



# RAPPORT

Dokumentation från  
TräteknikCentrums temadag  
Grundläggning av trähus - Trähusdag  
1985 - 11 - 06

TräteknikCentrum, Rapport serie P nr 38

**TräteknikCentrum**

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Dokumentation från TräteknikCentrums temadag

GRUNDLÄGGNING AV TRÄHUS - TRÄHUSDAG  
1985-11-06

TräteknikCentrum, Rapport serie P nr 38

Nyckelord

air conditioning
costs
crawl space
energy consumption
fire resistance
foundations
lumber
moisture content
residential construction
single family houses
standards
truss design
trusses
ventilation

Stockholm november 1985

PROGRAM

---

Grundläggning av trähus - Trähusdag

6/11 1985 i Folkets Hus, Brunnsgratan 13-15, Jönköping

---

08.45	Samling och registrering	
09.00	Inledning, utdelning av enkät Åke Ericson, Hem i Villa AB	
09.15	TräteknikCentrum och dess verksamhet Ingemar Ekdahl, TräteknikCentrum	
09.30	TSTOL: dimensioneringsprogram för takstolar Lägesrapport Lars Boltéus, Göteborgs Datacentral	
10.00	Kaffe Energibesparing; frånluftvärmepump, ventilationsvärmväxlare eller byggnads- tekniska åtgärder? Resultat av tekniska och ekonomiska jämförelser mellan olika alternativ Christer Harrysson, Bygg- och Energi teknik	sid 4
11.00	Träkonstruktioner och brand; Lägesrapport Joakim Norén, TräteknikCentrum	sid 15
11.30	Nyheter i Plan- och ByggLagen (PBL) som är väsentliga för träindustrin och småhusbygge Rune Johansson, Statens Planverk	sid 19
12.10	Lunch	
13.10	Grundläggning Myndighetskrav på grunder, speciella frågor kring kryprum och varmgrunder Clarence Hector, Statens Planverk	sid 27
13.50	Rörelser i träbjälklag och fuktförhållan- den i kryprum. Erfarenheter från experiment och enkäter Ulf Bergström, LB-hus AB	sid 49
14.20	Kaffe	
14.50	Ventilation av kryprum, resultat från mätningar av luftväxling och fukt Jan Gustén, Avd för byggnadskonstr. , KTH	sid 54
15.20	Nya grundläggningssätt - Legalettgrunden, Curt Ingeström Legalett AB - RABO Varmgrund, Lars-Göran Björk, Rabo Prod. AB	sid 60 sid 61
16.00	Summering, insamling av enkät Åke Ericson, Hem i Villa AB	
16.15	Temadagen slut	

## GRUNDLÄGGNING AV TRÄHUS - TRÄHUSDAG

Varför blir det fukt i en del kryprumsgrunder?

Vad skall man tänka på då det gäller värme och ventilation av grunden?

Vilket är det säkraste och bästa sättet att värma en varmgrund?

Detta är några frågor som blir behandlade vid TräteknikCentrums temadag om trähus. En rad erfarenheter om krytrum och varmgrunder finns idag. Vid årets Trähusdag kommer forskare och representanter från företag och myndigheter att redovisa dessa erfarenheter.

En stor samordnad forskning har startat kring träkonstruktioner och brand. Projektet har TräteknikCentrum som hemvist men delar av arbetet bedrivs även vid flera andra institutioner. Några aktuella frågor och en lägesrapport ges vid temadagen.

Vid temadagen behandlas dessutom nyheter i den föreslagna Plan- och Bygglagen som är väsentliga inom träbyggeri samt ett datoriserat dimensioneringsprogram för takstolar och några olika alternativ till energibesparing i småhus jämförs.

VÄLKOMNA!

Åke Ericson

Ordf. i TräteknikCentrums styrgrupp "Trähus"

I

FRÄNLUFTSVÄRMEPUMP, VENTILATIONSVÄRMEVÄXLARE  
ELLER BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER ?

Resultat av tekniska och ekonomiska jämförelser  
mellan olika alternativ

av

Christer Harrysson

## SAMMANFATTNING

### Ökad energibesparing med förbättrad helhetssyn

Allt energisnålare småhus har bland annat medfört större risker för övertemperaturer och onödigt hög installerad effekt. Betydande avvikelser mellan beräknade och uppmätta effekt- och energiuttag har många gånger konstaterats. Energiåtgången i en byggnad påverkas av ett stort antal faktorer. Ofta diskuteras en inverkan faktor eller energisparåtgärd utan att den betraktas i sitt sammanhang, dvs småhusets energisystem. Betydande variationer förekommer såväl mellan olika hus som mellan "tekniskt identiskt utformade" hus.

Ett av de svåraste besluten vid nyproduktion av småhus gäller valet av energislag, värme- och ventilationssystem samt energisparåtgärd(-er). Ofta leder genomförandet av en viss åtgärd till försämrad lönsamhet för andra åtgärder. Olika faktorer beroende av varandra måste därför beaktas.

Vid bedömning av vilka energisparåtgärder som bör komma ifråga och i vilken ordning eller kombination olika åtgärder skall vidtas, bör den verkliga energiåtgången i huset kunna beräknas och beaktas med vederbörlig hänsyn till aktuella byggnadsmaterial, konstruktioner, täthetsförhållanden, installationer m m. Energiprisutvecklingen har lett till att man i ökad utsträckning börjat använda energibalanser som grund för olika bedömningar.

Energiuppgifter lämnade i anslutning till energibalansbestämningar används ofta felaktigt beroende på ofullständigt definierade förutsättningar, t ex begreppen uppvärmningsbehov och varmvattenenergi. Valet av energikälla, värme- och ventilationssystem samt byggnadens energistatus måste ses i hela sitt sammanhang. Den totala energiåtgången från energikällan till och med byggnadens energianvändning måste beaktas inkluderande energi för varmvatten och hushållsel.

Denna utredning syftar till att skapa ett bättre beslutsunderlag som grund för val av energisparåtgärder, värme- och ventilationssystem i nya småhus. Detta möjliggörs genom sammanställning av litteraturuppgifter och systematiskt genomförda energibalansbestämningar för olika beräkningsfall.

Syftet är vidare att studera hur normala variationer hos betydelsefulla faktorer påverkar energin till värmesystemet, hushållsel och varmvatten. Dessutom är avsikten att förslå hur en standardisering av beräkningsresultatens presentation bör ske.

På basis av beräknade energiuppgifter, vilka relateras till i litteraturen angivna motsvarande värden (uppmätta eller beräknade) är slutligen avsikten att göra tekniska och ekonomiska jämförelser mellan olika energisparåtgärder, värme- och ventilationssystem. Speciellt studeras därvid olika ventilationsystem, frånluftsvärmepump och ventilationsvärmeväxlare. Genom en bakgrundsbeskrivning av samspelet mellan täthet, mikroklimat, ventilationsbehov och energiförbrukning skapas säkrare beslutsunderlag inom detta delområde.

### Beräkningsmetoder

Vissa tekniska utredningar och marknadsföringskampanjer för nya småhus och energisparapparater har visat sig innehålla orealistiska energibehov. Materialet baseras på beräkningar som endast gäller under speciella antaganden och betingelser. Energiåtgången påverkas emellertid i praktiken kraftigt av t ex varmvattenförbrukningen, ventilations- och vädringsvanor samt av arbetsutförandet. Färdiga datorprogram för energiberäkningar ställer krav på användaren vid val av indata och tolkning av resultaten.

Energibalansbestämningar utförs ofta med relativt enkla metoder, vilka baseras på ett deterministiskt synsätt. Resultaten har därmed relativt begränsad giltighet. Slutsatser baserade på dylika resultat får därmed en relativt låg tillförlitlighet. Stora variationer i energiåtgång föreligger mellan olika hus fram-

för allt beroende på skillnader i brukarvanor och produktionsförhållanden. Energiberäkningar ger därför oftast ingen exakt överensstämmelse med verkligheten, särskilt inte för ett enstaka hus. Flera studerade beräkningsfall med en enkel metod förefaller därför vara mer lämpligt än ett färre antal med en mer sofistikerad, arbets- och kostnadskrävande metod.

I detta arbete har därför Planverkets beräkningsmetod ENORM använts. För att öka tillförlitligheten och användbarheten hos lämnade energi- och kostnadsuppgifter ges dessa där så är möjligt i form av ett riktvärde (medelvärde) och variationer. Ju energisnålare huset är desto viktigare blir det att beakta de olika delposterna i energibalansen och deras komplexa samband. Osäkerheten hos valda indata och deras inverkan på beräknad energiåtgång ökar kraftigt ju energisnålare huset är, åtminstone relativt sett.

Den använda beräkningsmetoden (ENORM) baseras på att medelförhållandena antas vara representativa under aktuell tidsperiod (månad) för vilken energibalanser upprättas. Tillförlitligheten hos beräkningsmetoden bör snarast kontrolleras för dagens energisnåla småhus. Särskilt bör metoden kontrolleras och modifieras med hänsyn till de teoretiska och experimentella erfarenheter som på senare år gjorts för ventilationsvärmeväxlare och frånluftsvärmeväxlare.

Allt energisnålare småhus har accentuerat behovet av noggrannare dimensioneringsmetoder. Dessa bör utvecklas så att tidsberoende förhållanden under kortare tidsperioder än månad kan studeras inkluderande bland annat erforderlig hänsyn till värmekapacitetens betydelse.

#### Täthet - ventilation - återvinning

Energibesparing genom åtgärder inom ventilationsområdet kan ske genom att minska antalet luftväxlingar, bygga tätare hus och/eller återvinna värme ur frånluften. Om avsedd energibesparing skall kunna nås för olika åtgärder inom ventilationsom-

rådet måste dessa sättas i sitt totala sammanhang mikroklimat, ventilationssystem (inklusive ev återvinning), byggnad (inklusive ventiler/don) samt brukare.

Mekaniskt ventilerade småhus skall uppfylla de i SBN 1980 angivna kraven vilka bl a motsvarar en avsiktlig luftväxling av ca 0.5 oms/h för huset som helhet. Separata krav för olika utrymmen anges också. Nämnade ventilationsnivåer är en ökning av luftväxlingen jämfört med de hus som byggdes i början av 1970 eller tidigare. Energibesparingar genom åtgärder inom ventilationsområdet har därför många gånger helt eller delvis uteblivit och ersatts av en komforthöjning. I första hand är det de långvariga ventilationsflödena som bör begränsas. Vad som händer vid forcerad ventilation i samband med matlagning är mindre intressant ur energiförbrukningssynpunkt, men väl då det gäller systemets utformning beträffande t ex kanaldimensioner eller om spiskåpan skall anslutas till systemet.

God ventilation uppnås inte alltid trots mekaniska system. Bra arbetsutförande och hög kvalitet på ingående material och komponenter är tillsammans med tillräcklig täthet hos byggnaden, lämplig donplacering och inreglering nödvändiga förutsättningar för hög ventilationseffektivitet och ökar möjligheterna att reducera luftväxlingens storlek.

Har huset enbart frånluftsfläkt bestäms det totala luftflödet i huvudsak av inställningen hos fläkten medan luftflödesfördelningen inom huset bestäms av donplacering och husets täthet. Fläktar med för låg kapacitet har för frånluftssystem ofta lett till lägre luftväxling än förväntad. Komfortproblem vid t ex stängd sovrumsdörr och kallras från spaltventiler vid kall väderlek förekommer.

Frånluftsventilerade hus måste vara "någorlunda" täta för att luftflödesfördelningen i huset skall bli acceptabel. En otäthet av ca 3 oms/h vid 50 Pa tryckskillnad förefaller vara lämpligt. Ett väl fungerande och injusterat ventilationssystem med hög ventilationseffektivitet ökar möjligheterna att minska husets luftväxling som helhet och därmed ge ytterligare energibesparing. Ventilationseffektiviteten kan därvid höjas ytterligare

genom en utökning av antalet utrymmen med don och kanaler vid frånluftssystem.

Med från-/tillluftssystem ökar möjligheterna att få god ventilation under förutsättning att byggnaden har tillräcklig tät-  
het, ventilationssystemet är korrekt dimensionerat och inreg-  
lerat samt att det regelbundet rensas. Hittills gjorda erfaren-  
heter visar att betydande svårigheter föreligger för att uppnå  
ett väl fungerande frånlufts-/tillluftssystem. Donens placering  
är viktig för att undvika kortslutning mellan till- och från-  
luftsflöden. Kanalernas placering och isolering måste ske med  
omsorg för att hålla nere byggnadens otätheter och energiåtg-  
ången. Bristfälligt inreglerade system ökar energiförbrukningen  
och riskerna för fuktskador genom övertryck, i delar av huset.

Otätheterna hos byggnader med frånlufts-/tillluftssystem måste  
därför vara mycket små så att inte mängden oavsiktlig ventila-  
tion blir alltför stor och för att förväntade luftflöden skall  
kunna nås i verkligheten. Det är därför rimligt att kräva en  
otäthetsnivå som understiger 1 oms/h vid 50 Pa tryckskillnad  
för att frånlufts-/tillluftssystemet skall bli energieffektivt,  
dvs kunna fungera så att avsedd ventilationsnivå uppnås med  
tillräcklig noggrannhet.

Medan man med frånlufts-/tillluftssystem sannolikt kan  
säkerställa god luftkvalitet även i relativt otäta hus är det  
ur energisparsynpunkt viktigt att byggnaden är så lufttät som  
möjligt. Ju tätare hus desto större möjligheter finns att styra  
och injustera ventilationen mot önskat värde. Differentierade  
ventilationskrav bör införas beroende på olika värme- och ven-  
tilationssystem, byggnadsmaterial, hustyp (med eller utan käl-  
lare), markens radioaktivitet m m. Dessa krav gäller i ännu  
högre grad för hus med luftvärmesystem. Produktion av småhus  
med rena luftvärmesystem i större omfattning bedöms erfordra  
betydande utvecklingsinsatser avseende t ex komfortfrågor och  
energiåtgång.

Erfarenheterna av ventilationsvärmeväxlare och frånlufts-/tillluftssystem är ur energisparsynpunkt hittills relativt nedslående. En väsentlig energibesparing kan ske först när byggnadens otäthet är väsentligt lägre än 1 oms/h vid 50 Pa tryckskillnad och efter det att en höjning av kvaliteten på arbetsutförandet och inregleringen av ventilationssystemet skett. Större risker för övertryck, igensättning av filter samt olämplig förläggning av kanaler är exempel på vanliga problem i samband med frånlufts-/tilluftssystem. Ventilationsvärmeväxlare erfordrar frånlufts-/tilluftssystem och kan endast användas i värmesystem med luft som medium.

Frånluftsvärmepumpar kan användas såväl i frånlufts- som frånlufts-/tilluftssystem. I den senare systemtypen företer de i stort sett samma nackdelar som ventilationsvärmeväxlare. Deras utnyttjande under året och effektbesparing är dock ofta högre än för ventilationsvärmeväxlare. Frånluftsvärmepumpar finns för enbart tappvarmvattenvärmning eller för tappvarmvattenvärmning och viss uppvärmning, i det senare fallet med vatten eller luft som värmemedium. Hittills gjorda erfarenheter av frånluftsvärmepumpar förefaller vara bättre än för ventilationsvärmeväxlare. Lönsamheten synes också vara högre för frånluftsvärmepumpar oavsett om de ökade kostnaderna för en byggnad med mindre otätheter beaktas, vilket är en förutsättning för att nå förväntad energibesparing och komfort vid frånlufts-/tilluftssystem med ventilationsvärmeväxlare. Anslutning till frånluftssystem i stället för frånlufts-/tilluftssystem kan förbättra frånluftsvärmepumparnas lönsamhet ytterligare.

Frånluftsvärmepumpar ger ökad flexibilitet vid val av konstruktioner för klimatskärmen samt mindre variationsbredd i energiåtgång vid skillnader i brukarvanor m m.

#### Variationer i energiåtgång mellan studerade beräkningsfall

För att utgöra underlag till tekniska och ekonomiska jämförelser mellan olika värme- och ventilationssystem samt energisparåtgärder har ett 60-tal energibalansbestämningar genomförts för ett enplanshus som är representativt för dagens nyproduktion.

Beräkningsfallen har valts för att möjliggöra känslighetsanalys av olika byggnadstekniska åtgärder och energisparapparater samt för att belysa hur skillnader i brukarvanor och produktionsförhållanden kan påverka energiåtgången. Sålunda studeras bland annat klimatskärmar med olika värmeavgivning, ventilationsvärmeväxlare och frånluftsvärmepumpar samt olika innetemperatur och energimängder för hushållsel och varmvatten.

Beräkningsfallen har bland annat valts för att visa hur ELAK-bestämmelsernas kravnivå kan uppfyllas utan apparater respektive vilken lägsta energiförbrukning som kan nås med mineralullskonstruktioner och aktuella energisparapparater. Som framgår av beräkningsresultaten är det med tekniska åtgärder möjligt att i medeltal nå ned till en total energiåtgång för hushållsel, varmvatten och värmesystemet av ca 10 000 kWh. En förändring av innetemperaturen med 2°C påverkar den totala energiåtgången med 7-8 % eller 935-1 482 kWh/år. En lika stor påverkan har en ändring av energin till hushållsel och varmvatten med vardera 1 000 kWh. Vid en samtidig ändring av innetemperaturen och energin till hushållsel och varmvatten är inverkan på den totala energiåtgången 15-17 % eller 2 046-2 767 kWh/år. Variationen i total energiåtgång är för fall med frånluftsvärmepumpar 20-25 % och för ventilationsvärmeväxlare 0-10 % mindre än för traditionellt frånluftssystem. För de olika studerade k-värdesnivåerna hos klimatskärmen påverkas variationen med högst  $\pm 5$  % beroende av ventilationsystem och energisparapparat. Under verkliga förhållanden är sannolikt situationen ännu gynnsammare för frånluftsvärmepumpar genom fördelaktig samvariation mellan energiuttag för tappvarmvattenvärmning och via värmesystemet. Energibesparingens storlek och variation påverkas själfallet av vald systemlösning.

Beräkningarna visar vidare att en verkningsgradshöjning hos ventilationsvärmeväxlaren från 60 till 80 % ger en energibesparing av 765 kWh. En lika stor energibesparing kan erhållas i det aktuella huset med frånluftssystem genom att minska luftväxlingen med 0.1 oms/h. De olika studerade gratisvärmemängderna respektive värmefaktorerna för frånluftsvärmepumpar påverkar energiåtgången med några hundratal kWh.

Variationer i total energiåtgång kring medelvärdet för olika hus respektive "tekniskt identiskt utformade" hus på ca 10 000 kWh/år är vanligt och beror huvudsakligen på grund av skillnader i brukarvanor och produktionsförhållanden. Skillnader i produktionsförhållanden mellan olika hus beträffande isolerarbetets kvalitet samt inreglering av värme- och ventilationssystem kan normalt förväntas ge variationer på mellan 1 500 och 5 000 kWh/år.

Med hänsyn till de stora variationer i energiåtgång som föreligger mellan olika hus bör man ifrågasätta hur långt tekniska åtgärder bör användas för att nå en minskad energiåtgång innan t ex energi- och vattenbesparande armatur, ändrade bad- och diskvanor eller tillverkningskontroll bör väljas. Beräkningsfallen visar att man genom åtgärder som berör brukarvanor och produktionsförhållanden teoretiskt kan åstadkomma minst lika stora energibesparingar som genom de studerade tekniska åtgärderna och till betydligt lägre kostnader. Åtgärder som berör brukarvanor och produktionsförhållanden kräver dock ökad kontroll och propaganda.

#### Val av energisparåtgärder, värme- och ventilationssystem

Genom de låga effekt- och energiuttag som hus konstruerade enligt kraven i SBN 1980 eller strängare har kan endast åtgärder och system med låga årskostnader bli aktuella. Valda systemlösningar måste ge relativt stor besparing jämfört med årskostnaden. Åtgärder med lång utnyttjandetid under året är därför oftast särskilt intressanta.

Energifrågan är komplex, många olika förslag till energisparåtgärder, värme- och ventilationssystem föreligger. Småhus byggs på ett stort antal olika sätt. Antalet tenderar till att öka med tiden, se Harrysson (1985 a). Produktionsmetoden påverkar starkt ekonomin i vald energisparåtgärd, värme- och ventilationssystem t ex genom de produktionsförutsättningar som gäller samt genom tillgänglig transportvolym och eventuella marknadsstrategier. Exempelvis föredrar volymhusbyggare installationstekniska åtgärder framför ökad väggisolering medan "platsbyggare" har motsatt prioritering.

Valet av värme- och ventilationssystem påverkar kraftigt brukarnas inflytande, möjligheterna att spara energi samt komforten. De studerade beräkningsfallen möjliggör tekniska och ekonomiska jämförelser mellan klimatskärmar med olika värmeavgivning respektive aktuella energisparapparater.

Vattenvärmesystem förekommer idag i majoriteten av nya småhus. Trots hög investeringskostnad och begränsad flexibilitet installeras vattenvärmesystem i nya småhus med låga effekt- och energiuttag inte bara i samband med tillgång på fri ved. Detta arbete visar dessutom att tillverkningskontroll (inreglering av värme- och ventilationssystemet) jämte modifierat frånluftssystem med don i varje rum är bland de mest lönsamma energisparåtgärderna.

Med måttliga byggnadstekniska åtgärder erfordras frånluftsvärmepump för enbart tappvarmvattenvärmning eller ventilationsvärmeväxlare för att uppfylla ELAK-bestämmelsernas kravnivå. Ventilationsvärmeväxlare förutsätter frånluft-/tilluftssystem varvid en lägre otäthet hos byggnaden erfordras om förväntad energibesparing skall nås i verkligheten. Ventilationsvärmeväxlaren får i princip anses vara den enklaste apparaten men beräknad energibesparing har oftast till stor del uteblivit genom alltför otätt hus eller bristfällig inreglering av ventilationssystemet.

Av de studerade energisparapparaterna framgår att frånluftsvärmepumpar ofta har större effektbesparing än ventilationsvärmeväxlare. Frånluftsvärmepumpar är lönsammare än ventilationsvärmeväxlare även om inte de ökade kostnaderna för ett tätare hus, som de senare erfordrar, beaktas. Av de tekniska och ekonomiska jämförelserna framgår vidare att frånluftsvärmepumpar för såväl tappvarmvattenvärmning som viss byggnadsuppvärmning är mer lönsamma än frånluftsvärmepumpar för enbart tappvarmvattenvärmning.

Det är möjligt att uppfylla ELAK-bestämmelsernas kravnivå med acceptabla byggnadstekniska åtgärder helt utan energisparapparater. Ur komfortsynpunkt bör dock ett dylikt hus sannolikt

ha ett frånluftssystem med don i varje utrymme. Systemet kan kompletteras med en frånluftsvärmepump och tappvarmvattenslinga längs ytterväggarna som bidrar till viss uppvärmning av byggnaden. Direktverkande elradiatorer är i allmänhet för husägaren det mest ekonomiska värmedistributionssystemet. I ett hus med en klimatskärm som har betydligt lägre k-värden än ELAK-bestämmelsernas godtagbara lösning kan sannolikt beroende på komfortkrav det traditionella värmedistributionssystemet ersättas med en central värmekälla i form av stor radiator, ackumulator etc.

Sammanfattningsvis visar de gjorda jämförelserna att en kombination av flera energisparåtgärder med liten besparing och relativt liten ökning av investeringskostnaden är mest intressant ur lönsamhetssynpunkt. Tekniska åtgärder måste ställas i relation till åtgärder som berör brukarvanor och produktionsförhållanden. Enstaka tekniska åtgärder med en stor energibesparing har ofta en lägre lönsamhet än ovannämnda kombinationer. Fönster med k-värden omkring  $1.0 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  och högisolerade klimatskärmar förefaller kan vara ekonomiskt försvarbara om de medför ett enklare och betydligt billigare värmesystem. Energiåtgång och komfortegenskaper måste dock närmare utredas vid förenklade eller slopade värmedistributionssystem innan en övergång till produktion av dylika hus bör ske i större omfattning.

Tekniska och experimentella undersökningar måste i framtiden i ökad utsträckning koordineras för att öka möjligheterna att nå optimala energibesparande åtgärder och minska avvikelserna mellan beräknade och förväntade värden. Beräknade energiuppgifter bör således i högre grad än hittills jämföras med uppmätta. Ökade satsningar på "experimenthusbyggande" med närliggande åtgärder utgör en viktig grund för detta liksom ökade mätningar i nyproducerade hus av olika typ. Väl planerade och genomförda mätningar på "lagom nivå" bör ge ökade kunskaper om byggnadens energianvändning och säkrare underlag för utveckling av noggrannare beräkningsmetoder.

Harrysson , C , (1985), Energisparåtgärder samt värme-och ventilationssystem för nya småhus. Bestämning av energibesparing och ökad investeringskostnad för olika alternativ. Opublicerad Träteknikcentrumrapport, Stockholm.

II

TRÄKONSTRUKTIONER OCH BRAND -  
AKTUELLA FRÅGOR  
En lägesrapport

av

Joakim Norén

## TRÄKONSTRUKTIONER OCH BRAND - AKTUELLA FRÅGOR En lägesrapport

Joakim Norén, TräteknikCentrum  
Trähusdagen 6 november 1985

I SBN 1980 infördes nya bestämmelser för brandskydd i småhus.

De nya bestämmelserna innebär:

- Generella krav på ytterväggar och bärverk, i allmänhet B 30 och B 15.
- Avståndsregler.
- Krav på utrymningsmöjligheter.

### Generella krav på konstruktioner

I småhus gäller att kraven på konstruktionens brandmotstånd i allmänhet skall avse såväl bärande som avskiljande funktion.

Säkerheten mot materialbrott och instabilitet vid brand skall vara betryggande. Kraven kan uppfyllas genom förenklad dimensionering där konstruktionen utförs i föreskriven brandklass eller genom beräkning. Den förenklade dimensioneringen bygger på en brandteknisk klassificering av olika konstruktioner. Reglerna för denna klassificering ges i Planverkets publikation "Byggnadsdelars bärförmåga vid brand" (PFS 1984:1). Det innebär att den karakteristiska bärförmågan vid brand för en bärande konstruktion får bestämmas genom provning, genom beräkning eller genom en kombination av provning och beräkning.

## Godkännandelista B

En förteckning över brandtekniskt klassade konstruktioner finns i Godkännandelista B som ges ut av Statens planverk minst en gång per år. Listan innehåller både typgodkända och generellt godkända konstruktioner. Den revideras ofta eftersom underlaget för konstruktionerna i den allmänna listan ansetts vara bristfälligt. Arbetet har pågått något år inom Planverket och Provningsanstalten och med en referensgrupp från industrin, där även TräteknikCentrum varit representerat. Ett provningsprogram planerades men genomfördes endast delvis på grund av provningstekniska oklarheter främst vad gäller belastning. Provningsarna genomfördes med excentriskt påförd last och med ledade upplag, vilket ger mindre brandmotstånd.

Godkännandelistan B för 1985 innehåller därför endast ett fåtal konstruktioner på grund av osäkerhet i bedömningen.

Ett förslag till ny Godkännandelista B presenterades av planverket under våren 1985. Ändringarna berörde främst generella godkännanden av bärande träkonstruktioner. Regeldimensioner och skivtjocklekar ökades, bl a på grund av resultat från provningar genomförda i samband med revisionen av listan.

Synpunkter på förslaget har lämnats, bl a från TräteknikCentrum, där ett beräkningsunderlag togs fram för väggar i både "nya" och "gamla" listan. Utifrån detta underlag bedömdes några bärande och avskiljande väggar vara något överdimensionerade. Till exempel kunde skivtjockleken eller regeldimensionen minskas något.

Föreslagna ändringar finns med i 1985 års andra utgåva av Godkännandelista B som beräknas utkomma under oktober-november 1985.

Många frågetecken kvarstår dock. TräteknikCentrum arbetar därför vidare med frågan i projektet Godkännandelista B. Framför allt kommer provningstekniken vad gäller belastning att studeras för att utvärde-

ra om den är tillämpbar på träkonstruktioner. Avsikten är att få fram någon form av tilläggsanvisningar till PFS 1984:1 för träkonstruktioner.

## Skivors bidrag till brandmotståndet

För att kunna bestämma lätta och sammansatta konstruktioners brandmotstånd krävs kännedom om de olika komponenternas bidrag till brandmotståndet. Bidraget från olika beklädnadsskivor har bestämts experimentellt i ett projekt vid TräteknikCentrum. Studien omfattar främst träbaserade skivor men också ett antal skivor med mer oorganisk sammansättning, t ex gipsskivor, cementbundna skivor och helt oorganiska skivor.

Studien visar att skivtjockleken är den viktigaste faktorn för skivornas bidrag till brandmotståndet. Andra faktorer som skivdensitet, fuktkvot, limtyp, struktur och sammansättning påverkar också. Några konstruktiva faktorer som mineralullsisolering, regler och dubbla lager med skivor har också studerats. Resultaten ges i TräteknikRapport nr 79 (1985).

## Träpanelers bidrag till brandmotståndet

Som en fortsättning på projektet "Skivors bidrag till brandmotståndet" har en motsvarande studie av massiva träpaneler inletts vid TräteknikCentrum. Syftet med projektet är att se vilken inverkan parametrar som paneltyp, spontutförande, virkeskvalitet, densitet m m har på brandmotståndet. Detta har inte tidigare studerats.

## Brandmotstånd hos träkonstruktioner. Provningsresultat

Resultat från brandprovningar är ofta svårtillgängliga eftersom de rapporteras endast till beställaren. TräteknikCentrum har samlat tillgängliga provningsresultat och håller på med en sammanställning. I ett utkast till rapport presenteras provningsresultat i första hand från ett antal europeiska länder samt USA. Utkastet ska kompletteras med ytterligare resultat. Det finns fortfarande möjlighet att bidra till sammanställningen. Kontaktpersoner är Joakim Norén och Birgit Östman.

## Brandtekniska byggnadsbestämmelser i exportländer

En sammanställning av brandbestämmelserna i Belgien, England, Frankrike, Nederländerna och Västtyskland har nyligen genomförts av Svenska Brandförsvarsföreningen på uppdrag av TräteknikCentrum. Rapporten beräknas bli klar hösten 1985.

## Storprojekt Träkonstruktioner och brand

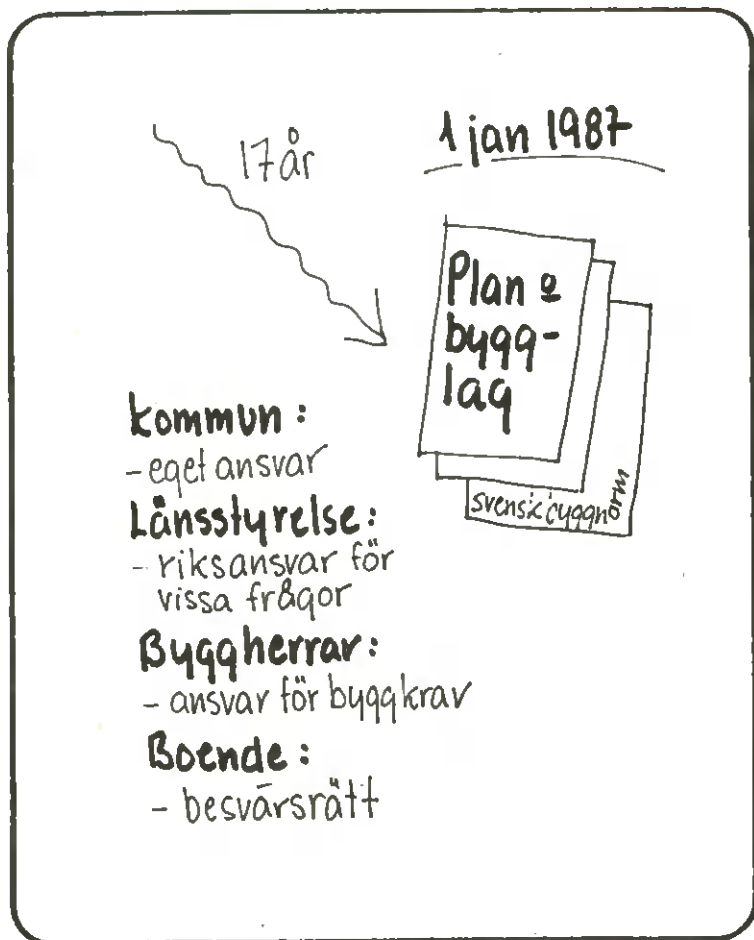
Ett grundläggande och långsiktigt projekt för att utforma beräkningsregler för brandteknisk dimensionering av träkonstruktioner startar inom kort. Det bygger på ett program som utarbetats vid Lunds tekniska högskola. Projektet finansieras gemensamt av TräteknikCentrum, Brandforsk, BFR och STU. Det är avsett att genomföras i samverkan mellan olika forskningsinstitut.

III

NYHETER I PLAN- OCH BYGGLAGEN (PBL)

av

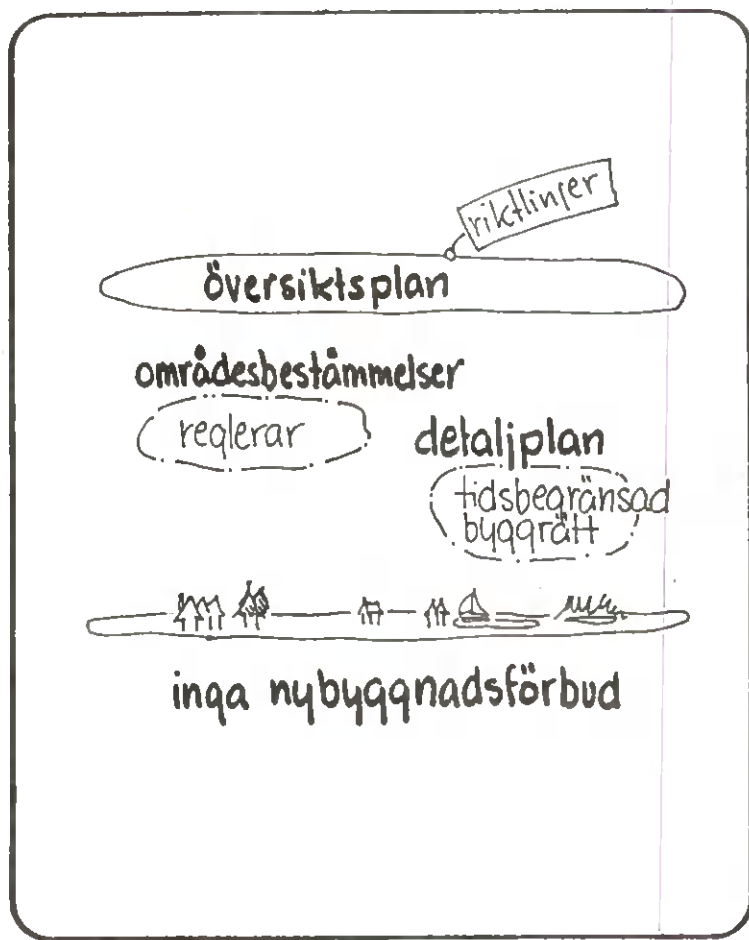
Rune Johansson, Statens Planverk



Efter sjutton års utredningsarbete, och ett och ett halvt års funderande i lagrådet och troligtvis ett års riksdagsbehandling kommer vi att få en ny byggnadslagstiftning den 1 januari 1987. Dessutom får vi samtidigt en naturresurslag som ersätter riksdagsbesluten om fysisk riksplanering och en ny lag om exploateringssamverkan.

Den nya plan- och bygglagen kommer dessutom att följas av en förordning och en helt ny version av svensk byggnorm.

- De viktigaste effekterna av lagarna blir att rollerna delvis omfördelas i byggprocessen.
- Kommunerna får ett eget ansvar för den fysiska planeringen över kommunens mark och vatten.
  - Länsstyrelserna får endast ingripa i kommunernas planering när det gäller olika riksintressen t ex naturvård, kulturvård, friluftsliv och viss riksviktig etablering av industrier.
  - Byggherrarna får ett uttalat ansvar för att bestämmelserna följs.
  - De boende får besvär rätt över planbeslut som de berörs av.



De nya planeringsformerna bygger i princip vidare på den praxis som har utvecklats i kommunerna.

Över hela kommunens yta ska finnas en *översiktsplan* som visar hur kommunen tänker använda marken och vattnet.

Användningen samt en del andra frågor kan sedan regleras med rättsverkan i form av *områdesbestämmelser* för begränsade områden.

De gamla stads- och byggnadsplanerna ersätts av detaljplaner. Dessa liknar till stor del dagens detaljplaner både till innehåll och rättsverkan. Nytt för dessa är däremot att de endast ger en tidsbegränsad garanterad byggrätt, mellan 5-15 år.

Den tidigare tomtindelningen ersätts av fastighetsplaner.

Bygglovprövningen syftar till att pröva om en föreslagen byggåtgärd uppfyller detaljplanerna eller områdesbestämmelserna samt de generella byggkraven i PBL (3 kap) med tillhörande tillämpningsföreskrifter i SBN.

Enligt PBL är det i större utsträckning än tidigare möjligt att pröva en ny byggnad utanför planlagt område direkt vid bygglovgivningen.

## kap 3 Krav på byggnader



Placeras,  
utformas och  
färgsätts  
enl:

- ~ stads- och landskapsbilden
- ~ natur- och kultur värden

- Motiv:
- kan hävdas vid bygglov
  - "tyngre" om värden beskrivits i plan eller program
  - mer anpassning i värdefull miljö

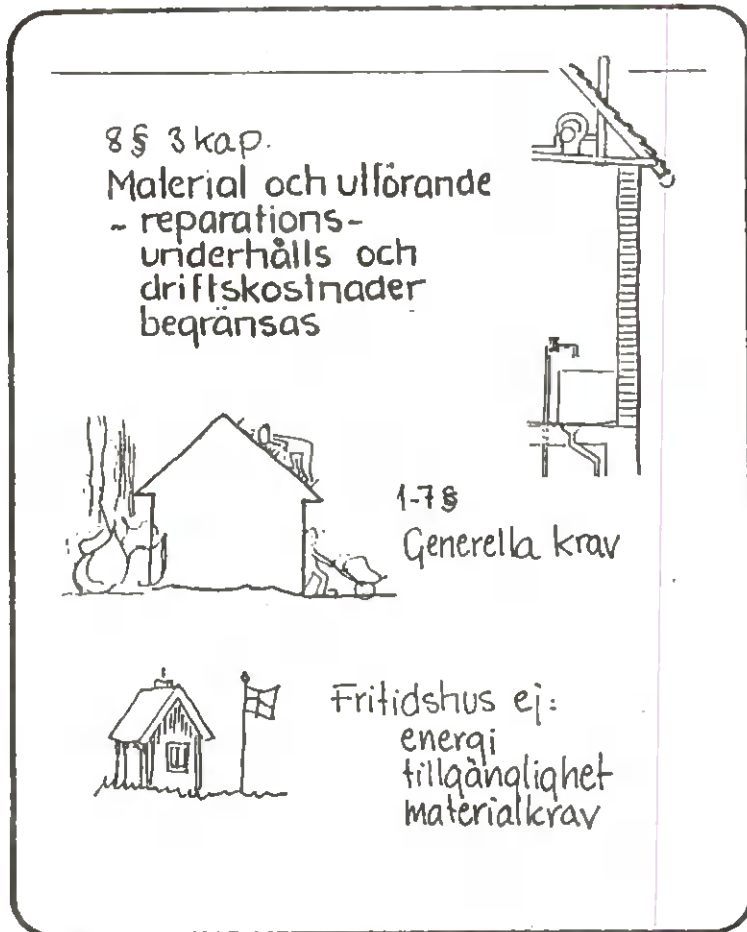
Enligt tredje kapitlets första paragraf kan byggnadsnämnden ställa krav på att byggnaden placeras, utformas och färgsätts så att dess yttre får en god estetisk kvalitet och så att den anpassas till natur- och kulturvärdena på platsen.

Paragrafen motsvarar 38 § i byggnadsstadgan. Denna paragraf gav dock byggnadsnämnden ganska små möjligheter att hävda estetiska krav.

PBL:s motivskrivningar ger dock byggnadsnämnderna större befogenhet att agera.

Kravet på anpassning till miljön är större i värdefull miljö men även alldagliga värden kan hävdas.

Kravet på anpassning till naturvärdena kan t ex innebära att en byggnad bör placeras i ett skogsbryn i stället för på en öppen plats.



Bland de generella byggkraven i PBL vill jag lyfta fram ett nytt krav.

Kravet innebär att byggnaden ska utföras med material och system — värme, ventilation, VA o s v — som är ekonomiskt och praktiskt möjliga att underhålla och sköta.

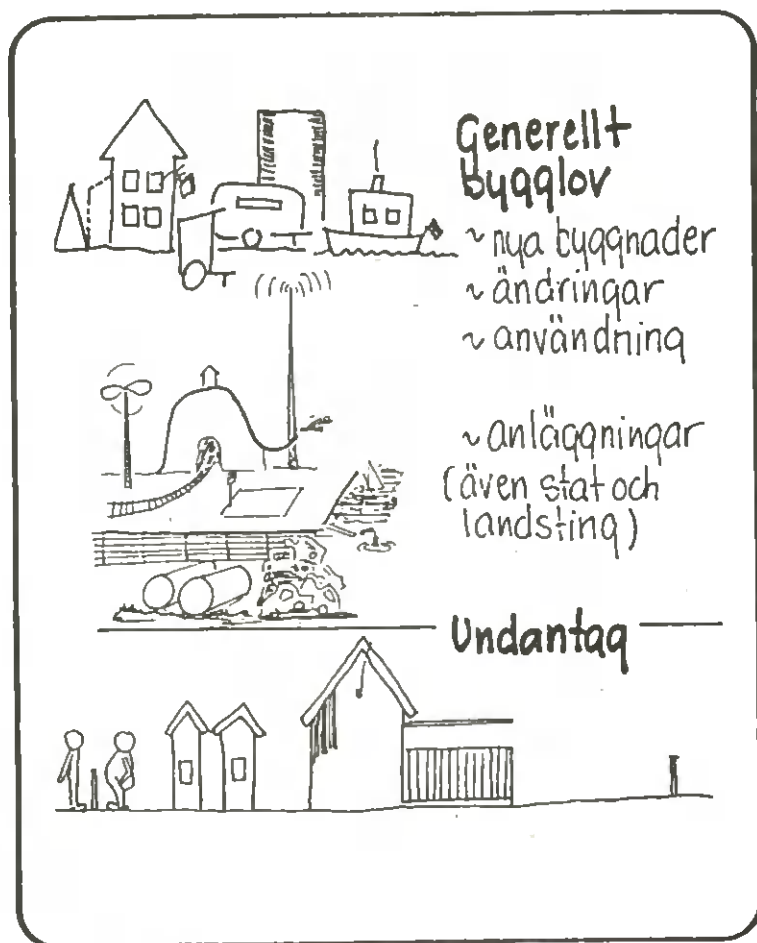
Avsikten med detta är att byggnadens funktioner och egenskaper ska kunna hållas i stånd under den avsedda driftstiden med skäliga insatser.

Av detta följer att byggnadsdelar och installationer med begränsad livslängd måste vara lättåtkomliga och lätta att underhålla, driva, besiktiga o s v.

Det nya med PBL:s byggkrav i förhållande till byggnadsstadgan är annars att de är mycket mer generellt skrivna.

Borta är t ex alla detaljmått och olika detaljkrav, t ex avstånd till tomtgräns, rumshöjd o s v.

För fritidshus gäller inte PBL:s krav på god energihushållning, tillgänglighet och kravet på materialen och systemens driftsegenskaper.



Bygglovplikten i PBL är inte lika kategorisk som i byggnadsstadgan.

Listan på generellt bygglovpliktiga åtgärder är ungefär densamma som tidigare när det gäller nya byggnader. Däremot blir olika anläggningar i större utsträckning än tidigare bygglovpliktiga t ex idrottsanläggningar, parkeringsplatser, tunnlar m m.

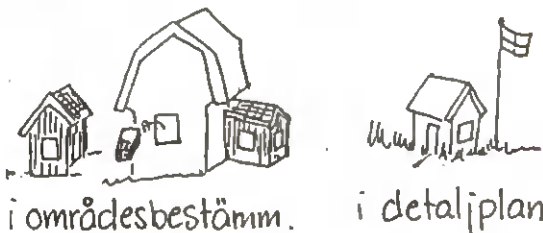
Även statens och landstingets byggnader blir bygglovpliktiga.

Liksom förut finns det några undantag. Friggebodarna och friggebodsåtgärderna blir fortfarande undantagna. I lagen förklaras dock att dessa inte får stå på mark som inte är avsedd för bebyggelse, t ex på s k punktprickad mark i stadsplanerna. Detta är något som många har brutit mot tidigare.

Även jordbrukets och skogsbrukets ekonomibyggnader klarade sig med ett nödrop från generell bygglovplikt.

Inom detaljplan blir det bygglovplikt för att färga om fasad, byta taktäckningsmaterial och att avsevärt påverka en byggnads yttre. Utanför detaljplan är detta dock inte bygglovpliktigt.

## Bygglövbefrielse



## Utökad bygglövpplikt



Kommunen kan i områdesbestämmelser föreskriva att bygglövs inte krävs för s k kompletterings-åtgärder. D v s för mindre tillbyggnader och komplementbyggnader till småhus (garage, uthus o s v) och till inre åtgärder i småhusen.

I detaljplan kan kommunen även bygglövbefria kolonistugor, små fritidshus ch liknande.

I en paragraf i PBL uppmanas dessutom byggnadsnämnden att verka för att dessa bygglövbefrielser verkligen kommer till stånd.

Å andra sidan kan byggnadsnämnden även utöka bygglövpplikten till att t ex omfatta omfärgning även utanför detaljplanelagt område. Förutsättningen är dock att det rör sig om värdefull miljö.

Inom detaljplanelagt område kan även friggbedsåtgärderna göras bygglövppliktiga.

Kommunen kan även införa bygglövpplikt för jordbrukets och skogsbrukets ekonomibygnader.

Kommunen kan även utfärda bygglövpplikt för underhåll av särskilt värdefull bebyggelse om de omfattas av skyddsbestämmelser i planer eller områdesbestämmelser.



PBL ställer krav på byggnadsnämnderna när det gäller att ge bygglov.

Bygglov ska bifallas om åtgärden inte strider mot detaljplan eller områdesbestämmelser och om den kan antas uppfylla de generella byggkraven i kap 3.

Fastighetsägaren har dock rätt att göra inre och yttre förändringar på sin byggnad även om fastigheten inte stämmer med detaljplanen eller fastighetsplanen.

Utanför detaljplan måste också kompletteringsåtgärder, alltså mindre tillbyggnader och komplementbyggnader till småhus godtas om de görs enligt byggkraven och de inte bryter mot områdesbestämmelserna när det gäller placering, utformning, utförande, maxarea på fritidshus eller skyddsbestämmelsen för särskilt värdefull bebyggelse.

Denna "frihet" kommer nog att visa sig vara mer omfattande än dagens friggebodreform.



Reglerna kring byggnadsnämndshanteringen förändras också till en del.

Dagens informella praxis med olika noggrann granskning beroende på vem som söker upphöjs till lag. Byggnadsnämnden får nämligen enligt PBL anpassa sin granskning till byggherrens kvalifikationer och arbetenas art.

Dagens skede 2-handlingar blir inte heller obligatoriska. Dessa kan istället krävas från fall till fall. Om byggnadsnämnden begär in t ex konstruktionshandlingar i andra skedet ska däremot dessa verkligen granskas och byggnadsnämnden ska avge ett utlåtande.

PBL är dock klar när det gäller att fördela ansvaret för att bestämmelserna verkligen följs. Detta ligger på byggherren.

Även vilka besiktningar som krävs avgörs från fall till fall.

En viktig förändring i förhållande till dagens situation är att byggnadsnämnden maximalt har två år på sig att besluta i ett bygglovärende.

Detta gäller även om kommunen först måste ändra eller upprätta en detaljplan. Hinner man inte ändra planer så får byggnadsnämnden grunda beslutet på befintliga planer.

Däremot har man inte längre rätt att ge dispenser enligt dagens generösa praxis.

IV

FRÅN STAMPAT JORDGOLV TILL VARMGRUND  
Myndighetskrav på grunder, speciella  
frågor kring kryprum och varmgrunder.

av

Clarence Hector

STATENS PLANVERK  
Byggnadsfysiksektionen  
CH, AR

Sammandrag av föredrag  
vid 1985 års trähusdag - TräteknikCentrum

1985-10-15  
rev 1985-10-28

## FRAN STAMPAT JORDGOLV TILL VARMGRUND

### Utveckling av grundläggningskonstruktioner i Sverige

#### Stampat jordgolv

Ursprungliga grundläggningsmetoder bestod ofta av att grundstockar lades direkt på mark och på dessa byggdes sedan timmerväggarna upp. Den ursprungliga marken avjämnades och packades så att ett s k stampat jordgolv erhöles. Det var visserligen en enkel metod men den gav dåligt skydd mot kyla, fukt och skadedjur.

#### Torpargrund

Genom att konstruera ett bottenbjälklag av trästockar, som vilade på hörnstenar och mittstenar kunde golvytan lyftas upp från marken. Därmed försvann fuktproblemen genom ökad ventilation. Denna blev ofta för kraftig med dragproblem som följd. Mellan hörnstenarna tätades då med icke bärande stenar för att minska draget. Torrare och varmare golv erhöles med denna typ som kallas torpargrund. Dock kunde den genom sitt ringa grundläggningsdjup vara känslig för tjällyftning. Avståndet mellan mark och bjälklag var ofta ca 0,5 m och detta utrymme utnyttjades efterhand mer och mer för förvaring.

### Källargrundläggning

Genom att gräva ur för grundstenar och golv, som senare försågs med stenbeläggning, samt höja grundmuren ytterligare över mark erhöles källarutrymmen med varierande höjd. Dessa tjänade genom gynnsamma temperatur-, fukt- och ventilationsförhållanden ofta som utmärkta förvaringsutrymmen för matvaror o dyl som nödvändigtvis måste förvaras under långa tidsperioder. Dessutom minskade tjälproblemen med en källarkonstruktion.

### Modern källarutformning

Källaren fick med tiden djupare grundläggning och ökad inre höjd samt bättre golvbeläggning. Därigenom blev den ofta varmare och torrare men också tätare och krävde en allt efter användningssätt anpassad ventilation. Installationstekniken låg således fortfarande i händerna på "byggaren".

Standarden på källarutrymmena ökade i takt med ökade komfortkrav såsom centralvärmeanläggningar, bad- och tvättutrymmen etc. "Snickarbo" förlades också till källaren men ersattes snart av arbetsrum, TV-rum och därmed inleddes "gillestuge-epoken". De kosmetiskt påkostade "mysutrymmena" under mark var synnerligen arbetskrävande att utföra och arbetsmetoderna att producera själva källaren ofta handverksmässiga och svåra att rationalisera. Dessutom medförde införandet av bostadsstandard i källaren ofta en del problem beträffande inomhusklimatet, temperatur, ventilation och fukt. Det innebar faktiskt en del nya förutsättningar, som man saknade erfarenheter av och som inte alltid behandlades i anvisningar och normer. Kraftigt stegrade byggkostnader på 70-talet ledde så småningom till att intresset för källarhus svalnade något.

### Platta på mark

Redan på 60-talet hade man börjat tillämpa en rationell metod för grundläggning av källarlösa hus, nämligen platta på mark. Arbetsinsatserna för schakt, formsättning, armering och gjutning förenklades till ett minimum och i ett sammanhängande moment erhöles husets grundläggning och bärande underlag för golv. Denna enkla och billiga metod visade sig tyvärr icke vara helt problemfri.

Beroende på en mängd olika faktorer såsom underlag, konstruktiv utformning, arbetsutförande, val av komponenter och deras placering kunde skiftande resultat erhållas. Små skillnader i det konstruktiva eller arbetstekniska utförandet kunde ibland leda till svåra fukt- och mögelskador. Eventuella problem med markradon är dessutom svåra att lösa vid platta på mark. Intresset riktades alltmer mot modernare varianter av torpargrunder, grunder med utelufts- eller varmluftsventilerade kryputrymmen.

### Uteluftsventilerad kryprumsgrund

Uteluftsventilerad kryprumsgrund är en modern variant av torpargrunden. Den har extra isolerad sockel och markförlagd isolering i yttre randfältet. Ventilernas areor och placering har bestämts så att den erhållna ventilationen skall begränsa luftfuktigheten men likväl behålla en relativ hög kryprums-temperatur. Denna grundläggning är väl dokumenterad och rätt utförd innebär den en säker och energisnål lösning.

### Varmluftsventilerad kryprumsgrund

Varmluftsventilerade kryprumsgrunder har förekommit i olika skepnader sedan urminnes tider och skulle kunna indelas i tre undergrupper nämligen tillluftsventilerade, inneluftsventilerade och frånluftsventilerade kryprumsgrunder.

Med tillluftsventilerad kryprumsgrund avses då egentligen ett luftvärmesystem med kryprumsdistribuerad varmluft. Tilluften som värmebärare leds inte på gängse sätt via isolerade kanaler till de olika utrymna utan trycks ned i kryprummet och söker sig därifrån via spaltventiler i golvbjälklaget till de olika rummen. Detta system kräver synnerligen väl isolerade socklar och mark samt ett extremt tätt kryprum. Tillskott av fukt och radon kan i vissa fall säkert bli besvärande. Denna metod för värmedistribution ligger utanför denna artikels målsättning och behandlas således icke vidare här.

Vid inneluftsventilerat kryprum recirkuleras en del av bostads-luften via kryprummet. Nackdelarna övervägar förmodligen fördelarna varför systemet nog är ganska sällsynt.

Principen med frånluftsventilerad kryprumsgrund är även den känd sedan länge och har i modern tid bl a använts vid byggandet av kv Blåklinten i Uppsala under 1950-talet. Bottenbjälklagen har där lämnats oisolerade medan kryputrymmets socklar och yttre randzon isolerats. Luften tas med fläkt från trapphusen till kryprummet varifrån den evakueras medelst självdrag. Systemet har fungerat väl och verkar ge en energibesparing av ca 20 %.

Utvecklingen av den här typen av grunder påskyndades sedan SBN 75 infört dels strängare k-värdeskrav bl a för bottenbjälklag och dels möjligheten att omfördela värmeisoleringen inom byggnaden.

Lättbetong utvecklade då sin s k varmgrund, som snart fick flera efterföljare. Dessa typer av frånluftsventilerade kryprumsgrunder innebär i korthet att en del av frånluftens värmeinnehåll används för att värma upp kryprummet till en högre temperatur än motsvarande för en uteluftsventilerad kryprumsgrund. Därigenom minskas värmetransmissionen genom bottenbjälklaget och en energibesparing erhålles. Kryprummet fungerar ungefär som en stor värmeväxlare för frånluften. Kryprummet erhåller normalt lägre relativ fuktighet och hela grundkonstruktioner blir därigenom säkrare mot fukt- och mögelskador. Även radonproblem kan enkelt lösas genom ventilationstekniska åtgärder. Dessutom erhålls en högre golvtemperatur vilket kan minska känslan av golvdrag.

### Typgodkända frånluftsventilerade kryprumsgrunder

Planverket har f n typgodkänt 4 - 5 olika huvudgrupper av frånluftsventilerade kryprumsgrunder. I typgodkännandebeviset anges en faktor  $\alpha$ , som multiplicerad med golvbjälklagets verkliga k-värde ger ett effektivt k-värde. Avsikten är att  $k_{eff}$  skall spegla den verkliga energibesparingen och ligga till grund för dels isolertillägg vid beräkning av låneunderlag och dels omfördelningsberäkning. Det är därvid av stor vikt att uppnådd energibesparing inte bara kan jämföras med motsvarande för andra varmluftsgrunder utan även med andra energibesparande åtgärder som t ex installationstekniska. Det är med det nuvarande systemet svårt att göra en konsekvent bedömning av effekterna av olika åtgärder. Dessutom är hela synsättet med ett  $k_{eff}$ -värde tekniskt-fysikaliskt tvivelaktigt och olämpligt emedan det dels görs avhängigt av värmeåtervinningen ur frånluften och dels relateras till uteluftens temperatur, vilken, i samband med välisolerade socklar och markytor, har ringa inverkan. Nästan samtliga typgodkännanden har en giltighetstid fram till 1987-03-31.

### Ny byggnorm, nytt lånesystem och ny beräkningsmodell

I den nya normen, SBN, kommer omfördelningsberäkningen i sin nuvarande form med stor sannolikhet att utgå. Planverket har därför föreslagit att en ny beräkningsmodell skall tas fram för att bättre kunna beräkna den faktiska årliga energibesparingen i kWh/år. Denna skall beräknas för ett referenshus med frånluftsventilerad kryprumsgrund och med vissa fastlagda klimatdata. I samband härmed vore det önskvärt om följande faktorer inverkan kunde beaktas, vilket inte sker på ett tekniskt strikt sätt med den nuvarande förenklade beräkningsmodellen.

1. Luftens temperaturprofil i bostaden, ex vis vid tak =  $(20 + \Delta\theta)^{\circ}\text{C}$  och vid golv  $(20 - \Delta\theta)^{\circ}\text{C}$  där  $\Delta\theta \approx (1 - 2)^{\circ}\text{C}$  beroende på uppvärmningssystem.  
Motsvarande för kryprummet kan vara  $(\delta_{kr} \pm \Delta\theta)^{\circ}\text{C}$  men profilen påverkas där av de normalt större luftrörelserna.
2. Frånluftens högre energiinnehåll p g a ökad fuktighet. Kondens i kryprummet bör dock undvikas p g a ökad risk för fuktskador.
3. Under de tre första åren erhålles något stigande marktemperaturer under huset p g a att en "värmekudde" byggs upp. Detta medför lägre verkliga förluster och högre  $\delta_{kr}$ .
4. Luftläckage beträffande dels husets och dels krypgrunden, vilket medför högre förluster och lägre  $\delta_{kr}$ .
5. De i de olika kryprumsgrundera ingående komponenterna har ej samma livslängd, vilket försvårar en jämförelse av besparingseffekterna dels sinsemellan och dels med andra åtgärder.

$\alpha$ - och  $k_{eff}$ -värdena kommer således att avskaffas och de statliga lånebestämmelserna sannolikt att grunda sig på den faktiskt uppnådda energibesparingen. Detta kommer förhoppningsvis att styra utvecklingen mot bättre och effektivare utformning av konstruktionerna och framför allt en rättvisare och mer verklighetsförankrad bedömning av deras besparingspotential.

## **Faktorer som påverkar den frånluftsventilerade kryprumsgrundens funktion och energibesparingspotential**

---

Nedan behandlas översiktligt, med undantag av klimat-specifika och byggnadsgeometriska parametrar, några väsentliga faktorer som påverkar kryprumsgrundens funktion.

### **Värmeisoleringens fördelning**

Isoleringen kan fördelas på golvbjälklag, sockel, mark inne i kryputrymmet samt i mark utanför grundmuren. Fördelningen bör ske på ett ekonomiskt optimalt sätt med hänsyn till investering och årlig energibesparing och med normens krav som yttre gränsvärden. Dessutom skall man uppnå varmgrundens övriga fördelar i form av varmt golv, fukt-, mögel- och radon-säker konstruktion, tjälfri grund trots ringa grundläggningsdjup samt snabb och enkel montering till en låg totalkostnad.

Diagram 1.

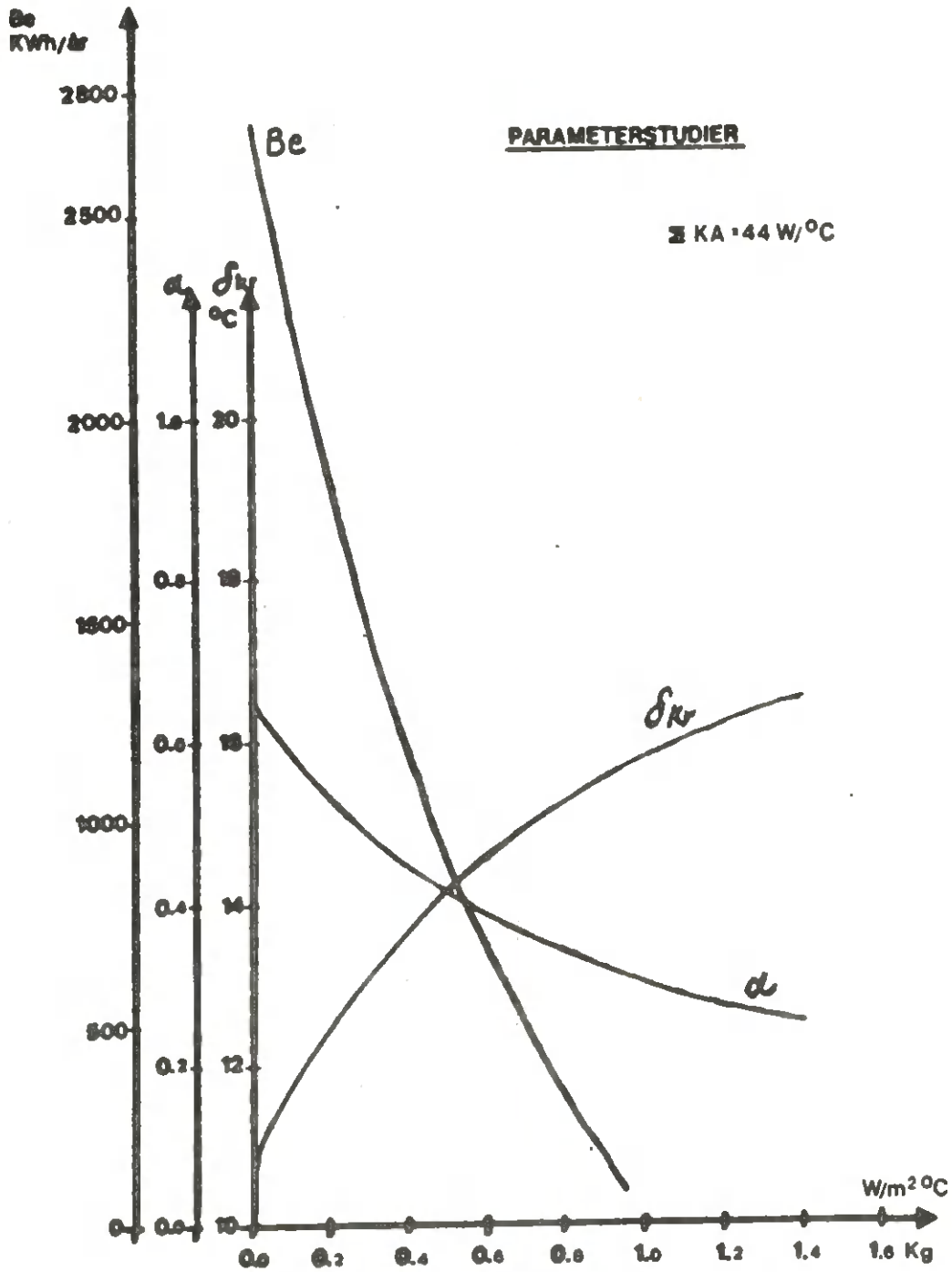


Diagram 1 visar bl a att besparingen i kWh/år ökar med ökad isolering i golvbjälklag, sockel och mark. Kryprumstemperaturen sjunker med ökad bjälklagsisolering men stiger med ökad sockel- och markisolering.

En omfördelning av bjälklagsisoleringen till marken inne i kryprummet medför lägre marktemperaturer under sulorna och ökar risken för tjälnedträngning där. Det kan då bli nödvändigt att utföra en tjälhindrande isolering i marken utanför hela grundmuren. Isoleringen måste i så fall ansluta till grundmuren utan värmeläckande springor. Den måste vara av ett lämpligt material och förläggas till ett sådant djup att dess beständighet tryggas. De flesta kryprumsgrunder på marknaden består av fabriksstillverkade element, som snabbt och enkelt kan monteras på avjämnad grundbotten. En tjällyftning kan, exempelvis genom att bärande sockelelement stjälpas, få förödande konsekvenser för hela huset. Tjälfri grundläggning måste därför uppnås med betryggande säkerhet.

### Inomhusluftens temperaturprofil

Temperaturprofilens utseende beror vid välisolerade byggnader vanligtvis på uppvärmningssystemet. Med radiatoruppvärmning erhåller man normalt en lägre golvtemperatur och en högre taktemperatur. Kan detta förhållande bibehållas stabilt vid de frånluftsmängder som erfordras vid normenlig ventilation innebär det att kryprummet erhåller frånluft med en högre temperatur, exempelvis 22°C, än medelvärdet av inomhustemperaturen exempelvis 20°C. I så fall erhålles en ökad besparing. Men om medeltemperaturen i sig är högre exempelvis 23°C har det förhöjda värmeinnehållet betalats tidigare via ökad uppvärmning meddelst radiatorer eller liknande. Det bör även noteras att en ogynnsam temperaturprofil medför sämre klimatkomfort vilket bör motverkas genom exempelvis förhöjd golvtemperatur.

### Frånluftens högre innergiinnehåll pga fukttillskott

Vissa perioder under året kan kondens uppstå i kryprummet genom att den varma fuktiga frånluften kyls ned vid kontakt med socklar och markyta. Kondensvattnet bör avledas från grunden genom att markytan med täckande plastfolie läggs i fall mot spygatt eller dränerande rörstick. Därigenom minskas risken för skador på eventuellt fuktkänsligt material i grundkonstruktionen. Vid kondensationen återfås en del av det högre energiinnehållet i frånluften, vilket periodvis kan medföra högre kryprumstemperatur. Detta beaktas dock inte i denna förenklade beräkningsmodell.

### Värmebuffert i marken under kryprumsgrunden

Luften i kryprummet får en högre temperatur än marken under kryprummet. Därför kommer marktemperaturen att stiga under de första åren, vilket även medför högre kryprumstemperatur. Efter några år erhålls något av ett jämviktsläge mellan kryprumstemperatur och marktemperatur. Inverkan på kryprumstemperaturen av uteluftens variationer kommer speciellt vid en välisolerad sockel att dämpas pga markens höga värmekapacitet.

Den tid det tar för att erhålla en fullt utbildad värmebuffert beror bl a på mark- och lufttemperaturernas startvärden dvs sommar- eller vinterschakt, jordarter, eventuell markisolering, övrig isolering, byggfukt etc.

Erfarenheter från provhus har ofta visat en förhöjd kryprumstemperatur av 2 - 3<sup>0</sup>C redan efter 1 - 2 år. Denna ökning kan kanske stabiliseras vid 3 - 4<sup>0</sup>C efter 3 - 4 år beroende på isolering och klimat. Detta medför i sin tur högre energibesparing, vilket den förenklade beräkningsmodellen ej beaktar. Dock kan genom beräkning erhållet värde korrigeras genom att kryprumstemperaturen ökas med ett lämpligt värde enligt ovan och en ny beräkning eller avläsning i diagram av energibesparingen utförs.

## Ventilation och täthet

I det följande görs ett försök att i viss mån belysa samspelet mellan ventilation och täthet. Olika ventilations- och värmeåtervinningssystem, exempelvis F, FT, FTX och FVP samt olika utförande beträffande ledningsdragning och donplacering parat med skiftande otätheter hos hus och kryprum ger ett stort antal kombinationer. Dessa ger förutsättningarna för en del viktiga parametrar som påverkar husets och kryprumsgrundens funktion. Längre fram ges exempel på några enkla fall med figurer som endast behandlar ett fåtal av dessa parametrar.

### **Husets ventilation och täthet**

Normenlig ventilation motsvaras av ca 0,5 oms/h och bör normalt ej underskridas av komfortskäl eller överskridas av energihushållningsskäl. Ventilationen påverkas av klimatskärmens täthet. Exempel på godtagan otäthetsfaktor för bostadshus anges i SBN och är för t ex småhus 3,0 oms/h vid 50 Pa tryckdifferens. En mycket god täthet är ett grundläggande krav för en fungerande ventilationsanläggning, speciellt i samband med värmeåtervinning ur frånluften. Lufttätheten kontrolleras genom stickprov.

### **Kryprumsgrundens ventilation och täthet**

Ett tätt kryprum erhåller normalt ca 4 ggr högre luftomsättning än huset dvs ca 2 oms/h. Denna kraftiga ventilation tillika med relativ hög lufttemperatur bidrar till att minska riskerna för fuktskador.

Otätheter i i kryprumsgrundens hölje sänker såväl ventilationsgrad som temperaturnivå. Detta medför lägre energibesparing och ökad risk för fuktproblem. Speciellt kan stora problem uppstå då en FVP är installerad efter kryprummet. Därför vore det kanske önskvärt att föreskriva en högsta otäthetsfaktor för från-

luftsventilerade kryprumsgrunder och föreslå att stickprovsmässig täthetsprovning skall företagas? Då borde kanske tillverkare som låter prova samtliga utförda grunder och som eventuellt lämnar någon form av beständighetsgaranti beträffande tätheten premieras lånemässigt?

Det visar sig dock, vilket framgår av fallen nedan, att det kan ha en viss betydelse i vilka byggnadsdelar otätheterna återfinns. Otäthetens storlek är inte enbart avgörande. Dessutom har det vid praktiska mätningar visat sig svårt att få kryprummets täthet i nivå med husets. Egentligen borde man här kräva ett bättre värde. För att uppnå en acceptabel täthet måste särskild omsorg ägnas åt syllar och bjälklagsgenomföringar. Det stora problemet tycks dock vara luftläckningen genom mark och dräneringslager. Beroende på jordartens täthet och dräneringslagrets utförande kan läckaget variera en hel del. I samtliga fall är det dock svårt att åstadkomma en enkel men effektiv tätning. Tätheten är således fortfarande en "öppen" fråga.

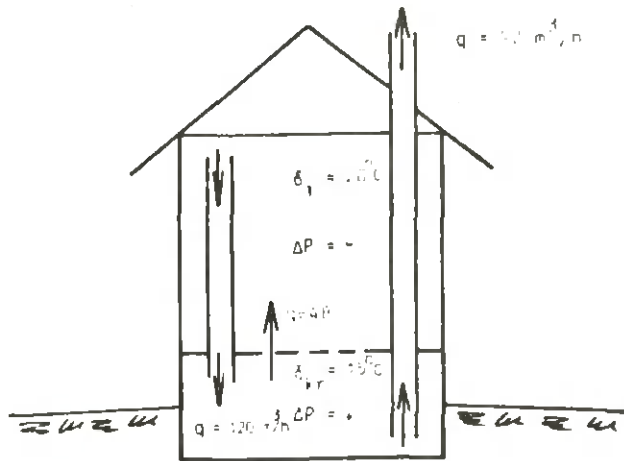
### **Några olika driftfall**

Siffervärdena i figurerna anger endast vid olika driftsituationer möjliga relationer mellan olika flöden och temperaturer.

#### Övertryck i kryprummet

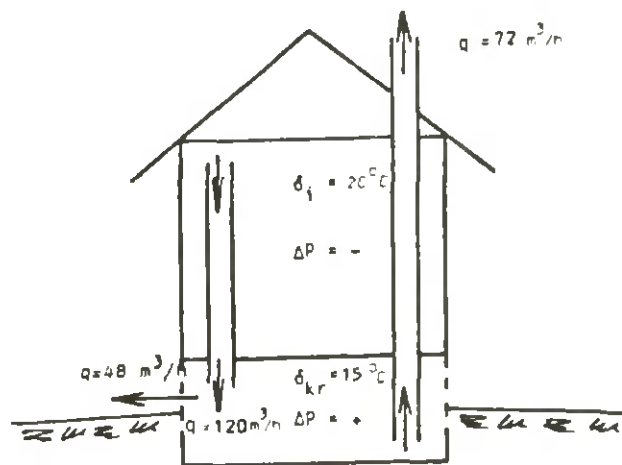
##### Otätt bjälklag

En del av frånluften återvänder genom rådande tryckdifferens till bostaden via otätheterna. Ventilationen fungerar således dåligt och normenlig luftomsättning uppnås ej vid F-system medan FT-system kan ge ett något bättre resultat. En FVP installerad efter kryprummet erhåller då, förutom frånluft av lägre temperatur, även ett mindre luftflöde varför dess värmefaktor blir märkbart lägre.



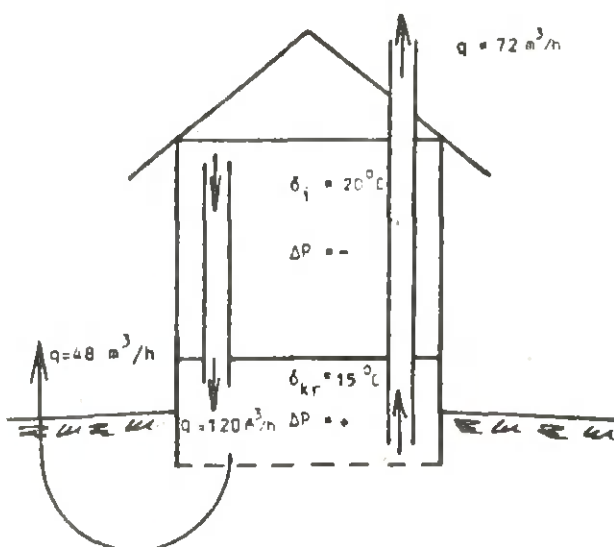
### Otåta socklar

Fuktkonvektion med kondensutfällning samt frost och isbildning vintertid blir följden av otåta socklar. Fuktkänsliga material, träsyllar etc kan med tiden skadas. F- och FT-system bör för övrigt fungera normalt medan en FVP får lika dåliga driftförutsättningar som tidigare.



### Otät mark

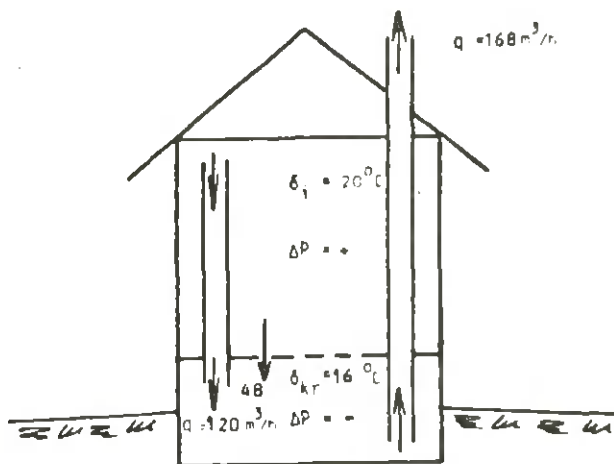
Om kondenserad fukt kan dräneras och avledas från kryprummet bör inga större olägenheter uppstå utan tvärtom bör marktemperaturen höjas något genom att varm och fuktig frånluft passerar genom dräneringslager eller mark. F-, FT- och FVP-system fungerar som i föregående fall.



### Undertryck i kryprummet

#### Otätt bjälklag

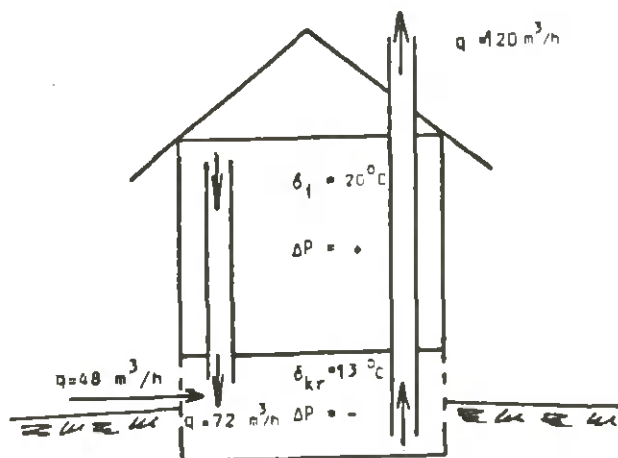
Ventilationen kan vid F-, FT- och FVP-system, beroende på hur injustering av fläktar och ventiler skett, nu bli för kraftig dvs högre än  $0,5 \text{ oms/h}$ , vilket medför en förhöjd energiförbrukning. Frånluftsvärmepumpen uppnår visserligen en högre värmefaktor och fungerar skenbart bättre. Den ökade ventilationen medför minskad risk för fuktskador. Vid radonfarlig mark kommer undertrycket dock att ge en förhöjd radonhalt i kryprummet. Ett otätt bjälklag medför alltid en viss risk för infiltration speciellt om obalans i ventilationssystemet uppstår.



### Otäta socklar

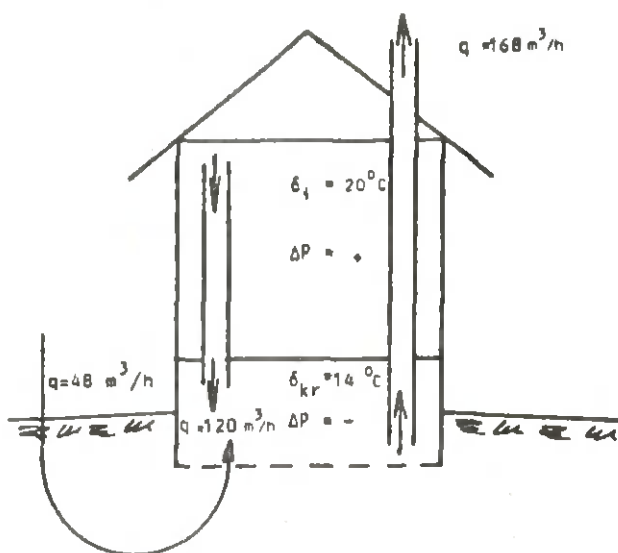
Ventilationen i huset kan, om ingen efterjustering av fläktar och ventiler skett, nu bli för låg. En FVP får visserligen rätt luftflöde men av betydligt lägre temperatur och således en låg värmefaktor. Dessutom ökar riskerna för tätare nedfrysningsperioder av förångaren, vilket medför funktionsnedsättning och ökad energiåtgång för upptining.

Då en frånluftsvärmepump kombineras med en frånluftsventilerad kryprumsgrund erhåller man vanligtvis lägre enskild energibesparing för bägge alternativen i vart fall för FVP. Ansvarsfrågan mellan projektörer, leverantörer och entreprenörer är kanske inte helt klarlagd vid sådana kopplade åtgärder, som spänner över två teknikområden. Nuvarande låneregler kan också vara värda en diskussion i det här sammanhanget.



### Otät mark

Har fläktar och ventiler injusterats så att huset erhåller normenlig ventilation kommer FVP att erhålla ett större luftflöde visserligen av en något lägre temperatur än för referensfallet men värmepumpen kan likväl uppnå en acceptabel värmefaktor. Uteluften värms upp vid sin passage genom mark och dräneringslager in i kryprummet. Därvid sänks marktemperaturen något och risken för att vintertid 0-isotermen flyttas in under sulorna kan öka med ökad risk för tjälskador som följd.



### Ny teknik kräver kontroll, uppföljning och utbildning

En ökad kontroll på arbetsplatserna kan i ett inledningskede vara nödvändig för att förhindra allvarliga fel såsom tjällyftning, fukt och mögel etc. För att förhindra olämpliga kombinationer av energibesparingsåtgärder bör projekteringshandlingarna ägnas särskild uppmärksamhet. Ansvarsfrågor bör utredas och fastläggas. Uppnådda energibesparingar bör jämföras med förväntade eller av tillverkarna uppgivna. Lånesystemet kan behöva revideras och forskningsinsatserna ökas.

Erfarenhetsåterföring från uppförda provhus men även från hus ur den normala produktionen bör snabbt omsättas till kunskap och utbildning, som kan leda till en förbättrad projektering och tillverkning.

GRUNDLÄGGNING AV KÄLLARLÖSA SMÅHUS

Sammanfattning av enkätundersökning  
rörande val av grundläggningsmetod för  
källarlösa småhus producerade under  
1983.

Bertil Enquist

## Bakgrund och syfte

Som ett led i styrgrupp Trähus satsningar inom grundläggningsområdet genomfördes under 1983/84 en enkätundersökning rörande "Val av grundläggningsmetod till källarlösa småhus producerade under 1983".

Det är ur kostnads- och skadesynpunkt angeläget att försöka få en bättre överblick över hur källarlösa småhus byggs idag, samt att försöka kvantifiera kostnadsskillnader mellan olika regioner och skissera skadeorsaker och frekvens för olika grundkonstruktioner.

Uppgifter om hur småhusen grundläggs är dåligt redovisade. Kommunernas lånegivande organ och byggnadsnämnder är troligtvis de som har de bästa såväl övergripande som detaljerade uppgifterna men sammanställning av erforderliga uppgifter saknas.

Enkätundersökningen syftade till att inventera, sammanställa och i viss utsträckning analysera hur olika faktorer påverkar valet av grundläggningsmetod till källarlösa småhus. Väsentliga områden i detta sammanhang är som exempel:

- Hur överensstämmer projekterat grundläggningssätt med det utförda.
- Materialval och arbetsutförande vid olika grundläggningssätt.
- Uppläggning av kontroll och erfarenhetsåterföring.
- Hur ansvarsförhållandena påverkas vid olika åtagandegrader.
- Skador och problem
- Vem bygger grunden t ex företagets egen personal eller kontrakterad

Undersökningen har sammanställts i Träteknikcentrum rapport nr 66 och grundar sig på svaren från fjorton stycken trähustillverkare. Dessa företag producerade sammanlagt 5.450 styck källarlösa småhus under 1983 och representerar såväl stora som små vad gäller antalet anställda och omsättning. Dessutom representerar företagen såväl ytelement- som volymentelementtillverkare.

## Antal hus och fördelning mellan olika grundläggningsmetoder

Antalet källargrundlagda småhus har minskat kraftigt sedan slutet av 1970-talet då cirka 25 - 30 % av det totala antalet småhus försågs med källare. Under 1983 blev 23.143 stycken småhus inflyttningsfärdiga. Av dessa försågs cirka 12 % eller 2.856 styck med källare.

Av antalet källarlösa småhus som producerades under 1983 av de fjorton svarande trähustillverkarna utgör hus med platta på mark cirka 47 %. Om man ser till det totala antalet källarlösa småhus som producerades under 1983 i landet så kan man förmoda att andelen hus med platta på mark är något större.

### Frågor som berör både platta på mark och kryprum

Erfarenhetsåterföring från byggnadsplats tillbaka till trähusföretaget förekommer sällan vilket beror på att grundkonstruktionen ofta inte ingår i trähusföretagets åtagande. Detta medför att de metod- och utförandesätt som redogörs för inte med säkerhet motsvarar det verkliga utförandet av grundkonstruktionen. Vidare kan det innebära att skador och problem som uppstår med grundkonstruktionen inte blir kända av trähusföretagen. I allmänhet upprättar trähusföretagen standardgrundritningar på vilka redovisas rekommendationer och krav som ställs på material och utförande. Byggherren och ofta med hjälp av trähusföretagens återförsäljare kan göra upphandling av grunden med hjälp av standardritningen och måttsatta planritningar varvid lägsta offertkostnad oftast blir avgörande för valet av såväl material som metod.

### Platta på mark

En vanligt förekommande konstruktionslösning vid platta på mark består av sockelelement av lättklinker med motgjuten kantförstärkt betongplatta och med ovanpåliggande cellplastisolering, figur 1. Sannolikt är avvikelserna små mellan de av trähusföretagen upprättade standardgrundritningarna för platta på mark och verkligt utförande. De största avvikelserna består troligen i val av material till kantbalkar och eventuellt även till dräneringssystem.

### Kryprum

Det verkliga material- och metodvalet till de kryprumsgrundlagda husen kan avvika väsentligt från upprättade standardgrundritningar. Oftast redovisas grundmurar av murblock och med platsgjutna grundsulor, figur 2. Förtillverkade betongbalkar med platsgjutna eller förtillverkade plintar och grundsulor är ofta ett ekonomiskt lönsamt alternativ och är därför vanligt förekommande. Överbyggnaden påverkas i liten utsträckning om krypprunden utförs förtillverkad i stället för murad.

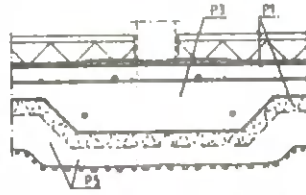
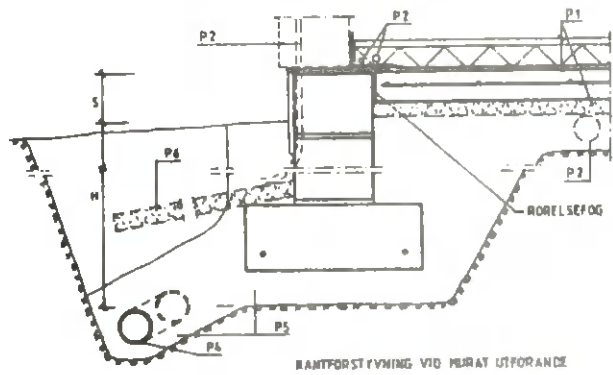
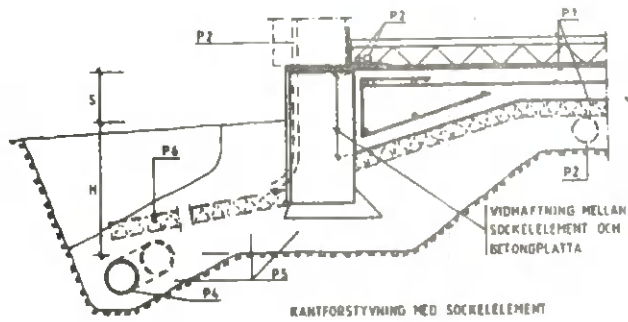
### Skador och problem

Få skador och problem som kan hänföras till att bero på grundkonstruktionen har rapporterats av trähustillverkarna, tabell 1. Att så få hus uppges ha fått skador kan bero på att grundkonstruktionen tillsammans med överbyggnaden fungerar men det kan också bero på att trähustillverkarna inte får information om inträffade skador. Utredningar tyder på att det tar flera år innan de boende i huset själva observerar en fuktskada. Dålig lukt och mögellukt är ofta en första indikation på att en fuktskada inträffat. Uppreglat golv vid platta på mark är den i särklass mest fuktskadedrabbade byggnadsdelen men även kryprum har en hel del skador. Se även figur 3.

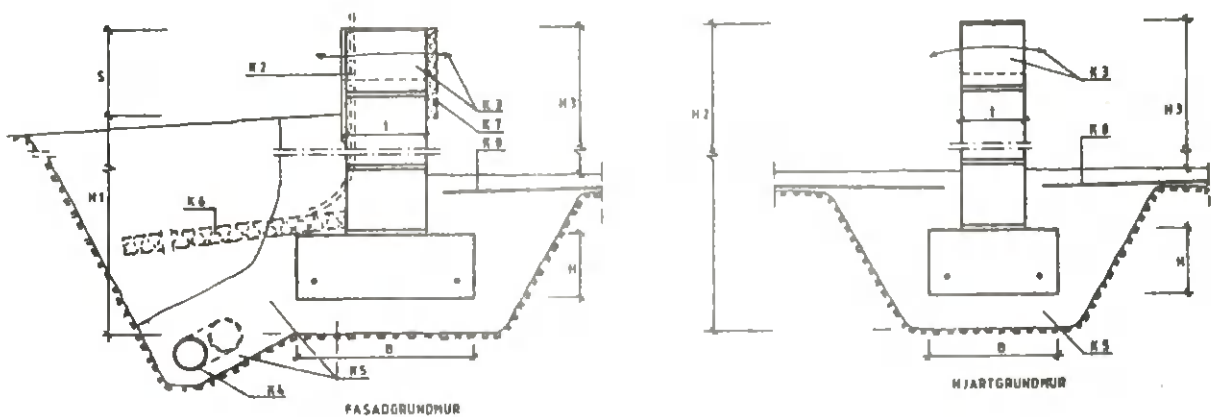
### Ekonomi

Produktionskostnaden har beräknats för fem olika grundkonstruktioner till samma hus med en yta på ca 124 m<sup>2</sup> och med ett kostnadsläge som gällde under oktober 1984. Beräkningarna antyder att trots större låneunderlag för kryprum från och med 1984 så är platta på mark det ekonomiskt mest lönsamma alternativet. Produktionskostnaden för kryprumsgrundläggning är mellan ca 15.000 kr och 21.000 kr större jämfört med platta på mark beroende på vilka alternativ som jämförs.

Det varma kryprummet med träbjälklag kan vara ett lönsamt alternativ men kräver teknisk vidareutveckling innan det används i större omfattning.



Figur 1. Principer för platta på mark med kantsförstyvning av sockelelement respektive murat utförande.

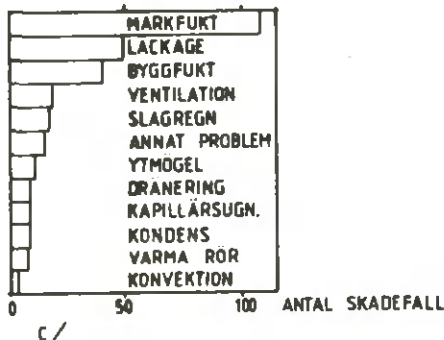
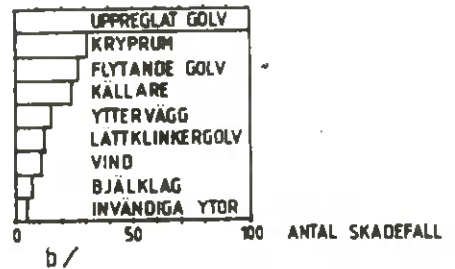
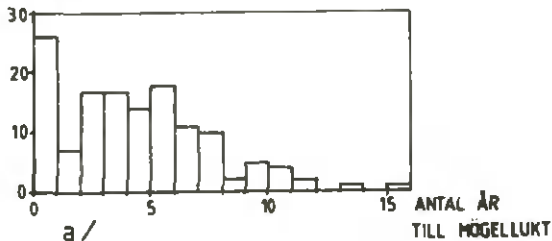


Figur 2. Principer för kryprumsgrundläggning vid murat utförande

Tabell 1. Olika typer av skador som kan hänföras till att bero av grundkonstruktionen och som grundar sig på statistik hos de svarande trähustillverkarna under 1 - 5 år.

Grundläggningsätt/ Typ av skada	Antal hus	Orsak
<b>Kryprum:</b>		
Fuktskador som uppmärksammas genom		
- dålig lukt	8	Dålig dränering Dålig ventilation av kryprummet
- ojämna golvskitor och synliga skarvar	3	Dålig uttorkning av byggfukt
- mögel- och rotangrepp	3	Kvarglömt organiskt material i kryprummet
Ojämna golv	2	Ojämna grundmur
Svikt i träbjälklag		Endast muntliga uppgifter har lämnats om att problem förekommer dock inte något om antal hus och orsak.
Kalla golv		
<b>Platta på mark:</b>		
Knarr i golv vid "flytande golv" med överliggande isolering	20	Ribbelser i golvskena som orsakats av tex fukt och olika statiska och dynamiska belastningar.
Fuktskador som uppmärksammas genom		
- mögel- och rotangrepp	10	Dålig uttorkning av byggfukt Dålig dränering
- ojämna golvskitor och synliga skarvar	5	Läckande vattenledningar Fukttransport genom platta
Sprickor i väggar och bjälklag, knarr, behåll	2	Sättningar av merkt inkl. tjälskjutningar
Kalla golv		Endast muntliga uppgifter har lämnats om att problem förekommer dock inte något om antal hus och orsak.

ANTAL SKADEFALL



Figur 3. Antal skadefall och skadeorsaker i en undersökning som grundar sig på ca 500 hus varav ca 200 hus har haft någon form av fuktskada, efter Samuelsson 1984 ("Undvik fuktskador, intern rapport, Statens Prov-ningsanstalt, Borås).  
 a) Antal år från byggnation till husägaren känner mögellukt.  
 b) Skadad byggnadsdel i hus med mögellukt.  
 c) Skadeorsaker i mögelluktande hus.

TRÄBJÄLKLÄG I SMÅHUS  
FUKTFÖRHÅLLANDEN OCH DEFORMATIONER

Sammanfattning av fältmätningar och utredningar beträffande fuktrörelser och andra fuktproblem i trä- och skivmaterial. Speciellt beröres krypgrunder och oinredda övervåningar i småhus med hög isolering.

TTC. TRÄHUSDAG 6 NOV 1985

ULF BERGSTRÖM

TTC. Trähusdag 6 nov 1985.  
Ulf Bergström, LB-Hus AB.

### Träbjälklag i småhus Fuktförhållanden och deformationer

#### Bakgrund

Bjälklag i byggnader dimensioneras normalt endast för egenvikt och nyttiga laster enligt gällande byggnorm. Vid dimensioneringen av deformationer och i viss mån också påkänningar i ingående delar försummas nästan undantagslöst fuktpåverkan och långtidsdeformationer av olika slag. Detta trots att de ibland kan vara av samma storleksordning som deformationerna av laster enligt SBN.

Förhållandet påvisas bl a i undersökningar som redovisats (1980) i rapporten "Fukt- och temperaturberoende rörelser i småhus - trästommar" som undertecknad genomfört på uppdrag av Träförädlingsbyrån (TTC). De resultat som då redovisades gäller den bärande stommen, bjälklag, bärande väggar, takstolar och takkassetter etc.

Andra typer av deformationer och skador på grund av fukt i ex.vis skivmaterial i kryppgrunder och bjälklag till oinredda ovanvåningar ingick inte i den första undersökningen.

På TTC:s uppdrag har undertecknad därför genomfört fortsatta fältmätningar och undersökningar som härmed underhandsredovisas.

#### Krypgrunder

Mätningar av fuktkvoter i skivmaterial och trä har genomförts i ett par hus (diagram 1) med 195 resp 220 mm isolertjocklek belägna i Skåne resp i Göteborgsområdet.

Fuktkvoterna i trä är i det senare området 20 % eller mer under 3-5 månader sommar-höst. D v s riskerna för ex.vis mögelbildning är enligt de kriterier som allmänt används överhängande. I det aktuella huset har dock inga mögelangrepp kunnat konstateras.

Även boarden på undersidan av bjälklaget ligger nära kritisk fuktnivå.

RF-värdena i krypprunderna är sommartid ofta över 90 %.

Mätningar har också utförts på deformationer mellan golvbjälkarna i golvspånskivan på bjälklagets ovansida.

Bland annat konstaterades en bestående deformation mitt mellan bjälkarna på 2-3 mm omedelbart efter golvläggningen, därefter en fortgående deformation som efter 3 år uppmätts till samma storleksordning, d v s totalt 4-6 mm på de första 3 å 4 åren.

#### Oinredda ovanvåningar

Fuktproblem har på senare år blivit betydligt vanligare speciellt i hög-isolerade hus.

Problemen har dels visat sig som mögel på spånskivegolv och trämaterial i takstolar och panel, dels som stora fuktrörelser i spånskivans plan.

I vissa fall har rörelser - svällning - i spånskivan på 30 å 40 mm uppmätts i husets längsriktning. Rörelserna har i en del fall tryckt ut gavelspetsarna, men betydligt oftare åstadkommit sprickor och liknande i gips- och andra skivmaterial på bjälklagets undersida.

Mätningar av fuktkvoter i trä- och skivmaterial har utförts i hus med varierande isolertjocklek i bjälklaget 220, 440 och 470 mm.

Sambandet isolertjocklek - fuktkvoter förefaller uppenbart. Men fukt-mekaniken är inte helt klargjord ännu. Fortsatt arbete pågår i LB-Hus regi men också i form av examensarbeten vid CTH och LTH.

I diagram 2 visas resultatet av fuktmätningar i träprovkroppar placerade i underkant golvspånskiva resp i meralullens ovankant i konstruktion, där inte spånskiva finnes.

#### Sammanfattning

Fuktproblem i form av deformation - fuktrörelser och risk för mögel ökar uppenbart i såväl krypprunder som i oinredda övervåningar då värmeisoleringen ökar.

Problemen kan inte negligeras längre. Forskning behövs på många områden, men innan full klarhet har nåtts kan mycket hända.

Vi måste snarast diskutera de åtgärder som redan nu måste genomföras.

Noggrannheten i projekteringsledet och i produktionen måste ökas. Fungicidbehandling av skivmaterial och visst trämaterial i kryppgrunder och användande av vattenfasta spånskivor på oinredda ovanvåningar är några av de åtgärder som troligen behöver genomföras omgående.

FUKTKVOTSMÄTNING I KRYPGRUND.

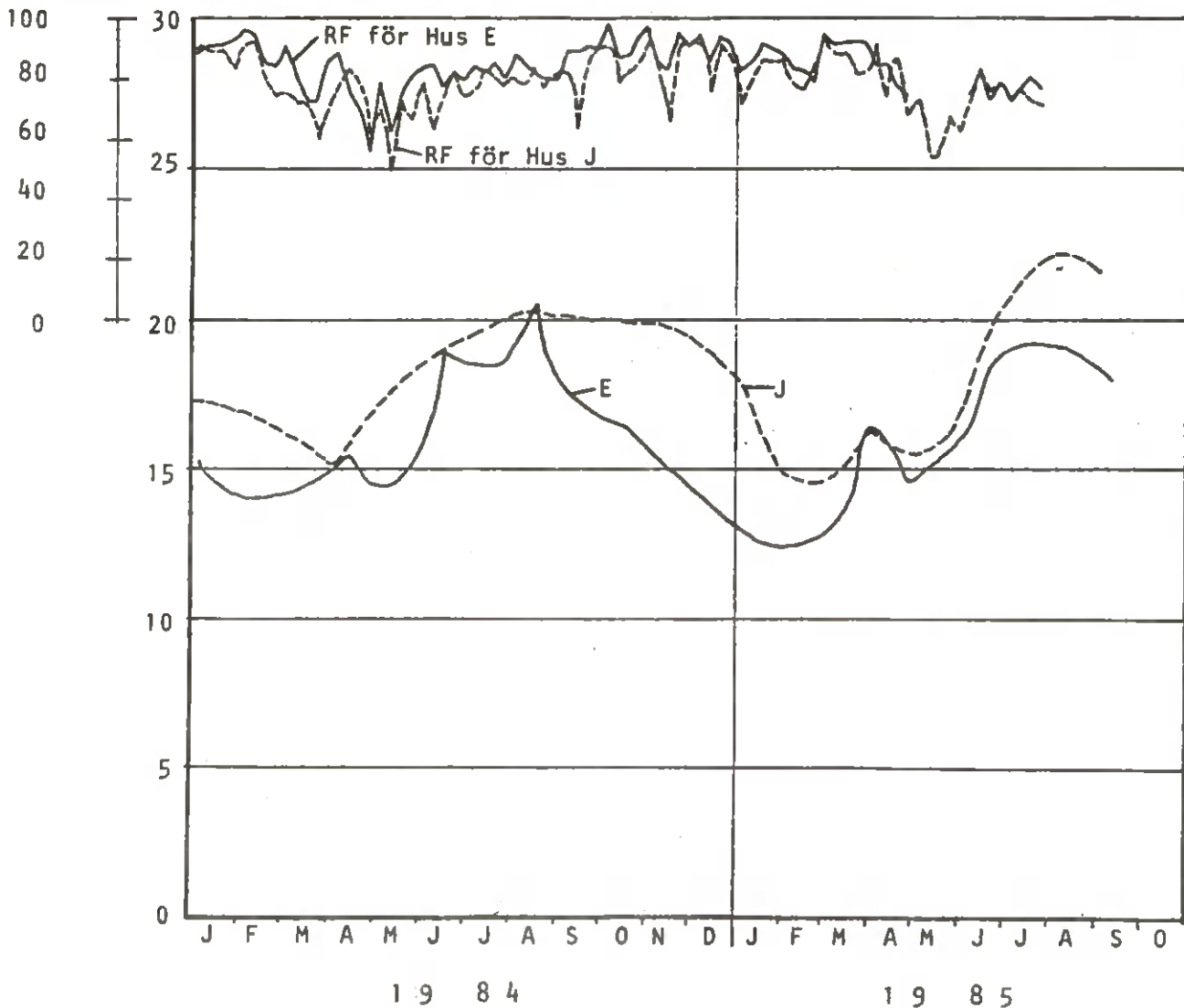
Uppmätta fuktkvoter enligt torrviktsmetoden på trä, gran, underkant innanför vindskydd, blindbotten, invid golvregel.

Hus E är isolertjockleken 195 mm kv.A  
Hus J 220 mm kv. A ( fullisolerat)

Veckomedelvärden av samtliga värden på relatiualuftfuktigheten är beräknade från SMHI's uppmätta värden från en närliggande station.

kF-utomhus  
från SMHI

u = Uppmätt fuktkvot i %



OINREDDA OVANVÄNINGAR.

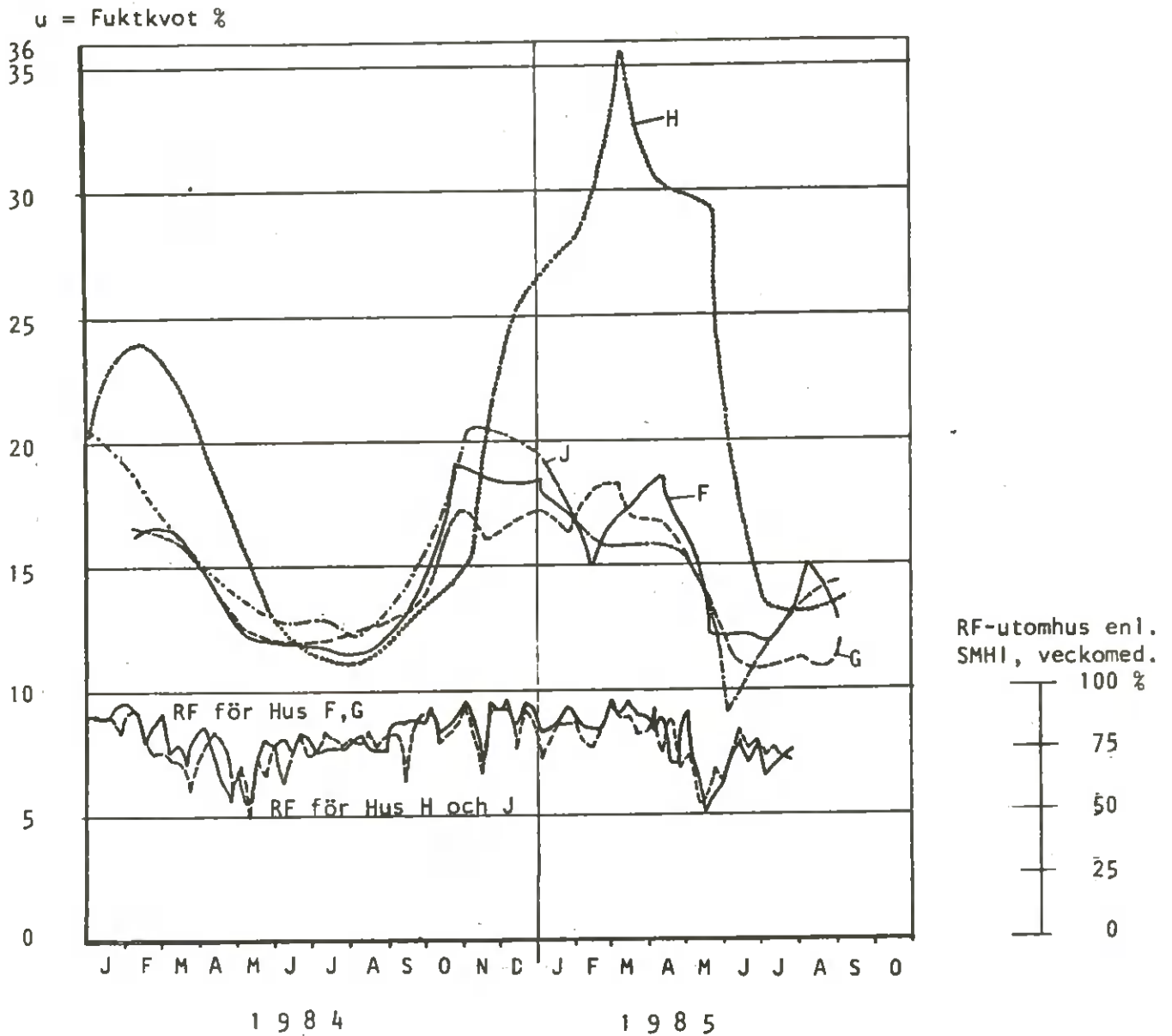
Uppmätta fuktkvoter enligt torrviktsmetoden på trä. Provkropparna är i hus F, G samt H placerade underkant golvspånskivan och i hus J i minneralullens ovankant i konstruktionen.

Hus F och G är isolertjockleken 220 mm kv. A ; Golvspånskiva Std, 22 mm.

Hus H 470 mm kv. A ; Golvspånskiva V70, 22 mm.

Hus J 440 mm kv. A

Veckomedelvärdena på RF är beräknade från SMHI:s uppmätta värden från en närliggande station.



VII

VENTILATION AV KRYPRUM

Redovisning av luftväxlings- och  
fuktmätningar

av

Bertil Enquist och Jan Gustén.

## VENTILATION AV KRYPRUM

### REDOVISNING AV LUFTVÄXLINGS- OCH FUKTMÄTNINGAR

Bertil Enquist och Jan Gustén

Bidrag till Trähusdagen den 6 november 1985

#### INLEDNING

Luftväxlingens storlek i ett kryprum påverkas av temperaturskillnaden mellan uteluft och kryprum, aktuella vindförhållanden, eventuella fläktbetingade luftflöden, öppningars (ventilers) storlek och lokalisering, omgivande vegetation osv. Fuktblastningen beror av en rad olika faktorer, vars inverkan i många fall är oklar. Exempel på mer eller mindre outredda förhållanden är skillnaderna i verkningsätt mellan självdrag och mekanisk frånluft vid uteluftventilerade kryprum, spridningen av luften vid inneluftventilerat kryprum, betydelsen av självdragsskorsten från kryprum upp över tak, "raka" respektive "icke raka" ventiler i grundmurar vid uteluftventilerade kryprum.

Nya byggmetoder, konstruktionslösningar och material har accentuerat behovet av mätinriktade undersökningar. Föreliggande arbete skall ses som en förstudie till mer omfattande studier av ventilationsproblem i kryprum. Förstudien har omfattat såväl mätmetodik som fältförsök avsedda att visa vad vissa konkreta konstruktionslösningar har för effekt på antalet luftväxlingar.

#### MÄTMETODER

Luftväxlingen under olika klimatbetingelser bestämdes med spårgasmetod. Metoden går ut på att registrera hur snabbt koncentrationen av en i ett utrymme jämnt fördelad gas avtar. I de här redovisade mätningarna har använts lustgas  $N_2O$ .

Fuktkvoten har momentant bestämts i träbjälklagen, genom att provbitar av ingående material vägts före och efter torkning. Kontinuerlig registrering har skett av temperaturer och relativ ånghalt i kryprummet, vilket givit en uppfattning om insvängningsförloppet för provkropparna.

## MÄTOBJEKT OCH RESULTAT

Mätningar har genomförts i tre stycken nyfabricerade enbostads-  
hus med kryprumsgrundläggning. Objekt A och B är av experiment-  
byggnadskaraktär medan C är ett traditionellt men ändå modernt  
och normenligt kryprum.

### Objekt A

Ett välisolerat provhus har projekterats och uppförts under 1982  
av Rockwool av i Skultorp. Bottenbjälklaget är till ungefär halva  
höjden nedsänkt i marken och innehåller 400 mm mineralull. Bjälk-  
lagets k-koefficient är beräknad till  $0.10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

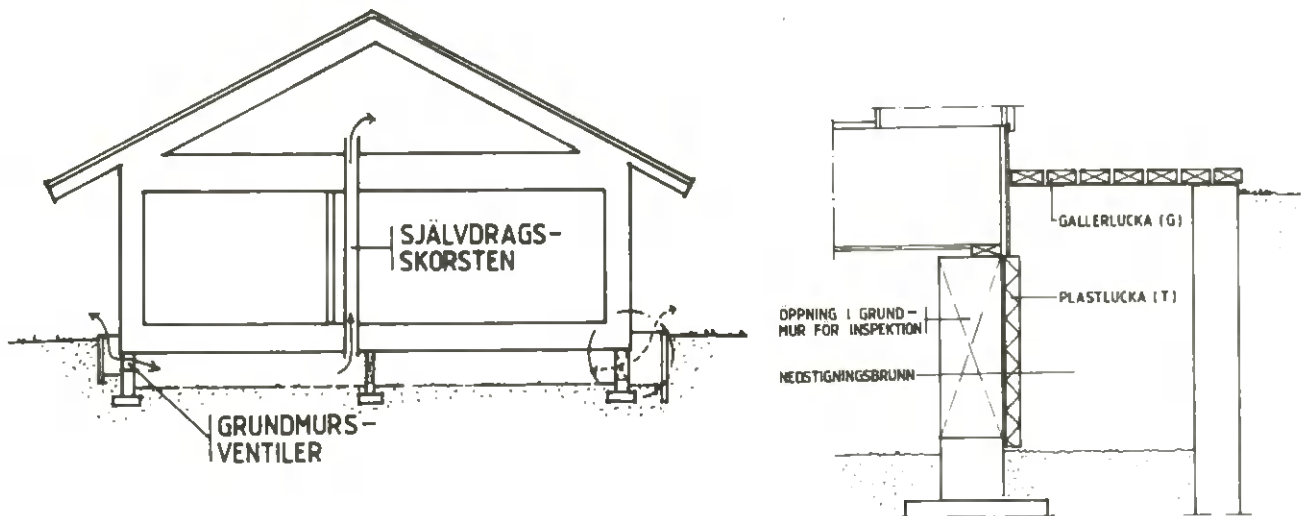
Grundmurarna har utförts på plats av 200 mm betonghålblock murade  
på grundsulor av betong. Kryprummet innefattar två utrymmen med  
planmått 4.4 x 12.9 m med en genomsnittlig höjd på 0.5 m,  
vilket innebär att luftvolymen är c:a  $57 \text{ m}^3$ .

Luftning av kryprummet sker via ventilöppningar och luftkanaler.  
Den totala ventilarean mot det fria är  $0.09 \text{ m}^2$  medan öppnings-  
arean genom hjärtgrundmuren uppgår till  $0.76 \text{ m}^2$ . Ventilarean i  
fasadgrundmurarna kan förväntas bli avsevärt reducerad genom  
gallerplåtar och skräp i kanalkrökar. I kryprummets ena halva  
finns en självdragsskorsten vilken mynnar i det kalla vinds-  
utrymmet. Figur 1 ger en schematisk beskrivning av kryprummets  
ventilering. Husets normala driftsfall innebär öppna grundmurs-  
ventiler, gallerlucka och självdragsskorsten.

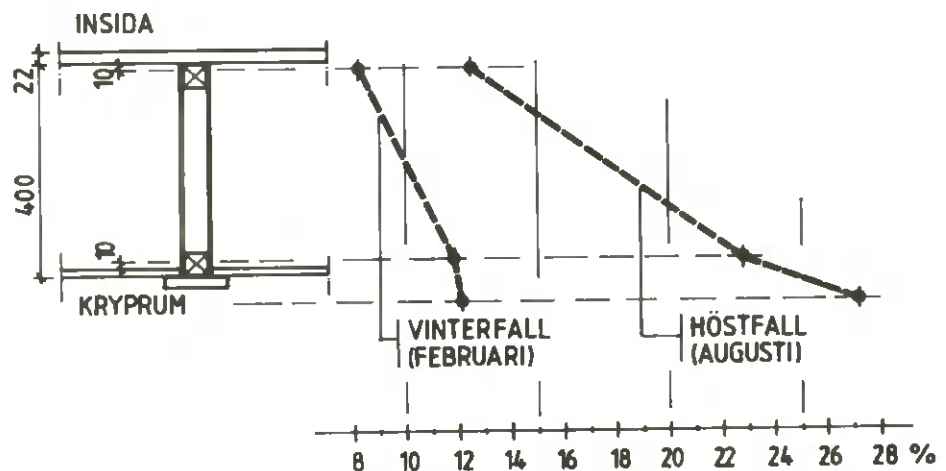
Mätningarna visar betydelsen av grundmurens ventiler. När dessa  
öppnas ökar luftväxlingen med 0.2 oms/h för höstfallet och 0.6  
för vinterfallet. Under den varma delen av året är luftväxlingen  
dock även med öppna ventiler låg, vilket antyder att ventilarean  
är för liten.

Självdragsskorstenens funktion är oklar. Under höstmätningen  
registrerades ett tilluftsflöde genom självdragsskorstenen till  
kryprummet medan skorstenen under vinterfallet fungerade som en  
frånlufts kanal. Systemets utformning med utsläpp i vinds-  
utrymmet begränsar drivkraften.

Under sensommaren-hösten har höga relativa ånghalter i kryp-  
rummet givit upphov till höga fuktkvoter i träbjälklaget,  
vilket i kombination med en låg luftväxling kan ge upphov till  
problem, figur 2.



Figur 1 Ventilering av kryprum, objekt A

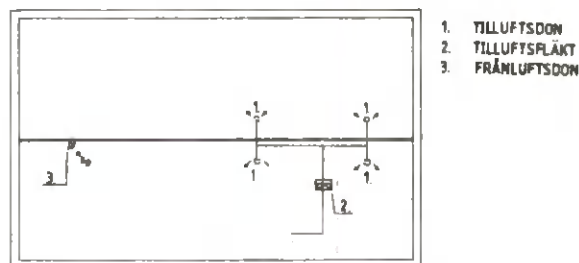


Figur 2 Registrerade fuktkvoter, objekt A

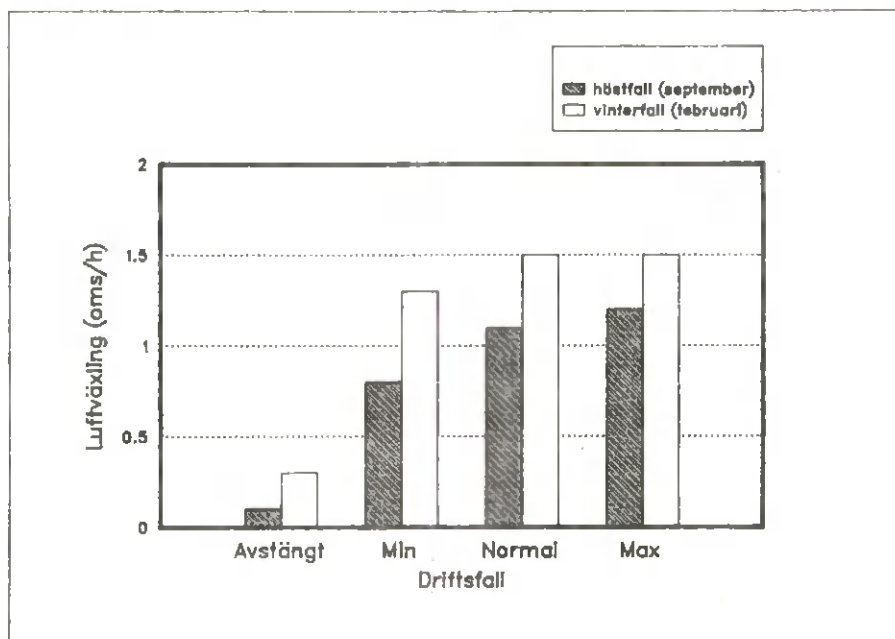
Objekt B

Objekt B är ett typhus från Andréens Trähus uppfört i Vetlanda under 1984. Huset är uppbyggt av förtillverkade väggelement, vilka också fungerar som yttergrundmur. Väggarna stöder direkt på en enkel grundbalk. Det platsbyggda bottenbjälklaget är oisolerat. Kryprummet med den totala luftvolymen 51 m<sup>3</sup> är inneluftventilerat genom ett mekanisk fläktsystem, figur 3.

Ventilationssystemet ger acceptabla luftväxlingsnivåer men visar brister beträffande möjligheter till reglering av luftflöden, figur 4. Utan fläktar, t ex vid driftsavbrott, ventileras ej kryprummet. Undersökningen tyder på låga fuktkvoter.



Figur 3 Grundplan, objekt B



Figur 4 Registrerade luftflöden, objekt B

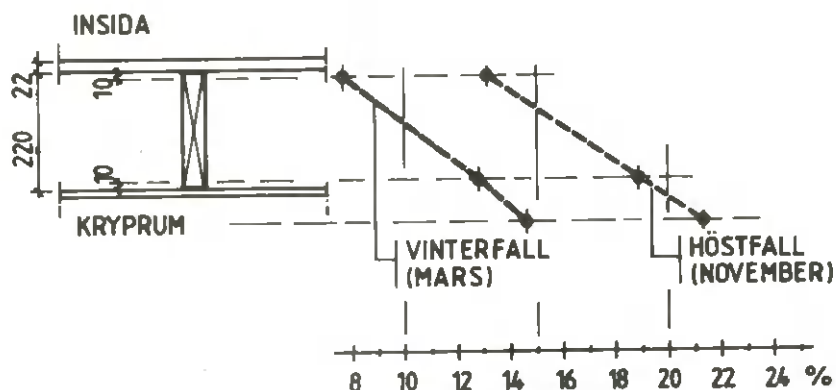
### Objekt C

Det tredje objektet, ett volymelementhus från Modulent ab, är uppfört 1984 i Hässleholm. Bottenbjälklaget innehåller 170 mm (vid ytterkanter 200 mm) mineralullsisolering. Bjälklagets k-koefficient är beräknad till  $0.24 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Kryprummet är uppbyggt av förtillverkade grundbalkar och plintblock av lättklinkerbetong. Luftvolymen i kryprummet är c:a  $80 \text{ m}^3$ . Den totala ventilarean är  $0.32 \text{ m}^2$ , vilken på grund av nätgaller reduceras till  $0.20 \text{ m}^2$ . Tilluftsventilerna är av så kallad rak typ. Vid vissa driftsfall har böjda grundmursventiler simulerats. Utrymmet är fläktventilerat genom anslutning till husets mekaniska frånluftssystem.

Trots att objektet ventileras genom ett mekaniskt frånluftssystem bestäms luftväxlingens storlek i första hand av uteklimatet. Grundmursventilernas utformning och area får därigenom stor betydelse. Ökningen av det klimatstyrda luftutbytet vintertid blir mindre vid böjda grundmursventiler jämfört med raka, vilket överensstämmer med tidigare undersökningar, som visat att konstruktioner med krökta ventiler i sockeln begränsar genomventilationen av krypgrunden.

Fuktkvoterna i träbjälklaget når samma nivåer som för objekt A med speciellt höga värden under höstfallet, figur 5.



Figur 5 Registrerade fuktkvoter, objekt C

## SAMMANFATTNING

De resultat som redovisats härrör från ett begränsat mätunderlag från tre sinsemellan olika mätobjekt. Erfarenheterna från undersökningen visar, att resultaten i hög grad är avhängiga den mätteknik som användes. Det är fråga om momentana mätningar där mätvärden på luftväxlingen ger stor spridning vid varierande klimatförhållanden.

Mätningarna visar att luftväxlingen varierar med kryprummets geometriska utformning och ventilernas storlek och placering men också i hög grad mellan olika delar av kryprummet.

## REFERENS

Enquist, B och Gustén, J: Ventilation av kryprum - luftväxlings- och fuktmätningar i tre provhus. Hässleholm 1985.

# LEGALETT. AB

---

## LEGALETT VARMGRUND

### Informationsmaterial:

Broschyr, typgodkännande, låneunderlag, typritningar.  
Delas ut till alla.

### Föredrag:

#### Lösningen på fukt och mögelproblemet: LEGALETT VARMGRUND.

1. Presentation LEGALETT AB.
2. Paket-leverans av grunden.  
Ritningsmaterial ( overhed.).
3. Redovisning och teknisk genomgång ( overhed ).
4. Arbetsmetodik ( tv kassett ).
5. Ekonomi.

LEGALETT AB



Curt Ingeström

---

**LEGALETT. AB**

Postadress  
Box 142  
446 01 Älvängen

Besöksadress  
Frälsegårdsvägen  
446 01 Älvängen

Telefon  
0303 - 461 28  
486 10

VIII

R A B O   W A R M G R U N D

AV

LARS-GÖRAN BJÖRK

RABO PRODUKTER AB, HUDIKSVALL

TEL: 0650-251 85

## RABO PRODUKTER AB

Rabo Produkter AB startades 1974. Företaget ingår som dotterbolag i Råsjö-gruppens koncern. Koncernens huvudsakliga verksamhetsområde är torvbrytning och krossentreprenader. Omsättningen inom koncernen var för år 1984 105 miljoner kronor.

Rabo Produkter tillverkar i huvudsak Warmgrunder, torpargrunder, betongstommar till lätta industribyggnader, betongbjälklag och lantbruksprodukter.

Problem med fukt och mögel i samband med nyproduktion av småhus ökar av bl a den anledningen att den mark som kommunerna idag kan erbjuda i regel är belägen på sådana områden, där grundvattnet ligger högt. Ytvatten är svårt att avleda och därmed ökar risken för att problem kommer att uppstå i framtiden.

Warmgrund typ Rabo eliminerar många byggproblem och framtida problem. Man uppmäter exempelvis 40-45 % luftfuktighet under hus vid Warmgrund, vilket innebär att mögel- och fuktproblem är helt borta. Rabo underhandlar med försäkringsbolag om garanti (10 år) mot mögel.

Varför då välja Rabo Warmgrund?

- Täthetsprovad grundkonstruktion
- Särskilt utbildade grundmontörer, som känner väl till exempelvis rätt använd fogmassa vid olika typ av fogningar
- Marktryck på sulor vid olika belastningar på balk
- Utbildade ansvariga arbetsledare A-A mark

Rabo Warmgrunden är typgodkänd och tillverkningskontroll utförs av KRB (Kontrollrådet för Betongvaror).

Inreglering av värme- och ventilationssystemet utförs av samma service-montör som för huset i övrigt. Speciellt konstruerad värmepump vid koppling till Rabo Warmgrund.

Rabo Warmgrund har fribärande betongbalkar på underlag av betongplattor, vilket medför att samtliga typer av grundläggning kan utföras, t ex plintar, pålning, utbredda plattor.

Allt material i grunden är oorganiskt material, styrolit och betong.

Isoleringstjockleken i bjälklaget är anpassad till byggsatsmaterial från hustillverkaren. Kanalförläggning vid ytterbalk på speciella hängkrokar medför snabb montering.

Randisolering utsida grund 1,0 m medför ett större värmemagasin och risken för uppfrysning är eliminerad.

Transportkostnader medför att 30-40 mils radie från Hudiksvall ger konkurrenskraftiga priser. Underhandling med andra betongleverantörer som licenstillverkar Warmgrunder för att bli rikstäckande är avklarade våren -86.

Konstnader platta på mark 120 m <sup>2</sup>	ca 52.000 kr
Warmgrund 120 m <sup>2</sup> inkl montering	ca 70.000 kr
Torpargrund 120 m <sup>2</sup> inkl montering	ca 50.000 kr
Träbjälklag kostnad ca 20.000 kr	

Warmgrund ökar belåningen med ca 5.000 kr i jämförelse med plintgrund.

Warmgrund ökar belåningen med ca 9.500 kr i jämförelse med betongplatta på mark.

Warmgrunds energibesparing ca 2.000 kW/år.

Snabbare byggtid = minskade kreditivkostnader.

Rabo Produkter AB, som är ett litet företag med en omsättning av 15 miljoner kronor, har som mål och förutsättningar att komplettera stora husföretags resurser och kunnande med flexibilitet och rationell tillverkning.

Rabo skall framöver leda utvecklingen av grundkonstruktioner till småhus, i synnerhet Warmgrunder, och planerar därför mätningar och teoretiska studier för att öka kunskaper om förhållandet i varma kryprum och tillhörande energibesparingar.

Detta digitala dokument  
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi  
Troëdssons forskningsfond**

**TräteknikCentrum**

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM  
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67  
Telefon: 08-14 53 00  
Telex: 144 45 tratek s  
Huvudenhet med kansli

Åsensvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING  
Telefon: 036-12 60 41

Box 354, 931 24 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Bockholmsvägen 18  
Telefon: 0910-881 40  
Telex: 650 31 expolar s