



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

R26:1982

**Energibesparing genom
värmelagring i innertak
med glaubersalt**

Bertil Fredlund

Byggforskningsrådet

R26:82

ENERGIBESPARING GENOM VÄRMELAGRING
I INNERTAK MED GLAUBERSALT

Undersökning av två småhus.

Bertil Fredlund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791177-4
från Statens råd för byggnadsforskning till inst. för
Byggnadskonstruktionslära, Lunds Tekniska Högskola,
Lund.

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

R26:82

ISBN 91-540-3654-2
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1. INLEDNING	8
2. GLAUBERSALTETS EGENSKAPER	10
3. FÄLTUNDERSÖKNING	15
3.1 Bskrivning av mäthus	15
3.2 Mätmetod och mätutrustning	19
3.3 Mätperioder	20
3.4 Mätresultat	23
3.4.1 Avläst energiförbrukning	23
3.4.2 Uppdelning av avläst energiförbrukning ..	25
3.4.3 Korrigering av energiförbrukning m a p skillnader i inomhustemperaturer mellan provhus	27
3.4.4 Korrigering av energiförbrukning m a p skillnad i transmissions- och ventilat- ionsförluster	27
3.4.5 Korrigerad energiförbrukning	33
3.4.6 Inverkan av reflekterande persienn på energiförbrukningen	34
3.4.7 Inomhustemperaturer	36
4. LABORATORIEUNDERSÖKNING	43
4.1 Beskrivning av mätrum och mätutrustning ..	43
4.2 Genomförande	44
5. SIMULERADE ENERGIER OCH TEMPERATURER ...	51
5.1 Beräkningsprogram	51
5.2 Beräkningsförutsättningar	57
5.2.1 Provrum	57
5.2.2 Temperaturer	58
5.2.3 Värmeövergångskoefficienter	58
5.2.4 Termiska egenskaper	59

5.3	Beräkningsresultat	65
5.3.1	Temperaturer i glaubersalt	65
5.3.2	Lufttemperaturer och tillförd effekt ...	67
6.	SLUTSATSER	72
BILAGA	Elenergiförbrukning i hus med glaubersalt	77
LITTERATUR	.....	96

FÖRORD

Projektet har genomförts av den inom institutionen för Byggnadskonstruktionslära inrättade Mätgruppen. Gruppens verksamhet finansieras av Byggforskningsrådet. Mätgruppens personal är för närvarande ingenjörerna Hans Follin, Egon Lange, Urban Lundh och Stefan Söderholm. Närmast ansvarig för verksamheten är Bertil Fredlund.

Datainsamling har skett med utrustning från den av Byggforskningsrådet finansierade Mätcentralen vid institutionen.

Husen i fältförsöken har ställts till vårt förfogande av företaget Climator AB. I experimentarbetet har Rolf Ulvengren medverkat.

Installation av mätutrustning och inkörning har gjorts av Hans Follin, Urban Lundh och Egon Lange. Hans Follin har även hjälpt till vid utvärderingsarbetet, renritat figurer samt svarat för fotoarbetet. Urban Lundh har ansvarat för det praktiska genomförandet samt hjälpt till vid utvärderingsarbetet.

Rapporten har skrivits av Bertil Fredlund som även genomfört de teoretiska beräkningarna.

Marianne Abrahamsson har renskrivit manuskriptet.

Lund i november 1981

Bertil Fredlund

SAMMANFATTNING

Syftet med projektet har varit att utreda vilka möjligheter ett värme-lagringsystem bestående av glaubersaltplattor placerade i innertak har att dels spara energi dels att utjämna dygnstemperatursvängningarna. Projektet har avgränsats till förhållanden aktuella för småhus.

Projektet omfattar en fältundersökning i ett provhus och ett referenshus på vardera ca 150 m² i Skövde kommun. Mätningarna utfördes under första halvåret 1980. Dessutom ingår laboratorieundersökningar samt teoretiska simuleringar av laboratieförsöken.

I rapporten ges en redogörelse av glaubersaltets egenskaper. De termiska egenskaperna för saltet redovisas och jämförs med andra byggnadsmaterial.

Elförbrukningen i de båda husen redovisas månadsvis från februari till juli. En uppskattning av förluster i varmvattenberedare och energiåtgång till kyl, frys och ventilationsfläkt ges.

I laboratorieundersökningarna jämförs energiåtgången för ett referensrum med liten termisk tröghet med två rum där den termiska trögheten ökats med i det ena fallet 100 mm betong på golv och i det andra ett lager glaubersaltplattor i tak.

Energiåtgång och temperaturer i laboratorierummen har simulerats teoretiskt varvid rummen med salt och betong uppvisat nära nog identisk energiförbrukning när de elektriska radiatorerna förutsättes reglera perfekt. Då radiatorns verkliga beteende simuleras bli skillnaderna mellan rummen ej längre entydiga utan varierar med utetemperaturen. Dessutom ökar energiåtgången väsentligt.

Samtliga genomförda undersökningar är entydiga och visar att energibesparingsmöjligheterna är små med det valda systemet. Årsförbrukningen för uppvärmning plus energi till kyl, frys och fläkt uppskattas till drygt 12000 kWh för referenshuset. Den möjliga besparingen för salthuset för ett år uppskattas ligga mellan 3-6%. Även effekten av eldning i braskamin berörs.

Slutligen redovisas ett förslag till förbättrat utnyttjande av glaubersaltets energilagrande förmåga.

1 INLEDNING

Möjligheten att lagra energi är och kommer i framtiden i större utsträckning att utgöra en väsentlig komponent för samhällets energiförsörjning. Generellt gäller att energitillgångar som solstrålning, vind och vattenkraft måste lagras för att senare tillföras konsumenten efter behov. Energibehovet för husuppvärmning varierar kraftigt både inom ett dygn och över året. Variationerna i tillförd "köpt" energi hänför sig dels till skiftande klimatförhållanden dels till variationer i energitillförsel i form av hushållsel, personvärme, varmvatten och övrigt energitillskott från t ex fläktar, pumpar eller tillverkningsprocess. Möjligheter att utnyttja olika former av sk "gratisenergi" förutsätter i allmänhet

- effektiv reglering av energitillförseln från byggnadens värmeanläggning
- lagringsmöjlighet

Lagringen av energi kan ske i olika tidsperspektiv - från den storskaliga lagringen mellan sommar till vinter ner till den småskaliga med överskott den ena timmen och underskott nästa. Tillgången till gratisenergi är inte bara av godo utan kan i de fall då lågt uppvärmningsbehov föreligger medföra icke acceptabla övertemperaturer. Även i detta fall kan en lagring av energi vara en lösning på problemet även om energin ej avses att utnyttjas för uppvärmning vid ett senare tillfälle.

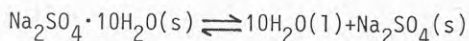
Syftet med detta projekt är att utreda vilka möjligheter värmelagringssystemet med glaubersaltplattor som innertak har att dels spara energi dels att utjämna dygnstemperatursvängningarna. Projektet har avgränsats till förhållanden aktuella för småhus.

En stor del av gratisenergin utgöres under klara dagar av solinstrålning genom fönster. Under en klar marsdag i Stockholm kan solinstrålningen uppgå till 3 kWh/m^2 , dygn för ett söderorienterat vertikalt treglasfönster (Adamson, 1978). Detta innebär för ett friliggande småhus på 134 m^2 byggt enligt SBN 75 med 15% fönsterarea varav hälften orienterade mot söder, en total solinstrålning motsvarande ca 30 kWh/

dygn. Transmissions- och ventilationsförlusterna för huset uppgår till ca 90 kWh/dygn vid en temperaturdifferens på 30 °C mellan ute och inne. Övrig tillgänglig gratisenergi såsom hushållsel, personvärme och varmvatten uppskattas till ca 15 kWh/dygn. Totalt skulle detta innebära att energitillförseln från värmeanläggningen under en klar vårdag kan reduceras till hälften jämfört med att ingen gratisenergi utnyttjas. Detta under förutsättning att all solinstrålning genom fönstren kan tillgodogöras för uppvärmning. Solinstrålningen under dagen uppgår alltså till knappa 30% av energibehovet. Eftersom ca 80% av den under dagen tillförda solinstrålningen tillföres mellan kl 9 och 15 på dygnet måste en stor del av denna energi lagras för att fördelas under dygnets övriga 18 timmar. Vidare orsakar solinstrålningen en höjning av inomhustemperaturen vilket medför ökade transmissions- och ventilationsförluster. Att solinstrålningen bidrar till husuppvärmningen är det ingen tvekan om. Den största delen ur energibesparingssynpunkt torde dock den del utgöra som inbesparas då värmesystemets effekt reduceras eller helt avstänges under de timmar som solinstrålningen varar. Besparingseffekten beror då till stor del på hur snabbt värmesystemet kan inregleras till lämplig nivå. Detta arbete skall försöka ge svar på om det är möjligt att i väsentlig grad utnyttja solinstrålningen som bidrag till husuppvärmningen även under dygnets övriga 18 timmar genom lagring i gläubersaltet. Undersökningar rörande besparingspotentialen för "tung" betongbyggnader jämfört med "lätta" trähus har visat att maximalt ca 5% besparing kan påräknas. I Byggmästaren 11/80 redovisas ett antal artiklar rörande energilagring i stommar vilka har relevans i detta sammanhang.

2 GLAUBERSALTETS EGENSKAPER

Produkten marknadsförs under namnet HeatPac typ HP20 av Climator AB, Töreboda på licens från Cabot Corp and MIT, USA. Systemets energilagringsskomponent är Glaubersalt, ett salhydrat - Natriumsulfatdekahydrat $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, som smälter till vatten och Natriumsulfatanhydrat vid 32.38°C enligt



Dessutom är Borax tillsatt vilket fungerar som groddbildare vid fasomvandlingen samt koksalt, vatten och förtjockningsmedel som konsistensgivare och stabilisator.

Produkten levereras i ångtät förpackning med måtten $280 \times 290 \times 25$ mm och väger 22 kg/m^2 . En kvadratmeter rymmer 11 förpackningar om ca 2 kg per styck. Densiteten är 1100 kg/m^3 . (se FIG.2.1). Lagring av värme kan i princip ske på två sätt

- kapacitiv värme
- latent värme

Lagring som kapacitiv värme är den lagringsform som normalt utnyttjas vid passivt utnyttjande av solinstrålning för lagring i tunga byggnadsstommar. Upplagrad energi Q Wh beror av temperaturhöjning i materialet ΔT $^\circ\text{C}$, materialets specifika värmekapacitet c Wh/kg,K och involverad massa m kg. Allmänt gäller att specifika värmekapaciteten är temperaturberoende men kan i de flesta värmetekniska tillämpningar inom byggnadstekniken anses konstant.

Generellt definieras systemets kapacitivt lagrade värmeenergi eller lagrad entalpi enligt

$$Q_C = \int_{T_1}^{T_2} m c(T) dT$$

Latent värme är den transformationsvärme som härrör från t ex ångbildning, kondensation, smältning eller stelning. Kännetecknande för dessa

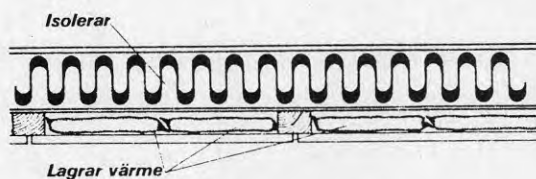


FIG.2.1 Överst visas glaubersalt i ångtät förpackning, dimension 280x290x25 mm, och vikt 2 kg. Därunder illustreras hur energilagringmodulerna monteras i undertaket.

fenomen är då aktuell fasomvandlingstemperatur uppnåtts så åtgår eller frigöres energi i förhållande till omgivningen. Temperaturen i materialet förblir under denna process teoretiskt konstant. Den under fasomvandlingen lagrade värmen Q_{Wh} är

$$Q_L = m \cdot \Delta q$$

där Δq Wh/kg är reaktionsentalpin per viktenhet vilken är negativ om fasomvandlingen är t ex kondensation eller stelning, m är massan i kg. I praktiken kan värmen ej omsättas exakt vid jämviktstemperaturen utan fasomvandlingen sker i ett temperaturintervall.

Beräkningstekniskt är det bekvämt om kapacitiva och latent värme-lagringar kan sammanfattas till systemets totala entalpi enligt

$$Q_{TOT} = Q_C + Q_L$$

För ett ämne som genomgår fasomvandling erhålles ett samband mellan entalpi och temperatur med ett principiellt förlopp enligt FIG.2.2. Lutningen på kurvan beskriver den totala värme- och latentkapaciteten enligt FIG.2.3.

Andra viktiga materialegenskaper att beakta är

- värmekonduktivitet
- temperaturintervall för fasomvandling
- reversibilitet
- långtidsstabilitet
- lagringstemperatur

I Hetenyi, Lagerkvist (1981) redovisas sambandet mellan lagrad energi och temperatur samt värme- och latentkapaciteten och temperatur vid varierande antal temperaturcykler mellan 15 och 35 °C. I FIG.5.1 (kurvsambanden för glaubersalt) redovisas resultaten från undersökningen enligt ovannämnda referens. Undersökningen utfördes enligt DTA metod. Utvärdering skedde vid ett antal åtta timmar temperaturcykler mellan 10 och 40 °C enligt: ej cyklad, 200, 400, 500, 600 cykler + en

månads stelning vid rumstemperatur + en månads smälttillstånd vid 35 °C. Dessutom påskyndade en timmes cykelbehandling med 20, 50 och 100 cykler. I undersökningen konstaterades att typen av energiupptagning förändrades alltefter antalet temperaturcykler. Andelen kapacitiv energiupptagning höjdes medan den latent minskades. Efter en längre vilotid vid 15-20 °C transformerades lösningsfasen över till fast fas. Resultaten tyder på att materialet under vilotiden nära nog återtog sina ursprungliga egenskaper.

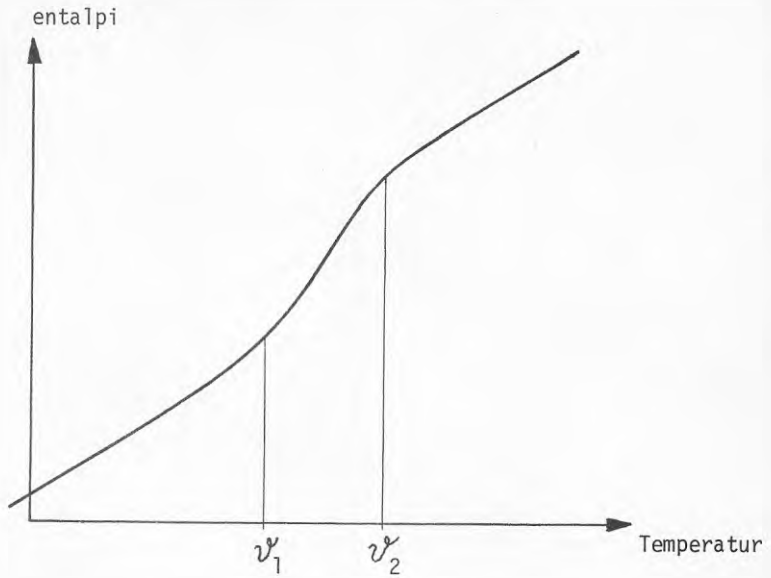


FIG.2.2 Principiellt samband mellan entalpi och temperatur för ett material som undergår fasomvandling mellan temperaturen ψ_1 och ψ_2 .

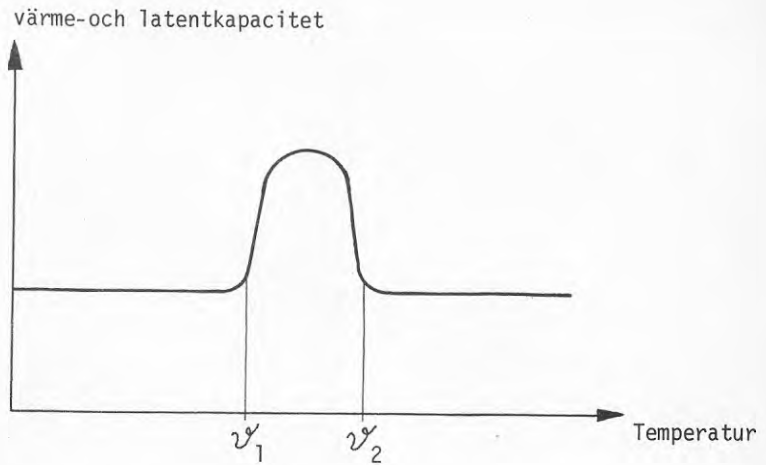


FIG.2.3 Principiellt samband mellan värme- och latentkapacitet och temperaturen för ett material som undergår fasomvandling mellan temperaturen ψ_1 och ψ_2 .

3 FÄLTUNDERSÖKNING

I detta avsnitt redogörs för fältundersökningens mäthus, mätmetod, mätutrustning och olika mätperioder. I sista avsnittet under 3 redovisas fältundersökningens mätresultat.

3.1 Beskrivning av mäthus

De två enfamiljs, enplans, provhusen är belägna i kv Tygeln nr 1 och 2, Stöpen i Skövde kommun. Husen är uppförda som monteringsbygge med fabrikstillverkade väggblock. Golvkonstruktion är en betongplatta direkt på mark. Utvändiga mått är 8.29x19.69 m, med våningsytan 151.5 m² och fönsterandel 19.8 m², varav en stor del är ej öppningsbara 3-glasfönster mot söder. Planlösningen framgår av FIG.3.1 där även den takyta i det ena huset som är försett med ett lager glaubersaltplattor är markerat. Vägg, tak och golvkonstruktion redovisas i FIG.3.2, 3.3 och 3.4. Ventilationen är ett mekaniskt frånluftsystem med centralfläkt. Uppvärmning sker med elradiatorer vilka styrs över rumstermostat. Fönster mot söder i huset med glaubersalt var även försett med speciella persienner genom vilka solstrålningen kunde reflekteras upp mot innertaket enligt FIG.3.5.

Närmast belägna meteorologiska stationer är Asaborg R818 belägen ca 4 km NV om Skövde och Skara R812.

Husen uppfördes under 1979.

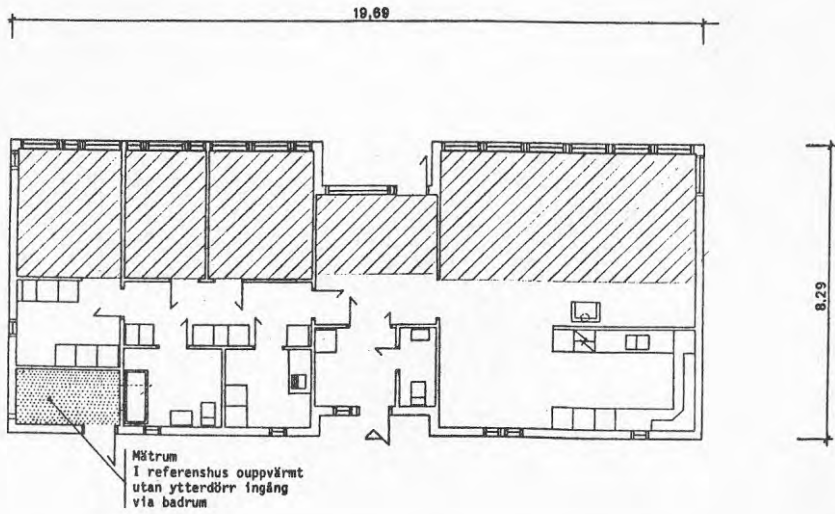


FIG.3.1 Plan över mäthus i fältundersökning. Markerat område anger takyta försett med ett lager glaubersaltplattor.

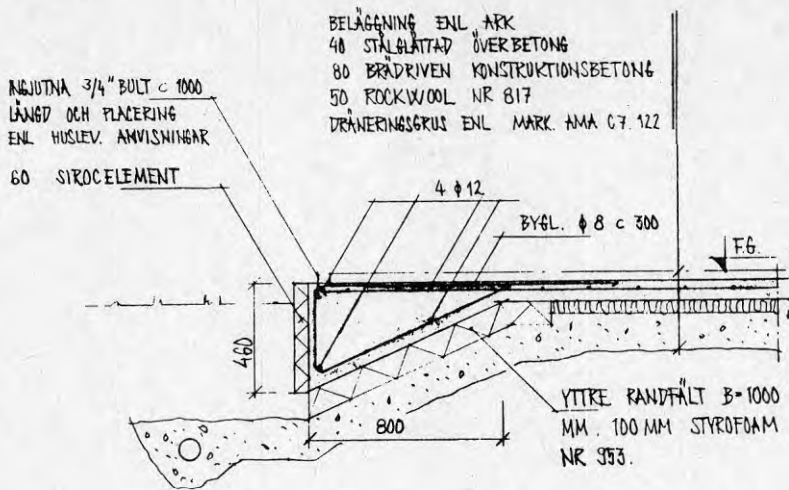


FIG.3.2 Golvkonstruktion i provhusen

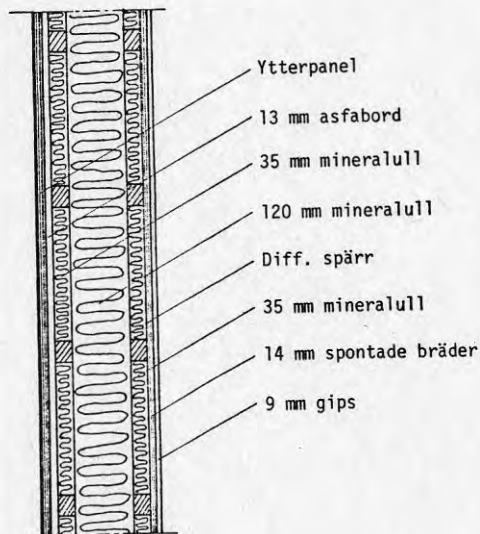


FIG.3.3 Vägghonstruktion i provhusen

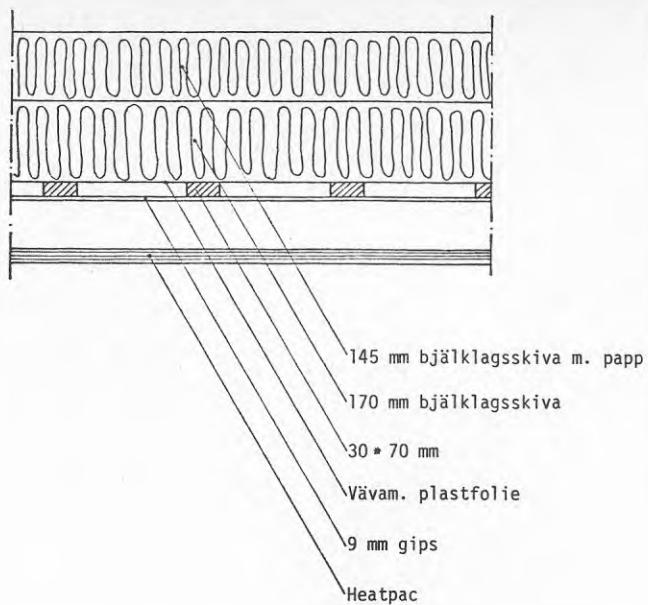


FIG.3.4 Takkonstruktion i provhusen

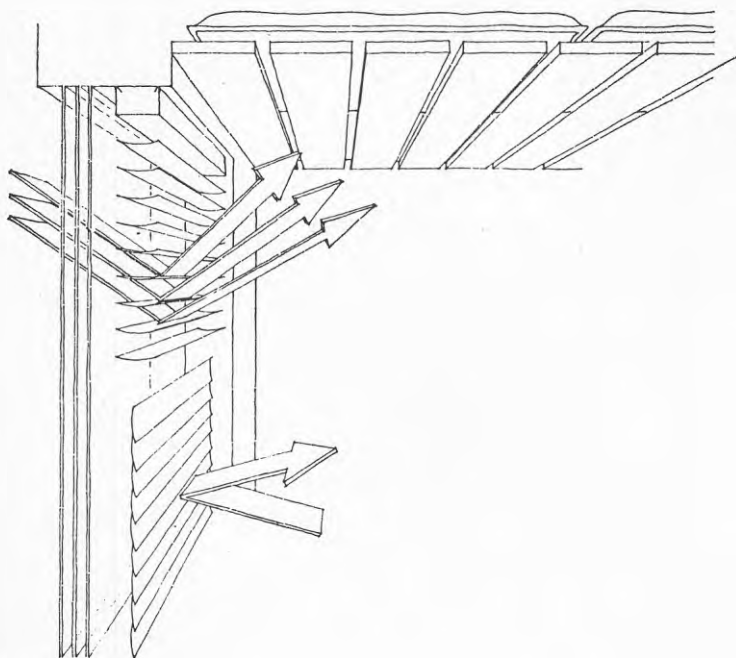


FIG.3.5 Reflekerande persienn under dag resp natt enl Climator AB

3.2 Mätmetod och mätutrustning

Genom mätningar i två så nära som möjligt identiska och obebodda hus i fullskala varav det ena kompletteras med glaubersalt i innertaket och reflekterande persienner har möjligheterna att spara energi och utjämna inomhustemperaturen studerats. Mätningarna har omfattat dels automatiska mätningar som via telefonnätet överföres varje timme till institutionens mät dator i Lund, dels manuella avläsningar av kilowatt-timmätare.

