8902008
P

RAPPORT

Tore Hansson

Krypgrunder

Referat från TräteknikCentrums interna seminarium 1989-01-25

Trätek
INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Tore Hansson, referent

KRYPGRUNDER
Referat från TräteknikCentrums interna seminarium 1989-01-25

TräteknikCentrum, Rapport P 8902008

Nyckelord

calculation
crawl space
damage
secure future function
temperature simulation

Stockholm februari 1989

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	Sid
0. SAMMANFATTNING	2
1. INLEDNING. Arne Elmroth	3
2. ERFARENHETER	7
a) Sund barnstuga i Skarpnäck. Arne Elmroth, LTH	7
b) Bo 85s sunda hus. Stig Jahnsson	16
c) Lättbygg 85, långtidsuppföljning. Tore Hansson	24
d) Varma krypgrunder. Sture Samuelsson	29
3. ÅTGÄRDER I SKADADE HUS	34
a) Sammanställning av åtgärder. Olle Åberg	34
b) Mögelsäkring av krypgrunder genom uppvärmning. Tore Hansson	42
4. BERÄKNINGAR	54
Teoretisk beräkning av temperaturförhållanden. Johan Claesson	54
5. SÄKRA FRAMTIDSLÖSNINGAR - DISKUSSION	55
Inledningar: Sture Samuelsson	55
Britt-Inger Andersson	58
Olle Åberg	59
Ingemar Samuelsson	60
Sammanfattning av diskussionen. Ordförande Arne Elmroth	63

0. SAMMANFATTNING

Krypgrunder har många fördelar, men också vissa risken. En samlad bedömning i ett längre perspektiv skulle vara värdefull. Vi får inte bara stirra oss blinda på energi och fukt. Radon och utbytbarhet hos installationer måste också vägas in.

När forskare samlas för att stämma av kunskapsläget för krypgrunder så finner man att man vet var problemen finns. Om man tillämpar denna kunskap i projektering, produktion och brukande så återstår få problem att lösa.

Inbjudna till internt seminarium om krypgrunder 1989-01-25

Trätek/tvärgrupp FUKT:		Statens Provningsanstalt:	
Ulf Bergström	+	Ingemar Samuelsson	+
Jan Hagstedt		Carl-Gustav Bornehag	+
Josef Höbenreich			
Stig Nordin		Boverket:	
Rune Norrsell		Curt Ivarsson	
Peter Zaunschirm		Gunnar Krakenberger	+
Sven Casselbrant	+		
Tore Hansson	+ sekr	BFR:	
Ingvar Johansson		Jan Sandelin	+
Rune Rydell		Bertil Pettersson	
P-O Marklund			
Martin Gustavsson		Trähusindustrin:	
Jan Ekstedt		Stig Jansson	+
		Christer Harrysson	
LTH:			
Arne Elmroth	+ ordf	Helsingborgs kommun:	
Lars-Erik Nevander		K-E Klittner	
Göran Fagerlund	+	Sixten Stenberg	+
Olle Åberg	+		
Carl-Erik Hagentoft		STR:	
Lars-Erik Harderup			
Johan Claesson	+	Anders Berg	+
Per Ingvar Sandberg	+	Roland Sundler	+
		Lars Bergman	+
KTH:		Allan Aronsson	+
Sture Samuelsson	+		
Britt-Inger Andersson	+		
CTH:			
L-O Nilsson			
Jan Gustén			
Finland:			
Tapio Kanko			
Danmark:			
Niels Bertelsen			
Uwe Lohse	+	+ = Närvarande.	

FUKT I KRYP RUM

Detta är ett särtryck ur tidskriften Cementa nr 2.88

Tidningen utges av
Cementa AB, Box 144
182 12 Danderyd

I gamla hus med dåligt isolerade golv och effektivt golvdrag fick man sällan fuktproblem i kryprummen. Men idag är mögel, röta och lukt tyvärr ganska vanligt. Fuktskadorna i kryprum kan ha flera olika orsaker. Målet vid utformningen av kryprum måste vara att använda material som är så lite fuktkänsliga som möjligt, och att material som kan ta skada av fukt hålls torra.

Av ARNE ELMROTH
Professor, KTH

Fuktskador drabbar kryprum på flera olika sätt.

– *Hög luftfuktighet* i kryprummet ger skador på bjälklaget i form av röta eller mögel på organiskt material.

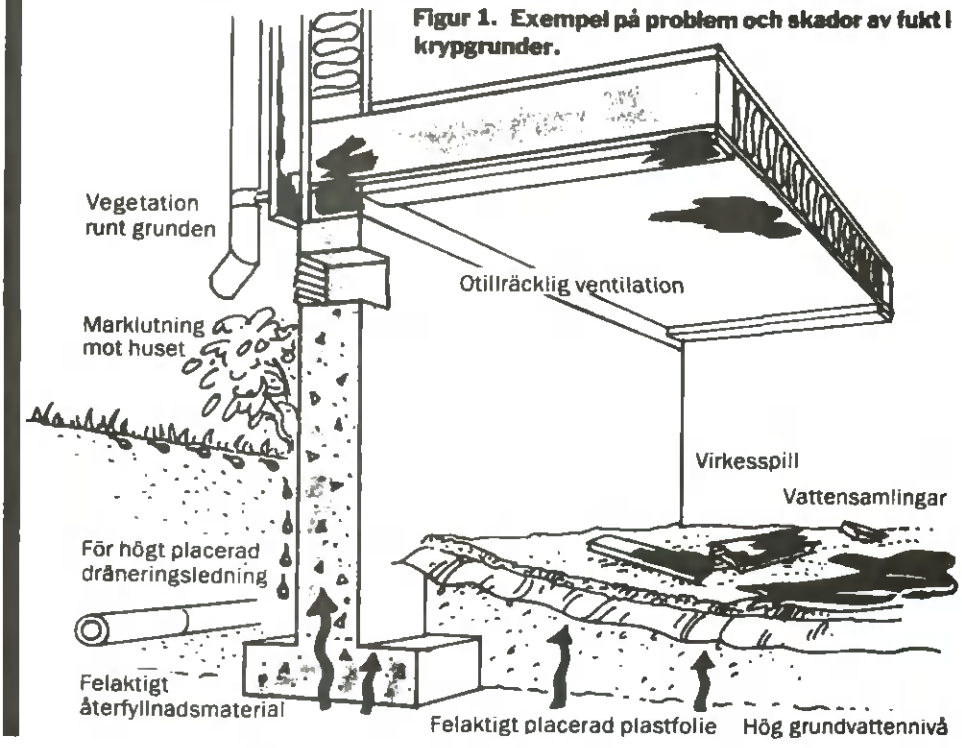
– *Olämpliga upplag* vid grundmurar medför att kapillärt uppsuget vatten från grunden, läckvatten genom fasaden eller kondensvatten ger fuktskador på syllar och bjälklagsändar.

– *Kvarlämnade byggnadsrester* i kryprummet – trä, träskivor, papper, växter – angrips av mögel och röta som kan avge lukt som ibland sprider sig i byggnaden.

– *Dålig betongkvalitet eller för tunt täckskikt* kan orsaka korrosion på armeringen i betongbjälklag.

– Om byggfukten i ett *gasbetongbjälklag inte får möjlighet att torka ut* inom ett par år rostar armeringen.

Figur 1. Exempel på problem och skador av fukt i krypgrunder.



Målet vid utformningen av kryprummet måste alltså vara:

att utföra konstruktionen så att material som kan ta skada av fukt, direkt eller indirekt, hålls tillräckligt torra

att använda material som är så litet fuktkänsliga som möjligt i delar som utsätts för fukt.

VARIFRÅN KOMMER FUKTEN?

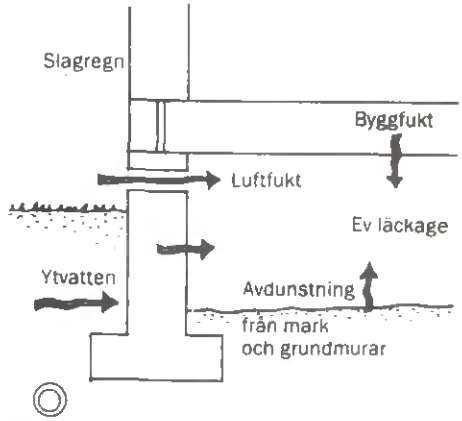
Fukt tillförs kryprummet på olika sätt. *Marken i kryprummet* är alltid mer eller mindre fuktig, varför fukt kan avdunsta från markytan. Om dräneringen är dålig eller otillräcklig kan ytvatten stiga upp i grunden, så att det t o m blir fria vattenytor.

Takavvattningen sker numera allt oftare genom vattenutkastare. Krypgrunden får då vid kraftig nederbörd fungera som vattenmagasin, eftersom markytan i den ligger lägre än omgivningen.

Genom att *grundmurarna* oftast står i direkt kontakt med fuktig mark är de fuktiga, och en viss mängd fukt avdunstar till kryprummet.

Läckande vattenrör och avloppsledningar är ytterligare exempel på tänkbara fuktkällor.

Byggfukt i bjälklag av stenmaterial ger under den första tiden ett betydande fukttillskott till kryprummet.

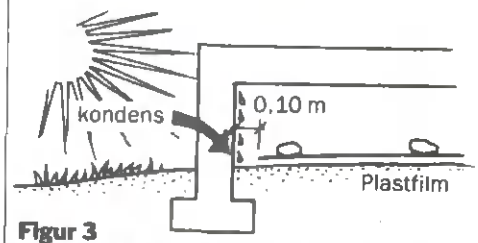


Figur 2
Fukt tillförs kryprum på flera olika vägar.

HUR MINSKAS FUKTIGHETEN

Fukt som tillförs luften i kryprummet måste transporteras bort med ventilationsluften. Eftersom luft har begränsad kapacitet att transportera bort fukt – i praktiken några få gram per m^3 – måste fukttillförseln till kryprummet begränsas så mycket som möjligt. Det sker genom att avleda tak- och ytvatten med *lämpliga dräneringsåtgärder* så att inga fria vattenytor kan förekomma i grunden. Det är också nödvändigt att förhindra avdunstning från marken genom att *täcka marken med en plastfilm eller med kapillärbrytande värmeisolering*. Det har visat sig att denna åtgärd är i hög grad önskvärd även där man ibland bedömer grunden vara torr när huset byggs. T ex har sprängstensfyllning visat sig vara mycket förrädiskt och bör normalt täckas med plastfilm. Likaså har sandfyllningar i grunden längs kantbalkarna visat sig kunna bidra till mycket stor fukttillförsel i grunden genom att bl a ytvatten kapillärt kan transporteras runt kantbalken.

Fuktspärr mot markfukt:



Figur 3
Avdunstning av markånga stoppas effektivt med en jämnt utlagd plastfilm på marken. Plastfilmen hålls på plats t ex av stentyngder. Täck den inte med sand.

Kondens som kan bildas mot grundmuren bör kunna rinna ner i marken. Plastfilmen ska därför inte läggas direkt mot muren utan lämna gärna marken bar några cm närmast yttergrundmurarna.

Vid utläggning av plastfilmen kan det vara lämpligt att inte låta den nå ända fram till yttergrundmurarna eftersom ytkondens regelmässigt uppkommer på dessa. Det är då bättre att detta kondensvatten rinner ned i marken under filmen än att det rinner ut ovanpå den och bildar små vattensamlingar.

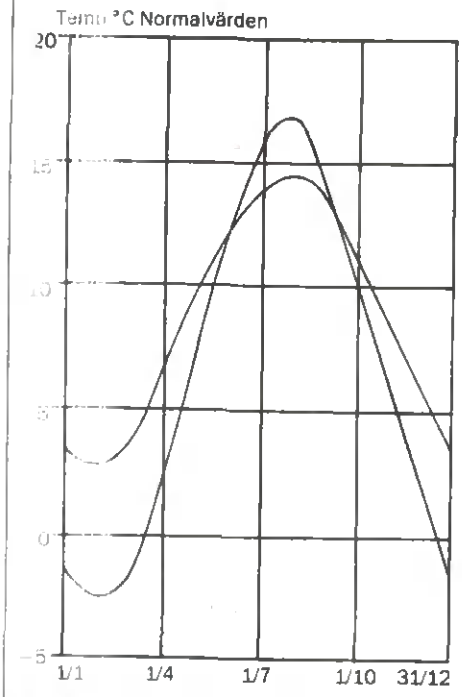
Plastfilmen bör inte täckas med sand. Finns hål i plastfilmen kan sanden kapillärt suga upp vatten från marken. Sandskiktet kan också kvarhålla fukt länge. Läggs fuktig sand in i byggnadsstadiet kan fukten i sanden t o m initiera fuktskador.

UTELUFTSVENTILERADE KRYPRUM

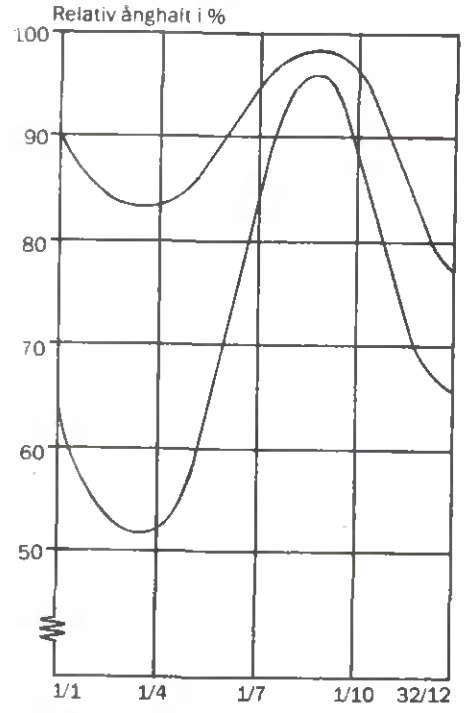
Som nämnts ovan transporterar ventilationsluften fukt. Beroende på fukt- och temperaturförhållanden kan ventilationsluften såväl bortföra som tillföra fukt till kryprummet. Luftens fukttransportförmåga bestäms i hög grad av luftens temperatur.

Kalla, uteluftsventilerade kryprum har i nya hus ett lufttätt och välisolerat bjälklag. Det innebär att temperaturen på vintern är något högre i kryprummet än ute. Det betyder att luften värms när den förs in i kryprummet. Den har då goda möjligheter att ta upp fukt som sedan förs med luften ut. Det innebär att det blir ett torrt och bra klimat i grunden redan vid relativt måttlig ventilation, förutsatt att avdunstningen från marken förhindras och byggfukten torkat.

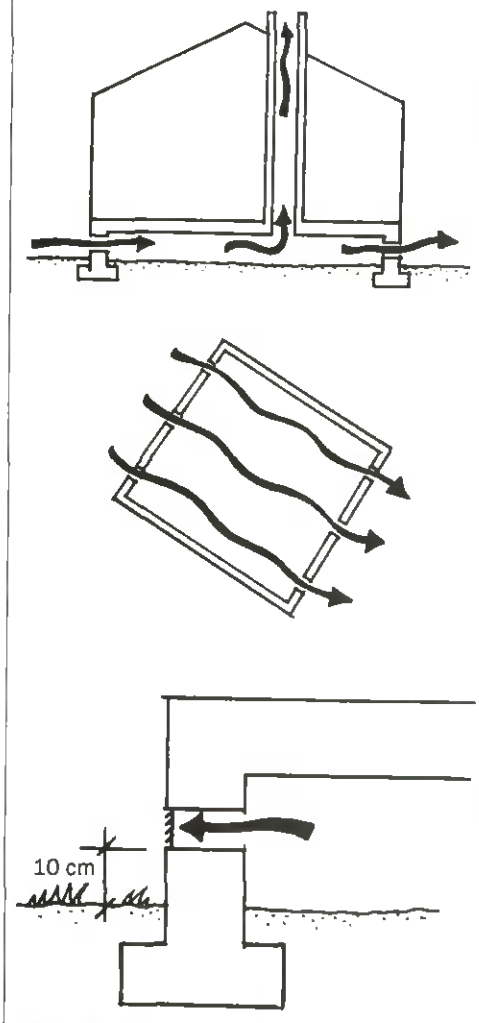
Under sommaren däremot är det kallare i kryprummet än ute. Då minskas möjligheterna att transpor-



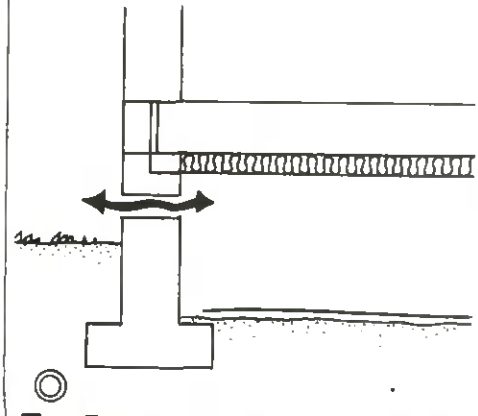
Figur 4
I ett uteluftventilerat kryprum är det kallare på sommaren och varmare på vintern än ute. Ju bättre isolerat bjälklag desto lägre blir temperaturen i kryprummet.



Figur 5
Relativa ånghalten i ett uteluftventilerat kryprum varierar mycket under året. Den nedre begränsningslinjen motsvarar förhållanden i ett välventilerat kryprum som har gott avdunstningsskydd på marken. Den övre begränsningen gäller för ett dåligt ventilerat kryprum med betydande avdunstning från marken t ex från sand som fyllts kring grundmurar.



Figur 6
Ett kallt kryprum skall ventileras väl med uteluft. Tilluftsdon bör placeras tillräckligt högt över mark med hänsyn till växtlighet. En skorstenskanal förbättrar ventilationen och är ofta nödvändig när husen ligger nära varandra. Ännu säkrare ventilation fås om fläktar utnyttjas.



Figur 7
Sommartid blir relativa fuktigheten så hög i kryprummet – även vid god ventilation – att mögel kan växa på trämaterial. Ett sätt att förhindra mögelpåväxt är att placera ett skikt värmeisolering under bjälklaget.

tera bort fukt med ventilationsluften. Mitt i sommaren kan tom fukt tillföras kryprummet. I alla uteluftventilerade kryprum måste man därför räkna med mycket hög relativ fuktighet under sommaren även om avdunstningen från markytan förhindras effektivt. Fuktigheten blir normalt tillräckligt hög för att mögelsvampar skall kunna växa på organiskt material. Ju bättre isolerat bjälklaget är desto längre blir tidsperioden med för hög luftfuktighet i grunden. Denna tid blir också längre om ventilationen är dålig, tex om det finns för små ventiler i grunden eller genom att växter hindrar luft att komma in genom ventilerna eller genom att husen ligger så nära varandra att det inte blir några drivkrafter från vinden. Det kan vara lämpligt att anordna en ventilationskanal från grunden upp över tak. Man utnyttjar då även termiken, sk skorstensverkan, för att höja luftomsättningen i grunden. Ett annat säkrare sätt kan vara att ha fläktstyrd ventilation.

Sammanfattningsvis är det sålunda inte möjligt att med konstruktiva metoder och god ventilation sommartid få så lågt fuktinnehåll i luften i uteluftsventilerade kryprum att man kan vara säker på att organiskt material som exponeras mot kryprummet inte skall angripas av mögelsvampar, eller ännu värre, av rötsvampar.

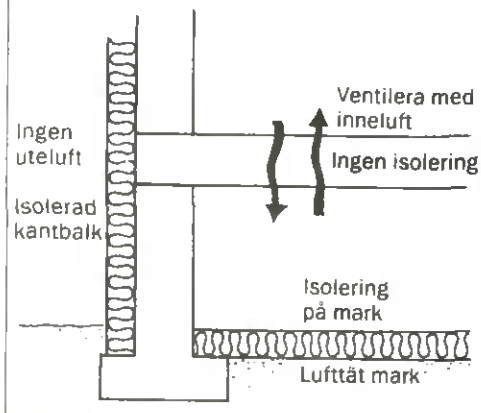
Det är omöjligt att på sommaren få så torr luft i uteluftsventilerade kryprum att trä inte möglar eller ruttnar.

Betongbjälklag är i detta avseende väsentligt säkrare än trä. Trä och trämaterial bör skyddas med tex en fungicidbehandling. En annan möjlighet är att höja temperaturen på trädelarna genom att värmeisolering anbringas på bjälklagets hela undersida. Isoleringen får då inte fästas upp i bjälklaget med organiskt material såsom träläkt eller dylikt.

Många brukar framhålla att krypgrunder i gamla trähus fungerar utmärkt. Detta är bara delvis sant. Vid en noggrann undersökning återfinns många gånger dolda skador i dessa grunder. Det är dessutom så att från fuktsynpunkt har konstruktionerna förr varit betydligt gynnsammare än i dag. Bjälklagen har mycket lite isolering om ens någon. Det blir då varmare och därmed bättre fuktklimat i grunden. Bjälklagen var ofta otäta med drag mellan golvbrädorna som naturligtvis bidrog till att hålla bjälklaget torrt. Det finns mer än ett exempel på att allvarliga skador inträffat efter det att man lagt en tät plastmatta ovanpå det befintliga golvet.

ATT VENTILERA MED INNELUFT

Det har under årens lopp prövats eller föreslagits att kryprummet skulle ventileras med enbart inneluft. Det är en intressant lösning. När vi numera vet något mera om fuktmekaniken kan villkoren för inneluftsventilerade kryprum preciseras.



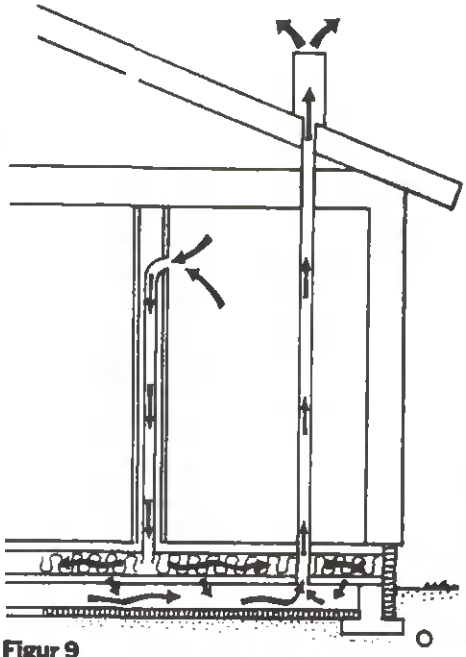
Figur 8
Principiellt utförande av inneluftventilerat kryprum. Kryprummet bör hållas lika varmt som huset.

Den använda inneluften har normalt tagit upp viss fukt från bostaden, varför en del av luftens fukttransportkapacitet redan utnyttjats. Sommartid har inneluften en relativ fuktig av upp till ca 70%. Om luften då skall kunna ta hand om ytterligare viss mängd fukt får inte temperaturen sänkas mer än någon grad. I annat fall blir fuktigheten för hög i grunden. Vintertid kan ytterligare någon grads temperatursänkning accepteras med hänsyn till att inneluften då är tämligen torr.

Man bör emellertid eftersträva samma temperatur i grunden som i huset i övrigt. Det innebär i sin tur att bjälklaget bör vara i det närmaste oisolerat, medan grundmurar och mark i kryprummet bör vara mycket väl isolerade. Kryprummet måste också göras lufttätt så att uteluft hindras från att läcka in. Om ventilationsluften från bostaden distribueras genom bjälklaget till kryprummet kan golvet få nästan samma temperatur som luften i rummet. Man får då genom högre golvtemperaturer bättre komfort än med uteluftventilerade grunder.

Betydande konstruktiva svårigheter möter man då bjälklagsanslutningar vid grundbalkarna skall utformas. Träbjälkar riskerar att komma i så kallt läge att kondens utfälls vid bjälklagsändarna. Betongbjälklag kan innebära svårlösta köldbryggor. *Grundbalkarna bör helst isoleras utvändigt,* i synnerhet om de utförs av betong.

Det finns anledning att varna för felaktig tillämpning av inneluftventilerade kryprum. *Många skador av allvarligt slag har uppkommit pga att*



Figur 9
Den så kallade Riksgrunden är exempel på inneluftsventilerat kryprum.

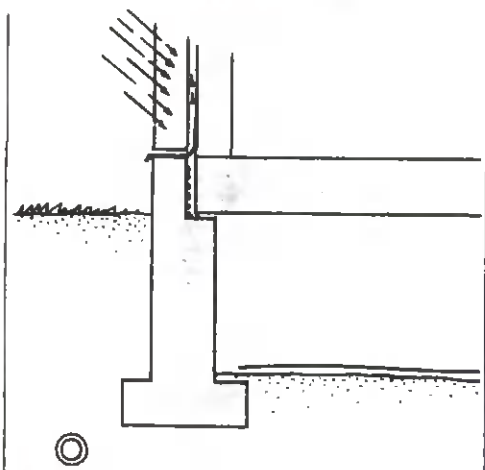
bjälklaget isolerats för bra medan mark och grundmurar isolerats för lite. Följden har blivit för stor temperatursänkning i grunden varvid relativa fuktigheten blivit alldeles för hög under större delen av året. Det har medfört allvarliga rötskador. Sådana misstag behöver med dagens kunskap inte upprepas.

BJÄLKLAGSUPPLAG SVÅRLÖST KONSTRUKTIONSDETALJ

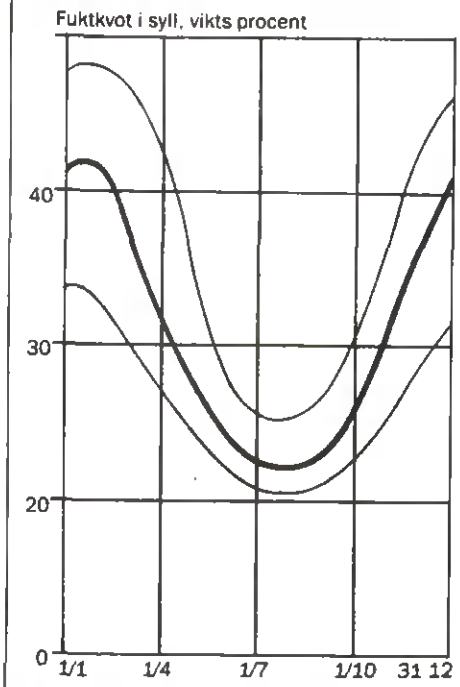
Under senare år har hus med kryprum byggts för att så mycket som möjligt efterlikna hus med platta på mark. Det finns starka skäl för att ha låga socklar så att utvändiga trappor kan undvikas. Husen måste utföras handikappvänliga. Man har utvecklat konstruktioner som innebär att kantbalken utformas så att bjälklaget läggs på en "hylla" och kantbalken har en betongklack utvändigt. Denna betongklack utgör i många fall upplag för tegel- och kalksandstensfasad.

