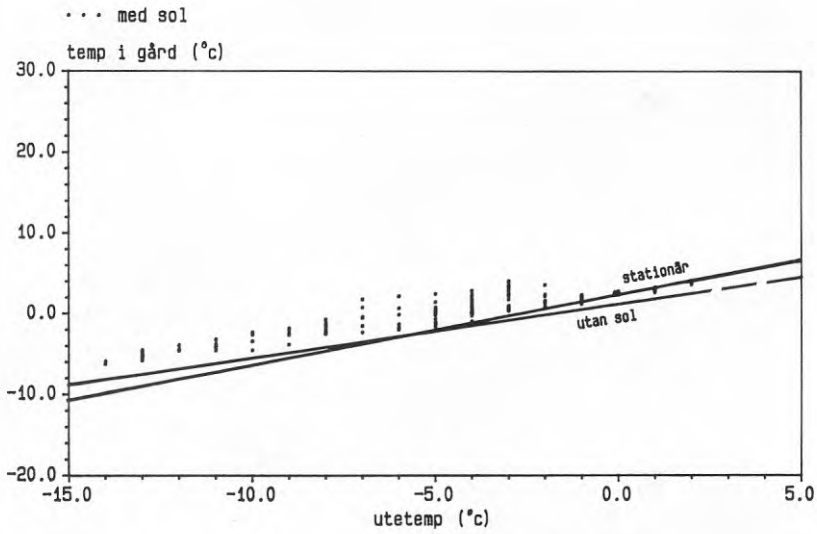


FIG.4.29a 1-glasgård med betongväggar, vinterveckan

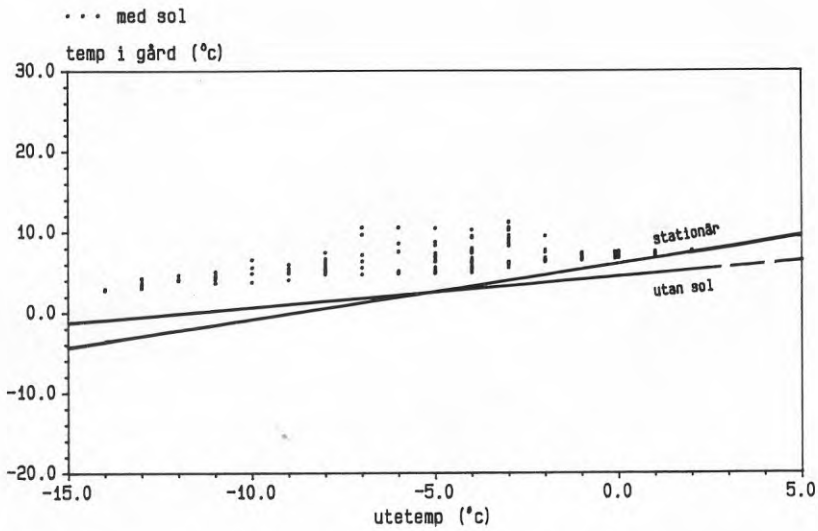


FIG.4.29b 3-glasgård med betongväggar, vinterveckan

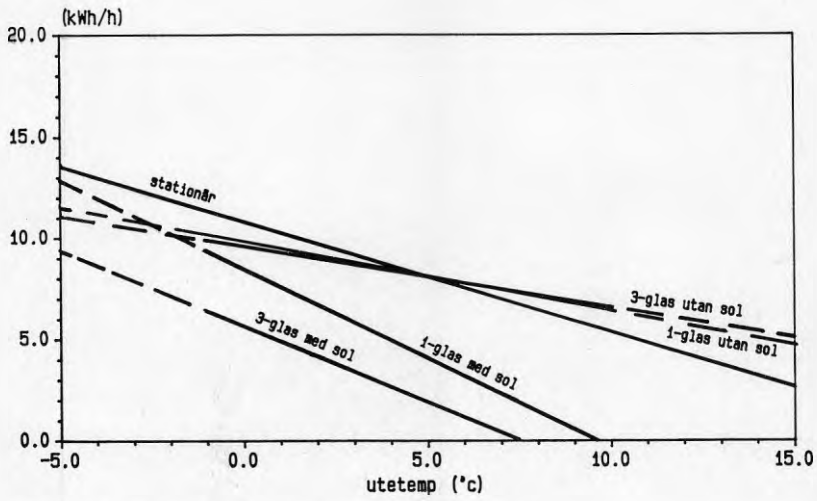


FIG.4.30 Typfigur över regressionslinjer

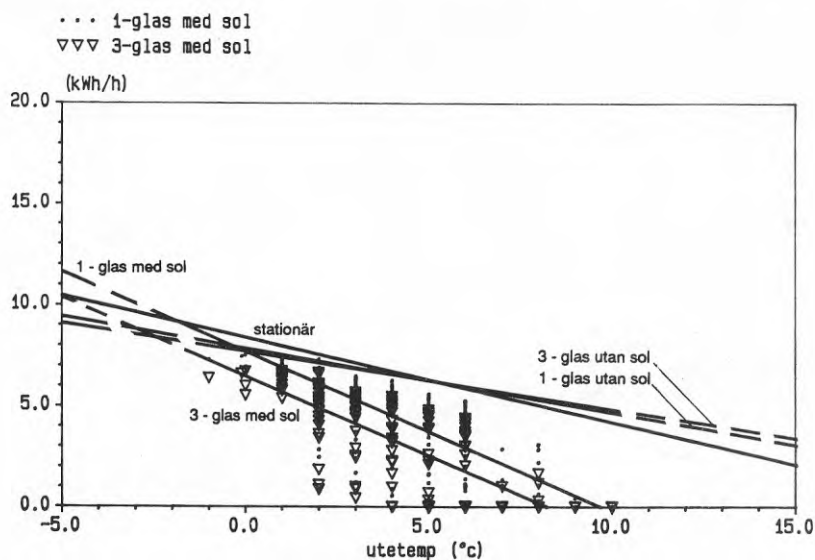


FIG.4.31a Söder-norr orienterad gård med gipsväggar, vårveckan

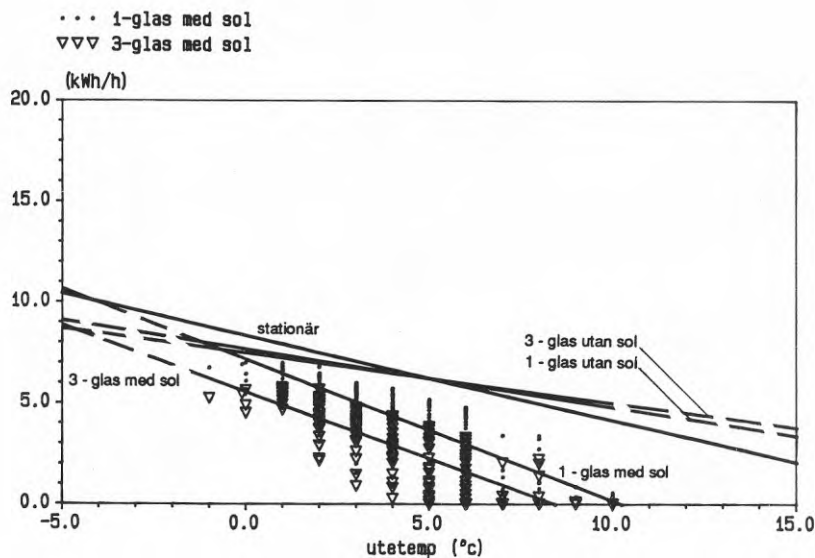


FIG.4.31b Söder-norr orienterad gård med tegelväggar, vårveckan

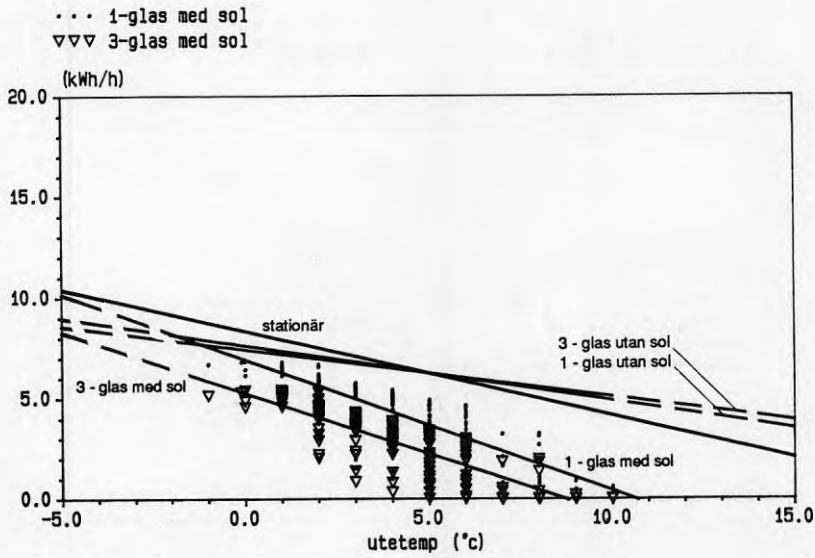


FIG.4.31c Söder-norr orienterad gård med betongväggar, vårveckan

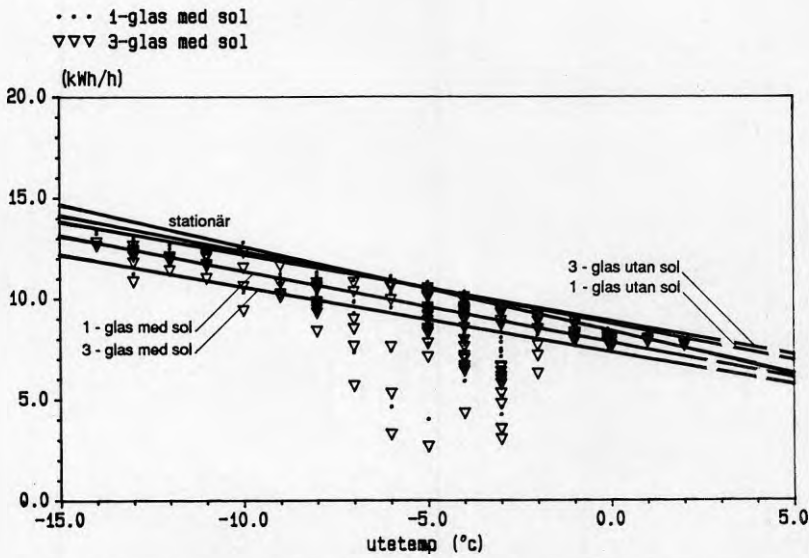


FIG.4.32a Söder-norr orienterad gård med gipsväggar, vinterveckan

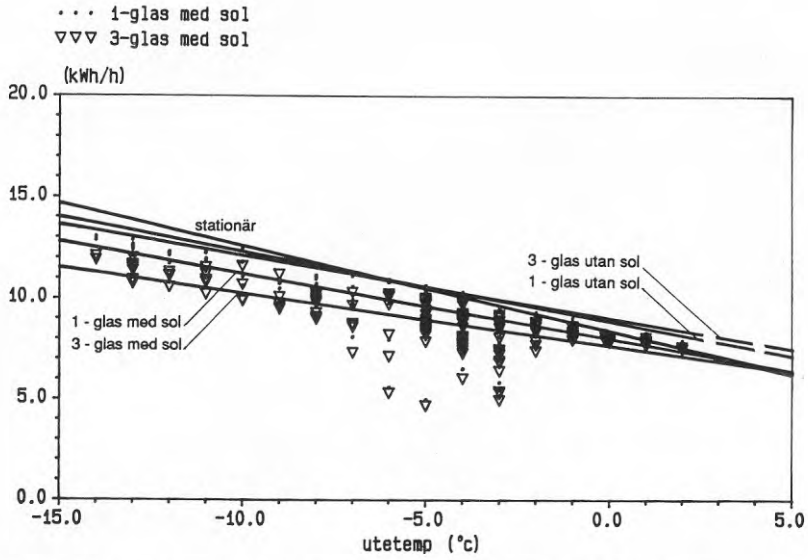


FIG.4.32b Söder-norr orienterad gård med tegelväggar, vinterveckan

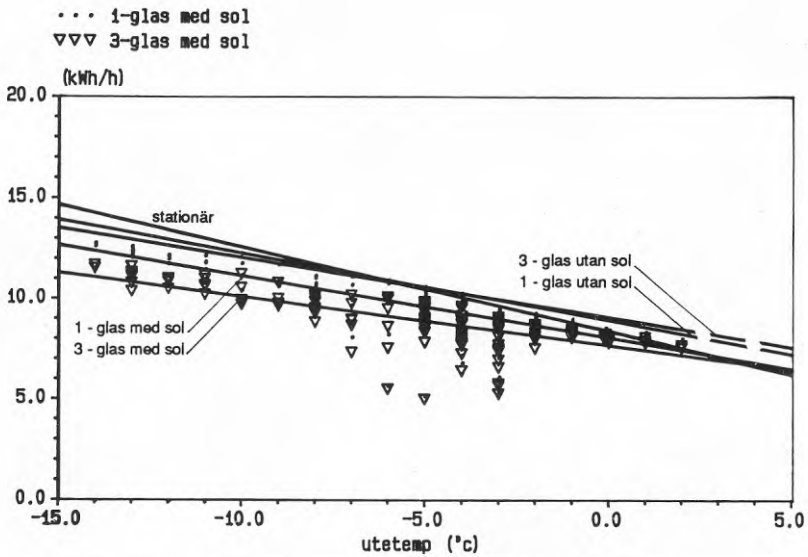


FIG.4.32c Söder-norr orienterad gård med betongväggar, vinterveckan

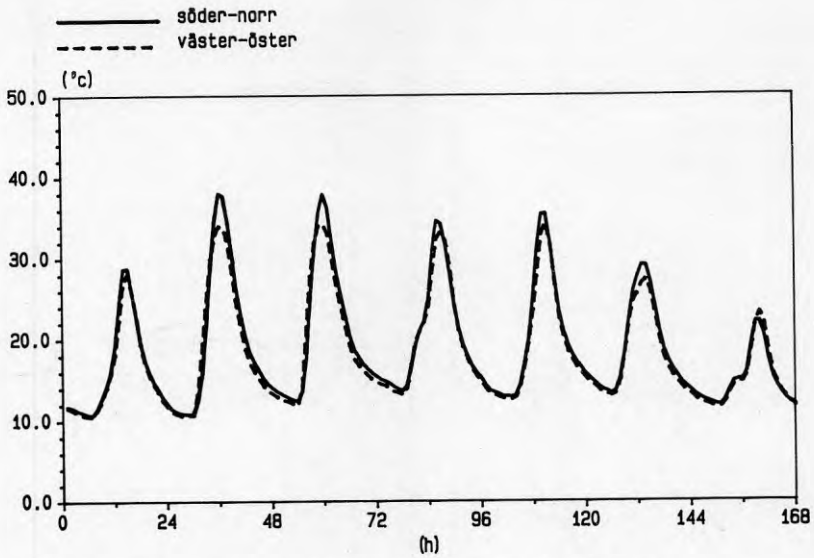


FIG.4.33 Temperaturen i 3-glasgården med gipsväggar, vårveckan

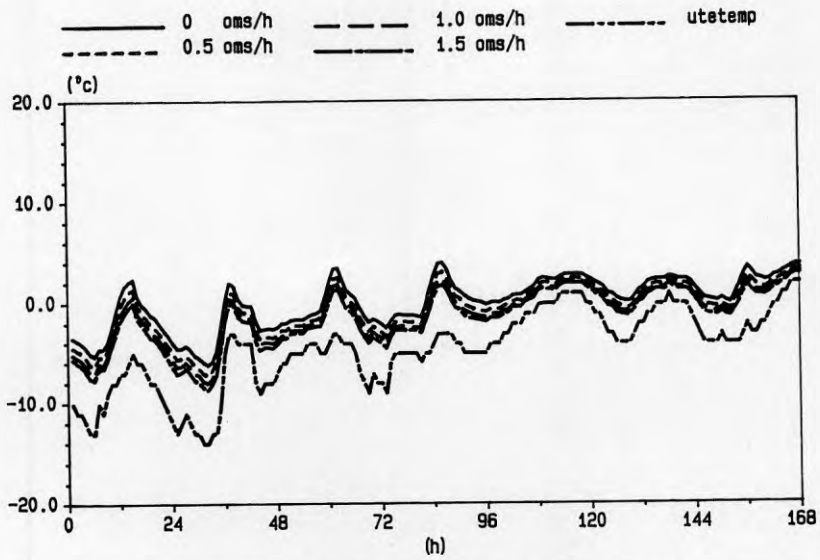


FIG.4.34 Temperaturen i 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

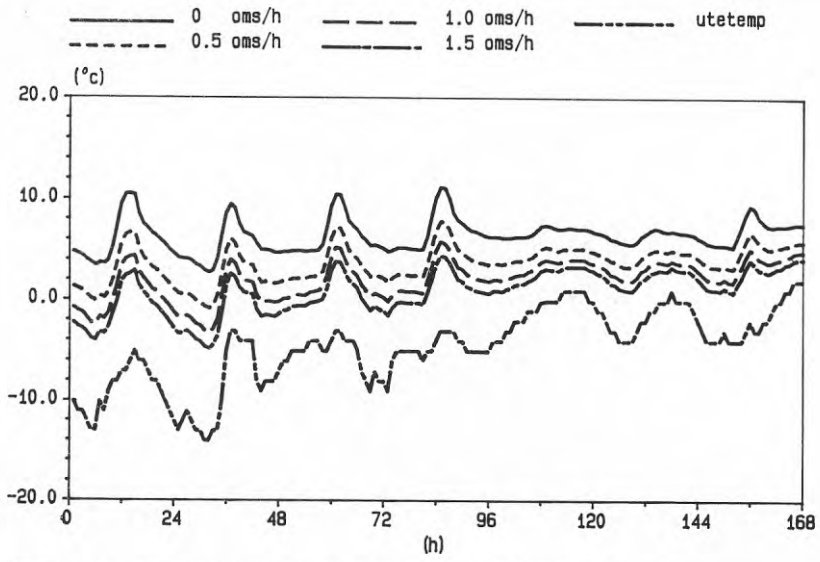


FIG.4.35 Temperaturen i 3-glasgården med betongväggar, vårveckan



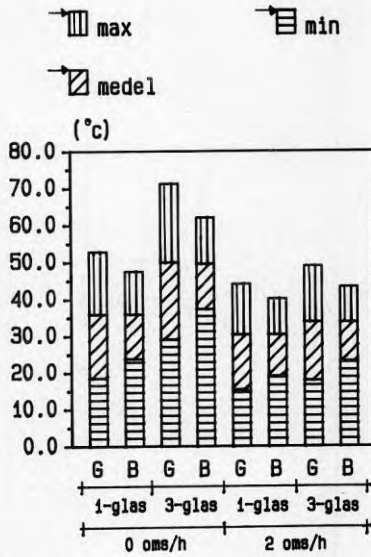


FIG.4.36 Temperaturen i gården med söder-norr orientering, sommarveckan

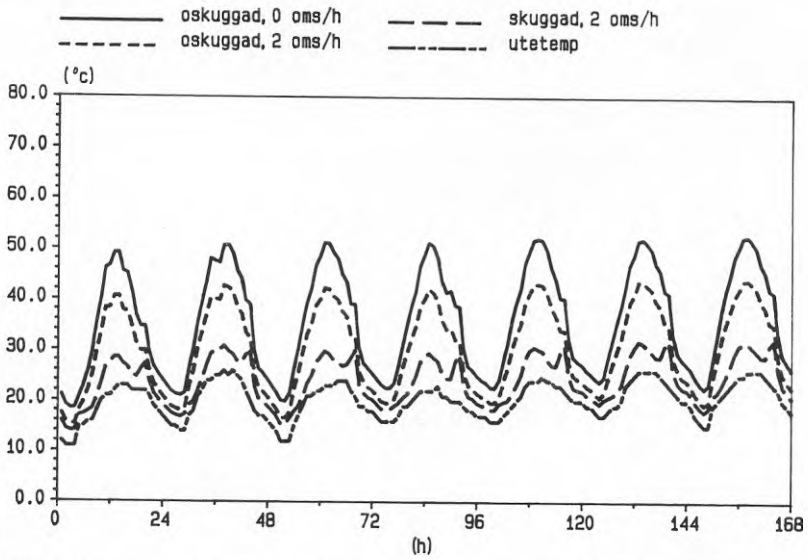


FIG.4.37 Temperaturen i 1-glasgården med gipsväggar, sommarveckan

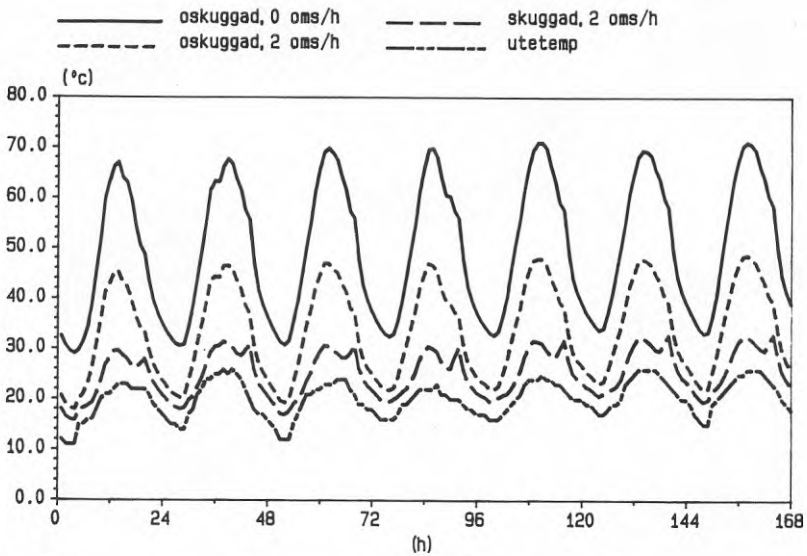


FIG.4.38 Temperaturen i 3-glasgården med gipsväggar, sommarveckan

#### 4.4 Den U-formade gården

##### 4.4.1 Vinter och vår

Genom att ta bort en glasgavel i den I-formade modellen, och istället lägga en ny volym där, erhålles den U-formade gården - se FIG. 4.39. Motsvarande beräkningar som för den I-formade gården har genomförts. Först visas beräkningarna för vår- och vinterveckan. Tre olika orienteringar har studerats; glasgaveln i söder-, väster- respektive österläge.