De automatiska mätningarna innefattar

- Total energi
- Lufttemperaturer inomhus
- Yttemperaturer inomhus på golv och väggar och i tak
- Yttemperatur ovan och under glaubersalt
- Lufttemperatur utomhus
- Solstrålning
- Vindhastighet

Dessutom har kompletterande mätningar utförts avseende luftinfiltrationen i de båda husen.

Vid datainsamlingen har personal och utrustning ingående i den av BFR finansierade mätcentralen vid institutionen för Byggnadskonstruktionslära utnyttjats. Utrustningen består av en centraldator i Lund med vars hjälp flera mätprojekt administreras och utvärderas. I huset med glaubersalt placerades en sk remotestation vars uppgift är att på från centraldatorn bestämda tidpunkter avläsa och sända mätvärden via telefonnätet till Lund. Remotestationen består av scanner, digitalvoltmeter, nollreferensbad samt microprocessor. Den aktuella stationen är dimensionerad för maximalt 100 analoga kanaler och 16 räknaringångar. I aktuellt projekt har ca 40 analoga och 4 räknaringångar utnyttjats.

Temperaturmätning har skett med termoelement typ koppar-konstantan.

Den totala och diffusa solstrålningen horisontellt mättes med två so-

Larimetrar fabrikat Kipp&Zonen som via ett integreringsverk ger ett antal pulser proportionella mot under studerad tidsrymd registrerad infallen solenergi. Denna energi omräknades till en medelintensitet över en timme. Givarna registrerar strålning i våglängdsområdet 0.3-2.5 μm med en av tillverkaren uppgiven noggrannhet av ca 1%. Responstid för fullt utslag är mindre än en minut.

Vindhastighet mättes kontinuerligt med vindmätare av fabrikat Lambrecht som lämnar pulser för varje 60 m vindväg. Vindhastigheten registrerades som medelvärden över en timme. Momentan felvisning mindre än 2%.

Elenergin registrerades med konventionella kilowattmätare med pulsutgång för fjärravläsning. Upplösningen var 20 Wh/puls. Noggrannheten för de nya mätarna uppges till ca 2.0%. Vid låga effektuttag stiger dock det procentuella felet väsentligt upp till 10%.

Vid den kompletterande luftinfiltrationsmätningarna användes spårgasmetoden med varianten avtagande gaskoncentration. Som spårgas användes lustgas, N_2O . Gaskoncentrationen uppmättes med en gasanalysator typ URAS 7N, vilken bygger på principen att gasblandningens absorptionsförmåga av infraröd strålning beror på andelen lustgas i luftgasblandningen. Gaskoncentrationens avtagande registrerades kontinuerligt på en x-y-skrivare. Mät noggrannheten uppskattas ge upphov till fel i beräknad luftomsättning som uppgår till maximalt $\pm 10\%$.

Aven elenergiförbrukning uppdelad på totalel och el för radiatorer avläst av Trollhätte Kraftverk ligger till grund för utvärderingen,

3.3 Mätperioder

Mätningarna omfattar perioden 25 jan t o m 25 sept 1981. Av under denna tid insamlade mätvärden kan endast en mindre andel av en eller annan anledning utnyttjas för utvärdering. Bl a har dataöverföringen över telefonnätet fungerat otillfredsställande under vissa perioder, inregleringsperiod för värmesystemet till lika rumstemperatur i båda husen, ofullständiga manuella avläsningar i referenshus samt problem med mätcentralens mätinsamlingssystem.

Från de manuella avläsningarna, utförda av företaget Climator AB, föreligger uppgifter på totala elenergiförbrukningen i de båda husen från och med 25:e febr till 19:e april med en dag till en veckas mellanrum mellan avläsningarna. Mellan 19:e april och 25:e sept finns endast nio avläsningar i provhuset med glaubersalt, samt slutavläsning i båda husen 25 sept.

Avläsningar utförda av Trollhätte Kraftverk finns för perioden 1:e febr till 31:e juli. I huset med glaubersalt ingår uppgifter på total el och el för radiatorer timme för timme men i referenshuset finns endast uppgifter, med uppdelning enligt ovan, som månadsförbrukning.

Nedan beskrivs i kronologisk ordning händelser under mätperioden som har betydelse för utvärderingsarbetet.

80-10-25 -- 80-02-04

Under denna tid, som betraktas som inkörningsperiod utförs kontroll och justering av mätutrustning. I båda husen är kyl, frys och frånluftsfläkt igång. Dessutom är varmvattenberedaren i huset med glaubersalt igång, samt persienner nere.

80-02-05 -- 80-02-12

Mätdata är för denna period i stort sett helt oanvändbara pga för många misslyckade uppringningar vilket orsakats av felaktigheter i ett av Televerkets modem. Den 8:e februari justeras termostaterna ner till 18 °C i de båda husen.

80-02-13 -- 80-03-11

Fortfarande återstår problem med dataöverföringen. Ca hälften av dagarna har under denna period en eller flera störningar.

80-03-12 -- 80-03-30

Mätinsamlingen fungerar tillfredsställande och endast ett fåtal dagar har uppenbart felaktiga mätvärden. Den 12:e mars stängs varmvattenberedaren i provhuset med glaubersalt av och persienner hissas upp.

80-03-31 -- 80-04-11

För denna period föreligger inga mätvärden på grund av att datorsystemet i Lund är ur funktion.

80-04-12 -- 80-04-20

Datorsystemet i Lund fungerar igen men mätdata för perioden är felaktiga pga att referensbadet är trasigt.

80-04-21 -- 80-05-12

Fortsatta problem med datainsamlingen endast fyra dagar med helt felfria mätdata. Den 29:e april är referensbadet reparerat och åter i bruk.

80-05-13 -- 80-07-13

Under denna period är i vardera husen en radiator med konstant effekt på 880 W installerad i vardagsrummen. Den 3:e juni installeras solarimeterintegratorerna för diffus och total solstrålning. Under perioden har nästan två tredjedelar av dygnen ett stort antal felaktiga mätdata.

80-07-14 -- 80-09-25

Elradiatorerna stängs av och persienner i salthus hissas ned den 14:e juli. Televerket bytte ut modemet vid remotestationen och mätdata för denna period är i det närmaste helt felfria. Den 27:e augusti avslutas mätningarna i referenshuset pga förestående inflyttning och 25:e september avslutas mätningarna helt.

Av framställningen ovan framgår att det inte återstår många sammanhängande mätperioder som kan utnyttjas för utvärderingsarbetet. Tilläggas kan dock att dataöverföringen på telenätet i andra mätprojekt har fungerat betydligt bättre. Den största anledningen till misslyckad dataöverföring kan dock hänföras till modemfel. Modemet byttes vid flera tillfällen under mätperioden men först vid bytet i mitten av juli kan datainsamlingen sägas fungera tillfylles.

1980-01-14 utfördes luftomsättningsmätningar i huset med glaubersalt och 1980-01-15 i referenshuset.

3.4 Mätresultat

Mätresultaten omfattar dels uppgifter om energiförbrukning avläst manuellt och automatiskt dels temperaturer, solstrålning och vindhastighet avläst automatiskt. I det följande sammanställs och kommenteras mätresultaten kortfattat. Avsikten är att dels redovisa hur mycket energi som kan inbesparas dels att visa i vilken mån gläubersaltet kan begränsa maximala inomhustemperaturer. Dessutom visas om den specialkonstruerade reflekterande persiennen har någon betydelse ur energisparsynpunkt.

För att kunna göra denna redovisning utgår vi från de manuella avläsningarna för energiförbrukningen. Dessa värden måste korrigeras med avseende på avsiktliga eller oavsiktliga skilda förutsättningar för de båda husen. Följande frågor behöver besvaras:

- Är husen lika vad avser transmissionsförluster och ventilationsförluster
- Skiljer sig energiförbrukningen till i husen befintlig elektrisk utrustning typ fläkt, kyl, frys, varmvattenberedare, belysning och mätstation
- Har husen haft samma innetemperatur

3.4.1 Avläst energiförbrukning

I TAB.3.4.1 redovisas avläst energiförbrukning för de två husen månadsvid från februari till juli 1980. Avläsningarna har utförts av Trollhätte Kraftverk och har vad avser referenshuset korrigerats med avseende på att avläsning ej alltid sammanfaller med månadsskifte (max avvikelser 3 dagar). För provhus med gläubersalt föreligger dessutom energiuppgifter för varje timme med uppdelning på total el och värme enligt Bilaga 1.

TAB.3.4.1 Energiförbrukning i provhus med glaubersalt och referenshus enligt Trollhätte Kraftverk korrigerat m a p att avläsningdag ej alltid sammanfaller med månadsskifte.

Månad	Hus med glaubersalt		Referenshus
	Totalel kWh	Elvärme kWh	Totalel kWh
febr	2142	1833	2201
mars	1705	1462	1812
april	1089	907	1180
maj	939	366	993
juni	861	0	758
juli	579	0	457

3.4.2 Uppdelning av avläst energiförbrukning

I huset med glaubersalt har mätstationen varit placerad. Mätstationen belastar totalelen för detta provhus enligt:

Mätstation inkl scanner med 100 kanaler, relälåda med 8 reläer och 16 räknare	120-140 W
Referensbad	10- 20 W
Solintegrator	8 W
Modem	12 W
<hr/>	
TOTALT	158-180 W

Mätstationen beräknas i medeltal förbruka 165 W. Av denna energi tillföres en del som värme till huset.

Under perioden från projektets start 25:e januari t o m 12:e mars var varmvattenberedaren igång i provhuset med glaubersalt. Genom att studera ett antal dagar med varmvattenberedare igång och en period omedelbart efter beräknas förlusterna för varmvattenberedaren enligt:

Dag 56-72 25/2 kl 900 - 12/3 kl 1700

Total el	966 kWh	
Elvärme:		
dag	-457	
natt	-336	
<hr/>		
Totalel-Elvärme	173	} → 460 W för VVB+remotestation+kyl+frys+ +fläkt
Antal timmar	376	

Dag 72-110 12/3 kl 1700 - 19/4 kl 1200

Total el	1624	
Elvärme		
dag	-734	
natt	-656	
<hr/>		
Totalel-Elvärme	234	} → 258 W för remotestation+kyl+frys+fläkt
Antal timmar	907	

Förluster i varmvattenberedare: $460 - 258 = 202 \text{ W}$.

Förlusterna från varmvattenberedaren antas tillföras huset så att energiförbrukningen för radiatorer kan reduceras. Detta gäller under den period när uppvärmningsbehovet i tvättstugan överstiger varmvattenberedarens förluster.

För att beräkna den sammanlagda elförbrukningen till kyl, frys och fläkt studeras två månader utan uppvärmningsbehov.

Hus med glaubersalt juli 1980.

Totalel	579 kWh
Remotestation	-123
Extra 880 W elradiator t o m 14/7	-296
<hr/>	
Totalel-remotestation-elradiatorer	160 kWh
Antal timmar	744 h
<u>Medeleffekt för kyl+frys+fläkt</u>	<u>215 W</u>

Referenshus juli 1980

Totalel	457 kWh
Extra 880 W elradiator t o m 14/7	-296
<hr/>	
Totalel-elradiator	161 kWh
Antal timmar	744 h
<u>Medeleffekt för kyl+frys+fläkt</u>	<u>216 W</u>

Motsvarande beräkningar för juni månad:

Hus med glaubersalt juni 1980

Totalel	861 kWh
Remotestation	-119
Extra 880 W elradiator	-634
<hr/>	
Totalel-remotestation-elradiator	108 kWh
Antal timmar	720 h
<u>Medeleffekt för kyl+frys+fläkt</u>	<u>150 W</u>

Referenshus juni 1980

Totalel	758 kWh
Extra 880 W elradiator	-634
Totalel-elradiator	124 kWh
Antal timmar	720 h
<u>Medeleffekt för kyl+frys+fläkt</u>	<u>172 W</u>

Den sammanlagda medeleffekten för kyl, frys och fläkt i referenshuset uppgår till mellan 170-200 W. Under mätperioden beräknas 185 W tillföras huset från denna utrustning. Denna energi beräknas helt kunna tillgodogöras för uppvärmning.

3.4.3 Korrigering av energiförbrukning med avseende på skillnader i inomhustemperatur mellan provhus

Under perioden fr o m februari 1980 t o m april 1980 har medeltemperaturen mellan kl 200-500 beräknats för vardera månaden. Medeltemperaturen i referenshuset har under denna tid varit ca 0.5 °C högre. Tiden mellan 200-500 har valts med tanke på glaubersaltets egenskaper att dämpa temperaturhöjningar vid t ex solinstrålning. Om korrigeringen av energiförbrukningen skulle baseras på dygnsmedeltemperaturen skulle en för stor medeltemperaturavvikelse mellan husen erhållas pga större temperaturhöjningar i referenshuset under soliga dagar.

Referenshuset uppvisar en effektåtgång i medeltal på ca 120 W/°C temperaturdifferens mellan ute och inne enligt FIG.3.7. För 0.5 °C högre temperatur i referenshuset skall alltså energiförbrukningen korrigeras med i medeltal 60 W.

3.4.4 Korrigering av energiförbrukning med avseende på skillnad i transmissions- och ventilationsförluster

Genom att plotta energiförbrukningen som funktion av temperaturdifferensen mellan ute och inne för de två provhusen erhålles samband ur vilka vissa viktiga slutsatser kan dras. I FIG.3.6 - 3.9 redovisas sådana samband. Genom att jämföra sambandet för hus med glaubersalt

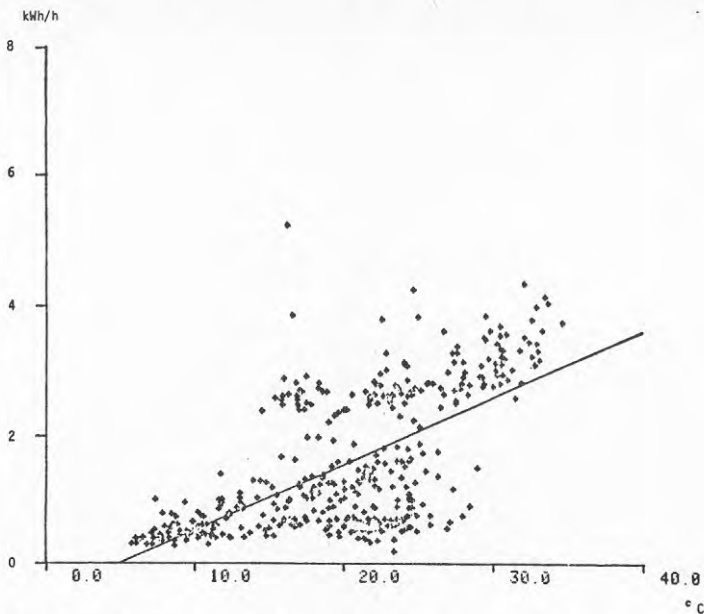


FIG.3.6 Energiförbrukning per timme som funktion av temperatordifferensen mellan ute och inne för hus med glaubersalt. Persienner uppe.

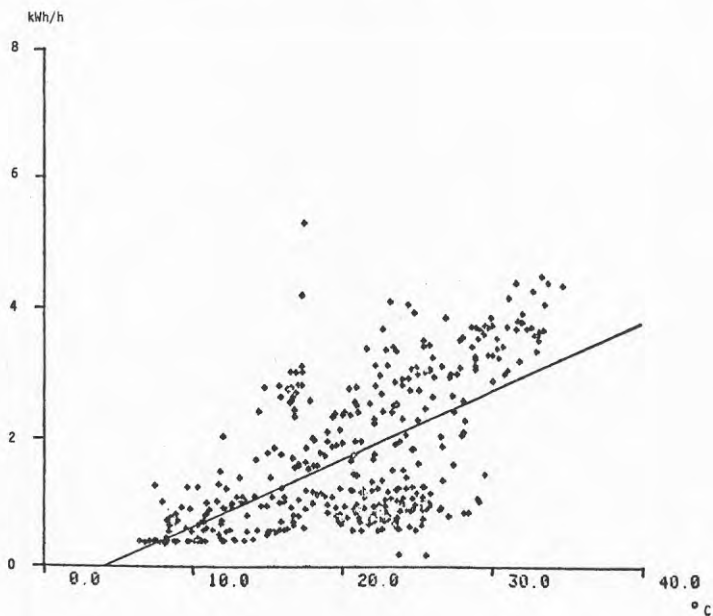


FIG.3.7 Energiförbrukning per timme som funktion av temperatordifferensen mellan ute och inne för referenshus.

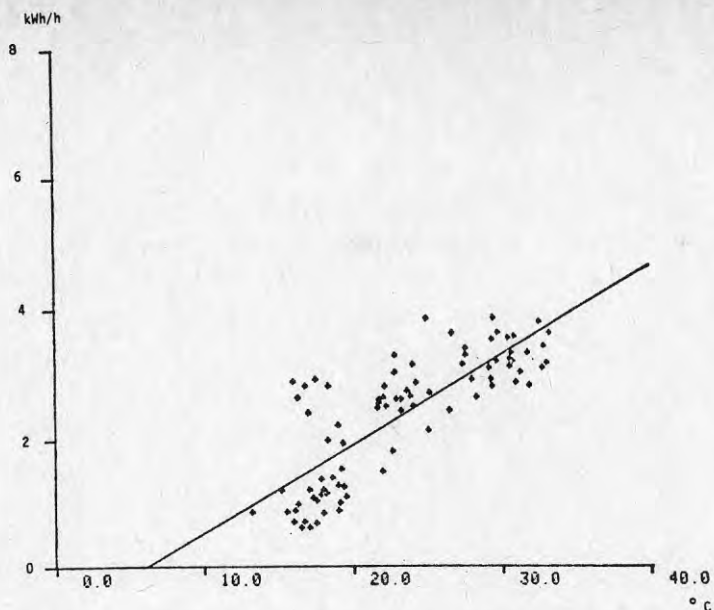


FIG.3.8 Energiförbrukning per timme mellan kl 0100-0500 som funktion av temperaturdifferensen mellan ute och inne för hus med glaubersalt. Persiennor uppe.

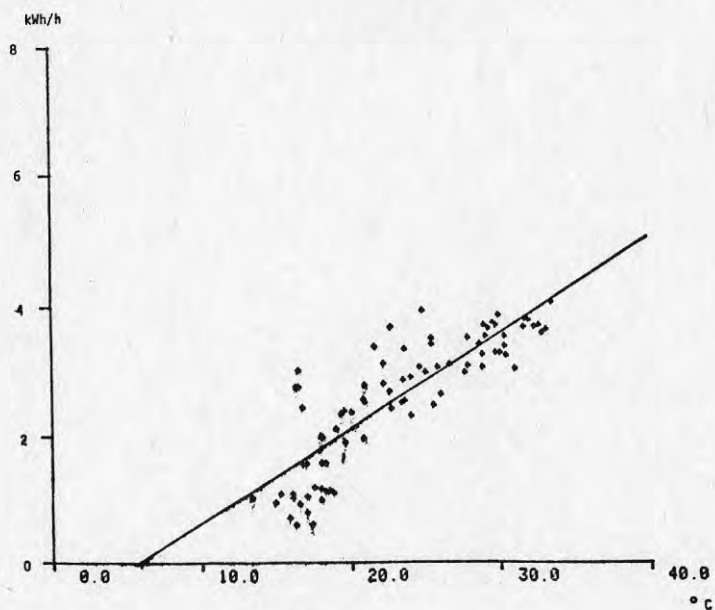


FIG.3.9 Energiförbrukning per timme mellan kl 0100-0500 som funktion av temperaturdifferensen mellan ute och inne för referenshus.

i FIG 3.6 och referenshus FIG.3.7 kan konstateras dels att en stor spridning i uppmätta timmedelvärden för energier föreligger dels att det är svårt att konstatera några skillnader mellan husen. Den stora spridningen förklaras av att båda husen i stor utsträckning tillgodo-gör sig solinstrålning pga stora fönsterytor mot söder i kombination med effektiv reglering av elradiatorerna. Om vi istället studerar mot-svarande samband för timmar mellan 0100-0500 erhålles sambanden i FIG.3.8 och 3.9. Av figurerna framgår att spridningen i mätvärdena är betydligt mindre och dessutom uppvisar energibehovet till referens-huset ett något större temperaturberoende. Detta tyder på att en li-tten skillnad föreligger i ventilations- plus transmissionsförluster.