Här uppkommer minst två problem. På betongklackens insida uppkommer vintertid kondens. Detta *kondensvatten kan kraftigt uppfukta syllar eller bjälklagsändar av trä* som läggs i direkt kontakt med betongen. Det andra problemet är att regnvatten vid *slagregn tränger igenom den murade fasaden. Detta vatten kan också fukta upp trämaterial på betong-"hyllan"*. Om en sådan konstruktion används måste vattnet hindras från att nå vitala delar i konstruktionen. Bjälklaget kan tex läggas på distansbrickor av plast eller metall.

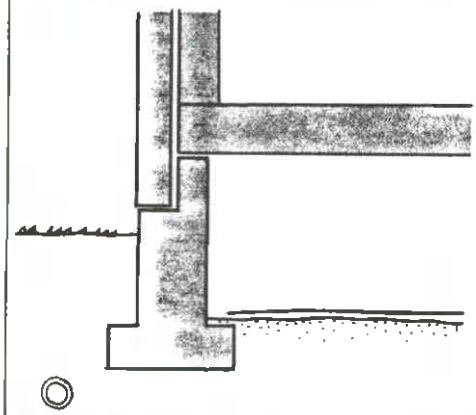
Bättre vore att vända på betongbalkarna så att bjälklagen låg högre än fasadupplaget. Detta ger dock problem med handikappanpassning. ■



Figur 10
Grundmursbalkar av betong utformas ofta enligt figuren för att nivåskillnaden inne-ute skall bli så liten som möjligt. Stor risk finns att regngenomslag från fasaden medför fuktansamling vid upplaget. På motsvarande sätt kan den fukt som regelmässigt kondenserar mot betongen leda till fuktskador. Träsyllar och andra trämaterial måste ligga på distans från betongen.



Figur 11
Exempel på uppmätta värden på fuktkvoter i träsyllar som ligger i direktkontakt med betong och utsätts för kondensfukt. Värdena är så höga att det finns risk för rötskador.



Figur 12
Från fuktsynpunkt är denna utformning av bjälklagsupplaget att föredra.

ÅTTA REKOMMENDATIONER

1 Gör ett klart konstruktionsval som innebär antingen kallt uteluftventilerat kryprum eller varmt inneluftventilerat. Undvik mellanformer som är i det närmaste omöjliga att dimensionera.

2 Undvik att exponera oskyddat trä eller trämaterial mot det uteluftventilerade kryprummet. Om trä används: fungicidbehandla eller ännu hellre värmeisolera hela bjälklagets undersida.

3 Se till att krypgrunden ventileras väl. Anslut gärna krypgrunden till husets mekaniska ventilation. Detta är särskilt lämpligt, när husen ligger nära varandra och har låg sockelhöjd.

4 Hindra avdunstning från marken med plastfilm eller värmeisolering.

5 Lägg ingen sand ovanpå plastfilmen.

6 Se till att bjälklagsupplag inte kan skadas av kondensfukt eller läckande vatten. Avskilj trä från betong eller annat stenmaterial.

7 Var noga med att städa kryprummet. Trä, papper, rötter och annat skräp på marken angrips av mögel och röta. Ibland avger svamparna obehaglig lukt som kan komma in i huset.

8 Tänk på att rasskydd, som används för att hindra jord att erodera in i grunden, ligger i fuktig miljö och kan angripas av mögel och röta. Plåt eller andra oorganiska skivor bör användas.

FACTUM MARKNADSFÖRING & REKLAM AB Lantbrukarna Linköping

2. ERFARENHETER

a) Sund barnstuga i Skarpnäck. Arne Elmroth, LTH

Den sunda barnstugan har byggts av Stockholms socialförvaltning i Skarpnäck, ca 6 km söder om Stockholm. Den har projekterats för att vara särskilt sund och skall ses som ett bemödande att komma till rätta med alla problembarnstugor som man haft i början av 1980-talet ("dagissjukan").

Barnstugan har fått dubbla ventilationssystem för att man ska kunna göra försök med olika ventilationssätt. Särskild vikt har lagts vid materialvalet. BFR har stöttat ett projekt för att utvärdera att barnstugan verkligen har blivit sund. Den byggnadstekniska uppföljningen av krypgrunden görs av KTH.

Barnstugan har inte placerats på särskilt bra mark, utan snarast låglänt och så att avvattningen av ett angränsande parkområde sker mot barnstugan. Av denna anledning fick man tidigt lägga ner en avskärande dränering.

Som grundläggningsmetod hade man valt uteluftventilerad krypgrund. Genom grunden går ett rörstråk med ca 2 m höjd. Marken var från början täckt med plastfolie och sand. Senare har ny folie lagts ut ovanpå sanden därför att sanden sög upp vatten genom hål i den ursprungliga folien.

Ventilationen sker genom ventiler längs långsidorna och genom fyra spirorörkanaler som mynnar ovan tak.

Bjälklaget har bärande boardbalkar med 400 mm höjd och är fyllt med lösull, ca 400 mm. U-värdet har beräknats till 0,13 W/m^2 °K. Blindbotten av 8 mm board. Flänsarna på balkarna är bestrukna med "Woodseal", en fungicid, som dock visade sig vara overksam mot mögel, se figur 2.

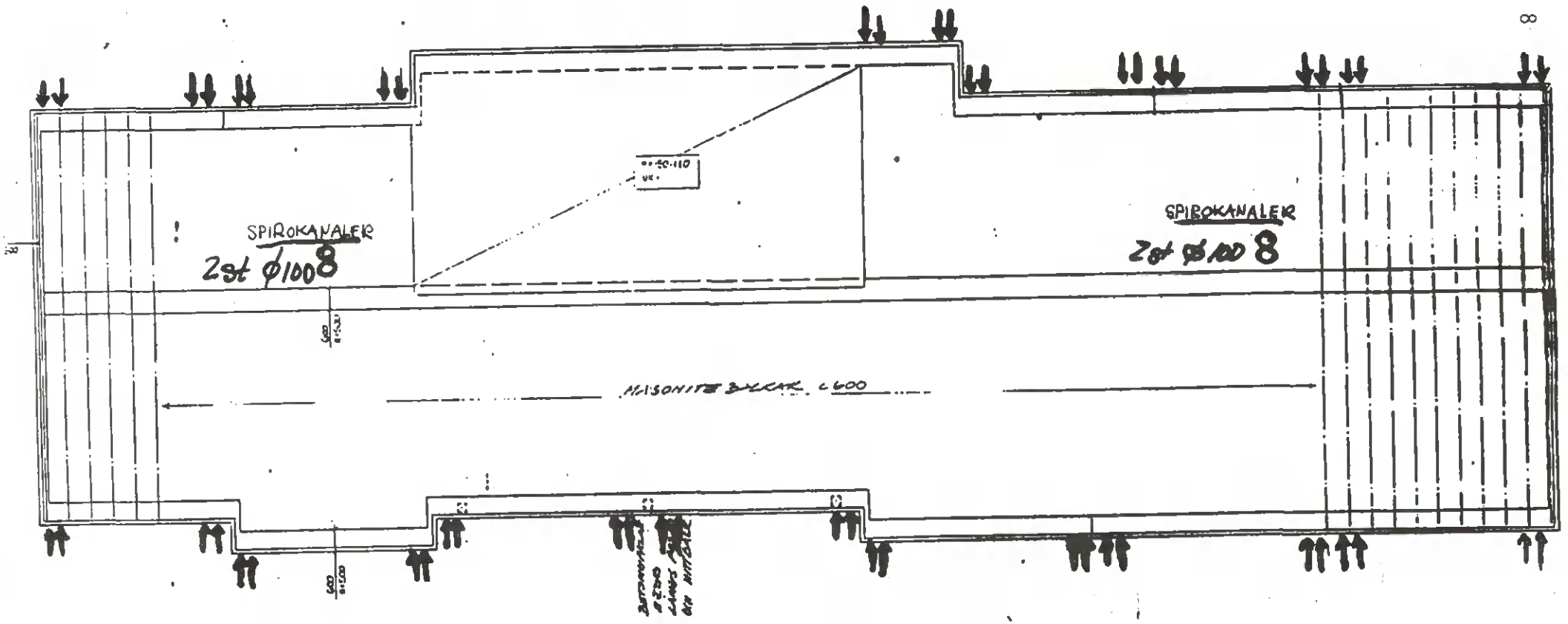
Ventilationsöppningarna vid grundbalken var Z-formade. Luftomsättningen i grunden har mätts med spårgas vid flera tillfällen. Lägsta omsättning 0,46 och högsta 1,70 oms/h.

Om luftomsättningen korreleras till utomhustemperaturen visar det sig att sambandet med temperaturen är mycket otydligt. Likaså erhålls inget påtagligt samband med vind. Den eftersträvade skorstenseffekten är troligen mycket svag. Mätningar av temperaturer visar att grunden är kallare än utomhusluften från mitten av april till mitten av september.

Mätningar av den relativa fuktigheten har utförts under åren 1987 och 1988. Perioder då RH är högre än såväl 80 som 90 % förekommer båda åren. Särskilt 1988 verkar ha varit ett besvärligt år, eller har grunden en tendens till att få ökad fukthalt med ökad ålder? Mätningarna fortsätter. Perioderna med hög relativ ånghalt inträffar främst under juli månad.

Mykologin i dessa grunder har följts av Arne Hyppel. Någon mögelpåväxt noterades inte 1987 men väl 1988, d v s efter 1,5 år. Påväxten upptäcktes först på termohygrografens plåthölje. Vid noggrann besiktning kunde då också omfattande påväxt på blindbotten av board noteras. Några problem till följd av mögelpåväxten har inte uppstått i själva barnstugan.

Erfarenheterna kan sammanfattas med orden: Man har gjort sitt bästa för att inte behöva råka illa ut, men det gick snett ändå ... eller!!

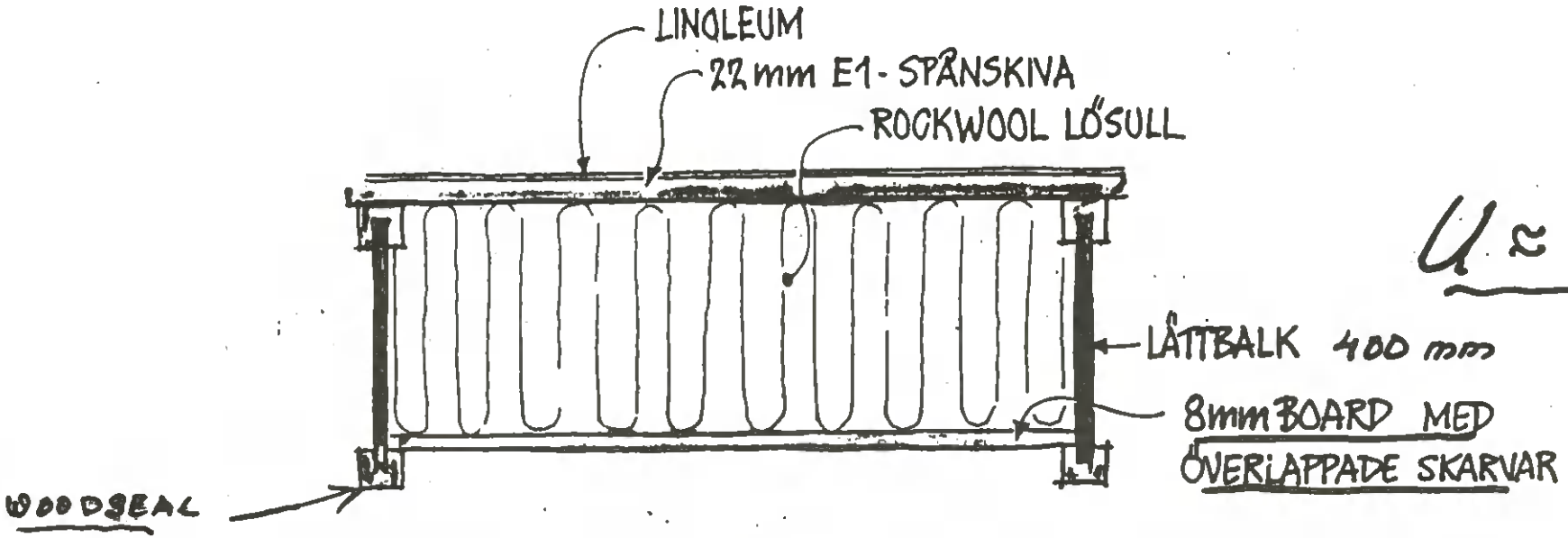


SPIROKANALER HYNNAR OVAN TAK!

40M

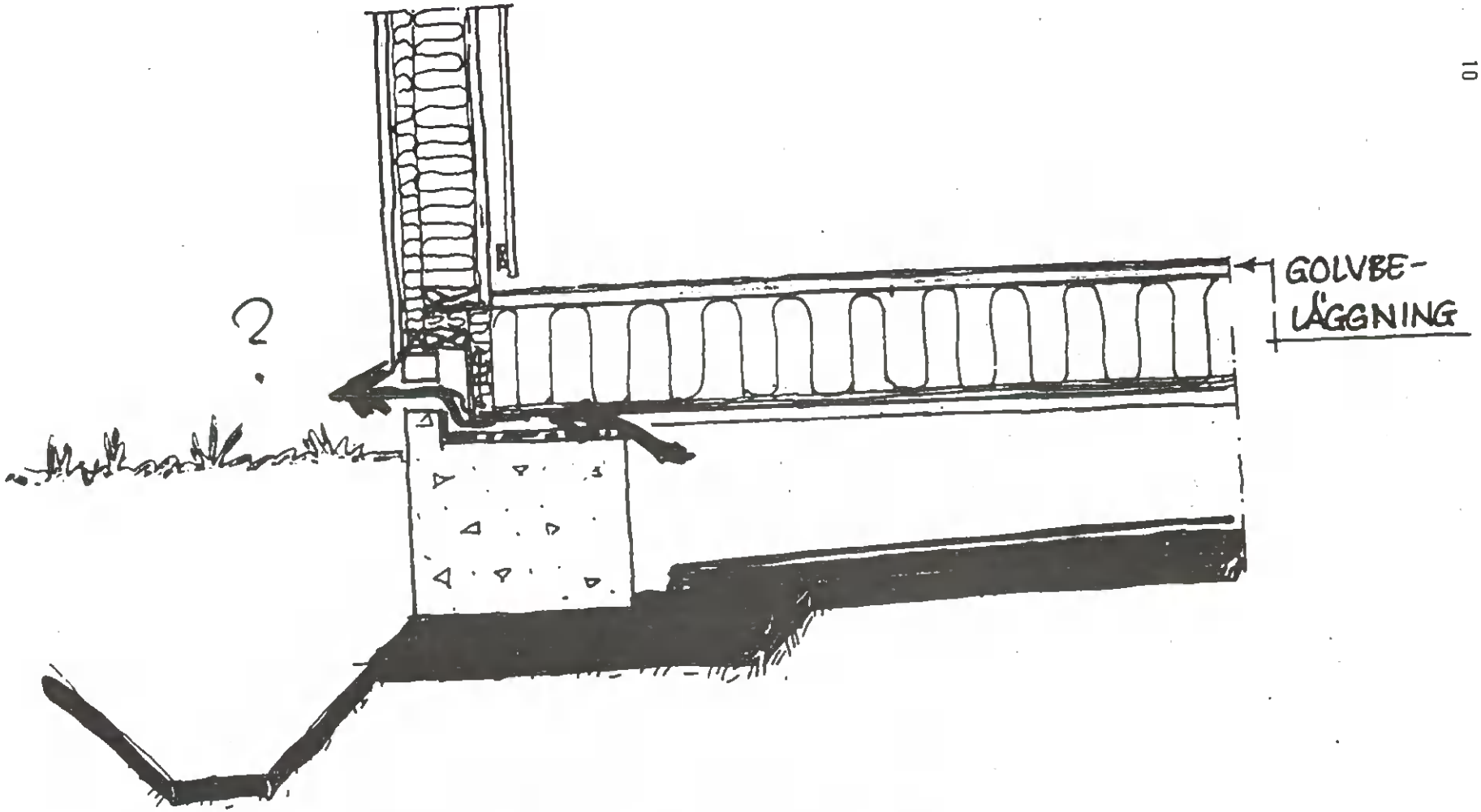
↑ = placering av ventiler

GRUNDPLAN MOLNTAPPEN



$U \simeq 0{,}13\ W/m^2K$

GOLVBJÄLKLAGET

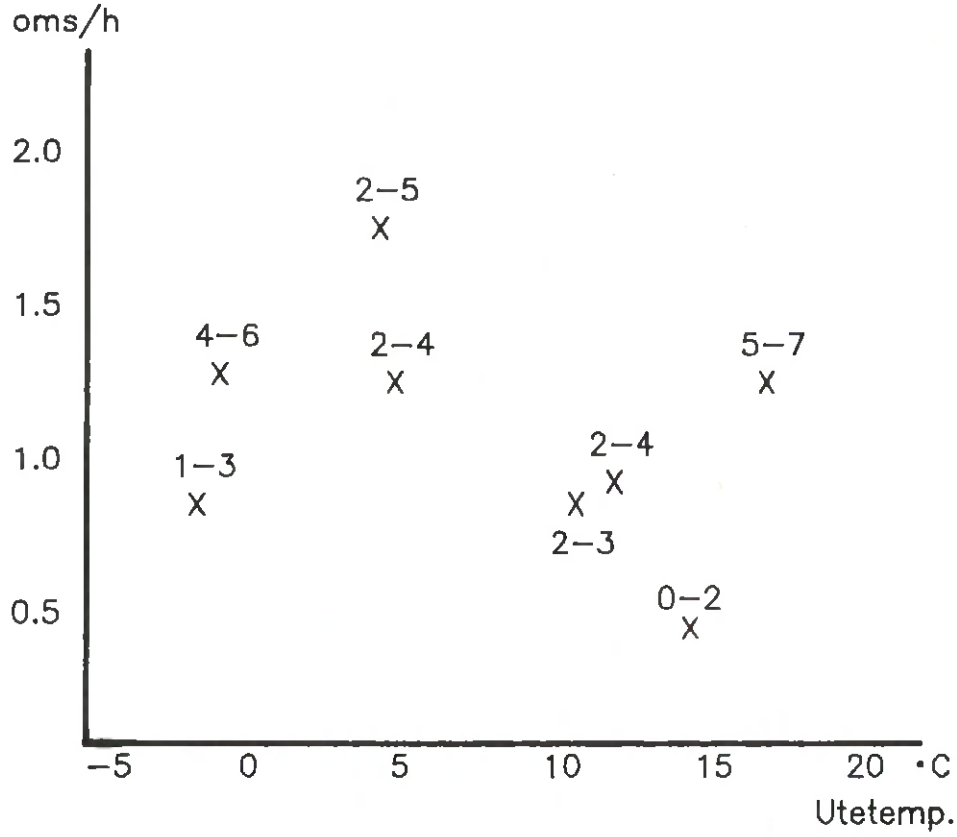


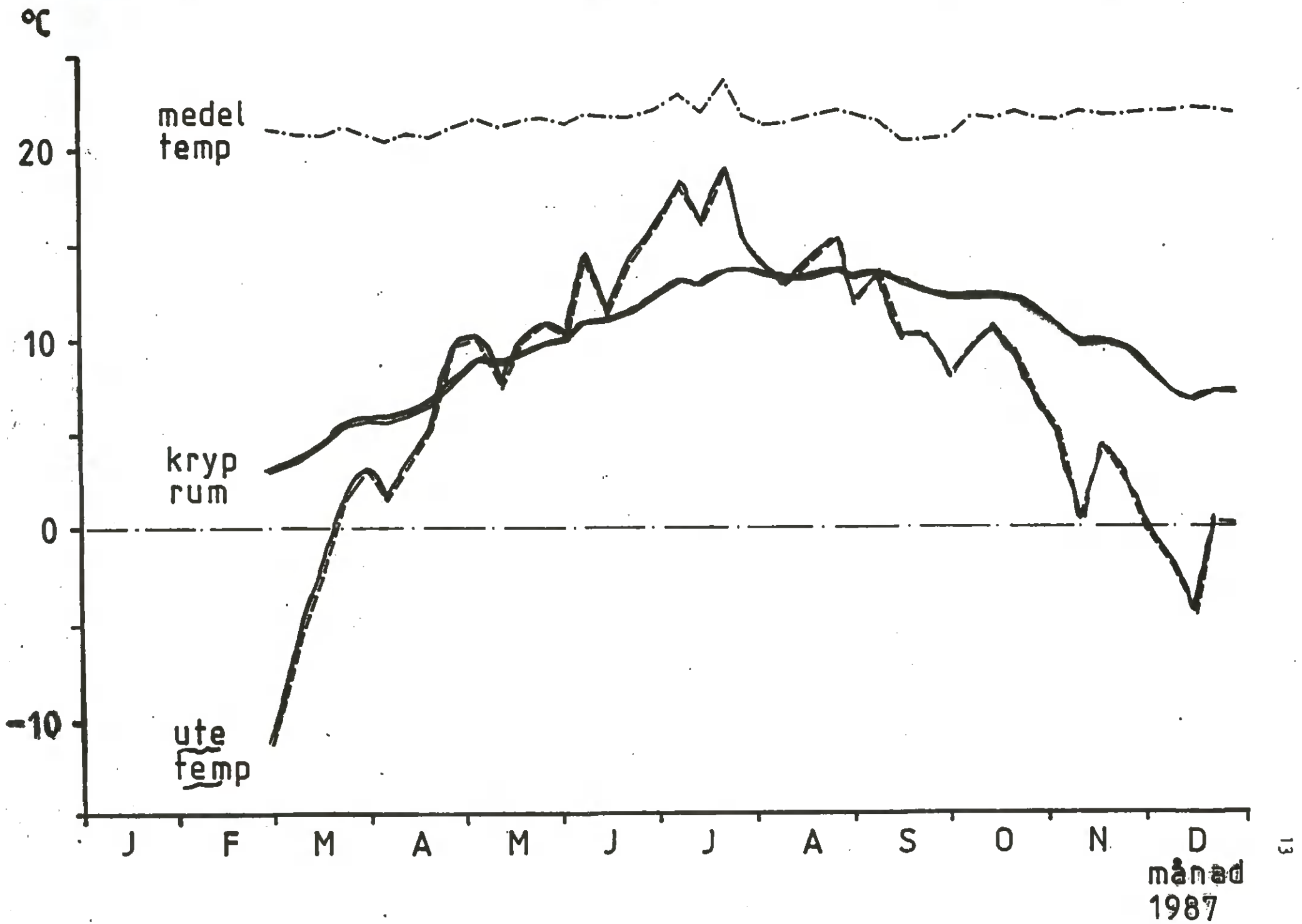
DEN VENTILERADE GRUNDEN

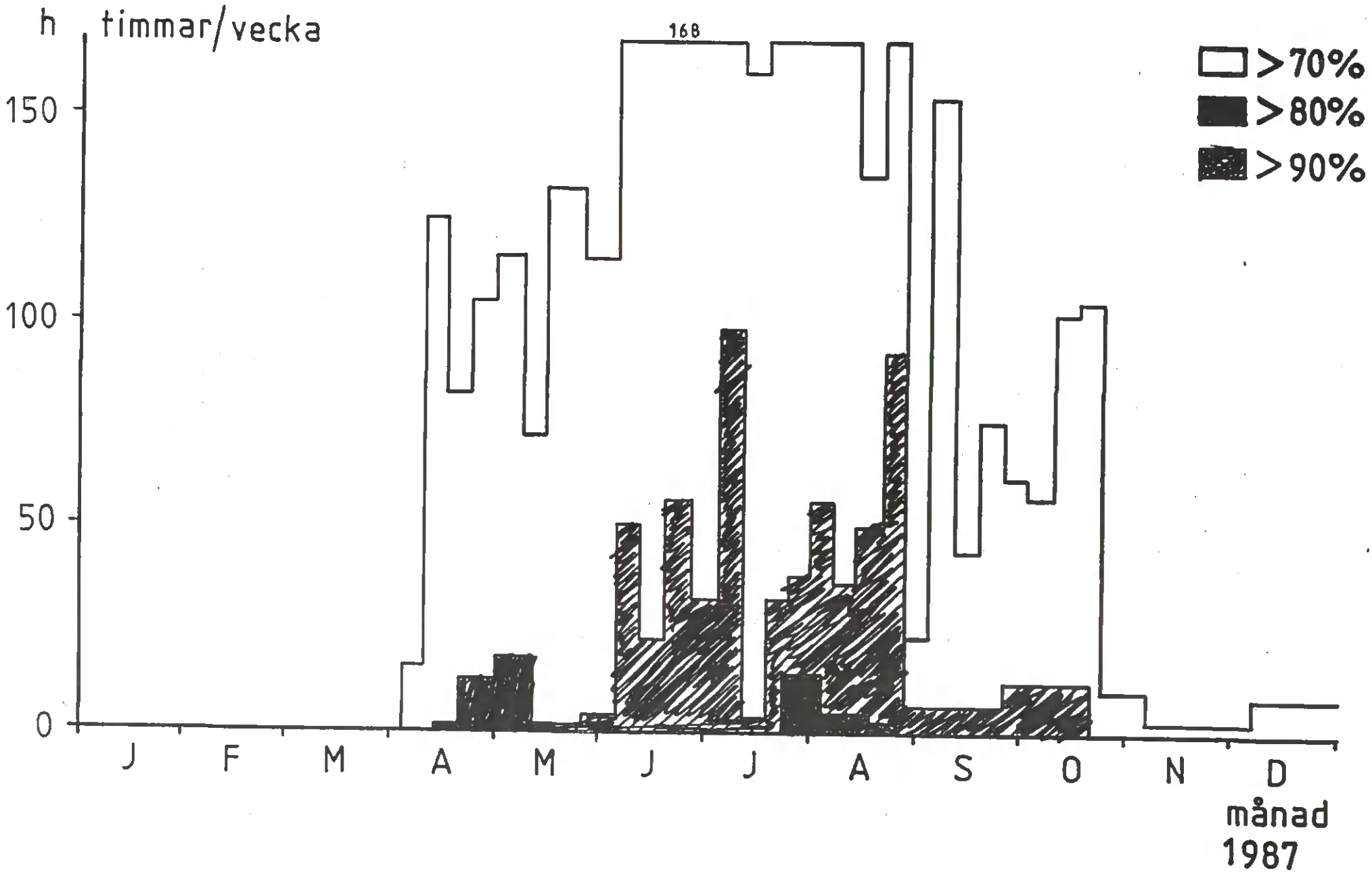
MÄTNING AV LUFTOMSÄTTNING (MED SPÅRGAS)
I KRYPRUM PÅ DAGHEMMET MOLNTAPPEN.

