



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

# R76:1985

## Värmekapacitet i byggnads- stommar

### Stommens tillgänglighet för energilagring

David Södergren m fl

K  
AM

**BYGGDOK**

Institutet för byggdokumentation  
Hälsingegatan 47  
113 31 Stockholm, Sweden  
Tel 08-34 01 70  
Telefax 08-32 48 59

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

*slu*

Byggeforskningsrådet

R76:1985

VÄRMEKAPACITET I BYGGNADSSTOMMAR

Stommens tillgänglighet för energilagring

David Södergren  
L-O Andersson  
Axel Bring  
Engelbrekt Isfält

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811329-1 från Statens råd för byggnadsforskning till Bengt Dahlgren Stockholm AB, Stockholm.

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

R76:1985

ISBN 91-540-4402-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

## INNEHÅLL

	SAMMANFATTNING	4
1	INLEDNING	5
2	VALDA INDATA	6
3	RESULTAT	8
3.1	Värmebalanser veckovis samt årsenergibehov	8
3.2	Temperaturer och effekter under enstaka dygn	8
3.3	Bestämning av tidskonstanten	9
4	RESULTATANALYS	12
5	FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING AV PROJEKTET	13
	FIGURFÖRTECKNING	14
	LITTERATUR	27
	BILAGA	29

## SAMMANFATTNING

Syftet med uppgiften var att med simuleringar i dator undersöka om värmekapaciteten i en byggnad har någon större praktisk betydelse för byggnadens årsvärmebehov.

För att få en markant skillnad valdes ett extremt lätt och ett extremt tungt utförande av en i övrigt<sup>2</sup> mycket enkel byggnad. Den antogs kvadratisk med 100 m<sup>2</sup> yta i ett plan. Fönstrens storlek enligt SBN dvs 15% av golvytan och lika i de fyra väderstrecken.

Arbetet är genomfört med en ny version av BRIS-programmet.

Resultatet visar att vid små interna värmebelastningar är skillnaden i energibehov obetydlig för tung och lätt byggnad. När den interna belastningen ökar blir skillnaden i energiförbrukning markant. Emedan fönsterstorleken är liten har solinfallet inte haft någon avgörande betydelse.

Resultatet visar också att programmet nu är väl anpassat för att ta fram olika parametrars betydelse för energibehov i skilda byggnader. Vi föreslår därför att projektet får en fortsättning där flera variabler studeras så att bidrag till underlag för en handbok avseende dessa viktiga delar av byggnads- och installationsteknik kan utarbetas.

## 1 INLEDNING

Värme kapacitetens betydelse för byggnaders värmeekonomi har p g a energiprisernas ökning blivit av allt större intresse. I samband med projektering av värme och ventilationsanläggningar har ett behov av att bestämma värme kapacitetens betydelse även med hänsyn till det termiska inneklimatet länge förelagat. Genom att snabbare datorer har tagits i bruk och datorprogrammen har utvecklats finns det nu möjligheter att göra en så pass noggrann beräkning av en byggnads årliga energibehov att den påverkan som byggnadens värme kapacitet har blir iakttagbar i resultatet.

Vid planeringen av föreliggande projekt förutsattes att BLAST som just då överförts från USA till Sverige och var under inkörning på Stockholms datamaskincentral QZ, skulle vara det lämpligaste programmet för att komplettera BLAST med erforderliga uppgifter för svenska förhållanden speciellt då klimatdata. Kompletteringen av BLAST visade sig emellertid vara mer omfattande än vi förutsatt. Samtidigt har en ny version av det svenska programmet BRIS inlagts i Dalabs nya maskin PRIME 750 (se bil.). Med den nya utrustningen har maskintiderna kunnat minskas med omkring en tiopotens. I de genomförda beräkningarna har därför BRIS-programmet tillämpats och maskintiderna har kunnat begränsas till några timmar.

Avsikten var att för några enkla och extrema exempel studera om påtagliga differenser i årsenergiförbrukning mellan lätt och tung byggnad uppträder. Resultatet skulle få avgörande betydelse för om det kan anses meningsfullt att gå vidare med en mer komplett kartläggning av de ytterligare parametrar som kan påverka årsenergiförbrukningen.



## 2 VALDA INDATA

Byggnaden är tänkt placerad i Stockholmstrakten bl a för att det är den enda plats där kompletta timvisa klimatdata för närvarande är tillgängliga. Klimatet under 1971 har valts som testår.

Byggnaden är tänkt som en enplansbyggnad med innermåtten 10 x 10 och en invändig takhöjd av 2,7 m. Fönsterarean är vald enligt svensk byggnorms maximalt accepterade fönsterstorlek, med lika stora fönster på varje fasad. Även k-värden i väggar, tak och golv har valts enligt svensk byggnorm.

Följande parameterkombinationer har valts

Värmekapacitet: Lätt (invändig beklädnad med gips)  
Tung

Intern värmeutveckling har varierats från 0 till ca 50 kWh/arbetsdag (8h)

Rumstemperaturen har tillåtits variera mellan 18 och 25°C. Upp till 18°C tillsätts värme från radiatorer. Över 25°C förutsättes vädring så att denna temperatur inte överskrides.

Byggnadens konstruktion

Ytterväggar:

<u>Lätta</u>	<u>Tunga</u>
25 mm träpanel	25 mm träpanel
200 mm mineralull	200 mm mineralull
13 mm gips	88,6 mm betong*

Yttertak:

<u>Lätt</u>	<u>Tungt</u>
25 mm trä	25 mm trä
300 mm mineralull	300 mm mineralull
13 mm gips	88,6 mm betong*

\* Denna tjocklek ger samma värmemotstånd som 13 mm gips



Golv (på mark):

<u>Lätt</u>	<u>Tungt</u>
25 mm trä	10 cm betong
isol + markvärmemotstånd	isol + markvärmemotstånd

Fönstren har tre glas, storleken (karmyttermått) är  $3,75 \text{ m}^2$  i varje fasad. Glasandel 65%. Inga solskydd.

Ventilationsluftflöde	0,5 oms/h
Värmeåtervinning	50% verkningsgrad
Infiltration	0,1 oms/h, konst. hela året (ej modifierad med hänsyn till vind och temperatur).

#### Klimatdata

Teståret 1971 är valt enligt två kriterier: Antalet graddagar ligger inom en standardavvikelse från medelvärdet under perioden 1955-75. Antal solskenstimmar och globalstrålning ligger inom en standardsavvikelse från medelvärdena under perioden 1957-75 (Taesler & Isfält 1980).

Fig 2.1 visar utetemperaturens dygnsmedelvärde dag för dag under teståret samt en utjämnad kurva för perioden 1961-72. De tillfälliga avvikelserna är stora och naturligtvis inte typiska för klimatet i Stockholm. Vid undersökningar av det slag som redovisas i denna rapport är det emellertid viktigt att man på ett rimligt vis tar hänsyn till omslag i väderleken. Dessa ger upphov till ständiga transciencer i byggnaden varvid den termiska trögheten starkt påverkar inomhustemperaturer och effektbehov. Av detta skäl väljes timvisa uppmätta klimatdata (testår eller referensår) i samband med datorberäkningar av energi-behov.

### 3 RESULTAT

#### 3.1 Värmebalanser veckovis samt årsenergibehov

För varje vecka under teståret har gjorts värmebalanser för de två byggnadstyperna. I figur 2 redovisas uppgifterna när den interna värmeavgivningen varit = 0, dvs huset har varit tomt. I figur 3 redovisas förhållandena, när den interna värmeavgivningen varit ca  $22 \text{ W/m}^2$ , vilket är en relativt normal siffra under en antagen arbetstid från kl 8 till kl 16.

Den värme som tillföres byggnaden kommer dels från belysning och personer - kallad intern värme - dels från solstrålning samt om ytterligare värme erfordras för att hålla temperaturen över  $+18^\circ\text{C}$  från radiatorer. Andelen från de tre olika värmestillskotten framgår av staplarna.

Den värme som bortföres avgår via läckage och ventilation samt som transmission via väggar, golv och tak samt via fönster. Även dessa fyra olika vägar redovisas i stapeldiagrammen.

I figurerna 4-6 har erforderlig tillsatsvärme för varje vecka redovisats separat i en fallande kurva med den mest värmekrävande veckan längst till vänster. Utöver de två tidigare nämnda alternativen för intern värmeavgivning har i figur 6 medtagits ett alternativ med mycket högt värmestillskott, ca  $66 \text{ W/m}^2$ , dvs tre gånger mer än i fall 2. Det är intressant att observera eldningssäsongens längd i de olika fallen. I figur 7 redovisas skillnaderna i erforderliga värmestillskott mellan den lätta och den tunga byggnaden dels när den interna värmestillsatsen varit 0, dels när den varit  $22 \text{ W/m}^2$ . Det är således skillnaderna i värmestillsats från radiatorer redovisad veckovis i figurerna 2 och 3 som återges, men i denna figur i uppförstorad skala.