Luftomsättningsmätningarna utförda den 14:e och 15:e januari tyder inte på att ventilationen i de båda husen i någon nämnvärd grad skil-ler sig. Infiltrationen i huset med glaubersalt uppgick till 0.11 och i referenshuset 0.10 omsättningar per timme. Vid normalt drifts-fall med fläktar igång uppmättes 0.20-0.22 luftomsättningar i huset med glaubersalt och 0.18-0.19 luftomsättningar i referenshuset. Med tanke på att mätningarna skett två olika dagar och därmed olika för-utsättningar vad avser t ex vindhastighet, 1 m/s för referenshuset resp 2.7 m/s för det andra provhuset, och vindriktning är det ej möj-ligt att påstå att några skillnader mellan husen föreligger. En skillnad i luftomsättningar på 0.01 medför en skillnad i ventilations-förluster, vid 20 °C temperaturdifferens mellan ute och inne, som uppgår till ca 1.3 W. Ventilationsförlusterna antas därför vara lika för de båda husen.

Huruvida skillnader i transmissionsförluster föreligger är svårt att verifiera. Det förefaller rimligt att anta att de fabrikstillverkade väggblocken har ett likartat utförande. Även byggnadernas utförande i övrigt tyder på att några systematiska avvikelser ej föreligger.

En viktig avvikelse mellan de båda husen utgör dock användningen av ett förråd intill badrummet. I huset med glaubersalt har mätstationen varit placerad i detta. Eftersom mätstationen förbrukar ca 165 W kommer detta förråd att uppvärmas till ca 20 °C vilket minskar transmis-sionsförlusterna från huset i övrigt. Nedan redovisas en analys av hur transmissioner genom innerväggen mellan förråd och bostad i de

båda husen påverkar energibehovet under februari, mars och april.

Eftersom förrådstemperaturen i referenshuset inte är uppmätt måste denna uppskattas. Detta kan enkelt göras om vi känner inomhus- och utomhustemperaturen samt de ingående byggnadedelarnas värmegenomgångskoefficienter. För tak, väggar och dörrar kan värmegenomgångskoefficient uppskattas med relativt stor säkerhet. Förlusterna genom betongplattan på mark är däremot något svårare speciellt eftersom förrådet ligger i ett hörn av huset och värmetransporten därför är tredimensionell. I TAB.3.4.2 ges teoretiskt beräknade k-värden samt ingående areor.

TAB.3.4.2

	k W/m ² K	A (m ²)	k·A (W/K)
Innervägg	1.30	13.0	16.9
Yttervägg	0.20	13.0	2.6
Tak	0.12	6.3	0.8
Golv	0.24	6.3	1.5
Ytterdörr	1.00	1.9	1.9

Här utgör alltså transmissionen genom golv den stora osäkerheten. Genom att ställa upp värmebalansen för förrådet i huset med glaubersalt månadsvis enligt

$$P_m + k_i A_i \Delta T_i = \sum k_y A_y \Delta T_y$$

där

P_m = avgiven effekt från mätstation

k_i = värmegenomgångskoefficient för innervägg

A_i = innerväggens totala yta

ΔT_i = temperaturdifferens mellan bostadshus och förråd

k_y = värmegenomgångskoefficient för golv, tak eller yttervägg

A_y = golv, tak resp ytterväggsyta

ΔT_y = temperaturdifferens mellan förråd och ute

beräknas $\sum k_y A_y$ enligt TAB.3.4.3.

TAB.3.4.3 Månadsmedeltemperatur ute, i bostad och i förråd samt $\sum k_y A_y$. Utetemperatur enl SMHI för Borås.

månad	månadsmedel- temp ute	månadsmedel- temp inne	månadsmedel- temp förråd	$\sum k_y A_y$
febr	-6.5	19.5	17.0	8.8
mars	-2.1	19.5	18.0	9.5
april	4.1	19.5	21.5	7.5
maj	14.9	19.5	23.0	8.0

Vi använder medelvärdet för de fyra månaderna, dvs $\sum k_y A_y = 8.5$ W/K. På liknande sätt som ovan ställs värmebalansen för det ouppvärmda förrådsutrymmet i referenshuset upp med beaktande av att i detta fall finns det ingen ytterdörr, dvs:

$$\sum k_{y,r} A_{y,r} = \sum k_y A_y - (k \cdot A)_{\text{dörr}} + k \cdot A_{\text{yttervägg}} = 7.1$$

där

$k_{y,r}$ = värmegenomgångskoefficient för golv, tak eller yttervägg i referenshus

$A_{y,r}$ = golv, tak resp ytterväggsyta

Ur uppställd värmebalansekvation löses förrådstemperaturen i referenshuset enligt

$$t_{\text{förråd}} = \frac{338 + 7.1 \cdot t_{\text{ute}}}{24}$$

härvid har bostadstemperaturen i medeltal insatts som 20 °C.

Slutligen beräknas transmissionen genom innerväggen för de båda husen som månadsmedelvärden enligt TAB.3.4.4.

TAB.3.4.4 Beräknad transmission genom innervägg mellan bostad och förråd i referenshus respektive hus med glaubersalt. Minustecken anger att värmeflödet går från förråd till bostad.

Månad	Referenshus k·A· T (W)	Hus med glaubersalt k·A· T (W)
febr	122	42
mars	110	25
april	79	-36
maj	51	-59

3.4.5 Korrigerad energiförbrukning

Med utgångspunkt från resonemangen i avsnitt 3.4.2 t o m 3.4.4 korrigeras energiförbrukningarna i TAB.3.4.1 enligt nedan

Referenshus:

$$\text{febr } 2201 - 29 \cdot 24(0.06 + 0.122) = 2074 \text{ kWh}$$

$$\text{mars } 1812 - 31 \cdot 24(0.06 + 0.110) = 1686 \text{ kWh}$$

$$\text{april } 1180 - 30 \cdot 24(0.06 + 0.079) = 1080 \text{ kWh}$$

$$\text{maj } 993 - 31 \cdot 24(0.06 + 0.051) = 910 \text{ kWh}$$

Salthus:

$$\text{febr } 2142 - 29 \cdot 24(0.042 + 0.165) = 1998 \text{ kWh}$$

$$\text{mars } 1705 - 31 \cdot 24(0.025 + 0.165) = 1564 \text{ kWh}$$

$$\text{april } 1089 - 30 \cdot 24(-0.036 + 0.165) = 996 \text{ kWh}$$

$$\text{maj } 939 - 31 \cdot 24(-0.059 + 0.165) = 860 \text{ kWh}$$

Dessutom skall uppmätt elförbrukning för juni och juli i båda husen korrigeras med avseende på en extra elradiator på 880 W fr o m 1/6 t o m 14/7. Denna extra elradiator var även i drift fr o m den 13:e maj. På grund av höga utetemperaturer under senare delen av maj antas inget uppvärmningsbehov utöver energi från kyl, frys och fläkt föreliggande. Elförbrukningen för maj korrigeras därför i båda husen med avseende på extra elradiator 880W fr o m 13:e maj. Med korrigerad för

mätstationen även för juni och juli redovisas energiförbrukningen för de båda husen i TAB.3.4.5. I tabellen anges även den medeleffekt som besparingen i huset med glaubersalt motsvarar samt procentuell besparing för varje månad.

TAB.3.4.5 Korrigerad energiförbrukning i provhus med glaubersalt och referenshus

Månad	Hus med glaubersalt Totalt kWh	Referenshus Totalt kWh	Besparing Medeleff. W	Besparing %
febr	1998	2074	109	3.7
mars	1564	1686	164	7.2
april	996	1080	117	7.8
maj	480	530	67	9.4
juni	109	124	-	-
juli	149	150	-	-

3.4.6 Inverkan av reflekterande persienn på energiförbrukning

De i FIG.3.6 och 3.7 redovisade sambanden gäller för en mätperiod när persienner i huset med glaubersalt har varit uppe. Motsvarande samband för de båda husen under period med persienn nere redovisas i FIG.3.10-3.11. Av figurerna framgår att energiförbrukningen i de båda husen uppvisar ett i det närmaste identiskt temperaturberoende. Om vi jämför sambanden i FIG.3.6 och 3.7 med FIG.3.10 och 3.11 kan det även konstateras att regressionslinjerna i samtliga figurer har samma lutning. Under perioden med persienner uppe i huset med glaubersalt är dock regressionslinjerna i FIG.3.6 och 3.7 parallellförskjutna ca 4⁰C i positiv riktning med temperaturskalan. Detta förklaras av att denna mätperiod har varit betydligt soligare och båda husen har i lika stor grad tillgodogjort sig solinstrålningen. Med stöd av utförda mätningar är det inte möjligt att påvisa att den refleterade persiennen har påverkat energiförbrukningen.

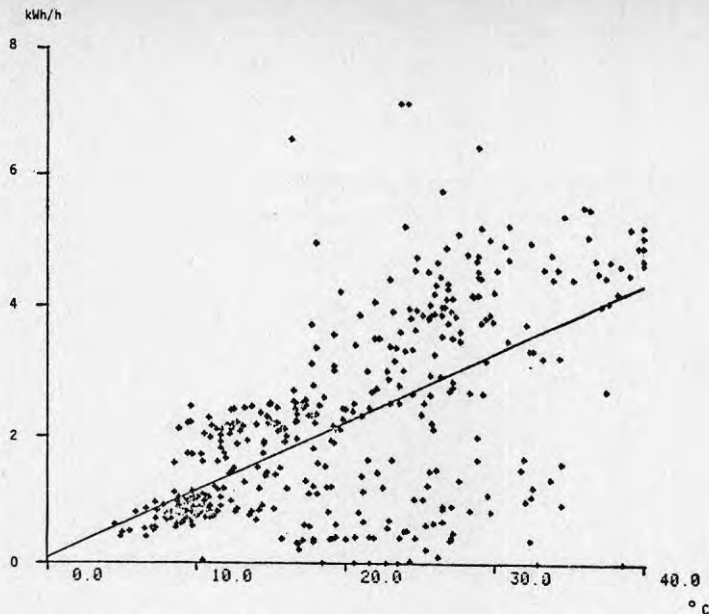


FIG.3.10 Energiförbrukning per timme som funktion av temperatordifferensen mellan ute och inne för hus med glaubersalt. Persienner nere.

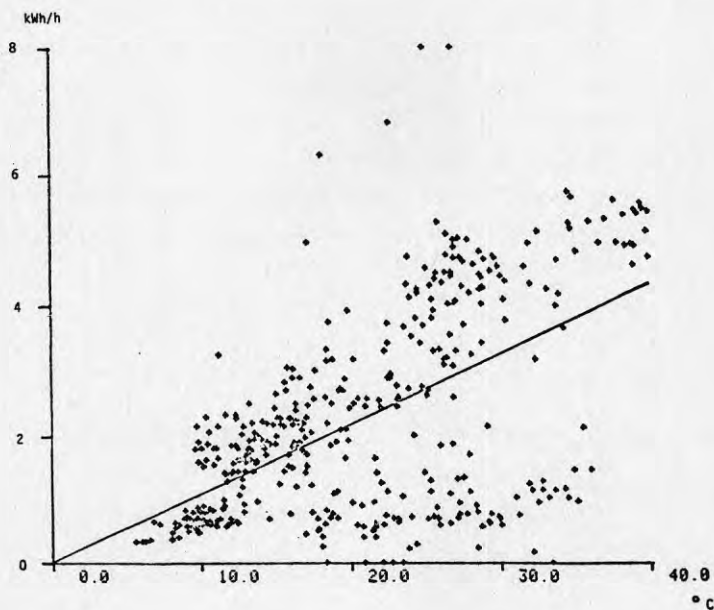


FIG.3.11 Energiförbrukning per timme som funktion av temperatordifferensen mellan ute och inne för referenshus utan persienner under period då hus med glaubersalt har haft persienner nere.

3.4.7 Inomhustemperaturer

Nedan redovisas en jämförelse av uppmätta temperaturer i referenshus och hus med glaubersalt. Redovisningen omfattar

- soliga dagar i mars
- mulna dagar i mars
- soliga dagar i juli

Soliga dagar i mars:

I FIG.3.12-3.14 redovisas en solig mätperiod på fyra dygn i början av mars. Utetemperaturens variation under ifrågavarande period framgår av FIG.3.12. Från sambanden över inomhustemperaturerna för de båda husen i FIG.3.13 konstateras dels kraftiga temperaturhöjningar, i referenshuset ca 25°C mitt på dagen, dels att glaubersaltet genom energilagring motverkar temperaturhöjningar. Maximalt uppnådda temperaturer i huset med glaubersalt är ca 2.5°C lägre än i referenshuset. Temperaturen i glaubersaltet under motsvarande tid anges i FIG.3.14. Av temperaturens variation framgår att det sker en uppladdning under dagtid. Vidare konstateras att denna uppladdning följs av en urladdning under natten som är fullständig. Lagringen sker alltså endast inom ett dygn mellan timmar med överskottsenergi till natten och ej mellan flera dygn. Temperatursvängningarna i saltet är under denna period maximalt 2.5°C . Persiennerna har i hus med glaubersalt under dessa dygn varit i nerhissat läge.

Mulna dagar i mars:

FIG.3.15-3.17 illustrerar motsvarande samband för en mulen mätperiod på fyra dygn i mars. Utetemperaturen i FIG.3.15 är i det närmaste konstant $0 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$. Av FIG.3.16 framgår att variationerna i inomhustemperaturen under denna period är mycket liten varför någon laddning av saltet ej är möjlig. I FIG.3.17 illustreras detta förhållande som temperaturens variation i glaubersaltet under dessa dygn.

Soliga dagar i juli:

I FIG.3.18-3.21 redovisas en solig mätperiod på fem dagar i senare delen av juli. Utetemperaturens och solstrålningens variation under mätperioden illustreras i FIG.3.21 resp 3.18. Solstrålningen redovisas som total solstrålning per kvadratmeter horisontell yta. Som framgår av diagrammet är det i stort sett helt klara dagar med maximal solstrålning på ca 700 W/m^2 . Utomhustemperaturen varierar kraftigt med nattemperaturer under $10 \text{ }^\circ\text{C}$ och dagstemperaturer över $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Av FIG.3.20 framgår inomhustemperaturernas variation för de båda husen under de fem dygnen. Temperaturerna är uppmätta i sovrummet närmast vardagsrummet. Figuren illustrerar tydligt saltets temperaturdämpande förmåga. Maximala temperaturer i rummet med glaubersalt är ca $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ lägre. Att inte större skillnader föreligger förklaras av att båda husen har en effektiv solavskärmning i form av ett stort takutsprång. Av figuren framgår dessutom att båda husen successivt uppvärms för varje dygn så att temperaturnivån vid periodens slut är ca $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ högre. I figur redovisas vardagsrumstemperaturen och temperaturerna under, i och ovan glaubersaltet under de fem dygnen. Temperatursvängningarna i slatet under ett dygn är ca $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ och i rums-luften $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Saltets upp- och urladdning för varje dygn framgår tydligt samt den successiva uppladdningen över flera dygn.

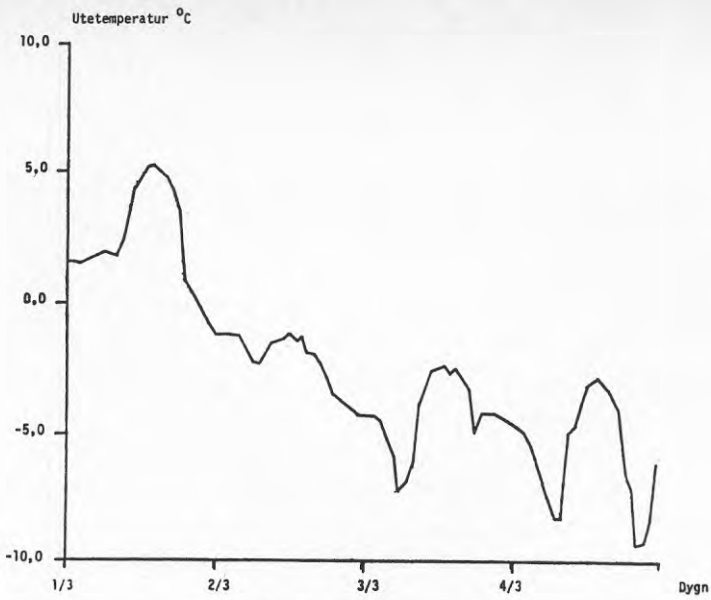


FIG.3.12 Utetemperaturen som funktion av tiden under fyra klara dygn i början av mars

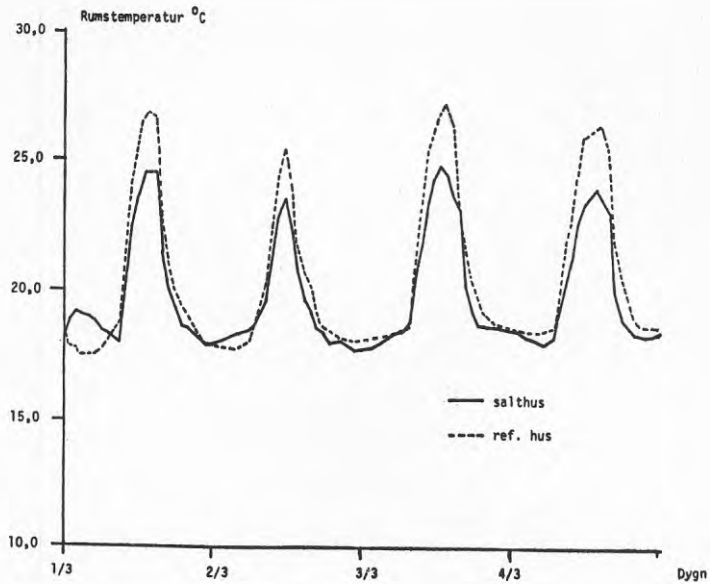


FIG.3.13 Lufttemperaturen i vardagsrummet i de båda husen som funktion av tiden under fyra klara dygn i början av mars. Persienner i hus med glaubersalt är nere.

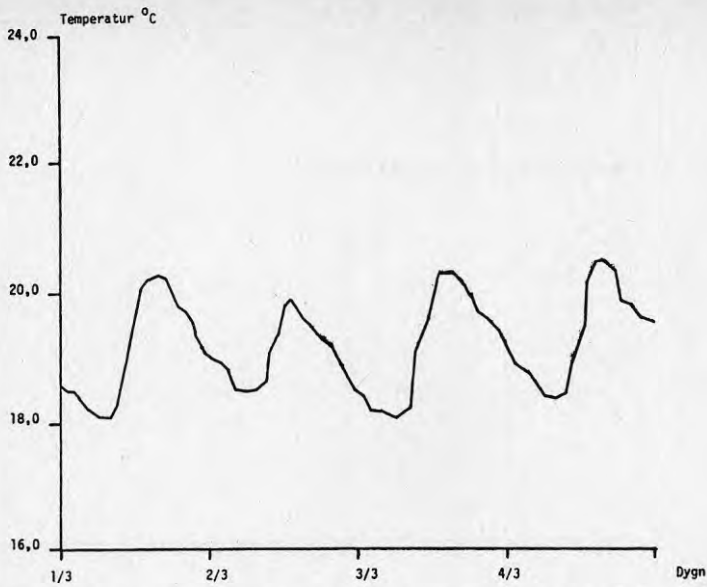


FIG.3.14 Temperaturen i glaubersalt som funktion av tiden under fyra klara dygn i början av mars

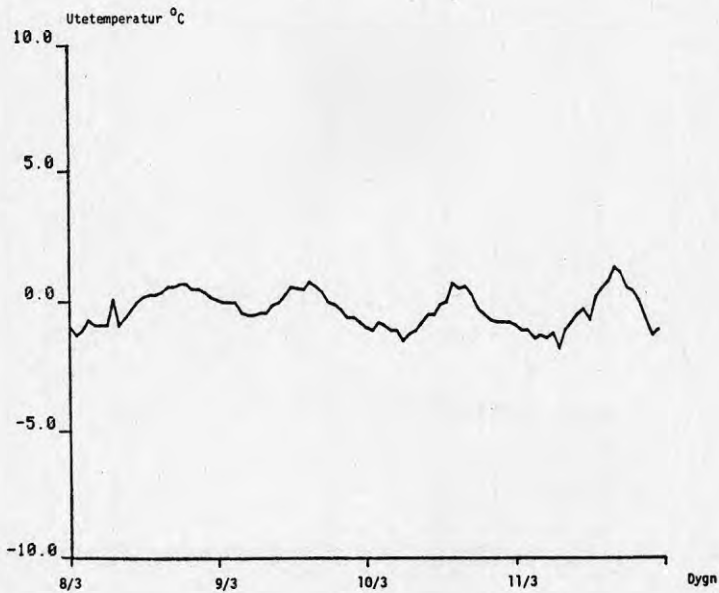


FIG.3.15 Utetemperaturen som funktion av tiden under fyra mulna dygn i mars.

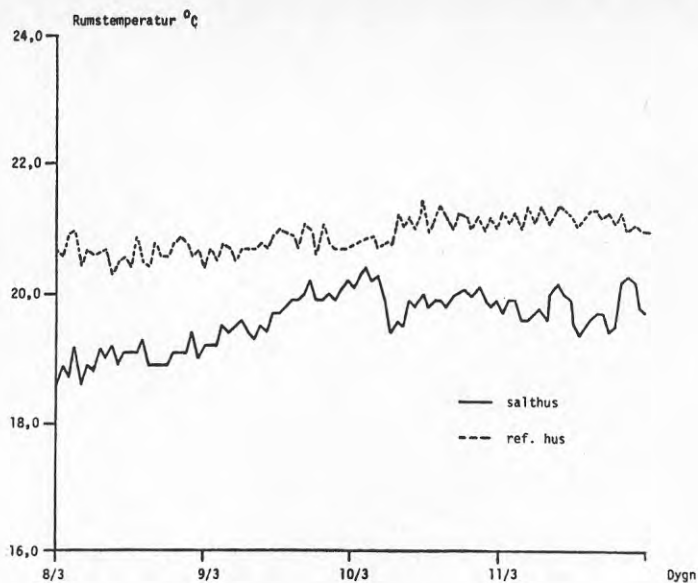


FIG.3.16 Frånluftstemperaturen i de båda husen som funktion av tiden under fyra mulna dygn i mars. Persienner i hus med glauber-salt uppe.