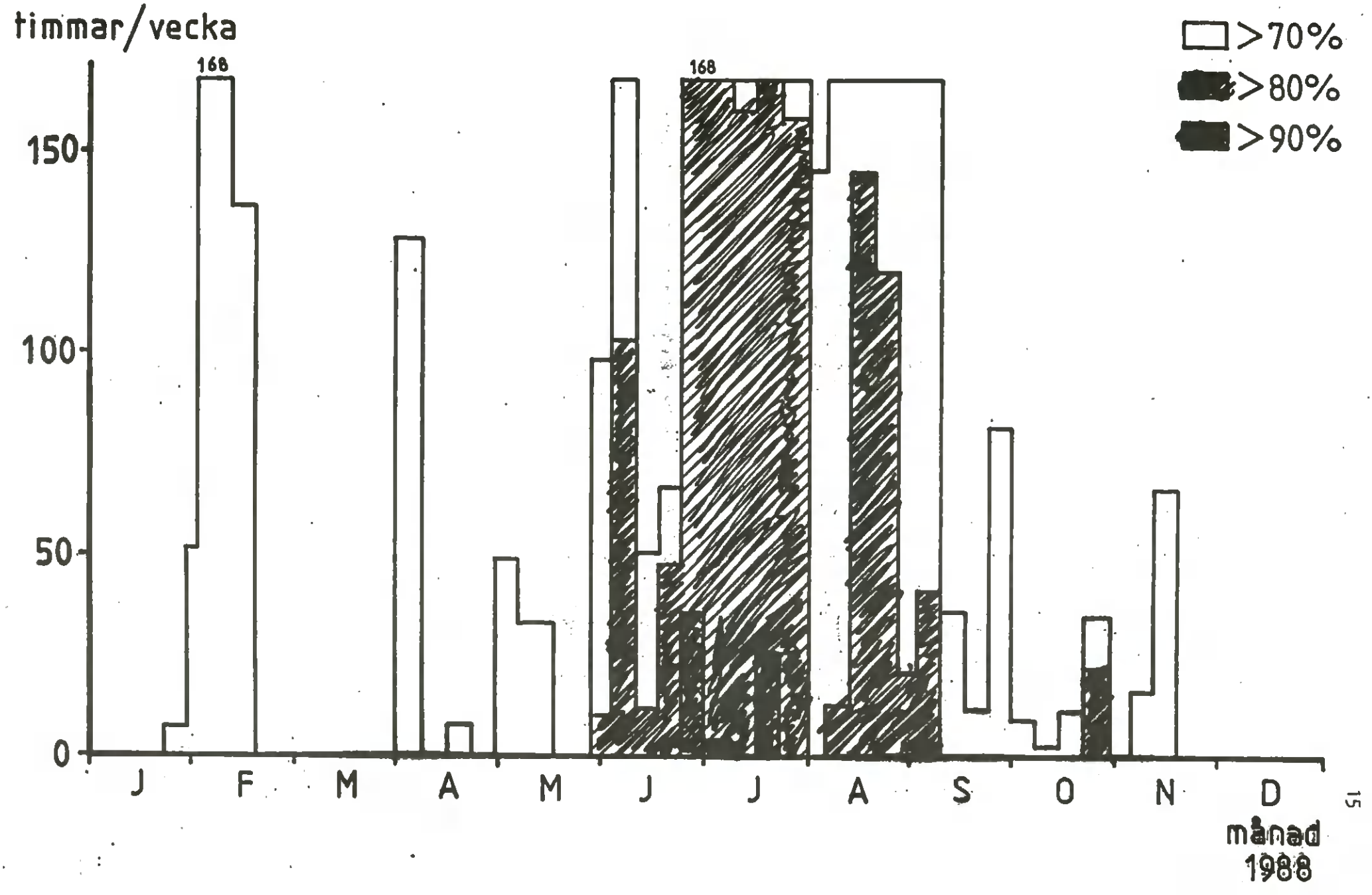
Datum	Väderlek	Luftoms per tim
5–6/2 –87	Mulet, regn +4°C Sydvästl. vind 2–5 m/s	1.70
24/4 –87	Halvklart +12°C Nordvästl. vind 2–4 m/s	0.84
31/7 –87	Mulet +15°C Ostlig vind 0–2 m/s	0.46
12/11 –87	Regn +5°C Sydostlig vind 2–4 m/s	1.16
18/12 –87	Mulet –1°C Sydlig vind 1–3 m/s	0.81
4/3 –88	Mulet 0°C Sydostlig vind 4–6 m/s	1.25
3/6 –88	Halvklart +11°C Sydostlig vind 2–3 m/s	0.75
4/8 –88	Klart +17°C Västlig vind	1.20

LUFTOMSÄTTNINGAR I KRYPRUM
DAGHEMMET MOLNTAPPEN




°C
20
10
0
-10
medel
temp
kryp
rum
ute
temp
J
F
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
månad
1987


h timmar/vecka
168
150
100
50
0
>70%
>80%
>90%
J F M A M J J A S O N D
månad
1987


timmar/vecka
168
168
150
100
50
0
>70%
>80%
>90%
J
F
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
månad
1988

b) Bo 85s sunda hus. Stig Jahnsson

Inledning: "Jag skulle vilja begrava hela projektet, det är så bedrövligt."

Det sunda huset, hus nr 11, är enligt programförklaringen: "En vacker, hälsosam, väl fungerande, energisnål och säker bostad."

Husets uppbyggnad: "Känd och säker teknik, okomplicerade lösningar och naturmaterial."

Huset har ett varmluftsystem med varm krypgrund. Familjen har följt upp huset och har följande synpunkter:

- Drar mycket energi.
- Har kalla golv.
- Har högt effektbehov.

Huset har svårt att hålla inomhustemperaturen över +20 °C när det är kallt ute.

Flödena har mätts in i samband med färdigställandet och stämmer i stort sett med projekterade värden. Huset skall tillföras 640 m^3 och bortföras 411 m^3. Värdena 635 respektive 360 mättes upp.

Vid förnyad mätning i juni 1988 erhölls följande:

- Tilluft 482 m^3/h.
- Frånluft från huset (kök, bad och WC) ca 30 m^3/h.
- Returluft 370 m^3/h.

Skillnaden mellan tilluft och returluft blir alltså 482-370 = 112 m^3/h.

Enligt SBN 80 kapitel 36:42 får "tilluftsflödet uppgå till högst 100 % av frånluftflödet". Vid mätningarna 1988 var tilluften (112 m^3/h) mer än 3 gånger större än frånluften (30 m^3/h).

Vissa detaljer tycks vara väl primitiva:

- Frånluftsdon i kök: För att kunna mäta flödet måste alla läckagevägar kring diskbänken tätas med tejp.
- Flödena till olika rum var styrda genom att tegelstenar var lagda i fördelningslådan så att de ströp flödena till de kortare ledningarna.
- Grunderna var otäta, tjuvdrag i anslutningen grundbalk-vägg. Små sättningar kan ge läckage. Dessa märks inte i uteluftsventilerade grunder, men blir förödande i varmluftsventilerade krypgrunder. Krypgrunden skall vara utförd i täthetsklass B. Detta ger maximalt tillåtet läckage 7-8 m^3/h vid 400 Pa, vilket vid 50 Pa blir 1,6 m^3/h, en täthet som är omöjlig att åstadkomma.
- Rören i grunden var svagt isolerade.

Husen hade provtryckts och då visat n_{50} = 2,9 oms/h.

Energiförbrukningen hade beräknats enligt ELAK och gett en normalförbrukning, börvärde 14.240 kWh/år.

Uppmätt förbrukning var 73 % högre och när den korrigerats för verklig varmvattenförbrukning var den verkliga förbrukningen 97 % högre än beräknat.

Andra hus i Bo 85 visar samma tendens.

Besiktning av varmgrunden var inte möjlig att utföra p g a det dammlager som täcker markisoleringen.

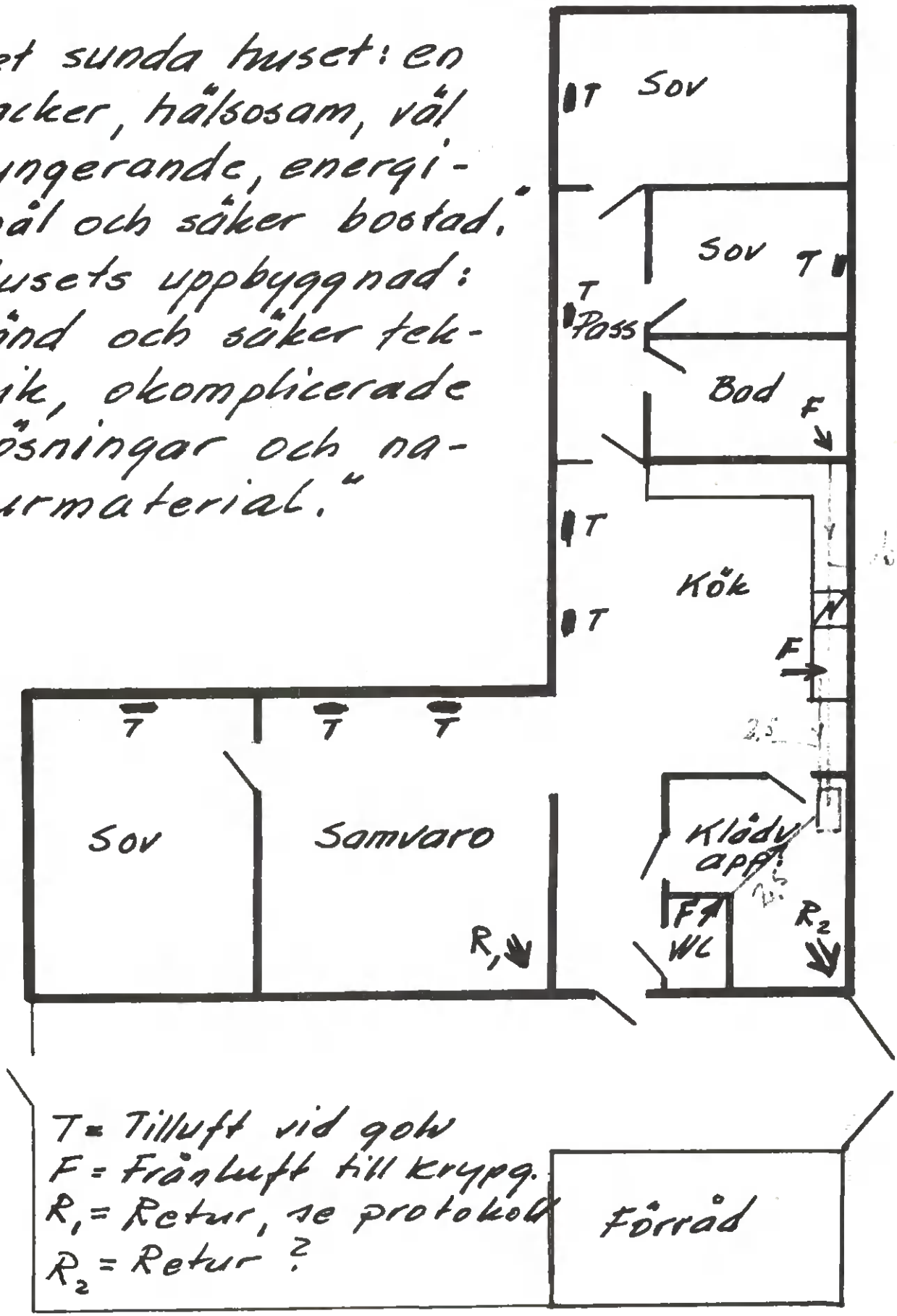
Sammanfattning: De varma krypgrunderna har inte fungerat från energisynpunkt, dock har inga fuktproblem upptäckts. Huset har gett kalla golv och hög energiförbrukning.

Kommentarer i anslutning till dragningen:

- Det är inte bara varmgrunden som är dålig. Den kan inte vara rätt projekterad, man verkar inte ha behärskat tekniken.
- Kan uttorkningen av byggfukt har spökat? Det är väl en tankbil vatten som skall torkas bort innan husen fungerar. Svar: Bjälklaget är tvåsidigt uttorkat och de sista avläsningarna gjordes mer än 2 år efter byggandet.

HUS 11 Bo 85

"Det sunda huset: en vacker, hälsosam, väl fungerande, energisnål och säker bostad."
"Husets uppbyggnad: känd och säker teknik, okomplicerade lösningar och naturmaterial."



T = Tilluft vid golv
F = Frånluft till krypg.
R_1 = Retur, se protokoll
R_2 = Retur ?

Förråd

SERVICERAPPORT

INNOFLEX
INJUSTERING AB
Industrivägen 15
151 38 SÖDERTÄLJE
Tel. 0755-651 65
Telex 11800 INFLEX S

TOMT NR 11

Ordernr

Datum

Blad nr 1.

Rum nr eller Lokalbenämning	m³/h				Noteringar
	Enligt program		Enligt mätning		
	Tilluft	Frånluft	Tilluft	Frånluft	
SOVRUM 2	80		75		
SOVRUM 3	30		30		
BADRUM		50		40	
KÖK	200	50	210	45	
PASSAGE	55		50		
SAMVARO	150	(275)	150	(245)	Retur/SJ not.
SOVRUM 1	125		120		
WC		36		30	
	640	411	635	360	

Dörrar reducerar luftflöden.
Luftfördelningsproblem.

MÄTMETOD

AMF 66,
PITOTRÖR

UPPMÄTTA LUFTFLÖDEN JUNI 88
Mätmetod: B3 resp. C3

TILLUFT

Kök	144 m3/h
Passage	55
Sov	65
Sov	40
Sov	80
Samvaro	98
Summa	482 m3/h

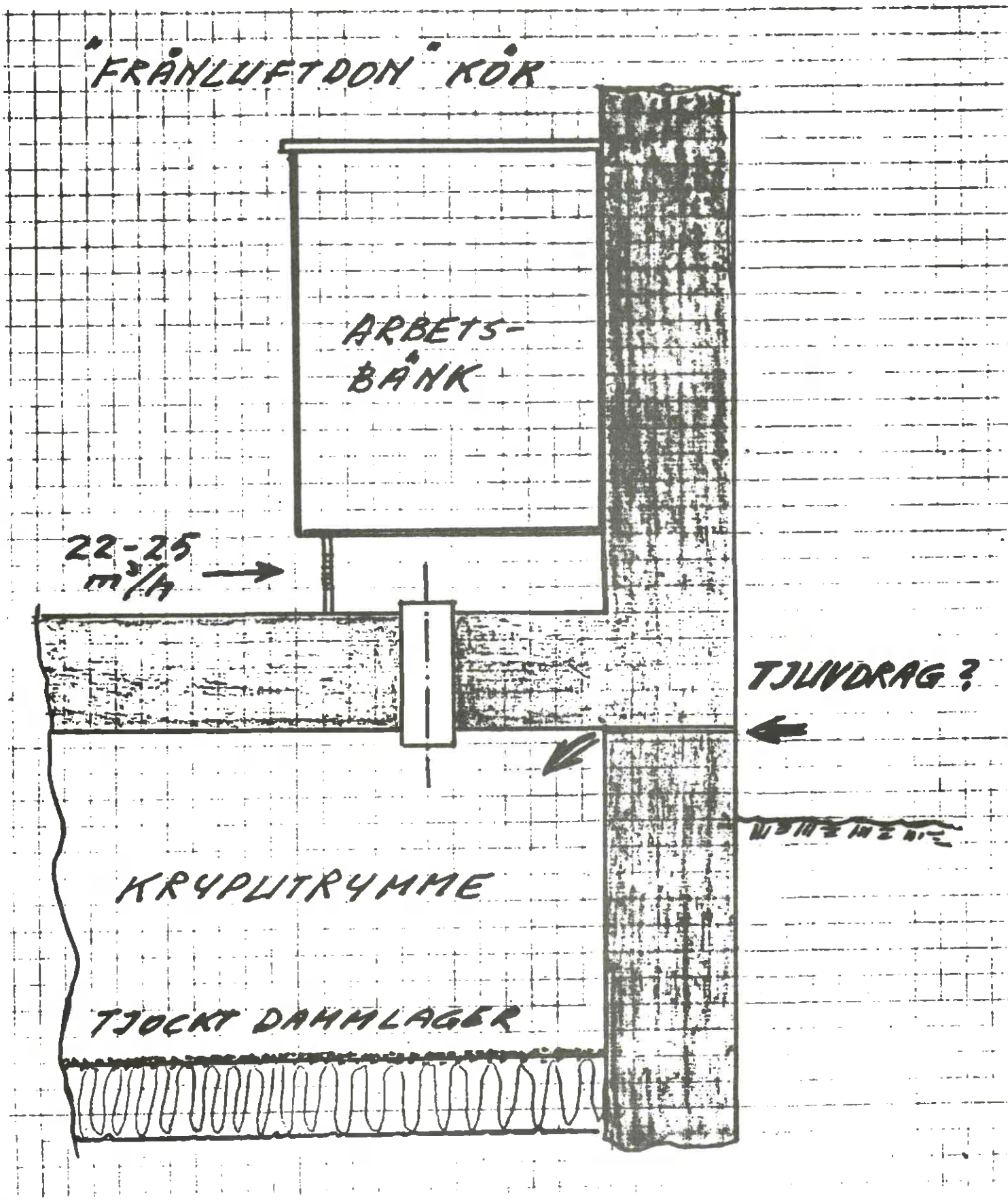
FRÅNLUFT

Kök	22–25 m3h
Bad	0–2
WC	4–5
Summa	26–32 m3/h

RETURLUFT

Samvaro	240 m3/h
Klädvård	130
Summa	370 m3/h

TILLUFT – RETUR = 482–370 = 112 m3/h


FRÅNLUFTDON KÖK
ARBETS-
BÄNK
22-25
m³/h
TJUVDRAG?
KRYPUTRYMME
TJOCKT DAMMLAGER

:2 **ANORDNANDE MED HÄNSYN TILL RISK FÖR OLÄGENHETER OCH OLYCKSFALL**

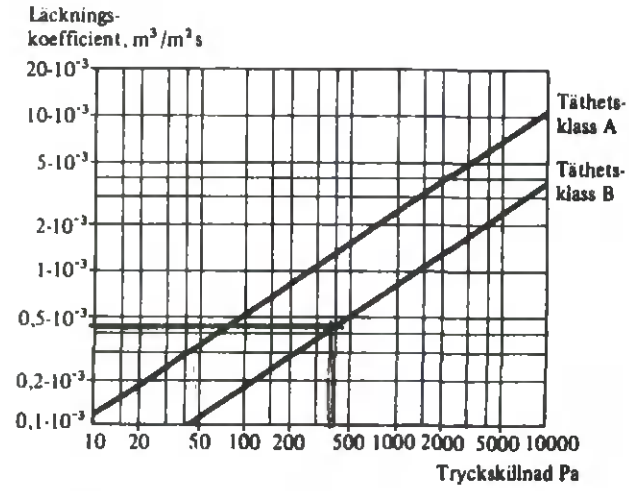
En luftbehandlingsinstallation skall anordnas så, att den inte alstrar eller överför störande ljud inom en byggnad, samt så, att ljudstörningar i byggnadens omgivning inte uppstår.

Installationen skall anordnas så, att olycksfall undviks. En kanalöppning, genom vilken en person oavsiktligt kan falla ned, skall förses med ett motståndskraftigt skyddsräcke, skyddsnät e d.

Installationen skall anordnas på ett sådant sätt och förläggas på en sådan plats att läckning inte medför risk för ohälsa eller annan olägenhet.

:21 **Godtagen täthet**

En inomhus förlagd kanal avsedd för transport av hälsofarlig, brandfarlig eller explosiv gas godtas anordnad så, att kanalen håller undertryck mot omgivande utrymmen i vilka personer vistas mer än tillfälligt. Sådan kanal



Figur 52:21a. Godtagna täthetsklasser för inomhus förlagda kanaler.
Täthetsklass A högsta läckningskoefficient:
$1{,}32 \cdot 10^{-3}$ m³/m²s vid 400 Pa övertryck
Täthetsklass B högsta läckningskoefficient:
$0{,}44 \cdot 10^{-3}$m³/m²s vid 400 Pa övertryck

godtas utförd i täthetsklass B enligt figur 52:21a. Exempel på sådana kanaler är frånluftskanaler från sprutmålningsutrymmen, dragskåp eller garage.

OBS!

Övriga installationer godtas utförda i täthetsklass A enligt figur 52:21a. Vid värmeåtervinning förutsätts dock kanalsystemet utfört i täthetsklass B, jfr 39:42. För byggbara tilluftsaggregat, tilluftsaggregat av enhetstyp samt för frånluftsaggregat för bostadsventilation godtas ett läckluftflöde enligt figur 52:21b.

En kanal med risk för kondensutfall [illegible]
utförd utan skar[illegible]

HUS- OCH INSTALLATIONDATA.

Uppvärmd area	117 m2
Förlustfaktor	113 W/°C
Otäthet våren 86	2.9 n_{50}
Varmgrund, Luftvärme	FTX

ENERGIFÖRBRUKNING.

Beräknat för normalår	14240 KWh
Beräknat för avläsningsperioden 851201–871124 med klimatkorr	
ENORM	30100 KWh
Verklig förbrukning	52109 KWh
Differans ~ 73%	22000 KWh

Tappvattenförbrukning	~ 165 m3/år
Enligt L. Gaunt	~ 27 KWh/m3

Beräknad energiförbrukning
ENORM 8137 KWh

Trolig energiförbrukning
Gaunt 165 x 27 8837 KWh

Jämför beräknad – verklig exkl. varmvatten.
30100 – 8137 = 21963 KWh
52109 – 8837 = 43272 KWh

DIFFERENS ~ 21300 eller 97%.

c) Lättbygg 85, långtidsuppföljning. Tore Hansson

Lättbygg 85 är ett experimentområde i Täby, norr om Stockholm. Det uppfördes 1985 och omfattar 18 hus byggda med boardbalksystem och är kraftigt isolerade.

Uppföljningen under de första åren gjordes som ett examensarbete vid KTH av Anders Lindskog och Robert Roos, se Trätekrapport P 8702014. Arne Elmroth var handledare.

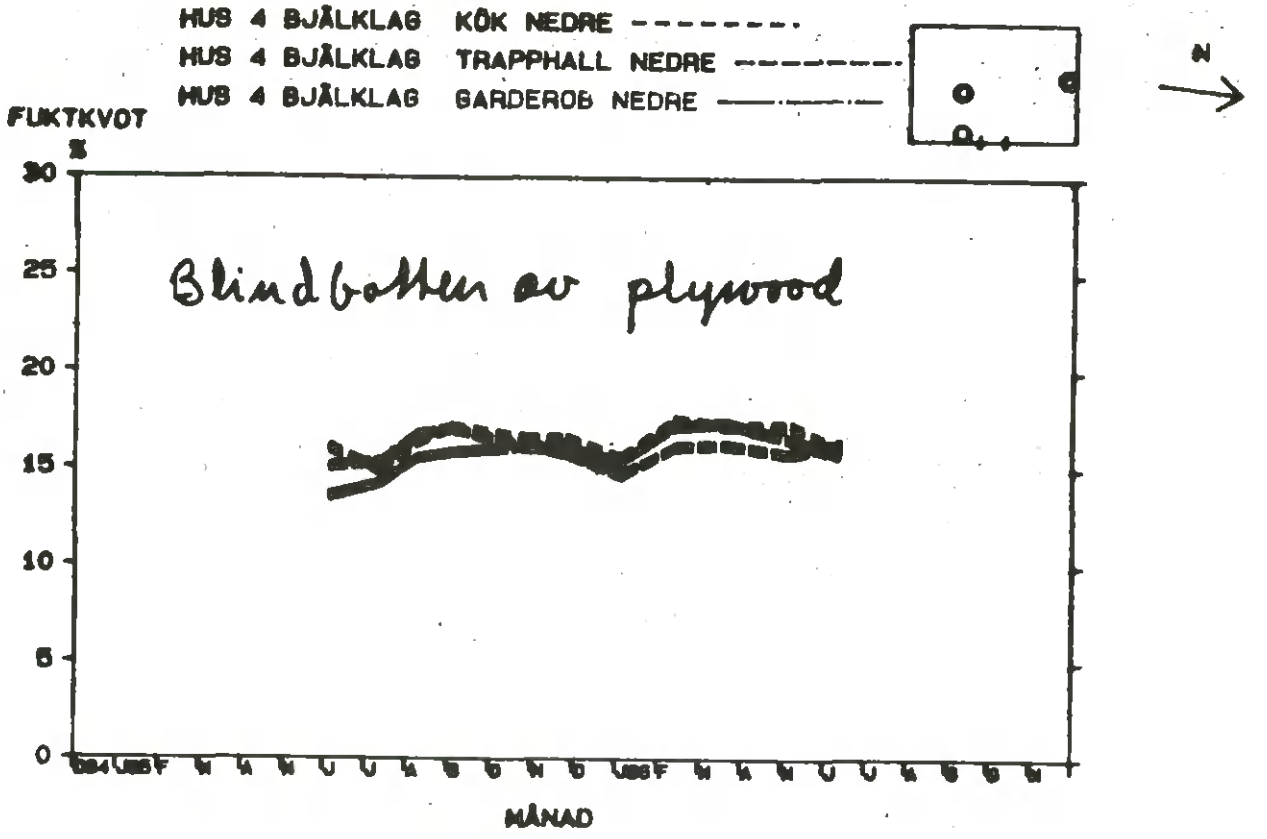
Bjälklagen är speciella i det att blindbotten består av stålplåt. Isolertjockleken är 400 mm. Mätningar av fuktigheten i botten på golvkassetterna visar att fuktigheten inte överstiger kritiska värden trots att ångspärren ligger på fel sida. Plåt och plywood i blindbotten ger ingen skillnad.