Beräkningsresultatet visar, att det huvudsakligen är den interna värmeavgivningen som påverkar behovet av värmestillsats via radiatorer. Vid liten intern värmeavgivning är erforderlig tillsatsvärme i stort sett oberoende av, om byggnaden är lätt eller tung. Skillnaden blir inte över 10%, förrän den interna värmeavgivningen är över  $20 \text{ W/m}^2$ . Förhållandet återges i figur 8. Tidskonstanten R är för den lätta byggnaden 20 h och för den tunga 147 h. Se därom mera nedan.

#### 3.2 Temperaturer och effekter under enstaka dygn

För att belysa vissa karakteristiska egenskaper hos den lätta och tunga byggnaden har ett vinterdygn, ett vårdygn och sommarygn specialstuderats. Den tunga byggnaden är givetvis mindre känslig för tillfälliga värmeöverskott än den lätta.

Som framgår av förutsättningarna har antagits att temperaturen får svänga mellan 18 och 25°C. Om den har tendens att sjunka under 18°C tillföres värme från radiatorer och om den har tendens att stiga över 25 öppnas fönstren, varvid förutsatts att tillräcklig genomluftning erhålles för att temperaturen inte skall stiga mer.

Medeltemperaturen i rummen vecka för vecka redovisas i figur 9, i det övre diagrammet, då byggnaden varit tom och i det undre vid normal intern belastning.

I figurerna 10, 11 och 12 visas temperatur- och effektförhållanden under några typiska dygn representerande olika årstider. Under ett vinterdygn, figur 10, förekommer inga större skillnader vare sig i temperaturer eller effekter mellan lätt och tung byggnad.

Under sommardygnet, figur 11, måste givetvis en effektiv vädring förutsättas, för att det inte skall bli mer än 25°C inomhus. För såväl lätt som tung version föreligger ett värmeöverskott och risk för för hög lufttemperatur från 6 - 8-tiden på morgonen till 22 - 24 på kvällen. Taktemperaturen i den lätta byggnaden svänger mellan 22 och 29°C, medan den håller sig mellan 25 och 27°C i den tunga.

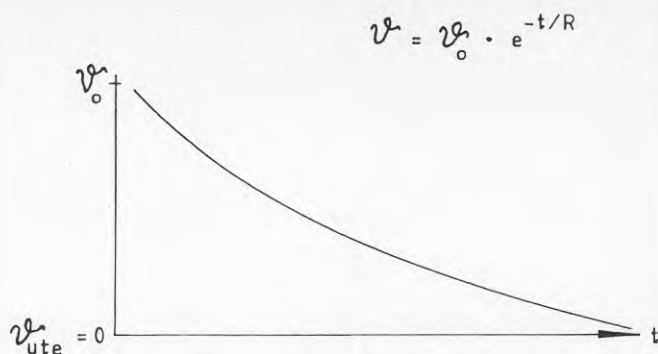
Vårdygnet visar för båda alternativen behov av värmning från midnatt tills värmetillförseln från belysning och personer sätter in kl 8, figur 12. I den tunga byggnaden upplagras en hel del värme under eftermiddagen, som sedan kan utnyttjas under natten för att reducera radiatoreffekten. Dygnsbehovet blir 5,1 kWh för den tunga och 11,7 kWh för den lätta. I den lätta versionen svänger lufttemperaturen mellan 18 och 25°C och vädring fordras under eftermiddagen, för att ej lufttemperaturen skall bli för hög. I den tunga byggnaden stiger temperaturen endast till 21°C under dagen.

Dygnsstudierna enligt figurerna 10 - 12 är genomförda vid en intern värmebelastning av 22 W/m<sup>2</sup>.

### 3.3 Bestämning av tidskonstanten

Tidskonstanten, R, kan sägas vara ett mått på ett rums eller en byggnads värmetröghet och har beräknats för de två byggnadsutförandena. Om man tänker sig att konstanta förhållanden råder i en byggnad och att värmetillförseln plötsligt upphör, kommer rumstemperaturen att gå mot (den likaledes konstanta) utetemperaturen. Förloppet kan approximeras med en exponentialfunktion.

Se formel och figur nästa sida.



där  $\psi$  = rumstemperaturen över utetemperaturen, K

$\psi_0$  = rumstemperaturen över utetemperaturen vid avstängning av värmeförselns, K

$t$  = tiden, s

$R$  = tidskonstanten, h

$R$  bestäms som kvoten mellan tillgänglig värmekapacitet och förlusterna per grad temperaturskillnad inne - ute:

$$R = \frac{\sum M c}{\sum KA + Q_{vent}}$$

För de här aktuella byggnaderna gäller

	Lätt	Tung
$\sum M c$ , Wh/K	1545	14 370
$\sum KA + Q_{vent}$ , W/K	109.9	109.9
$R$ , h	14	131

Detta sätt att beskriva avsvlningsförloppet är naturligtvis approximativt. Det förutsätts bland annat, att "rumstemperaturen" är densamma i rumsluften, vid rumsytorna och inuti väggar och bjälklag samt att systemet är linjärt, d v s att alla värmeövergångstal är konstanta. Framför allt i början av förloppet, när värme tas från lätta innerväggar, inventarier och ytskikt i de tunga byggnadsdelarna, blir avvikelserna från det verkliga förloppet stor.

Ett avsvlningsförlopp har därför simulerats med BRIS. Tidskonstanterna kan bestämmas ur beräknade temperaturer,  $\vartheta_1$  och  $\vartheta_2$ , vid två tidpunkter,  $t_1$  och  $t_2$ .

$$R = \frac{t_2 - t_1}{\ln(\vartheta_1/\vartheta_2)}$$

Bestämning av tidskonstanten på detta sätt visar, att det inte är fråga om en konstant. Under de första timmarna ökar värdet kraftigt och därefter långsammare. En anpassning med minsta kvadratmetoden av de beräknade förloppen under 24 timmar ger  $R = 147$  timmar för den tunga byggnaden och  $R = 20$  timmar för den lätta, d v s något högre värden än de för hand bestämda (131 resp 14 timmar).

## 4 RESULTATANALYS

En av avsikterna med projektet var, att med extrema värden för det lätta resp. det tunga alternativet se om det blev så stora skillnader i energibehov, att det är meningsfullt att göra jämförelser mellan andra alternativ, där inte de mest extrema versionerna föreligger. Diagram 4 visar, att det i varje fall när det förekommer stora interna värmekällor, blir så stora skillnader, att det är intressant att studera andra variabler.

Av figur 8 framgår också, att byggnadskonstruktionens värmelagrande effekt har liten betydelse för tillvaratagande av solvärme med de fönsterytor som förutsatts. När den interna värmeavgivningen varit liten (huset har varit tomt) har nästan samma värmebehov förelegat i de två alternativen. Med större fönster i söderfasaden hade troligen skillnaden blivit större.

Den svängning av rumstemperaturen som accepterats i detta fall  $+18$  till  $+25^{\circ}\text{C}$  kan anses vara den största som kan komma i fråga, om lokalerna skall vara lämpliga som arbetsplats. En krympning av intervallet kommer givetvis att påverka resultatet.

Den totala energiförbrukning som tillföres via radiatorer under uppvärmningssäsongen är för oanvänd byggnad ca 8000 kWh.

Solen har då minskat värmebehovet med ca 1800 kWh.

Vid en intern värmeförsel motsvarande  $22,15 \text{ W/m}^2$ , vilket innebär 1 person per  $20 \text{ m}^2$  och en belysning av ca 400 lx., är den totalt oavsiktligt tillförda värmen 3200 kWh/år. Av denna har i den lätta byggnaden kunnat utnyttjas 2200 kWh, och i den tunga något mer 2500 kWh.

Om den interna värmeförseln är tre gånger så stor ca  $66 \text{ W/m}^2$ , motsvarande 9600 kWh/år, utnyttjas i den lätta byggnaden 3430 kWh och i den tunga 5950 kWh.

Resultatanalysen bör inte drivas längre än så, med hänsyn till de mycket grova antaganden som utgör underlag för beräkningarna. Det kan exempelvis påpekas att inga innerväggar och ingen möblering har införts i kalkylen.

Innan resultatet kan utnyttjas som mormgivande fordras en avsevärt noggrannare sambandsanalys.