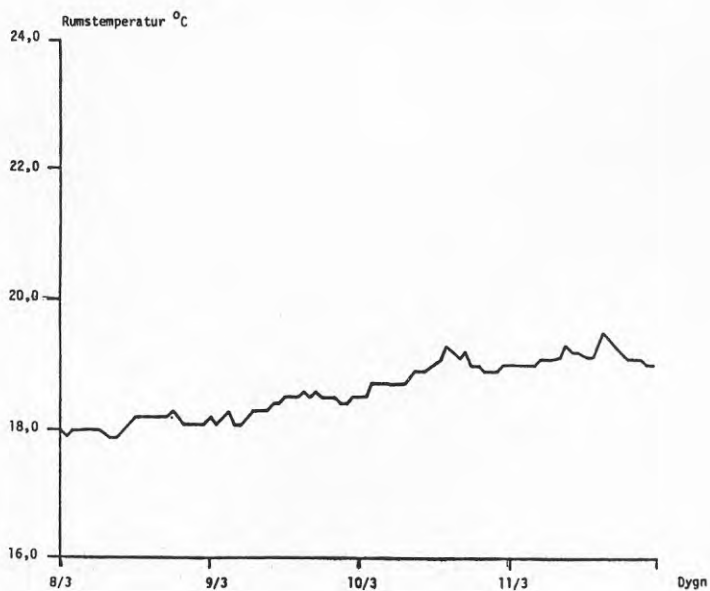


FIG.3.17 Temperaturen i glaubersalt som funktion av tiden under fyra mulna dygn i mars. Persienner i hus med glaubersalt uppe.

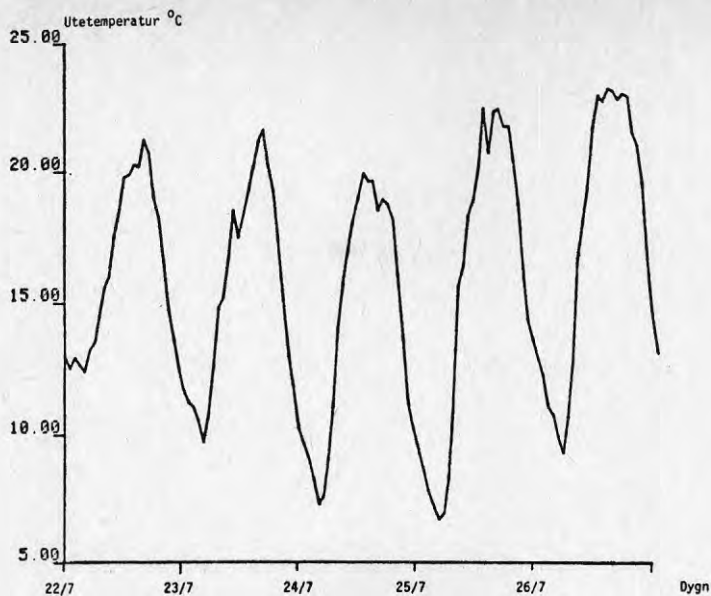


FIG.3.18 Utetemperaturen som funktion av tiden under fem klara dygn i senare delen av juli.

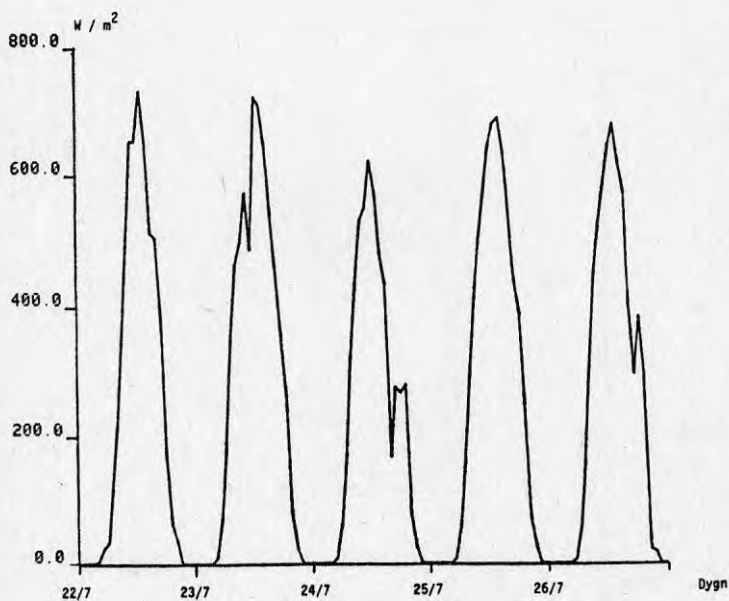


FIG.3.19 Total solstrålning på horisontell yta som funktion av tiden under fem klara dygn i senare delen av juli.

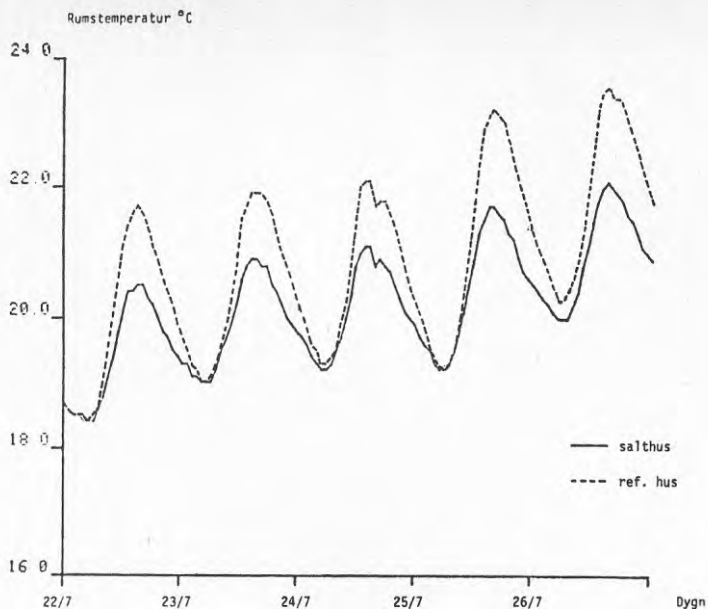


FIG.3.20 Lufttemperaturen i sovrum för de båda husen som funktion av tiden under fem klara dygn i senare delen av juli. Persienner i hus med glaubersalt nere.

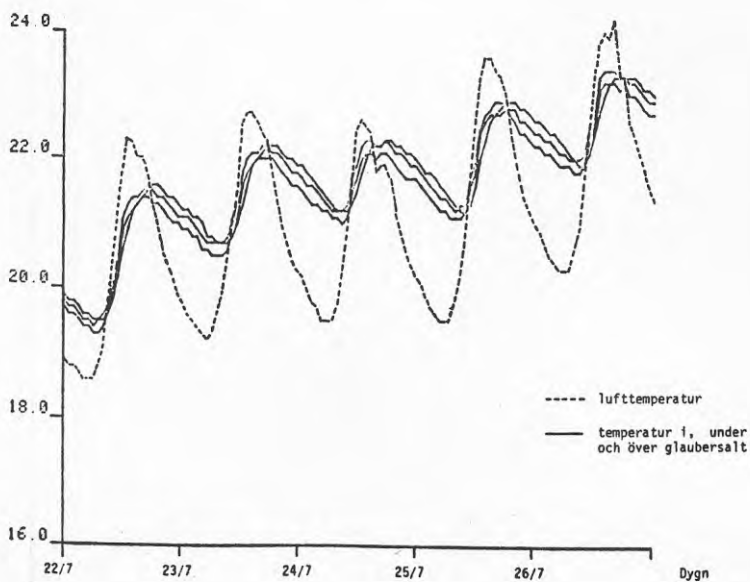


FIG.3.21 Lufttemperaturen i vardagsrum och temperaturen under, i och ovan glaubersalt som funktion av tiden under fem klara dygn i senare delen av juli. Persienner i hus med glaubersalt nere.

4 LABORATORIEUNDERSÖKNING

För att komplettera fältundersökningen utfördes under hösten 1980 en laboratorieundersökning. Målsättningen med denna var att undersöka gläubersaltets energilagrande och temperaturdämpande förmåga under väl kontrollerade former. Nackdelen med fältundersökningar är svårigheten att bedöma besparingseffekten när det rör sig om som här förhållandevis små skillnader mellan husen. Energiförbrukning till mätstation, transmissionsförluster mellan bostad och förråd, avvikelse i inomhustemperaturen samt tillgodogjord energi från varmvattenberedarens förluster är samtliga faktorer som utgör ett visst mått av osäkerhet vid jämförelse mellan husen.

4.1 Beskrivning av mätrum och mätutrustning

Försöken utfördes i två identiskt lika rum med egenskaper enl nedan. Rummen har en invändig golvyta på 7.6 m^2 och takhöjden 2.4 m. Fönsterarean är 3.35 m^2 av 3-glastyp vilka under försöken var täckta med 16 mm spånskiva från insidan för att avskärma från solinstrålning. Långsidorna i de båda rummen är isolerade med 300 mm styrolit utan täckande skivor på insidan. Innerväggar är isolerade med 95 mm styrolit som täcks med 16 mm spånskiva. Golv och tak är isolerade med 300 mm mineralull och täckta med 16 mm spånskiva på golv och 13 mm gips i tak.

Rummen var under mätningarna oventilerade. Utförda luftomsättningsmätningar för rummen gav följande resultat. Infiltrationsmätning med spårgasmetod och kväveoxidul som spårgas gav 0.12 resp 0.08 luftväxlingar per timme. Prövtryckning med 50 Pa övertryck gav 0.91 resp 1.04 luftväxlingar per timme. Med 50 Pa under tryck erhöles 1.70 resp 2.80 luftväxlingar per timme.

I vardera rummen placerades en fläkt på 30 W för att höja luftcirkulationen.

Rummen uppvärmdes med vardera en elradiator fabrikat Nobö typ B6T på max 300 W med inbyggd termostat. Elenergin till dessa uppmättes med kilowattmätare med pulsutgång för fjärravläsning. Upplösningen hos

mätarna var 8.33 Wh/puls och en noggrannhet ca 2.0% inom mätområdet 0.5 - 40 A. Uppvärmning av solstrålning simulerades med ytterligare en elradiator i vardera rummet som inkopplades enligt nedan specificerat tidsschema. Radiatorerna var av fabrikat Nobö typ P4-1 med maximalt 600 W och tre effektsteg. Energimätningen till dessa radiatorer skedde var för sig med mätare med prestanda enligt ovan. Energimätningen av fläktar skedde över samma mätare som de termostatreglerade radiatorerna. Temperaturer med termoelement typ koppar-konstantan. Uppmätta temperaturer är

- Utetemperatur
- Inomhustemperatur (flera nivåer)
- Yttemperatur (golv, vägg, tak)
- Temperatur under, i och över gläubersalt
- Lufttemperatur i förrum

Samtliga mätgivare avlästes en gång per timme. Datainsamlingen har skett med hjälp av institutionens mät dator.

4.2 Genomförande

Radiatorernas termostater justerades så att båda rummen erhöill samma lufttemperatur ca 18 °C. Därefter fick rummen under en veckas tid inta jämvikt med denna temperatur. Eftersom försöksrummen är belägna utomhus kan fullständig jämvikt naturligtvis ej uppnås pga variationer i utetemperatur, solstrålning och övriga klimatförutsättningar. När önskad jämvikt vid 18 °C erhållits startades dygnsprogrammet för extra tillförd energi. Detta innebar att varje dag mellan kl 0900-1500 tillfördes en konstant effekt motsvarande 550 W i båda försöksrummen. Denna effekt motsvarar solinstrålning genom ca 1.3 m² treglasfönster en marsdag i Stockholm. Dygnsprogrammet upprepades i flera veckor varefter insamlade data från dagar med i stort sett samma förutsättningar vad avser utetemperatur sammanställs till medeldygn.

Försöken utfördes i två omgångar som jämförande försök enligt:

a) Glaubersalt - lätt rum

Ett försöksrum kompletteras i hela taket, 7.5 m^2 , med ett lager glaubersalt upplagda på ett undertak bestående av 5 mm vitmålad hård träfiberskiva. Det andra rummet utgör referensrum med ett utförande enligt avsnitt 4.1.

b) Glaubersalt - tungt bjälklag

Det andra försöksrummet kompletteras med ett invändigt placerat 100 mm tjockt betonggolv 7.5 m^2 . Det första rummet utfört lika enligt a) ovan.

I FIG.4.1 - 4.4 sammanställs försöksresultaten, lufttemperatur och tillförd effekt som funktion av tiden under ett dygn för de båda försöksrummen vid varierande utetemperatur. FIG.4.1 - 4.3 gäller för försöksomgång a) med glaubersalt i taket och FIG.4.4 från försöksomgång b) med 100 mm betong i det andra rummet. Av figurerna framgår det att de termostatstyrda radiatorerna stänger av under den period som den simulerande solen verkar. En temperaturhöjning i provrummen på mindre än en grad är tillräcklig för att radiatorernas termostat skall slå ifrån. Under perioden mellan 0900-1500 tillföres ca 30 W rummen via fläktarna. Vidare konstateras att när temperaturen åter minskar efter kl 1500 startar de termostatstyrda radiatorerna vid en temperatur som är högre än den temperatur som termostaterna är inställda på vid drift utan extra energitillskott och konstant temperatur. Detta fenomen diskuteras vidare under avsnitt 5.

De i Figurerna redovisade energiförbrukningarna är direkt uppmätta. Det kan dock konstateras i figurerna att inställt grundvärde ca $18-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ej har kunnat hållas exakt lika i de båda rummen. För att möjliggöra en jämförelse måste energiförbrukningarna korrigeras med avseende på temperatur. Som bas för denna korrigerings beräknas medeltemperaturen mellan kl 0600-0900 varefter korrigerings sker för samtliga timmar där termostatstyrd radiator varit i drift. Korrigeringen skall som framgår i FIG.4.1 - 4.4 ske så att temperaturen i referensrummet höjs. Referensrummets transmissionsförluster är ca $10 \text{ W}/^\circ\text{C}$ vilket resulterar i korrigerade värden för energiförbrukningen enligt TAB.4.1.

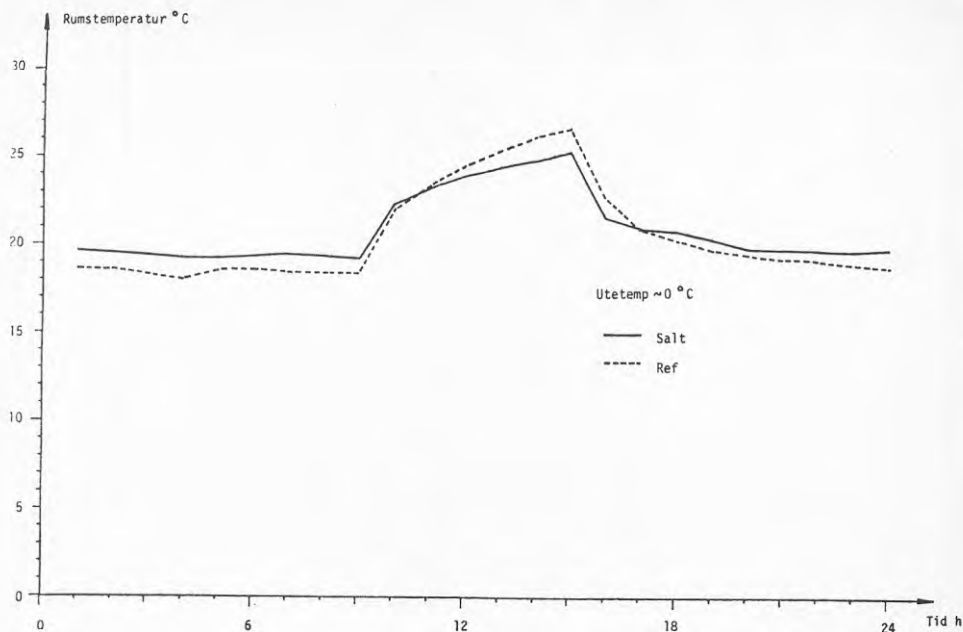


FIG.4.1a Lufttemperatur som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för referensrum under ett dygn vid utetemperatur 0°C.

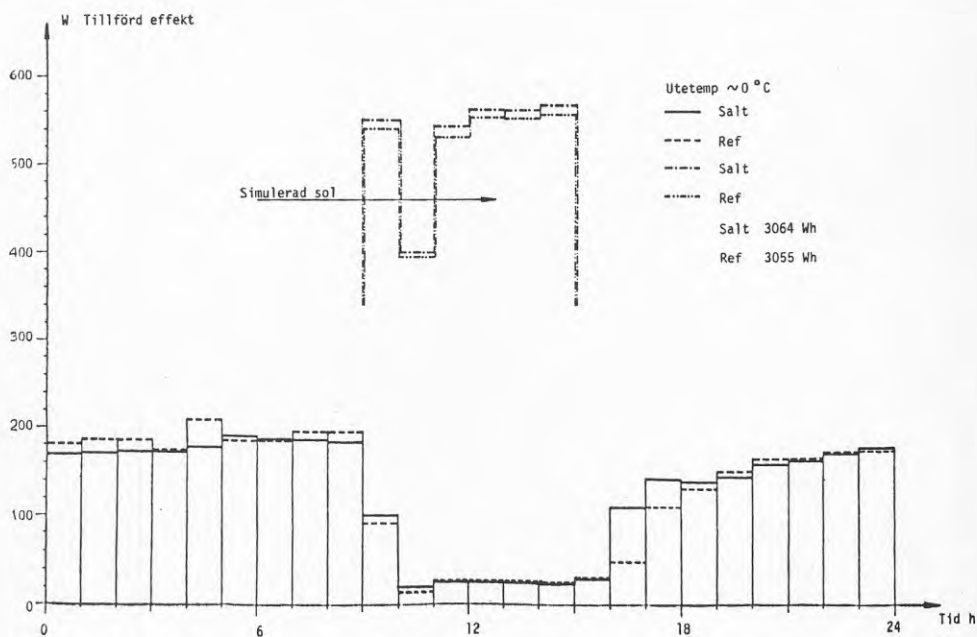


FIG.4.1b Tillförd effekt som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för lätt referensrum under ett dygn vid utetemperatur 0°C

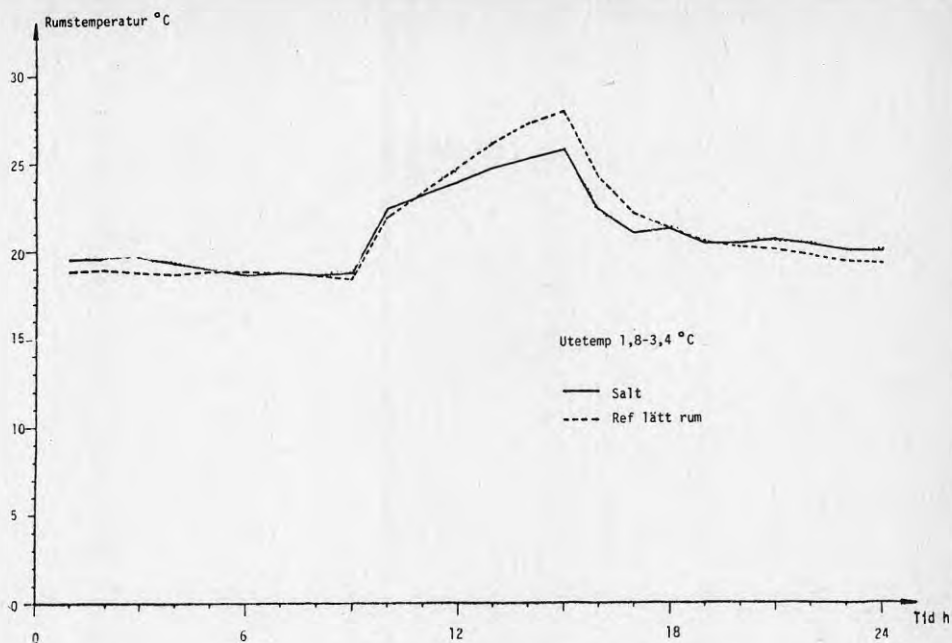


FIG.4.2a Lufttemperatur som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för lätt referensrum under ett dygn vid utetemperatur mellan 1.8 och 3.4 °C

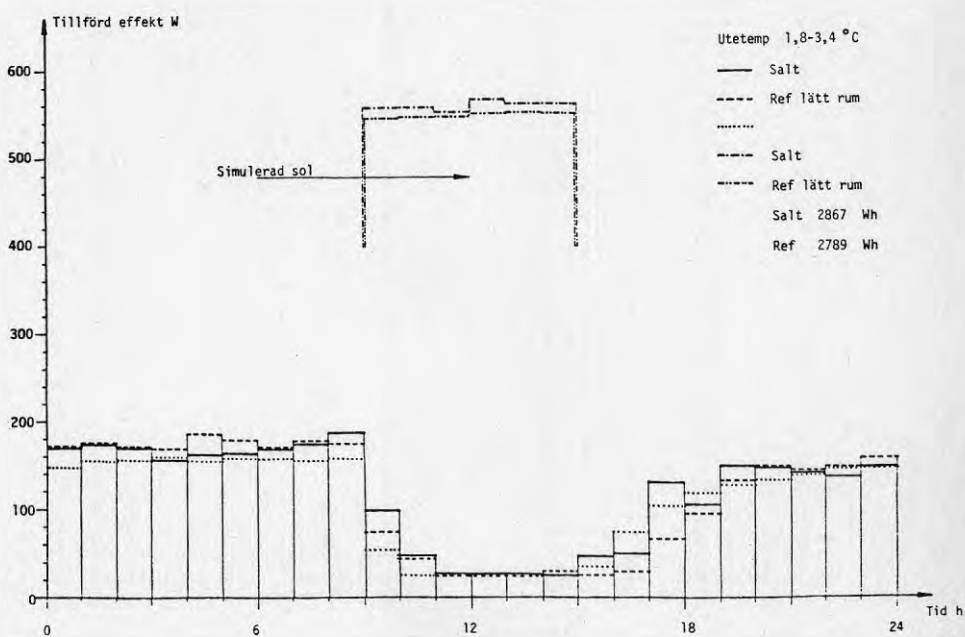


FIG.4.2b Tillförd effekt som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för lätt referensrum under ett dygn vid utetemperatur mellan 1.8 och 3.4 °C

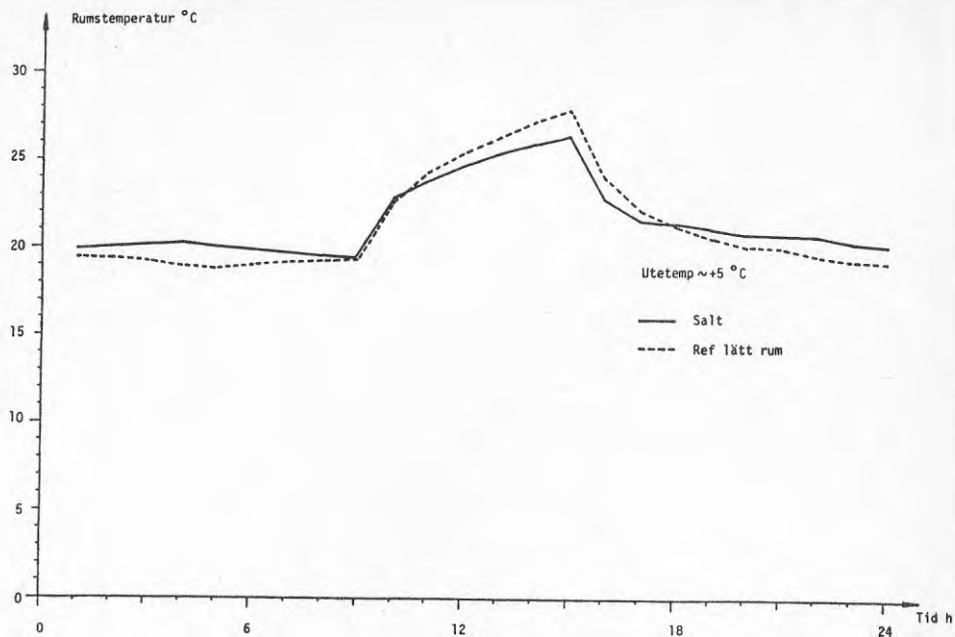


FIG.4.3a Lufttemperatur som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för lätt referensrum under ett dygn vid utetemperatur 5 °C.