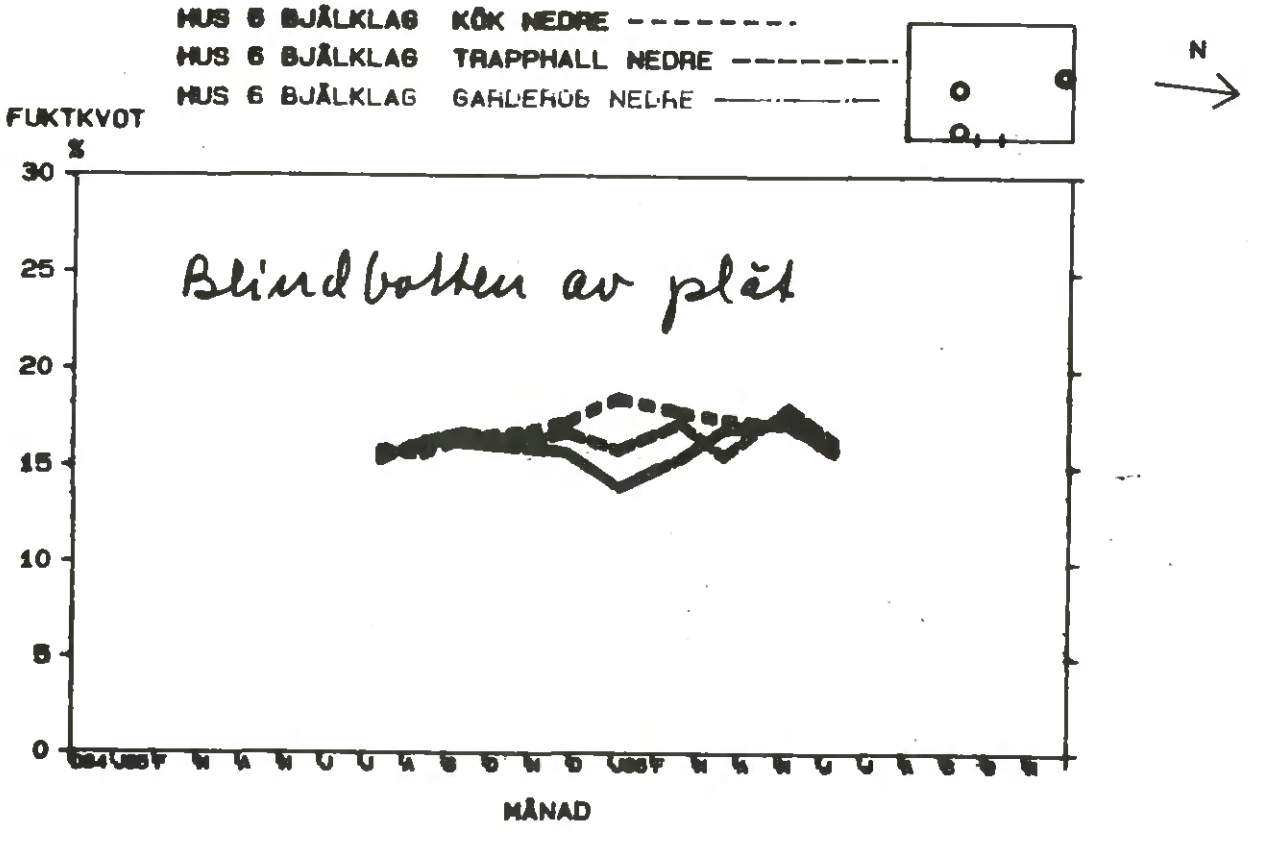
Mätningarna av fuktkvoten på klossar i krypgrunderna visar stundtals höga värden. Klossarna motsvarar fuktförhållandena för skräp på folien. Klossarna ligger nämligen på marken.

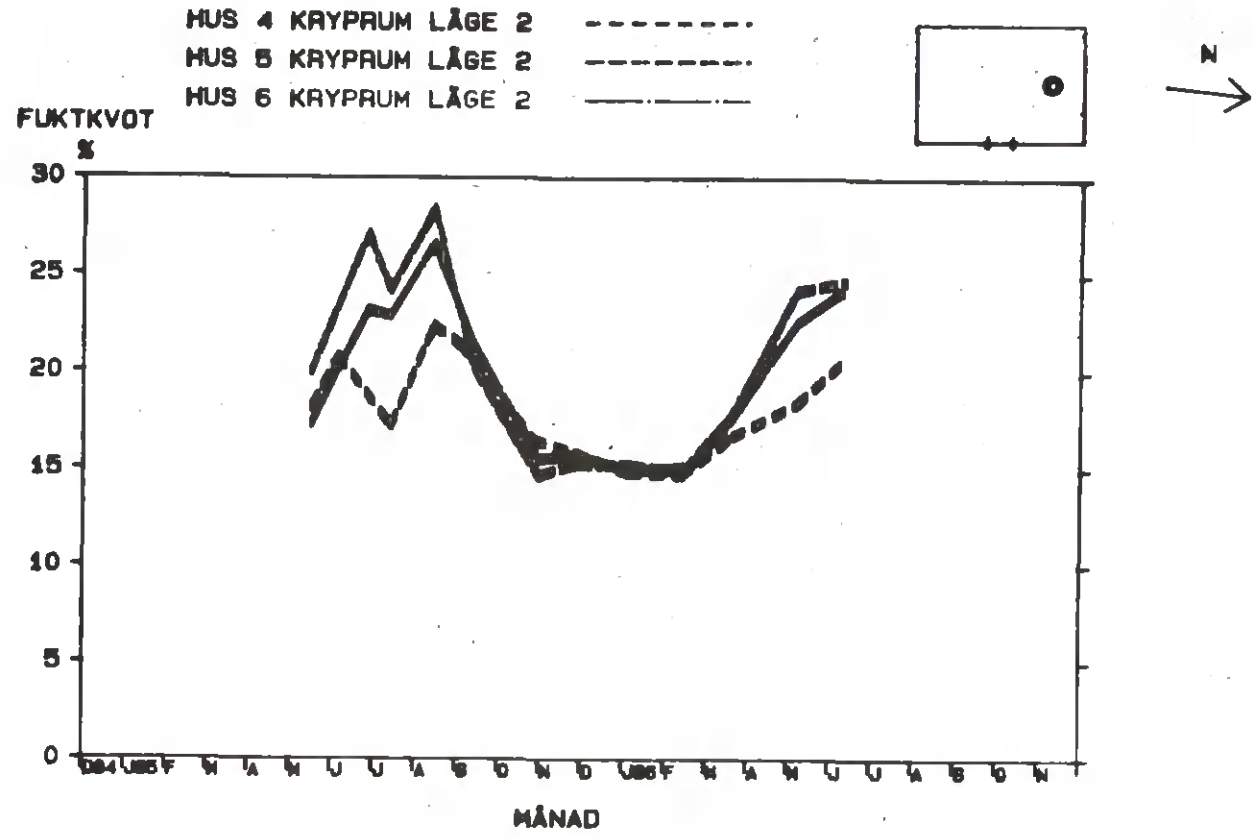
Rekonstruktion av byggandet av huset visar att flera stommar och därmed golvkassetter fick ta emot stora mängder fukt innan de kom under tak.

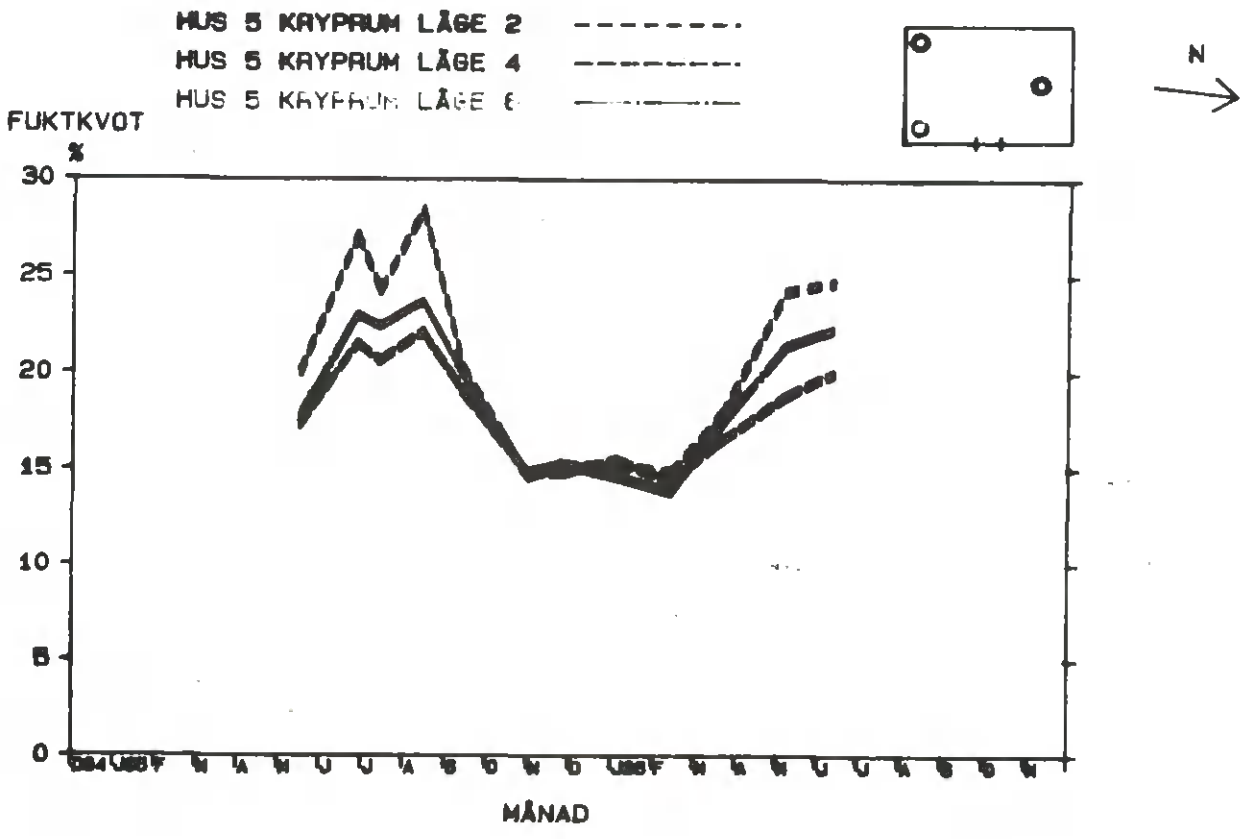
Under hösten 1988 besiktigades 16 av de 18 krypgrunderna. Resultaten sammanfattas i 10 punkter.

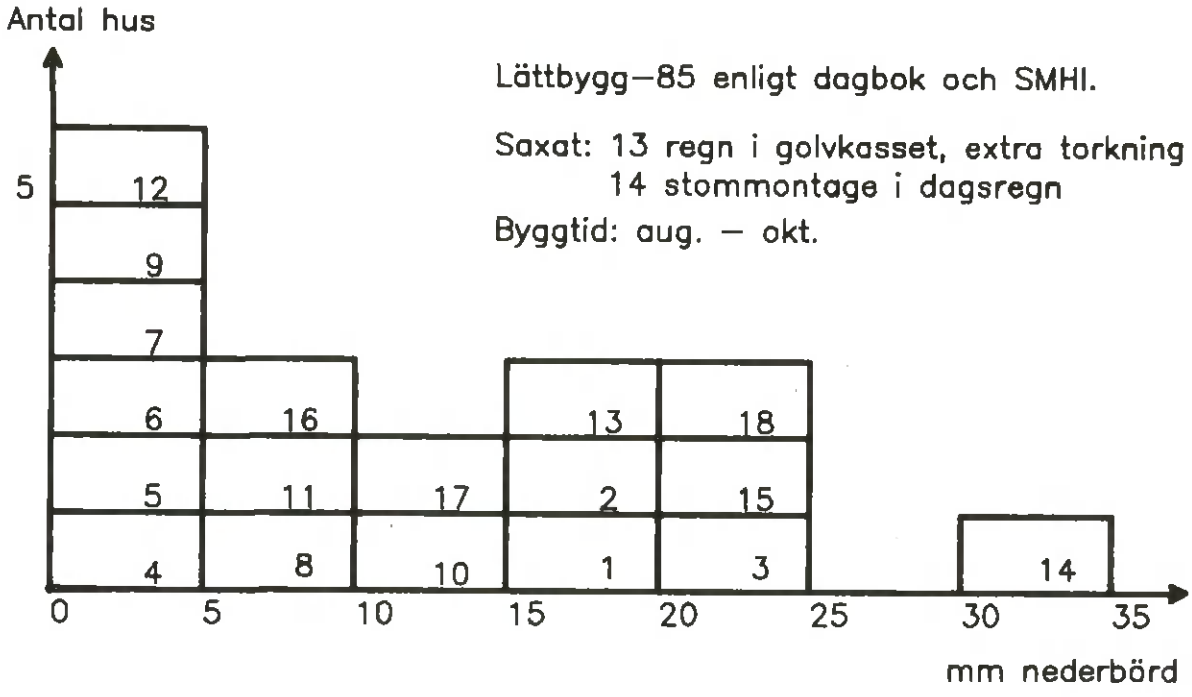
Sammanfattning: Dessa kalla, uteluftventilerade krypgrunder fungerar bra, trots att de genom sin kraftiga isolering under långa tider har fuktigheter som ligger högt upp i riskområdet för mögel. Plåten under bjälklaget tycks ge virket tillräckligt skydd.


HUS 4 BJÄLKLAG KÖK NEDRE
HUS 4 BJÄLKLAG TRAPPHALL NEDRE
HUS 4 BJÄLKLAG GARDEROB NEDRE
N
FUKTKVOT
%
30
25
20
15
10
5
0
Blindbotten av plywood
MÅNAD


HUS 6 BJÄLKLAG KÖK NEDRE
HUS 6 BJÄLKLAG TRAPPHALL NEDRE
HUS 6 BJÄLKLAG GARDEROB NEDRE
N
FUKTKVOT
%
30
25
20
15
10
5
0
Blindbotten av plåt
MÅNAD


HUS 4 KRYPRUM LÄGE 2
HUS 5 KRYPRUM LÄGE 2
HUS 6 KRYPRUM LÄGE 2
N
FUKTKVOT
%
30
25
20
15
10
5
0
MÅNAD


HUS 5 KRYPRUM LÄGE 2
HUS 5 KRYPRUM LÄGE 4
N
FUKTKVOT
%
30
25
20
15
10
5
0
MÅNAD


Antal hus
Lättbygg–85 enligt dagbok och SMHI.
Saxat: 13 regn i golvkasset, extra torkning
14 stommontage i dagsregn
Byggtid: aug. – okt.
5
12
9
7
6
5
4
16
11
8
17
10
13
2
1
18
15
3
14
0
5
10
15
20
25
30
35
mm nederbörd

LÄTTBYGG–85 EFTER TRE ÅR.

1. Fyra husägare av sexton har varit nere i grunden någon gång på tre år.
2. Tejpen släpper i skarvarna.
3. Folie skall läggas OMVÄNT taktegel–principen.
4. Medelhöjd 40 cm "Rullgrund ?".
5. Fuktförhållanden växlar snabbt beroende på uteluften.
   Liten spridning mellan olika hus.
   40–98 % RH och kondens på plåt och folie ena dagen.
   70–75 % RH och torrt sex dagar senare.
6. Bättre städning !
   - verktyg : kniv, tumstock, handskar, fogtub
   - emballage : papprör, stomme till tejprulle, snören
   - material : 1.5 meter, fasadlät
   - skräp : träbitar, sågspån, löv (höstbygge)
   - slam på plastfolien : (höstbygge)
7. Svagt unken jordlukt när man öppnar luckan i två grunder av sexton.
8. Plywood i blindbotten lokalt mögel–prickig.
9. Fuktkvoten på virkesrester 15–20%.
10. Fungerande genomluftning.

Fyra av sexten var helt rena !.

d) Varma krypgrunder. Sture Samuelsson

Jag har återigen besiktigat de fyra provhus i Örbyhus som vi studerade 1984, se BFR rapport R 63:1985 av Bergström och Samuelsson. Kryprumsgrundläggning, provhus-Örbyhus.

I projektet ingick fyra olika hus:

Hus 1: Referenshus, kall krypgrund (traditionell).

" 2: Inneluftventilerat kryprum, används som distributionslåda för tilluft.

" 3: Referenshus, kallt kryputrymme med kanaler för varmluftsuppvärmningen.

" 4: Varmluftventilerat, kryputrymmet används som distributionslåda.

Alla husen var av samma typ ur Hultfredshus standardproduktion.

Under utvärderingen av projektet 1984 drogs för hus 2-4 följande erfarenheter:

- Tätningen mot marken viktig	Man måste gjuta upp en stos kring avloppsrören och klämma duken mot stosen för att anslutningen inte skall läcka.
- Tätningen mot syllen viktig	Duken måste tillverkas på plats och svetsas i fogarna för att den skall bli tät. Detaljerna viktiga.
- Fuktsäker	Den är torrare än kalla krypgrunder.
- Något dyrare än kalla krypgrunder	
- Damm	Ägaren har varit rädd för att mineralullsdamm skulle komma upp i lägenheten.
- Radon går att kontrollera genom tryckregleringen.	

Vid besiktningen januari 1989 framkom följande:

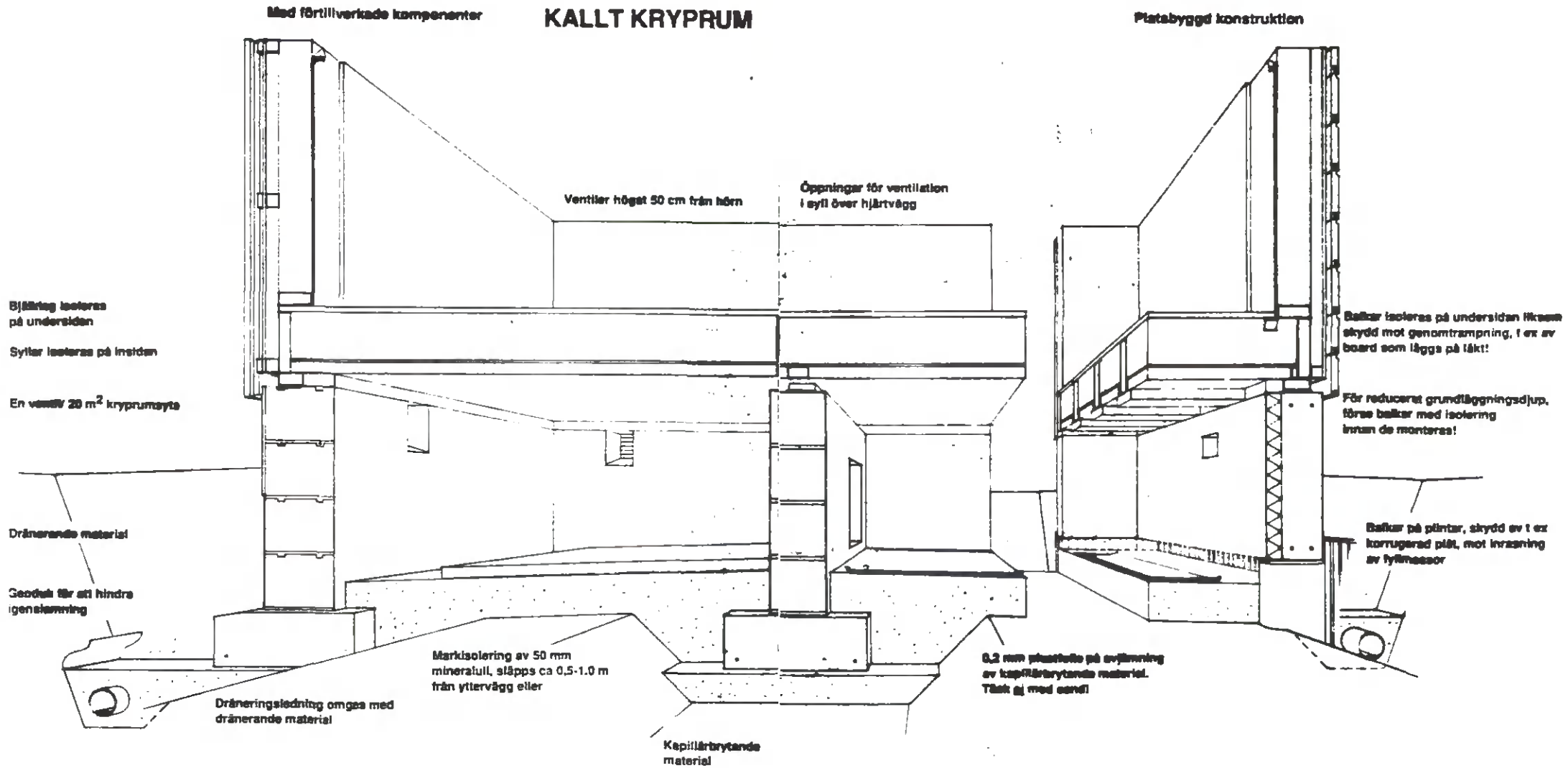
Dammproblemet var inte lika dramatiskt som det Stig Jahnsson upplevt i Bo 85. Det var ungefär lika dammigt i grunden som under en säng som man inte dammsugit under på en månad. Ägaren i hus nr 3 klagade på damm, nu som för fem år sedan. Prov på dammet i lägenheten visade på att det var textildamm och inte stenullsdamm, men dessa klagomål måste undersökas bättre.

Bjälklaget över krypgrunden saknar stegljudsisolering, det visar sig att sådan inte behövs, vilket förbilligar konstruktionen.

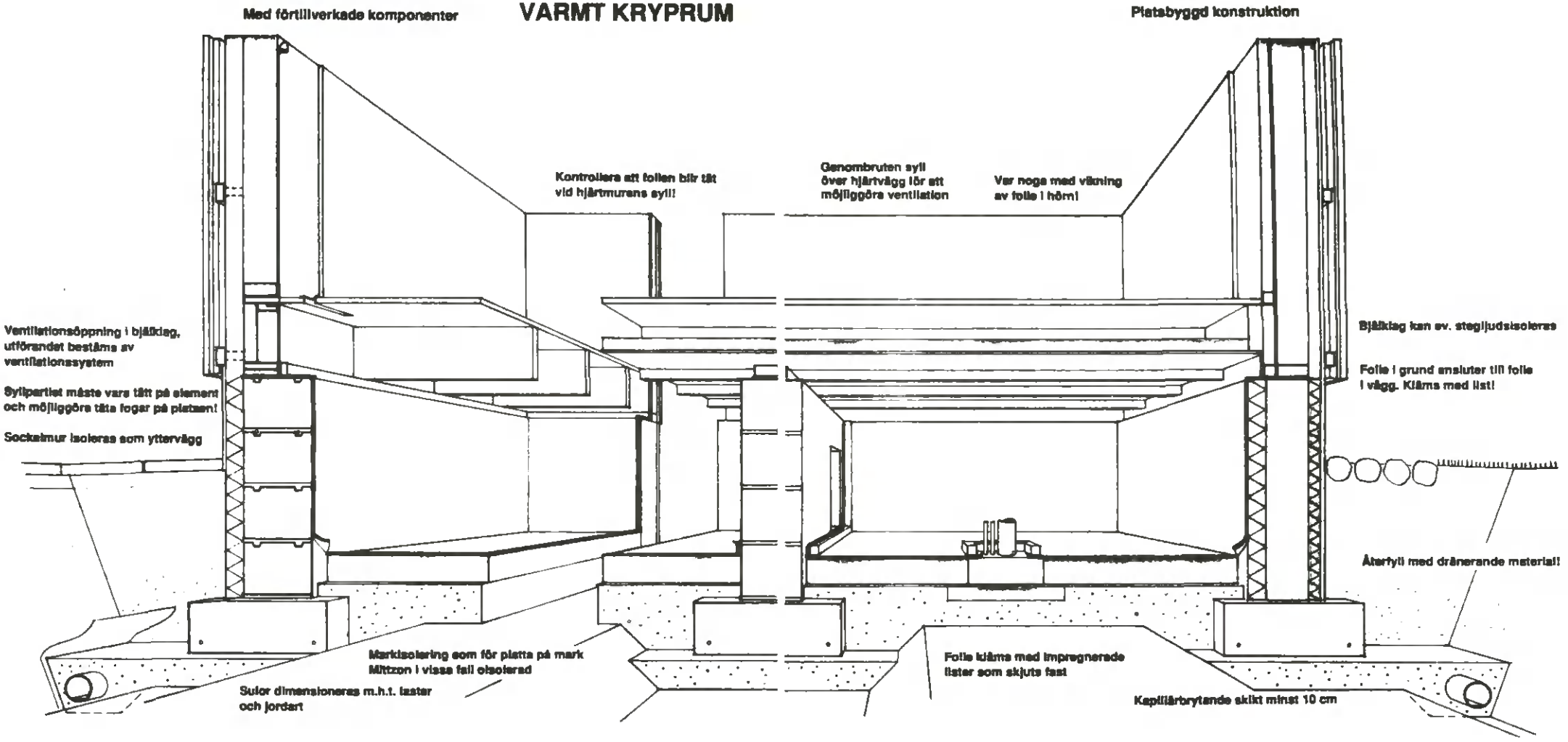
Erfarenheter och idéer till säkra lösningar har samlats i Träinformations skrift Kalla och varma krypgrunder, en handledning. Figurerna, som är ritade i tre dimensioner, har i hög grad underlättat den detaljprojektering som behövs.