I FIG.4.40 visas den energi som åtgår under vinterveckan för att hålla  $+20^{\circ}\text{C}$  i de tre huslängorna för 18 basfall. Den högre stapeln visar energibehovet utan solinstrålning och den lägre med solinstrålning samma vecka. Den ungefärliga procentuella förändringen för byggnaderna gjorda helt enligt SBN, erhålls genom att lägga till 1679 kWh i ytterligare förluster. Den absoluta skillnaden, dvs solens bidrag, är ganska liten under vinterveckan - ca 270-470 kWh med söderorienterad gård, dvs 7-12% mindre energiförbrukning. Den är dock lite större än för den I-formade gården som låg mellan 5-9%. Det är också något större skillnad mellan 1-glas och 3-glasmodellen.

I FIG.4.41 visas min-, medel- och maxtemperaturer i gården under samma vintervecka. Den understa stapeln visar mintemperaturen för motsvarande vecka utan sol. Det blir också i denna gård en stor skillnad mellan medeltemperaturen i 1-glas respektive 3-glasmodellen. I söderläge är skillnaden i medeltemperatur ca  $8.4^{\circ}\text{C}$  och i öster- och västerläge ca  $7.9^{\circ}\text{C}$  oavsett väggtyp. Temperaturen blir över huvud taget högre än för den I-formade gården. Mintemperaturen för veckan med sol skiljer sig inte heller här så mycket från mintemperaturen utan sol.

Den energi som åtgår för att hålla  $+20^{\circ}\text{C}$  i huslängorna under vårveckan, visas i FIG.4.42. Temperaturen i husen tillåts gå upp till  $+25^{\circ}\text{C}$ , högre temperaturer anses oacceptabla. Den högre stapeln representerar veckan utan sol och den lägre med solinstrålning. Här ser man att solen ger ett betydligt större tillskott än

---

#### Kap 4 Den U-formade gården

under vinterveckan. Solens bidrag i 3-glasgården i söder med betong är 978 kWh och utgör ca 39% av den totala förbrukningen i SBN-huset om vi tillåter en maxtemperatur i gården på 30.7 °C. (Här får man lägga till 1084 kWh för att få en standard enligt SBN). I 1-glasgården blir solens bidrag ca 24%.

I FIG.4.43 är min-, medel- och maxtemperaturerna redovisade för de olika fallen under vårveckan. Den söderorienterade 3-glasgården blir naturligtvis varmest och man får minst dämpning av temperaturen i gipsfallet och mest i betongfallet.

Observera att "vinsten" beroende på solinstrålning inte enbart hänför sig till glasgården. Förlusterna minskar även då husens väggar och tak blivit solbelysta. Om ett vårdygn (19/3) studeras så framgår att husens förluster mot ute (golv, väggar, tak) sjunker till 91% av vad de är samma dygn utan sol. Förlusterna mot gården sjunker till 21%, så den huvudsakliga "vinsten" fås via gården.

I FIG.4.44 ser vi hur förlusterna genom en vägg mot väster, bestående av 15 cm mineralull, varierar under samma vårdygn. Den översta kurvan visar förlusterna utan solinstrålning. Den understa kurvan visar förlusterna med sol när ytans absorption = 0.5. Förlusterna minskar kraftigt när väggen värms upp av solen och över dygnet minskar förlusterna med 15%. I FIG.4.45 har förlusterna delats med väggens yta och temperaturskillnaden inne-ute så att ett "k-värde" har erhållits.

I FIG.4.46 visas hur temperaturen varierar under vårveckan i 1-glasgården med gipsväggar mot gården. Glasgaveln är riktad mot söder. Den undre kurvan visar temperaturen om man inte haft någon sol. Motsvarande visas för 3-glasgården i FIG.4.47. Temperaturen varierar kraftigt på grund av solinstrålningen.

I FIG.4.48 och 4.49 visas motsvarande temperaturer med betongväggar i gården. Temperatursvängningarna är betydligt mer dämpade och skillnaden mellan kurvorna ökar. Förutom att den allmänna temperaturnivån ligger högre än för den I-formade gården, så är också

skillnaden mellan kurvorna med sol och utan sol något större, dvs man tar tillvara mer av solens energi.

En noggrannare studie av hur energin transporteras i de olika gårdarna är intressant för att kunna jämföra dem. Därför har motsvarande energibalanser ställts upp som för den I-formade gården. I FIG.4.50 och 4.51 ser vi situationen som gäller kl 11 den 19/3 i 1-glas respektive 3-glasgården när man inte har haft någon sol. Det är betong i väggarna mot gården och gaveln är riktad mot söder. Pilarna visar energitransport i Wh. Det enda tillskott man har är uppvärmningen av husen för att hålla +20 °C. Detta visas i rutorna. I 3-glasgården är förlusterna ut från gården större beroende på en större temperaturskillnad än i 1-glasgården. I gengäld har tillskottet från husen ökat.

I FIG.4.52 och 4.53 visas motsvarande balanser med samma klimat fast med sol. Nettotillskottet från solen, dvs det som har absorberats, är ca 24% högre i 1-glasgården, men den har samtidigt större energitransport ut. Uppvärmningsbehovet är avsevärt mindre i 3-glasfallet. Man har denna timme ett något mindre tillskott från solen än i den I-formade gården på grund av mindre total glasarea. Temperaturen i den U-formade gården blir dock högre än i den I-formade gården.

Det kommer in betydligt mindre av solenergin genom en 3-glasruta än en 1-glasruta. Den del som väl passerat glaskombinationen transporteras däremot inte så lätt ut igen. I FIG.4.54 ser vi hur mycket solen har bidragit med den 19/3 för den U-formade 1-glasgården. Den översta kurvan visar hur mycket sol som träffar glastaket och glasgaveln på utsidan. Den mellersta kurvan visar hur mycket av detta som kommer in genom glaset och den understa hur mycket som har absorberats och därmed lagrats i gårdens omgivande konstruktioner. Under dagen har 588 kWh träffat glaset på utsidan och av detta har 461 kWh eller 78% kommit in. Däremot har bara ca 304 kWh eller 52% lagrats i gården.

I den U-formade 3-glasgården har naturligtvis också 588 kWh träffat utsidan av glaset under dygnet. Av detta har bara 339 kWh eller 58% kommit in i volymen och 240 kWh eller 41% har absorberats. Förhållandevis mer har alltså lagrats i 3-glasgården, se FIG.4.55. Av den energi som har kommit in har 71% stannat kvar, medan 66% har lagrats i 1-glasgårdens omgivande ytor. I kombination med att 3-glasfönstret har ett mycket bättre k-värde, så blir 3-glasgården en effektivare solfångare.

En del av energin lagras till kvällen och i FIG.4.56 och 4.57 ser vi vad som händer kl 22 samma dygn. Temperaturen håller på att sjunka i bägge gårdarna och nu avges den upplagrade energin. Men den räcker inte till och temperaturen sjunker snabbare i 1-glasgården. Uppvärmningsbehovet är fortfarande mindre i 3-glasgården. Jämför vi med motsvarande I-formade 1- respektive 3-glasgård med betongväggar, se FIG.4.20-4.21, så konstateras att där är uppvärmningsbehovet betydligt större än för de hus som är lika stora i den U-formade modellen. Uppvärmningsbehovet för ett av de stora husen i den I-formade modellen är ca 30% högre i 1-glasfallet jämfört med den U-formade gården. I den I-formade 3-glasgården blir uppvärmningsbehovet under denna timme mellan 2 och 4.5 gånger högre beroende på vilket av de stora husen man jämför. Detta gäller dock för en enstaka timme. För en längre period är skillnaderna inte så stora, se vidare kap 5. Dessutom förutsätts ett värmesystem med perfekt reglering vilket man långt ifrån har i verkligheten.

Att ha gips mot gården betyder att lagringskapaciteten i väggarna reduceras. I FIG.4.58 illustreras värmebalansen kl 22 i 3-glasgården med gips. Tillskottet från väggarna är betydligt mindre och temperaturen i gården sjunker snabbare än i både 1-glasgården och 3-glasgården med betong. Detta är även illustrerat i FIG.4.59 och 4.60 där vi ser temperaturen under hela vårveckan med olika väggar i gårdarna. Det är stora skillnader på max- och mintemperaturer, men medeltemperaturen under veckan blir lika.

Under vinterveckan har den termiska trögheten inte heller i den U-formade gården någon större inverkan på temperaturen, se FIG.4.61

och FIG.4.62.

I FIG.4.63a-f visas temperaturen i gården som funktion av utetemperaturen under vårveckan. Punkterna representerar timvärden. Den inritade regressionslinjen är från motsvarande beräkning utan sol. Den andra linjen visar det stationära fallet, jämför FIG.3.2. De lägsta temperaturpunkterna stämmer ganska väl överens med de stationära beräkningarna. Längst ifrån kommer man i 3-glasgården med betongväggar. Lägg märke till att detta ändå är en mycket solig period.

Observera att det i 3-glasgården med gips är drygt 40 °C i gården. Det är ju tack vare att denna höga temperatur tillåts, som den beräknade temperaturen ligger en bit ovanför linjen. I FIG.4.64 och 4.65 har gården ventilerats mellan kl 11 och 16 med 0.5 respektive 1.5 oms/h. Vi ser att punkterna närmar sig sambandet för stationära beräkningar, en del av den överskottsvärme som trots allt var möjlig att lagra till natten vädras nu bort på dagen. Slutsatsen blir att en minskning av massan ger betydligt högre maxtemperaturer (=dagtid) och något lägre mintemperaturer (=nattetid). Att ventilerar bort överskottsvärme under dagen blir i högre grad nödvändigt vid liten massa, vilket medför ytterligare en sänkning av mintemperaturen, dvs skillnaden i temperatur nattetid mellan lite och mycket massa blir i själva verket större än vad som framgår av FIG.4.63.

I FIG.4.66a-b ser vi 1-glas respektive 3-glasgården med betong under vinterveckan. Glasgaveln är också här mot söder. Avståndet till den stationära linjen är här ännu mindre och temperaturen på dagen blir inte heller särskilt hög.

Vi övergår till att studera hur stor effekt som behövs för att hålla +20 °C i de tre husen. I FIG. 4.67a-c visas medeleffektbehovet summerat för de tre husen som funktion av utetemperaturen under vårveckan. Punkterna representerar timvärden. Gården är söderorienterad och väggarna mot gården är klädda med gips, tegel respektive betong. De översta linjerna är den stationära linjen samt 1-glas



resp 3-glas utan sol. De två understa är med sol. Effektbehovet minskar kraftigt på grund av solen. I den U-formade gården är skillnaden mellan 1-glas och 3-glaslinjen med sol större än för den I-formade gården. Den direkta jämförelsen mellan de tre olika gårdstyperna studeras i nästa kapitel. Under vinterveckan blir skillnaden mellan 1-glas och 3-glasalternativet betydligt mindre, se FIG.4.48a-c, även om den är större än för I-formen.

När det gäller inverkan av orientering ser vi i FIG.4.69 för vårveckan att en ändring av orienteringen mellan öster-söder-väster inte förändrar effektbehovet nämnvärt i 1-glasgården med betong. I FIG.4.70 ser vi att skillnaden är något större för 3-glasgården och att lägga glasgaveln mot söder ger lägst effektbehov. I FIG. 4.71 och FIG.4.72 visas motsvarande bilder med gips i väggarna mot gården. Här är skillnaden ännu mindre.

En större skillnad ser man på temperaturerna i gården. Maxtemperaturen under vårveckan blir ca 4-7 grader högre med söderläge än med öster- eller västerläge (se FIG.4.43).

Ventilationens inverkan på temperaturen i inglasningen visas i FIG. 4.73 och 4.74. Här visas temperaturen i 1-glas respektive 3-glasgården med varierande ventilation under vinterveckan. Dessutom är utetemperaturen inritad. Gården är söderorienterad och har betongväggar. I 1-glasgården sjunker medeltemperaturen under veckan med 2.6 °C medan den kraftigt minskar med 7.4 °C i 3-glasgården när ventilationen ökar från 0 till 1.5 oms/h.

#### 4.4.2 Vädring och solavskärmning under en sommarvecka

I den U-formade gården med glasgaveln mot söder kan höga temperaturer förväntas. Det är dock inte så stor skillnad mellan den I-formade och den U-formade gården. I FIG.4.75 är min-, medel- och maxtemperaturerna redovisade för den U-formade gården när luftomsättningen i gården är 0 respektive 2 oms/h. Den U-formade 1-glasgården får mellan 4 och 8 grader högre maxtemperatur än motsvarande I-formade gård när dessa inte har någon ventilation. Den U-formade 3-



glasgården blir mellan ca 2 och 4 grader kallare än motsvarande I-formade gård. Det går inte att peka ut någon enskild faktor som förklaring. Det beror på att tre parametrar varierar samtidigt, nämligen glasets area, transmissionsfaktor och k-värde.

När det gäller skillnaden i medeltemperatur mellan 1-glas och 3-glas i den U-formade gården så försvinner den i princip när ventilationen ökas till 2 oms/h. Maxtemperaturen blir också nästan lika, förutsatt att gården har samma termiska tröghet. I princip kan skillnaden mellan gårdarna ventileras bort. Det är alltså lättare att ventileras en 3-glasgård. Men att enbart ventileras räcker naturligtvis inte. Även om man i 3-glasgården med gips har en luftomsättning på 10 oms/h blir medeltemperaturen  $24.1^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen inte lägre än  $33.9^{\circ}\text{C}$ . (Jämför med I-form; nästan lika!).

I FIG.4.76 visas temperaturen under sommarveckan i 1-glasgården med gipsväggar. Den översta kurvan visar en oventilerad gård och den näst översta när den ventileras med 2 oms/h. Då gården både ventileras med 2 oms/h och taket skuggas kl 06-18, erhålls den näst understa kurvan. Fortfarande är glasgaveln oskuggad. Den understa kurvan visar utetemperaturen. Motsvarande bild visas i FIG.4.77 för 3-glasgården med gips. Vi uppnår ungefär samma temperaturer oavsett 1-glas, 3-glas, U-form eller I-form. I en 3-glasgård är temperaturen högre från början, men det behövs inte kraftigare åtgärder för det. Eftersom en 3-glasgård har ett bättre förhållande mellan specifika förlusterna än en 1-glasgård, så har skuggning och vädring en större effekt. När det gäller den U-formade gården så har den bara en glasgavel, jämfört med två i den I-formade. Detta innebär mindre ytor som släpper in solen i gården. Det påverkar naturligtvis också hur mycket dagsljus som kommer in i gården.

4.4.3 Figur 4.39-4.77

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 4.4, sid 57-63.

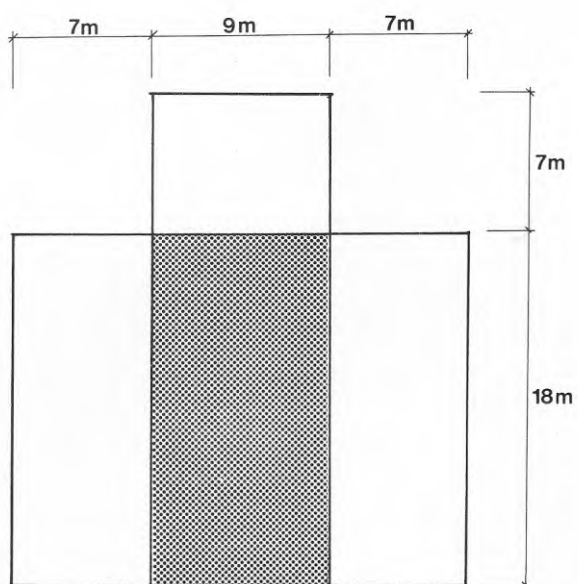


FIG.4.39 U-formad gård

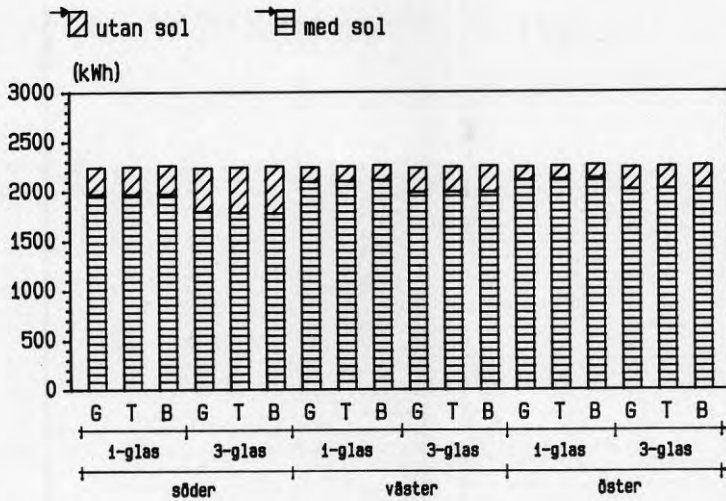


FIG.4.40 Energibehovet under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong

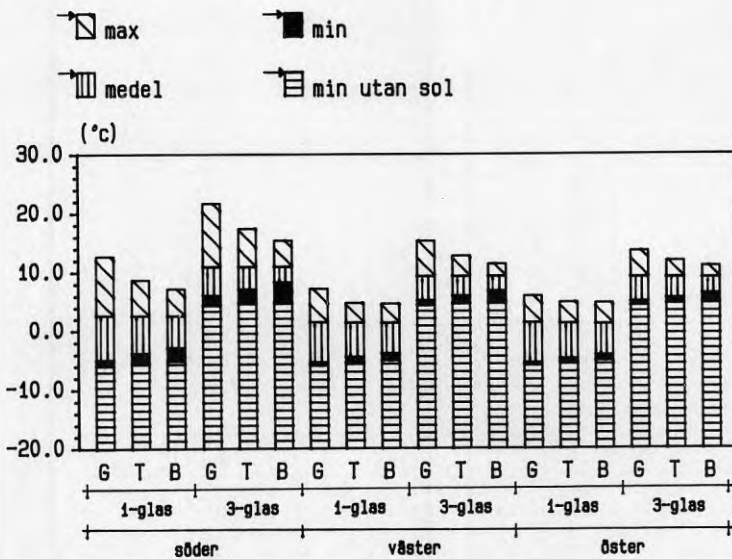


FIG.4.41 Temperaturen i gården under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong

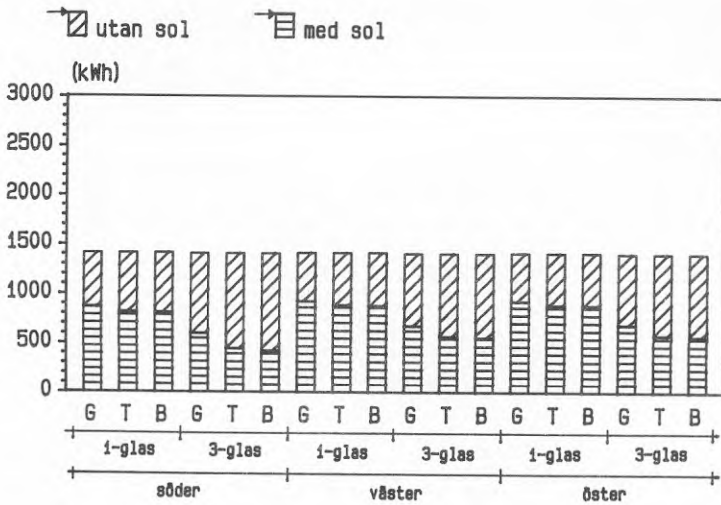


FIG.4.42 Energibehovet under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

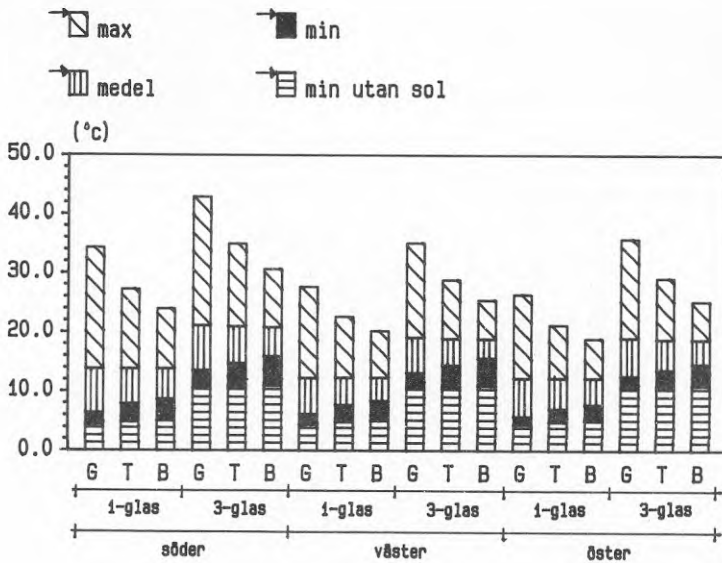


FIG.4.43 Temperaturen i gården under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