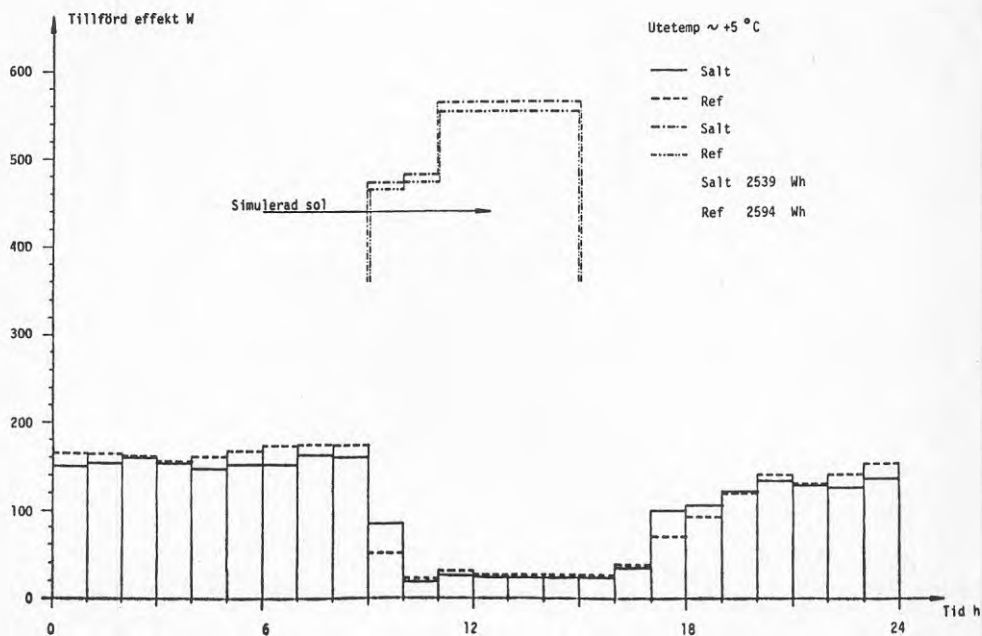


FIG.4.3b Tillförd effekt som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för lätt referensrum under ett dygn vid utetemperatur 5 °C.

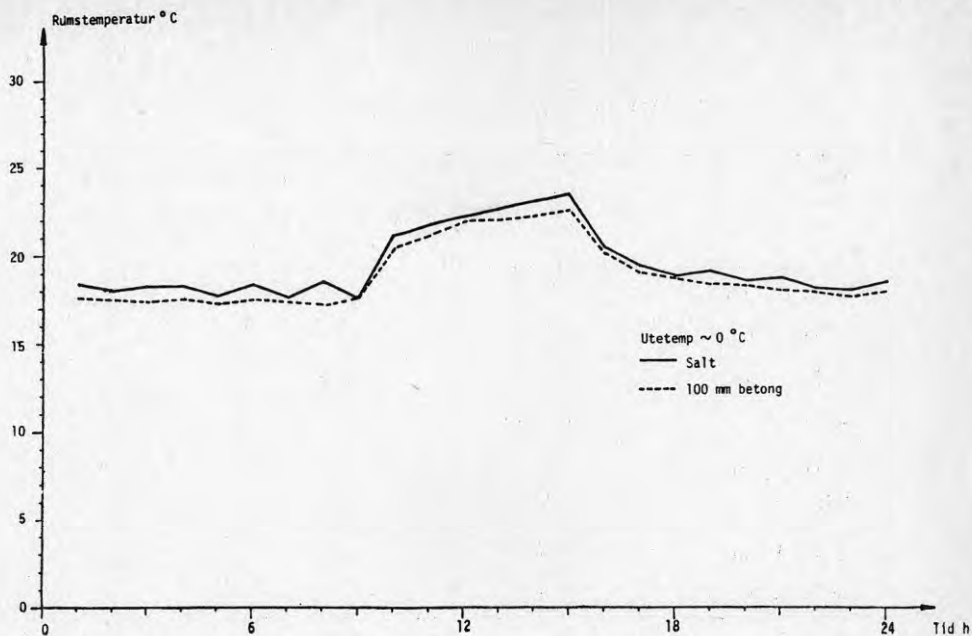


FIG.4.4a Lufttemperatur som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för tungt referensrum under ett dygn vid utetemperatur 0 °C.

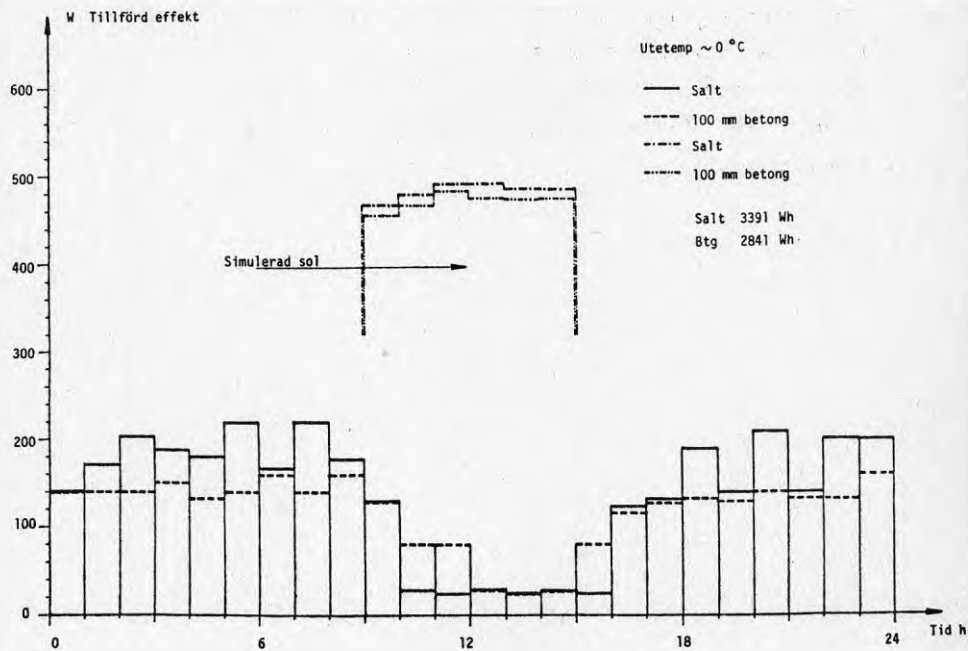


FIG.4.4b Tillförd effekt som funktion av tiden i rum med glaubersalt i tak och för tungt referensrum under ett dygn vid utetemperatur 0 °C.

TAB.4.1 Korrigerad energiförbrukning för laboratorieförsök.

Försök	Utetemp °C	Energiförbrukning Wh	% differens $\frac{\text{salt-ref}}{\text{ref}}$
Salt i tak	0	3064	-4.0
Lätt rum	0	3191	
Salt i tak	1.8-3.4	2867	+1.7
Lätt rum	1.8-3.4	2819	
Salt i tak	5	2539	-3.7
Lätt rum	5	2637	
Salt i tak	0	3391	+15.6*
Betong på golv	0	2934	

* Trolig orsak till denna stora skillnad är en felaktig radiator-termostat

Ur de i tabellen presenterade materialet är det svårt att dra några generella slutsatser annat än att skillnader i energiförbrukning mellan rummen är liten. Den större avvikelsen i energiförbrukning för det sista försöket med salt i tak och betong på golv förklaras, med stöd av energiförbrukningens stora fluktuation enligt FIG.4.4b, bero på otillfredsställande funktion hos termostaten för radiator i rum med Glaubersalt.

5 SIMULERADE ENERGIER OCH TEMPERATURER

Resultaten från fältundersökningen och laboratorieundersökningen tyder på att skillnaderna i energiförbrukning mellan referenshus resp referensrum och hus resp rum med glaubersalt är små. Laboratorieundersökningen omfattade endast ett mycket begränsat område vad avser utetemperaturens nivå. För att generalisera resultaten i laboratorieundersökningen och eliminera osäkerheterna avseende skillnader i provhusen som t ex inomhustemperaturen, tillgodogjord energi från varmvattenberedaren, mätstation osv har en teoretisk modell för laboratorieundersökningens provrum konstruerats. I modellen har beräkningar genomförts för de olika utformningar i provrummen som varit aktuella i laboratorieundersökningar.

5.1 Beräkningsprogram

Beräkningsprogrammet har byggts upp med tanke på möjligheten att ta hänsyn till glaubersaltets olinjära egenskaper då materialet genomgår fasomvandling. Målsättningen har varit att med rimlig arbetsinsats konstruera en modell där effekten av glaubersaltet ur energisparsynpunkt kan jämföras med andra material där den termiska massan utnyttjas. Modellen gör ej anspråk på att fullständigt simulera energibalansen i ett rum utan skall ses som ett instrument att jämföra olika materialkombinationer med energilagring i omslutande konstruktioner.

Följande förenklingar har gjorts

- Temperaturen i rumsluften antas lika i alla punkter vid en viss given tidpunkt
- Värmeövergångstalet antas lika för samtliga ytor i rummet och oberoende av temperaturen
- Värmeflödet genom väggar antas vara endimensionellt

Värmebalansen för ett rum kan skrivas som

$$Q_H + Q_S = Q_V + Q_T + Q_R + Q_{ST} \quad (5.1)$$

där

Q_H = den energi per tidsenhet som tillföres rummet från uppvärmningssystemet

Q_S = energi per tidsenhet som tillföres rummet som solstrålning

Q_V = ventilationsförluster

Q_T = transmissionsförluster

Q_R = strålningsförluster genom fönster

Q_{ST} = lagrad energi per tidsenhet i luften

Termen Q_H

I dessa beräkningar utgöres uppvärmningssystemet av termostatstyrda elradiatorer plus en konstant effekt från en fläkt. Elradiatorns termostat beskrivs som en till- och en frånslagstemperatur ϑ_{till} och $\vartheta_{från}$. Båda dessa temperaturer är en funktion av hur varm radiatoren är eftersom termostaten är placerad i radiatoren. Avsvalningstiden för radiatoren från full drift vid 20 °C omgivningstemperatur till 85% av temperaturskillnaden mellan radiator och omgivning benämnes t_{sval} . Tillslagstemperaturen beskrivs som en funktion av radiatorns drifttid t_{drift} under närmast föregående tidsperiod t_{drift} .

$$\vartheta_{till} = f\left(\frac{t_{drift}}{t_{sval}}\right) \quad (5.2)$$

Alternativt kan funktionen i högerledet uttryckas med hjälp av i medeltal avgiven effekt i förhållande till maximalt möjligt effektuttag under perioden t_{sval} . I FIG.5.1 anges denna funktion för de i laboratorieundersökningen använda radiatorerna, dvs ϑ_{till} som funktion av avgiven medeleffekt dividerat med max effekt. Av sambandet framgår att då radiatoren i medeltal avger mindre än halva sin maximala effekt stiger tillslagstemperaturen för termostaten från i detta fallet det inställda värdet 18 °C till maximalt 22 °C vid mycket låga effektuttag.

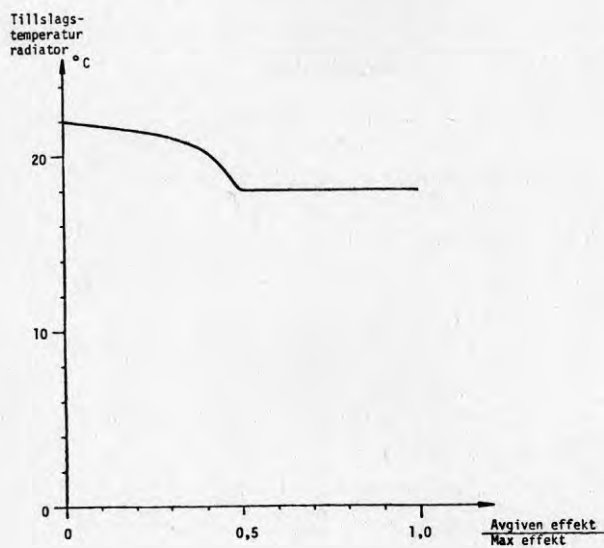


FIG.5.1 Tillslagstemperatur för radiatortermostat för de radiatorer som användes i laborieförsöken. Frånluftstemperaturen från ligger ca 2,0 °C högre än tillslagstemperaturen.

Energien per tidsenhet Q_H som tillföres rummet från radiatorn kan nu tecknas enligt

$$Q_H = P_H \cdot a \quad (5.3)$$

där

P_H = radiatorns maximala effekt (W)

$a = 1$ då rumstemperaturen ϑ är mindre eller lika med tillslags-temperaturen ϑ_{till} eller om $d\vartheta/dt$ är positiv då ϑ ligger mellan ϑ_{till} och $\vartheta_{\text{från}}$

$a = 0$ då rumstemperaturen är större eller lika med frånslags-temperaturen $\vartheta_{\text{från}}$ eller om $d\vartheta/dt$ är negativ då ϑ ligger mellan ϑ_{till} och $\vartheta_{\text{från}}$

Termen Q_S och Q_R

Eftersom modellen skall simulera förhållanden i de för laboratorieundersökningen använda provrummen kan dessa termer tecknas mycket enkelt. Provrumsens fönster var avskärmade under försöken och solstrålningen simulerades med hjälp av en elradiator med konstant effekt under tidsperioden 0900-1500 varje dag. Den effekt som radiatorn avger benämnes P_{HS} (W). Den nettoenergi per tidsenhet som tillföres provrummen som solstrålning kan tecknas enligt

$$Q_S - Q_R = P_{HS} \cdot b \quad (5.4)$$

där

$b = 1$ mellan 0900-1500 varje dag, annars är $b=0$.

Termen Q_V

Ventilationsförlusterna tecknas enligt uttrycket

$$Q_V = n \rho_a c_{Pa} V (\vartheta - \vartheta_{\text{out}}) \quad (5.5)$$

där

n = luftomsättningar (l/h)

ρ_a = luftens densitet (kg/m^3)

c_{Pa} = luftens specifika värmekapacitet (Wh/kg, K)

V = rummets volym (m^3)

ϑ = rumsluftens temperatur (K)

ϑ_{out} = utomhustemperatur (K)

Termen Q_T

Q_T betecknar transmissionsförlusterna genom omgivande väggar. Q_T beräknas genom att lösa den allmänna värmeledningsekvationen för en-dimensionell värmeeström under icke stationära förhållanden. Härvid beaktas att de termiska egenskaperna för glaubersalt varierar med temperaturen. Värmeledningsekvationen tecknas enligt

$$c \rho \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (k \frac{\partial \vartheta}{\partial x}) \quad (5.6)$$

där

c = väggmaterialets specifika värmekapacitet (Wh/kg, K)

ρ = väggmaterialets densitet (kg/m^3)

k = värmekonduktivitet (W/mK)

ϑ = temperatur i materialet (K)

t = tid (h)

x = lägeskoordinat (m)

Differentialekvationen ovan kan lösas med numeriskt förfarande. I detta fall har finita differensmetoden med framåtdifferens valts. Därefter tecknas transmissionsförlusterna genom väggarna enligt

$$Q_T = \sum_j A_j \eta_{1,j} (\vartheta - \vartheta_{1,j}) \quad (5.7)$$

där

A_j = yta vägg j (m^2)

ϑ = lufttemperatur i rummet (K)

$\vartheta_{1,j}$ = temperatur i gitterpunkt närmast innerytan i vägg j (K)

$$\eta_{1,j} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\Delta x_1}{2k(x, \vartheta)}} \quad (5.8)$$

där

α_i = värmeövergångskoefficient inneryta ($\text{W/m}^2\text{K}$)

Δx_1 = maskvidd för gitterpunkt närmast innerytan

$k(x, \vartheta)$ = värmekonduktivitet som funktion av temperatur och läge i konstruktionen (W/mK)

Både värmekonduktiviteten och specifika värmekapaciteten tillåts variera med temperaturen. I beräkningsprogrammet anges inte värmekapaciteten som funktion av temperaturen direkt utan input sker som specifika volumetrisk entalpi enligt

$$i = \rho \cdot c \cdot v$$

Fördelen med denna metodik är att om värmeinnehållsförändringen i gitterpunkterna tecknas som volumetriska entalpiändringar så kan dessa enkelt översättas till temperatur utan att numeriska problem uppstår vid analys av material där specifika värmekapaciteten varierar kraftigt. Dessutom kan material som undergår fasomvandling i vissa temperaturintervall enkelt behandlas.

Termen Q_{ST}

Den energi som lagras per tidsenhet i rummets luftvolym tecknas

$$Q_{ST} = \frac{\partial v}{\partial t} \cdot \rho_a \cdot c_{Pa} \cdot V \quad (5.9)$$

med beteckningar enligt tidigare.

Rummets lufttemperatur

Temperaturen i rummet kan nu tecknas med hjälp av ekvation (5.1)-(5.9) enligt

$$\Delta v = \frac{Q_H + Q_S - Q_R - Q_V - Q_T}{\rho_a \cdot c_{Pa} \cdot V} \Delta t$$

där

Δv = rumsluftens temperaturökning

Δt = tidssteg i beräkningarna

Övriga ingående storheter framgår av ekvationerna ovan.

Modellen enligt ovan har programmerats i FORTRAN och beräkningarna har utförts i en UNIVAC 1100/80 vid Lunds datacentral.

5.2 Beräkningsförutsättningar

5.2.1 Provrum

Rummets väggar simuleras med 6 olika typer av konstruktioner. För tre av dessa tas hänsyn till den termiska massan. Följande uppdelning göres

TAB.5.1 Rum med glaubersalt i tak

Vägg nr	Area m ²	Typ	Material	Gitterpunkter
1	8.87	Yttervägg +golv	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+5
2	7.59	tak	25mm glaubersalt+300mm styrolit	3+5
3	13.30	innervägg	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+2
4	10.25	yttervägg	300mm styrolit	-
5	3.40	fönster	16mm spånskiva+3-glas ruta	-
6	1.58	dörr	40mm gaboninnerdörr	-

TAB.5.2 Rum med betong på golv

Vägg nr	Area m ²	Typ	Material	Gitterpunkter
1	8.87	yttervägg+ tak	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+5
2	7.59	golv	100mm betong+300mm styrolit	5+5
3	13.30	innervägg	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+2
4	10.25	yttervägg	300mm styrolit	-
5	3.40	fönster	16mm spånskiva+3-glas ruta	-
6	1.58	dörr	40mm gaboninnerdörr	-

TAB.5.3 Referensrum

Vägg nr	Area m ²	Typ	Material	Gitterpunkter
1	16.46	yttervägg+ tak+golv	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+5
2	-	-	-	-
3	13.30	innervägg	16mm spånskiva+300mm styrolit	2+2
4	10.25	yttervägg	300 styrolit	-
5	3.40	fösnter	16mm spånskiva+3-glas ruta	-
6	1.58	dörr	40mm gaboninnerdörr	-

I de fall inga gitterpunkter angivits har den termiska trögheten försumrats. Med "innervägg" i sammanställningen enligt ovan menas väggen mellan provrum och förrum.

5.2.2 Temperaturer

Temperaturen i förrummet har med stöd av mätningarna enl avsnitt 4 satts till konstant +15 °C.

Beräkningar har skett med varierande utetemperatur nämligen -10, +2 samt +10 °C. Temperaturnivån +2°C har valts med tanke på att underlaget från laboratorieundersökningen för denna utetemperaturnivå är störst och därför lämplig som referens till beräkningarna.

5.2.3 Värmeövergångskoefficienter

Värmeövergångens strålnings- och konvektionsandel vid ytor har sammanfattats till en värmeövergångskoefficient. Denna har förenklat antagits som ett värde för inomhus- och ett för utomhusytot. Värmeövergångskoefficienten i taket med glaubersalt har satt något lägre för att ta hänsyn till den hårda träfiberplattan som bär saltpåsar. I modellen använda koefficienter redovisas i TAB.5.4.

TAB.5.4 Värmeövergångskoefficienter ($W/m^2, ^\circ C$)

Värmeövergångskoefficienter vid olika ytor ($W/m^2, ^\circ C$)	
utvändiga ytor	20.0
invändiga ytor utom salttak	5.0
glaubersalttak	4.5

5.2.4 Termiska egenskaper

Nedan anges termiska egenskaper för bl a de i simuleringen ingående materialen. I TAB.5.5 anges värmekonduktivitet och specifik värmekapacitet samt densitet, termisk diffusivitet och termisk tröghet.