## 5 FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING

Resultatet från föreliggande projekt visar att det nya BRIS-programmet är väl lämpat för analyser av energibehov och klimatförhållanden vid varierande husutföranden och antagna förutsättningar. Det torde således föreligga goda skäl att utöka undersökningen med flera variabler i underlaget. De parametrar som vi skulle vilja föreslå i nästa projekt är följande;

- glasytor inkl orientering
- solinläcking, solavskärmning
- fönstrens värmemotstånd
- husens täthet
- lagring av billig nattenergi
- rumstemperaturer inkl svängningsförlopp.
- förhållandet yta/massa
- innerväggar, inredning och möbler
- byggnadstyper (smala och tjocka hus, höga hus och enplan, friliggande och radhus)

Med en ytterligare utökning av arbetet skulle vi vilja nämna följande parametrar:

- värdet av att förstärka värmekapaciteten genom exempelvis hålbjälklag, marklager, vattensmagasin, saltlager m m.
- priselasticitet
- nuvärde, livscykel - besparingar/kostnader

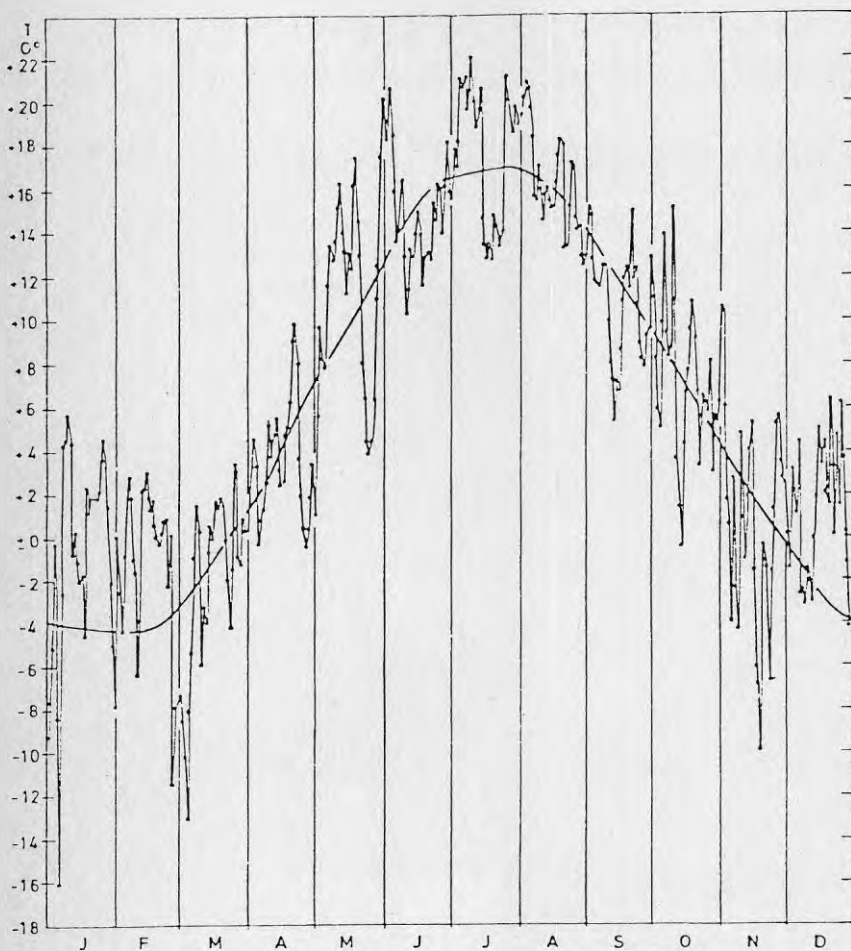


## FIGURFÖRTECKNING

- 2:1 Utetemperaturens dygnsmedelvärde  
Teståret
- 3:1 Värmebalanser veckovis  
Huset tomt
- 3:2 Värmebalanser veckovis  
Intern värmeavgivning  $22 \text{ W/m}^2$
- 3:3 Erforderlig tillsatsvärme  
Huset tomt
- 3:4 Erforderlig tillsatsvärme  
Intern värmeavgivning  $22 \text{ W/m}^2$
- 3:5 Erforderlig tillsatsvärme  
Intern värmeavgivning  $66 \text{ W/m}^2$
- 3:6 Erforderlig tillsatsvärme  
Skillnad mellan lätt och tung byggnad
- 3:7 Årsenergibehov s.f.a intern värmeavgivning
- 3:8 Rumsmedeltemperaturer veckovis
- 3:9 Temperaturer och effekter  
Vinterdygn
- 3:10 Temperaturer och effekter  
Sommar dygn
- 3:11 Temperaturer och effekter  
Vår dygn

Fig 2:1  
1982-07-20  
BFR 811329-1

Värmekapacitet i byggnadsstommar

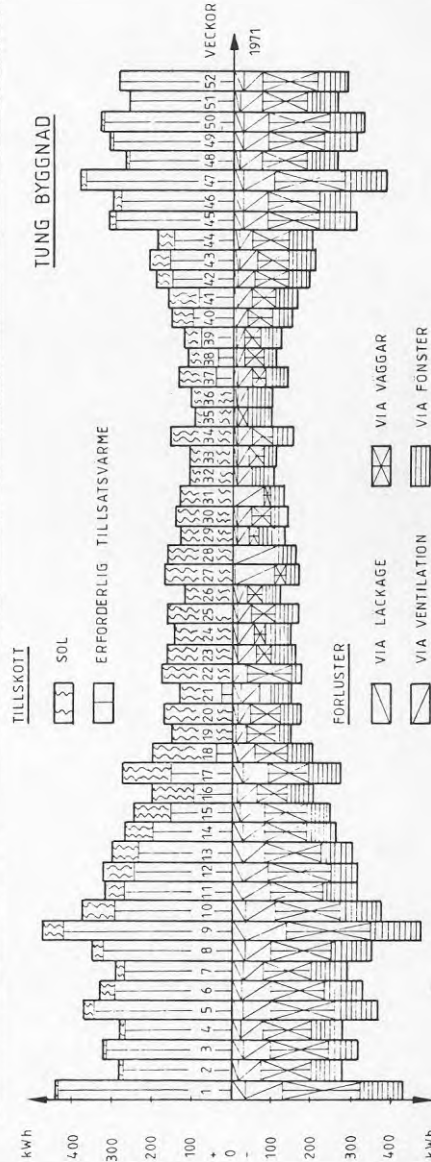
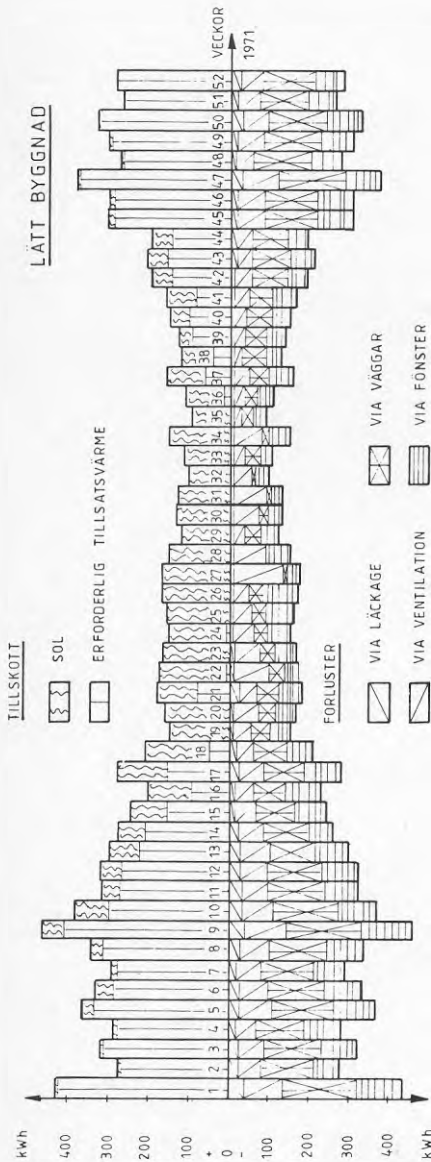


Utetemperaturens dygnsmedelvärde teståret 1971 i Stockholm  
Den utjämnade kurvan gäller för perioden 1961-72

JÄMFORELSER TUNG-LÄTT BYGGNAD  
 VÄRMEBALANSER VECKOVIS  
 INTERN VÄRMEAVGIVNING = 0 W/m<sup>2</sup>

FIG. 3:1  
 1982-04-21  
 BFR 811329-1

SUPER IMPERIAL 20



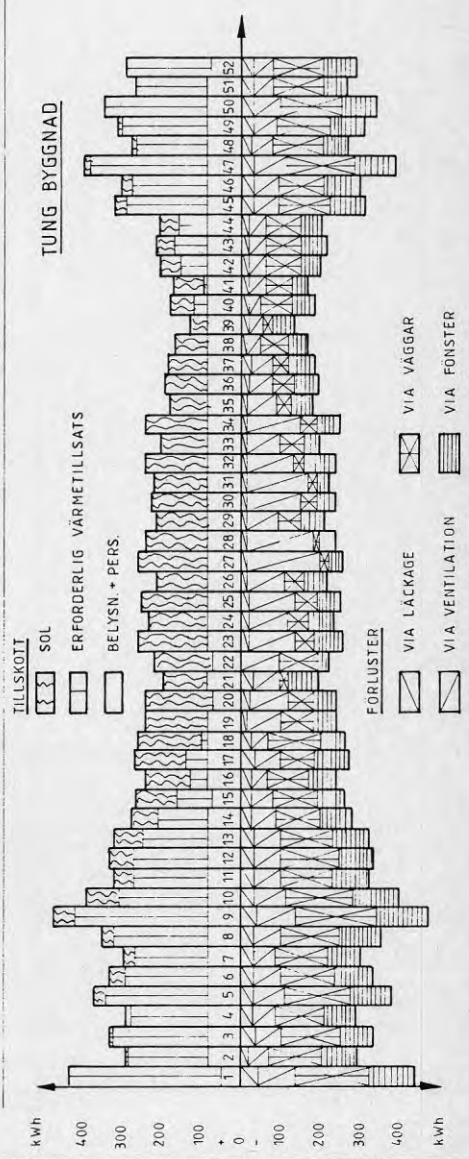
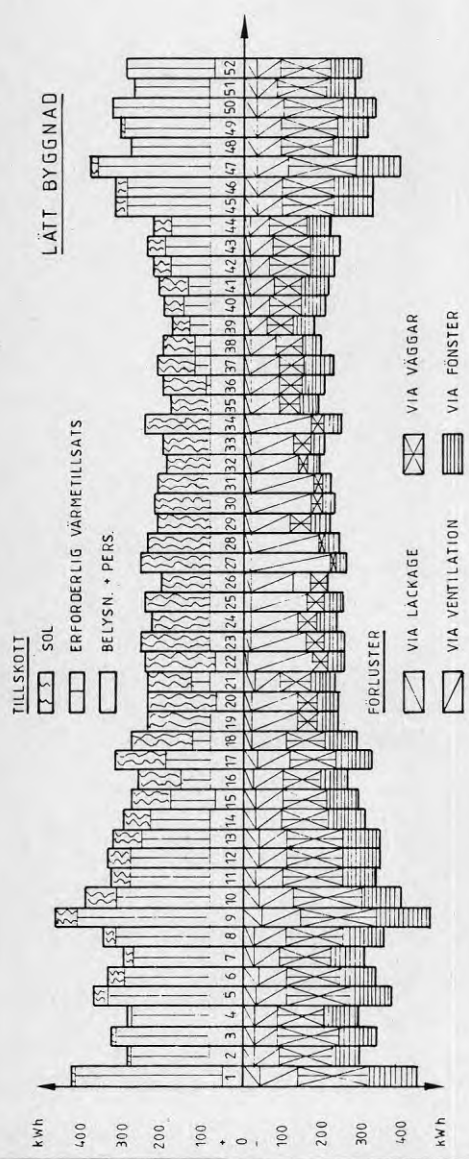
A

V

B1C 500

JÄMFÖRELSE TUNG-LÄTT BYGGNAD  
 VÄRMEBALANSER VECKOVIS  
 INTERN VÄRMEAVGIVNING (KL 8-16) = 22,15 W/m<sup>2</sup>

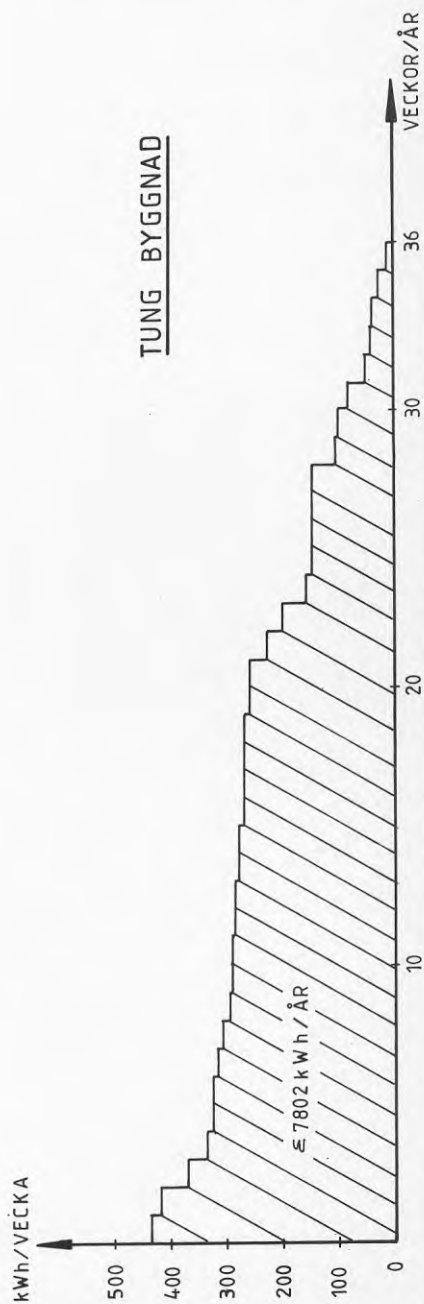
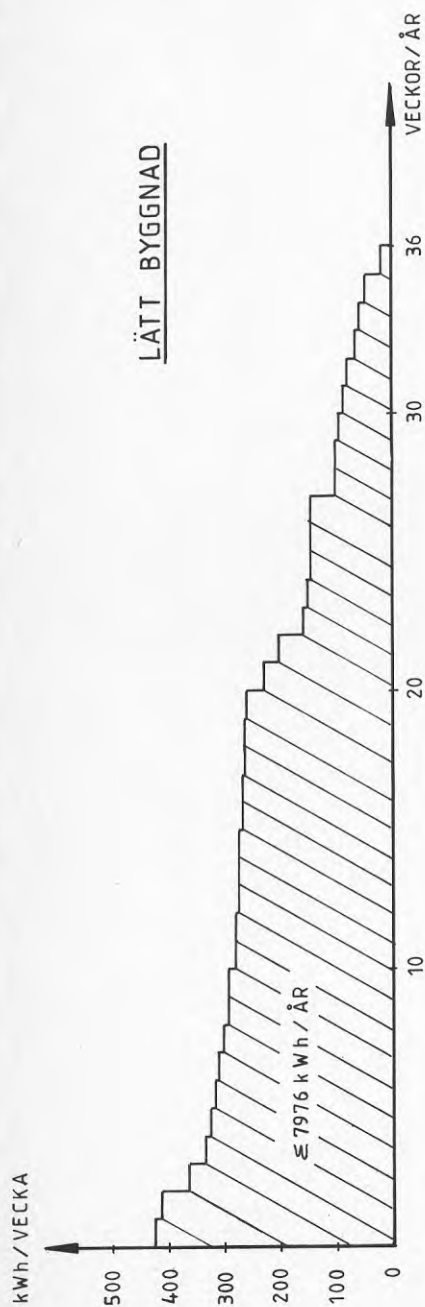
FIG. 3:2  
 1982-04-21  
 BFR 8113 29-1



BIL. 030

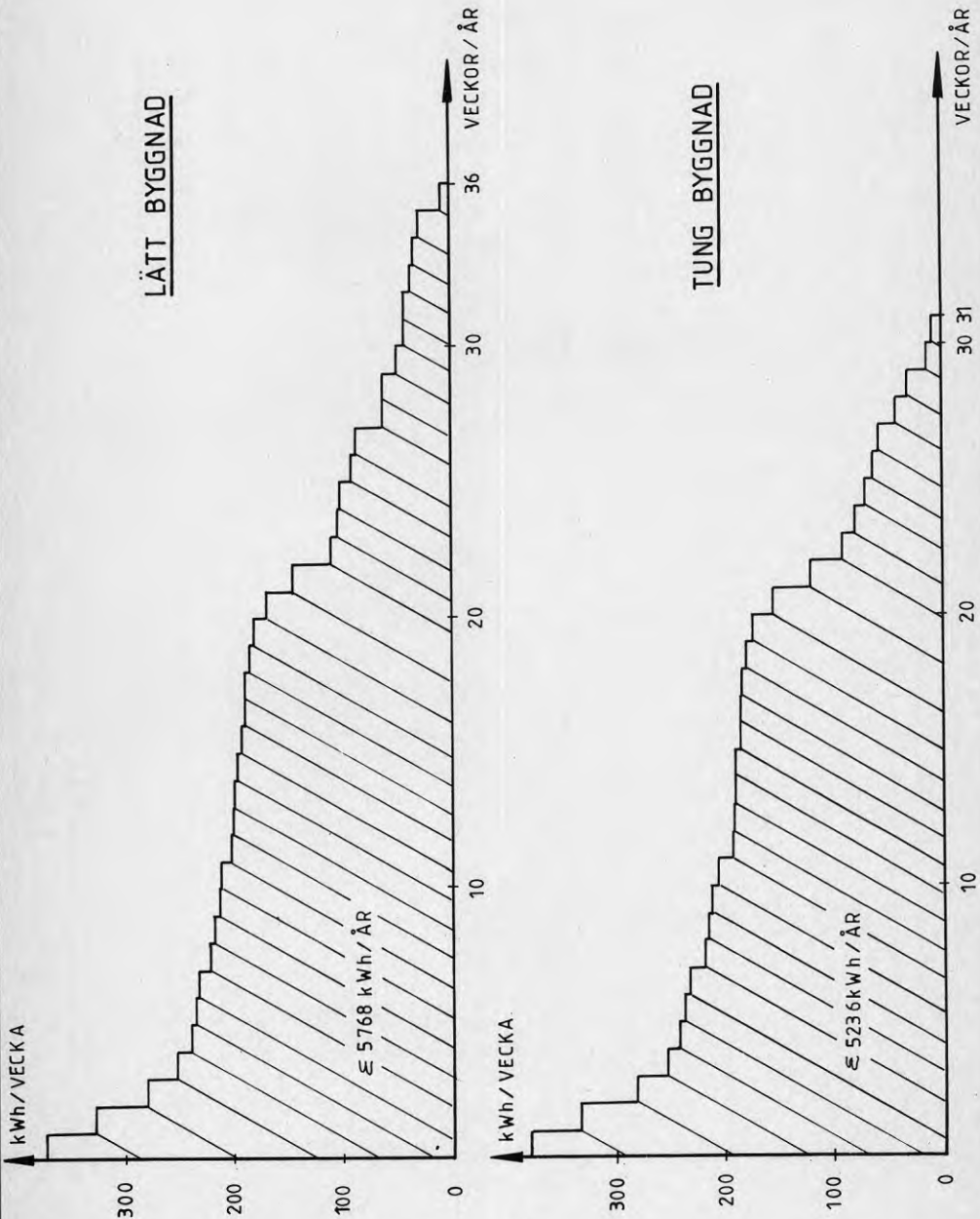
ERFORDERLIG TILLSATSVÄRME VID  
LÄTT- RESP. TUNG BYGGNAD  
INTERN VÄRMEAVGIVN. =  $0 \text{ W/m}^2$

FIG. 3:3  
1982-04-05  
BFR 811329-1



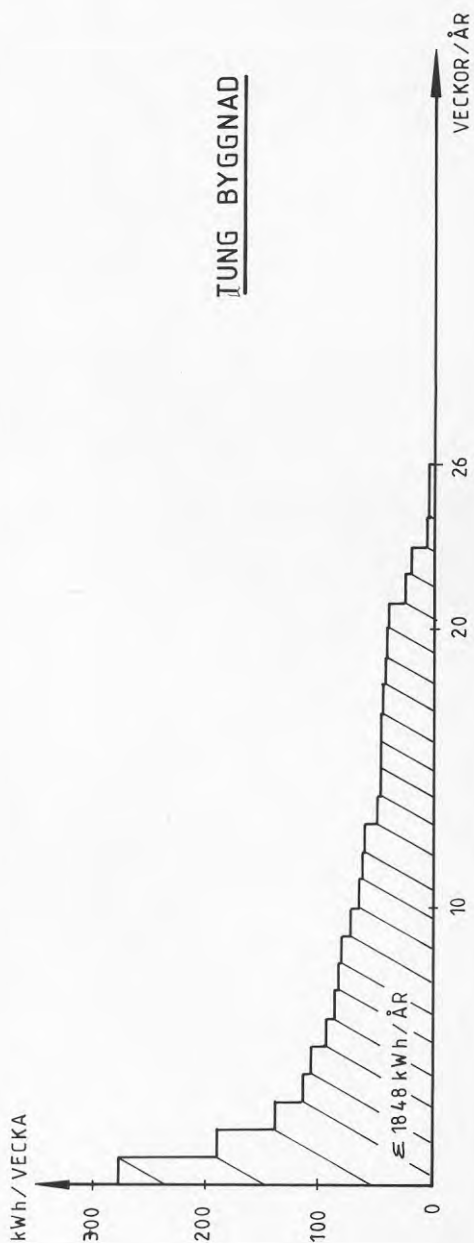
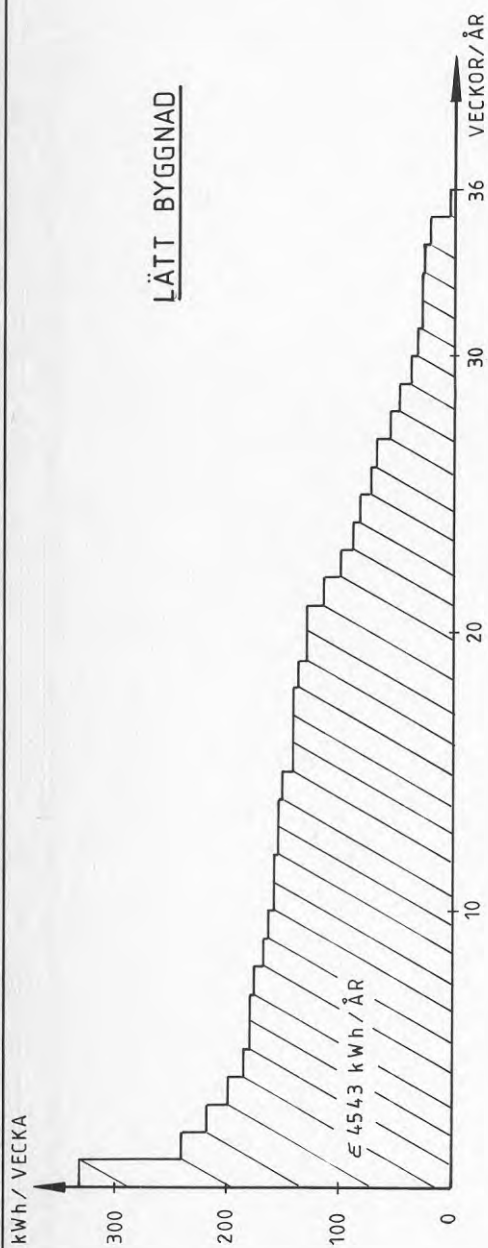
ERFORDERLIG TILLSATSVÄRME VID  
LÄTT-RESP. TUNG BYGGNAD  
INTERN VÄRMEAVGIVN.(KL 8-16)=22,15W/m<sup>2</sup>

FIG. 3:4  
1982-04-05  
BFR 811329-1

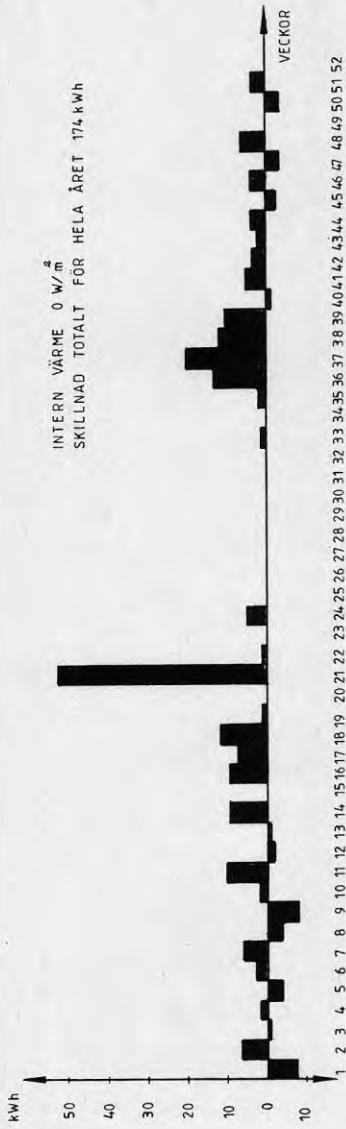


ERFORDERLIG TILLSATSVÄRME VID  
LÄTT- RESP. TUNG BYGGNAD  
INTERN VÄRMEAVGIVN. (KL8-16)=66,45W/m<sup>2</sup>

FIG. 3:5  
1982-04-06  
BFR 811329-1





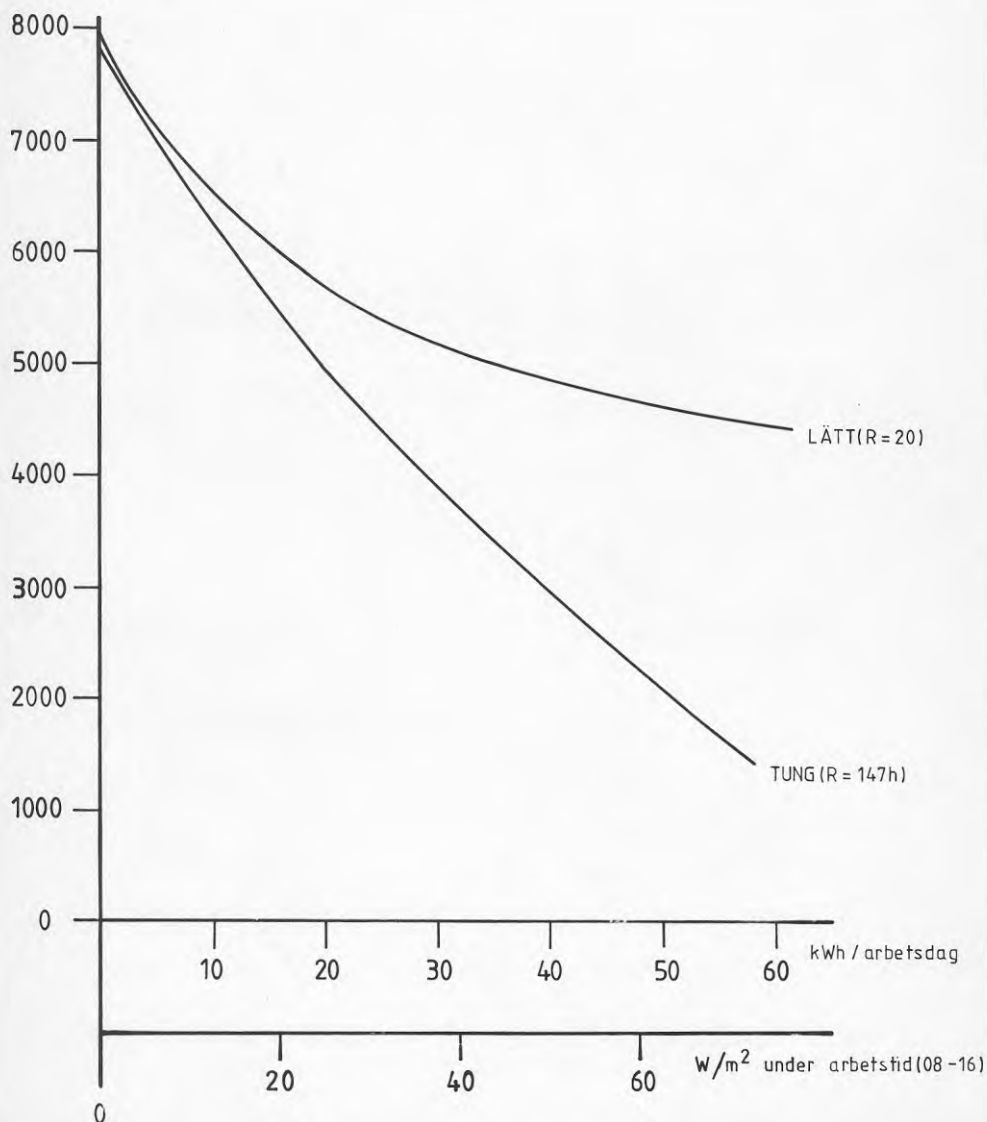


ÅRSENERGIBEHOV SOM FUNKTION  
AV INTERN VÄRMEAVGIVNING  
(1971)

FIG. 3:7  
1982-04-28  
BFR 811329-1

$$18 < \bar{V}_r < 25^\circ \text{C}$$

VÄRMARE, kWh / år



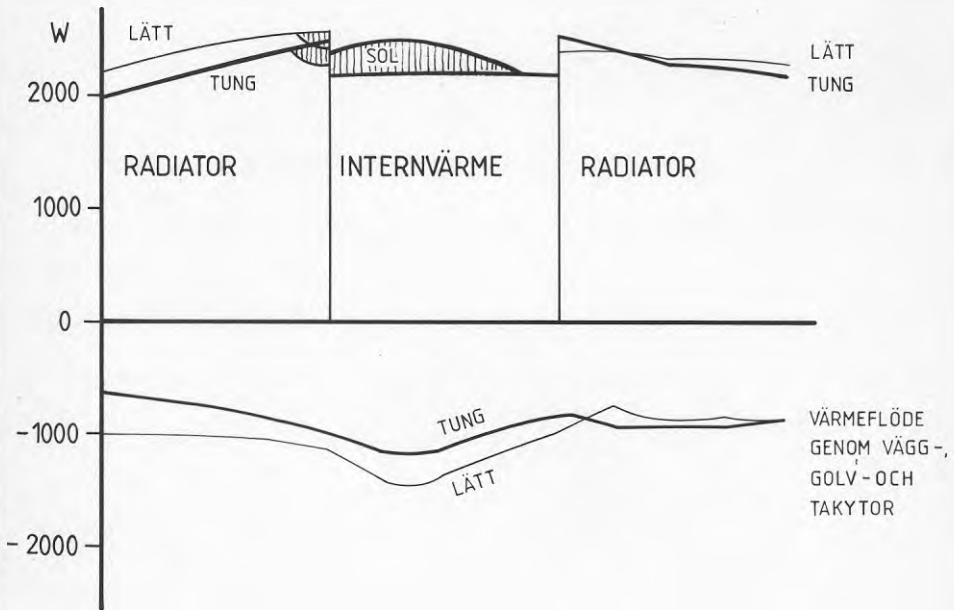
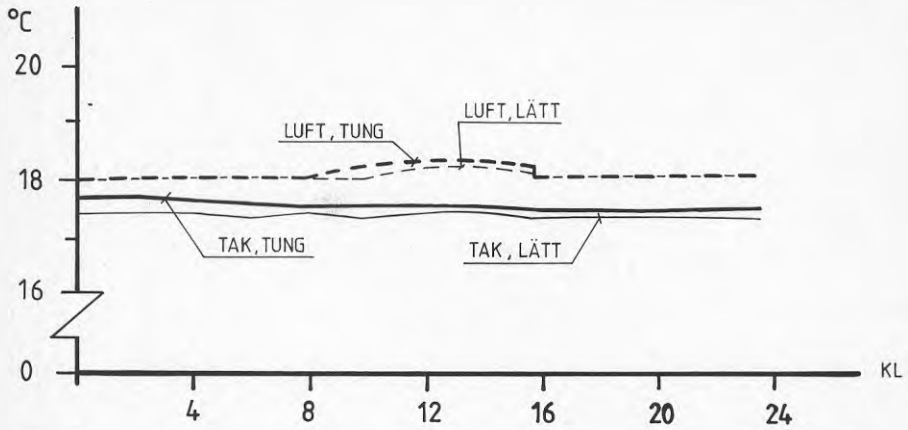


Λ

V

TEMPERATURER OCH EFFEKTER  
UNDER ETT VINTERDYGN  
(1971.11.18 )

FIG. 3:9  
1982-04-28  
BFR 811329-1

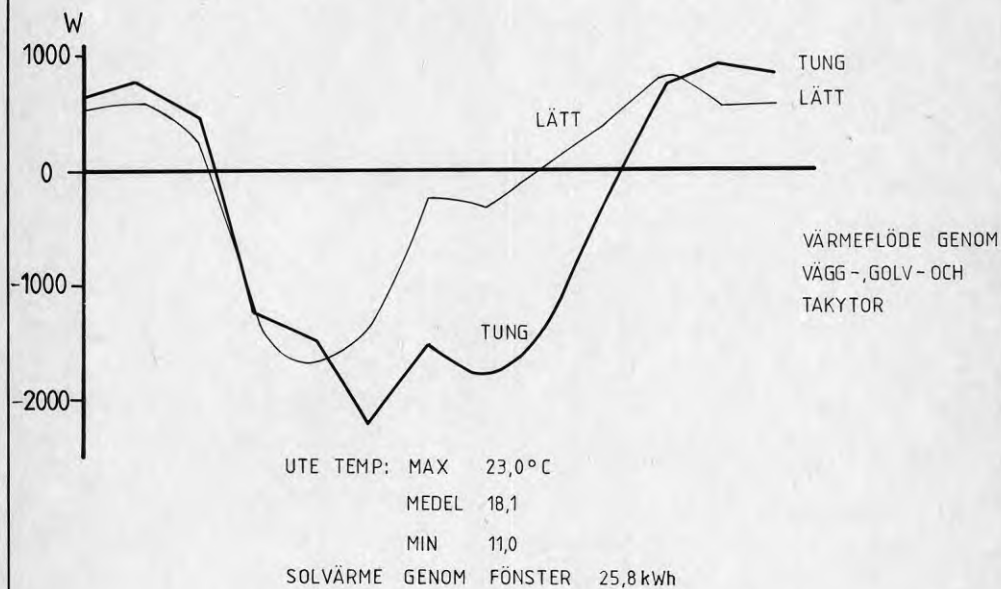
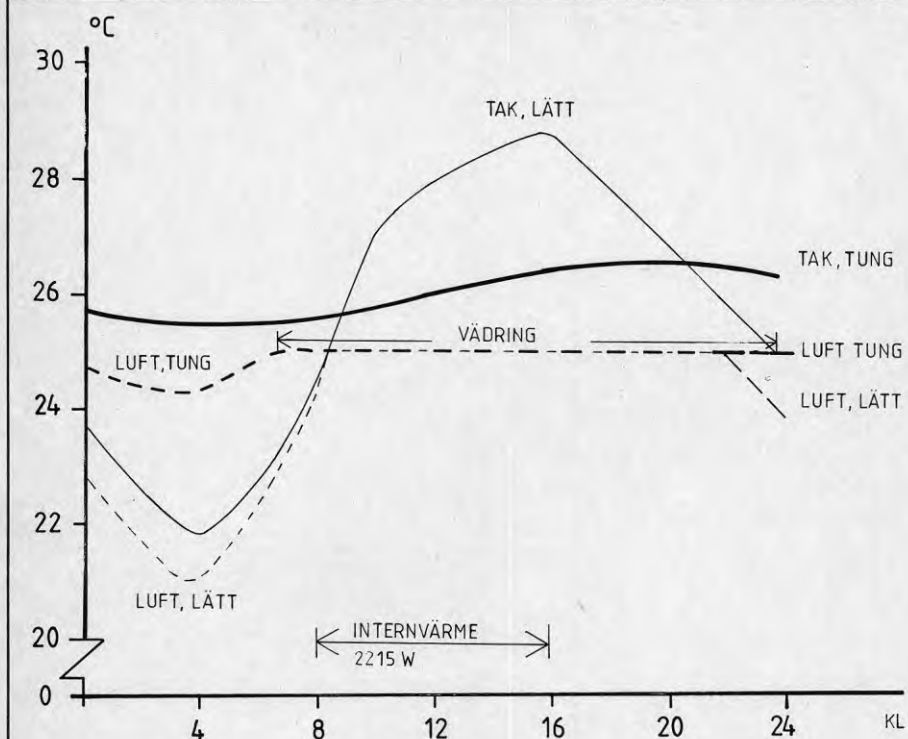