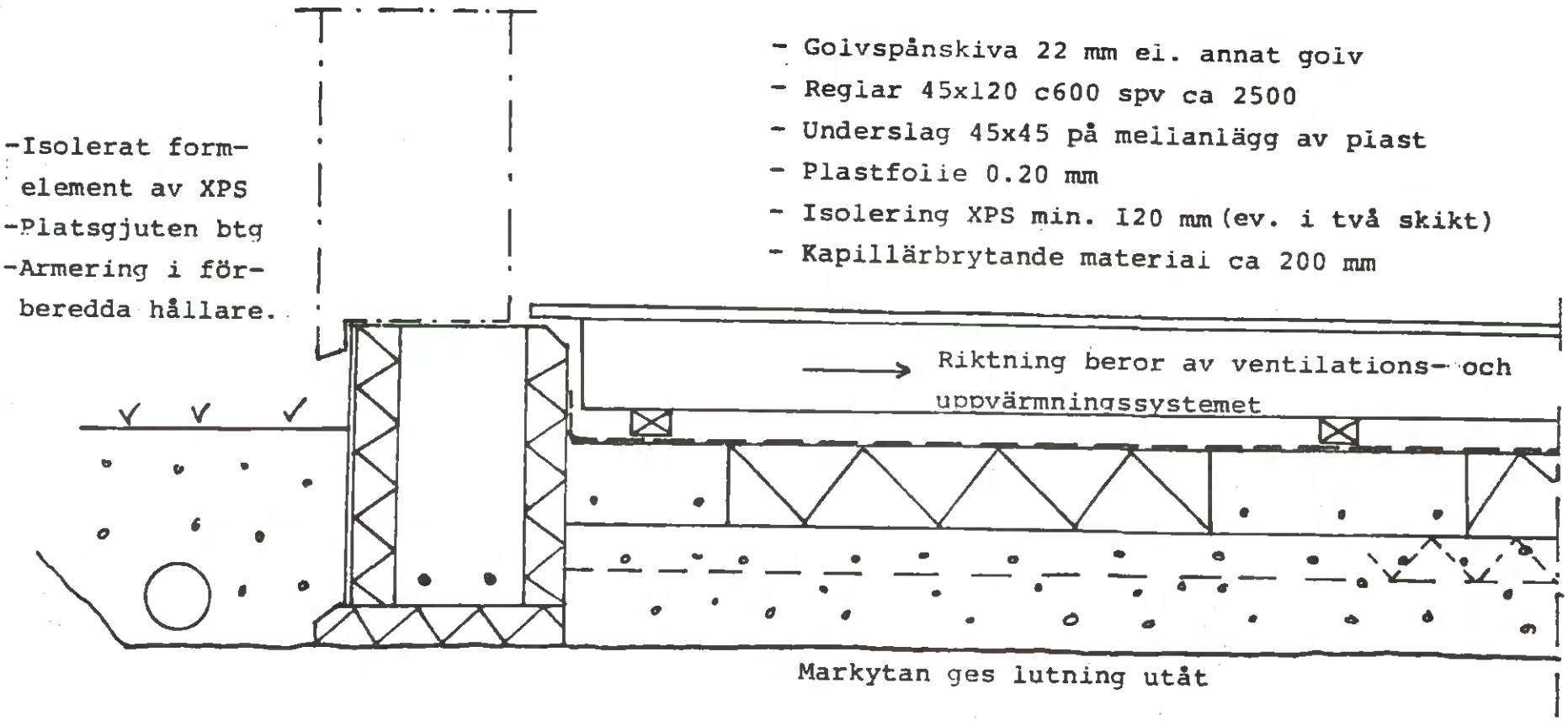
Slutligen: Behöver den varma grunden vara krypbar? Frågan kan illustreras av Optima-grunden och en förenkling av denna.

KALLT KRYPRUM



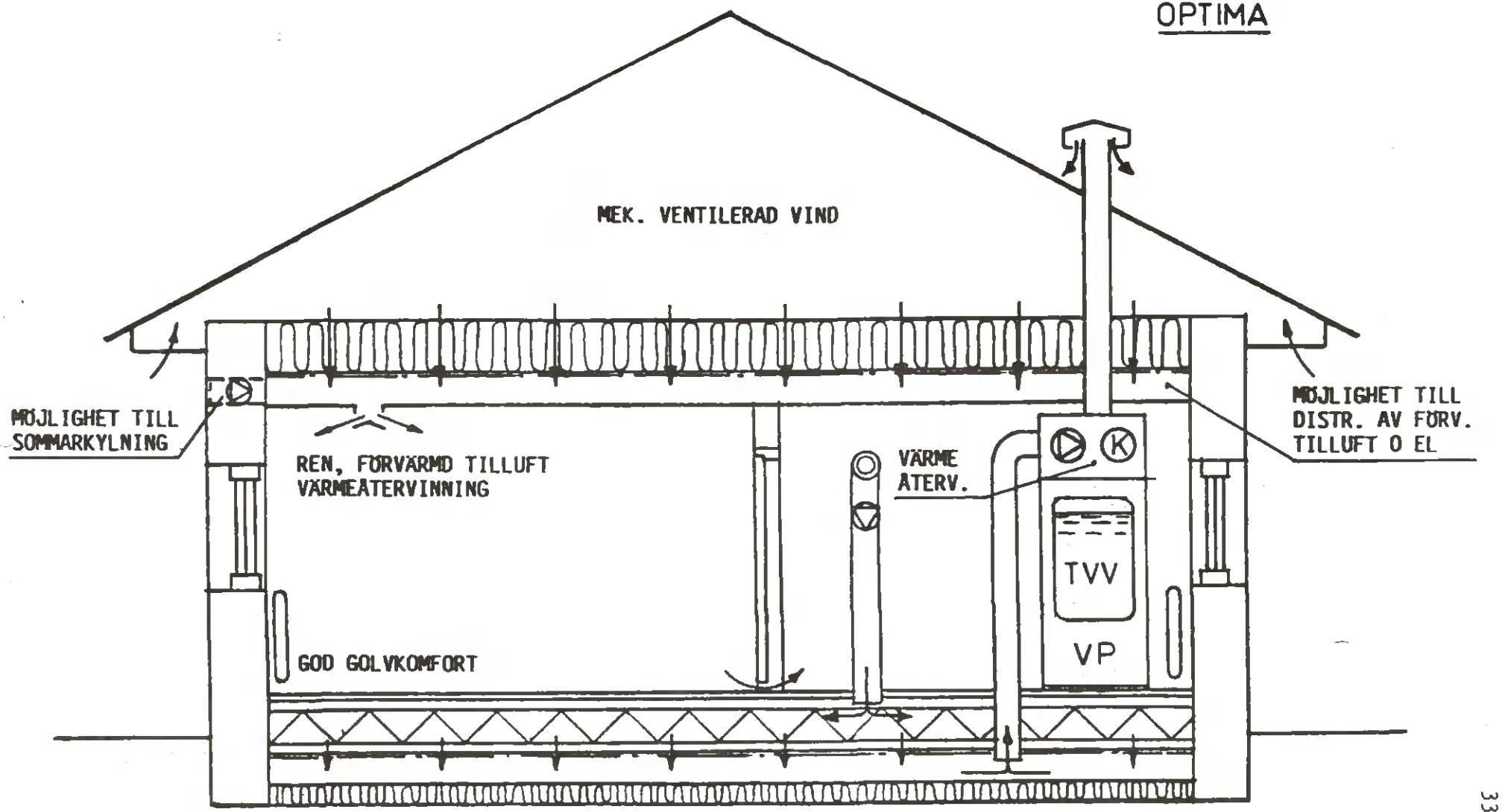
VARMT KRYPRUM





Principskiss för ny typ av grundläggning.

OPTIMA



LÄTTBYGGD GRUND
KONTROLLERAT FUKTTILLSTÅND
VATTENSKADESÄKER

VÄRMEÅTERVINNING
SKYDD MOT MARKRADON
FRÅNLUFTEN FILTRERAS

LÅGBYGGD GRUND GER
ENKEL MARKANPASSNING, KOMMUNIKATION
OCH HANDIKAPPANPASSNING

3. ÅTGÄRDER I SKADADE HUS

a) Sammanställning av åtgärder. Olle Åberg

Fuktproblem i uteluftventilerade kryprum anses bero på dålig ventilation och/eller att plastfolie saknas eller är slarvigt utlagd på marken.

Radhuset i figur 1 har ventiler med stort strömningsmotstånd och är grundlagt på lös moränlera. Från de ytor som ej täckts med plastfolie (5 % av grundbottenytan) uppkommer ett fukttillskott.

Av figurerna 2 och 3 framgår att ökad ventilation ger minskad fuktkvot i trädelar. Motsvarande effekt har också en heltäckande plastfolie på marken.

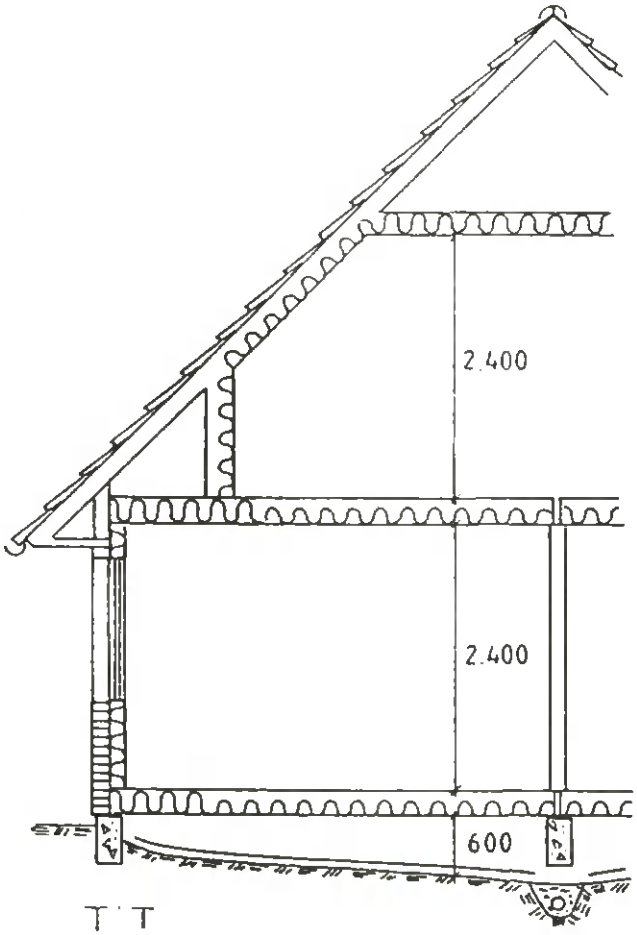
Temperaturen i grunden påverkas lite av luftomsättningen, utom vid köldknäppar, se figur 4. Fläktventilerat kryprum bör därför kopplas till ett termostat, som slår ifrån när lufttemperaturen i kryprummet blir låg.

Ökad luftomsättning och/eller heltäckande plastfolie ger lägre fukttillstånd i grunden, ifall det finns fukttillskott, men det blir fortfarande högt sommartid, och ej så lågt att mögelpåväxt förhindras.

Ökad ventilation ger minskad lukt beroende på att andelen friskluft ökar.

Som jämförelse visas fritidshuset i figur 5. Det är ett litet välventilerat kryprum med obetydligt fukttillskott. Figur 6 visar en jämförelse mellan relativ ånghalt för oktober *mellan* fritidshuset och radhuset. Som synes ligger den på samma höga nivå för båda husen. Orsaken är att grunden i fritidshuset snabbare kyls ner under hösten samt att variationer i utomhusklimatet ej dämpas i samma grad som i stora grunder med låg luftomsättning.

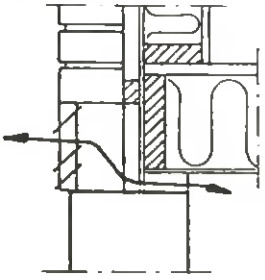
RADHUS MED 3 LÄGENHETER , MALMÖ

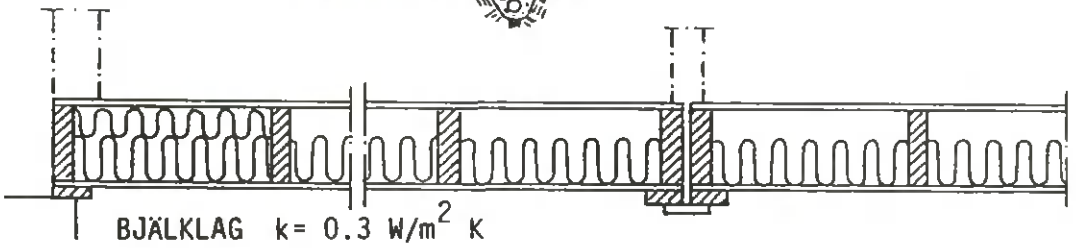


Byggnadsår = 1975
Gällande norm = BABS-67

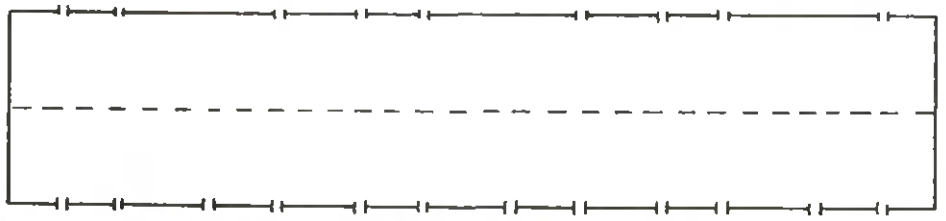
Längd = 40 m
Bredd = 8 m
Area 320 m^2
Kryprumsvolym = 160 m^3

Eff ventilarea
SBN-80 = 0.03 m^2/100 m^2
Vindskyddat läge
Mark = Lös moränlera

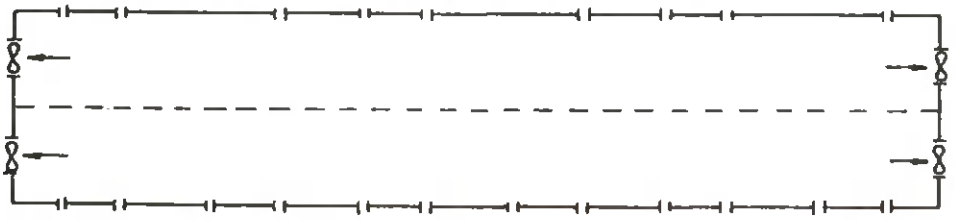




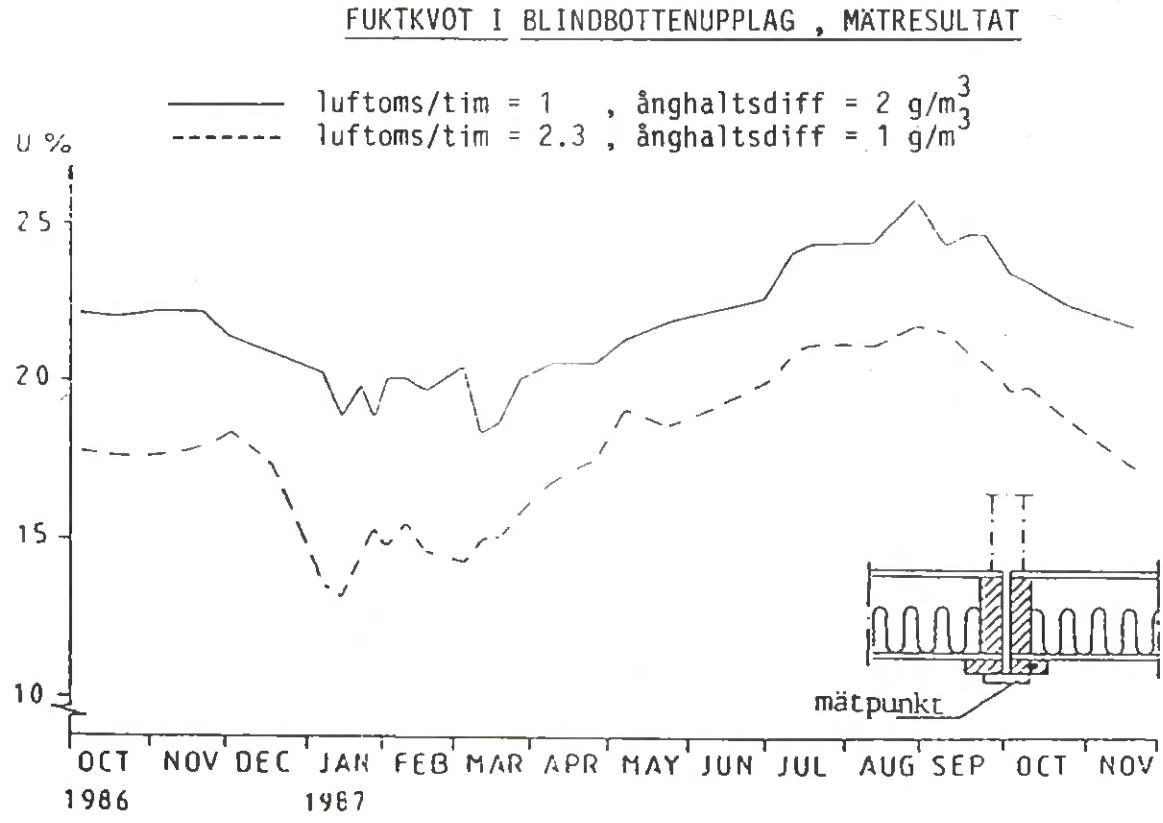
BJÄLKLAG k= 0.3 W/m^2 K



NATURLIGT VENTILAT KRYPRUM , luftoms = 1 oms/tim

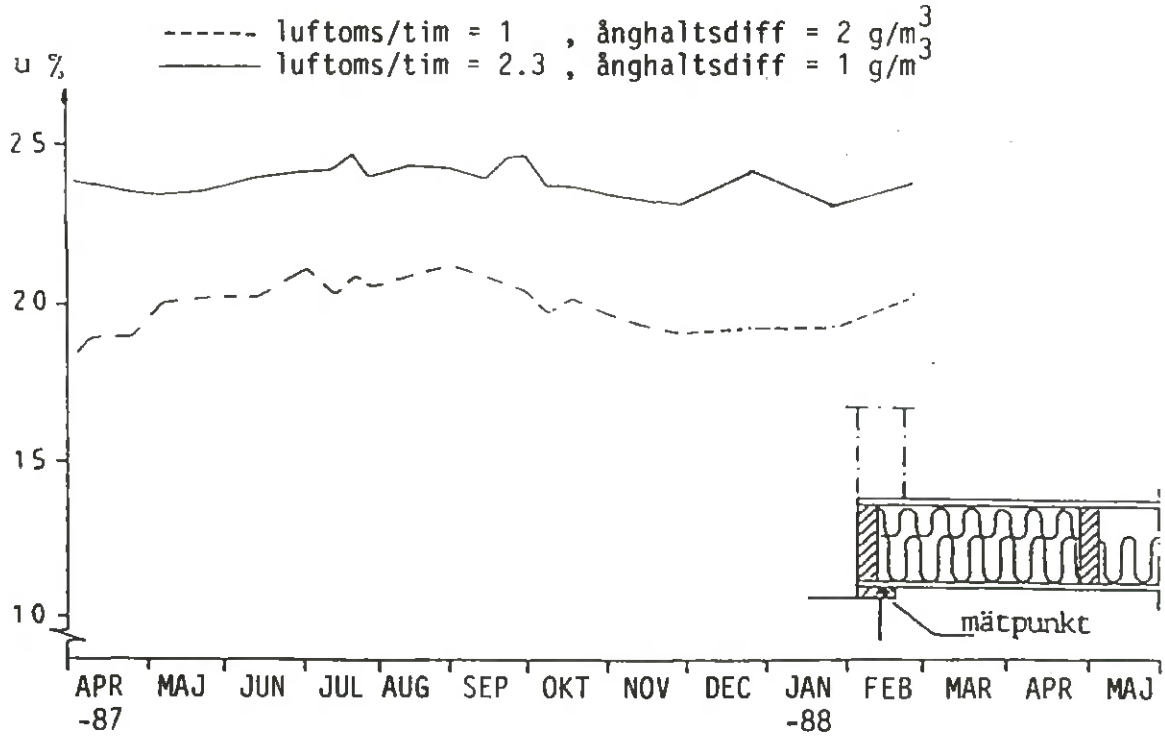


KRYPRUM KOMPLETTERAT MED FLÄKTAR , luftoms = 2.3 och 4 oms/tim



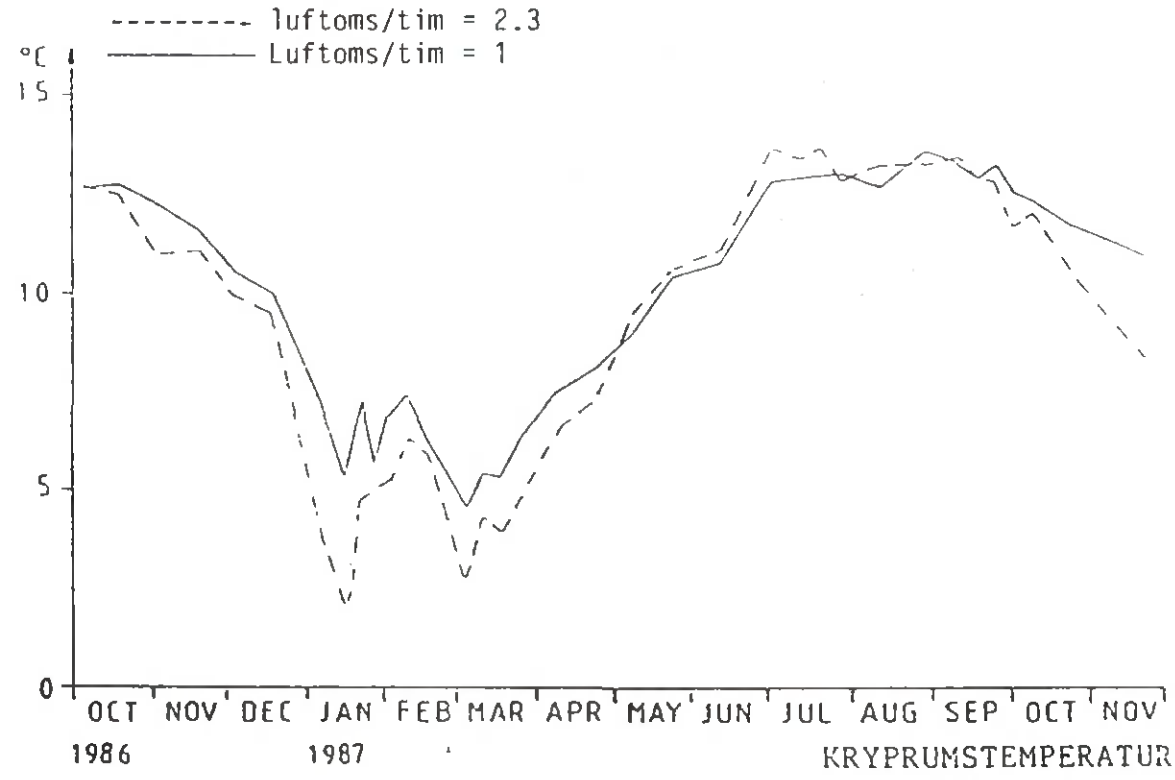
Fuktkvotens årsvariation i en blindbotten-läkt i byggnadernas norra del.

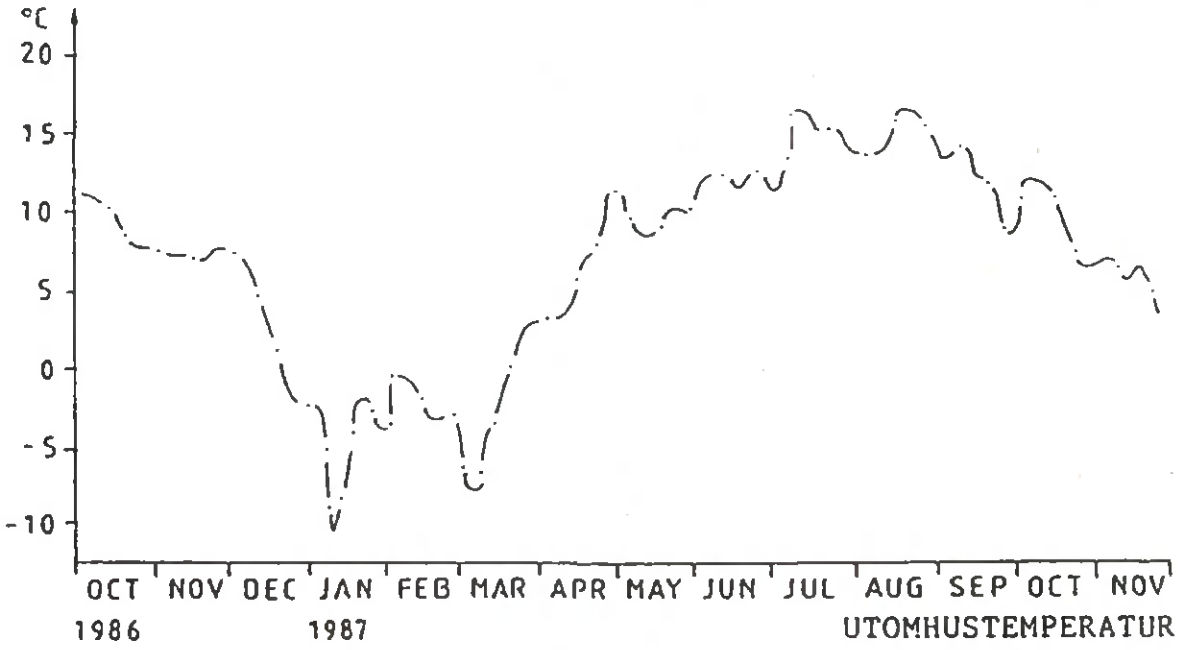
FUKTKVOT I SYLLENS INNERDEL , NORRSIDA , MÄTRESULTAT



Fuktkvotens årsvariation i den inre delen av den norra syllen.(Den yttre delen har 2 - 3% lägre fuktkvot.)

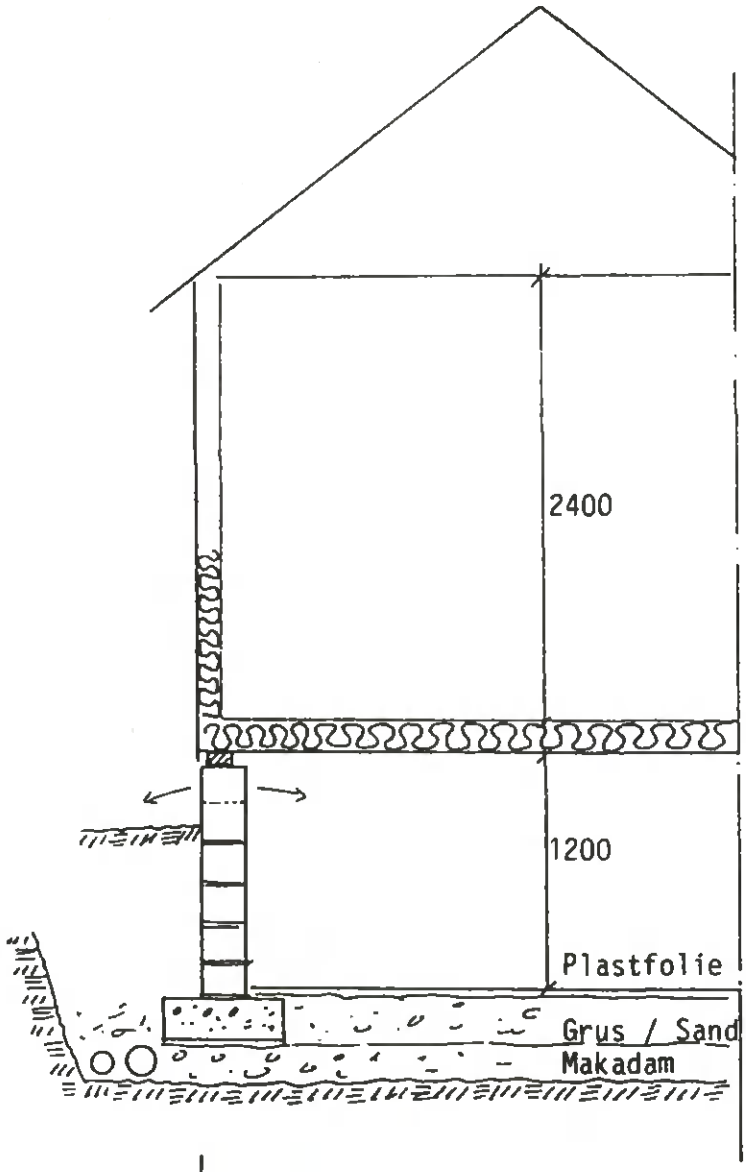
KRYPRUMSTEMPERATURENS ÅRSVARIATION , MÄTRESULTAT





Lufttemperaturen i kryprummets mellersta norra halva, i förhållande till utetemperaturen.

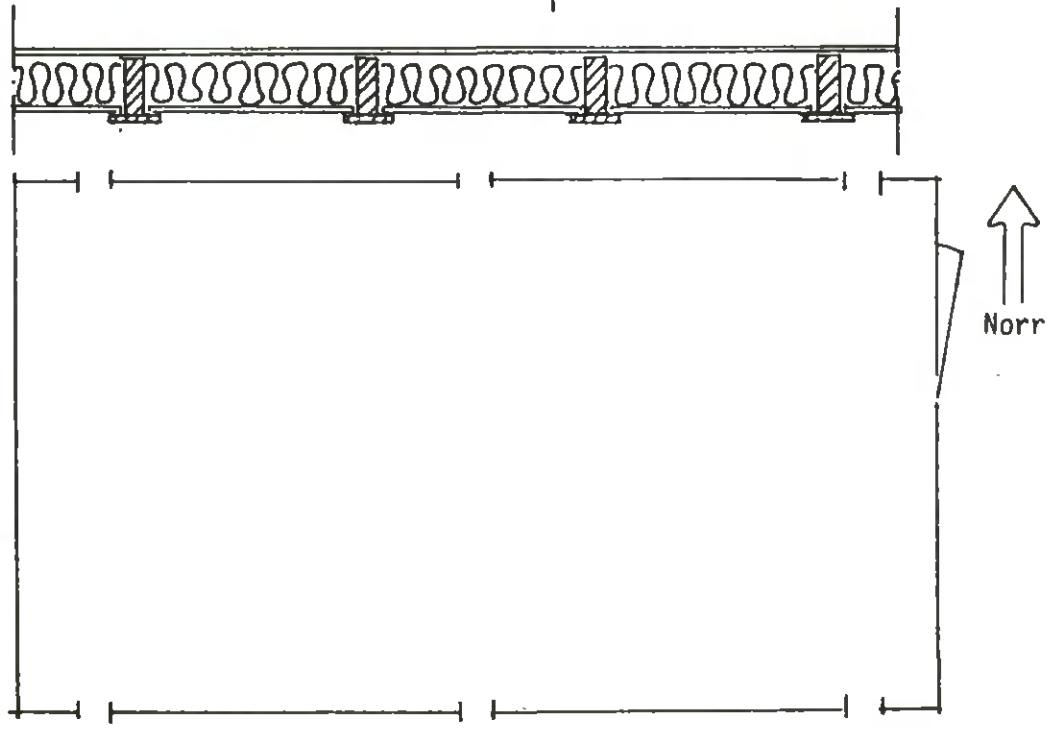
FRITIDSHUS , KARLSKRONA



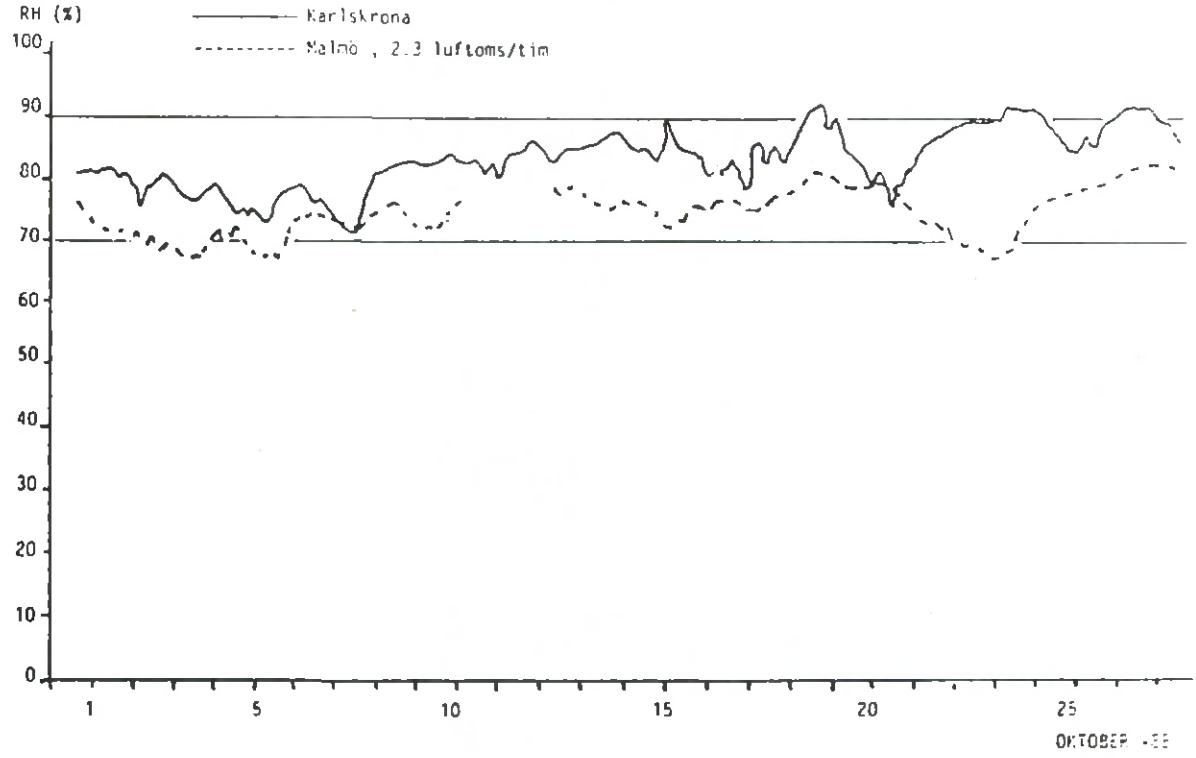
Byggnadsår = 1984
Gällande norm = SBN-80

Längd = 6 m
Bredd = 3.4 m
Area = 20 m^2
Kryprumsvolym = 25 m^3

Eff ventilarea
SBN-80 = 0.27 m^2/100 m^2
Vindutsatt läge
Mark = Morän (Pinnmo)

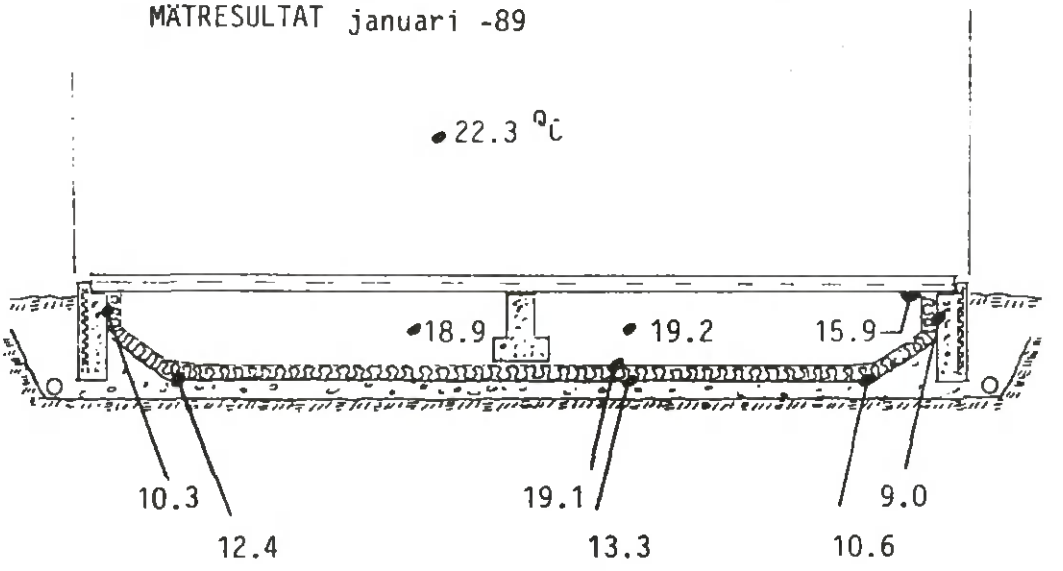


RELATIV ÅNGHALT I KRYPRUM



OVENTILERAD GRUND MED OISOLERAT BJÄLKLAG AV BETONG

MÄTRESULTAT januari -89



Relativ ånghalt = 65 %

Daggpunkten = 12.0 °C

b) Mögelsäkring av krypgrunder genom uppvärmning. Tore Hansson

Krypgrunder blir under normala förhållanden fuktigast under den varma årstiden i det att varm utomhusluft tas in och kyls ner när den möter kylan från marken under huset. Bland flera olika sätt att komma till rätta med denna fuktiga miljö skall här utredas möjligheten att direkt värma krypgrunden under de perioder då risk för alltför fuktig miljö föreligger. Uppvärmningen skulle tekniskt kunna ske på olika sätt.

Underlag

För att få ett underlag för bedömning av möjligheterna att värma har mätningarna av temperaturer i två provhus i Skultorp utnyttjats, SP rapport 1985:42. Resultaten av mätningarna framgår av bilagda diagram. Det andra huset har 400 mm isolering, EXTREM-huset.

Temperaturen i grunden pendlar långsamt mellan 4 och 11 °C för EXTREM-huset, medan temperaturen utomhus och på vinden har snabbare svängningar och inom ett större område, -11 till +22 °C utomhus respektive -9 till +27 °C på vinden. Siffrorna avser veckomedelvärden.

Dessa uppmätta temperaturer kan sedan användas för att räkna fram fuktförhållandena. Klimatuppgifter har hämtats från Skara, den närmast belägna meteorologiska stationen. Jämförelser av uppmätta utomhustemperaturer i Skultorp och Skara visar att klimaten är mycket lika. Klimatuppgifterna för Skara har veckovis räknats om till de temperaturer som uppmätts i provhusen. För krypgrunderna har därvid antagits att marken eller konstruktionerna i grunden inte avger eller upptar fukt utan att klimatet helt bestäms av temperaturändringen på ventilationsluften.

Fuktvariationerna över året för båda husen har räknats fram. Om man utgår ifrån att riskgränsen för mögel går vid 85 % relativ fuktighet så ligger i EXTREM-huset RH över 85 % vecka 16-37, d v s från mitten av april till mitten av september. I ELAK-huset ligger RH över 85 % veckorna 20, 22-23, 27-28 och 30, d v s enstaka veckor från mitten av maj till början av augusti. Dessa höga relativa fuktigheter inträffar när temperaturerna är 8-13 °C, ELAK, respektive 5-11 °C för EXTREM, d v s sådana temperaturer vid vilka mögel kan utvecklas.

När skall man värma?

Diagrammen visar att temperaturen utomhus och på vinden blir högre än temperaturen i grunden ca en vecka innan den relativa fuktigheten i grunden första gången stiger över 85 %. Metoden att värma grunden med utomhusluft, ökad ventilation, eller luft från vinden, har inte så stark effekt. Under mätperioden har endast den normala krypgrundsventilationen med utomhusluft använts. Den har med sitt temperaturöverskott endast lyckats höja temperaturen i grunden med ca 5 °C på tiden april-september. Vinden är i genomsnitt ca 2 °C varmare än utomhusluften.

Aktiv värmning

Grunden kan värmas aktivt genom att en fläkt och ett värmeelement värmer upp luften i grunden så länge det behövs. Beräkningarna vilka veckor som uppvärmning behövs för att hålla RH under 85 % och hur många grader som temperaturen som mest behöver höjas: Totala tiden är för EXTREM-huset

14 veckor, maximala uppvärmningsbehovet är 6,8 °C. Omräknat till eluppvärmning ger detta 100 W effektbehov, 5.400 °Ch och 80 kr kostnad. För ELAK-huset är behoven mindre.

I beräkningar förutsätts att all tillförd energi kommer luften till godo, d v s att trögheten i mark och bjälklag är noll. Vidare att uppvärmningen styrs av den relativa fuktigheten så att den kopplas bort om RH är mindre än 85 %. RH-styrning kan tänkas ske med en ombyggd fläkt "FRESH 2000 Humatic". En hygrostat baserad på formförändring hos tryckved har visat sig fungera.

Om uppvärmningen styrs av tiden så blir kostnaden större. Att exempelvis värma med 100 W under tiden april-september, 20 veckor, kostar 120 kr.

Om marken saknar isolering blir behovet av tillförd effekt större.

Dessa kostnader för att mögelsäkra grunden skall ställas mot transmissionsförlusten genom bjälklaget som kan beräknas till ca 500 kWh eller ca 150 kr. Avvägningen transmissionsförlust och kostnaden för att åtgärda eventuellt uppkommet mögel kan behöva ses över.

Rör i grunden

Riskerna för mögel kan minskas genom att exempelvis fjärrvärmerör eller avloppsrör dras i krypgrunden och på så sätt värmer grunden. Risken för frysning tycks vara överdriven, i det att temperaturen i grunden inte var lägre än +4,6 °C under hela mätåret. Temperaturen varierar mycket långsamt, vilket tyder på att det är en stor massa som skall temperaturändras.

Otur

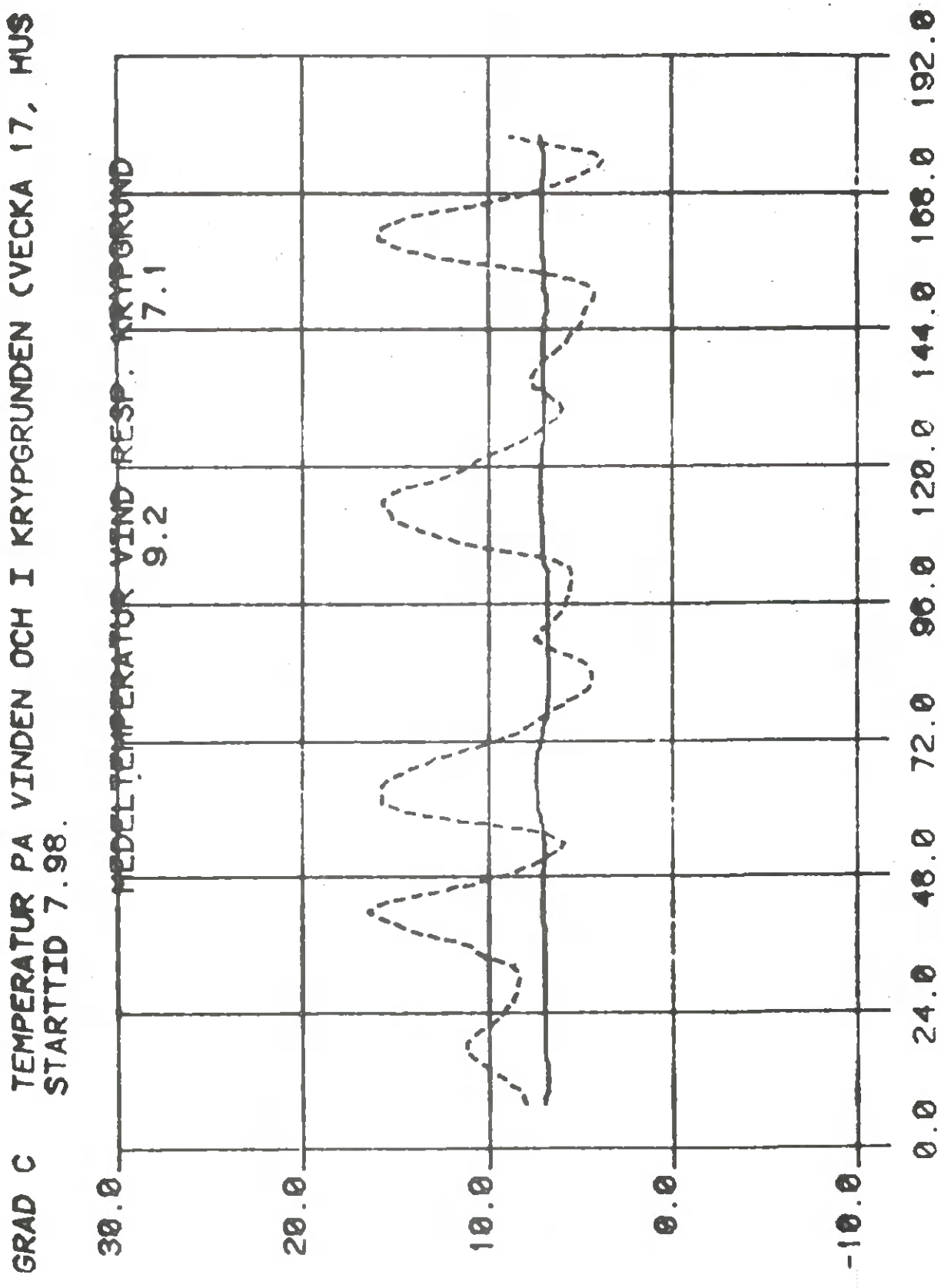
Man har talat om OTUR som en skadeorsak. Identiskt lika grunder beter sig inte lika. Det skulle i stället kunna vara temperaturen i marken när huset reses som avgör skadeutvecklingen, i varje fall de första åren.

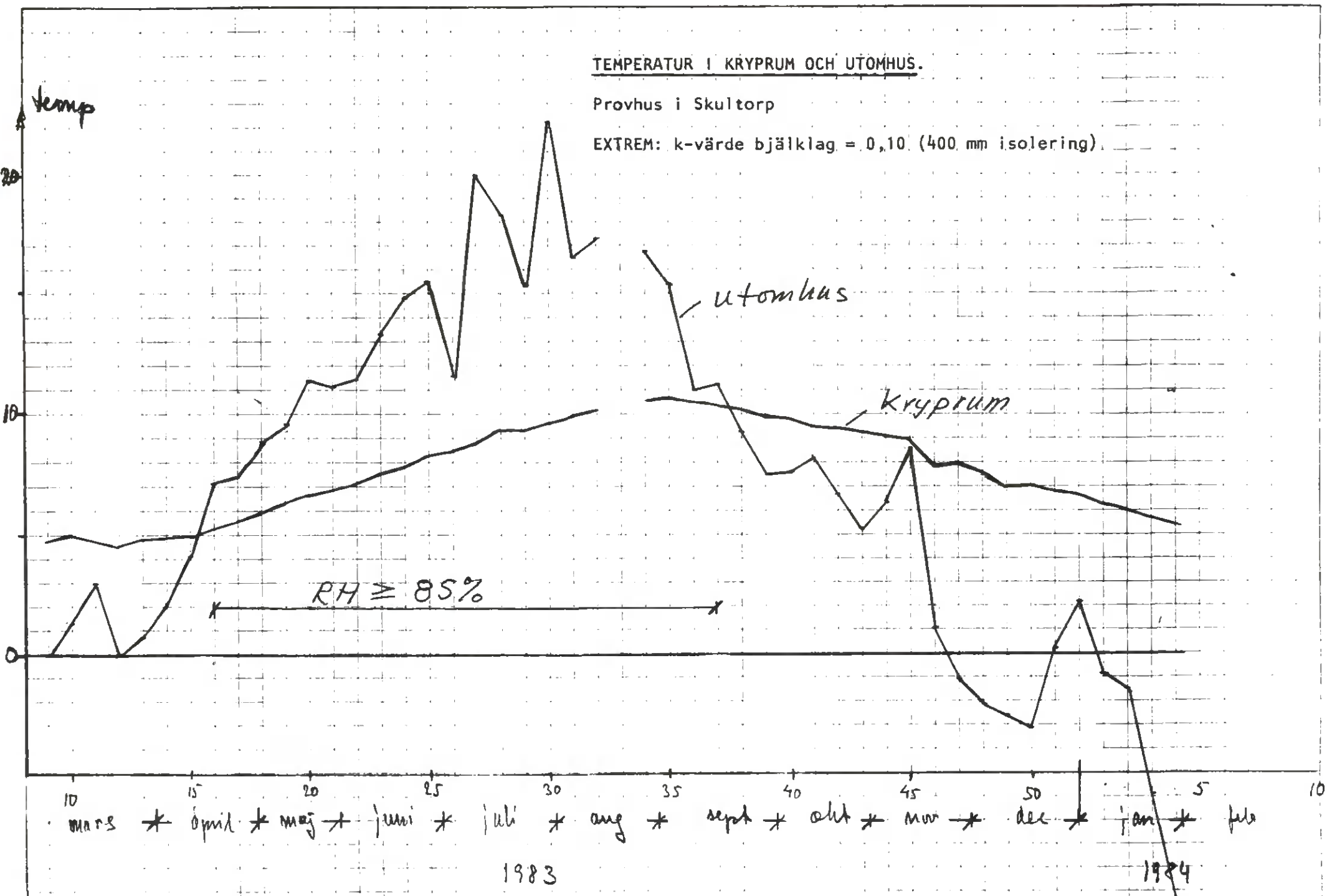
Om huset reses på vintern med nästan tjäle i marken i krypgrunden, så startar den på ca 4 °C lägre nivå än försökshusen. Detta skulle leda till en lång period med hög relativ fuktighet, i varje fall under den första sommaren.

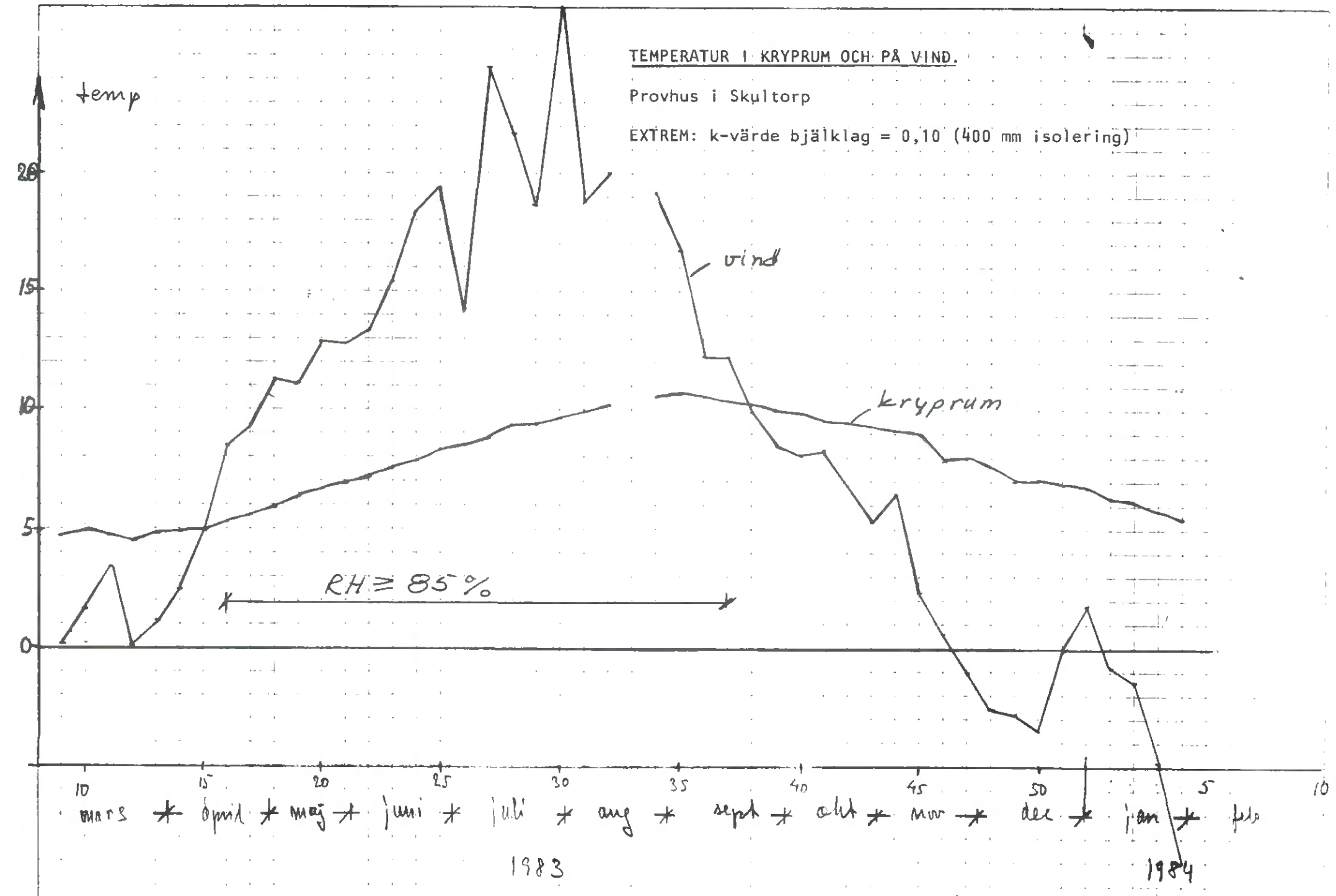
Om huset reses på sommaren är temperaturen i marken betydligt högre, antag ca 15 °C. Den relativa fuktigheten kommer då inte att uppgå till 85 % på hela första året, huset kommer att fungera som en tilläggsisolering av marken till dess att förhållandena långsiktigt hinner ställa in sig i marklagren under huset.

P.S. Dessa resultat har tagits fram genom förenklade beräkningar. En förfinad beräkning enligt C-E Hagentofts modell bör göras innan metoden prövas i full skala.

EXEMPEL PÅ UPPMÄTTA TEMPERATURER PÅ VIND RESP I KRYPGRUND
I ELAK-HUSET, SKULTORP. MÄTNINGAR UTFÖRDA AV SP.




TEMPERATUR I KRYPRUM OCH UTOMHUS.
Provhus i Skultorp
EXTREM: k-värde bjälklag = 0,10 (400 mm isolering)
temp
20
10
0
utomhus
kryprum
RH ≥ 85%
10 15 20 25 30 35 40 45 50 5 10
mars april maj juni juli aug sept okt nov dec jan feb
1983
1984


TEMPERATUR I KRYPRUM OCH PÅ VIND.
Provhus i Skultorp
EXTREM: k-värde bjälklag = 0,10 (400 mm isolering)
temp
vind
kryprum
RH ≥ 85 %
20
15
10
5
0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
5
10
mars
april
maj
juni
juli
aug
sept
okt
nov
dec
jan
feb
1983
1984

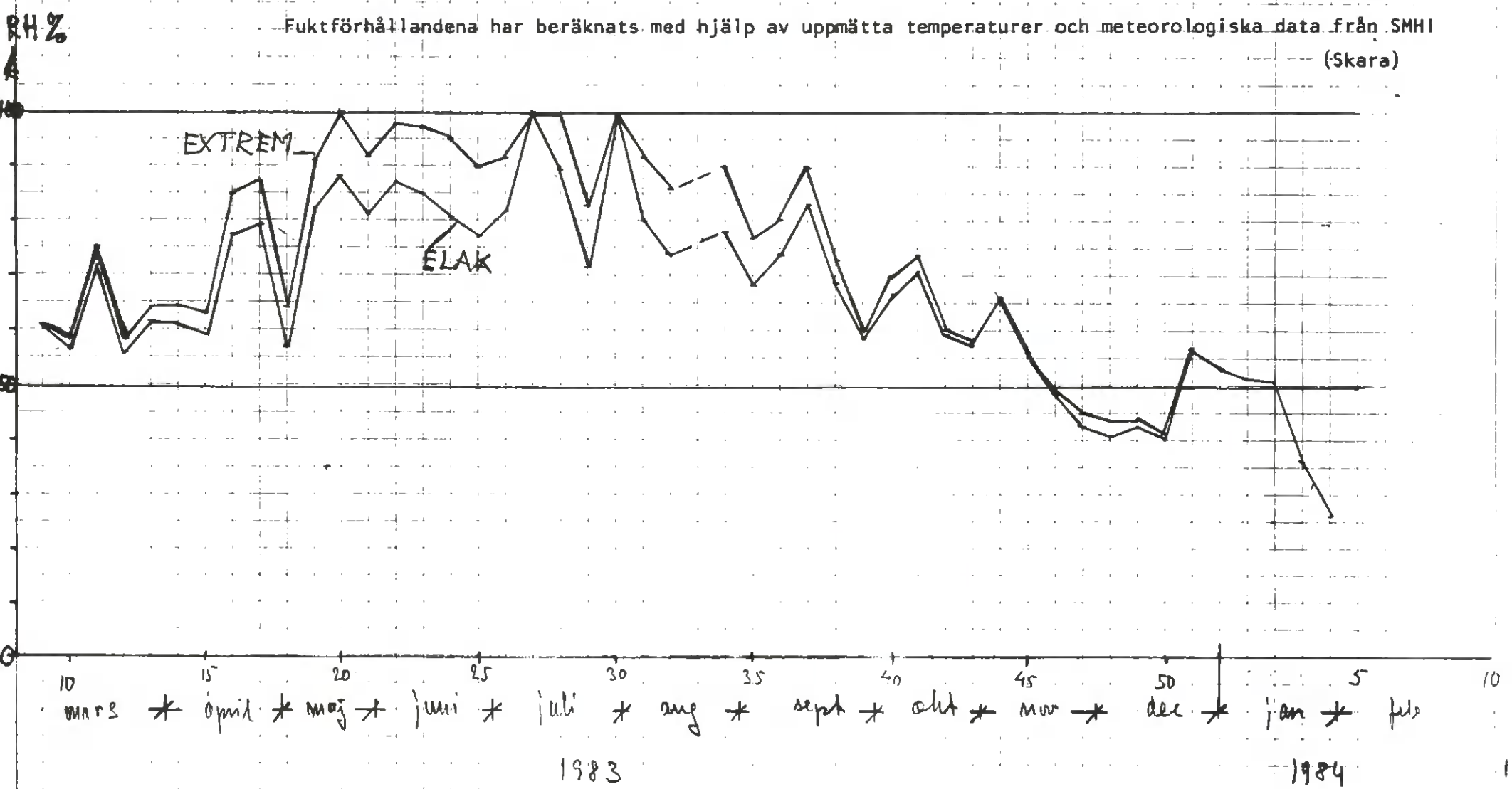
FUKTFÖRHÅLLANDEN I KRYPRUM.

Provhus i Skultorp 1983-84.

EXTREM: k-värde bjälklag = 0,10 (400 mm isolering)

ELAK: " " = 0,20 (200 " ")

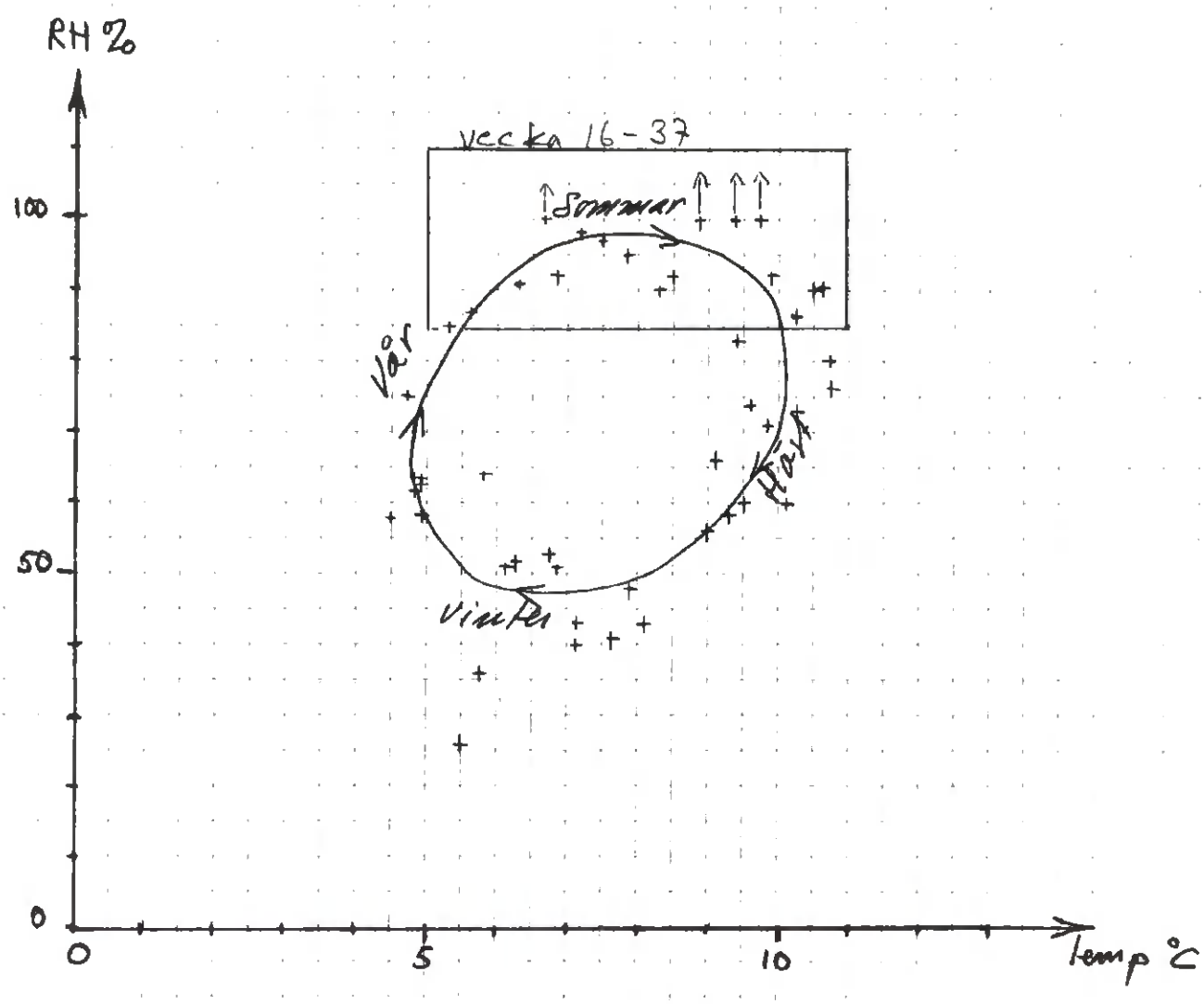
Fuktförhållandena har beräknats med hjälp av uppmätta temperaturer och meteorologiska data från SMHI (Skara)



FUKTFÖRHÅLLANDEN I KRYPRUM.

Provhus i Skultorp 1983-84

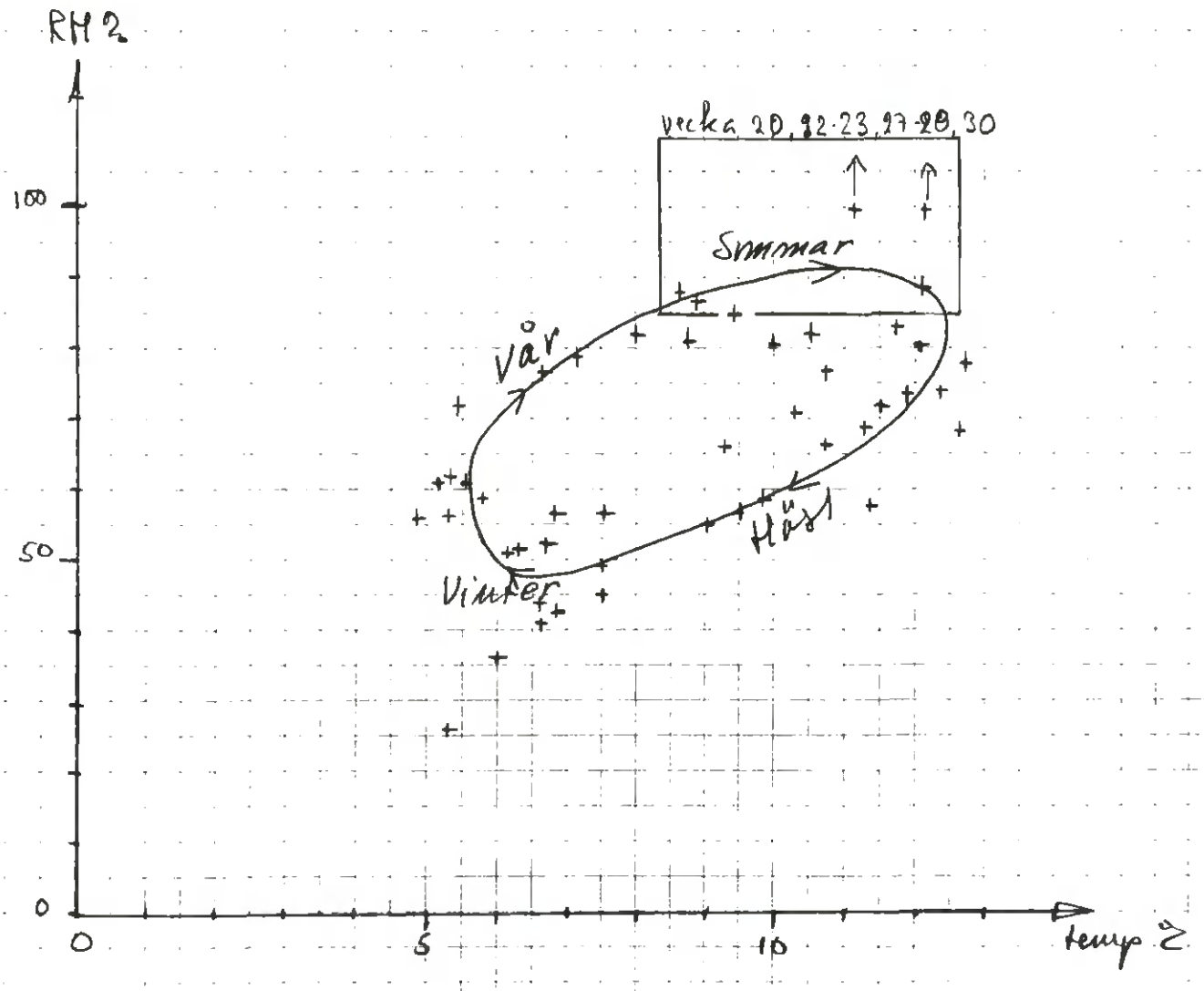
EXTREM: k-värde bjälklag = 0,10 (400 mm isolering).

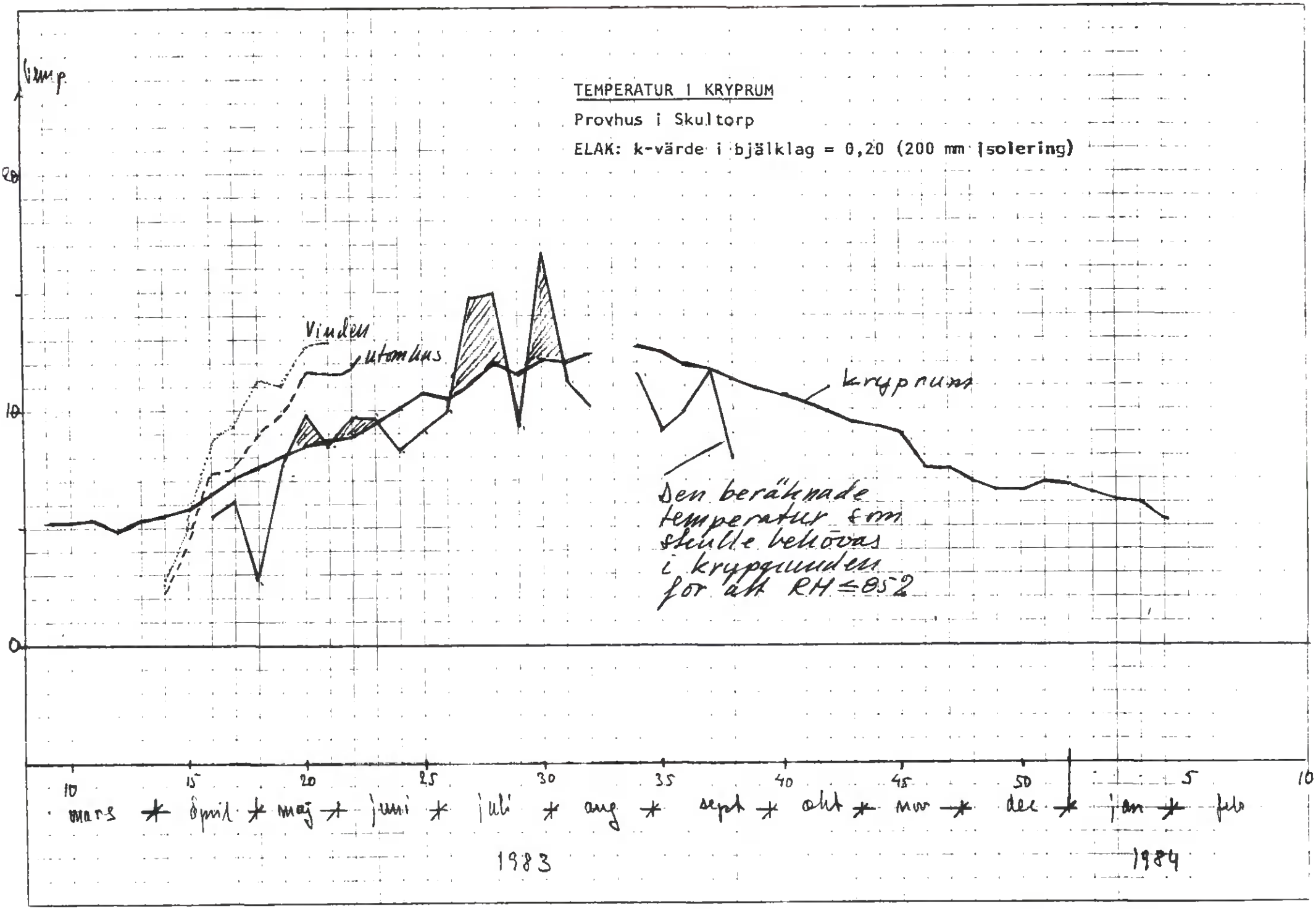


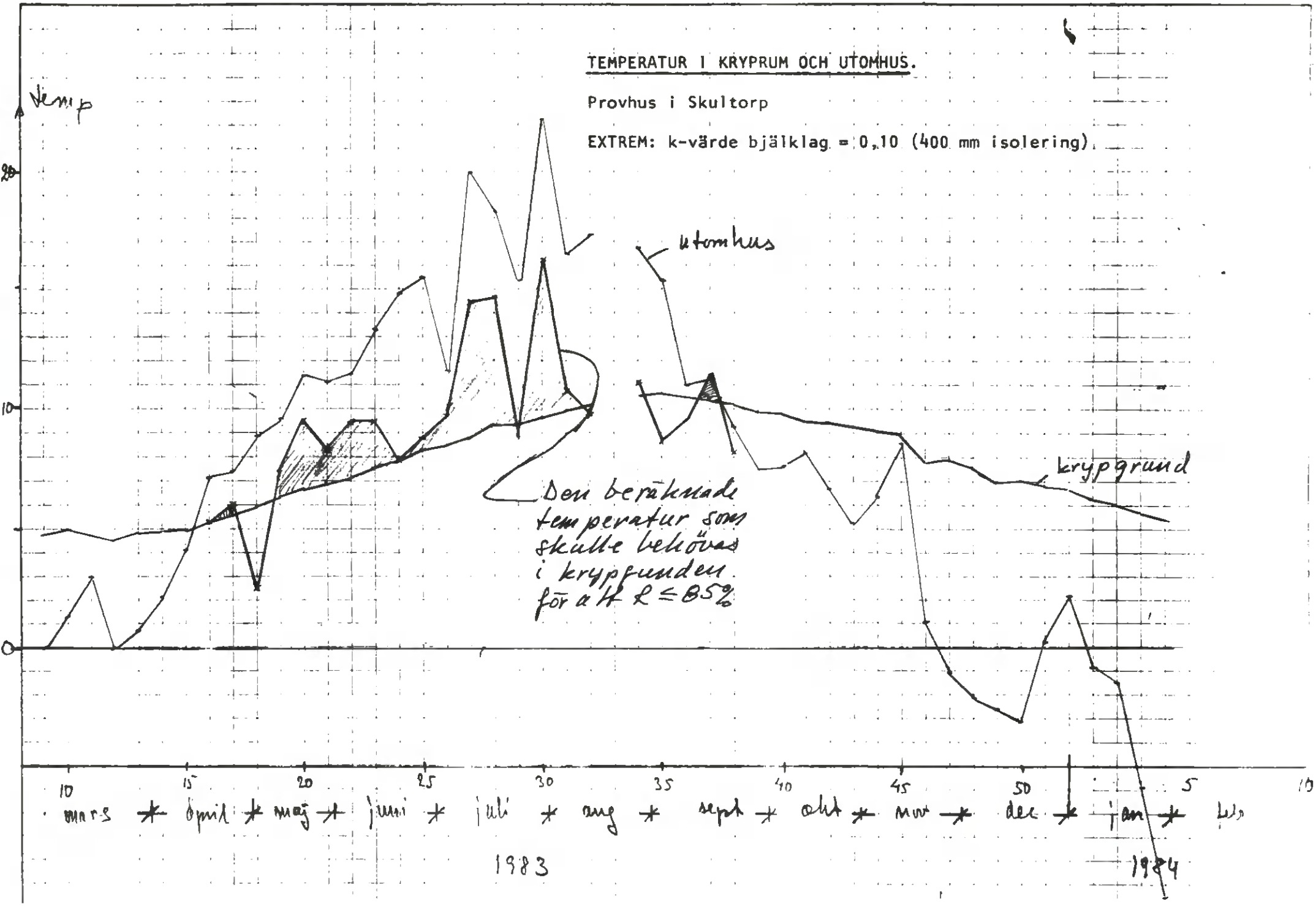
FUKTFÖRHÅLLANDEN I KRYPRUM.