TAB.5.5 Termiska egenskaper för några material

Material	Värme- konduk- tivitet k W/mK	Specifik värme- kapacitet c Wh/kgK	Densitet ρ kg/m ³	Termisk tröghet kc ρ W ² h/m ⁴ K ²	Termisk diffusivi- tet k/c ρ m ² /h \cdot 10 ³
Betong	1.5	0.24	2300	828	2.7
Tegel	0.52	0.20	1300	135	2.0
Stål	59	0.13	7800	59826	58.2
Trä	0.15	0.60	600	54	0.42
Spånskiva	0.20	0.60	770	92	0.43
Vatten	0.56	1.16	1000	650	0.48
Glaubersalt 10-32 $^\circ C$	0.15	0.56-3.33	1100	92-549	0.24-0.04
Mineralull	0.04	0.24	50	0.5	3.33

Högt värde på den termiska diffusiviteten innebär att värme transporteras snabbt genom materialet. Ett högt värde på den termiska diffusiviteten kan dels bero på en hög värmekonduktivitet, vilket indikerar en snabb energitransport, eller ett lågt värde på termisk värmekapacitet $\rho \cdot c$. Ett lågt värde på termisk värmekapacitet medför att

en liten andel av den energi som transporteras genom materialet åtgår för att höja materialets temperatur och därför är en större andel av energin tillgänglig för vidare transport genom materialet. För storleken på värmeöverföringen till omslutande ytor vid transienta temperaturförlopp är den termiska trögheten av avgörande betydelse. Stort värde på termisk tröghet innebär möjlighet att dels snabbt transportera energi vidare i materialet dels att ackumulera energi med små temperaturhöjningar. Detta innebär att ytan i en omgivande konstruktion med stor termisk tröghet förblir vid låg temperatur under längre tid jämfört med ett material med låg termisk tröghet. Effekten blir en bibehållen större temperaturdifferens mellan omgivning och material för det tunga materialet och därmed högre värmeöverföring till omslutande konstruktion vid givna randvillkor och tidpunkt. En enkel praktisk jämförelse är upplevelsen av att lägga handen på ett kallt trä- resp metallföremål vilket illustrerar betydelsen av den termiska trögheten, se TAB.5.5.

I FIG.5.1 illustreras några materials specifika entalpi (kJ/kg) som funktion av materialets temperatur. Kurvskarorna för glaubersalt är hämtade från undersökningen vid Statens Provningsanstalt, Hetenyi (1981). I FIG.5.2 redovisas ett förenklat samband över glaubersaltets specifika volumetriska entalpi (kJ/h/m^3), som använts vid datorberäkningarna. Dessutom redovisas några andra material för jämförelse.

Glaubersaltets värmekonduktivitet har uppskattats från laboratorieundersökningarna på sådant sätt att temperaturdifferensen mellan ovan- och undersida på glaubersaltpaketet överensstämmer med de teoretiskt beräknade.

I FIG.5.3 redovisas ett enkelt laboratorie försök som illustrerar inom vilket temperaturområde glaubersaltets fasomvandling sker. Försöket utfördes i en tät box i 100 mm tjock polystyrencellplast som placerades i en klimatkammare med temperaturen $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. I boxens mitt placerades ett glaubersaltpaket så att tvåsidig uppvärmning erhöles. Boxen värmdes med en konstant effekt på 11 W. Lufttemperaturen i och utanför boxen samt temperaturen mitt i glaubersaltet mättes kontinuerligt under 16 timmar uppvärmning från 15 till ca $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ i glaubersalt. Av figuren framgår att temperatur-tidsambanden för glaubersalt

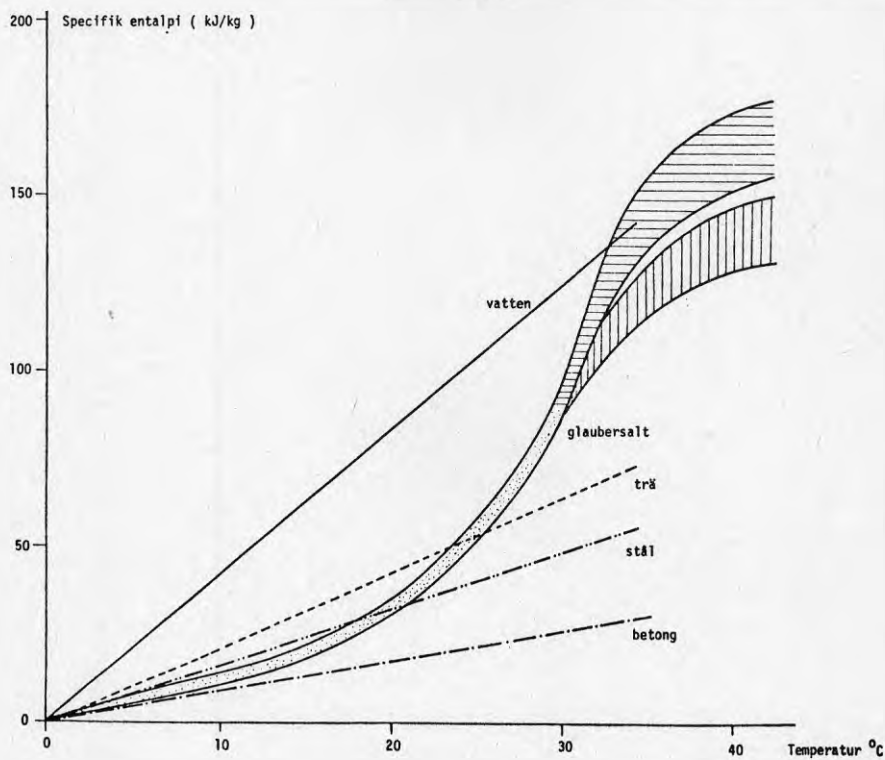


FIG.5.1 Specifik entalpi för glaubersalt enl Hetenyi (1981) samt för trä, stål, betong samt vatten som funktion av temperaturen.

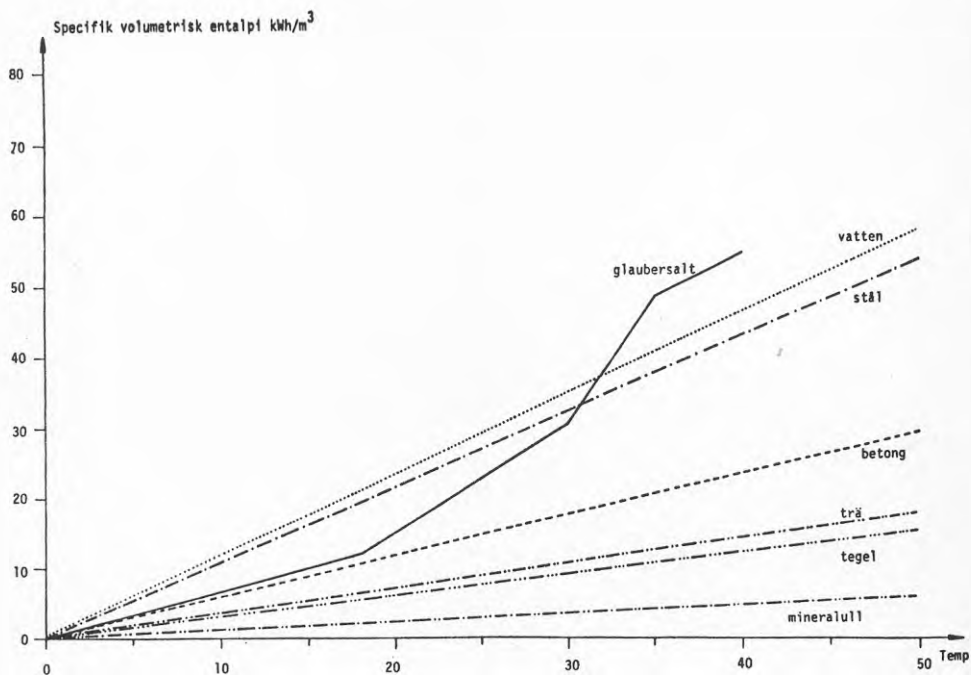


FIG.5.2 Specifik volumetrisk entalpi för glaubersalt samt några andra material som funktion av temperaturen. Sambandet för glaubersaltet är förenklat och har använts som indata i datorberäkningarna.

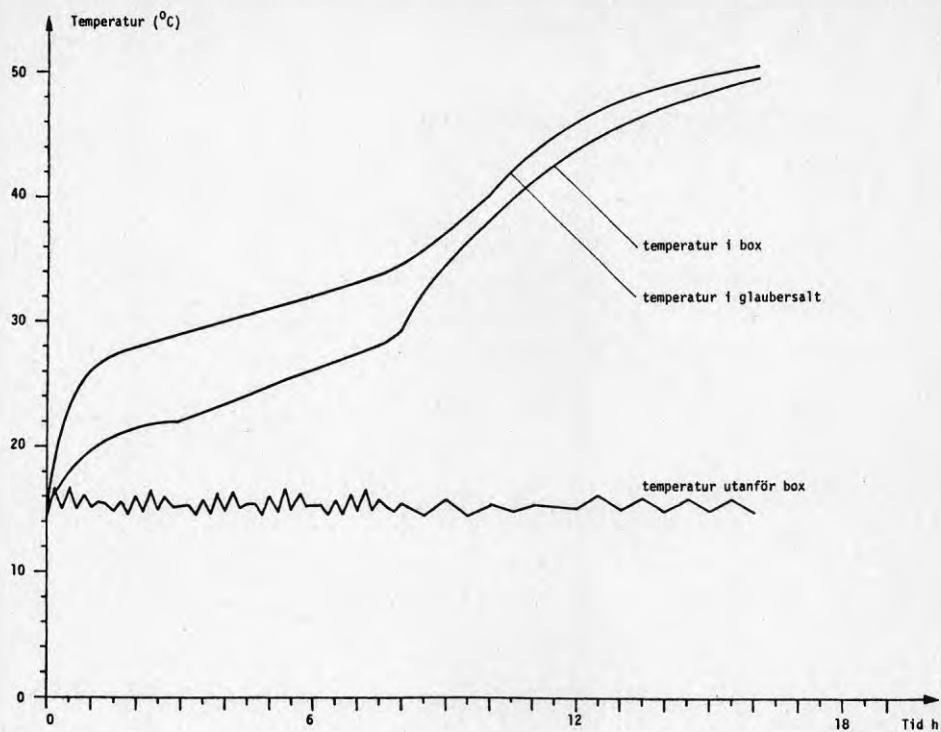


FIG.5.3 Laboratorieförsök där glaubersaltet värms med en konstant effekt 11 W i en väldefinierad tät box i 100 mm tjock polystyrencellplast. Diagrammet anger temperatur i box, glaubersalt och utanför box som funktion av tiden.

kan delas upp i tre delar. Den första från 15 till drygt 18 °C under den första timmen sedan en påföljande relativt flack del fram till 8 timmar då temperaturen i saltet uppgår till 28 °C. Slutligen efter 8 timmar stiger temperaturen i salt och box återigen snabbt.

Genom att teckna värmebalansen för boxen under den tidsperiod då temperaturstegringen i boxen och saltet har ett rätlinjigt förlopp kan glaubersaltets specifika värmekapacitet uppskattas. Värmebalansen ställs upp enligt

$$I_{GL} = I_{till} - I_{från}$$

där

I_{GL} = i glaubersaltet lagrad energi under tiden t

I_{till} = tillförd energi under tiden Δt

$I_{från}$ = transmissionsförluster genom boxens väggar under tiden Δt .

$$I_{GL} = V \cdot \rho \cdot c_p \Delta T_{salt}$$

där

V = saltpaketets volym

ρ = saltets densitet

c_p = saltets specifika värmekapacitet

ΔT_{salt} = temperaturhöjning i saltet under tiden Δt

$$I_{till} = \int_t^{t+\Delta t} Q dt$$

$$I_{från} = \int_t^{t+\Delta t} k \cdot A \cdot \Delta T_{box}(t) dt$$

där

Q = konstant 11 W

k = 0.255 W/m², °C

A = 0.27 m²

$\Delta T_{box}(t)$ = 10.8 + 3.444 · 10⁻⁴t

t = tid i sekunder

Med godtyckligt insatta tider under perioden 1 till 8 timmar erhålls

$$c_p = 10.3 \text{ kJ/kgK} \text{ eller } 3.3 \text{ Wh/kgK}$$

Detta värde stämmer väl överens med undersökningen enligt Statens Provningsanstalt. I detta sammanhang kan påpekas att i undersökningen enl SP användes en temperaturhöjningshastighet i ugnen där saltet undersöktes som uppgick till 0.5 °C/60 s enligt DTA-metod definierad enligt SIS 020121.

Resultaten enligt denna undersökning har sedermera omräknats av Hetenyi för att ta hänsyn till den eftersläpning i temperatur i förhållande till ugnstemperatur som av naturliga skäl blir fallet för saltet. Dessa omräknade resultat indikerar att fasomvandlingen huvudsakligen sker mellan 19 och 23 °C. Detta förefaller vara ett för kort intervall med hänsyn till bl a FIG.5.3. Dock kan sägas att temperaturhöjningshastigheten i laboratorieundersökning i box enligt ovan samt i undersökning enligt kapitel 4 varierar mellan 0.008 - 0.05 °C/60 s dvs under 1/10 av hastigheten enl SP. Skillnaden i temperaturändringshastighet påverkar sannolikt testresultaten.

5.3 Beräkningsresultat

I det följande presenteras beräkningsresultat från den under 5.1 beskrivna modellen och med beräkningsförutsättningar enligt 5.2. Resultaten redovisas dels så att modellens förmåga att simulera glaubersaltets beteende vid transient temperaturpåverkan kan utläsas dels som en jämförelse mellan de i laboratorieundersökningen ingående provrumsutformningarna.

5.3.1 Temperatur i glaubersalt

I FIG.5.4 redovisas temperaturen som funktion av tiden i glaubersaltet under ett dygn för laboratorieförsök med en utetemperatur av ca +2 °C och en simulerad sol med medeleffekten 550 W timmarna 0900-1500.

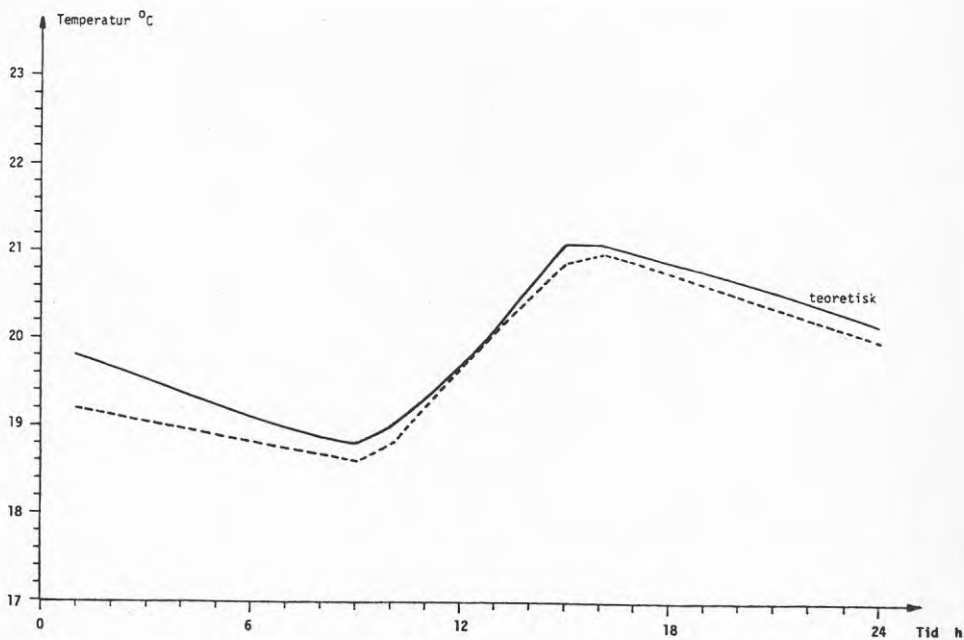


FIG.5.4 Jämförelse av uppmätt och teoretiskt beräknad temperatur i glaubersalt vid +2 °C ute och 550 W simulerad sol mellan kl 0900-1500. Avvikelser i början förklaras i texten.

Motsvarande teoretiskt beräknade samband har även lagts in som jämförelse.

Av sambanden framgår att det teoretiskt beräknade förloppet frånsett kl 0000-0800 stämmer väl överens med det uppmätta. Skillnaden i början av den redovisade tidsperioden förklaras av att närmast föregående dygn i laboratorieundersökning ej har varit identiskt med avseende på temperaturnivån i sistnämnda period. Temperaturen i slutet av redovisat dygn är ca 0.8°C högre än slutet på föregående dygn. Temperaturdifferensen över det 25 mm tjocka glaubersaltet varierar i både experiment och beräkningar från i det närmaste 0.0°C vid kl 0900 till maximalt ca 1.0°C kl 1500. Temperaturdifferensen sjunker snabbt efter kl 1500 för att från kl 1800 hålla sig kring ca 0.2°C och därefter successivt minska till 0.0 kl 0900 påföljande dag.

5.3.2 Lufttemperaturer och tillförd effekt

I FIG.5.5 jämförs uppmätt och beräknad lufttemperatur i laboratorieundersökning för provrum med glaubersalt i tak under ett dygn med utetemperatur ca $+2^{\circ}\text{C}$ och simulerad solinstrålning motsvarande 550 W mellan kl 0900 och 1500. I figuren finns även uppmätt temperatur i referensrum inlagd. Av figuren framgår att modellen väl återspeglar uppmätt temperaturförlopp. Dock kan konstateras att maximala temperaturer i beräkningarna överskattas vilket delvis beror på underskattade transmissionsförluster. Detta kan accepteras eftersom modellen i första hand avses att användas för jämförande beräkningar.

Beräknad och uppmätt tillförd effekt under motsvarande period och med samma förutsättningar med avseende på utetemperatur och solinstrålning redovisas i FIG.5.6. Av figuren framgår att modellen väl simulerar effektåtgångens variation under dygnet. Effektåtgången underskattas dock något under dygnets första hälft på grund av enligt tidigare nämnda underskattning i transmissionsförluster.

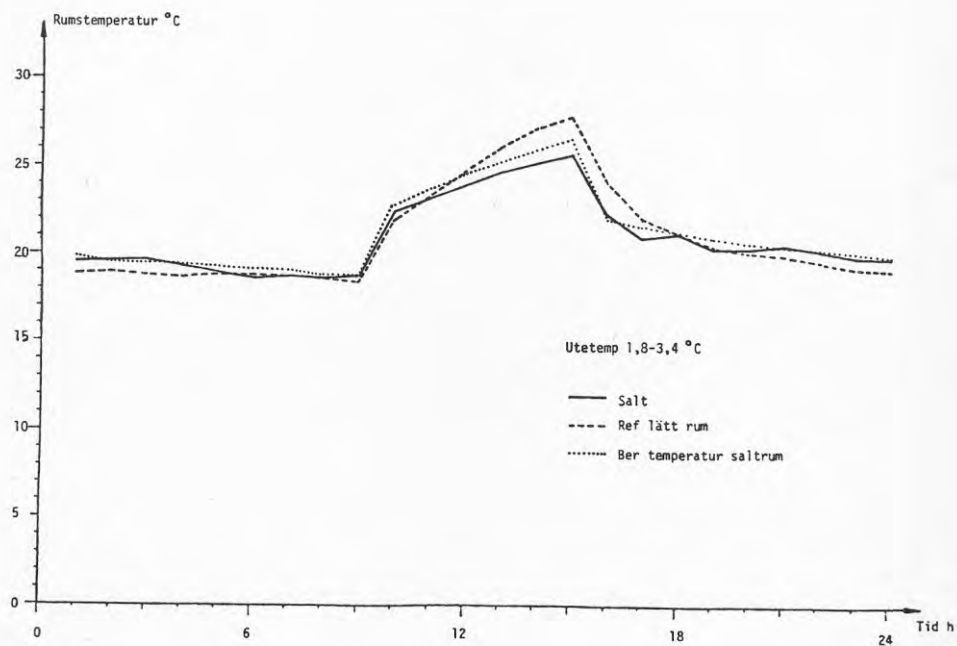


FIG.5.5 Beräknad resp uppmätt temperatur i rum med glaubersalt samt i referensrum som funktion av tiden under ett dygn med ca 2 °C utetemperatur.

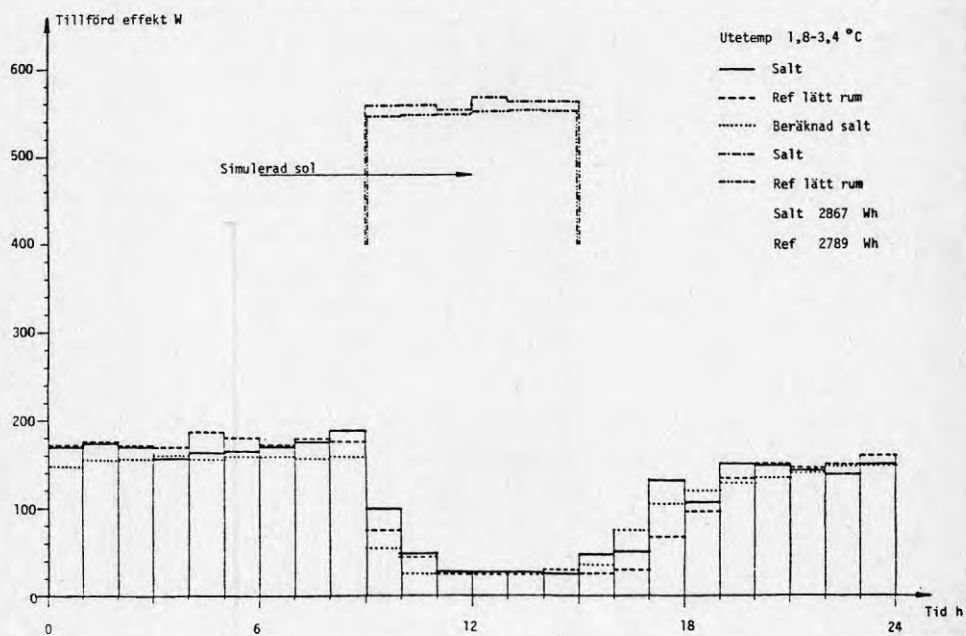


FIG.5.6 Beräknad resp uppmätt tillförd effekt i rum med glaubersalt samt i referensrum som funktion av tiden under ett dygn med ca 2 °C utetemperatur.