UTETEMP: MAX - 40 °C  
MEDEL - 5,6  
MIN - 9,0

SOLINSTRÅLNING GENOM FÖNSTER 1,6kWh

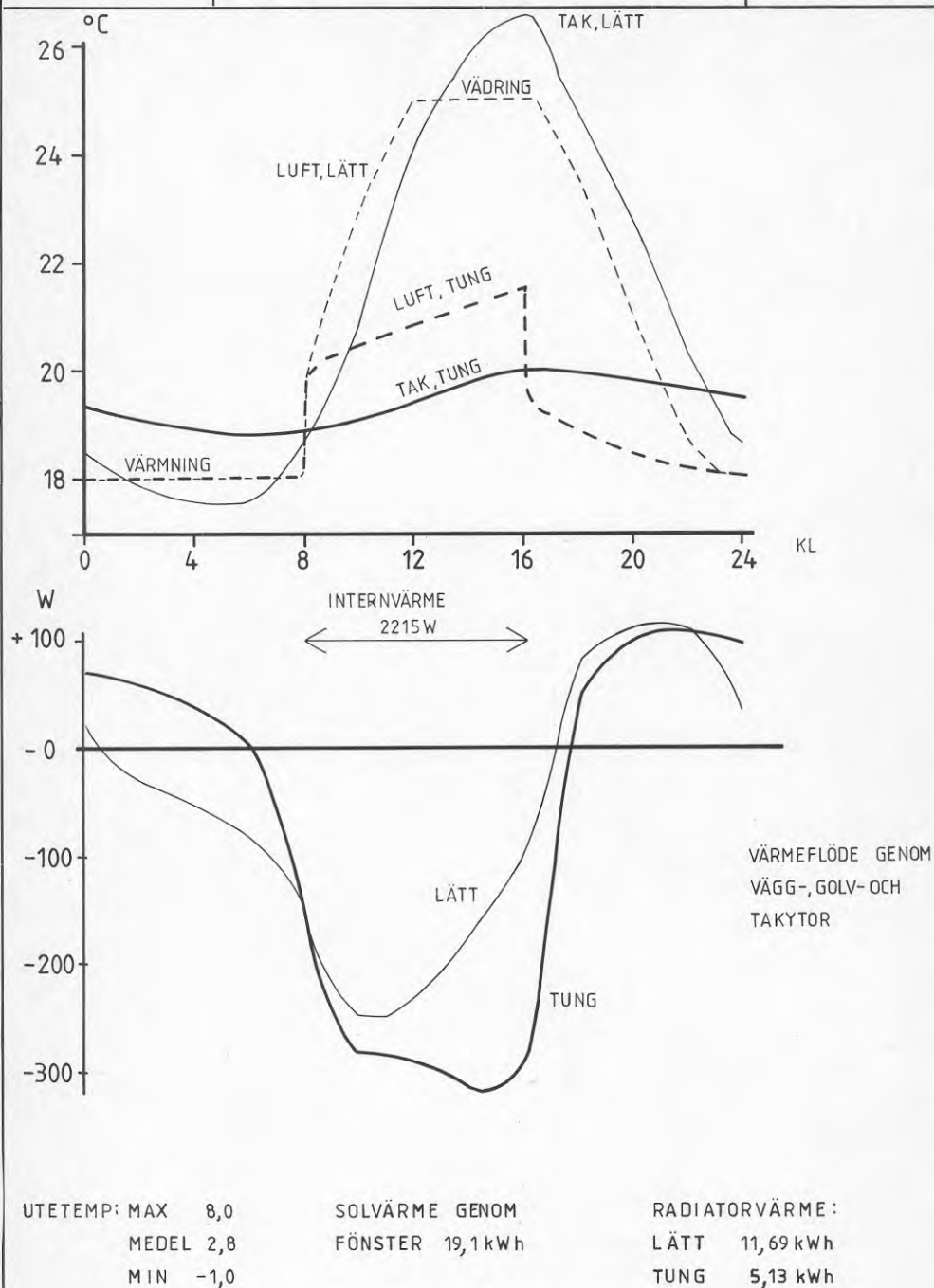
TEMPERATURER OCH EFFEKTER  
UNDER ETT SOMMARDYGN  
(1971.06.30)

FIG. 3:10  
1982-04-28  
BFR 811329-1



TEMPERATURER OCH EFFEKTER  
UNDER ETT VÅRDYGN  
(1971.04.14)

FIG. 3:11  
1982-04-28  
BFR 811329-1



Andersson, L-O, 1980, Energilagring i platsgjuten stomme. Byggmästaren 59 (1980) nr 11, p. 10-12. Stockholm.

Isfält, E, 1980, Trögheten bortglömd faktor när värmesystemet dimensioneras. Byggmästaren 59 (1980) nr 11, p. 42-43. Stockholm.

Andersson, L-O, 1980, Temperaturstegring på dagen ger gratisvärme för natten, VVS 1980 nr 5-6, p. 37-40, 64. Stockholm.

Goodwin, S E, Catoni, M J, 1979, Are heating and cooling loads affected by high mass construction? ASHRAE transactions vol. 85 (1979) part 1, p. 887-925. New York.

Andersson, L-O, 1979, Betongens värmelagringsförmåga spar energi. Sv. Betongföreningen i samarbete med Betongelementföreningen och Fabriksföreningen. Betongbyggnadsdag 79, p. 5-7. Stockholm.

Skjelle, A, 1979, Energibesparing ved varmelagring i tunge bygningskonstruksjoner. Betongprodukter 11 (1979) nr 3, p. 7-9. Oslo.

Byggnadens inverkan på inomhusklimatet, 1980, VVS 1980 nr 1, p. 57-59. Stockholm

Kobbeltvedt, A, 1979, Energisparing ved akkumulering av varme i bygningen. Norsk VVS 22 (1979) nr 10, p. 742, 745, 748. Oslo.

Stänli, U, 1978, Einfluss des wärmespeichervermögens von wandkonstruktionen auf heizenenergiebedarf und behaglichkeit, Schweizerische Bauzeitung 96 (1978) nr 10, p. 175-179. Zürich.

Dafgård, N, 1977, Intermittent uppvärmning 2. Tekniska högskolan. Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik. Tekniska meddelanden 1977:4, vol 6 nr 114-119, p. 69-85. Stockholm.

Adamson, B, 1975, Lätta konstruktioner - bra eller dåligt för inomhusklimatet? Stålbyggnadsinstitutet, Publ. 49, Stålbyggnadsdagen 1975, Lätta konstruktioner, p. 117-140. Stockholm.

Aittomäki, A, 1974, Thermal behaviour and characterization of indoor spaces. Diss. Technical research centre of Finland. Building technology and community development. Publ. 7, p. 78. Helsingfors.

Haferland, F, Heindl, W, Fuchs, H, 1975, Ein verfahren zur ermittlung des wärmetechnischen verhaltens ganzer gebäude unter periodisch wechselnder wärmeinwirkung. Berichte aus der bauforschung. Heft 99. Verlag Wilhelm Ernst & Son, p. 5-67. Berlin.



- Johannesson, G, 1981, Active heat capacity. Report TVBH-1003, Division of Building Technology, Lund Institute of Technology, Lund.
- Pettersson, L F, 1974, Byggsystem - Lätta byggsystem. Väg- och vattenbyggaren 20 (1974) nr 1-2, p. 40-52. Stockholm.
- Isfält, E, 1972, Värmelagringseffekter i byggnader. VVS 43 (1972) nr 12, p. 53-56, 59. Stockholm.
- Børresen, B A, 1972, Värmelagring i byggnadskonstruktioner. VVS 43 (1972) nr 6, p. 50-51, 53-54. Stockholm.
- Isfält, E, 1974, Inomhusklimatets beroende av byggnaders konstruktion. Tekniska högskolan i Stockholm, Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik. Byggeforskningen. Anslagsrapport 1007, p. ca 80. Stockholm.
- Børresen, B A, 1974, Forenkling av varmelagringsproblemer. Norsk VVS 17 (1974) h 6, p. 376.
- Vinberg, H A, 1978, Klimat i lätta byggnader inte så svårt som ni tror. VVS nr 5 (1978), p. 4. Stockholm.
- Isfält, E, Södergren, D, 1974, Sparhus för solenergi. Värme- och ventilationssystem med varmelagring av solenergi i byggnadsstommen. VVS nr 4 (1974), p. 3, Stockholm.
- Backman, L E, Lassen, C, Södergren, D, 1977, Energisparprojektet, Märsta sjukhem. VVS nr 12 (1977), p. 5, Stockholm.
- Södergren, D, 1980, Fönster och betongstomme ger energisnåla byggnader. Byggmästaren nr 11 (1980). Stockholm.
- Södergren, D, 1980, Jämn temperatur med betongstomme i småhus. Byggmästaren nr 11 (1980). Stockholm.
- Södergren, D, 1981, Värmelagring i lätta konstruktioner - Visst är det möjligt. VVS nr 5 (1981), p. 3, Stockholm.
- Södergren, D, 1980, Fullskaleprov av kontorsmoduler för lagring av solenergi i byggnadsstomme. Energiteknik nr 3 (1980), p. 3. Stockholm  
Fullständig rapport. STU 77-6646, p. 39.
- Hedberg, H O, 1981, Spara energi - använd betong. Byggnadstidningen nr 1 (1981), p. 2. Stockholm.
- Experience of Energy Conservation in buildings, 1980, Conference Proceedings, University of Nottingham.
- Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings, 1979, Proceedings of the ASHRAE/DOE conference, Orlando, Florida.

## BILAGA Några upplysningar om den nya BRIS-versionen

Den nya BRIS-versionen innehåller en rad förbättringar. Hanteringen har blivit förenklad samtidigt som möjligheten att simulera olika styrstrategier utökats. Man kan nu exempelvis ange intervall för alla de variabler, med vilka man kan påverka inomhusklimatet och enkelt ange under vilka förutsättningar som olika åtgärder ska vidtagas. Härigenom kan man definiera styrsekvensen, som klarar övergången från vinter - vår - höst - sommar automatiskt. Exakt när tillgängliga resurser från installationen tas i anspråk, vet man inte på förhand, eftersom temperaturförloppen är tröga. Programmet kan få att avgöra, när t ex fläktarna ska gå, hur stor andelen återluft ska vara, hur radiatoreffekten ska styras med hänsyn till hur kraven på inomhustemperaturen varierar i tiden (t ex vid nattsänkning).

Naturligtvis kan också styrning med tidur och fasta termostatlägen simuleras. Energibehovet i en befintlig byggnad med en sådan låst styrning kan avsevärt reduceras, om man låter programmet anvisa en strategi, som också tar hänsyn till installationernas samverkan med byggnaden. Denna typ av beräkningar kan förväntas få en stor betydelse i framtiden.

De körningar som genomförts i föreliggande projekt 811329-1 har utgjort en värdefull test av programsystemet.

Ett problem som uppstår vid energibehovsberäkningar är hur resultaten ska rapporteras. En fullständig utskrift av alla variabler under ett helt år blir orimligt omfattande (1 000 000 värden). De måste sammanställas till rimligt antal samtidigt som det är av intresse att behålla så mycket information som möjligt.

I samband med körningarna inom detta projekt har följande kompromiss utarbetats:

Energiredovisning kan fås dygnsvis, veckovis, månadsvis och fås dessutom alltid för hela beräkningsperioden. Den innehåller

- 1 En summering av "köpt" energi uppdelad på radiator-system, värmning eller kylning av tilluften samt belysning
- 2 En summering av energiflödena som berör rummets värmebalans:  
Solinstrålning genom fönster, personvärme, belysningsvärme, värme från radiatorsystemet, transmission genom väggar och fönster samt värme från ventilations- och läckluft. Dessutom redovisas medelvärden på utetemperatur och rumstemperatur.

Redovisningen sker först rumsvis och avslutas med en summering över alla rum. En energiredovisning ryms på en sida i utskriften, se bifogad fig. För att mer i detalj kunna granska temperaturförhållanden, effekten m m kan man också begära utskrift av enskilda dygn med ett önskat intervall (t ex ett dygn per månad).

BFR 811329-1  
Figur till bilaga

820222

-----  
 TUNG VILLA T-RUM 18-25 C, FLODD .5 OMS, 2215 W KL U8-16  
 VENT .5 OMS RTERV 50 %, 3 GLAS, LACK .1 OMS, SAKT=18 46 29  
 -----

ENERGIFLODEN (KWH) FOR PERIODEN 24. 9 - 30. 9      MEDFLUTETEMP 9.5

SUMMA OVER RYM

DEL	LSD	RUMSLUFT	TOTAL	BELYSNING	VARME	LUFTU.	VARME	LUFTU.	KYLN
1	128	19.5	2.95	0.00	0.05	2.79	0.00	0.00	0.00
2	41	21.3	89.51	88.60	0.03	0.71	0.00	0.00	0.00
SA	158	20.1	92.45	88.60	0.05	3.31	0.00	0.00	0.00

VARMEBALANS (KWH) FOR PERIODEN 24. 9 - 30. 9      MEDFLUTETEMP 9.5

SUMMA OVER RYM

DEL	LSD	RUMSL	PLUS	MINUS	SOL	PERSON	BEL	VARME	FONST	VAGG	VENT	LACK
1	128	19.5	79.74	-80.90	16.75	0.00	0.00	0.05	-41.32	62.94	-27.44	-12.14
2	41	21.3	115.5	-114.9	27.0	0.0	88.6	0.0	-13.4	-88.5	-9.0	-4.0
SA	158	20.1	195.3	-195.8	43.7	0.0	88.6	0.1	-54.7	-25.6	-36.4	-16.1

820222

-----  
 TUNG VILLA T-RJM 18-25 C, FLÖDE .5 OMS, 2215 W KL U8-16  
 VENT .5 OMS RTERV 50 %, 3 SLAS, LACK .1 OMS, SOKT=18 46 29  
 -----

ENERGIFLODEN (KWH) FÖR PERIODEN 24. 9 - 30. 9 MEDELUTTEMP 9.5

SUMMA ÖVER RJM

DEL	LSD	RUMSLUFT	TOTAL	RELYSNING	VÄRMARE	LUFTB.	VÄRM	LUFTB.	KYLIN
1	128	19.5	2.95	0.00	0.05	2.79			0.00
2	41	21.8	89.51	88.60	0.01	0.71			0.00
SA	169	20.1	92.46	88.60	0.05	3.51			0.00

VÄRMEJALANS (KWH) FÖR PERIODEN 24. 9 - 30. 9 MEDELUTTEMP 9.5

SUMMA ÖVER RJM

DEL	LSD	RUMSL	PLUS	MINUS	SOL	PERSON	BEL	VÄRME	FÖNST	VÄGG	VÄNT	LACK
1	128	19.5	79.74	-80.90	16.75	0.00	0.00	9.05	-41.32	62.74	-27.44	-12.14
2	41	21.3	115.5	-114.9	27.0	0.0	88.6	0.9	-13.4	-38.5	-7.0	-4.0
SA	169	20.1	195.3	-195.8	43.7	0.0	88.6	0.1	-54.7	-25.6	-35.4	-16.1

820222

-----  
 TUNG VILLA T-RJM 18-25 0, ELGDE .5 OMS, 2215 W KL 08-16  
 VENT .5 OMS RTERV 50 %, 3 GLAS, JACK .1 OMS, SOKT=18 46 20  
 -----

ENERGIFLODEN (KWH) FOR PERIODEN 24. 9 - 30. 9      MEDELUTETEMP 9.5

SUMMA OVER RJM

DEL	LSD	RUMSLUFT	TOTAL	RELYSNING	VARME	LUFTB.	VARM	LUFTB.	KYLM
1	128	19.5	2.95	0.00	0.05	2.70			0.00
2	4)	21.8	89.51	88.60	0.03	0.71			0.00
SA	158	20.1	92.45	88.60	0.05	3.31			0.00

VAREBALANS (KWH) FOR PERIODEN 24. 9 - 30. 9      MEDELUTETEMP 9.5

SUMMA OVER RJM

DEL	LSD	RUMSL	PLUS	MINUS	SOL	PERSON	BEL	VARME	FONST	VAGG	VENT	LACK
1	128	19.5	79.74	-80.90	15.75	0.00	0.00	9.05	-41.32	62.94	-27.44	-12.14
2	4)	21.8	113.5	-114.9	27.0	0.0	88.6	0.0	-13.4	-88.5	-9.0	-4.0
SA	158	20.1	193.3	-195.8	43.7	0.0	88.6	0.1	-54.7	-25.6	-35.4	-16.1



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811329-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Bengt Dahlgren  
Stockholm AB, Stockholm.**

**R76: 1985**

**ISBN 91-540-4402-2**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6705076**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 25 kr exkl moms**