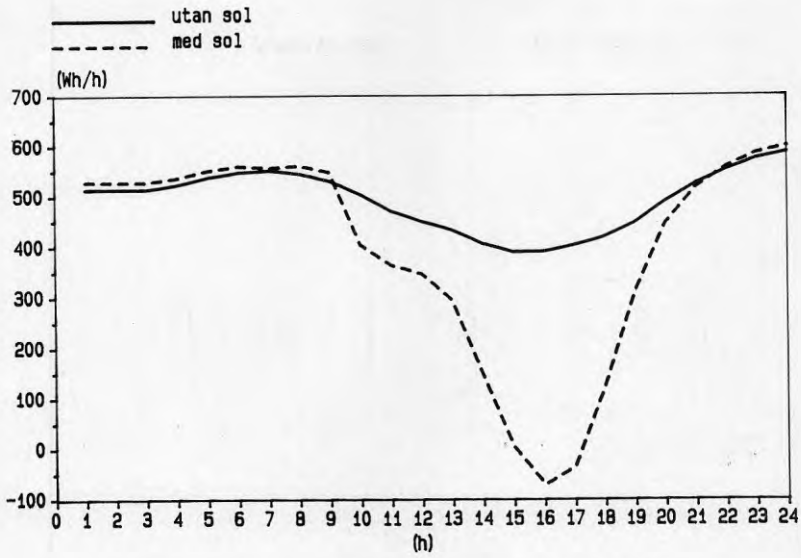


FIG.4.44 Förluster genom en vägg mot väster den 19/3

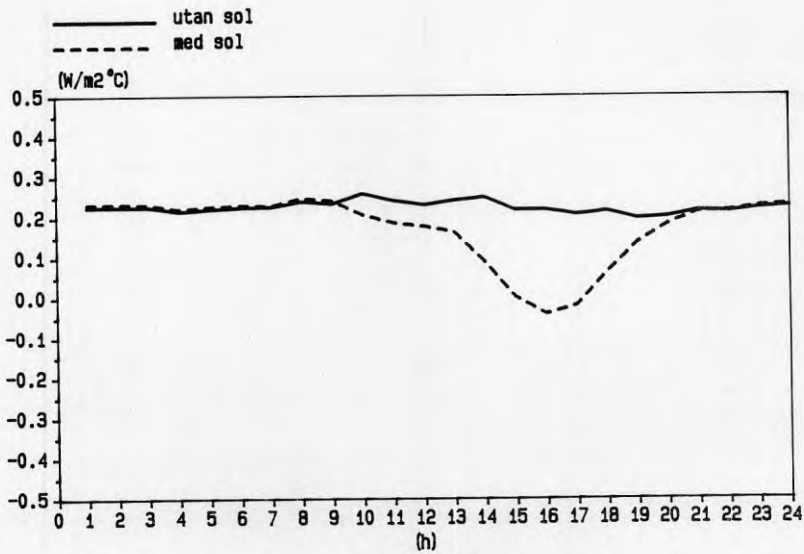


FIG.4.45 "K-värde" för en vägg mot väster den 19/3

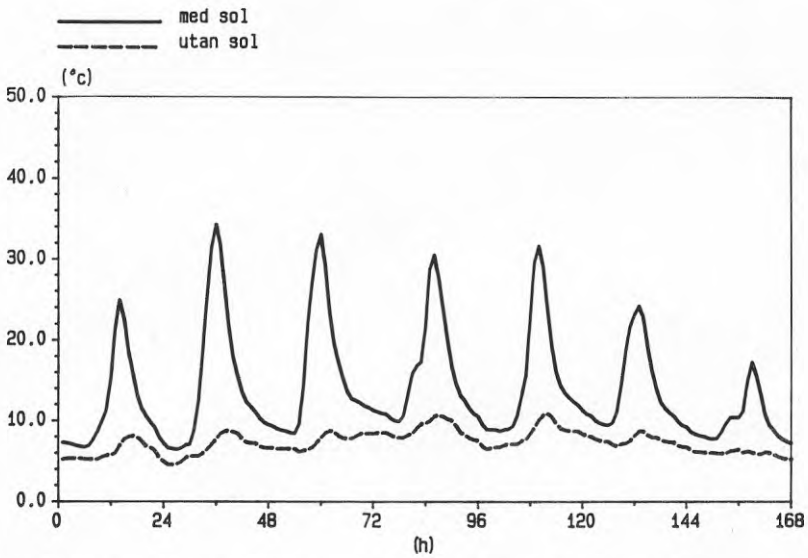


FIG.4.46 Temperaturen i den söderorienterade 1-glasgården med gipsväggar, vårveckan

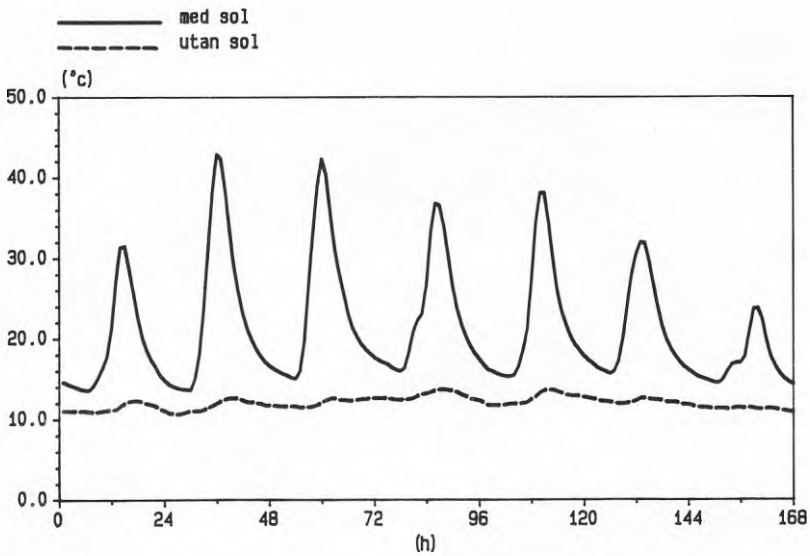


FIG.4.47 Temperaturen i den söderorienterade 3-glasgården med gipsväggar, vårveckan

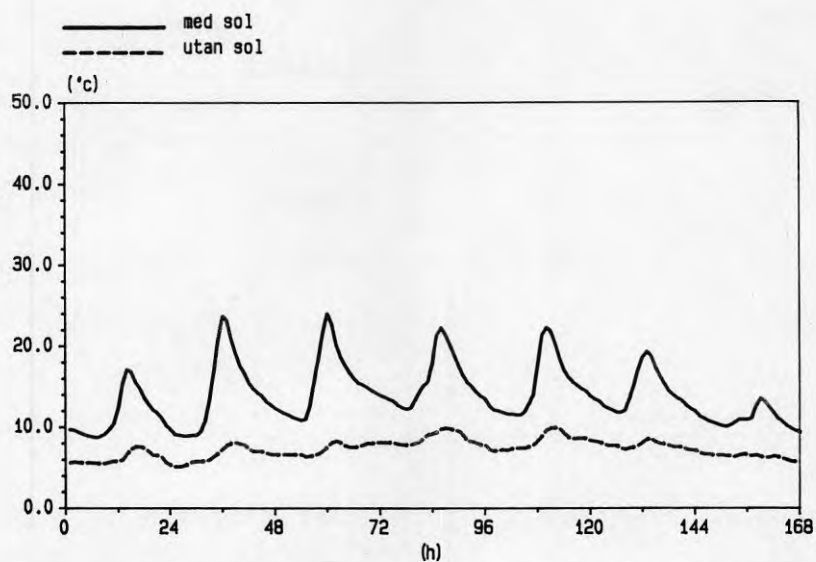


FIG.4.48 Temperaturen i den söderorienterade 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

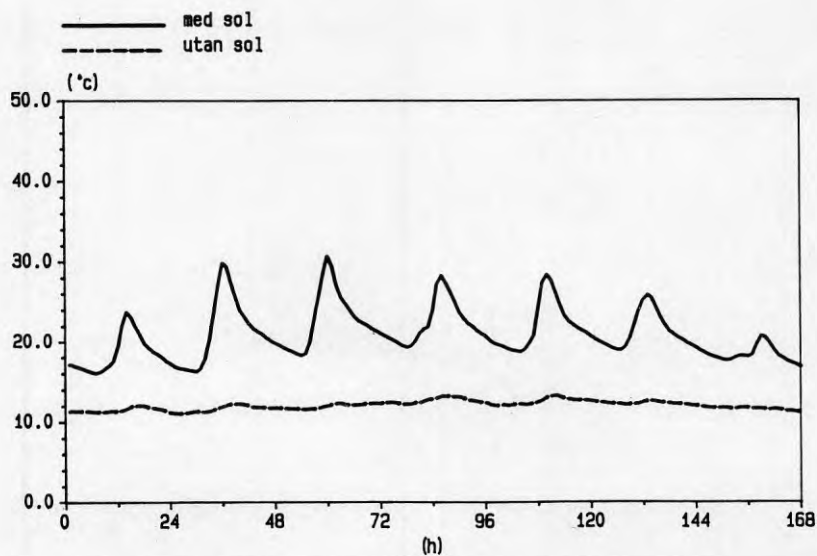


FIG.4.49 Temperaturen i den söderorienterade 3-glasgården med betongväggar, vårveckan

## Kap 4 Den U-formade gården

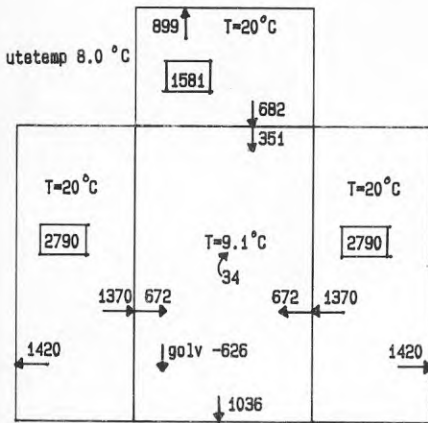


FIG.4.50 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 utan sol

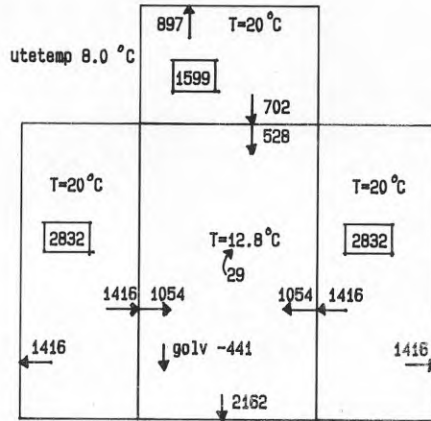


FIG.4.51 3-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 utan sol

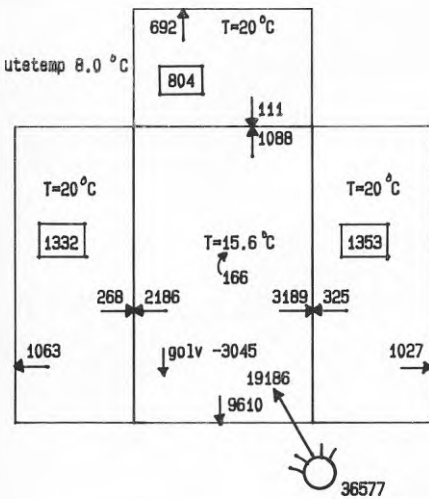


FIG.4.52 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol

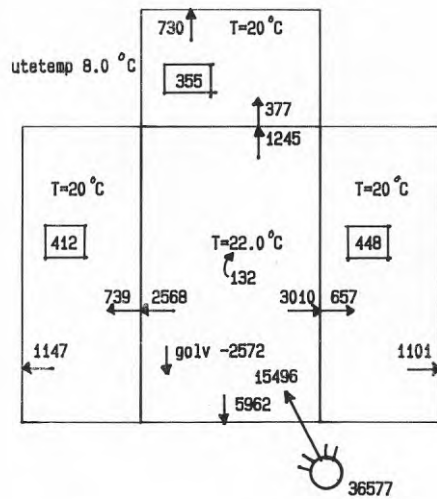


FIG.4.53 3-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol



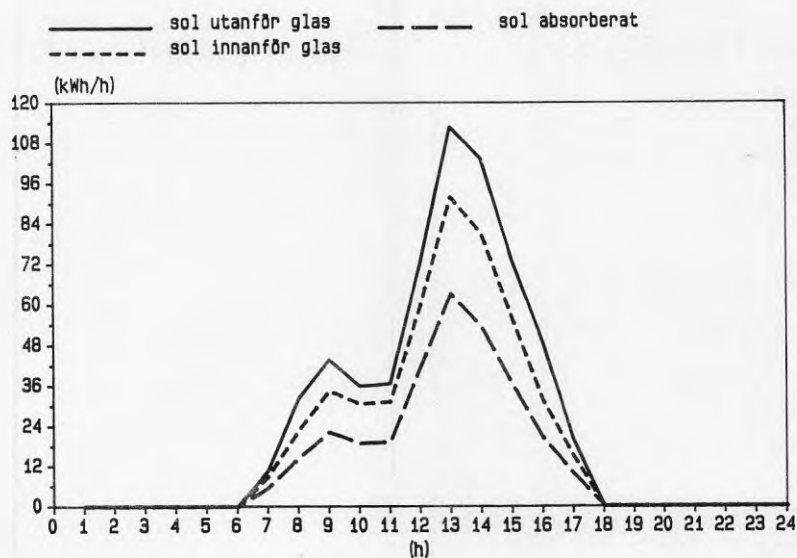


FIG.4.54 Solinstrålning i 1-glasgården den 19/3

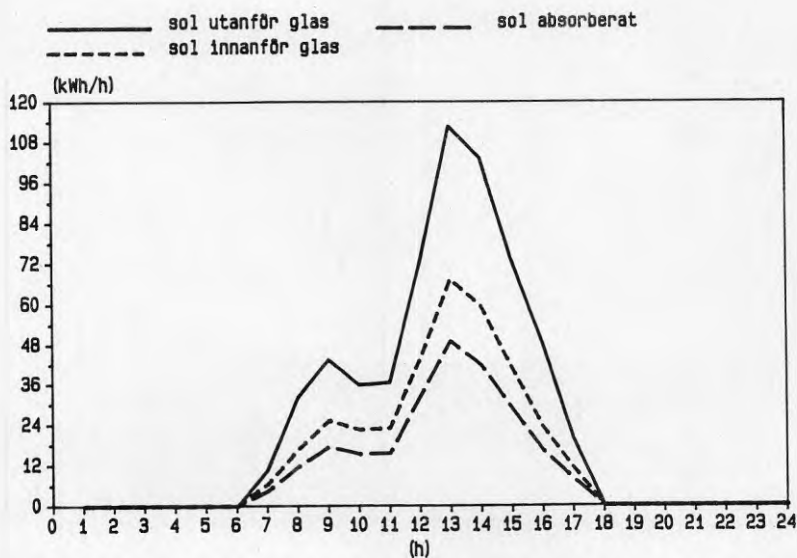


FIG.4.55 Solinstrålning i 3-glasgården den 19/3

## Kap 4 Den U-formade gården

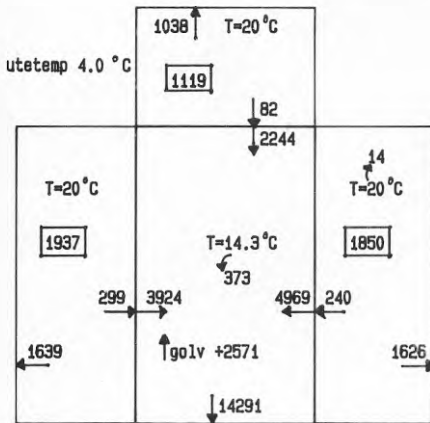


FIG.4.56 1-glasgård med betongväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

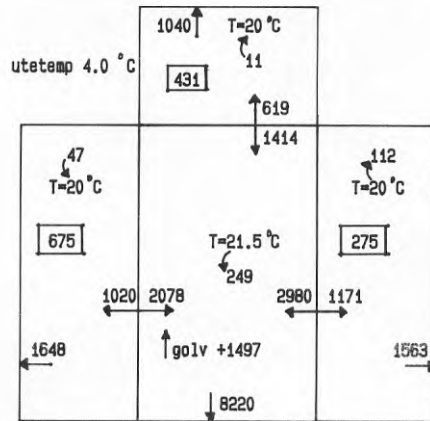


FIG.4.57 3-glasgård med betongväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

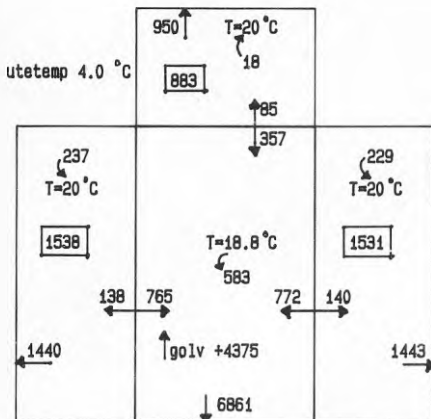


FIG.4.58 3-glasgård med gipsväggar,  
kl 22 den 19/3 med sol

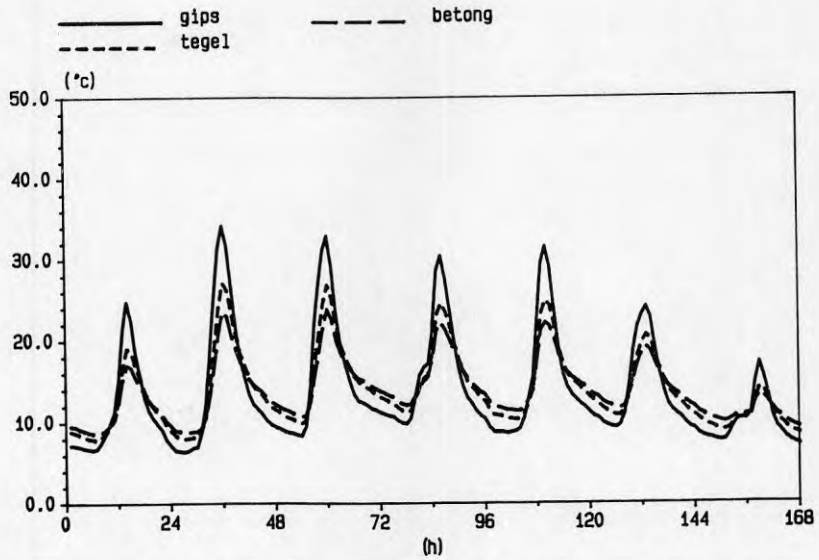


FIG.4.59 Temperaturen i 1-glasgården med söderorientering, vårveckan

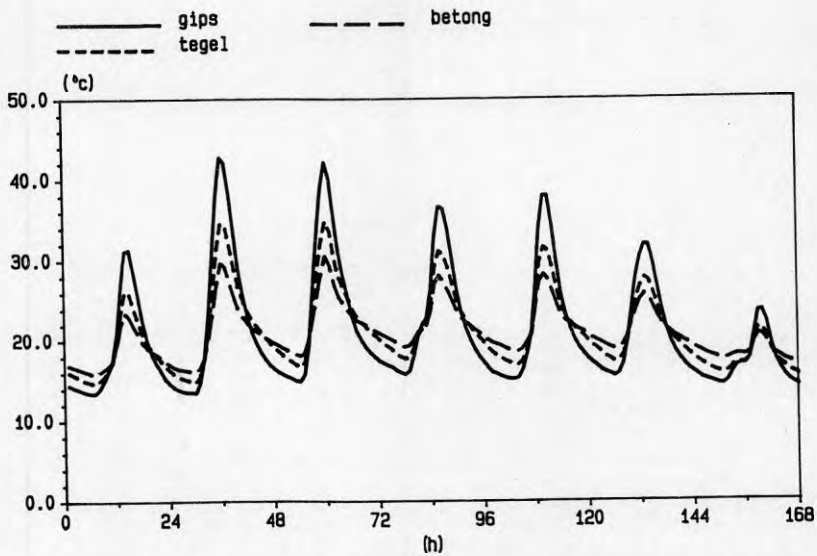


FIG.4.60 Temperaturen i 3-glasgården med söderorientering, vårveckan

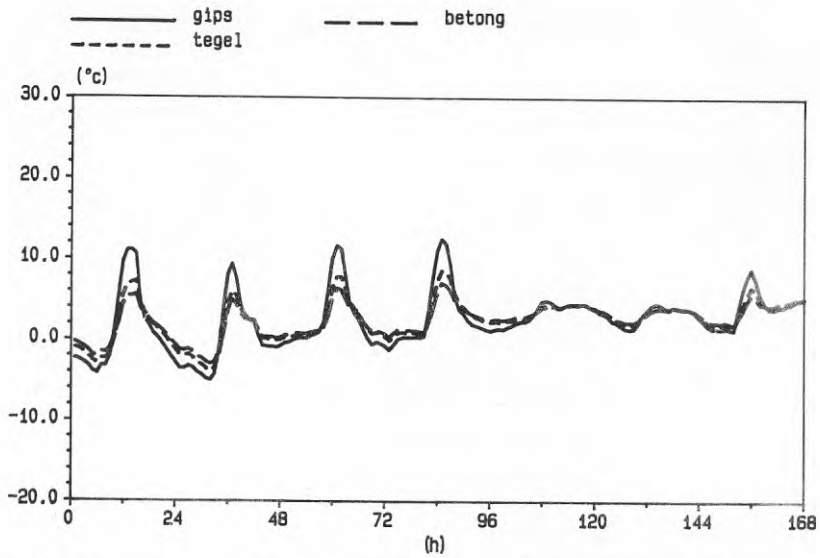


FIG.4.61 Temperaturen i 1-glasgården med söderorientering, vinterveckan

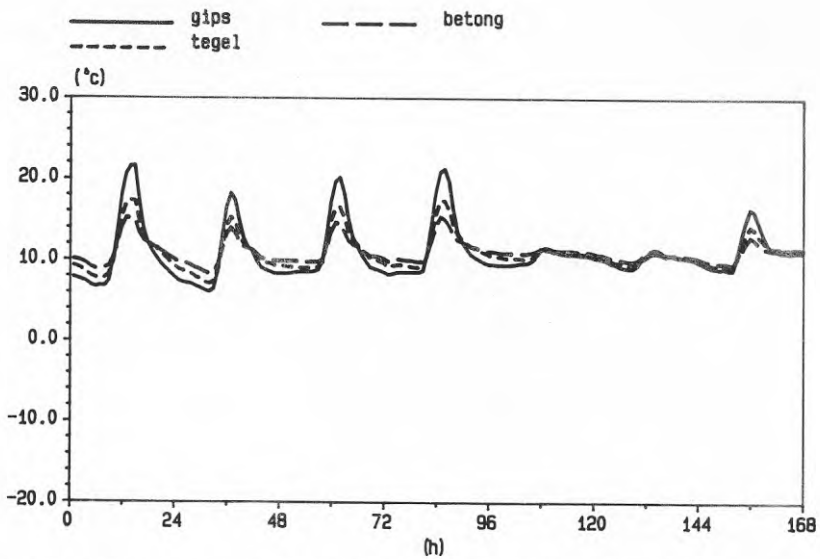


FIG.4.62 Temperaturen i 3-glasgården med söderorientering, vinterveckan

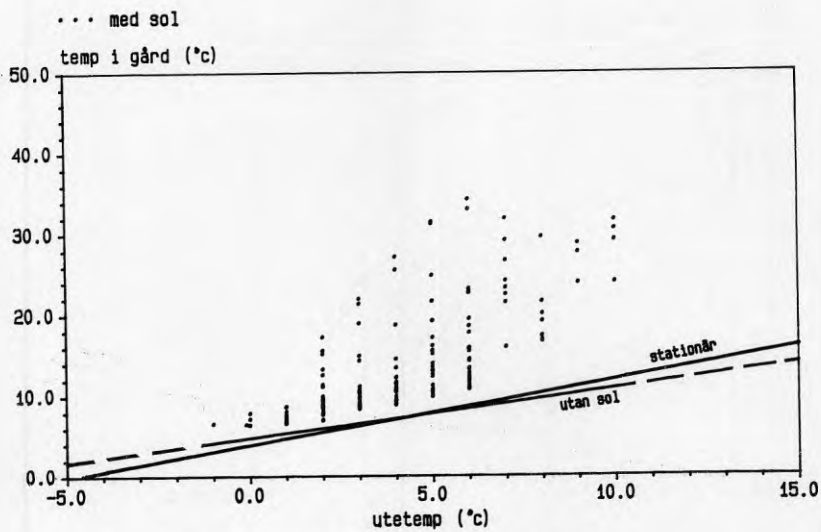


FIG.4.63a 1-glasgård med gipsväggar, vårveckan

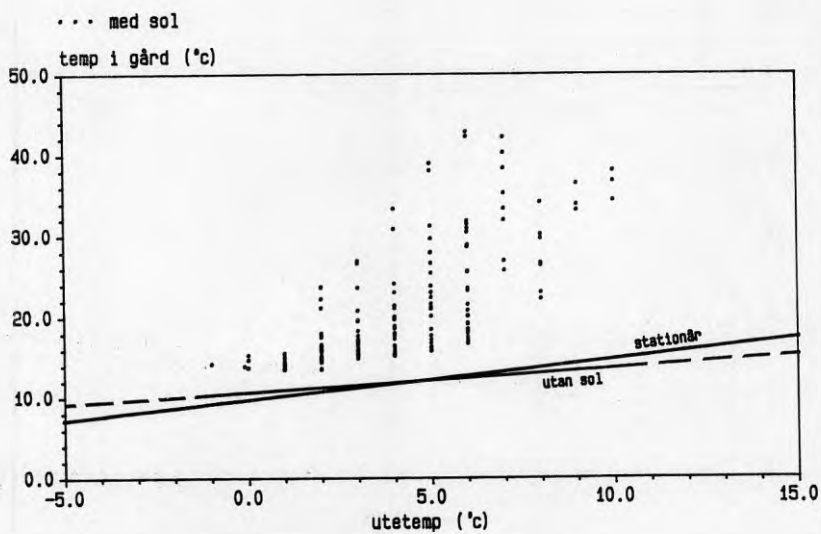


FIG.4.63b 3-glasgård med gipsväggar, vårveckan

## Kap 4 Den U-formade gården

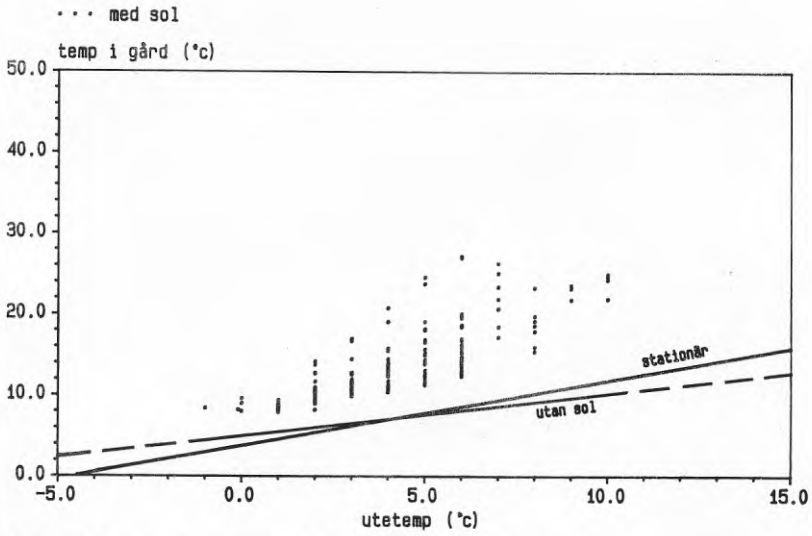


FIG.4.63c 1-glasgård med tegelväggar, vårveckan

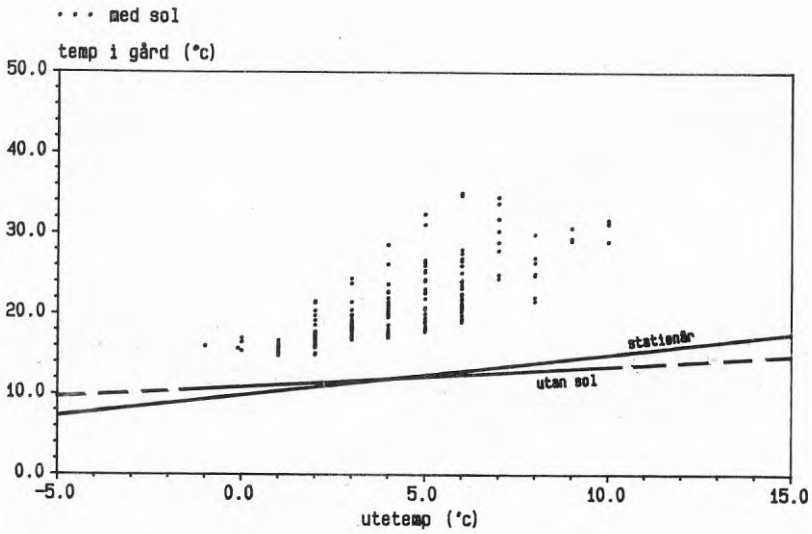


FIG.4.63d 3-glasgård med tegelväggar, vårveckan

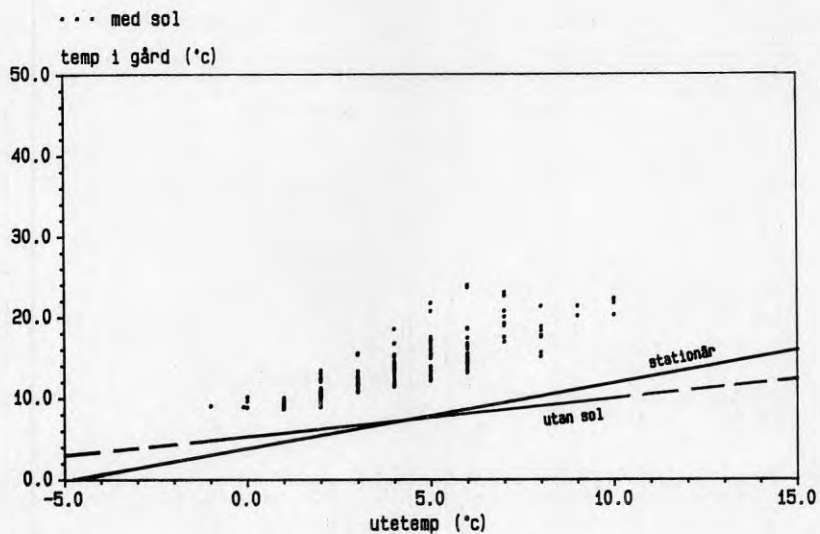


FIG.4.63e 1-glasgård med betongväggar, vårveckan

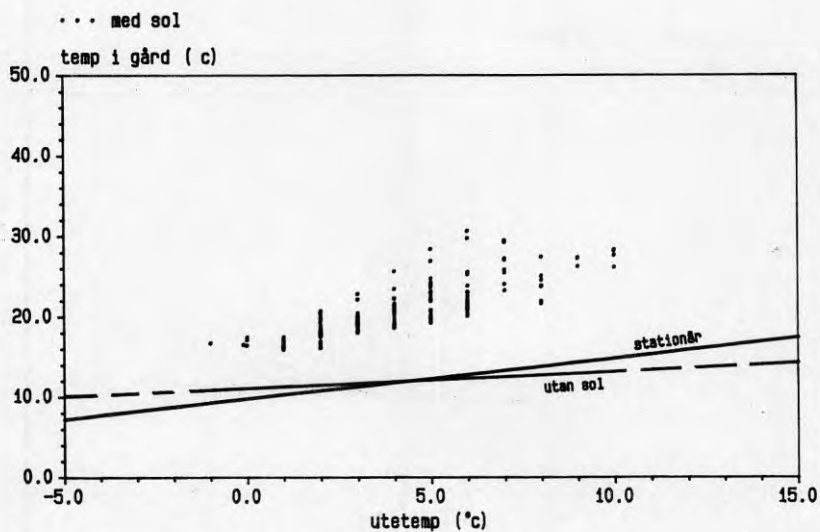


FIG.4.63f 3-glasgård med betongväggar, vårveckan

## Kap 4 Den U-formade gården

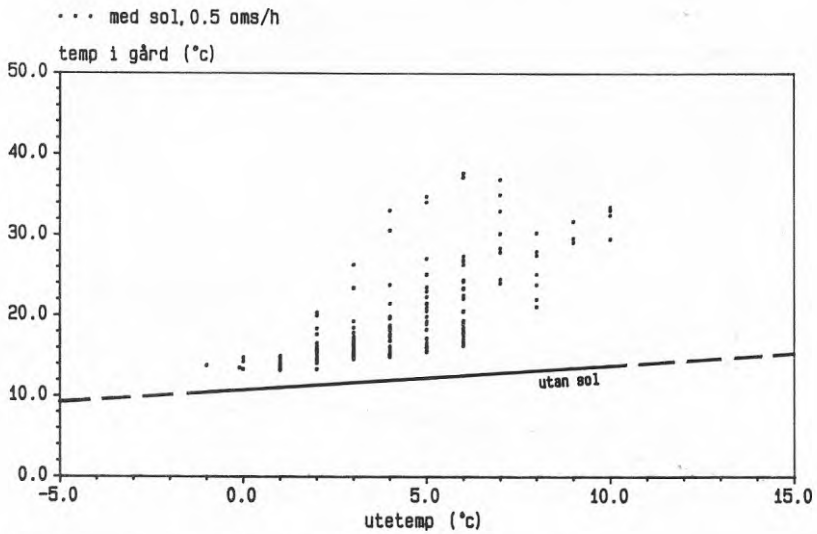


FIG.4.64 3-glasgård med gipsväggar, vårveckan  
0.5 oms/h kl 11-16

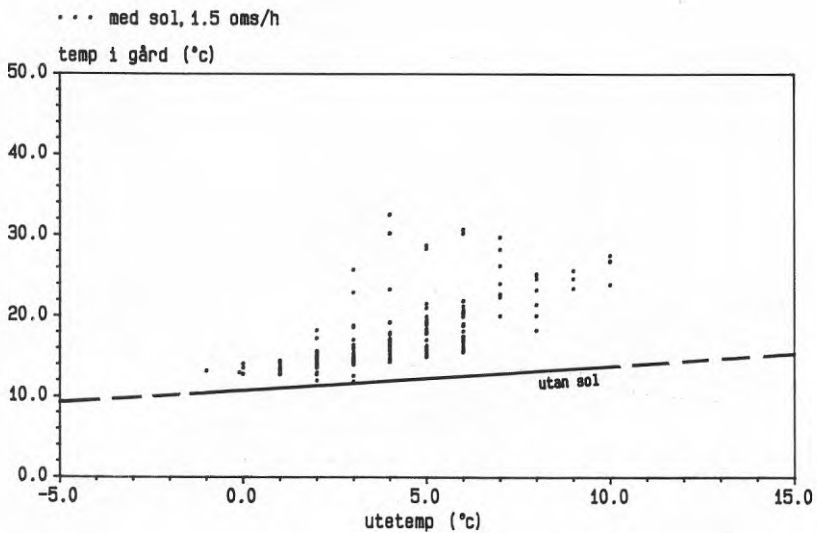


FIG.4.65 3-glasgård med gipsväggar, vårveckan  
1.5 oms/h kl 11-16



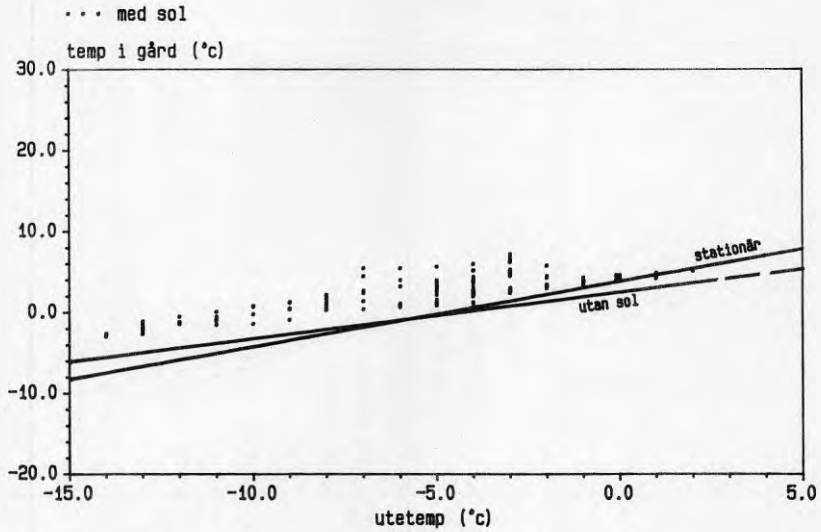


FIG.4.66a 1-glasgård med betongväggar, vinterveckan

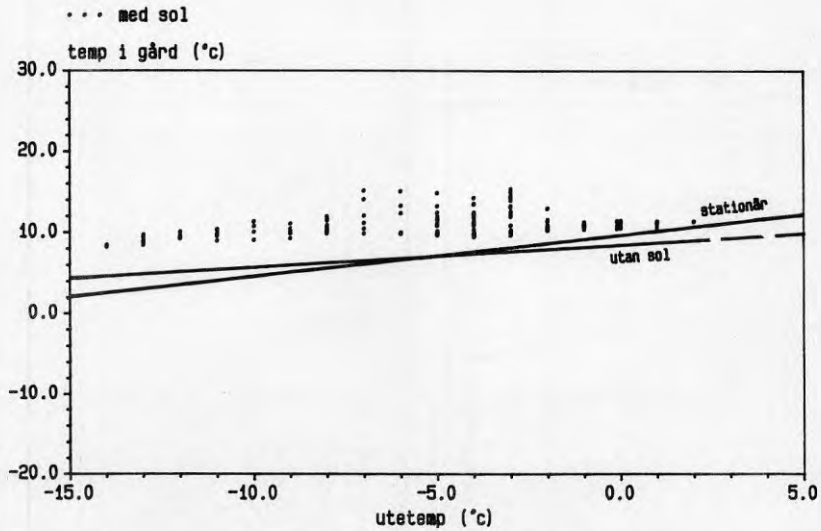


FIG.4.66b 3-glasgård med betongväggar, vinterveckan

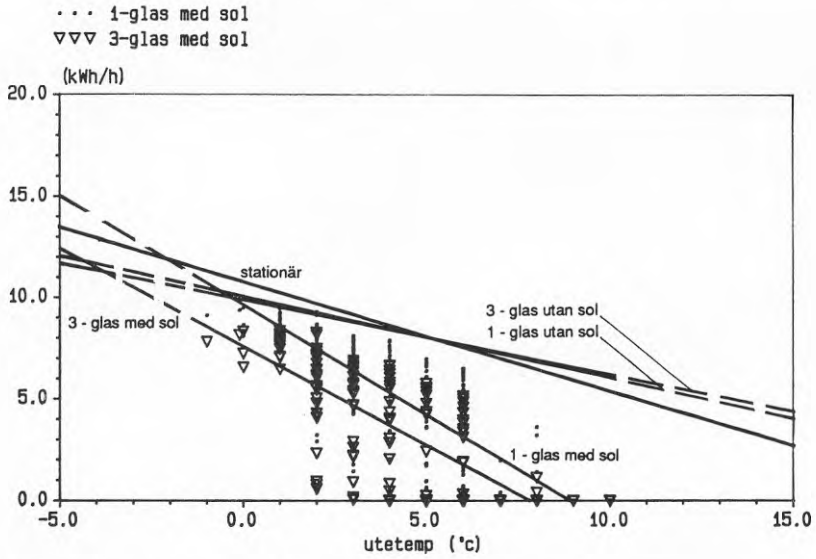


FIG.4.67a Söderorienterad gård med gipsväggar, vårveckan

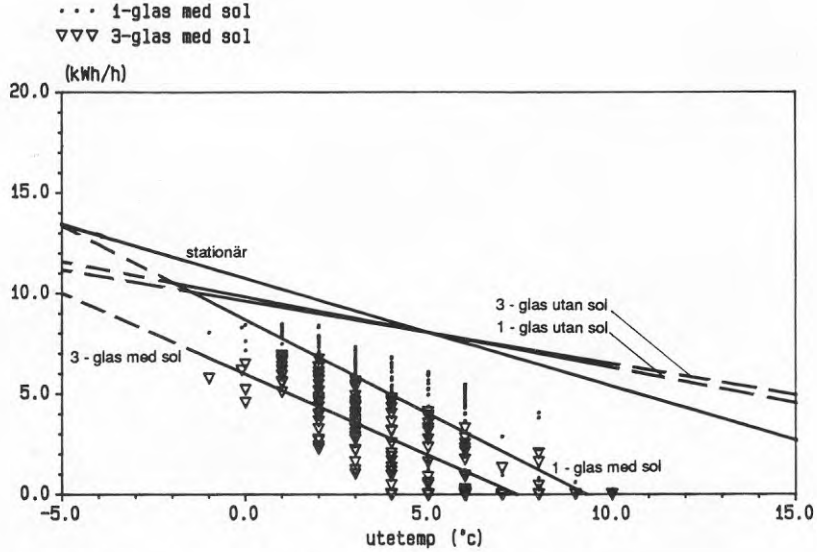


FIG.4.67b Söderorienterad gård med tegelväggar, vårveckan

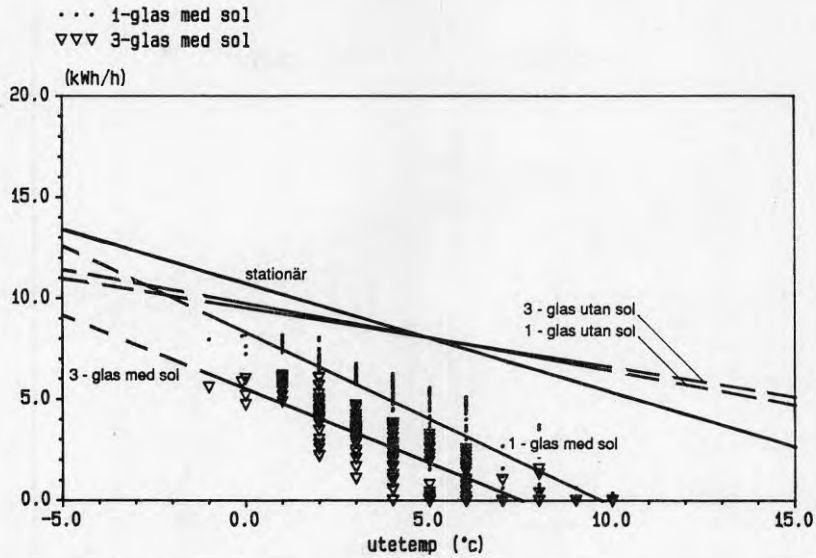


FIG.4.67c Söderorienterad gård med betongväggar, vårveckan

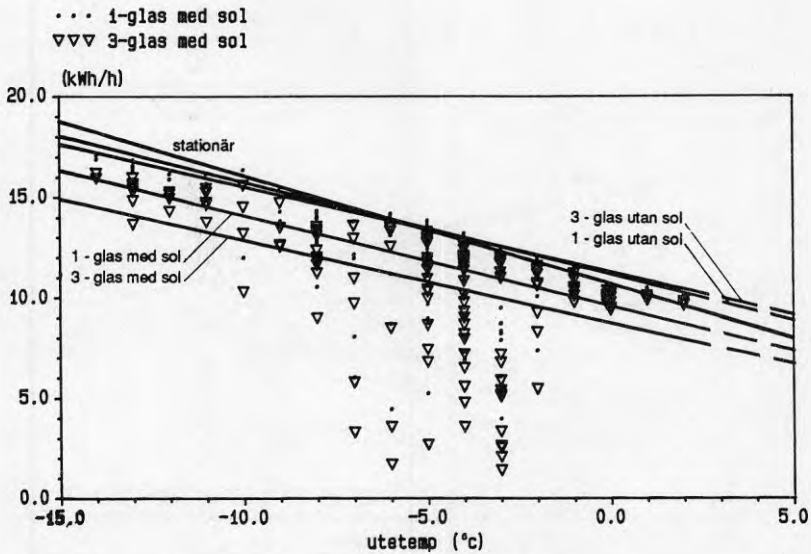


FIG.4.68a Söderorienterad gård med gipsväggar, vinterveckan

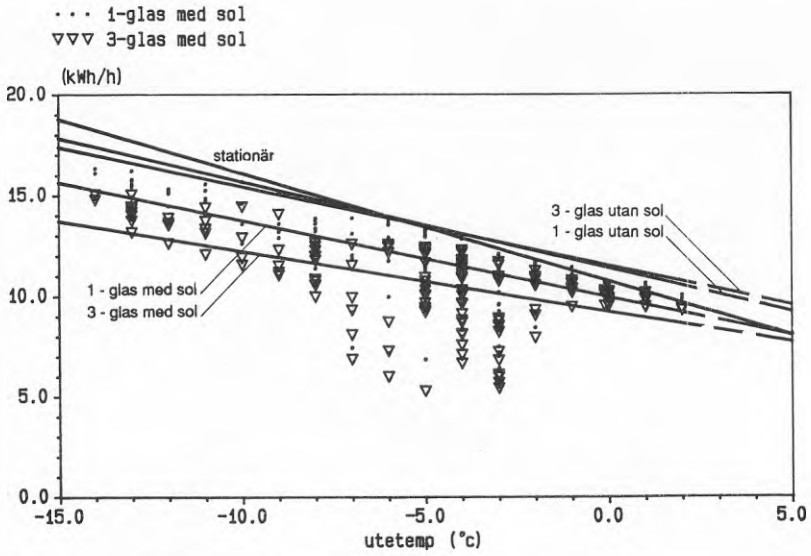


FIG.4.68b Söderorienterad gård med tegelväggar, vinterveckan

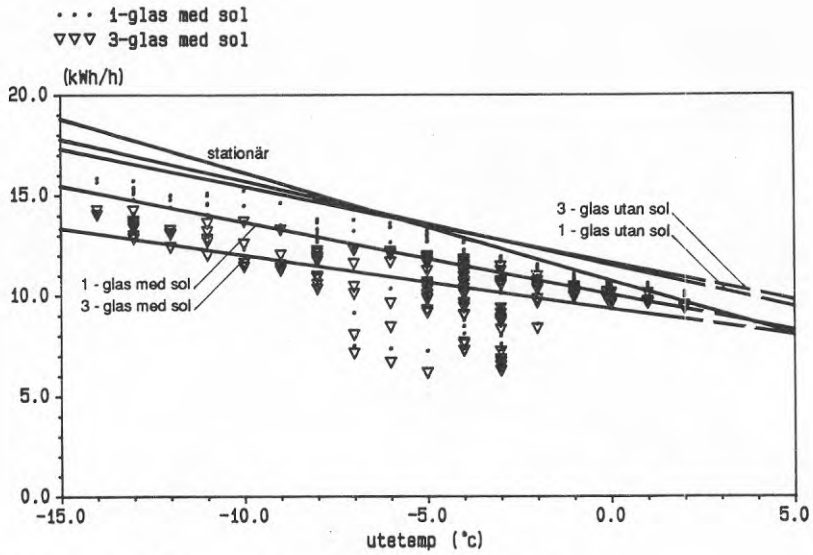


FIG.4.68c Söderorienterad gård med betongväggar, vinterveckan

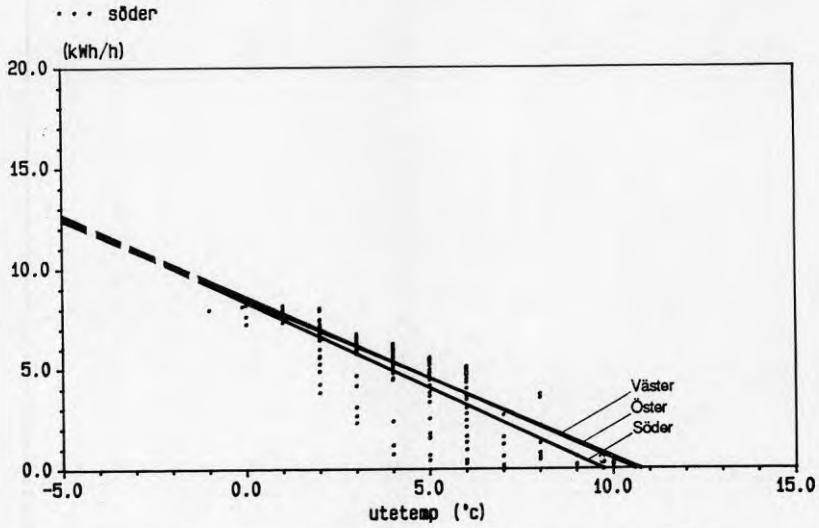


FIG.4.69 1-glasgård med betongväggar vid olika orientering, vårveckan

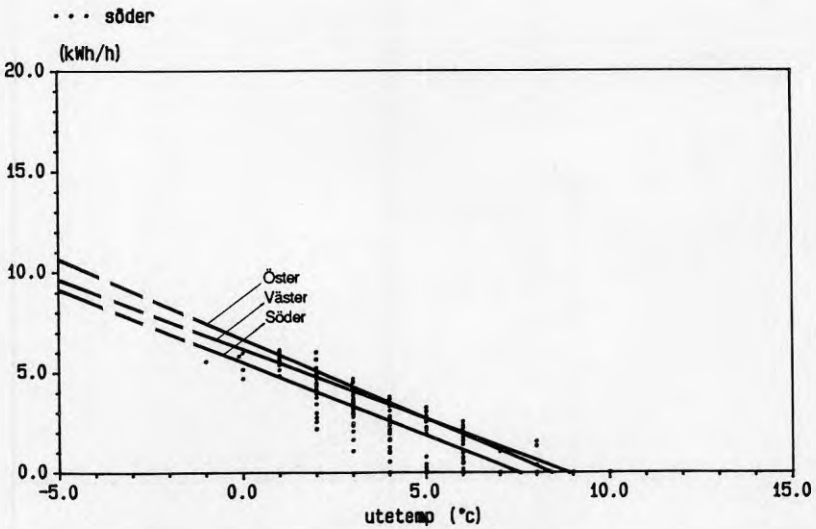


FIG.4.70 3-glasgård med betongväggar vid olika orientering, vårveckan

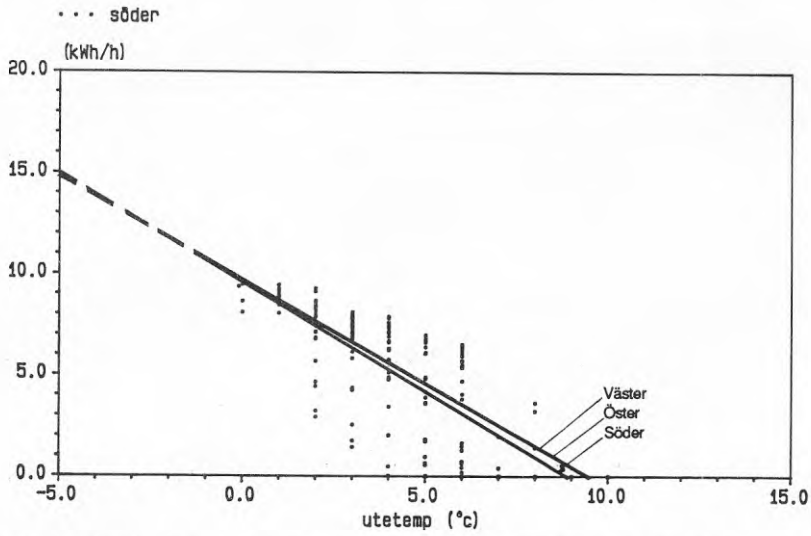


FIG.4.71 1-glasgård med gipsväggar vid olika orientering, vårveckan

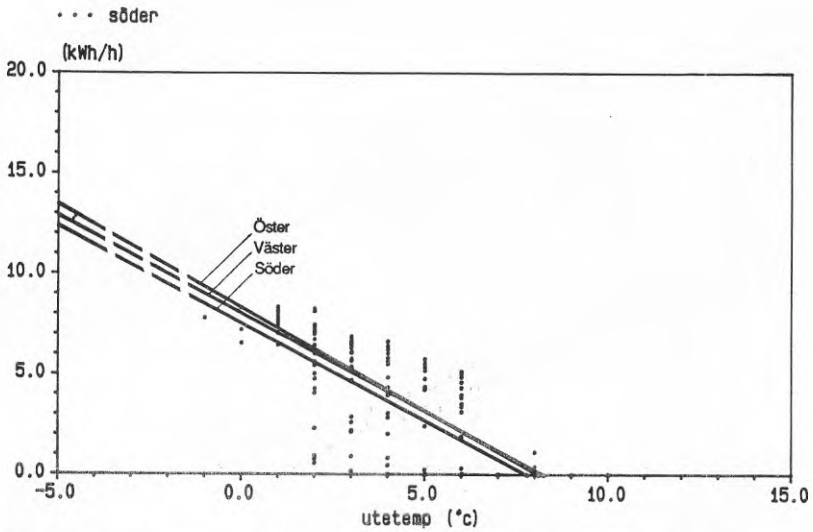


FIG.4.72 3-glasgård med gipsväggar vid olika orientering, vårveckan

## Kap 4 Den U-formade gården

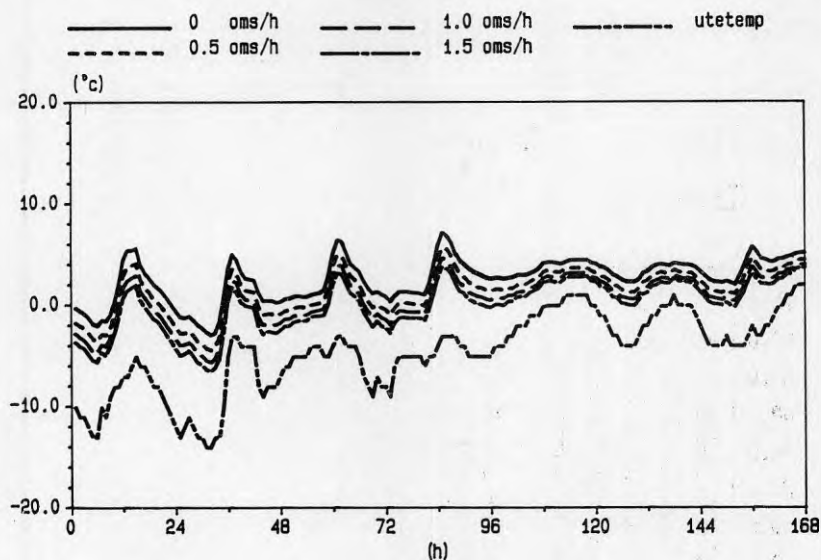


FIG.4.73 Temperaturen i 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

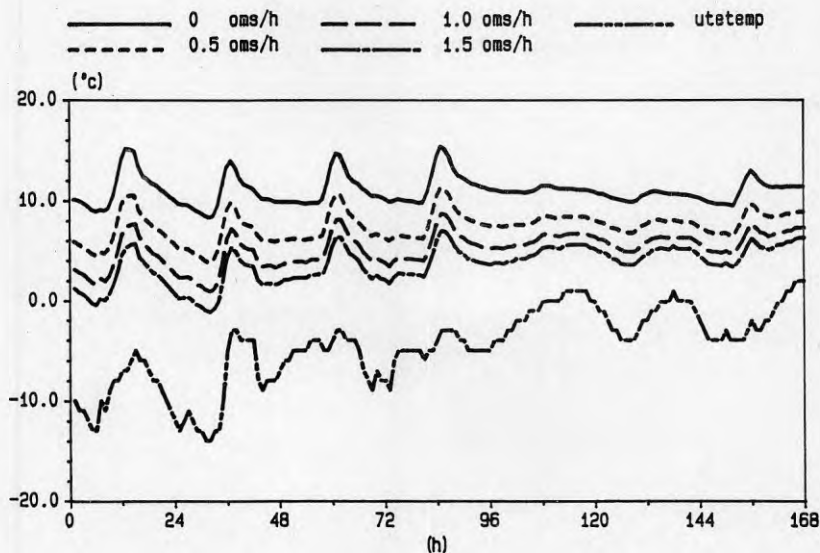


FIG.4.74 Temperaturen i 3-glasgården med betongväggar, vårveckan

## Kap 4 Den U-formade gården

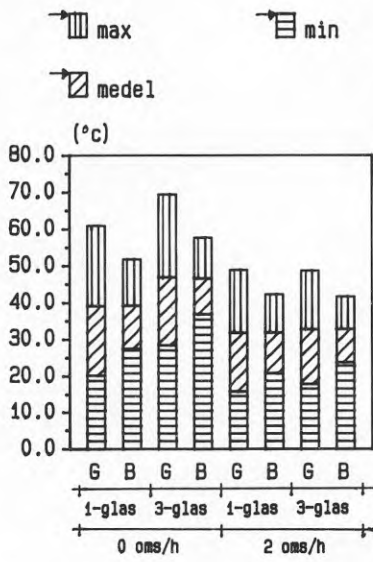


FIG.4.75 Temperaturen i gården med söderorientering, sommarveckan



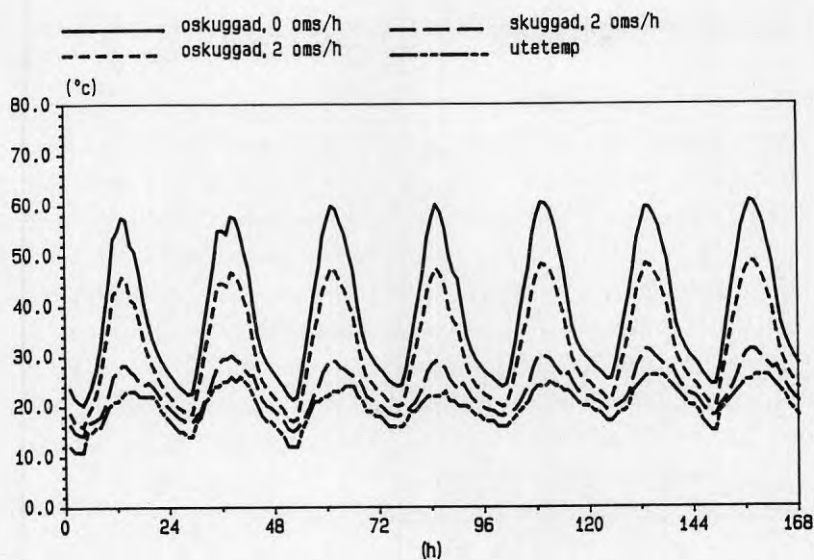


FIG.4.76 Temperaturen i 1-glasgården med gipsväggar, sommarveckan

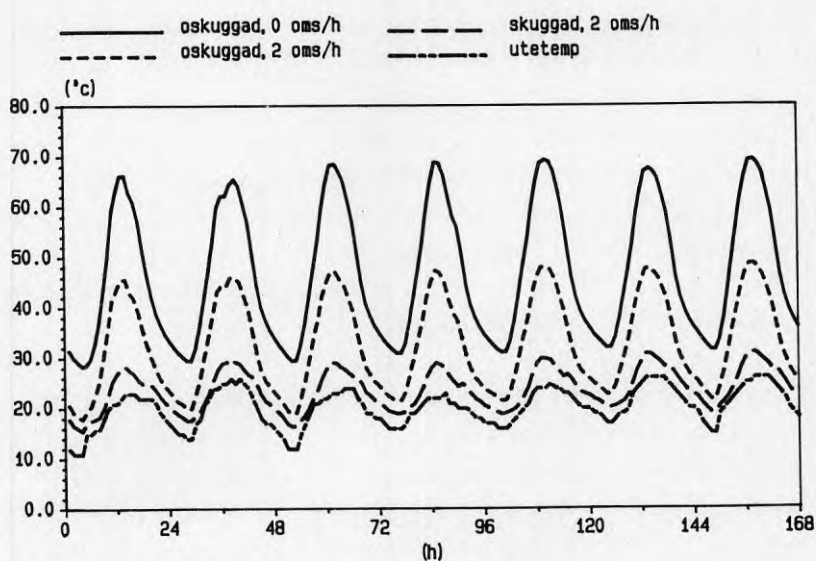


FIG.4.77 Temperaturen i 3-glasgården med gipsväggar, sommarveckan

#### 4.5 Den O-formade gården

##### 4.5.1 Vinter och vår

Genom att ta bort glasgaveln i den U-formade gården och placera ytterligare en volym där, fås en helt kringbyggd gård med enbart taket i glas (se FIG.4.78). Det begränsar naturligtvis möjligheten att få in solinstrålningen i gården, men samtidigt har gården ett lågt värde på G, dvs specifika förluster gård-ute dividerat med specifika förluster byggnad-gård. Gården får därmed inte så låga mintemperaturer, trots att den bara är täckt med 1-glas. (O-formad 3-glasmodell studeras inte här). Den U-formade 3-glasgården har dock ett bättre förhållande G (se FIG. 3.4b). När det gäller orienteringen av gården finns det två varianter; dels med de korta husen mot söder-norr och dels mot västeröster.

I FIG.4.79 ser vi den energi som åtgår under vinterveckan för att hålla +20 °C i de fyra husen. Här uppkommer ingen nämnvärd skillnad mellan de 6 olika basfallen. Solens bidrag är mycket litet. Den procentuella förändringen för byggnaderna utförda enligt SBN erhålls genom att lägga till 2021 kWh. Då blir solens bidrag ca 3.5% eller 160-170 kWh under veckan.

I FIG.4.80 visas min-, medel- och maxtemperaturerna under samma vecka. Temperaturvariationerna över dygnet är små och varken orienteringen eller den termiska trögheten har någon märkbar betydelse. Den understa stapeln visar mintemperaturen i motsvarande fall utan sol. Skillnaden mellan denna och mintemperaturen med sol visar att nästan ingen värme från solen lagras till natten.

Under vårveckan står solen högre upp och man får in mer solinstrålning i gården. I FIG.4.81 ser vi den energi som åtgår för att hålla +20 °C i husen. Temperaturen i husen tillåts gå upp till 25 °C, högre temperatur anses ej rimlig. Solens bidrag blir ca 610-660 kWh, dvs 20-22%. (För att få SBN-standard tillkommer 1306 kWh till värdena i FIG.4.81).

I FIG.4.82 redovisas min-, medel och maxtemperaturerna för vårveckan. Man får inte alls så höga temperaturer som i de andra gårdarna. Över huvud taget så blir inte temperaturvariationerna så stora. Detta syns också i FIG.4.83 och 4.84 som visar temperaturen i 1-glasgården med gips- respektive betongväggar. Gården är söder-norr orienterad. Den övre kurvan visar vårveckan med sol och den undre samma vecka utan sol. Jämfört med den U-formade gården så fås en mycket jämnare temperatur i den O-formade gården. Däremot är skillnaden mellan kurvorna inte så stor.

I FIG.4.85 och 4.86 ser vi motsvarande för vinterveckan. Det blir inga stora variationer här heller, men så är ju solens bidrag mycket litet. Däremot upprätthålls en någorlunda hög mintemperatur med tanke på att utetemperaturen går ner till  $-14^{\circ}\text{C}$ .

För att mera i detalj se hur energin transporteras och fördelas, visas även för denna gård en energibalans för vårdygnet den 19/3. I FIG.4.87 och 4.88 ser vi vad som händer kl 11 den 19/3, dels om man inte haft någon solinstrålning och dels med solinstrålning. Det är betong i väggarna mot gården. Pilarna visar energitransporten i Wh. Det enda tillskott man har, förutom eventuell solinstrålning, är uppvärmningen av husen för att hålla  $+20^{\circ}\text{C}$ , vilket visas i rutorna. Utan sol är temperaturen i gården  $2.5^{\circ}\text{C}$  högre än ute. Med sol är temperaturen  $8.2^{\circ}\text{C}$  högre än ute och en lagring sker i gårdens omgivande ytor. Relativt mycket av solinstrålningen lagras i volymens omgivande ytor jämfört med t ex den I-formade gården. Under denna timme (kl 11) har man bara diffus solinstrålning. I TAB.4.1 visas dels hur stor del av solinstrålningen som träffar glasytorna mot ute som kommer in i gården (=transmission) och dels hur stor del absorberas och lagras inne i gården. 1-glasgårdarna har 85% transmission av diffus strålning och 3-glasgårdarna 62%. Av den solinstrålning som träffar glasytorna på utsidan kommer 45% in och stannar kvar i den I-formade 1-glasgården medan 52% stannar kvar i den U-formade och 62% i den O-formade 1-glasgården. Den O-formade gården är alltså den effektivaste solfångaren, men den har inte tillgång till så mycket solinstrålning som de andra gårdarna. Det gör att den gård som i absoluta tal absorberar mest faktiskt är

den I-formade 1-glasgården även om det inte är så stor skillnad mellan dem.

Klockan 22 pågår en avgivning av upplagrad energi och temperaturen i gården har sjunkit till  $14,9^{\circ}\text{C}$ , se FIG.4.89. Situationen påminner mycket om den U-formade 1-glasgården (FIG.4.56). Temperaturen sjunker snabbare med gips i väggarna, se FIG.4.91 och energibehovet i husen är högre, annars är det inga stora skillnader med varierande termisk tröghet, vilket även framgår av FIG.4.92 och 4.93. Här visas temperaturen i gården under vår- respektive vinterveckan för de olika väggtyperna. Under vinterveckan är inverkan av olika termisk tröghet försumbar.

I FIG.4.94a-b visas temperaturen i gården som funktion av utetemperaturen för vårveckan. Punkterna representerar timvärden. Den inritade regressionslinjen gäller för fallet utan sol. Den andra linjen visar stationära förhållanden, se FIG.3.3. Med gips i väggarna kommer de lägsta temperaturpunkterna mycket nära det stationära fallet. Med betongväggar blir avvikelserna från det stationära fallet något större. De beräknade temperaturerna ligger dock mycket väl samlade, och även här kan man ganska väl förutsäga den lägsta temperaturen med hjälp av stationära beräkningar. I FIG. 4.95a-b visas motsvarande samband för vinterveckan. Punkterna är väl samlade och de lägsta ligger mycket nära den stationära linjen både för gips- och betongfallet. Det är i första hand den lägsta temperaturen under vintern som är viktig att kunna räkna ut på ett enkelt sätt. De redovisade sambanden illustrerar tydligt att detta är fullt möjligt.

Efter att även i detta fall ha konstaterat betydelsen av termisk tröghet och fördelning av motstånd mellan gård-ute resp gård-hus för temperaturen i inglasningen, kan vi se närmare på hur husens effektbehov som funktion av utetemperaturen varierar. I FIG.4.96a ser vi det totala medeleffektbehovet i de fyra husen som funktion av utetemperaturen under vårveckan. Punkterna representerar timvärden. Väggarna är av gips. Motsvarande för betongväggar visas i FIG.4.96b. Solens inverkan på husens effektbehov är inte så stor

som i alternativen med de två andra gårdarna. Detta kunde vi gissa oss till eftersom temperaturen i gården inte påverkades i så stor utsträckning vid solinstrålning. Under vinterveckan finns nästan ingen skillnad alls mellan linjerna, se FIG.4.97a-b.

När det gäller inverkan av orienteringen syns i princip ingen skillnad alls. Temperaturen i gården vid de två olika riktningarna blir nästan exakt lika och så även effektbehovet.

För fullständighetens skull visas också ventilationens inverkan på temperaturen i gården under vinterveckan, FIG.4.98. Ventilationen har, precis som i de andra gårdarna, varierats mellan 0 och 1.5 oms/h. Medeltemperaturen sjunker då med  $3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  totalt, dvs lite mer än för den U-formade 1-glasgården. Man riskerar även i den O-formade gården att få minusgrader vid ökade ventilationsförluster. Det är emellertid möjligt att lägga på 2- eller 3-glas för att få en varmare gård. Då har vi gått ifrån grundförutsättningarna med ett konstant  $k=0.60\text{ W}/^{\circ}\text{C},\text{m}^2$  eftersom det inte går att minska isoleringen tillräckligt i väggarna mellan hus och gård. Men i praktiken har det ingen betydelse så länge man inte gör tvärtom och har ett för dåligt totalt k-värde vid projektering av en inglasning och litar på att solen skall sköta resten. Vid  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ute och  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  inomhus erhålls ca  $-6.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  i den O-formade 1-glasgården vid stationära förhållanden. Byter man ut 1-glas mot 2-glas utan att ändra isoleringen i väggarna blir temperaturen i gården  $-1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  och med 3-glas ca  $+2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Det totala k-värdet för vägg inklusive gården förändras då från  $k=0.60\text{ W}/\text{m}^2,^{\circ}\text{C}$  till ca 0.5 respektive  $0.4\text{ W}/\text{m}^2,^{\circ}\text{C}$  vilket naturligtvis direkt minskar de omgivande husens energibehov. Det bör observeras att väggarna mot inglasningen i praktiken måste uppfylla andra krav än enbart de värmeisolerande. De skall skydda mot brand och dessutom vara ljudisolerande.

#### 4.5.2 Vädring och skuggning under en sommarvecka

Under sommaren står solen högt och solinstrålningen kommer till större del in i gården än under vinter och vår. Detta innebär att höga temperaturer uppnås även i den här gården och ett försök till

vädning med 2 oms/h är inte tillräckligt för att få ner temperaturen till en rimlig nivå. Detta framgår av FIG.4.99 där min-, medel- och maxtemperaturerna i gården redovisas för gips- resp betongväggar. De korta husen ligger orienterade åt söder-norr. Vid 10 oms/h fås medeltemperaturen  $24.0^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen  $33.2^{\circ}\text{C}$ . Motsvarande för den U-formade 3-glasgården blev  $24.1^{\circ}\text{C}$  i medeltemperatur och  $33.9^{\circ}\text{C}$  i maxtemperatur och för den I-formade 3-glasgården var värdena  $24.4^{\circ}\text{C}$  respektive  $33.7^{\circ}\text{C}$ . Ju mer man vädrar desto mindre skillnad blir det alltså mellan olika gårdar.

Om glastaket skuggas mellan kl 06-18 får man inte in mycket solstrålning i gården, eftersom det är den enda glasytan. Som har påpekats tidigare blir inte effekten så stor i verkligheten. Men sambanden i FIG.4.100 kan användas vid en direkt jämförelse med övriga gårdar. Den översta kurvan är en oventilerad gård med gipsväggar. Den näst översta har ventilationen 2 oms/h och i den näst understa har dessutom all sol skärmats av mellan kl 06-18. Då blir maxtemperaturen bara  $25.4^{\circ}\text{C}$ . Här har vi nästan kommit ner till samma temperatur som ute. I verkligheten finns oftast solskyddsgardiner innanför glaset så en del av värmen kommer in ändå. Dessutom uppkommer kanske i verkligheten en ganska markant temperaturskiktning i höjdlid, som gör att det högst uppe kan bli varmt och besvärande om man vistas där (genom loftgångar t ex). I DEROB är temperaturen lika i hela volymen och ger alltså inte denna information.



4.5.3 Figur 4.78-4.100

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 4.5, sid 88-92.

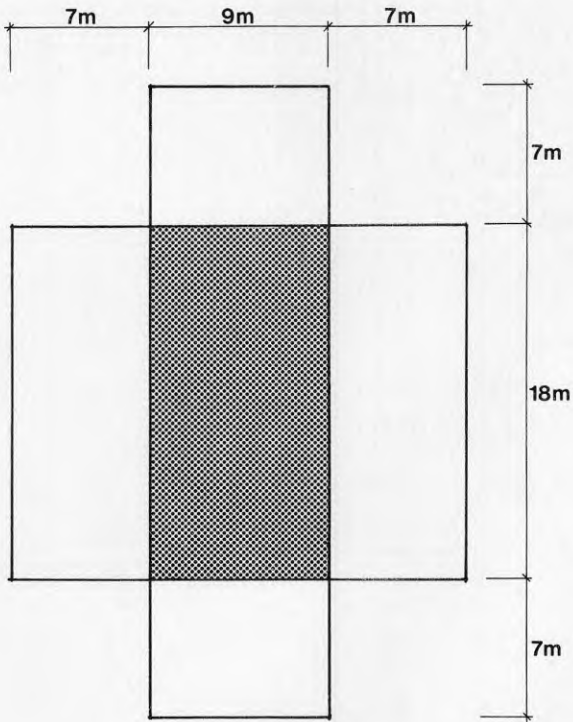


FIG.4.78 O-formad gård

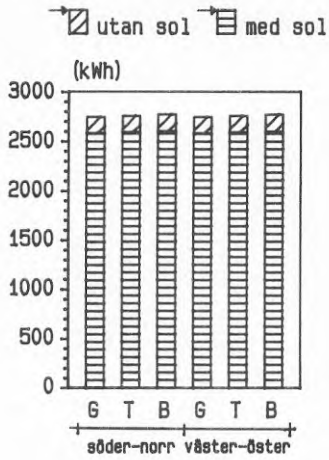


FIG.4.79 Energibehovet under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong

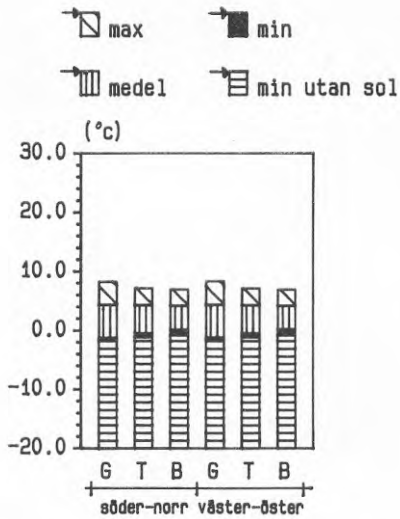


FIG.4.80 Temperaturen i gården under vinterveckan.  
G=gips, T=tegel, B=betong



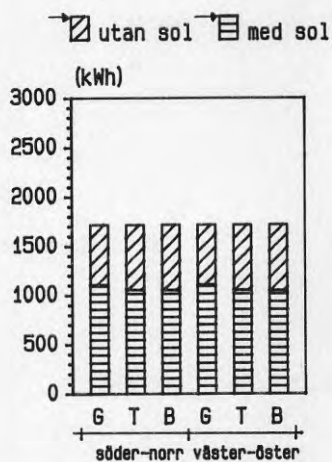


FIG.4.81 Energibehovet under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

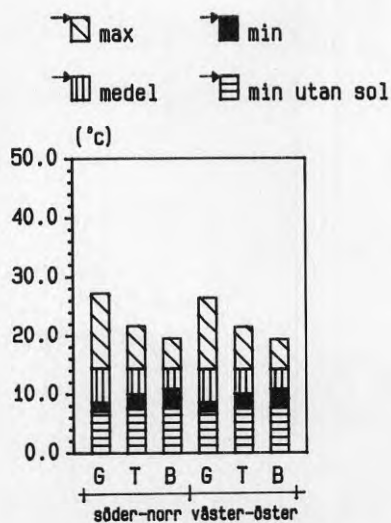


FIG.4.82 Temperaturen i gården under vårveckan.  
 G=gips, T=tegel, B=betong

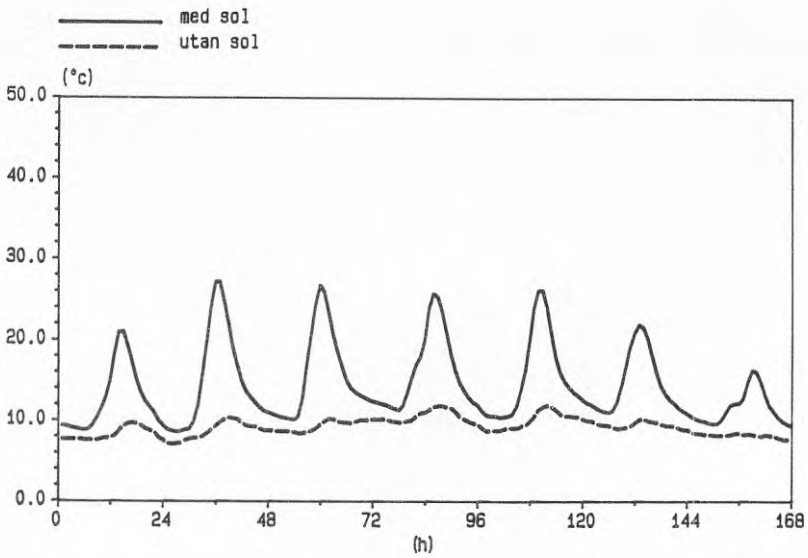


FIG.4.83 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med gipsväggar, vårveckan

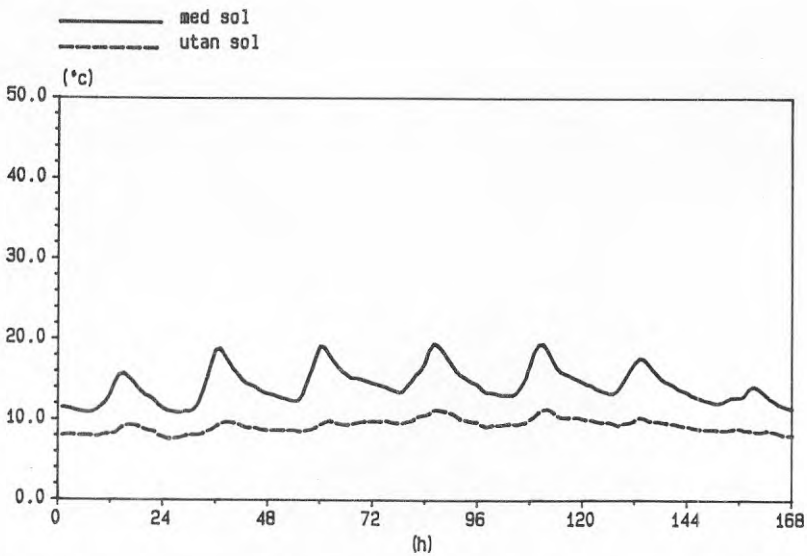


FIG.4.84 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

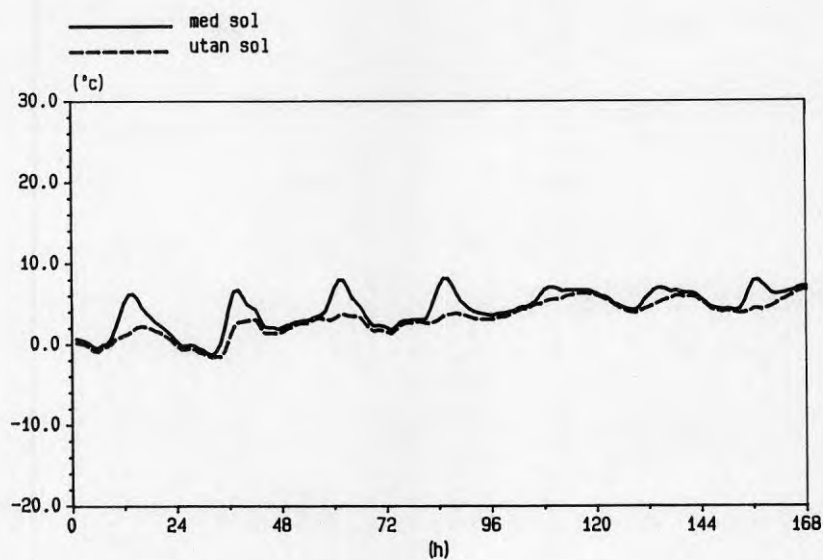


FIG.4.85 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med gipsväggar, vinterveckan

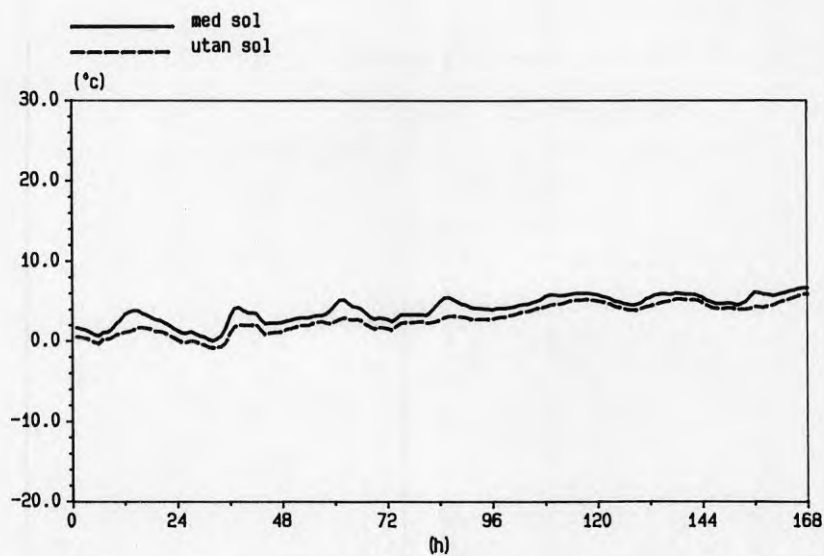


FIG.4.86 Temperaturen i den söder-norr orienterade 1-glasgården med betongväggar, vinterveckan

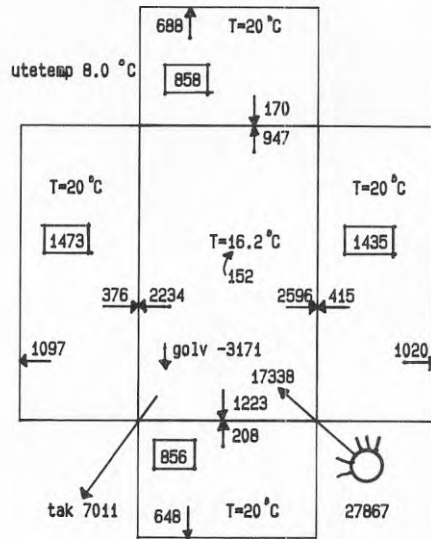
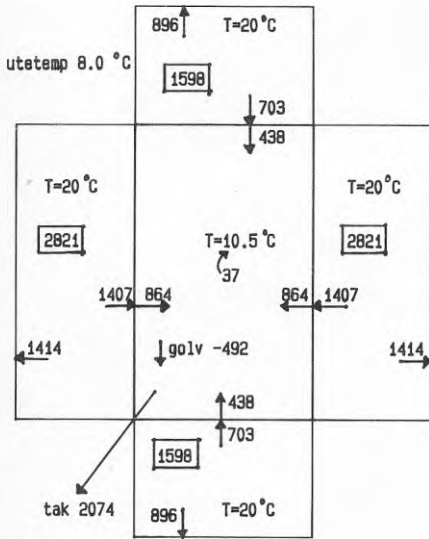


FIG.4.87 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 utan sol

FIG.4.88 1-glasgård med betongväggar,  
kl 11 den 19/3 med sol

TAB.4.1 Solinstrålning kl 11 den 19/3 för de olika gårdarna.  
I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form  
1-glas osv.

	I-1	I-3	U-1	U-3	O-1
<u>sol innanför glas</u>					
<u>sol utanför glas</u>	85%	62%	85%	62%	85%
<u>sol absorberat inne</u>					
<u>sol utanför glas</u>	45%	38%	52%	42%	62%
sol utanför (Wh/h)	45287	45287	36577	36577	27867
sol absorberat inne (Wh/h)	20266	17272	19186	15496	17338

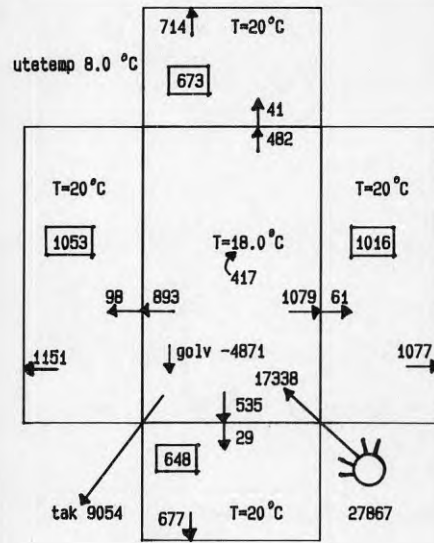
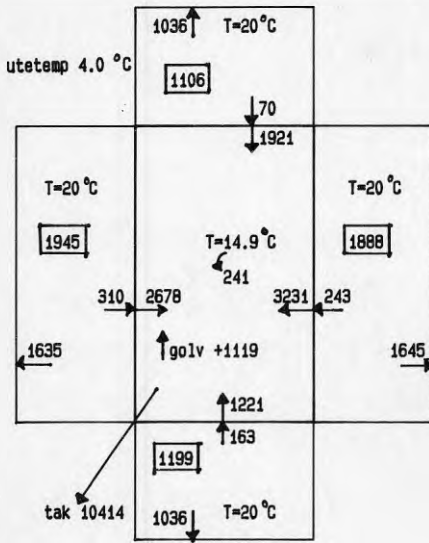


FIG.4.89 1-glasgård med betongväggar, kl 22 den 19/3 med sol

FIG.4.90 1-glasgård med gipsväggar, kl 11 den 19/3 med sol

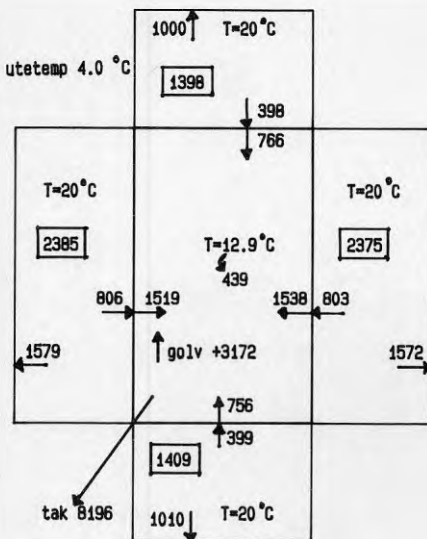


FIG.4.91 1-glasgård med gipsväggar, kl 22 den 19/3 med sol

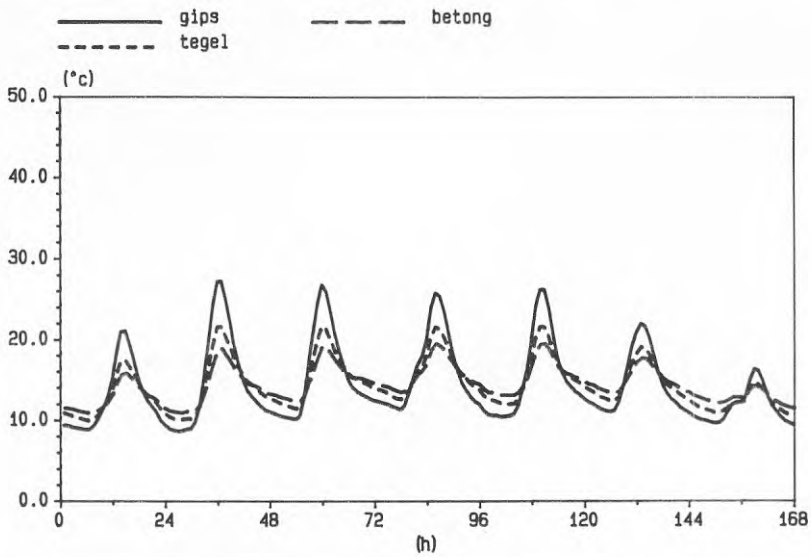


FIG.4.92 Temperaturen i 1-glasgården med söder-norr orientering, vårveckan

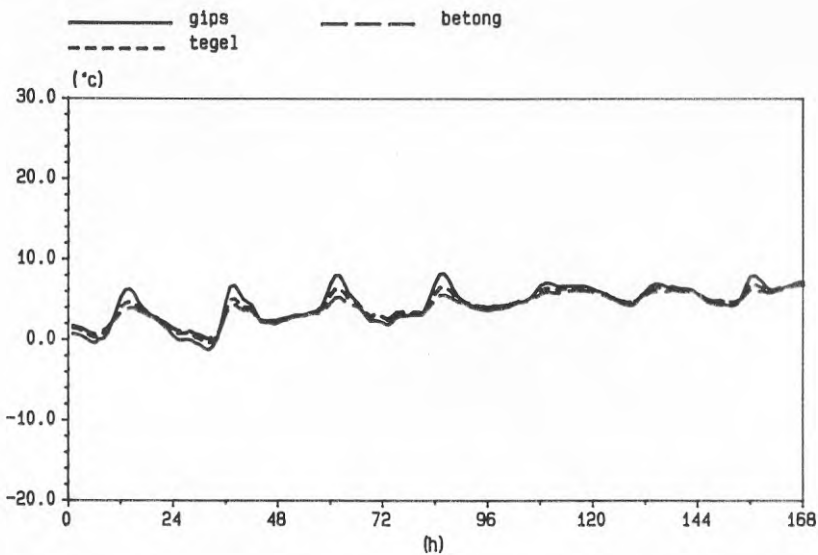


FIG.4.93 Temperaturen i 1-glasgården med söder-norr orientering, vinterveckan

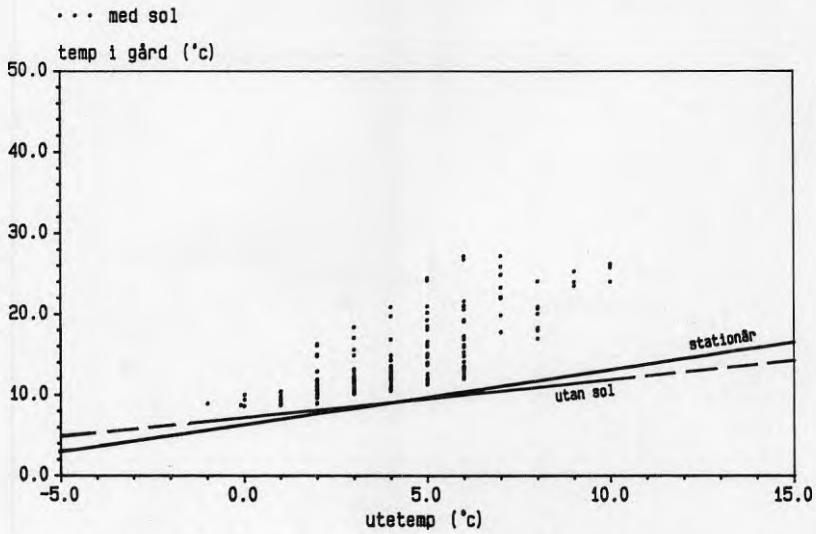


FIG.4.94a 1-glasgård med gipsväggar, vårveckan

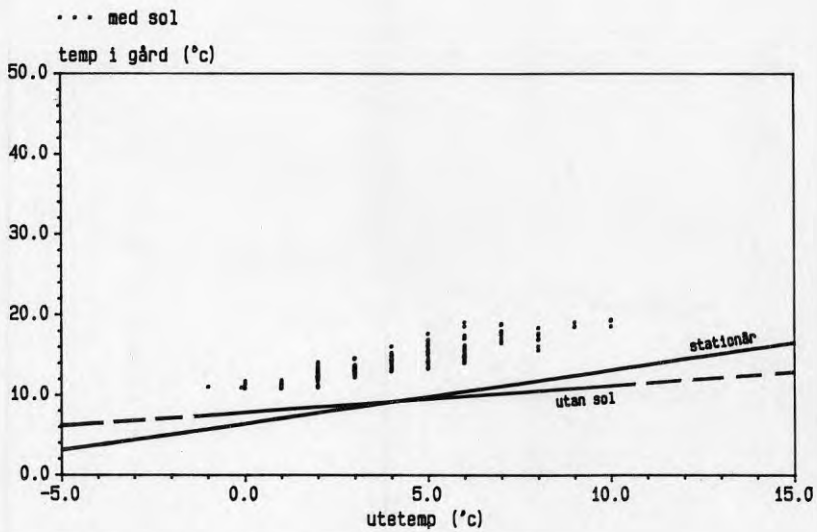


FIG.4.94b 1-glasgård med betongväggar, vårveckan

## Kap 4 Den 0-formade gården

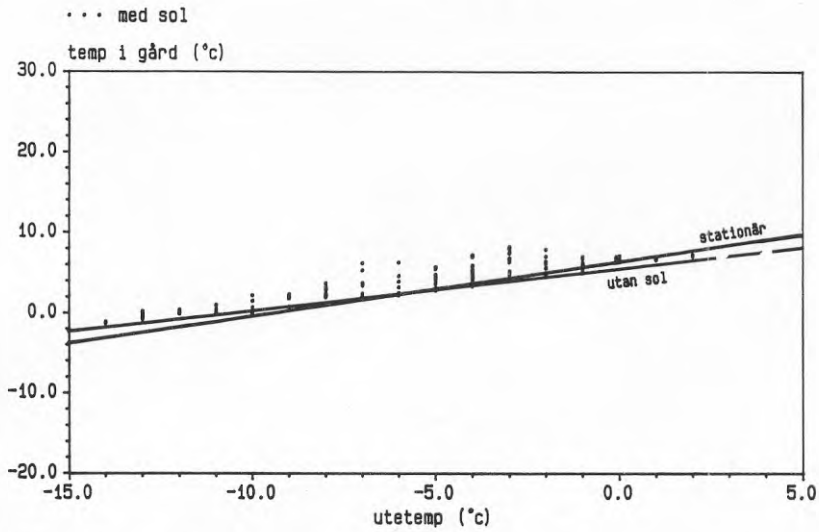


FIG.4.95a 1-glasgård med gipsväggar, vinterveckan

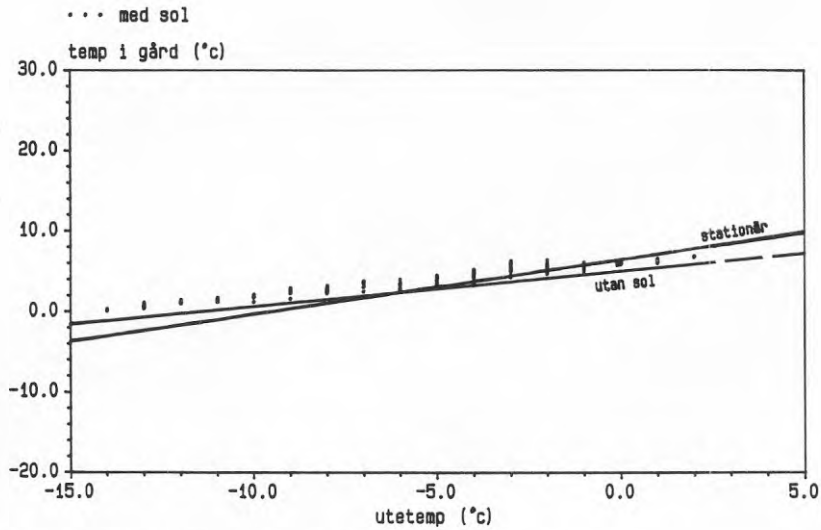


FIG.4.95b 1-glasgård med betongväggar, vinterveckan



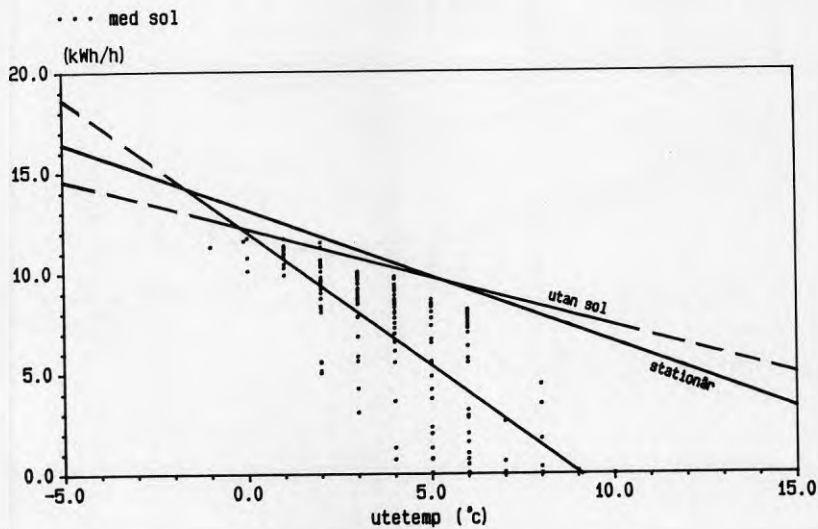


FIG.4.96a Söder-norr orienterad gård med gipsväggar, vårveckan

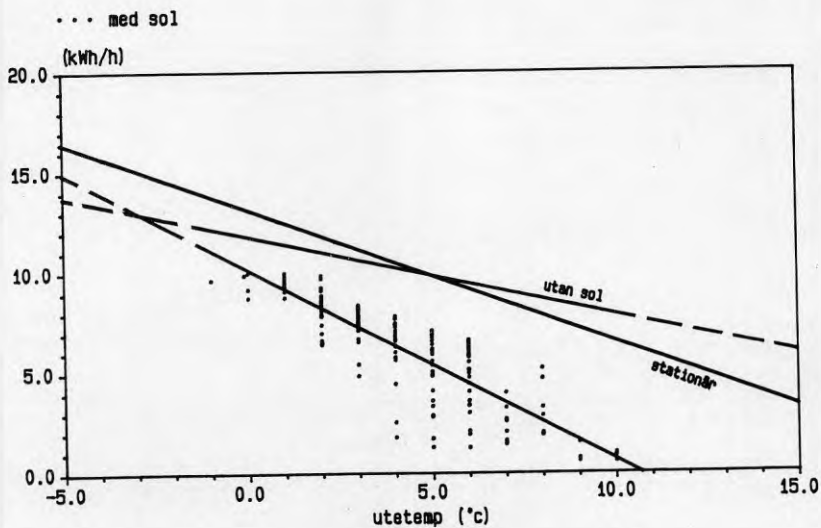


FIG.4.96b Söder-norr orienterad gård med betongväggar, vårveckan

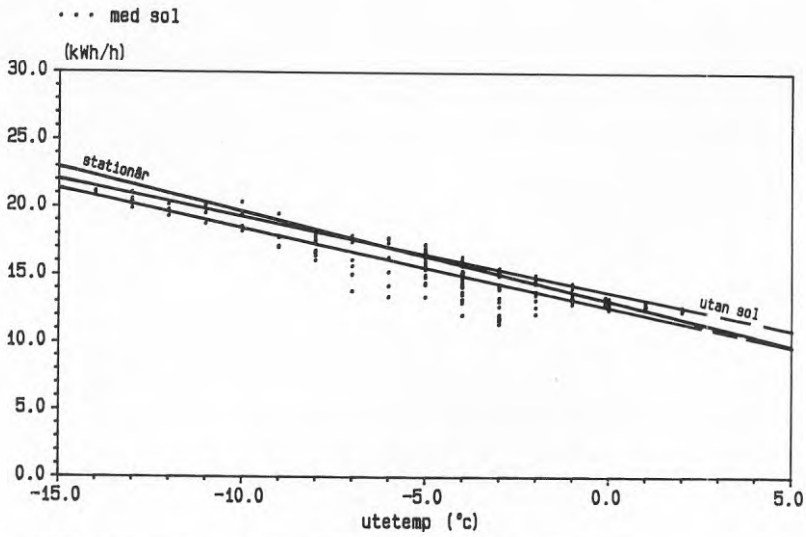


FIG.4.97a Söder-norr orienterad gård med gipsväggar, vinteveckan

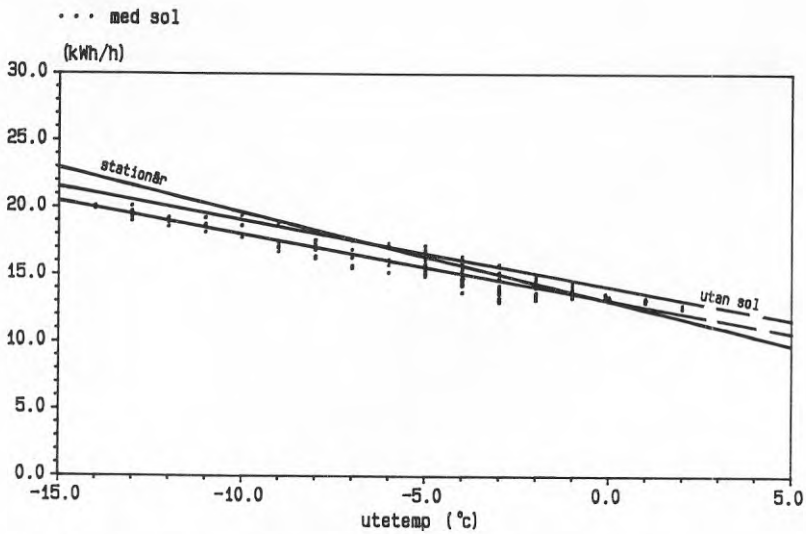


FIG.4.97b Söder-norr orienterad gård med betongväggar, vinterveckan

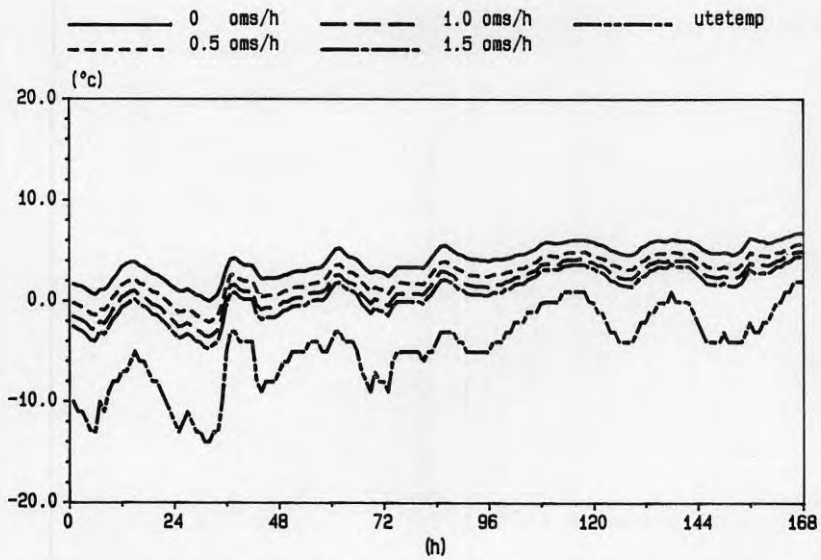


FIG.4.98 Temperaturen i 1-glasgården med betongväggar, vårveckan

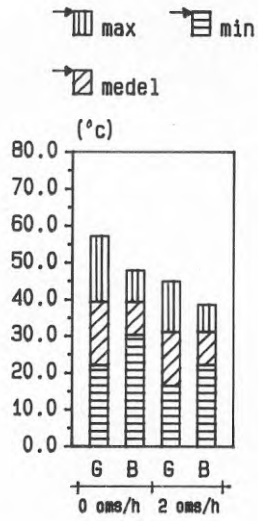


FIG.4.99 Temperaturen i gården med söder-norr orientering, sommarveckan

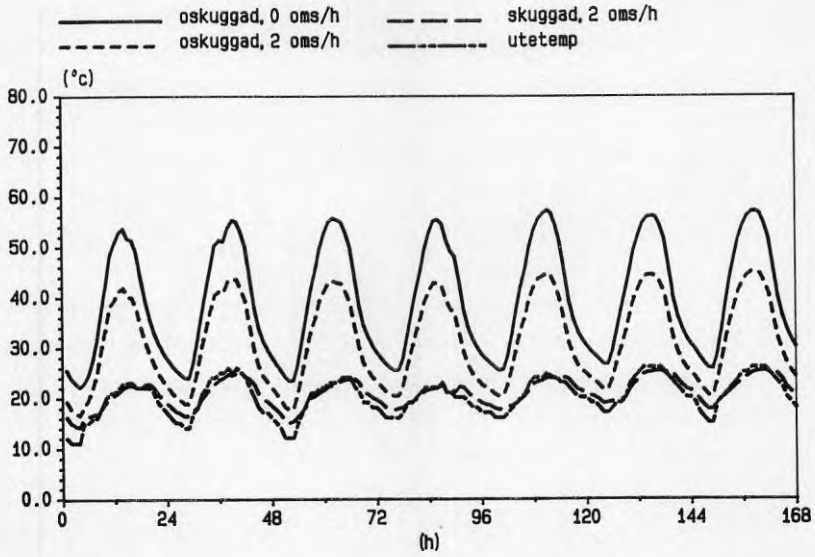


FIG.4.100 Temperaturen i 1-glasgården med gipsväggar, sommarveckan

---

Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

5 JÄMFÖRELSE MELLAN DE TRE OLIKA GÅRDSTYPERNA

Vi ska nu försöka göra en direkt jämförelse mellan de olika typerna av gårdar. Eftersom de två långa husen finns med i alla modeller och eventuella skillnader i deras energibehov beror på ändrade förhållanden mot gården, så kan vi välja ut ett av dem för jämförelser, se FIG.5.1. En viss skillnad mot ute finns dock eftersom de korta husen tidvis skuggar de andra husens gavlar. Skillnaden anses emellertid vara marginell. Endast en orientering har valts ut, se FIG.5.1, och den termiska trögheten varierar med gipsväggar eller betongväggar. Fortfarande har vi ingen ventilation och ingen skuggning av gården.

I FIG.5.2 är energibehovet redovisat för det utvalda huset under vinterveckan. För ett hus enligt SBN-standard tillkommer 665 kWh. Solens bidrag är för den I-formade gården 74-134 kWh eller ca 5-9% av vad huset förbrukar för att hålla +20 °C utan någon sol. För den U-formade gården är bidraget 96-177 kWh, dvs ca 6-11.5%. Den O-formade gården är lägst på 53 kWh eller ca 3.5%.

I FIG.5.3 ser vi temperaturen i gården för motsvarande vintervecka. Den U-formade gården blir varmast och även om mintemperaturen i den O-formade gården inte är så låg, så blir det inga höga maxtemperaturer. Vi ser alltså här att inte bara förhållandet mellan specifika förluster gård-ute och hus-gård ( $W/°C$ ) är viktigt, utan även hur stor del av gården som har glas som kan släppa in solenergin har betydelse. Bland dessa gårdar kan den U-formade bäst fånga in och behålla solenergin. Att välja 3-glas i gårdarna istället för 1-glas ger dessutom en bättre "verkningsgrad" när det gäller att ta vara på tillgänglig solenergi. Vill man kunna hålla en temperatur på över 0 °C så är möjligheten störst till det i den U-formade 3-glasgården eller med 2- eller 3-glas på den O-formade gården.

Genom att i denna parameterstudie välja mellan alla de olika basfall som har lika stora förluster vid stationära beräkningar, så kan man få en mintemperatur i gården på mellan -8.0 °C och +8.3 °C. Detta under vinterveckan då lägsta utetemperatur är -14 °C.

---

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

Lägg märke till att energibehovet i omkringliggande hus då inte är högre vid en hög gårdstemperatur utan tvärtom!

I FIG.5.4 och 5.5 visas motsvarande diagram för vårveckan. Solens bidrag när det gäller det utvalda husets energibehov är för den I-formade gården 177-307 kWh eller ca 18-32% av "SBN-husets" energibehov utan sol. För den U-formade gården är bidraget 211-383 kWh, dvs ca 22-39%. I den O-formade gården ligger solens bidrag på ca 200 kWh, dvs 21%. Även under denna vecka utnyttjar den U-formade gården bäst den tillgängliga solenergin. Den O-formade gården (1-glas) är ganska lik den I-formade 1-glasgården, även om den inte har så låga mintemperaturer.

För att se skillnaderna över en längre period har några fall valts ut för att göra beräkningar på under perioden september-april 1971 med Malmöklimat, dvs egentligen januari-april samt september-december. Dessa fall har lika stora förluster vid stationära beräkningar. Beräkningarna har utförts med 1 månad i taget, totalt 8 månader. Uppdelningen i månader har gjorts för att underlätta datorberäkningarna och har ingen betydelse för beräkningsresultatet. I TAB. 5.1 visas utetemperatur och solinstrålning under de 8 månaderna. September är den varmaste månaden och januari den kallaste.

Mintemperaturen i husen är även i dessa beräkningar  $+20^{\circ}\text{C}$  och maxtemperaturen  $+25^{\circ}\text{C}$ . En ny begränsning är att temperaturen i gården inte får överstiga  $+25^{\circ}\text{C}$ .

I FIG.5.6 ser vi månadsmedeltemperaturen i gårdarna med betongväggar. Dessutom är medelutetemperaturen inritad. Enligt FIG.3.4b, som visar temperaturen i gården vid stationära förhållanden, är den U-formade 3-glasgården varmest och därefter kommer den O-formade 1-glasgården. I FIG.5.6 ser vi att i "verkligheten" ligger den O-formade gårdens temperatur i nivå med den U-formade 1-glasgården. Detta trots att man behöver transportera bort minst energi av alla i den O-formade gården för att inte överstiga  $+25^{\circ}\text{C}$ . Detta beror naturligtvis på hur solen har inverkat på temperaturen i inglasningen.

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

I FIG.5.7 visas mintemperaturen istället. Eftersom den 0-formade gården inte har så kraftiga temperatursvängningar så har den högre mintemperatur än den U-formade 1-glasgården. Mintemperaturen är inte så påverkad av solinstrålningen som medeltemperaturen, vilket gör att det egentligen är mintemperaturen som skall jämföras med de stationära beräkningarna i FIG.3.4b.

1-glasgårdarna har problem med att hålla temperaturen över 0 °C. Bara den 0-formade gården klarar sig precis. Det blir över huvud taget en relativt sett högre temperatur i den I-formade 3-glasgården än vad de stationära beräkningarna förutsade. Detta beror som sagt på 3-glasfönstrets förmåga att bättre hålla kvar den inkommande solinstrålningen jämfört med 1-glasfönstret.

Den energi som åtgår för att hålla +20 °C i det utvalda huset visas i FIG.5.8. Från oktober till februari har den 0-formade gården högst förbrukning. Eftersom den bara har taket i glas, får solinstrålningen svårt att komma in i gården på vintern.

Mars månad är något kallare än februari, men har mer solinstrålning. I mars blir energibehovet lägre för de I- och U-formade 3-glasgårdarna. Den 0-formade 1-glasgården har en mycket svag nedgång; solen står högre upp i mars och kan lättare komma in. Däremot ökar energibehovet för de I- och U-formade 1-glasgårdarna som inte så bra kan tillgodogöra sig solinstrålningen.

Räknas huset om till ett "SBN-hus" med en inomhustemperatur på +20 °C så ökar förlusterna med ca 14040 kWh under hela 8-månadersperioden (mycket förenklat). I så fall kan sägas att huset vid den U-formade 3-glasgården behöver ca 84-87% av vad motsvarande hus vid den 0-formade 1-glasgården behöver i energitillskott, beroende på om det är betong eller gipsväggar. Detta är då extremfallen som har jämförts.

Även under en så här lång period fås alltså en högre temperatur i t ex den U-formade 3-glasgården än i den 0-formade 1-glasgården. Samtidigt har man ett lägre energibehov för att hålla +20 °C i



## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

husen. Slutsatserna efter veckokörningarna stämmer även här och det behöver alltså inte vara likhetstecken mellan ett varmare inglasat rum och ett mer energikrävande.

I FIG.5.9-5.11 visas motsvarande fall fast med gipsväggar. Medeltemperaturerna är i princip samma som i betongfallet utom på vår och höst då medeltemperaturen blir något lägre med gipsväggar. Detta beror på att mera överskottsvärme måste transporteras bort i fallet med gipsväggar. Temperaturen i gården får ju inte överstiga +25 °C. Mintemperaturen är under hela perioden högre i betongfallet, särskilt i 3-glasgårdarna. När det gäller det utvalda husets energibehov för att hålla +20 °C, så är det lägre under vår och höst i betongfallet. Under december och januari finns det i princip ingen skillnad.

Trots att den 0-formade gården inte har förmågan att fånga in så mycket solinstrålning så har den andra stora fördelar. Vid övertäckning av kringbyggda gårdar i äldre bebyggelse fås på ett enkelt och förhållandevis billigt sätt en "tilläggsisolering" av väggarna mot gården (se TAB.3.1). Samtidigt fås möjlighet till ökat utnyttjande av gården och fasaderna får en minskad påfrestning från klimatet.

## 5.1 Figur 5.1-5.11

I detta avsnitt sammanställs figurer redovisade i kap 5, sid 108-111.

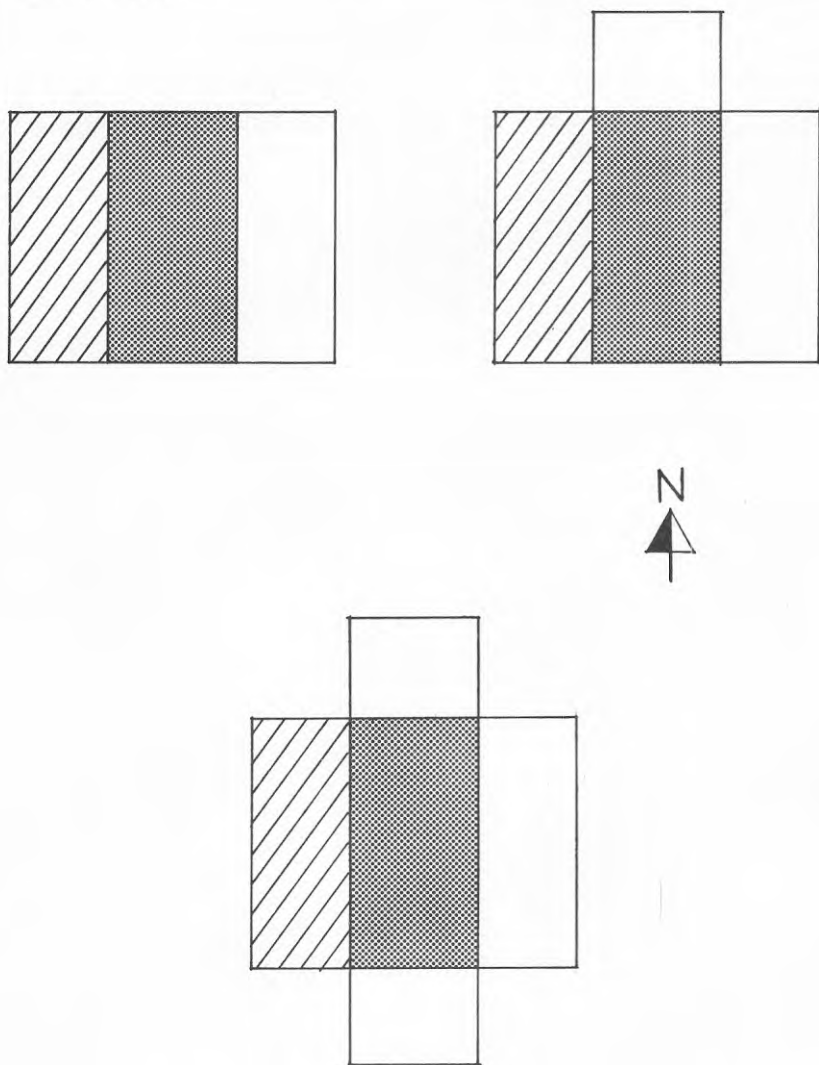


FIG.5.1 De tre olika gårdarna. De streckade husen jämförs med varandra

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

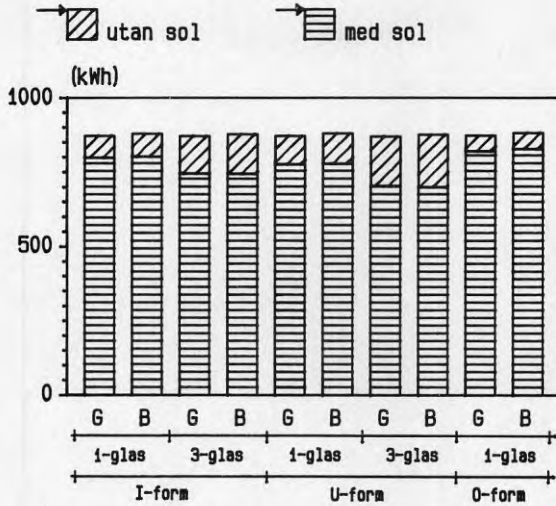


FIG.5.2 Energibehovet för huset under vinterveckan

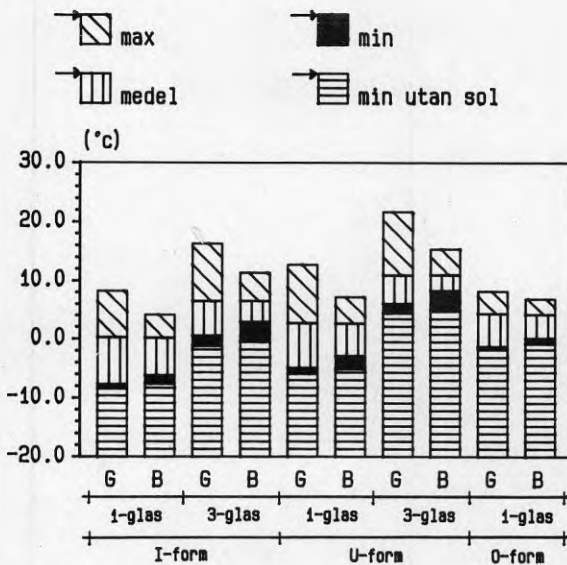


FIG.5.3 Temperaturen i gården under vinterveckan

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

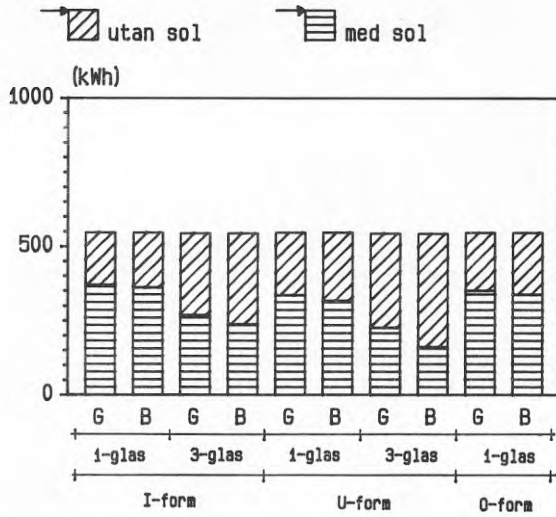


FIG.5.4 Energibehovet för huset under vårveckan

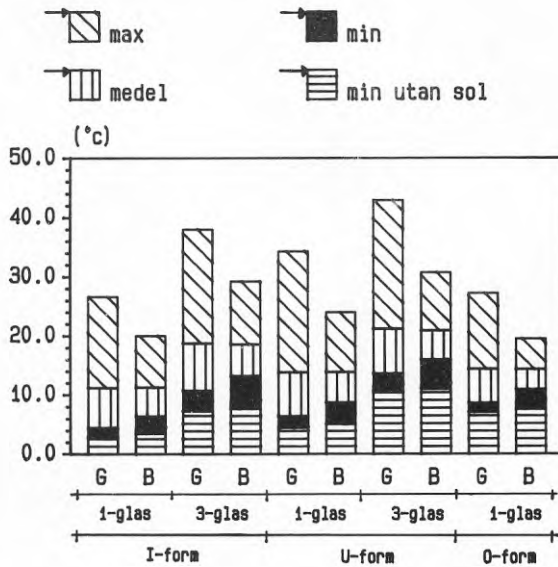


FIG.5.5 Temperaturen i gården under vårveckan

Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

TAB.5.1 Utetemperatur och global solinstrålning  
mot horisontell yta under 8 månader 1971.

	Utetemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )			Global solinstrålning		
	min	medel	max	medel $\text{W}/\text{m}^2$	max $\text{W}/\text{m}^2$	summa $\text{Wh}/\text{m}^2$
september	2.0	12.3	19.0	130.9	770.9	94239
oktober	-3.0	9.8	18.0	73.2	545.6	54427
november	-7.0	5.0	13.0	27.4	343.9	19754
december	-4.0	4.9	10.0	14.6	213.5	10896
januari	-14.0	0.3	7.0	21.3	208.7	15881
februari	-8.0	1.8	7.0	49.1	427.0	32991
mars	-12.0	0.5	10.0	94.8	699.7	70520
april	-4.0	6.1	14.0	181.2	824.3	130496

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

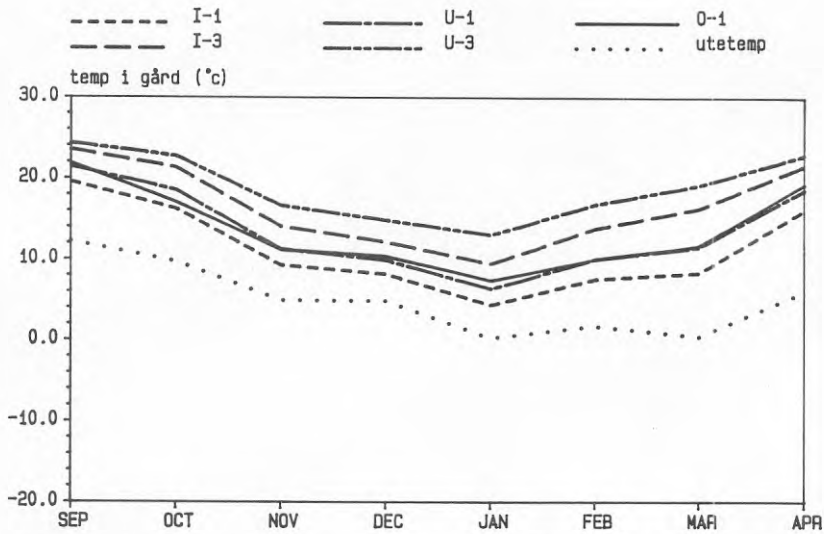


FIG.5.6 Månadsmedeltemperatur för de olika gårdarna med betongväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas, osv.

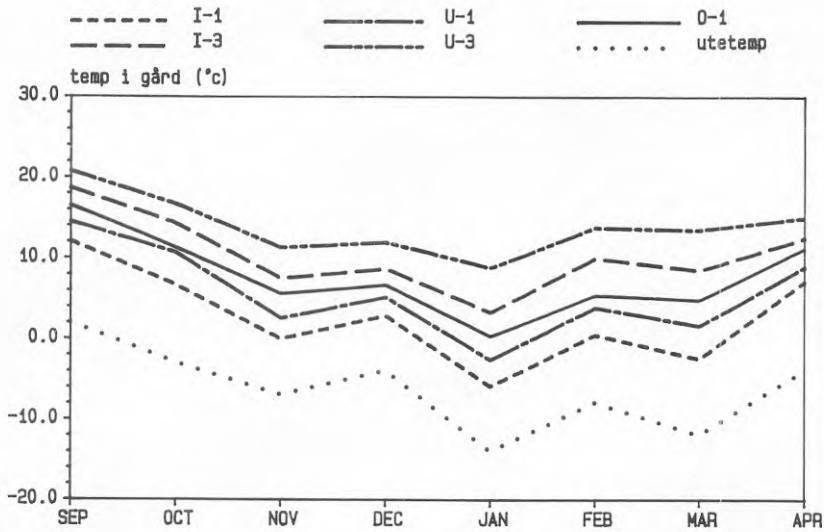


FIG.5.7 Månadsmintemperatur för de olika gårdarna med betongväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas osv.

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

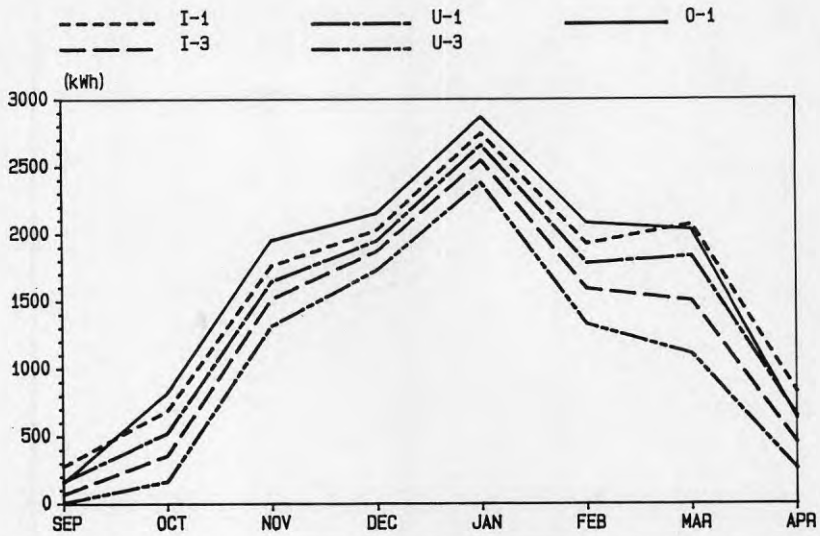


FIG.5.8 Energibehov för det utvalda huset i de olika gårdarna med betongväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas osv.

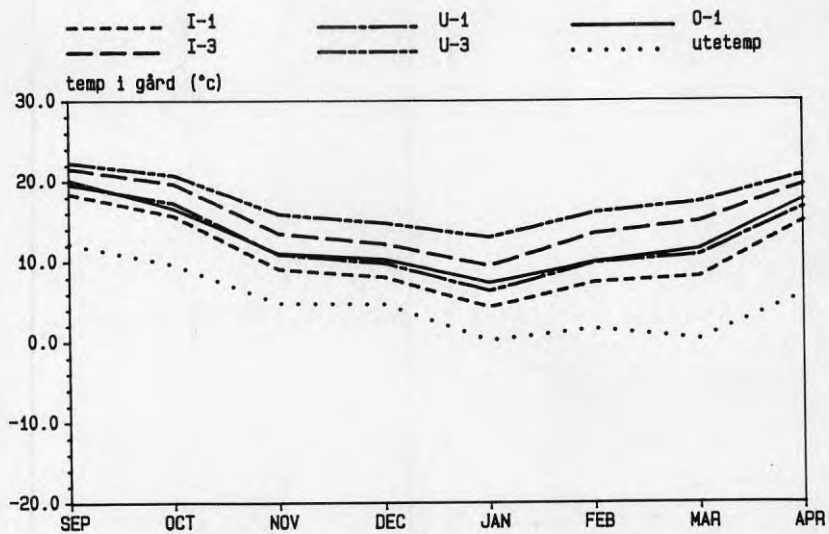


FIG.5.9 Månadsmedeltemperatur för de olika gårdarna med gipsväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas osv.

## Kap 5 Jämförelse mellan de tre olika gårdstyperna

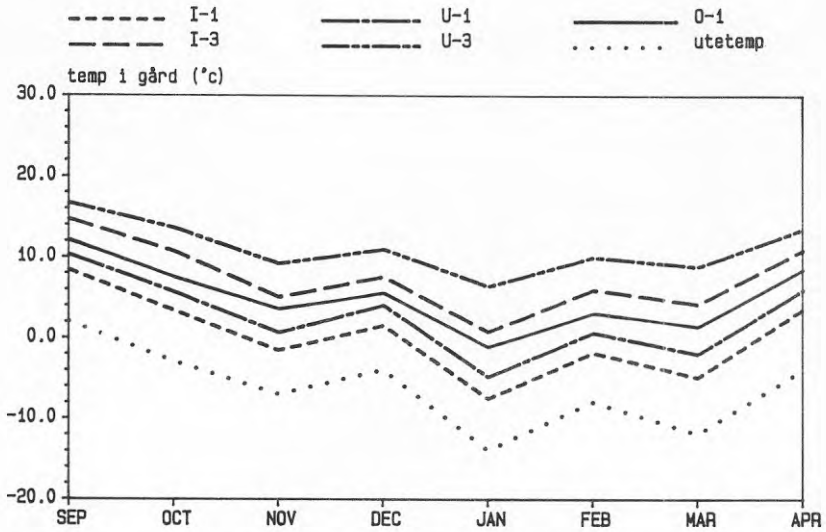


FIG.5.10 Månadsmintemperatur för de olika gårdarna med gipsväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas osv.

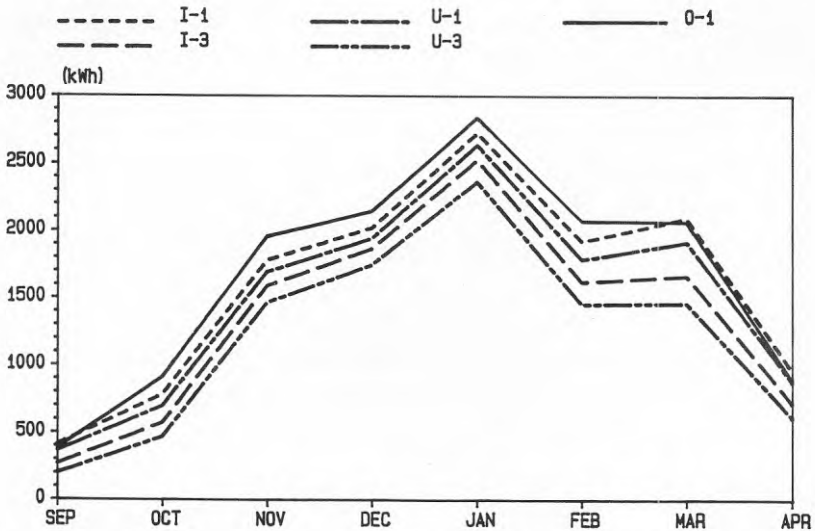


FIG.5.11 Energibehov för det utvalda huset i de olika gårdarna med gipsväggar. I-1 = I-form 1-glas, I-3 = I-form 3-glas, U-1 = U-form 1-glas osv.



## 6 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Det finns många olika aspekter att ta hänsyn till vid utformningen av en inglasad gård, inte bara de som har diskuterats här. Vissa grundläggande faktorer bör man nog däremot alltid tänka på när det gäller klimatet.

Den allmänna temperaturnivån i inglasningen vill man oftast hålla så hög som möjligt under vinterhalvåret. Det som i huvudsak bestämmer denna temperaturnivå är förhållandet mellan specifika förluster och tillskott i inglasningen. Detta förhållande kan skrivas

$$G = \frac{\text{Specifika förluster mellan inglasning och ute (W/}^{\circ}\text{C)}}{\text{Specifika förluster mellan hus och inglasning (W/}^{\circ}\text{C)}}$$

Ju mindre värde G har desto högre temperaturnivå har inglasningen. När  $G=1$  blir temperaturen i inglasningen lika med medelvärdet av utetemperaturen och temperaturen i omkringliggande byggnader. Detta gäller under stationära förhållanden utan sol men är även grundläggande för att beräkna den lägsta temperaturen som kan uppkomma i inglasningen vid ett normalt klimat. Dvs i princip den temperatur som uppkommer på natten under en kall vinterperiod. Visserligen påverkas temperaturen i inglasningen av bl a solinstrålning och termisk tröghet. Minimitemperaturen kan härigenom bli några grader högre på grund av värmelagringsförmågan, men då främst när G är ganska litet och man har en inglasning med glas eller plast i flera skikt. Betydelsen av den termiska trögheten ökar nämligen när G minskar och dessutom har en inglasning med flera skikt förmågan att bättre hålla kvar den solinstrålning som har kommit in.

Glasetts egenskaper, storleken på glasytorna och orienteringen av dem påverkar naturligtvis hur mycket sol som kan komma in i inglasningen. En U-formad gård med enbart taket i glas får inte så stora tillskott från solinstrålningen utom under sommarhalvåret när solen står högt på himlen. En glasövertäckning av en helt kringbyggd gård motsvarar dock en rejäl "tilläggsisolering" av angränsande väggar

---

Kap 6 Sammanfattning och slutsatser

vilket gör att det kan vara ett effektivt sätt att minska gårdsfasadernas förluster i äldre bebyggelse utan att behöva tilläggsisolera själva väggen.

Ju mindre G är desto känsligare är inglasningen för ventilation. Särskilt inglasningar med ett lågt värde på G bör alltså ha ett relativt tätt klimatskal så att ventilationen kan styras efter de behov som föreligger. En ofrivillig ventilation kan under vinterhalvåret annars få drastiska konsekvenser för temperaturen i inglasningen. Om det inglasade rummet värms är det naturligtvis viktigt med ett tätt klimatskal oavsett vilket värde G har.

Under sommarhalvåret är det viktigt att kunna vädra ordentligt. Ett effektivt sätt att hålla nere temperaturen är att dessutom skärma av solen med hjälp av solskyddsgardiner.

Även om det inte ställts så stora krav på inglasningen från början så kommer det ofta i efterhand fram krav och önskemål av olika slag från brukarna. De mest grundläggande kraven gäller nog klimatet, som på något sätt måste fungera för att vi skall kunna använda inglasningen som den är tänkt. Det är inte bara vädret utomhus som är viktigt och som alla pratar om. Hit hör numera även "vädret" i de inglasningar som vi vistas i. Kanske ofta för att de inte blivit som man tänkt sig eller som har utlovats...

## 7 REFERENSER

- (1) Arumi-Noé, F., Wysocki, M., 1979, The DEROB System Volume I, User's manual for the DEROB system. (Numerical Simulation Laboratory, School of Architecture, University of Texas, Austin, Texas, USA).
- (2) Arumi-Noé, F., 1979, The DEROB System Volume II, Explanatory Notes and Theory. (Numerical Simulation Laboratory, School of Architecture, University of Texas, Austin, Texas, USA).
- (3) Fredlund, B., Källblad, K., 1985, KBKL\*DRBBKL1-FK. (Institutionen för Byggnadskonstruktionslära, LNTH). Internt dokument.
- (4) Fredlund, B., 1987, Flerbostadshus med glasverandor, Taberg. Energi- och inneklimatanalys. (Statens råd för Byggnadsforskning). Rapport R106:1987, kap 10.
- (5) Brown, G., Isfält, E., 1974, Solinstrålning och solavskärmning (Statens råd för Byggnadsforskning). Rapport R19:1974.
- (6) Källblad, K., 1986, JULOTTA. Datorprogram för beräkning av värmebalans i rum och byggnader. (Institutionen för Byggnadskonstruktionslära, Tekniska Högskolan i Lund). Rapport BKL 1986:28.







Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830332-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Lunds tekniska  
högskola, Byggnadskonstruktionslära, Lund.

R21: 1990

ISBN 91-540-5172-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801021

Abonnemangsgrupp:  
Y. Byggnadsfunktion  
W. Installationer  
Z. Konstruktioner och material

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirka pris: 59 kr exkl moms