5.3.3 Inverkan av utetemperatur och reglering

I FIG.5.7 sammanställs utförda teoretiska beräkningar för lätt referensrum, rum med glaubersalt i tak samt rum med 100 mm betong på golv. Förutsättningarna är att i under övrigt lika förhållanden varierar parametern utetemperatur mellan -10 till $+10$ °C. Figuren illustrerar radiatorns avgivna energi under ett dygn som funktion av utetemperaturen för de tre rumsutformningarna. Den övre kurvskaran anger förhållanden som erhålls då beteenden hos radiatortermostaten simuleras med tillslagstemperaturen varierande enligt FIG.5.1. Den nedre kurvskaran gäller för en beräkningsmässigt perfekt reglerande radiatortermostat. Av figuren framgår att det rör sig om små skillnader i energiförbrukning beroende på rumsutformningen med avseende på termisk tröghet. Vidare framgår att radiatorns reglering har stor betydelse för energiåtgången vid höga utetemperaturer. Vid låga utetemperaturer går energiförbrukningen mot samma värde oavsett rumsutformning och reglerfunktion. Detta är naturligt eftersom de större transmissionsförlusterna innebär att allt mindre energi återstår för lagring i omslutande konstruktioner. I fältundersökningen användes elradiatorer med separat rumstermostat vilket ur regleringssynpunkt torde motsvara förhållanden enligt den nedre kurvskalan i FIG.5.7.

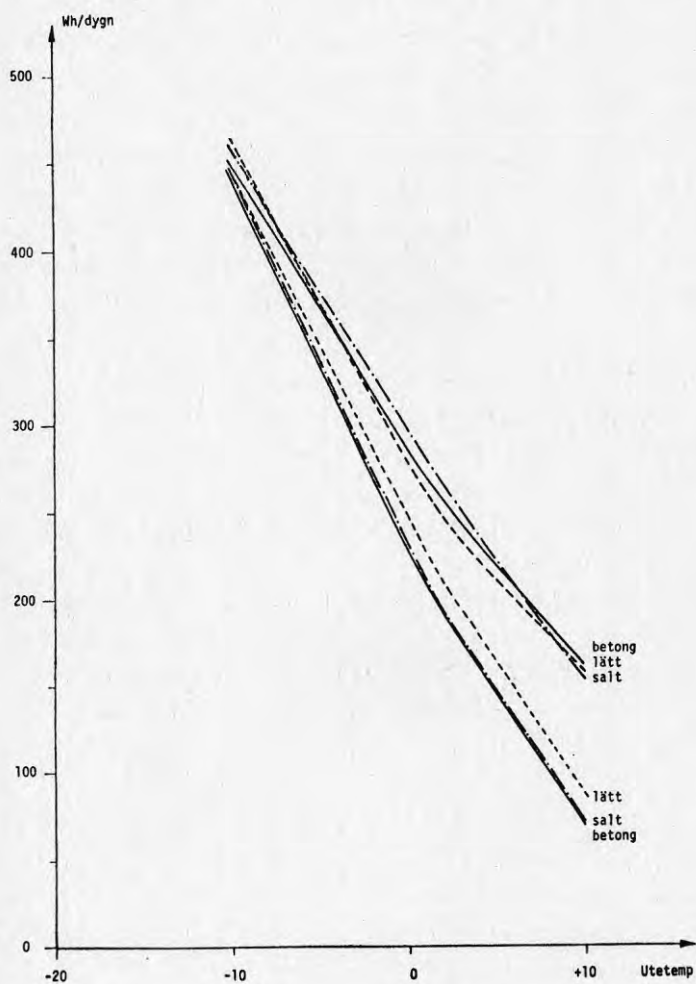


FIG.5.7 Tillförd energi per dygn som funktion av temperaturen vid varierande termisk tröghet och varierande reglering för uppvärmningssystemet. Den undre kurvskaran hänför sig till beräkningstekniskt perfekt reglerande radiatorer. För den övre kurvskaran gäller radiatortermostat med tillslags-temperatur enligt FIG.5.1.

6 SLUTSATSER

I kapitel 3 tabell 3.4.5 redovisades korrigerad energiförbrukning. Nedan redovisas en uppskattad energiförbrukning för hela 1980. Uppskattningen är baserad på graddagar för Borås under 1980 samt uppmätt energiförbrukning under natten uppgående till $0.120 \text{ kW}/^{\circ}\text{C}$. Reducering i energiförbrukning för salthuset för januari och september t o m december har uppskattats utgående ifrån uppmätta energibesparingar för februari t o m maj. Reduceringen har utförts proportionellt mot solskenstid enligt SMHI's mätningar för meteorologisk station i Lanna och för månader med inbördes lika solhöjder. I TAB.6.1 redovisas uppskattad energiförbrukning månadsvis. Ur tabellen erhålls energiförbrukningen för ett helt år inkl kyl, frys och fläkt enligt:

Referenshus	12 282	kWh
<u>Salthus</u>	<u>11 574</u>	<u>kWh</u>
Skillnad	708	kWh

Den procentuella skillnaden för ett år blir alltså 5.8%.

Denna siffra gäller för ett obott hus men inkluderande energi för driften av kyl och frys samt fläkt. Det konstaterade förhållandet mellan de två husen kan påverkas i stor utsträckning av de boendes nyttjande av bostaden. Exempel på faktorer att beakta i detta sammanhang är

- val av inomhustemperatur
- hushållselförbrukning
- varmvattenförbrukning
- personvärme
- avskärmning av fönster
- vädring
- utnyttjande av braskamin

Beräkningarna grundade på graddagsmetoden baseras på $+17^{\circ}\text{C}$ teoretiskt inomhustemperatur. I verkligheten har vi under eldningssäsongen haft ca $+20^{\circ}\text{C}$ inomhus. Uppskattning av månadsförbrukningen enligt denna metod stämmer dock väl överens med uppmätt korrigerat ener-

TAB.6.1 Uppskattad årsförbrukning för 1 jan - 31 dec 1980

Mån	Sol- skens- timmar enl Lanna	% av normal sol- skens- tid	Grad- dagar för Borås	Månads- medel temp.	Energi- bespa- ring i salthus W	Energi- förbr. salthus kWh	Energi- förbr. referens- hus kWh
jan	39	133	664	-4.3	50	1912	1949
febr	70	114	681	-6.5	109	1998	2074
mars	145	108	591	-2.1	164	1564	1686
april	170	94	383	4.1	117	996	1080
maj	243	104	156	9.8	67	480	530
juni	205	71	0	14.9	-	150	150
juli	229	88	0		-	155	155
aug	157	64	0	14.8	-	155	155
sept	109	72	99	12.0	140	285	386
okt	100	85	356	5.4	164	1025	1147
nov	62	150	481	1.0	109	1385	1464
dec	20	57	510	0.5	50	1469	1506
SUMMA			3921			11574	12282

giförbrukning enligt TAB.3.4.5. Detta kan tolkas som att mängden gratisenergi från solstrålning genom fönster motsvarar den energi som åtgår för att höja inomhustemperaturen från 17 till 20°C. Med ca 240 eldningsdagar åtgår ca 2000 kWh, vilket alltså till storleksordningen svarar mot tillgodogjord solinstrålning i referenshus under ett år. Salthuset har i förhållande till referenshuset bättre utnyttjat den tillgängliga energin från solinstrålning, svarande mot 708 kWh.

Totalt under en eldningsssäsong beräknas med metoden enligt Adamson (1978) ca 9300 kWh tillföras huset som solstrålning med helt oavskärade fönster. Tillgodogjord solinstrålning i förhållande till totalt tillgänglig blir för referenshuset 22% och för salthuset 29%. I verkligheten reduceras den tillförda solstrålningen på grund av användandet av gardiner och persienner samt växter framför fönstren. T.ex. beräknas utvändiga persienner reducera solinstrålningen med 90%, invändiga 40% och en ljus gardin 35%.

Om det antas att solinstrålningen reduceras med i genomsnitt 35% och att den tillgodogjorda solinstrålningen minskar i samma utsträckning erhålls

Tillgodogjord solstrålning referenshus	0.65·2000=1300 kWh
" " salthus	0.65·2708=1760 kWh
Total solinstrålning	0.65·9300=6000 kWh
Ökad energiförbrukning referenshus	12282+700=12982 kWh
" " salthus	11574+948=12522 kWh
Skillnad i referenshus-salthus	460 kWh

Skillnad i energiförbrukning mellan husen uttryckt i procent blir då 3.5%.

Anledningen till att större besparingar inte kan åstadkommas är det enkla faktum att värmeövergångskoefficienten vid takytan är begränsade för den effekt som kan upptas eller avges. Med en värmeövergångskoefficient på 4.5 W/m², °C och med stöd av maximalt uppmätta och teoretiskt beräknade temperaturskillnader mellan luft och salt på 5 °C en solig vårdag fås maximalt upptagen effekt 22.5 W/m². Vid urladdningsfasen erhålls på samma sätt med max 2 °C urladdningseffekter mel-

lan 0-9 W/m².

Huset med glaubersalt var även försett med en braskamin för vedeldning av typ Combitherm HLA (Hugos braskamin). Nedan uppskattas effekten av en sådan installation. Karakteristiska data för braskaminen är hämtade ur konsumentverkets skrift Braskaminer (1981).

En eldning bestående av 2 brasor med totalt 13 kg ved avger 40 kWh. Avsvälningstiden är 4 timmar, definierad som tiden från att den andra brasan lades in till dess att kaminens effekt sjunkit till 500 W. Om tiden för den första brasan läggs till erhålls ca 4.5 timmar. Under dessa 4.5 timmar uppgår transmissions- och ventilationsförlusterna vid $\Delta T = 20$ °C till 10.8 kWh. Eldningen ger upphov till temperaturhöjningar inomhus som uppskattas till maximalt 8°C eller i genomsnitt 4.0 °C under eldnings- och avsvälningsperioden. Uppladdningseffekten för salttaket blir då för 70 m² $4.5 \cdot 4.0 \cdot 70 = 1260$ W. Totalt lagras i saltet under 4.5 timmar 5.7 kWh. De teoretiska beräkningarna har visat att ca hälften av den energi som tillföres saltet återfås till rummet under urladdningsfasen. Dvs av de 5.7 kWh kan ca 2.8 kWh tillgodogöras för uppvärmning. Övriga omslutande konstruktioner, uppskattas tillföra rummet 5 kWh under samma period. I referenshuset har då $10.8 + 5 = 15.8$ kWh och i salthuset $10.8 + 5 + 2.8 = 18.6$ kWh av vedens energi utnyttjats. 13 kg ved innehåller ca 58 kWh. Detta innebär en systemverkningsgrad för de båda husen enligt:

$$\text{Referenshus} \quad \frac{15.8}{58.0} \cdot 100 = 27\%$$

$$\text{Salthus} \quad \frac{18.6}{58.0} \cdot 100 = 32\%$$

Dvs 5% bättre utnyttjande av veden i huset med glaubersalt i taket.

Av det sagda framgår att det är relativt blygsamma energibesparingar som är möjliga genom det använda lagringssystemet. Detta beror till största delen på de små effekter vid upp- och urladdning som blir fallet. Härvid är det temperaturdifferensen mellan luft och salttak samt värmeövergångskoefficient som är begränsande. Högre inomhustemperaturer än i undersökningen maximalt förekommande är det ur kom-

fortsynpunkt ej möjligt att arbeta med. Med den aktuella applikationen av glaubersaltet i taket är det ej heller möjligt att påverka värmeövergångskoefficienten i nämnvärd omfattning.

Ett bättre utnyttjande av materialet torde vara i någon form av aktivt system där glaubersaltet placeras i ett energilager som genomströmmas av uppvärmd luft med relativt hög hastighet. Detta möjliggör även utnyttjande av högre temperaturnivå på luften för att höja effekten eftersom komfortkriterier ej blir begränsande. I ett energilager av denna typ kan effekten även höjas genom tvåsidig uppvärmning.

BILAGA 1 Elenergiförbrukning i hus med glaubersalt

Nedan sammanställs elenergiförbrukningen i provhuset med glaubersalt med uppdelning i totalel och el för uppvärmning. Avläsningarna har skett automatiskt varje timme och registreras på en bandspelare. Mätningarna har utförts av Trollhätte Kraftverk under perioden från och med februari till och med juli 1980.

TAB.1.1 Avlöst totaltel under februari för hus med glaubersalt.

SKÖVDE TYGELN1, TOTALMÄTARE		800201 0000 -- 800229 2400 (.02 KWH/IMPULS)													KWH											
VF.DNR 00-01		02-03	04-05	06-07	08-09	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	SUMMA													
DAG															KWH											
5.5	1	.....	.....	.....	.....	.....	50	51	42	44	70	166	179	228	263	229	253	214	36							
5.6	2	197	201	248	250	212	202	240	289	222	134	151	49	143	150	67	146	156	173	175	210	230	190	183	201	88
5.7	3	221	233	211	192	193	288	285	226	197	202	176	139	75	65	43	80	154	196	206	178	173	192	295	278	90
6.1	4	209	192	212	254	242	193	213	246	260	189	74	54	40	45	57	124	104	104	217	164	201	219	219	200	80
6.2	5	229	263	234	208	286	282	214	297	364	203	103	145	40	54	47	48	104	164	176	219	237	187	183	210	91
6.3	6	293	272	199	213	238	222	185	216	224	205	194	197	191	209	210	179	192	267	299	220	184	213	248	218	105
6.4	7	179	216	232	214	198	206	249	206	197	255	228	143	75	163	157	170	191	219	237	216	205	238	212	217	97
6.5	8	195	284	325	276	246	268	221	201	278	214	222	51	62	42	43	65	70	52	137	228	177	191	194	168	80
6.6	9	167	235	211	190	282	232	183	265	230	168	134	152	117	95	134	188	168	178	210	211	194	206	218	183	90
6.7	10	192	229	204	268	246	224	198	182	212	208	169	159	204	205	175	160	171	211	201	215	240	221	195	163	97
7.1	11	163	187	205	156	156	151	189	208	170	145	156	185	230	167	144	163	153	182	183	174	156	153	157	200	83
7.2	12	184	154	156	172	277	248	152	150	170	206	173	144	149	163	149	146	158	191	195	159	220	251	209	155	86
7.3	13	155	150	197	200	160	156	182	195	178	152	165	142	189	224	170	164	183	183	157	173	222	181	162	149	84
7.4	14	203	204	168	151	180	262	261	158	161	139	139	154	132	139	137	143	150	173	168	141	157	177	215	166	82
7.5	15	139	142	143	149	165	152	140	141	136	135	135	137	128	144	223	201	152	146	141	175	172	146	148	140	72
7.6	16	144	146	137	158	158	147	206	217	82	38	32	25	23	16	10	20	23	20	31	45	60	80	98	195	43
7.7	17	169	174	127	136	141	137	140	145	85	54	33	32	24	24	10	51	102	51	36	45	62	82	89	136	40
8.1	18	134	107	119	163	175	175	153	169	179	96	39	38	25	25	29	28	37	59	77	83	95	134	133	143	49
8.2	19	204	211	144	144	153	157	137	136	147	139	150	152	138	137	134	147	186	224	183	148	171	176	163	156	76
8.3	20	150	175	215	187	157	152	174	209	190	231	182	159	141	147	143	146	143	162	160	183	152	154	159	163	81
8.4	21	174	266	224	161	146	198	181	154	162	133	166	169	97	143	139	145	139	251	271	146	157	162	209	107	84
8.5	22	166	159	216	200	176	182	248	203	148	117	118	56	26	29	27	24	27	33	62	90	103	150	134	155	57
8.6	23	166	227	240	201	160	212	205	161	164	88	57	36	35	25	25	36	36	57	154	154	154	132	152	161	61
8.7	24	161	156	160	215	189	166	199	226	186	86	133	102	37	33	25	28	33	51	78	93	135	111	147	168	58
9.1	25	190	160	222	240	177	207	171	171	161	175	147	49	43	32	37	33	33	63	144	178	166	148	153	188	66
9.2	26	198	170	197	221	183	188	196	141	178	140	125	53	33	35	33	40	78	123	141	176	166	152	163	183	64
9.3	27	144	191	215	240	193	160	211	177	144	147	164	133	54	54	37	59	87	136	201	229	188	171	159	71	81
9.4	28	166	186	212	163	161	222	188	171	182	211	146	200	213	163	151	96	181	176	147	152	203	167	139	143	82
9.5	29	139	180	169	169	227	198	182	162	180	55	33	25	19	17	20	19	51	34	69	71	142	192	162	107	50
													SUMMA ENERGI		KWH		2142									

TAB.2.1 Avläst totalel under mars månad för hus med gläubersalt.

SKOVD E TYGELN1. TOTALMÄTARE	KWH * 50. 800301 0000 -- 800331 2400 (.02 KWH/IMPULS)												SUMMA											
	02-03	04-05	06-07	08-09	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23													
VE-DAR CO-01	113	124	137	133	127	124	119	63	86	24	19	19	73	96	20	16	19	19	27	40	63	73	74	
DAG	2	109	102	124	86	103	157	204	452	41	31	29	19	20	21	19	30	28	56	72	71	129	209	203
9.0-1	119	127	135	143	147	175	180	136	60	33	34	17	26	20	52	98	49	21	30	54	64	82	122	114
10.2-4	112	122	130	149	156	165	154	206	127	40	45	28	32	22	26	24	25	25	33	63	95	107	192	200
10.3-5	147	158	137	162	165	137	140	136	138	118	58	52	58	134	157	117	116	114	141	130	138	123	136	153
10.4-6	152	158	130	136	140	193	193	117	117	49	38	47	21	26	24	21	18	35	55	43	100	184	184	127
10.5-7	129	121	127	121	132	124	127	129	126	187	194	169	65	60	28	125	122	120	130	129	133	128	127	136
10.6-8	153	200	229	179	137	135	136	138	160	155	152	139	141	125	131	136	129	146	218	214	164	140	147	135
10.7-9	134	139	136	162	166	136	142	142	134	137	195	.207	130	133	142	151	150	142	137	122	135	169	158	139
11.1-10	142	144	192	243	202	143	138	139	127	134	147	146	155	143	103	126	137	127	177	247	179	149	139	139
11.2-11	181	180	144	138	137	147	176	157	168	129	138	214	183	116	67	38	64	119	126	139	142	169	145	127
11.3-12	137	129	142	235	229	149	138	137	165	162	149	125	132	132	122	123	135	153	148	188	156	145	133	145
11.4-13	140	178	179	146	145	138	179	179	158	150	122	126	128	150	134	126	145	170	191	132	144	168	100	158
11.5-14	158	148	187	162	148	161	208	162	146	140	131	145	147	171	162	160	137	146	156	193	165	151	166	205
11.6-15	152	160	189	190	157	175	228	141	60	41	37	40	23	23	15	24	22	30	36	74	75	135	126	115
11.7-16	113	132	130	150	152	140	131	82	63	35	29	27	19	20	20	19	23	26	34	50	63	72	90	116
12.1-17	128	126	127	139	135	136	125	93	54	52	39	29	26	27	18	24	26	32	34	67	64	75	122	88
12.2-18	128	136	137	128	146	144	155	140	62	49	51	60	40	34	34	64	72	59	141	150	152	159	187	151
12.3-19	165	167	177	200	172	170	204	174	91	57	46	37	38	33	28	32	32	38	77	82	109	111	135	147
12.4-20	164	191	160	152	159	183	208	151	66	41	44	37	32	58	36	37	61	74	85	133	130	137	178	168
12.5-21	181	147	158	170	190	205	162	140	86	58	35	36	32	28	30	32	36	52	70	89	130	134	152	147
12.6-22	149	157	179	207	166	162	186	139	123	51	39	34	34	34	31	32	35	44	66	91	106	126	144	50
12.7-23	167	169	170	162	162	198	204	137	89	47	41	37	32	28	31	28	32	37	74	74	106	121	134	141
13.1-24	141	157	163	124	124	174	161	142	76	54	62	36	32	26	27	30	34	34	69	70	93	120	101	129
13.2-25	139	137	169	183	152	158	155	144	80	51	42	35	35	27	31	20	34	39	60	67	91	58	117	137
13.3-26	138	137	145	155	181	180	180	170	66	56	37	32	31	27	26	26	26	35	46	71	80	83	139	84
13.4-27	130	133	132	136	140	137	128	137	84	120	83	114	100	120	123	125	132	141	141	150	137	139	150	162
13.5-28	158	135	152	148	147	156	169	161	143	141	133	143	138	140	136	158	161	146	145	138	137	133	133	138
13.6-29	126	133	130	138	134	139	142	127	141	135	132	125	109	118	116	126	121	132	126	124	117	131	130	131
13.7-30	134	127	130	122	125	139	142	140	114	124	103	121	118	124	122	119	123	129	126	131	133	126	123	125
14.1-31	135	133	135	135	137	150	139	133	108	114	127	130	124	121	128	82	110	126	143	155	140	136	134	137

1705

KWH

SUMMA ENERGI

TAB.3-1 Avläst totalelet under april månad för hus med gläubersalt.