Provhus i Skultorp 1983-84

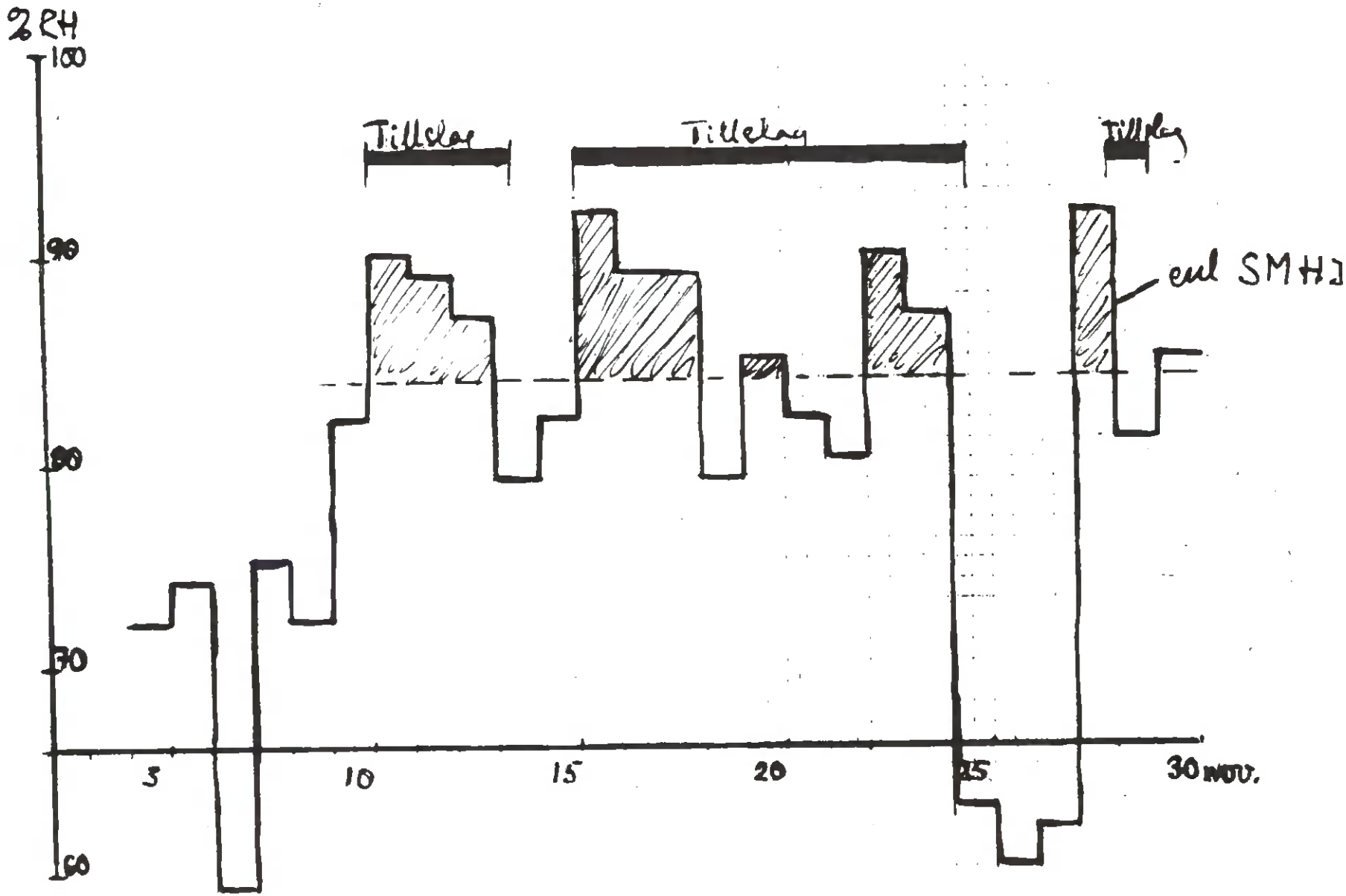
ELAK: k-värde bjälklag = 0,20 (200 mm isolering)

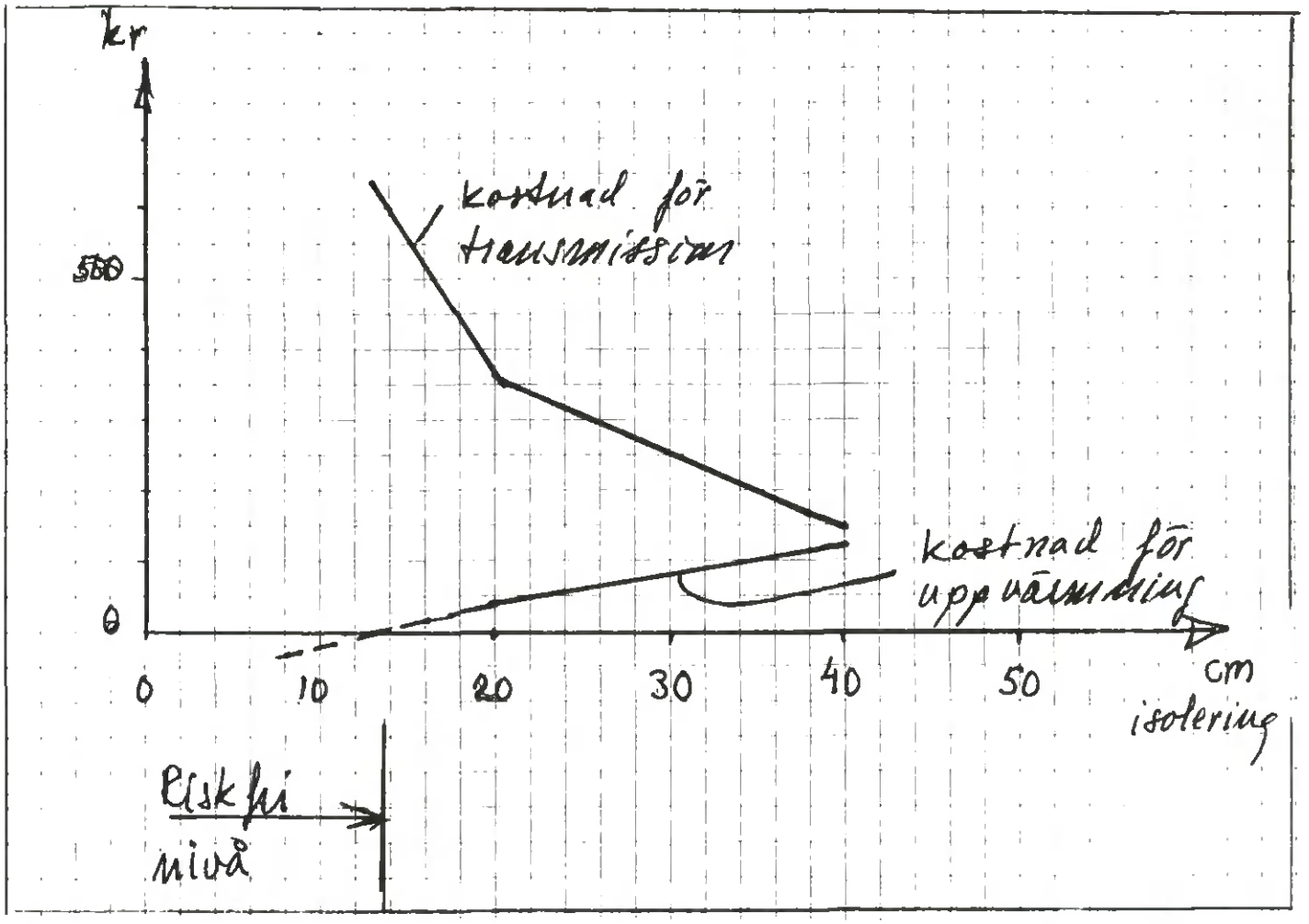



Temp.
TEMPERATUR I KRYPRUM
Provhus i Skultorp
ELAK: k-värde i bjälklag = 0,20 (200 mm isolering)
20
10
0
Vinden utomhus
kryprum
Den beräknade temperatur som skulle behövas i kryprummen för att RH ≤ 85%
10 15 20 25 30 35 40 45 50 5 10
mars april maj juni juli aug sept okt nov dec jan feb
1983
1984


TEMPERATUR I KRYPRUM OCH UTOMHUS.
Provhus i Skultorp
EXTREM: k-värde bjälklag = 0,10 (400 mm isolering)
temp
20
10
0
utomhus
krypgrund
Den beräknade temperatur som skulle behövas i kryppunden för att φ ≤ 85%
10
15
20
25
30
35
40
45
50
5
10
51
mars
april
maj
juni
juli
aug
sept
okt
nov
dec
jan
feb
1983
1984

RELATIV FUKTIGHET UTE I JÄMFÖRELSE MED TILLSLAG PÅ
RH-MÄTARE BASERAD PÅ FORMFÖRÄNDRING HOS TRYCKVED.




kr
500
0
kostnad för transmission
kostnad för uppvärmning
0
10
20
30
40
50
cm isolering
Ekskfri nivå

4. BERÄKNINGAR

Teoretisk beräkning av temperaturförhållanden. Johan Claesson

Carl-Erik Hagentoft skulle ha berättat om sitt arbete med att bygga en modell för att kunna beräkna temperaturförhållandena i en krypgrund. Han kunde inte vara med idag, utan jag får redogöra för arbetet. Jag känner det väl, bl a har jag varit handledare på hans avhandling.

Det finns två publikationer att studera:

- An analytical model for crawl-space temperatures and heat flows, av Carl-Erik Hagentoft, Division of Building Technology, Lund, Institute of Technology, Report TVBH-3012, Lund, Sweden, 1986.

- och en uppdragsrapport: En studie av Riksgrunden, rapport TVBN-7104 från Lund, Husbyggnad, 1987.

Det är frågan om en liten behändig modell som kan användas på alla typer av grunder. Den bygger på att temperaturerna kan beräknas genom superposition, så att totalbilden kan byggas upp genom att ett antal beräkningsfall läggs på varandra. På grundval av temperaturförloppet kan energibalanser göras.

Fuktförhållandena är idag inte intagna i modellen, utan dessa får tas fram för hand på grundval av beräknade temperaturförhållanden.

Man kan konstatera att krypgrunden är ett "stumt" temperatursystem. Luften som tillförs grunden har för litet värmeinnehåll för att dramatiskt kunna höja temperaturerna. Inte ens en höjning av luftomsättningen från 1 till 5 omsättningar per timme har någon större effekt.

En isolering av marken med 10 cm mineralull har större betydelse i det att systemet blir mindre stumt, mindre beroende av markens stora värmetröghet. Effekten blir en temperaturhöjning på 1,3 °C, eller ca 10 % lägre RH.

Utomhusluftens amplitud dämpas till hälften när den möter kryprumsklimatet. I tiden förskjuts temperaturkurvan ca 1/2 månad.

Man kan också se hur grunden svarar mot temperaturpulser, en metod som kan användas för att exakt beräkna den uppvärmning som enligt Tore Hansson behövs för att man skall undvika skador.

Modellen är ett enkelt verktyg för att kunna räkna fram åtgärder. Den finns i form av ett tillgängligt datorprogram för en PC. Man kan köra själv eller skicka ner indata så räknar vi.

5. SÄKRA FRAMTIDSLÖSNINGAR - DISKUSSION

a) Idéer av Sture Samuelsson

Jag grundar mina idéer på skrifterna från Trätek, P 8704029, Krypgrundssystem för moderna småhus - utvecklingsmöjligheter och handledningar, och från Träinformation, Kall och varma kryprum.

Kalla grunder:

Det är samma ånghalt inne i grunden som utomhus. Det gäller att höja temperaturen på utsatta material. Detta kan ske på olika sätt:

- Isolera mindre i bjälklaget, d v s högre U-värde. Detta möter inget direkt hinder i den nya byggnormen, men temperaturen på golvet får inte bli för låg.

- Man kan också isolera mera på marken. Många tänker därvid i mineralull, men varför skulle man inte kunna tänka sig lättklinker som är ett väl anpassat material i detta sammanhang.

- Isolera allt trä så att trävirket kommer djupare in och på så sätt får högre temperatur. Det gäller då också att isolera syllen.

- För att kunna vika folien så underlättar 3-dimensionella figurer.

- Isolera marken före bygget, kall eller frusen mark är inte till fördel för funktionssäkerheten.

- Måste vi inte börja ta geografiska hänsyn? De klimatiska skillnaderna är för stora för att samma teknik skall kunna gälla generellt i en konstruktion där marginalerna är så hårt utnyttjade.

Varma grunder:

- Utvärdera provhusen bättre innan man drar igång i stor skala.

- De är fuktsäkra. Varför kan man då inte förenkla så att man närmar sig ett isolerat uppreglat trägolv?

- Ta bort stegljudsisoleringen.

- Hur fungerar de danska mineralullsbitarna som blåses in?

- Skall man inte ändra ambitionen från krypbar till inspekterbar?

Ekonomi:

I ett examensarbete håller vi på att pröva olika produktions-ekonomiska överväganden. Bra teknik måste också vara ekonomisk.

SÄKRA FRAMTIDSLÖSNINGAR

Kalla:

Att höja temperaturen är viktigast.
Ökad ventilation utan temperatur-
höjning är bortkastad !.

Isolera mindre i bjälklag, mer på mark
– varför inte lättkliniker ?.

Alternativ:

Isolera allt trä, bjälkar, syllar etc. med
fuktsäkert material, t ex cellplast.

Varför inte isolera marken så att man
får högre temperatur om man bygger
på vintern !.

Alla vattenavledande åtgärder förutsätts
bli gjorda på rätt sätt !.

Ta geografiska hänsyn !

Varma:

Utveckla genom att bygga fler provhus.

Utveckla enklare lösningar t ex lägre, ej krypbara, som ventileras på ett säkert sätt.

Oventilerat kryprum ?.
+ Oisolerat bjälklag
+ ev. värme

Dansk lösning med mineralullskutsar.

Krypbarhet ?.

b) Idéer av Britt-Inger Andersson

Vi håller på att utvärdera Sture Samuelssons idéer. Resultat kommer.

Det är så små marginaler i RH att det behövs ganska små störningar för att grunden skall trampa över:

- Sand på folien är till stor nackdel, stenar bättre.
- Ventiler får inte sättas igen.
- Vindförhållandena kan lokalt spela spratt.

Isolering:

Vi prövar flera varianter och kombinationer av dem.

Ventilation:

- Luft från vinden på huset är förvärmd under sommaren då värme till grunden behövs som bäst.

- Man skulle kunna behöva avfukta luften under vissa perioder, hur kan detta ske på bästa sätt?

- Självdragsventilation kan förbättras med kanal ovan tak (skorstens-effekt).

- Skorstenen kan förses med en huv som ökar draget i pipan när det blåser. Den kan fungera som om man höjer skorstenen med 1 m, säger sotaren som en erfarenhet.

Riskanalys:

En Anker-Nielsen-studie av funktionen skulle kunna städa bland idéerna.

c) Idéer av Olle Åberg

Kryprumsgrundläggning har ej utvecklats särskilt mycket under 30 år. Det finns olika förslag på förbättringar, t ex kompletterande markisolering eller isolering på blindbottens undersida. Sådana förbättringar kan innebära försämringar för andra delar och för kryprummet i sin helhet blir förändringen marginell.

För att få väsentliga skillnader måste värme eller avfuktning till. Ibland går det att utnyttja värmeförluster från fjärrvärme.

Behövs kryprumsgrundläggning för andra hus än volymhus (prefabhus)? Kan man inte för dessa hus utveckla en annan grund uppbyggd enligt följande princip:

- Golvbärande stomme.
- Värmeisolering.
- Dränering.

Figur 7 visar en sådan lösning där stommen ligger på den varma, torra sidan av isoleringen.

En **idé** till **principlösning** för volymhus vore att utföra bottenelementet oisolerat men med kantisolering. Placera huset på en lastbärande cellplastskiva som vilar på en dränerad makadambädd. Där markförhållandena är ojämna kan plintar föra ner lasterna.

d) Idéer av Ingemar Samuelsson

SP har gett ut en rapport av Eva Östergren "Mögelväxt i friska hus", SP-rapport 1988:63.

Man kan konstatera att uteluftventilerade kryprum är känsliga. Man måste bygga TORRA konstruktioner. Detta kan ske genom att:

- Avleda vatten genom planering av marken och åtgärder i marken.
- Fuktspärra, exempelvis under syllar.
- Värma där risker finns, genom isolering eller aktiva åtgärder, exempelvis kablar längs syllarna eller fläktar i grunden.

I nya kryprum bör man göra andra konstruktioner, t ex varmluftventilerade.

Jag skulle vilja sammanfatta mitt inlägg:

- Uteluftventilerade kryprum innebär rikser.
- Inneluftventilerade kryprum innebär möjligheter.

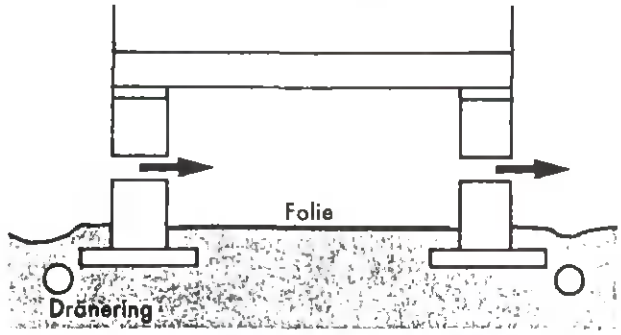
61

Eva Örtengren

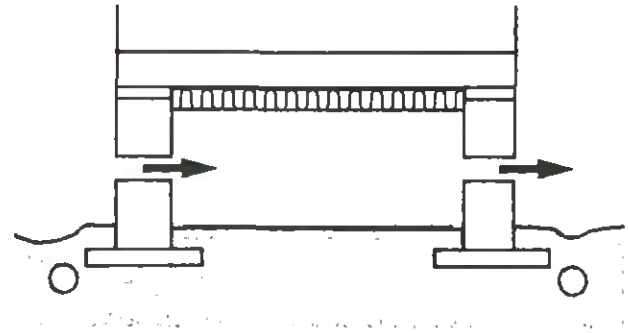
MÖGELVÄXT I FRISKA HUS

BYGGNADSFYSIK
SP RAPPORT
1988:63

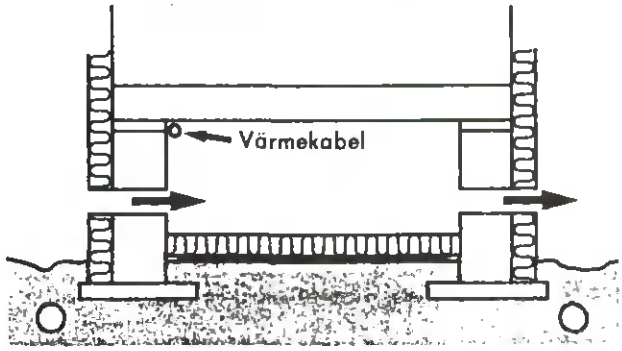
Åtgärder i mögel eller rötskadade uteluftventilerade kryprum



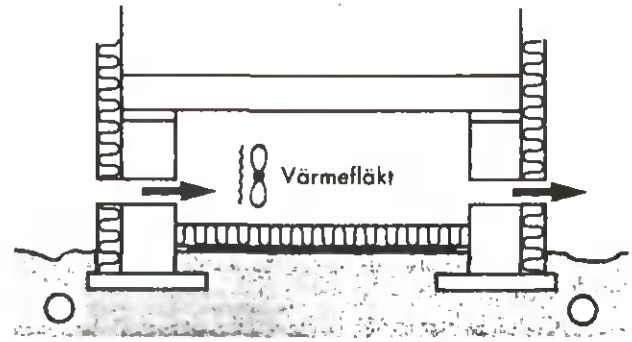
"I första hand bör man se till att ytvatten inte kan rinna in, att grundvatten inte kan tränga upp och att markfukt inte kan avdunsta."



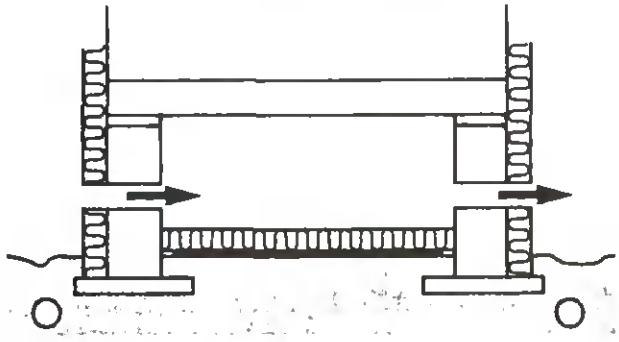
"Tilläggsisolering av bjälklaget gör blindbotten torrare men samtidigt blir själva kryprummet kallare och fuktigare."



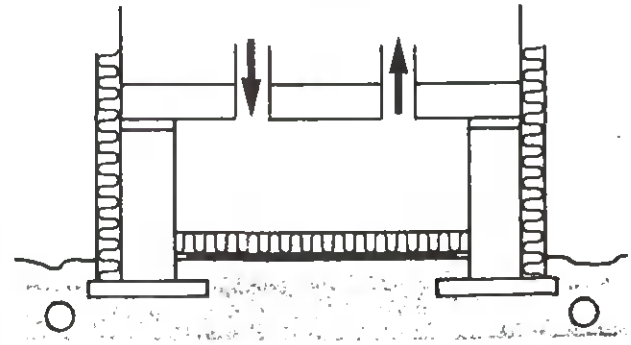
"En värmekabel kan torka en fuktskadad syll. Om syllen och kantbalken tilläggsisoleras kan värmen från kabeln torka ett större område."



"Genom att använda värmefläkt blir kryprummet torrare. Isoleras kantbalken och marken blir energiförlusterna små."



"Genom tilläggsisolering av mark, kantbalk och bjälklagsanslutning kommer kryprummets temperatur att följa uteluftens temperatur."



"Om kryprummet värms med inneluft kan detta ge bättre klimat i bjälklag och kryprum. I detta fall bör även bjälklagsanslutning och marken isoleras."

Inneluftventilerade kryprum i ny bebyggelse

Sammanfattning av diskussionen

Ordförande Arne Elmroth

Vi måste utreda möjligheterna att bygga hus med krypgrund. Man måste med andra åtgärder komma till rätta med skräp, fel i dräneringar o s v.

Från representanterna för trähusindustrin framfördes den praktiska synen på forskarnas idéer:

- Man skulle vilja ha en utvärdering av krypgrunder kontra platta på mark. Jag uppfattar krypgrunder som humlan: "Den vet inte om att den inte kan flyga, den flyger ändå.", d v s "Enligt forskningen så skall det inte gå att bygga krypgrunder men vi gör det ändå och det går bra."

- I en konsekvensstudie tror jag att fördelarna överväger över riskerna.

- Riskerna skulle bli mindre om man använde mindre känsligt material.

- Isolering på undersidan innebär praktiska svårigheter vid transport.

- Vi som producerar måste lära folk att bo.

- Den kalla grunden skall vara renodlat kall med så litet påverkbara material som möjligt.

- I många äldre hus hade man jordlukt, detta kan man åtgärda genom en kanalfläkt som leder upp luften över tak och som skapar ett undertryck i grunden, tar bort symtomen.

- Sommaren 1988 hade alldeles speciella egenskaper från mögelsynpunkt.

- CCA-impregnerat virke har vi slutat använda. Blir det mögligt luktar det värre än vanligt virke.

- Krypgrunder är ett måste när det gäller volymhus.

- Vi måste ta fram säkra metoder, som fungerar vid all sorts byggande. Det regnar 10 % av tiden, men tänk också på alla ymniga snöfall och montage som ändå måste ske.

- I dagens "snöpta" krypgrunder har man förlorat vitsen, man kan inte byta rör.

- Kravet 50 års livslängd är ett bra krav EMOT platta på mark. Hur skall man byta rör under dessa?

- Åsikterna svänger, krypgrunder togs till heders igen för att rädda platta på mark.

- Entreprenörer tror att krypgrunder är säkra och slarvar med städning o s v. När de skall göra en platta på mark är de så skraja att de följer instruktionerna till punkt och pricka, man t o m dammsuger.

- Trä som material i blindbotten klarade inte sommaren 1988.

- Det är lätt att skrämma med mögel.

- Det finns flera teoretiskt intressanta idéer, men de fungerar inte så bra i praktiken.

- Isolering av undersidan bjälklag är svår, hellre på marken. Dock inte klinker som bara går att få tag i hos betongfabriker och de finns inte överallt där vi bygger.

- Mångårig erfarenhet är positiv, sommaren 1988 gav lokalt problem.

- Vi är inte beredda att ändra konstruktionerna, men gärna ha medel mot svamp som en gardering, PQ 8 eller Boracol.

- Sjuka hus finns säkert, men ingen vill veta av det.

- Industrin har inte aktivt sökt efter sjuka hus.

- Hur skall man kunna öka säkerheten? På ventilationssidan är SBN-nivån viktig.

- Vi har testat olika blindbottenskivor. Porös board visade sig vara likvärdig med hård board.

- För att kunna garantera kvaliteten måste man jobba med en checklista. I P-märkningen ingår att SP kollar vart 20:e hus. Sammanställt?

- Man kan slopa syllen på gavlarna, den gör i alla fall ingen nytta.

- Av olika ställen i SBN framgår olika ventilationskrav. Det finns faktiskt ett maximivärde och detta bör man följa hellre än att lägga sig på minimum.

- Man skall inte isolera mera än Normen, d v s SBN-nivån skall vara maximalnivå. Riskerna ökar snabbt vid högre isoleringsgrad.

- Mögel finns säkert i alla grunder om man letar.

- Oskadat virke och trämaterial behövs. RH är så hög att skador snabbt förvärras.

- Fungicidbehandling av grunden är ett bättre alternativ än att ta risken för att mögel uppstår.

- De första två åren är mest kritiska.

- Varmgrunder är intressanta men de är inte färdiga. Man måste t ex kontrollera klimatet på sämsta stället, det är i alla fall där som skadorna kommer att uppträda.

- Varmgrunden kanske löser vissa problem, men skapar andra.

- Man måste varna för nya ventilationsanläggningar. Det är övertryck i vart femte hus efter 2 år. Många fuktskador kan förklaras av detta.

Danska erfarenheter:

- Även varma krypgrunder måste ha en viss ventilation.
- Energisparande har skapat många problem.

Krypgrunder från byggnadsnämndens synvinkel:

- I gruppbebyggelse används platta på mark, det är i styckehus som krypgrunder förekommer.
- Finplaneringen skadar ventilationen. Det blir ventiler ner i rabatterna.
- Hus som pressas ner i marken måste få skorstenar över tak.
- Alla hus och **grunder** måste besiktigas.
- Hur skall folien anslutas till kantbalken? Den vill gärna glida ner.
- Grunder skall inte vara för grunda men heller inte för djupa så att de hamnar under dräneringsnivån.
- 3 st varmgrunder har byggts i Helsingborg och de tycks fungera.
- Om det ligger en värmekulvert under en husrad så skall den inte läggas i marken utan den skall ligga fritt i grunden och bidra med värme.
- Det är i praktiken inte så lätt att byta ledningar i krypgrunder, det fordrar förtänksamhet redan i projekteringen.
- Skadade syllar har påträffats. Skadan har initierats av fukt både utifrån och från grunden.

Boverket:

- Den nya byggnormen "Nybyggnadsbestämmelser", är kortfattad och behöver därför kommentarer och handböcker för att kunna fungera.
- Om man förlitar sig på mekanisk ventilation för en grund, hur skall man klara driftsäkerhet och underhållskrav? Kan en mekanisk ventilationsanläggning göras idiotsäker?
- Tryckdifferenser bör nyttjas för att hindra luktspridning.
- Vilka krypgrunder är helt radonsäkra?
- Många ventilationsanläggningar är balanserade. För att de inte skall råka ut för obalans ingår det i instruktionen att man inte skall röra injusteringen.

Allmänna kommentarer:

- I undertrycksventilerade hus sugs luft upp från grunden till bostaden, storleksordningen 15-30 m^3/h kan komma genom läckage genom bjälklaget.

- Fläktventilation kräver täta hus och självdragsventilation kräver otäta hus. Andra kombinationer fungerar inte och är riskabla.

- På radonmark har plastfolien på mark stor effekt i kombination med ett tätt bjälklag.

- Krypgrunder upplevs som en riskkonstruktion. Det är svårt att påverka klimatet.

- Skall man acceptera mögelpåväxt eller inte? Det känns inte bra, skall man fortsätta eller skall man tänka om?

- Materialen i grunden måste tåla fukt.

- Skall man sikta mot ett smart hus eller skall man bygga en helt öppen plintgrund?

- Risktagandet med krypgrunder idag liknar risktagandet vid platta på mark under 1970-talet.

- Man borde söka fram en optimerad lösning. Titta framåt och väga önskemål och behov och söka en robust konstruktion.

- Krypgrunder har stora fördelar i det att de klarar dämning av vatten bättre än andra system.

Ordförandens avslutning:

- Vi vet **väl** var problemen finns.

- Man *måste göra bättre* detaljer, t ex upplag, och använda material som är mera fuktsäkra.

- Vi skall inte sluta bygga med krypgrunder, prefab i volymelement t ex.

- I ett längre perspektiv betyder utbytbarheten av installationer mycket.

- Nästa seminarium skulle ha ett annat tema: SÄKER GRUNDLÄGGNING ÅR 2000.

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
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsenvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen 18
Telefon: 0910-652 00
Telex: 650 31 expolar s
Telefax: 0910-652 65