SKÄVDE TYGELN1. TOTALMÄTARE	KWH * 50. 800401 0000 -- 800430 0100S (.02 KWH/IMPULS)																SUMMA	KWH										
	VE-DNR UC-01 01502	02-03 03504	04-05 05506	06-07 07508	08-09 09510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520	20-21 21522	22-23 23524	SUMMA	KWH														
14.2	1	140	133	136	124	144	146	153	137	101	102	112			52	61	42	47	67	76	116	104	125	124	125	128	130	53
14.3	2	135	129	128	141	149	162	150	142	138	134	134	134	122	132	129	132	135	133	143	157	163	141	131	138	66		
14.4	3	140	139	177	169	166	140	137	141	140	158	159	132	132	134	131	137	128	126	136	135	153	173	156	166	69		
14.5	4	139	140	140	172	173	159	140	172	52	43	31	28	27	26	27	26	32	37	32	57	65	72	70	136	93	59	
14.6	5	113	125	126	133	137	129	106	66	43	35	31	27	24	22	23	24	27	29	41	47	65	68	81	33	25		
14.7	6	54	119	87	103	127	120	104	76	47	40	29	27	26	14	25	21	22	18	28	28	21	37	62	45			
15.1	7	56	51	80	65	124	95	80	50	49	31	31	28	22	25	28	25	37	52	62	54	97	82	114	96	29		
15.2	8	118	125	115	123	123	125	55	98	68	32	28	27	27	27	27	27	22	27	37	46	64	46	66	70	31		
15.3	9	104	76	110	108	113	170	120	117	58	65	40	30	28	27	25	23	24	31	36	41	57	65	55	74	29		
15.4	10	126	72	102	117	113	115	127	117	81	92	49	31	33	28	31	26	26	28	35	43	52	65	70	79	34		
15.5	11	98	120	68	116	112	128	52	66	43	36	31	25	19	26	26	16	25	21	27	35	33	45	67	64	26		
15.6	12	61	81	99	123	89	80	110	45	47	29	28	27	27	21	15	22	19	21	27	21	28	28	35	35	22		
15.7	13	38	55	60	69	66	75	57	63	50	32	26	23	24	17	26	15	21	27	21	27	28	36	36	44	19		
16.1	14	54	68	58	68	120	83	87	52	43	30	29	26	21	21	16	21	15	25	22	24	24	33	30	35	20		
16.2	15	35	57	57	55	78	66	64	54	41	31	27	27	17	24	15	15	21	21	15	25	22	27	28	35	17		
16.3	16	36	50	52	59	70	63	53	51	39	28	29	27	21	21	15	16	21	20	15	26	21	26	28	27	16		
16.4	17	39	38	42	46	50	64	46	33	38	26	30	27	25	33	26	31	30	30	30	66	38	66	66	111	20		
16.5	18	50	102	106	111	81	78	119	46	40	38	32	29	35	28	22	29	18	26	28	32	39	49	37	63	25		
16.6	19	43	61	87	57	95	94	84	66	88	47	0	0	0	0	0	89	78	75	66	88	96	90	144	125	34		
16.7	20	92	128	137	141	139	134	84	83	59	80	109	116	119	125	106	75	85	79	70	90	111	127	133	50			
17.1	21	144	141	143	155	139	145	105	101	85	46	43	38	33	32	35	36	36	42	43	54	78	83	70	119	39		
17.2	22	170	121	135	126	133	128	101	106	52	45	40	47	45	44	35	35	38	46	54	72	69	66	115	127	38		
17.3	23	109	121	125	119	137	112	87	123	52	47	36	43	38	29	27	28	30	33	41	39	52	55	58	75	33		
17.4	24	69	112	113	107	118	88	112	120	42	39	38	36	30	35	30	41	53	50	58	51	65	67	70	117	33		
17.5	25	98	80	117	98	123	125	106	82	114	116	111	57	72	114	71	103	68	107	115	62	119	106	109	117	47		
17.6	26	117	123	70	107	112	120	115	114	120	87	106	77	101	66	99	76	84	78	110	90	125	104	91	148	48		
17.7	27	80	116	98	119	108	113	83	99	105	115	108	124	64	107	108	107	114	118	89	85	119	110	124	113	51		
18.1	28	116	125	121	122	126	115	115	130	105	61	90	79	64	117	59	64	93	75	96	65	100	106	116	101	47		
18.2	29	81	94	109	102	129	109	94	77	106	107	124	75	80	124	55	98	104	109	73	91	111	111	99	48			
18.3	30	81	98	118	110	112	105	125	86	83	115	124	98	111	57	106	91	73	117	96	117	68	98	113	124	48		
																											1089	

SUMMA ENERGI

KWH

TAB.3.3 Avläst elvärme kl 22-6 under april månad för hus med glaubersalt.

SKYDPL	TYGELN1.ELVÄRME NATT												KMH															
	00-01 01502	02-03 03504	04-05 05506	06-07 07508	08-09 09510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520	20-21 21522	22-23 23524		SUMMA														
14.2	1	127	120	124	111	132	126	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	117	19		
14.3	2	123	108	117	116	128	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	125	20	
14.4	3	127	126	166	156	135	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	134	22	
14.5	4	125	128	128	159	161	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	82	21
14.6	5	100	112	114	114	121	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	69	16
14.7	6	42	107	74	92	115	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	33	12
14.1	7	44	39	66	54	111	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	83	12
14.2	8	105	111	103	111	111	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	58	15
14.3	9	91	64	99	95	100	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	62	12
14.4	10	114	60	90	104	101	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	67	14
14.5	11	84	108	57	103	101	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	52	13
14.6	12	40	79	87	109	77	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	23	10
14.7	13	25	44	46	58	54	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	32	7
14.1	14	42	57	45	58	107	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	23	8
14.2	15	26	46	46	43	66	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	24	7
14.3	16	24	37	39	47	59	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	16	6
14.4	17	16	26	30	35	37	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	100	6
14.5	18	38	91	94	101	70	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	51	11
14.6	19	30	49	74	45	81	76	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	125	12
14.7	20	79	114	124	128	125	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	121	18
14.1	21	133	129	132	144	127	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	109	19
14.2	22	119	111	124	116	123	115	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	116	19
14.3	23	98	113	115	110	125	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	65	15
14.4	24	59	101	101	96	108	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	106	14
14.5	25	87	70	107	87	113	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	105	16
14.6	26	107	112	60	96	102	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	79	15
14.7	27	69	105	87	109	97	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	102	15
14.1	28	107	115	110	112	115	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	89	18
14.2	29	71	83	99	92	117	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	87	14
14.3	30	71	86	106	98	101	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	112	16

TAB. 4.2 Avläst elvärme kl 6-22 under maj månad för hus med gläbersalt.

SKYVDE V.F. P P. S	02-03		04-05		06-07		08-09		10-11		12-13		14-15		16-17		18-19		20-21		22-23		KWH SUMMA		
	02-03 02504	03-04 03504	04-05 04506	05-06 05506	06-07 07508	07-08 07508	08-09 09510	09-10 09510	10-11 11512	11-12 11512	12-13 13514	13-14 13514	14-15 15516	15-16 15516	16-17 17518	17-18 17518	18-19 19520	19-20 19520	20-21 21522	21-22 21522	22-23 23524	23-24 23524		KWH	
15.4	1	0	0	0	0	0	49	29	35	34	31	25	29	25	34	21	36	34	59	76	102	7	0	15	
15.5	0	0	0	0	0	1	67	101	62	37	28	30	23	23	24	23	34	25	40	56	37	2	0	13	
15.6	0	0	0	0	0	2	80	107	61	68	37	36	38	28	45	33	52	79	77	42	106	1	0	18	
15.7	0	0	0	0	0	0	73	59	40	37	25	29	24	19	21	18	26	23	24	24	31	36	1	0	11
15.8	0	0	0	0	0	0	47	47	42	35	34	22	17	25	12	14	19	14	22	17	30	20	1	0	8
15.9	0	0	0	0	0	5	57	48	34	33	24	16	18	12	5	9	16	15	13	16	21	16	0	0	7
16.0	0	0	0	0	0	1	36	36	35	22	21	10	12	5	12	13	12	15	25	19	22	0	0	6	
16.1	0	0	0	0	0	2	28	47	28	26	31	28	23	40	26	29	30	28	47	73	63	57	2	0	13
16.2	0	0	0	0	0	5	55	51	37	34	26	31	25	25	27	28	23	31	23	30	53	50	14	0	11
16.3	0	0	0	0	0	1	50	37	37	38	27	34	24	24	22	25	25	17	30	24	33	48	1	0	10
16.4	0	0	0	0	0	1	98	51	33	37	32	24	25	23	24	24	24	28	24	30	53	1	0	11	
20.1	13	0	0	0	0	1	94	39	45	36	24	22	22	15	14	15	21	14	14	15	28	2	0	9	
20.2	13	0	0	0	0	6	61	83	35	36	24	22	20	13	14	8	7	8	8	8	14	0	0	8	
20.3	14	0	0	0	0	0	24	25	12	16	14	6	8	7	1	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0
20.4	11	0	0	0	0	0	13	15	10	12	7	8	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20.5	10	0	0	0	0	0	7	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.6	17	0	0	0	0	0	17	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20.7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.3	21	0	0	0	0	1	11	14	14	14	8	14	8	13	9	7	1	8	13	9	11	8	1	0	1
21.4	22	0	0	0	0	1	19	21	22	16	12	13	10	11	9	5	2	7	11	6	13	9	14	0	4
21.5	23	0	0	0	0	0	15	9	10	12	8	7	0	7	1	1	7	6	3	5	7	3	0	0	3
21.6	24	0	0	0	0	0	14	11	15	10	13	6	14	8	8	8	13	9	8	12	0	0	0	2	
21.7	25	0	0	0	0	0	10	15	8	14	8	9	14	8	8	13	9	17	8	14	10	1	0	0	3
22.1	26	0	0	0	0	1	18	23	24	23	21	25	20	15	21	21	20	19	24	24	31	1	0	0	7
22.2	27	0	0	0	0	1	37	22	21	19	25	14	8	8	6	7	13	9	9	20	1	0	0	0	3
22.3	28	0	0	0	0	1	16	15	11	15	9	6	8	8	7	1	8	7	8	2	1	0	0	0	5
22.4	29	0	0	0	0	0	9	14	9	8	4	7	1	0	0	0	1	0	7	1	0	0	0	0	1
22.5	30	0	0	0	0	0	2	8	8	7	5	4	7	7	0	8	7	1	0	7	1	0	0	0	2
22.6	31	0	0	0	0	0	8	8	8	5	3	8	7	1	8	7	1	4	4	4	8	0	0	0	2

SUMMA ENERGI

KWH

182

TAB.4.3 Avlöst elvärme kl 22-6 under maj månad för hus med gläubersalt.

VEKT G15C2 PAC	800501 0100S-- 800511 0100S (		KWH * 50.		800501 0100S (		+02 KWH/IMPULS)		KWH		SUMMA KWH					
	CO-01 035C2	02-03 035C4	04-05 055D6	06-07 075D8	08-09 09510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520		20-21 21522	22-23 23524			
16.1	1	85	110	106	115	108	99	0	0	0	0	0	64	85	15	
16.1	2	99	116	118	92	116	120	0	0	0	0	0	0	109	73	17
16.1	3	56	113	100	93	104	66	0	0	0	0	0	0	82	58	14
16.1	4	96	86	100	106	98	95	0	0	0	0	0	0	39	45	13
16.1	5	94	81	63	108	86	100	0	0	0	0	0	0	32	26	12
16.1	6	31	65	69	73	97	50	0	0	0	0	0	0	28	20	8
16.1	7	30	27	32	44	26	43	0	0	0	0	0	0	25	22	5
16.1	8	27	23	24	31	32	0	0	0	0	0	0	0	77	92	7
16.1	9	45	45	45	91	89	92	68	0	0	0	0	0	77	110	13
16.1	10	56	73	82	102	89	99	0	0	0	0	0	0	35	65	13
16.1	11	78	100	99	63	94	81	0	0	0	0	0	0	48	95	13
20.1	12	113	65	81	115	102	97	0	0	0	0	0	0	26	32	13
20.1	13	78	66	89	89	87	50	0	0	0	0	0	0	10	15	10
20.1	14	17	19	22	38	25	24	0	0	0	0	0	0	8	7	3
20.1	15	6	4	13	8	14	12	0	0	0	0	0	0	6	4	1
20.1	16	7	1	8	8	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20.1	17	0	0	0	7	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20.1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.1	21	15	16	12	17	17	17	0	0	0	0	0	0	12	8	0
21.1	22	16	17	19	20	22	24	0	0	0	0	0	0	13	13	2
21.1	23	7	14	10	9	14	0	0	0	0	0	0	0	11	11	3
21.1	24	15	12	13	17	16	0	0	0	0	0	0	8	13	10	2
21.1	25	10	16	19	13	16	0	0	0	0	0	0	9	10	14	2
21.1	26	17	23	16	17	23	0	0	0	0	0	0	15	17	15	2
21.1	27	29	19	20	39	25	0	0	0	0	0	0	23	26	32	4
21.1	28	24	11	28	28	23	0	0	0	0	0	0	10	22	17	4
21.1	29	8	14	9	10	16	0	0	0	0	0	0	6	8	8	3
21.1	30	3	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	3	6	5	2
21.1	31	4	8	2	7	2	0	0	0	0	0	0	3	7	5	0
21.1	31	4	8	2	7	2	0	0	0	0	0	0	8	5	4	1
											SUMMA ENERGI	184				

TAB.5.1 Avläst totalt under juni månad för hus med gläubersalt.

VE-DNR 00-01 01S02 DAG	SKRYDDE TYGELM1. TOTALMÄTARE												SUMMA	KVH							
	02-03 03S04	04-05 05S06	06-07 07S08	08-09 09S10	10-11 11S12	12-13 13S14	14-15 15S16	16-17 17S18	18-19 19S20	20-21 21S22	22-23 23S24	SUMMA									
22.7 1	68	64	69	64	70	67	66	63	60	64	58	59	58	58	60	63	57	63	56	30	
23.1 2	62	57	56	62	65	58	65	66	58	75	65	63	63	62	65	60	64	63	56	62	30
23.2 3	59	60	64	60	59	64	59	65	66	60	65	63	70	68	60	59	61	57	57	62	29
23.3 4	57	57	57	56	57	58	60	61	60	60	61	60	61	60	60	59	59	58	56	57	29
23.4 5	58	58	57	56	60	58	61	60	60	61	61	60	61	60	61	59	60	57	57	58	28
23.5 6	58	59	57	59	59	59	59	66	64	63	63	62	62	61	60	60	59	60	59	59	29
23.6 7	58	58	57	58	57	60	60	60	59	60	60	61	61	61	61	60	62	58	57	58	28
23.7 8	58	58	57	58	60	60	60	60	60	59	61	60	60	61	60	60	60	60	58	57	29
24.1 9	58	55	57	57	59	59	61	61	60	62	61	62	61	62	60	61	60	59	58	57	28
24.2 10	58	57	57	56	60	58	60	61	61	62	61	62	63	60	61	61	61	58	59	59	28
24.3 11	58	57	58	58	60	59	62	62	63	61	62	63	63	62	60	60	60	59	59	60	29
24.4 12	59	59	57	23	0	0	0	0	57	63	61	61	61	62	60	59	60	57	57	58	22
24.5 13	56	57	57	59	59	60	61	61	62	60	60	62	61	65	60	60	60	59	57	58	28
24.6 14	58	57	58	58	58	60	59	60	59	60	60	61	59	61	60	60	60	58	57	58	29
24.7 15	58	57	57	58	60	60	59	61	61	60	60	59	60	62	61	61	60	59	58	58	28
25.1 16	57	59	58	56	59	59	61	61	60	61	62	60	62	61	60	61	59	58	57	57	29
25.2 17	56	57	57	56	58	60	59	61	62	61	62	60	62	60	60	61	61	57	59	57	28
25.3 18	58	59	56	57	59	59	60	61	62	61	62	61	61	60	60	60	58	58	57	58	29
25.4 19	57	57	56	58	58	59	59	62	61	60	61	62	62	59	60	60	58	58	57	59	28
25.5 20	58	57	58	57	58	59	60	59	60	60	62	61	62	61	60	60	58	57	58	58	29
25.6 21	56	58	57	59	60	60	59	59	61	61	59	60	61	60	59	60	59	60	57	58	28
25.7 22	57	57	58	57	59	60	59	60	61	61	60	60	60	59	60	59	58	57	58	57	29
26.1 23	57	57	57	58	59	60	59	61	60	61	62	60	61	61	60	58	60	57	57	58	28
26.2 24	58	58	57	58	59	60	61	61	61	61	60	61	44	61	63	64	65	65	62	62	29
26.3 25	63	61	62	61	63	63	65	64	65	65	66	65	66	64	65	64	56	62	62	63	30
26.4 26	62	61	62	60	64	64	63	65	63	63	64	63	63	62	63	62	59	59	61	60	30
26.5 27	61	58	60	59	60	62	61	63	64	63	65	63	64	63	63	62	60	61	59	60	30
26.6 28	61	58	60	59	61	62	63	63	64	63	64	62	64	64	63	62	61	60	60	61	29
26.7 29	59	61	60	59	62	61	62	64	62	64	63	62	64	63	64	63	61	60	60	61	30
27.1 30	60	60	61	59	62	61	55	55	56	60	67	65	66	66	65	65	63	63	60	61	30
																					861

KVH

SUMMA

800601 01005-- 800630 01005 (.02 KVH/IMPULS)

18-19 19S20

20-21 21S22

22-23 23S24

24-25 25S26

26-27 27S28

28-29 29S30

30-31 31S32

32-33 33S34

KVH

SUMMA ENERGI

861

TAB.5.2 Avlöst elvärme kl 6-22 under juni månad för hus med glaubersalt.

SRIVDE	TYSELAT1-ELVÄRME	DAG	KWH • 50.		80001 01000000 -- 800030 01000						%: KWH/IMPULS				KWH						
VE.DNR	00-01 C1502	02-03 03504	04-05 C3502	06-07 C7508	08-09 C9510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520	20-21 21522	22-23 23524	SUMMA								
DAG	1	0	1	11	11	8	5	3	7	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0		
22,7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
22,7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22,7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22,7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,4	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,3	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,5	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,6	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,2	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,3	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,4	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,6	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,7	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24,7	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SUMMA ENERGIER

TAB.5.3 Avläst elvärme k1 22-6 under juni månad för hus med gläubersalt.

SPRÖVE TYGELN1-ELVÄRME NATT		RMH + 50.		80601 01003-- 80630 01005		.02 KWH/IRPULS)		KWH					
VF.DNR	CD-01	02-03	04-05	06-09	10-11	12-17	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	SUMMA	KWH
DAE	01502	03504	C3502	C9510	11512	13514	15516	17518	19520	21522	23524		
22.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
22.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
22.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
23.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
24.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
25.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
26.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
27.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
28.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.1	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.2	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.3	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.4	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.5	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.6	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.7	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.8	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
29.9	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1
30.0	1	14	1	8	14	5	0	0	0	0	0	0	1

SUMMA ENERGI KWH

TAB.6.1 Avlöst totalt under juli månad för hus med glaubersalt.

VI-DNR 01502	SÄNDVE TYGELN1. TOTALMÄTARE												SUMMA									
	02-03 03504	04-05 05506	06-07 07508	08-09 09510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520	20-21 21522	22-23 23524	KWH										
27.2 1	62	61	61	63	63	63	66	67	64	66	66	66	66	64	65	65	63	62	62	62	29	
27.3 2	62	62	62	65	63	65	65	65	65	65	66	66	66	66	65	66	63	64	63	62	31	
27.4 3	61	63	61	61	62	64	63	65	67	74	70	69	70	69	70	68	69	69	67	67	32	
27.5 4	66	66	66	67	64	67	68	69	71	71	70	71	70	71	70	70	69	69	67	67	33	
27.6 5	67	65	66	66	66	68	68	69	69	70	69	68	70	69	69	69	69	71	65	66	32	
27.7 6	66	66	67	66	67	68	69	69	61	69	69	70	69	69	70	69	69	70	66	65	33	
27.8 7	67	66	67	66	67	67	69	69	73	70	70	71	71	71	71	69	70	69	68	67	33	
27.9 8	67	67	67	66	67	67	68	69	70	71	70	71	71	70	71	70	69	70	65	66	33	
27.10 9	67	67	67	67	67	68	69	70	70	70	71	72	71	71	72	71	69	69	67	67	33	
27.11 10	66	66	66	66	66	69	68	70	70	71	72	71	71	71	72	71	69	70	68	67	33	
27.12 11	67	66	67	67	67	68	69	70	71	71	71	69	72	70	71	70	69	70	67	67	33	
27.13 12	68	67	66	67	66	67	68	69	70	70	69	70	69	70	70	70	71	69	66	66	33	
27.14 13	66	67	67	66	65	68	69	70	69	70	69	70	70	70	69	70	70	68	66	66	33	
28.1 14	68	67	68	65	66	68	70	68	70	69	52	26	25	25	25	25	26	25	24	24	22	
28.2 15	22	24	23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	26	24	24	24	24	
28.3 16	22	23	22	23	22	24	23	24	25	24	24	25	24	25	24	25	23	24	23	22	22	
28.4 17	22	22	22	22	23	23	22	24	23	24	25	24	25	24	24	24	24	24	24	23	22	
28.5 18	22	22	22	22	22	23	22	24	23	24	24	25	23	25	24	24	24	24	24	23	23	
28.6 19	22	23	21	22	22	22	22	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	22	22	21	
28.7 20	17	13	14	13	13	13	14	13	14	13	13	14	14	14	13	14	14	14	14	14	10	
28.1 21	12	14	12	13	14	12	14	14	14	14	15	15	16	15	14	15	15	14	15	13	7	
28.2 22	13	13	13	13	13	14	13	14	15	15	15	16	15	15	15	15	14	15	14	15	7	
28.3 23	13	14	13	14	14	14	14	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	13	7	
28.4 24	12	14	13	13	12	14	14	14	14	15	14	16	15	15	15	15	15	15	14	13	6	
28.5 25	13	14	13	13	13	13	14	14	14	15	14	15	15	15	15	15	15	14	15	14	7	
28.6 26	13	14	13	13	13	13	14	14	14	15	14	15	15	15	15	15	15	15	14	13	7	
28.7 27	13	14	13	13	13	14	14	14	14	14	15	14	15	14	15	15	15	15	14	14	14	7
28.1 28	14	13	14	13	13	14	14	14	14	15	15	15	16	14	15	14	15	14	14	14	7	
28.2 29	13	14	13	12	14	13	13	13	14	14	15	15	15	15	15	14	15	15	14	14	6	
28.3 30	14	13	14	12	13	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	14	15	14	14	7	
28.4 31	13	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	14	14	7	

KWH

KWH

SUMMA ENERGI

KWH

579

TAB.6.2 Avläst elvärme k1 6-22 under juli månad för hus med glaubersalt.

DAG	TYGELN1.ELVÄRME		DAG		KWH * 50.		600701 D10U5-- F00731 D10U5 (		.02 KWH/IMPULS)		22-23 23524	KWH
	02-03 03504	04-05 05506	06-07 07508	08-09 09510	10-11 11512	12-13 13514	14-15 15516	16-17 17518	18-19 19520	20-21 21522			SUNNA
27.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.04	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
27.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.05	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
28.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMMA ENERGI											KWH	

TAB.6.3 Avläst elvärme k1 22-6 under juli månad för hus med glaubersalt.

SKÖVDE TYGELMÅLSELVÄRME NATT		MWH • 50.		800701 01005-- 200731 01005 (•02 KWH/IMPULS)												SUMMA	
VF.DNF	00-01	02-03	04-05	06-07	08-09	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23					
DAG	01502	03504	05506	07508	09510	11512	13514	15516	17518	19520	21522	23524					
27.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27.2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27.4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27.5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27.6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27.7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28.7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.6	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.7	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.2	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.3	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.5	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.6	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30.7	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31.1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31.2	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31.3	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31.4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
													SUMMA	ENERGI	KWH	0	

LITTERATUR

Adamson, B., Källblad, K., 1978, Byggnaders energibalans - En handberäkningsmetod. Institutionen för Byggnadskonstruktionslära, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Braskaminer och vedeldning, 1981, Konsumentverket, Värme i småhus serie 2.

Byggmästaren, 1980, nr 11, November, årg.59, Stockholm.

Hetenyi, I, Lagerkvist, K-0, 1981, Långtidstest genom cykling av saltsmältlager med glaubersalt som energilagringmaterial. VVS-Teknik, Statens Provningsanstalt. SP-Rapport 1981:05.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791177-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till inst. för Byggnadskonstruktionslära, Lunds
Tekniska Högskola, Lund.**

R26: 1982

ISBN 91-540-3654-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700526

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms