



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R47:1978

VILLA-80

**— fjorton energisnåla
småhus i Umeå**

1. byggskedet

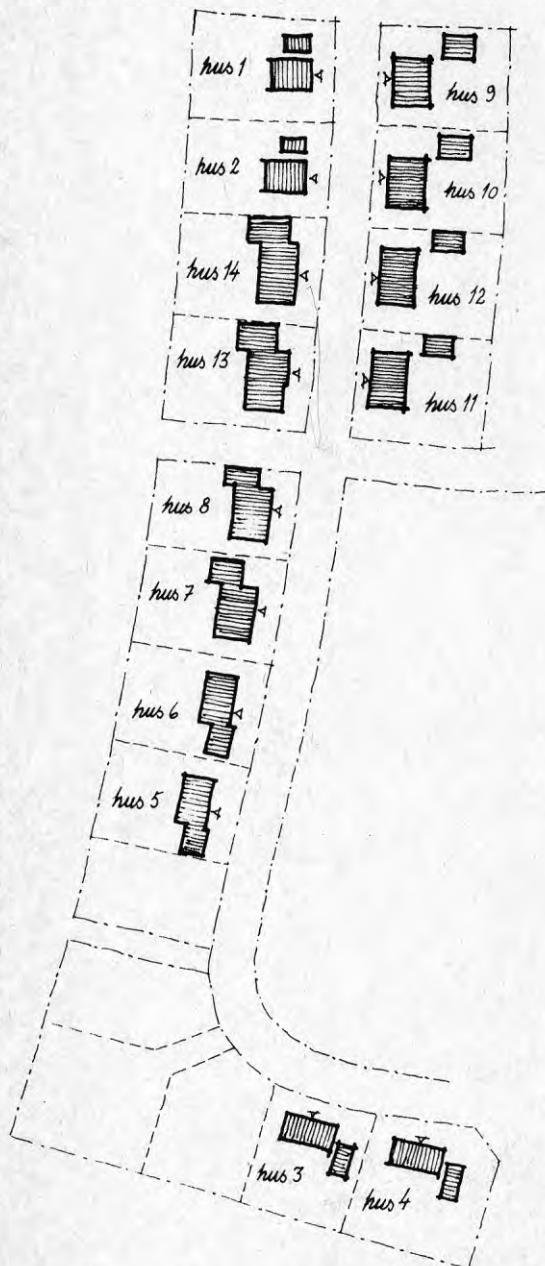
Jan-Åke Jonson

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VÅG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

VILLA-80

- fjorton energisnåla småhus i Umeå



1. byggskedet

Jan-Åke Jonson

Denna delrapport hänför sig till forskningsanslag 760441-7 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Norrlands Byggtjänst, Umeå.

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

Nyckelord:
småhus
lågenergihus
byggsystem
trähus
energibalans
detaljutförande
värmeisolering
täthet
termografi

UDK 697.003
69.056
699.86
728.3

R47:1978

ISBN 91-540-2864-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 854471

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 BAKGRUND OCH SYFTE	13
1.1 Bakgrund	13
1.2 Syfte	13
2 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN	15
3 HUSPRODUCENTERNA	17
3.1 Försäljning av deltagande	17
3.2 Deltagande företag	18
4 HUSEN	19
4.1 Byggnadsområdet	20
4.2 Planlösningar	20
4.3 Byggsystem	20
4.3.1 Stommar	20
4.3.2 Grundläggning	21
4.4 Produktion	30
4.4.1 Metoder	30
4.4.2 Tidplaner	30
4.5 Data för husen	31
4.5.1 Husens ytor och volymer	31
4.5.2 Fönsterytor	31
4.6 Byggtekniska lösningar	37
4.6.1 Väg-, tak- och bjälklagskonstruktioner	37
4.6.2 Fönster	58
4.6.3 Sammantagna k-värden	60
4.7 Installationer	61
4.8 Sammantagna energisparåtgärder	64
5 ARBETSUTFÖRANDE	66
5.1 Arbetsutförande i stort	66
5.2 Materialhantering	69
5.3 Isolering	71
5.4 Tätning	78
5.5 Installationer	86
6 ENERGIBALANSBERÄKNING	88
6.1 Beräkningsförutsättningar	88
6.2 Energibalansen i de olika husen	90

6.3	Producenternas uppgifter	100
7	HUSENS TÄTHET	101
8	VÄRMEFOTOGRAFERING	105
8.1	Bedömning av brister	105
8.2	De olika husen	105
8.3	Vanliga brister	108
9	KOSTNADER	114
9.1	Kostnader för husen	114
9.2	Kostnader för energibesparing	116
9.2.1	SBN-75	116
9.2.2	"Villa-80"-husen	117
9.2.3	Kostnad - besparing	118
10	KRAVUPPFYLLELSE	123
11	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ENERGISNÅLT BOENDESKEDE	124
	LITTERATUR	127
	BILAGOR	
	Bilaga 1 Beräkning av sammantaget, viktat k-värde	129
	Bilaga 2 Sammanfattat resultat av värmefotografering	134

FÖRORD

Projektet "Villa -80" genomförs i samarbete mellan Umeå kommun, Umeå Universitet, Norrlands Byggtjänst och NOLIA (Norrländska Industrimässan). Hela projektet avser uppförande av husen, informationsaktiviteter i samband med NOLIA-mässan i Umeå 1977 och uppföljning av husen under bygg- och boendeskedena.

För projektet finns en ledningsgrupp med representanter för de fyra samarbetsparterna. Erik Eriksson (ordf. - kommunalråd), Paul Arvidsson (byggnadsnämndens v ordf), Umeå kommun, Erik Bylund (prof), Umeå Universitet, Sigvard Larsson (styrelseordf), Jan-Åke Jonson (vd), Norrlands Byggtjänst och Allan Risberg (vd), NOLIA.

Under husens uppförandetid verkade en projektgrupp med Valter Eriksson, Lars Henry Isaksson (fastighetskontoret), Lennart Boström (byggnadsinspektionen), Umeå kommun, Erik Bylund, Umeå Universitet, Allan Risberg, NOLIA, Jan-Åke Jonson (proj.-ledare) Rolf Hedvall (sekr), Norrlands Byggtjänst.

Denna rapport är en delredovisning som behandlar byggskedet - tekniska lösningar och byggandet av husen. Utredningsarbetet har utförts inom Norrlands Byggtjänst med Jan-Åke Jonson som projektledare och Rolf Hedvall som utredningsman. I projektet har också Nils-Erik Lindskoug, Tyréns, Stockholm och Lennart Boström, Umeå kommun, arbetat.

SAMMANFATTNING

I anslutning till NOLIA-mässan i Umeå 1977 byggdes 14 st energisnåla småhus. Olika småhusproducenter uppförde vardera två till plan och utseende identiska hus. Det ena av husen skulle uppföras så att det uppfyllde kraven i SBN -75 vad gällde energihushållning (Villa -70). Det andra huset skulle innehålla ytterligare åtgärder och anordningar för energibesparing (Villa -80). Avsikten var att producenterna skulle utveckla och bygga "lågenergihus" av en typ som de kunde använda i sin ordinarie produktion och sparåtgärderna skulle omfatta redan känd och utprovad teknik.

För att erhålla praktiska kunskaper om hur man kan åstadkomma energisnålare hus med befintlig teknik och hur sådana hus fungerar har byggandet av och boendet i de energisnåla husen i Umeå kombinerats med ett uppföljningsprojekt. Denna rapport utgör redovisning av uppföljningen under byggskedet. Syftet har varit att praktiskt undersöka de konsekvenser en inriktning på energisnålt byggande av småhus ger, att se hur man praktiskt kan välja energibesparande åtgärder och se hur de krav SBN -75 innebär kan uppfyllas i praktisk småhusproduktion.

De byggda husen

Husen byggdes inom ett nytt småhusområde i Umeå. De som byggde husen var företag av olika typ och storlek.

Hus 1 och 2	Eko Lågenergihus
" 3 och 4	Byggnadsfirman Olaus Forsberg och Träforskningsinstitutet
" 5 och 6	Nordkalotthus
" 7 och 8	Elementhus
" 9 och 10	ABV, Masonite, Icopal
" 11 och 12	ABV, Masonite
" 13 och 14	Umehus

Husen 3 och 4, 13 och 14 byggdes som lösvirkeshus, hus 1 och 2 som lösvirkeshus med virke som levererades förkapat (pre cut). Husen 7-12 hade stomme av "Masonite balksystem". Husen 7 och 8 byggdes med en kombination av stora och små skivelement och husen 5 och 6 med volymelement. Hus 9 och 10 har källarvåning medan övriga hus är källarlösa. Hus 5-8 är byggda med torpargrund, övriga med platta på mark. Flertalet hus har 1 1/2 plan, men övervåningen är inte färdigställd i hus 13 och 14. Hus 3 och 4 har två fulla våningar.

Husen har traditionell småhusutformning och några speciella planlösningar med hänsyn till energibesparing går inte att urskilja. Även planen för området är gjord utan sådant hänsynstagande.

Samtliga hus kan betraktas som stora småhus. Våningsytorna varierar mellan 123 och 191 m² och medelvärdet för bostadsytan är 148 m². Byggnadsvolymen varierar för de källarlösa husen mellan 510 och 665 m³ inkl garage. Källarhusen har volymen 890 m³.

Fönsterytorna ligger genomgående under 15 % av våningsytan - maximalt 14,3 % för husen 3 och 4. Någon styrd placering av fönsterytorna mot söderläge har inte skett. Huvuddelen av fönstren i husen ligger mot öster och väster.

Byggteknik

De vägg-, tak- och bjälklagskonstruktioner som användes i husen utformades för att klara byggnormens krav på isolering och täthet. I två av husen (11 och 13) valde man som extra energisparåtgärd att isolera över normens krav.

I väggarna till hus som isolerades efter normen varierade mineralullstjockleken mellan 17 och 20 cm. Isoleringen i snedtak varierade i samma hus mellan 20 och 26 cm och på plana takdelar eller bjälklag mellan 24 och 30 cm. De extraisolerade Villa -80-husen hade 24-25 cm mineralull i vägg och 34 cm i tak. Enligt normen skall k-värdet för vägg vara 0,25 och för tak 0,17 W/m² °C. Väggarna i husen har k-värdet 0,23-0,24 och taken 0,12-0,18. Där värdet överskred kravet skedde kompensation i andra konstruktionsdelar. Referenshusen har alla treglasfönster. I de överisolerade husen har man satt in fyr- och femglasfönster.

I flera av husen använde man konstruktioner som till viss del skiljer sig från tidigare vanliga lösningar-korsande regler, I-balkar i väggar, ytterväggar uppdragna till snedtak och helt isolerade takfall. Men genomgående utgjorde lösningarna vidareutveckling eller anpassning av tidigare teknik.

Mycket arbete och omsorg lades ner för att skapa täta hus. När husen konstruerades och byggdes hade man mycket dålig kunskap om vad kraven i SBN -75 innebar. När projektet påbörjades var kraven inte entydigt formulerade och även för det senare angivna riktvärdet att husen vid provtryckning skulle klara 4,5 luftomsättningar per timme vid 50 Pa saknades praktiska referenser.

Diffusionsspärren av plastfolie utgjorde huvudtätningen i alla hus. Man använde till stor del våningshög folie som sattes så att skarvarna blev så få som möjligt. Skarvarna tejpades. Vid bjälklagsupplagen förekom att man tejpad folien runt varje bjälke men det förekom också ett system (hus 3, 4) där folien var indragen i väggen och låg innanför bjälklagsupplagen.

Den kunde då dras obruten förbi upplaget. I alla hus, utom hus 7 och 8, drogs ytterväggen isolerad upp till takfoten och stödbensväggen kunde göras oisolerad. Detta system förenklade även foliemonteringen och tätningen. Under syllarna användes gummilister, mineralull och polyuretanskum för tätningen. Tätningarna med mineralull kompletterades med elastisk fogmassa på insidan. Liknande metoder användes för tätningen kring fönster.

Installationer

Husen är el-uppvärmda. Hälften av husen har direktverkande el och hälften vattenburen eluppvärmning.

Villa -70-husen har traditionella uppvärmningsanordningar - paneler, elpanna, takvärme. Ventilationen i dessa hus sker med mekanisk frånluft och med tilluft genom ventilationsrutor eller springventiler.

Alla Villa -80-husen har en eller flera installationsdelar för energibesparing. Fem av de sju husen har värmeväxlare för återvinning av energi ur ventilationsluften. Tidstyrning av uppvärmningen förekommer i tre hus. I ett hus finns jordvärmepump och i ett hus luft-värmepump. Värmepump för varmvatten finns i två hus. De olika kombinationerna i olika hus framgår av FIG 2.

Arbetsutförandet

De som deltog i projektet visste att uppföljning av husen skulle ske, bl a med täthetsprovning och värmefotografering. Arbetsutförandet besiktigades dessutom okulärt under byggnadstiden. Det konstaterades då att man i flera av husen arbetade noggrant och i kombination med relativt säkra konstruktioner gav man intrycket att skapa välbyggda hus. Två undantag fanns. Eko Lågenergihus arbetade på ett mycket amatörmässigt sätt med okvalificerad personal. Elementhus hade konstruktioner som var svåra att klara på ett bra sätt och man ägnade litet intresse för att skapa väl tätade och i detta sammanhang välbyggda hus.

De iakttagelser som gjordes under byggskedet bekräftade när husen täthetsprovades och värmefotograferades. Vid täthetsprovningen varierade antalet luftomsättningar vid 50 Pa mellan 0,5 och 4,2 luftomsättningar per timme. I samtliga hus klarade man kraven i SBN -75 men Elementhus skulle inte klara angivna riktvärden efter juli 1978 med det använda systemet och utförandet. FIG 1.

Vid värmefotograferingen konstaterade man att de extraisolerade husen 11 och 13 hade mycket god isolerings- och täthetsstatus. Man konstaterade också att hus 2 (Ekohus) hade så många brister med direktgenomblåsningar i golv- och takvinklar och nerkylningar i konstruktionerna att bristerna har kraftig inverkan på inomhusklimatet. Även hus 8 (Elementhus) hade många

och omfattande brister, bl a med luftläckage mellan vägg- och bjälklags-element. I de övriga husen var bristerna i huvudsak av obetydlig omfattning. Under och efter byggnadstiden konstaterades att informationen och instruktionerna till de som utförde arbetet var dålig. Detta blev speciellt påtagligt när man använde nya material och konstruktioner. Man arbetade som man gjort tidigare och resultatet blev inte alltid det bästa. Samma gällde installationsenheter som värmeväxlarna - tre av fem kopplades in fel.

Energiförbrukning, -besparing

Energiförbrukningen har beräknats teoretiskt genom en energibalansberäkning. Den beräknade betalda energin i Villa -70-husen varierar mellan 21.500 och 37.900 kWh/år. I Villa -80-husen varierar förbrukningen mellan 10.600 och 18.800 kWh/år. FIG 2.

Variationen i förbrukning i Villa -70-husen beror på varierande husstorlek och utformning. I Villa -80-husen ger de olika anordningarna, sparåtgärderna olika besparing.

Den genomsnittliga besparingen genom de åtgärder som föreskrivs i SBN -75 i förhållande till tidigare standard kan beräknas till 30 %. Besparingen i Villa -80-husen i förhållande till Villa -70-husen är i genomsnitt 40 % - högst 59 % och lägst 31 %.

Enligt de beräkningar som gjorts kan man anta att alla åtgärder som erfordras med hänsyn till SBN -75 är lönsamma för de boende även vid mycket liten kostnadsökning för energin i framtiden. De extra åtgärderna i Villa -80-husen är ekonomiskt lönsamma för en del av husen - t ex jordvärmepumpen och extraisolering - medan de i andra fall endast blir lönsamma om energikostnadsutvecklingen blir mycket kraftig - t ex luftvärmepump kombinerad med värmeväxlare för ventilationsluften.

Kommentarer

De flesta av husen har byggts med god kvalitet och med acceptabelt arbetsutförande. Det finns dock ett par undantag. Mest intressanta är de avvikelser som konstaterats för Elementhus. Man har levererat och byggt standardhus som fått sämre värden än de tio välbyggda husen. Det är svårt att utifrån detta projekt bedöma om deras i jämförelsen lägre kvalitet enligt hittills gjorda undersökningar är den normala byggstandarden idag - att övriga mot bakgrund av uppföljningen byggt särskilt bra hus - eller om spridningen i utförandestandard är så stor mellan olika producenter. Att erfarenhet, kunskap och ambition att skapa bra hus är nödvändigt om husen skall bli bra framgår tydligt av de iakttagelser som gjorts under byggtiden.

Värdena från täthetsprovningarna kan bedömas som mycket goda värden jämfört med normens krav. Med hänsyn till hur man arbetat i olika hus för att få dem täta och det provtryckningsresultat man erhållit kan man dra slutsatsen att de riktvärden för täthet som normen anger är tveksamma. 4,5 eller 3 luftomsättningar per timme vid 50 Pa indikerar inte att husen är täta. Sannolikt har det byggts många hus de senaste åren med större täthet. Normen bör därför ändras så snart man erhållit säkra referensvärden. Med vettig teknik är det sannolikt enkelt att bygga hus med täthet under 1 omsättning/timme. Mot detta måste dock givetvis ställas om det är hus med sådan täthet vi behöver.

De byggda husen har stora förutsättningar att bli energisnåla hus. Den slutgiltiga utvärderingen kan dock inte göras förrän husen varit i drift under viss tid. Uppföljningen kommer därför att fortsätta under några år av boendeskedet. Indikationer som finns från andra områden visar att boendevanorna spelar stor roll för energiförbrukningen. Även denna faktor kommer att studeras.

Tätetsprovning, vid trycket 50 Pa.

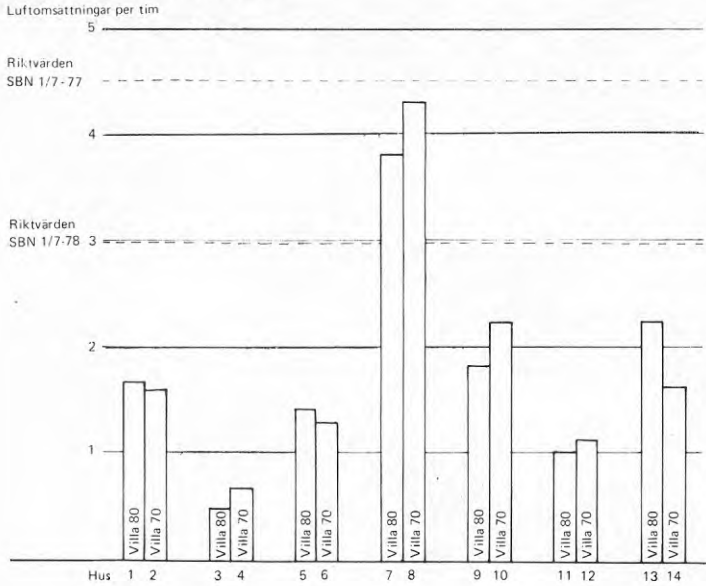


Fig 1

Energi balansberäkningen

Villa 80-husens komplettering

- Hus 1 med värmeväxlare och värmepump (luft)
- Hus 3 med värmeväxlare och tidstyrning
- Hus 5 med värmeväxlare, tidstyrning och värmepump (varmvatten)
- Hus 7 med tidstyrning och värmepump (varmvatten)
- Hus 9 med värmepump (jordvärme)
- Hus 11 med värmeväxlare och extra isolering
- Hus 13 med värmeväxlare och extra isolering

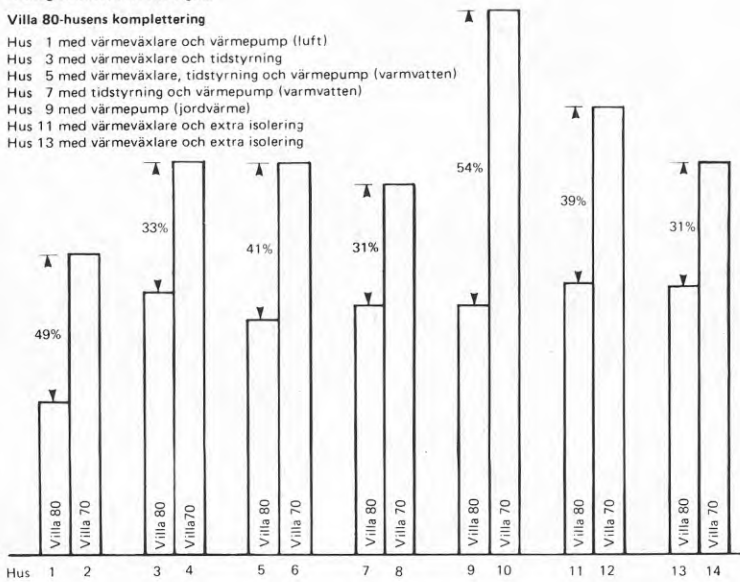


Fig 2

1 BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

I anslutning till NOLIA-mässan i Umeå i augusti 1977 skulle byggas 14 energisnåla småhus. För byggandet engagerades 7 småhusproducenter. Varje producent skulle bygga två till plan och utseende identiska småhus och kravet var, att det första huset skulle uppföras med normal standard, så att kraven i SBN -75 uppfylldes /1/. Supplement 1 (energihushållning) till normen började normalt gälla för hus till vilka söktes byggnadslov efter 1 juli 1977. I det andra huset skulle, utöver denna normalstandard, vidtas speciella, ytterligare åtgärder för energibesparing. Husen skulle byggas med statliga lån och försäljningen av husen skulle ske genom Umeå kommun. Avsikten med byggprojektet var att producenterna skulle utveckla och bygga "lågenergihus" av en typ som de kunde använda i sin ordinarie produktion. Sparåtgärderna skulle omfatta redan känd och utprovad teknik.

Samhällets krav på energihushållning och de ökade boendekostnaderna till följd av ökade energikostnader har gjort det nödvändigt att snabbt utveckla hus som kräver mindre energi för uppvärmning. Det har bedömts som väsentligt att åstadkomma detta inom ramen för det traditionella byggandet tills ny teknik och nya metoder har utvecklats.

För att erhålla praktiska kunskaper om hur man kan åstadkomma energisnåla hus med befintlig teknik och hur sådana hus fungerar och för att sprida de erhållna kunskaperna vidare, har byggandet av de energismåla husen i Umeå kombinerats med ett uppföljnings-, forskningsprojekt.

Projektet i sin helhet omfattar både byggnads- och boendeskedena. Denna rapport är redovisning av den uppföljning som skett under byggnadsskedet.

1.2 Syfte

Syftet med uppföljningen i byggnadsskedet har varit att praktiskt undersöka de konsekvenser en inriktning på energisnålt byggande av småhus ger, att se hur man praktiskt kan välja energibesparande åtgärder och se hur de nya krav som SBN -75 innebär kan uppfyllas i praktisk småhusproduktion.

Syftet med uppföljningen i byggskedet har också varit att samla underlag för den uppföljning som skall ske i boendeskedet.

2 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN

2.1 Omfattning

Projektet påbörjades med engagemang av deltagande företag i juni 1976. Uppföljningen har omfattat processen från denna tidpunkt till inflyttningen. Tekniskt har uppföljningen omfattat byggteknik och installationer som har betydelse för energiförbrukningen i husens boendeskede.

Parallellt med uppföljningen genomfördes ett forskarsymposium inom projektets totala ram i juni 1977 och ett informationsprojekt i samband med NOLIA-mässan i augusti 1977. Dessa aktiviteter redovisas inte i denna rapport.

2.2 Val av deltagare

Husen byggdes i anslutning till NOLIA-mässan och var utställningshus vid mässan. Varje deltagare hade att betala en utställningsavgift per hus till NOLIA, som också skötte om försäljning av deltagande.

För att undersöka varför vissa företag satsat på projektet, medan andra tackat nej till deltagande eller hoppat av, har en intervjuundersökning genomförts.

Man har då också försökt kartlägga:

- företagens attityd till projektet
- företagens medvetenhet och inställning av behovet till framförhållning
- attityd till energiproblemet

Denna undersökning har genomförts av Forum för Tvärvetenskap vid Umeå Universitet. Studien presenteras i sin helhet senare. Här redovisas varför företagen deltar eller hoppade av.

2.3 Information, styrning

En informationsträff om projektet anordnades i juni 1976. Till konferensen hade nio småhusfabrikanter från Västerbotten och Norrbotten inbjudits. Vid konferensen presenterades bl a remissutgåvan av supplement nr 1 till SBN -75. Sedan företagen engagerats i projektet visade det sig nödvändigt att ge impulser för valet av energisparkombinationer om inte alla hus skulle få samma åtgärder och anordningar. Varierande lösningar bedömdes som väsentliga för den fortsatta uppföljningen, varför en viss styrning förekom. Styrningen kan dock närmast betecknas som hjälp till företagen.

I övrigt har styrning endast förekommit för att alla hus skulle byggas med de givna grundförutsättningarna. Utvecklingen av byggteknik etc har helt skett inom de producerande företagen.

2.2 Datainsamling

Under byggnadstiden har daglig registrering skett på arbetsplatserna. Man har registrerat tider, arbetsutföranden, materialhantering. Registreringarna har skett skriftligt och med kamera. Brister t ex i utförande som upptäckts har inte påpekats, endast registrerats.

Grunddata för husen etc har hämtats från ritningar, handlingar och genom frågor till producenterna.

Datainsamlingen påbörjades i mars 1977 och har pågått under byggnadstiden. Till november 1977.

2.3 Energibalansberäkning

Energibalansberäkningen har gjorts enligt principer som tidigare angivits av Nils Erik Lindskug.

2.4 Täthetsprovning

Täthetsprovningen har utförts som konsultuppdrag av Tyréns under ledning av P-O Nylund. Tätheten provades vid under- och övertryck om 50 Pa. Husen provades först med tejpade springor i fönster och dörrar, sedan revs tejpjen bort och husen provades på nytt. På så sätt registrerades tätheten i fönster och dörrar.

Mätningarna utfördes 3-4 augusti och 30 oktober, 1 november 1977. Vid det senare tillfället provades husen 2, 3, 4, 9 och 10.

2.5 Värmefotografering

Värmefotograferingen har utförts som konsultuppdrag av Byggtermografering AB i Umeå under ledning av Kjell Wikström. Värmefotograferingen utfördes i slutet av oktober, november och början av december 1977. Utvärderingarna har gjorts av konsulten.

2.6 Kostnadsredovisning

De kostnader för hus och energisparåtgärder som anges har inhämtats från respektive producent sedan husen uppförts.

2.7 Fortsatt uppföljning

I det totala projektet ingår uppföljning även i boendeskedet. Som tidigare nämnts, utgör detta material även underlag för en sådan uppföljning. Avsikten är att under två år mäta husens energiförbrukning och olika temperaturer, luftfuktighet, luftflöden. Avsikten är också att komplettera den tekniska upp-

följningen med en boendevaneundersökning, där de boendes inverkan på energiförbrukning och deras upplevelser av att bo i hus med olika tekniska anordningar för energibesparing studeras.

Studierna av energiförbrukningen och klimatet i husen påbörjades när husen togs i bruk.

3 HUSPRODUCENTERNA

3.1 Försäljning av deltagande

Uppläggningsen av hela projektet var sådan att ett deltagande innebar visning av de nybyggda husen i samband med NOLIA-mässan i augusti 1977. Hustillverkarna deltog som utställare vid mässan. Försäljningen av deltagande utfördes av NOLIA. Försäljningen påbörjades i juni 1976.

När försäljningen startade bl a med en programmeringskonferens var reaktionen från nio inbjudna, norrländska småhustillverkare positiv och många tecknade preliminära avtal om deltagande. Efter sommaren hade inställningen svängt och alla som tecknat avtalen backade ur. Andra företag tillfrågades och engagerades.

Den uppfattning, som uppstod hos de som sålde deltagande, var att det fanns två argument hos de företag som hoppade av.

- Det skulle bli för dyrt och - kraven i Supplement nr 1 i SBN -75 var orealistiska.

I samband med en studie, som genomförs inom Forum för tvärvetenskap vid Umeå Universitet, har de producenter som deltar i projektet och de som hoppade av tillfrågats om varför de deltog eller inte. Nedanstående synpunkter har hämtats från denna, ännu inte publicerade studie.

Personer vid de 9 företag som deltog i programmeringskonferensen men senare hoppade av intervjuades, liksom personer från de 8 företag som deltog i projektet. Intervjuerna gjordes som telefonintervjuer och frågan om engagemanget i Villa -80-projektet var en av tre ställda frågor.

De som deltagit angav i huvudsak tre olika motiv för deltagandet:

- Försäljningstekniska motiv. Man ville komma in på den lokala marknaden i Umeå.
- Man hade sina nya konstruktioner färdiga och ville prova och testa dem.
- Man var intresserad av att delta i och följa den tekniska utvecklingen.

De som hoppade av angav genomgående som skäl:

- Att tiden var för knapp och/eller
- Att det skulle bli för dyrt

Några andra skäl var:

- Att projektet var för hårt styrt
- Att det var svårt att garantera funktionen hos delvis ny och oprovad teknik
- Att det ekonomiska utbytet av att ställa upp på "mässor" var dåligt.

3.2 Deltagande företag

De företag som byggde de 14 husen var:

Eko Lågenergihus

Byggnadsfirman Olaus Forsberg - Träforskningsinstitutet

Nordkalotthus

Elementhus

Armerad Betong Vägförbättringar - Masonite - Icopal

Armerad Betong Vägförbättringar - Masonite

Umehus

Företagen är av mycket varierande storlek och typ. Vissa är utpräglade småhusbyggare/fabrikanter medan andra har småhusbyggandet som en liten del av verksamheten. Kombinationen av två eller tre företag innebär att en byggare uppfört hus med visst system.

Eko Lågenergihus AB är privatägt och har huvudkontor i Stockholm, med representanter från Skaraborgs län i söder till Västerbottens län i norr. Företaget är nytt. Avsikten är att ritnings-, konstruktions- och utvecklingsarbete skall ske genom konsulter och att prefabrikation och produktion skall ske genom samarbete med sågverk på olika platser i landet.

Under 1977 har endast ett fåtal hus uppförts. Leveranskapaciteten 1978 är beräknad till 100 hus.

Byggnadsfirman Olaus Forsberg & Co KB, Umeå, omsätter för närvarande c:a 70 milj kr/år och har c:a 300 anställda. Företaget bygger företrädesvis inom Umeå-regionen olika typer av projekt - sjukhus, skolor, fabriker och småhus, till största delen på entreprenad.

Inom Villa -80-projektet bygger man två hus, där Träforskningsinstitutet tagit fram ytterväggskonstruktionen och produktionsmetodiken.

Nordkalotthus AB är ett dotterbolag till John Mattson Bygg AB och har kontor i Luleå och småhus-fabrik i Övertorneå. Årsproduktionen är 100-120 småhus. Den huvudsakliga avsättningen sker inom den sk "Fyrkanten" i Norrbotten - Luleå, Piteå, Boden, Älvsbyn. Nordkalotthus har omkring 50 anställda, därav c:a 40 vid fabriken i Övertorneå.

AB Elementhus har sitt huvudkontor och sin fabrik i Mockfjärd. Företaget har försäljningskontor över hela landet. Ett försäljningsbolag finns i Danmark och export sker även till Norge och Tyskland. Årsproduktionen är omkring 1100 småhus, varav ungefär 300 går på export. Företaget har omkring 800 anställda i Sverige. AB Elementhus är numera ett av Norrlands Skogsägare, NCB, helägt dotterbolag.

ABV - Armerad Betong Vägförbättringar - omsätter c:a 3 miljarder kronor, huvudsakligen i Sverige, men även i stora projekt i utlandet, bl a hotell i Bulgarien och skolor i Saud Arabien.

I Sverige är företaget representerat genom distriktskontor. Umeå-distriktet, som omfattar BD-AC-Y-Z- och norra delen av X-län, täcker 60 % av landets yta och omsätter c:a 425 miljoner kronor, fördelat på hela byggsektorn.

Masonite AB, som levererar sitt system - träfiberbalkar - till bl a småhus-tillverkare har hela sin tillverkning i Rundviksverken, Nordmaling.

Icopals Leca VTT-system (ventilerad tvåstegstätning för källarväggar) provas i ett hus. Leca-materialet tillverkas i Skellefteå.

Umehus är ett relativt nyetablerat litet företag, som bygger småhus av lös- virke i Umeå-området. Företaget har 15 anställda och produktionen 1977 beräknas till 25 - 30 hus.

4 HUSEN

Med "Villa -70" avses här "referenshuset" - det hus som enbart skall uppfylla kraven i SBN -75. Husen är numrerade med jämna nummer. "Villa -80" avser de hus som har ytterligare åtgärder för energibesparing. Husen har udda nummer.

Hus 1, 2	Ekc Lågenergihus
Hus 3, 4	Olaus Forsberg - Träforskningsinstitutet
Hus 5, 6	Nordkalotthus
Hus 7, 8	Elementhus
Hus 9, 10	Armerad Betong Vägförbättringar - Masonite - Icopal
Hus 11, 12	Armerad Betong Vägförbättringar - Masonite
Hus 13, 14	Umehus

4.1 Byggnadsområdet

För Villa -80-projektet tidigare lades utbyggnaden av ett nytt småhusområde - Carlslid i Umeå. Stadsplanen för området var tidigare fastställd, och någon hänsyn fanns inte tagen till att vissa tomter skulle bebyggas med energisnåla hus, t ex när det gäller tomternas orientering i olika väderstreck.

För projektet tilldelades 18 st tomter i ytterkanten av området, av vilka 14 har utnyttjats. FIG 1. Fortsatt utbyggnad av området pågår. Kommunen fastställde att uppvärmningen av husen i den del av området som berörs av projektet skulle ske med elektricitet. Cirka 500 meter från husen finns ett värmeverk. På grund av kostnader och den korta planeringstiden - till följd av tidigare läggningen - fann Värmeverket det inte möjligt att ansluta denna del av området till fjärrvärme. Enligt ett generellt kommunalt beslut får nyproducerade småhus i kommunen inte ha individuella oljepannor för uppvärmning. Förbrukningsavgiften för el till uppvärmning är förhållandevis låg i Umeå - c:a 8 öre/kWh inkl skatt (1977).

4.2 Planlösningar

Båda husen hos varje producent skulle enligt förutsättningarna ha samma planlösning. I förutsättningarna föreslogs att husen skulle vara källarlösa hus i 1 1/2 plan. Tre huspar har fått något avvikande utformning. Hus 9-10 är 1 1/2-planshus med källare. Avsteget har gjorts för prov av ett speciellt källarsystem. Hus 13 och 14 har byggts som 1-planshus, men med inredningsbar vind i ett övre 1/2-plan. Hus 3 och 4 har två fulla våningar. Detta för att prova ett nytt produktionssystem.

En värdering av planlösningarna skall inte göras här, men det kan konstateras att samtliga planlösningar är traditionella, av den typ som är vanlig i "kataloghus". Den öppna planlösningen i hus 3-4 utgör möjligen ett undantag. Några speciella lösningar med hänsyn till energibesparing går inte att urskilja i husens planer. FIG 2-8.

En förklaring till att husen fått så traditionell utformning kan vara att tiden för utveckling och projektering var kort - mindre än ett halvt år.

4.3 Byggsystem

4.3.1 Stommar

Ett mål var att få med olika typer av byggsystem i projektet - t ex hus med olika förtillverkningsgrad. System från traditionellt lösvirkesbyggande till volymelement förekommer i projektet. TAB 1.

TAB 1 Byggsystem

Hus	Företag	System	
		Stomme	Grund
1-2	Ekohus	Pre cut	Platta på mark
3-4	Olaus Forsberg	Lösvirke	" " "
5-6	Nordkalotthus	Volymelement	Torpargrund
7-8	Elementhus	Ytelement	"
9-10	ABV, Masonite, Icopal	Balksystem	Källare
11-12	ABV, Masonite	Balksystem	Platta på mark
13-14	Umehus	Lösvirke	" " "

Husen 3, 4 och 13, 14 byggdes av lösvirke med konstruktioner anpassade för isolering och täthet. I husen 3, 4 provade Träforskningsinstitutet vissa dellösningar inom ramen för ett utvecklingsprojekt som syftar till att finna allmängiltiga tekniska lösningar och samordna dessa i ett byggsystem. Ett syfte är att åstadkomma en variantbegränsning av komponenter. Till husen 1, 2 levererades färdigkapade "byggsatser". Systemet innebär att virket även har färdigborrade hål för hopsättning av delarna med bokplugg (Pg a felaktig borrhning utnyttjades dock inte pluggarna i dessa hus utan stommarna spikades ihop). Husen 9, 10 och 11, 12 byggdes med "Masonites balksystem" - alla bärande regler, balkar och ramstänger med liv av träfiberskiva och flänsar av trä. Fasadbekädnaden gjordes med element av träfiberskiva. Systemet anges i förhållande till trä ge möjlighet till större fria spännvidder, mindre träåtgång och lägre regeländelar. Hus 7, 8 byggdes med en kombination av stora och små ytelement enligt Elementhus system. Bottenvåningarna till hus 5, 6 fabriksstillverkades helt färdigställda och levererades i två enheter per hus. Husen skarvades med en skarv i mitten längs huskroppen och volymerna drogs ihop med fyra dragstag genom bjälklagen. Övervåningen byggdes upp av takkassetter och gavelspetsar av ytelement. Inredning av övervåningen gjordes på plats.

4.3.2 Grundläggning

Hus 9, 10 har källare murad med "Leca-block" och "Leca VTT-system" för tätning och luftning. Husen med yt- och volymelement - 5, 6 och 7, 8 - är grundlagda med torpargrund. Övriga hus har platta på mark. Hus 13, 14 har kant av "Leca grundelement". De övriga plattorna på mark är kantbalksförstyvade och har kantisolering av cellplast. I några fall "Siroc" sockel-element - cellplast överdragen med glasfiberarmerad betong.

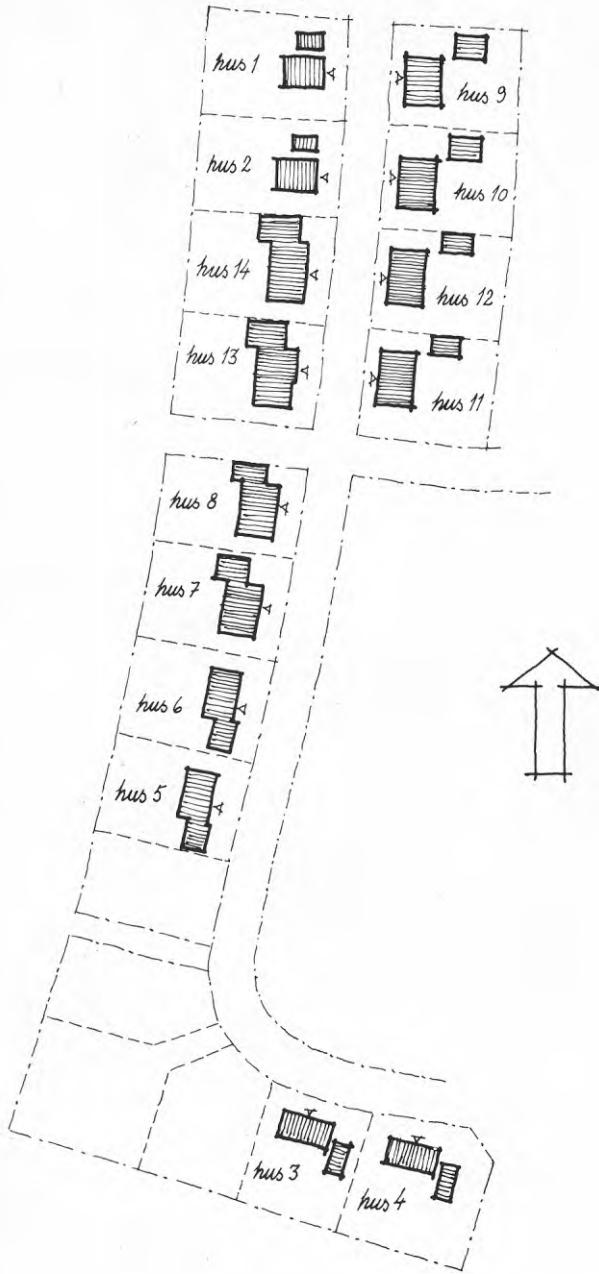


FIG 1 Situationsplan

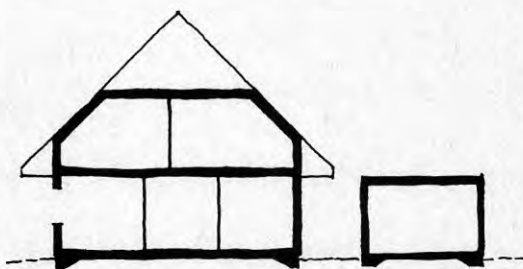
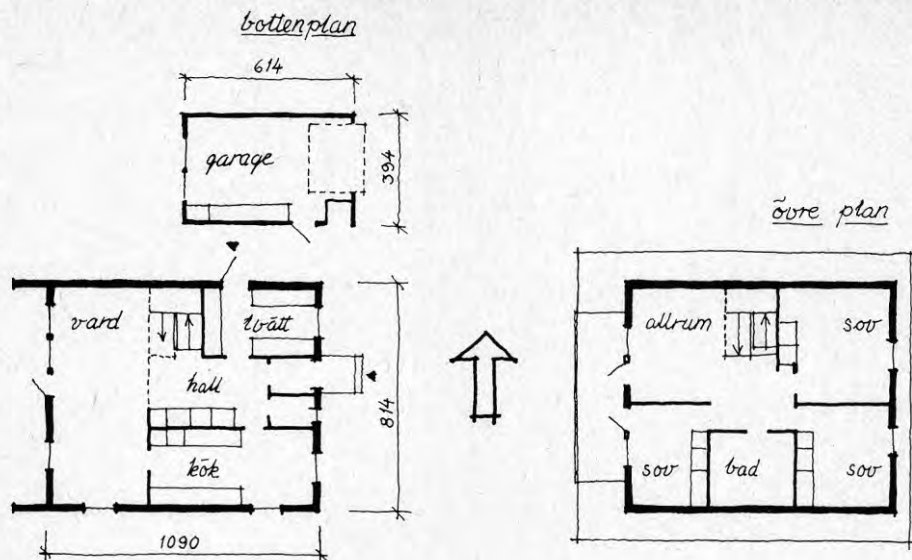


FIG 2 Plan, hus 1 och 2
Ekohus

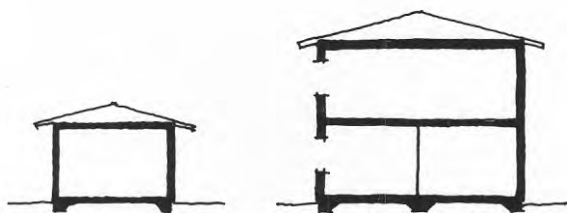
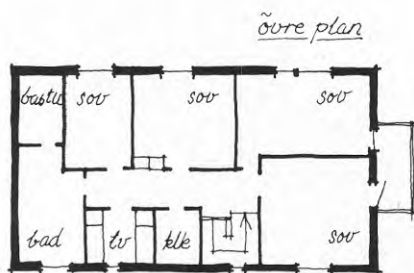
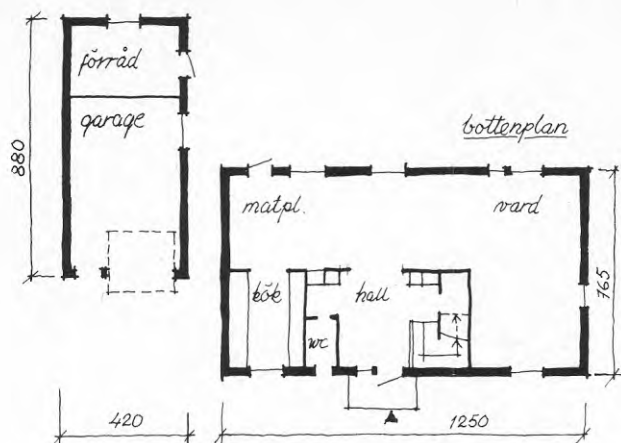


FIG 3 Plan, hus 3 och 4
Byggn firman Olaus Forsberg och
Träförskning sinstitutet

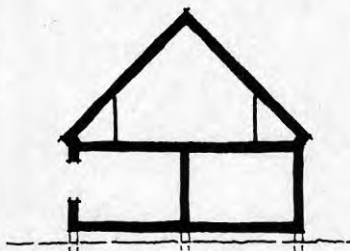
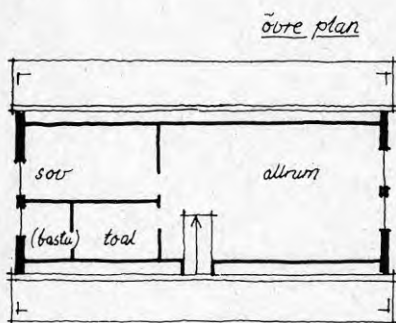
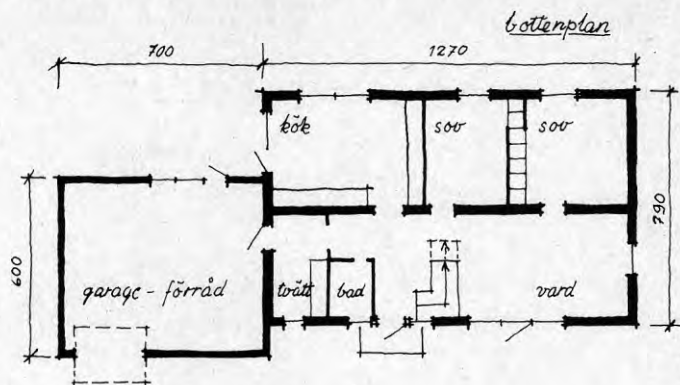


FIG 4 Plan, hus 5 och 6
Nordkalotthus

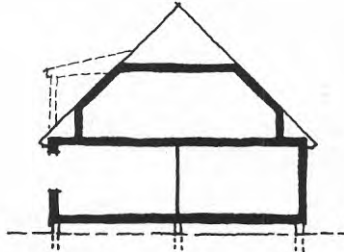
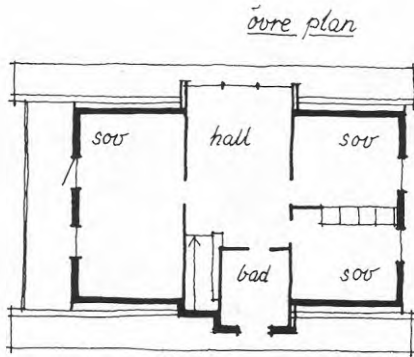
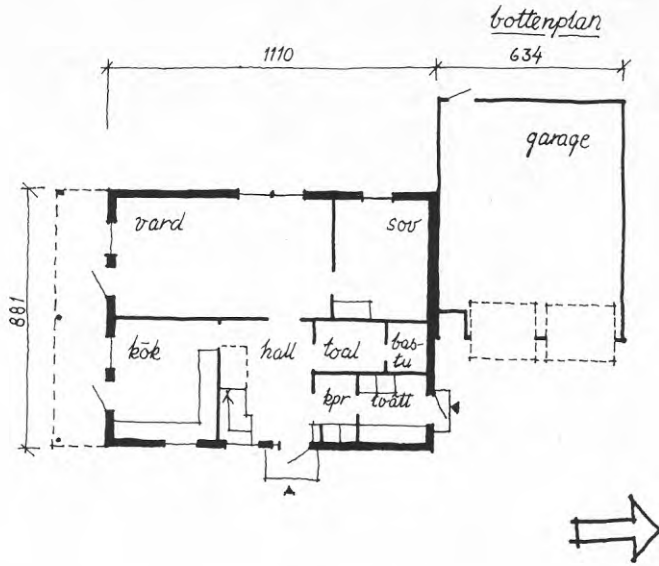


FIG 5 Plan, hus 7 och 8
Elementhus

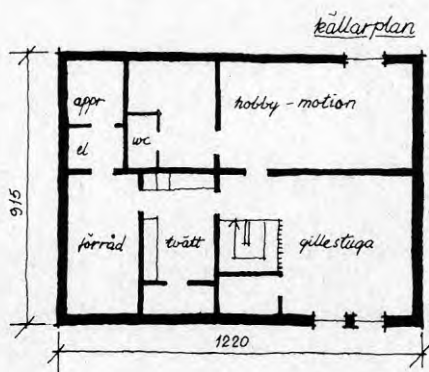
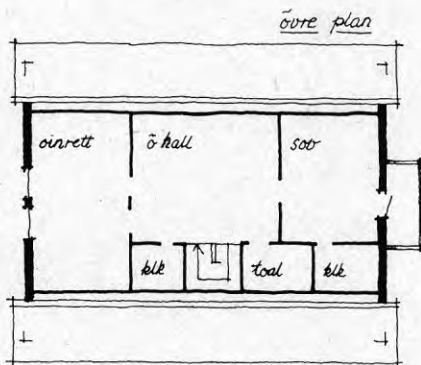
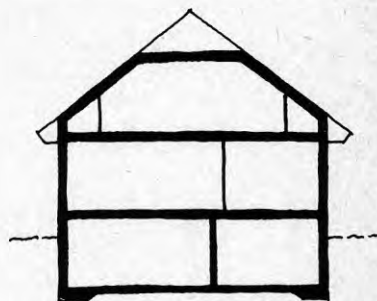
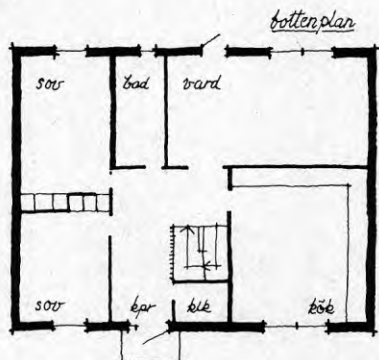
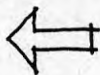
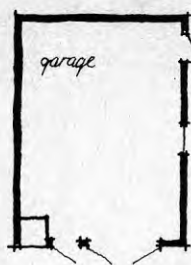


FIG 6 Plan, hus 9 och 10
Armerad Betong Vägförbättringar,
Masonite AB och Icopal

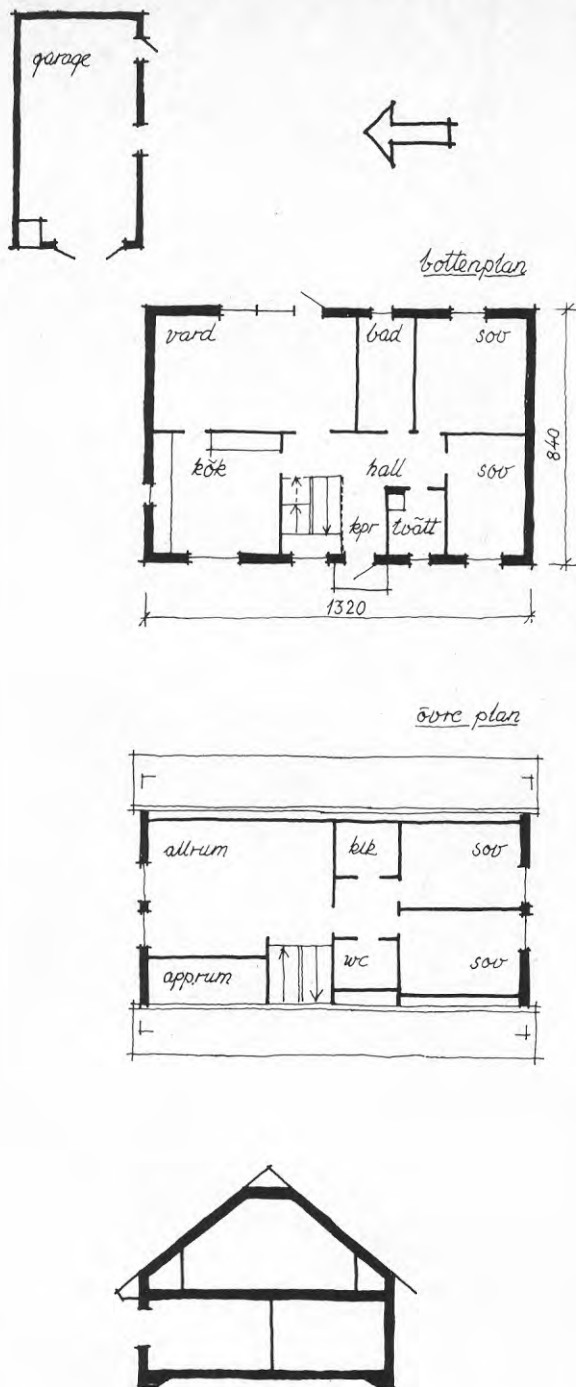


FIG 7 Plan, hus 11 och 12
Armerad Betong Vägförbättringar
och Masonite AB

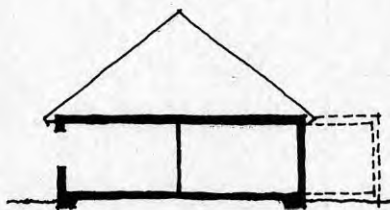
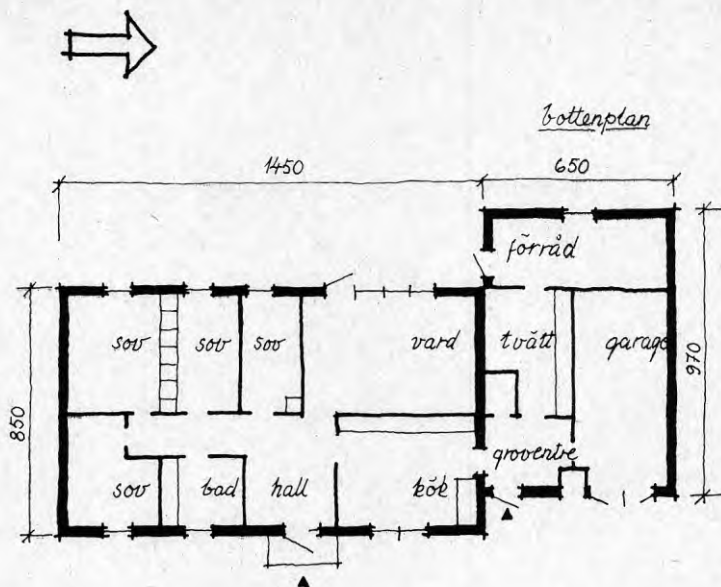


FIG 8 Plan, hus 13 och 14
Umehus

4.4 Produktion

4.4.1 Metoder

De produktionsmetoder som användes var genomgående enkla - den typ av metoder som används vid normalt styckebyggande.

De fyra hus som byggdes med Masonite-systemet (hus 9-12) projekterades av fristående konsulter. Övriga hus projekterades inom respektive företag, med mer eller mindre accentuerad produktionsanpassning.

Hus 1, 2 (Ekohus) byggdes "hantverksmässigt" med det förkapade virke som kom buntat till arbetsplatsen.

Hus 3, 4 (Olaus Forsberg) byggdes "hantverksmässigt" med det system för lösverkeshus som Träforskningsinstitutet har under utveckling. I det ena av husen gjordes försök med två våningar höga väggreglar.

Hus 5, 6 (Nordkalotthus) levererades som volymelement och monterades med hjälp av mobilkran. Övervåningarna inreddes "hantverksmässigt".

Hus 7, 8 (Elementhus) levererades som ytelement som monterades med hjälp av mobilkran. Färdigställandet - komplettering, inredning, målning, komplettering av installationer - skedde på bygglplatsen.

Hus 9-12 (ABV-Masonite-Icopal) byggdes till vissa delar på marken (grundplattan) och restes med hjälp av traktor. Gavlarna spikades ihop av masonite-reglar och -panel och restes på detta sätt. Två olika resningsmetoder för husen provades. I ena fallet spikades tvärgående ramar ihop - väggreglar, bjälklags- och takbalkar - på marken. Ramarna restes och stagades med ett hammarband. I det andra fallet monterades reglar och hammarband till långväggarna först och på dessa monterades bjälklags- och takreglar. Kompletteringen av husen skedde "hantverksmässigt".

Hus 13, 14 (Umehus) byggdes helt "hantverksmässigt" med lösvirke.

4.4.2 Tidplaner

Projekteringen av husen, ansökan om lån och byggnadslov skedde de sista månaderna 1976 och de första 1977. Färdigställandet av VA-arbeten och gator inom området utfördes under vintern och de arbetena var färdiga i månadsskiftet februari-mars.

Byggnadsarbetena kunde påbörjas omkring den 1 mars 1977. Husen skulle vara färdiga för visning till NOLIA-mässan den 6 augusti 1977.

Husen 2 och 3 skulle endast ha färdiga stommar för visning i augusti.

Husen 10 och 12 färdigställdes också endast till vissa delar - exteriört - för visning av stomsystemet. Kompletteringsarbeten för dessa hus utfördes under hösten 1977.

De första husen började byggas i början av mars, medan de sista inte påbörjades förrän i juni. Den varierande igångsättningen gjorde också att isolerings- och tätningsarbeten utfördes under olika tid i de olika husen. FIG 9. Med undantag för hus 2 har uppvärmning skett i husen minst en månad före inflyttning. FIG 10.

4.5 Data för husen

Här redovisas endast de data för husen som kan anses ha intresse för energiförbrukningen.

4.5.1 Husens ytor och volymer

Våningsytorna i de olika husen varierade mellan 123 och 191 m² - vilket motsvarar 55 % av den mindre ytan. Räknar man bort husen med oinredd vind (hus 13, 14) blir motsvarande siffra för tvåvåningshusen 19 %. Bostadsytorna utgör 85-90 % av våningsytorna. Medelvärde för bostadsytorna är 148 m² men spridningen är stor. TAB 2, FIG 11.

Byggnadsvolymer varierar mellan 513 och 894 m³ - 74 % räknat på det lägre värdet. För enbart de källarlösa husen är motsvarande siffra 29 %. TAB 2.

Man kan konstatera att variationen i storlek mellan de största och de minsta husen är ganska stor. Det skiljer 63 m² i bostadsyta. Tar man medianen för bostadsytan 155 m² så ligger övre kvartilen på 168 m² och den nedre på 133 m². 10 hus, 5 par, ligger inom 35 m². Genomgående möjligen med undantag för hus 13, 14 i nuvarande form - är husen stora småhus, jämfört med genomsnittsproduktionen i landet.

4.5.2 Fönsterytor

I SBN -75 anges att "det normalt godtas att en byggnads fönsterarea uppgår till 15 % av våningsytan". Samtliga av dessa hus har värden som ligger under 15 %. Högst 14,3 %. TAB 3.

Ur energisynpunkt har fönstrens placering i olika väderstreck betydelse. Ett söderfönster tillför huset mer energi genom instrålning än ett motsvarande fönster mot norr. Den procentuella fördelningen av fönsterytor i olika väderstreck visar att huvuddelen av fönstren ligger mot väster och öster. Någon styrd placering mot söder har tydligen inte skett. TAB 3, FIG 12.

Det område där husen har byggts stadsplanerades långt innan det var bestämt att det skulle bebyggas med energisnåla hus. Ingen direkt hänsyn har alltså tagits till energisnålt byggande i samband med stadsplaneringen. De hus som byggts, har samtliga varit av traditionell typ med huvuddelen av fönsterytorerna på långfasaderna. Husen har placerats på tomterna med hänsyn till planen och i vilken riktning fönstret hamnat har blivit därefter.

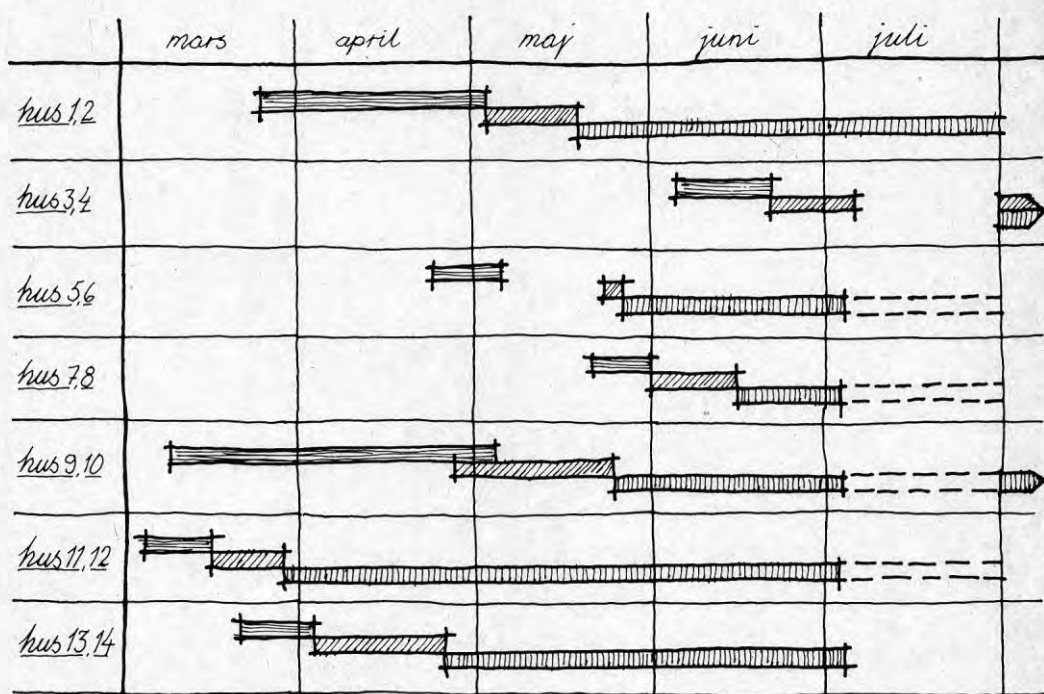
TAB 2 Husens ytor och volymer

Hus nr	Ytor m ²				Volymer m ³	
	Byggnads (inkl garage)	Våning	Bostads	Garage	Byggnads (inkl garage)	Inneluft
1, 2	113	161	132	(35)	513	338
3, 4	133	176	155	37	598	395
5, 6	142	162	144	42	567	412
7, 8	148	179	158	(52)	618	376
9, 10	160	188	168	(48)	894	699
11	147	191	166	35	663	479
12	147	191	170	35	663	493
13	186	123	107	63	540	300
14	186	123	109	63	540	315

Hus 11, 12 och 13, 14: Skillnad i ytor och volymer p g a olika väggjocklekar. Garage: Där () anges kommer energiförbrukningen i garagen att särbehandlas.

TAB 3 Fönsterytor

Hus	Fönsterytor					% av vån. yta
	m ²					
	N	S	Ö	V	S:a	
1, 2	-	2,6	5,5	11,7	19,8	12,3
3, 4	7,5	10,8	-	6,9	25,2	14,3
5, 6	4,2	4,4	6,4	5,6	20,6	12,7
7, 8	3,7	8,2	3,7	7,9	23,5	13,1
9, 10	3,0	2,4	6,2	5,3	16,9	8,9
11, 12	3,5	2,8	5,0	5,4	16,7	8,7
13, 14	-	-	6,3	9,7	15,9	12,9







-  = grund
-  = stomme
-  = komplettering
-  = färdigställande under hösten

FIG 9 Tidplaner - byggskedet

hus

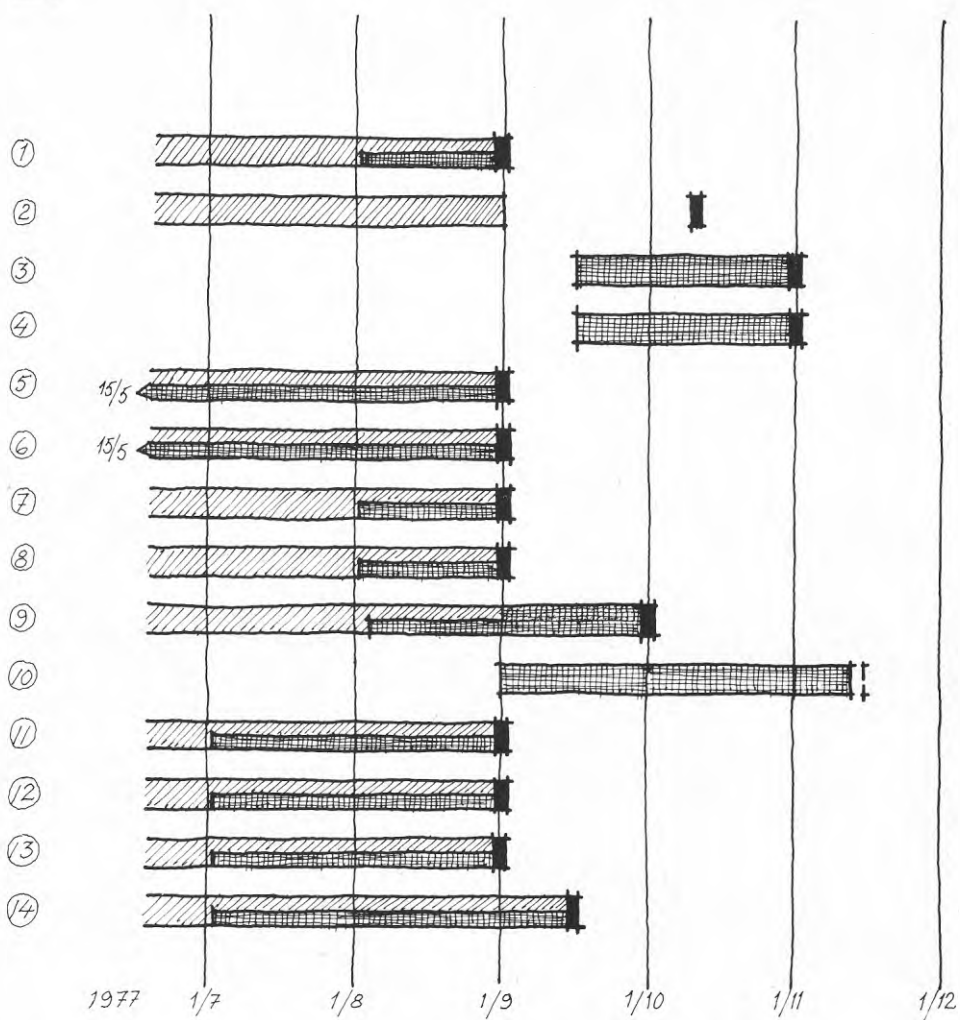
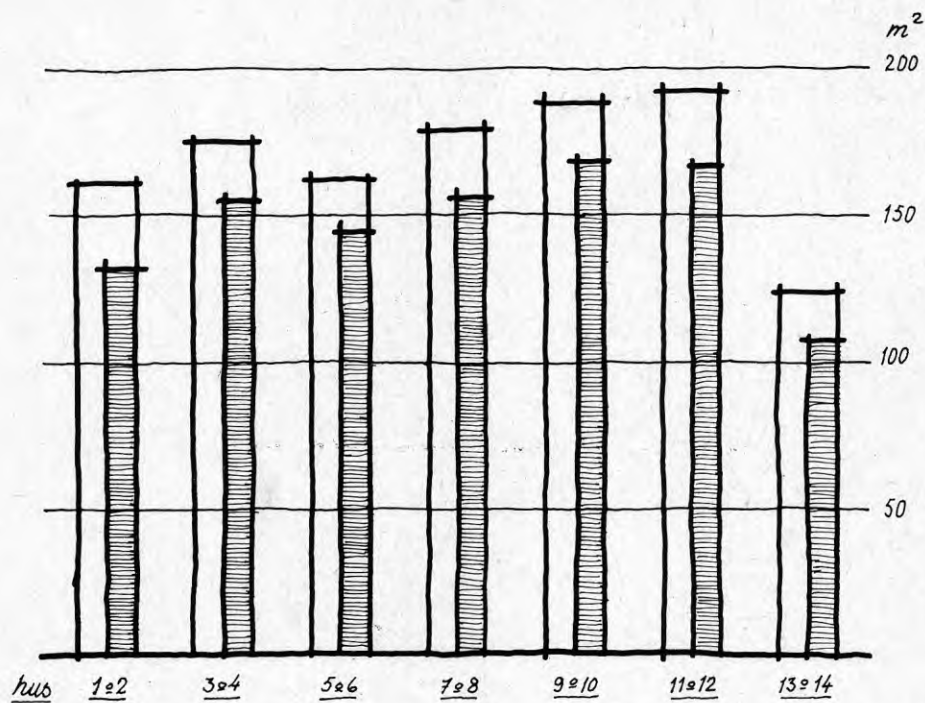


FIG 10 Tidplaner - uttorkning, inflyttning



|| = våningsyta

▨ = bostadsyta

FIG 11 Vånings- och bostadsytor

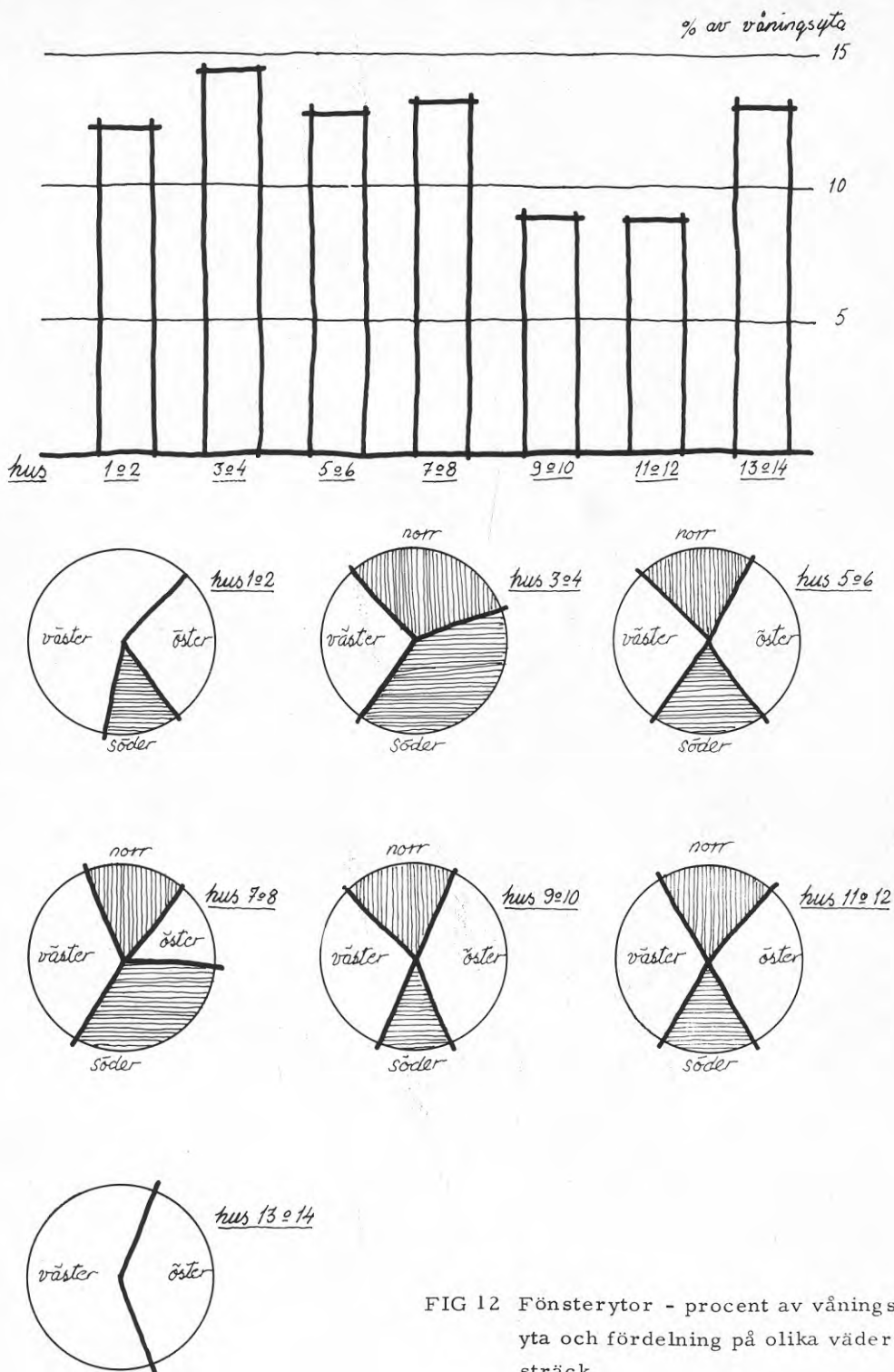


FIG 12 Fönsterytor - procent av våningsyta och fördelning på olika vädersträck

4.6 Byggtekniska lösningar

4.6.1 Väg-, tak- och bjälklagskonstruktioner

4.6.1.1 Beskrivning - de enskilda husen

Samtliga vägg-, tak- och bjälklagskonstruktioner i de källarlösa husen utfördes av trämaterial. Källarbjälklaget i husen med källare utfördes av betong. Beskrivningarna är i första hand inriktade på isolering och täthet.

Hus 1 och 2 (Ekohus)

FIG 13

Isolering

Grund	Platta på mark. Kantisolering av 70 cellplast överdragen med glasfiberarmerad betong - "Siroc" sockelelement. På plattan 50+75 mineralull, 0,15 plastfolie, 22 golvträ.
Väggar	23 gles panel på 10 K-plywood. 180 mineralull, 0,15 plastfolie. 13 gipsskiva (200 mineralull över våningsbjälklag)
Tak	Plant: 16 träpanel, 0,15 plastfolie, 300 mineralull. Snedtak: 16 träpanel, 0,15 plastfolie, 250 mineralull, 3,2 board, 23 luftspalt, 10 plywoodluckor med tegelläkt.
Garage	Garage till hus 1 lika bostadsdelen. Garage till hus 2 oisolerat.

Tätningar

Vindskydd	Vägg: 10 mm tryckimpregnerade plywoodskivor, tätade i vertikalskarvarna med gummilister (Rockwool H-list). Tak: Plana taket har bjälklagslängd med pappöversida. Snedtaget har 3,2 board med luftspalt mot yttertaget.
Diff. spärr	Vägg: 0,15 svart plastfolie, tejpade i skarvar, placerad på reglarnas insida och invikt mot golv och tak. Tak: Lika vägg.
Sylltätning	Mellan grundplattan och syllen gummilist (Rockwool S-list) kompletterad med sträng av fogsikum sprutad från insidan.
Fönster	Fönstren infästa mot fasadskivan med fogsikum (Polyuretan)
Övrigt	Elgenomgångar i plastfolien tejpade.

Speciella konstruktionslösningar

Vindskyddet i väggarna av tryckimpregnerad plywood fungerar också som fasadmaterial. På plywooden spikades gles panel.

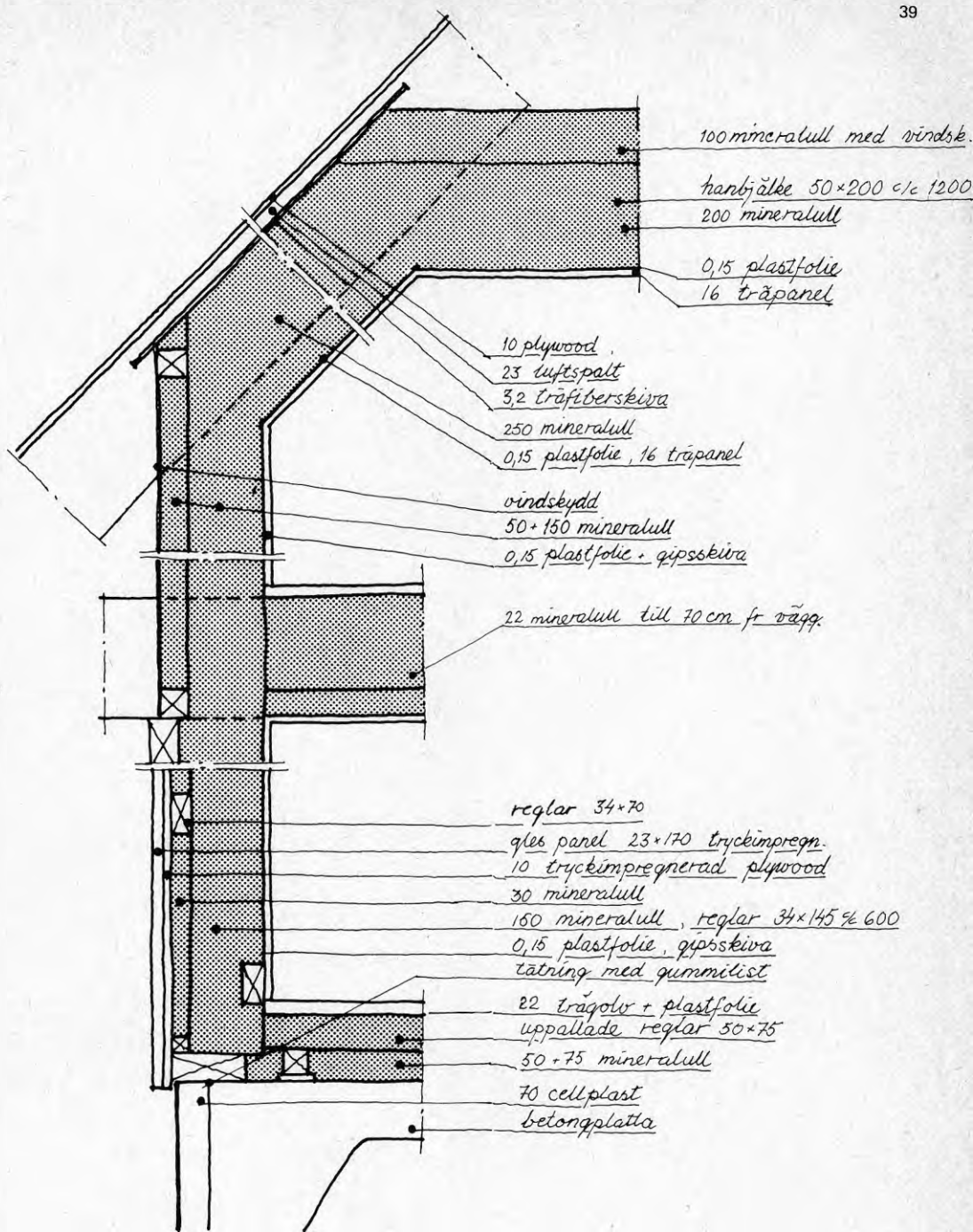


FIG 13 Hus 1 och 2. Väg-, tak-, och bjälklagskonstruktion

Hus 3 och 4 (Olaus Forsberg - Träforskningsinstitutet)

FIG 14

Isolering

Grund	Betongplatta. Kantisolering av 60 cellplast. På plattan PVC-folie, 60 cellplast och 16 spånskiva (flytande golv).
Väggar	Hus: 23+20 träpanel, 9 gipsskiva (GNU), 50+95 mineralull (korsade regler), PVC-folie, 45 mineralull, 13 gipsskiva. Garage: 23+20 träpanel, 9 gipsskiva (GNU), 50+90 mineralull, PVC-folie, 13 gipsskiva.
Tak	Hus: 13 gipsskiva, glespanel, trampsäker plastfolie (Gyproc), 120+120 mineralull, råspont, papp. Garage: 13 gipsskiva, PVC-folie, 220 mineralull, råspont, papp.
<u>Tätningar</u>	
Vindskydd	Gipsskiva uppdragen till takpanel. Tejpade vertikalskarvar.
Diff. spärr	0,15 svart plastfolie tejpade i skarvarna.
Sylltätning	Mineralullsremsa. Syllen fastdragen med fransk skruv i ingjuten träregel. Sträng av elastisk fogmassa på insidan.
Fönster	Drevning med mineralull. Elastisk fogmassa på insidan. Plastfolien dragen över fog.

Speciella konstruktionslösningar

Ytterväggarna har stående regler mellan liggande regler både på ut- och insida. Plastfolien är indragen mellan de inre liggande och de stående reglarna. Detta gör att plastfolien kan föras obruten från grundplatta till taknock, och att elinstallationer kan göras i ytterväggen utan att folien behöver brytas. Ingen genomgående trädel i själva väggen.

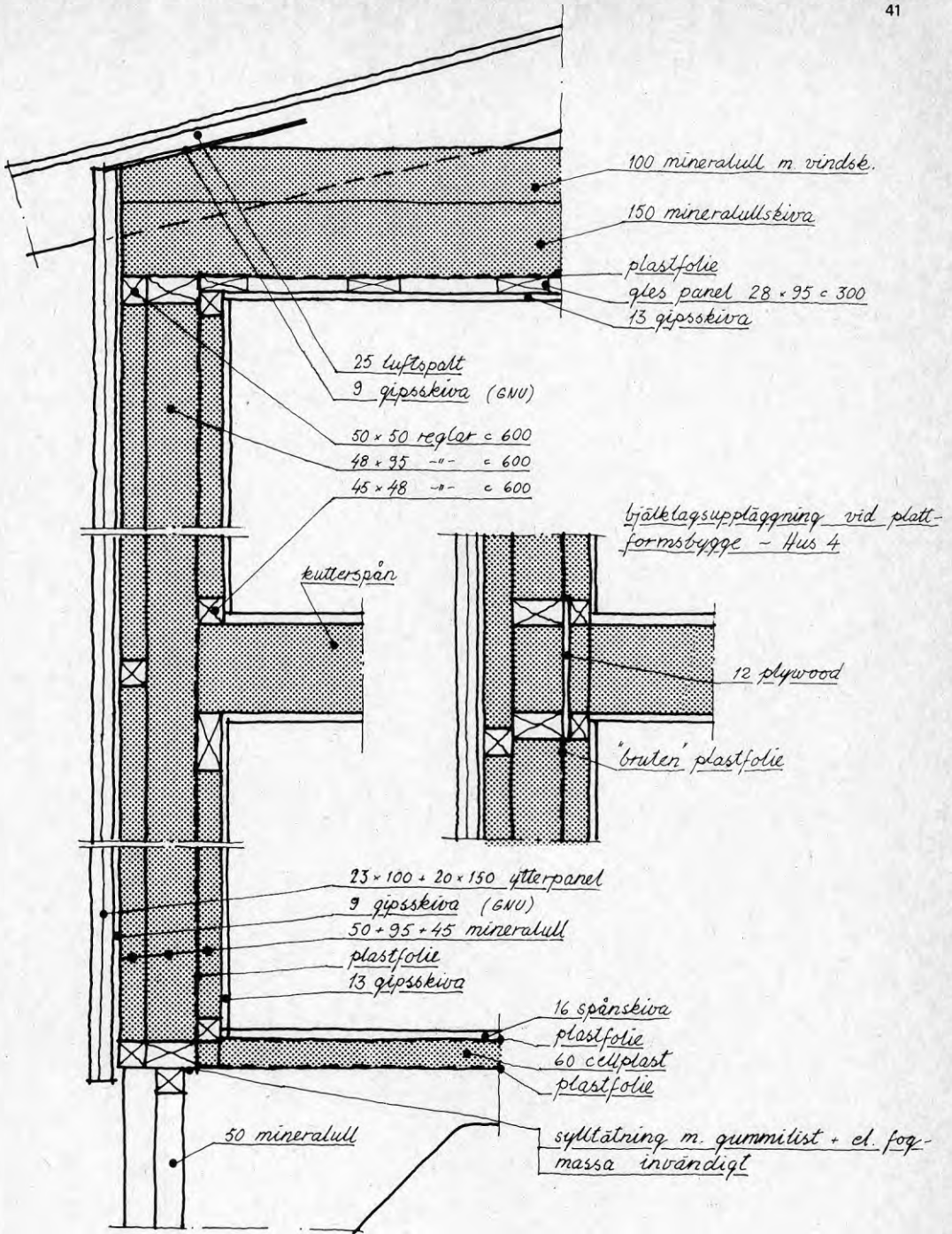


FIG 14 Hus 3 och 4. Väg-, tak-, och bjälklagskonstruktion

Hus 5 och 6 (Nordkalotthus)

FIG 15

Isolering

Grund	Torpargrund. Betongbalkar på plintar med stödplatta på frostfritt djup. Bjälklag med 22 spånskiva, 0,15 plastfolie, 200 mineralull, 13 asfaboard.
Väggar	Hus: 20 lockpanel + "Tätfol" vindsydd, 50+120 mineralull, 0,15 plastfolie, 10 spånskiva. Garage: 20 lockpanel, "Tätfol" 70+50 mineralull, 10 spånskiva.
Tak	Hus: 10 spånskiva, 0,15 plastfolie, 260 mineralull (Masonite balk H 290), luftspalt 3,2 oljehärdad board, takplåt. Garage: 13 plywood, 0,15 plastfolie, 200 mineralull, 13 plywood, underlagspapp, plåt.

Tätningar

Vindsydd	"Tätfol" plastfolie med små hål. Lika i hus och garage.
Diff. spärr	0,15 plastfolie placerad på reglarnas insida. Skarvar mellan elementen, övervikta och tejpede.
Syll	Bottenbjälklag och väggar byggda i samma element och spiklimmade.
Fönster	Drevade med mineralullremsor. Diff. spärren framdragen mot karmen.
Byggelement	Tätning mellan byggelementen med mineralullremsa och övervikning av diff. spärren. I nedre bjälklaget injektering i skarv med polyuretanskum.

Speciella konstruktioner

Systemet i sig självt är speciellt, med många lösningar som endast är tillämpbara vid bygge med volymelement.

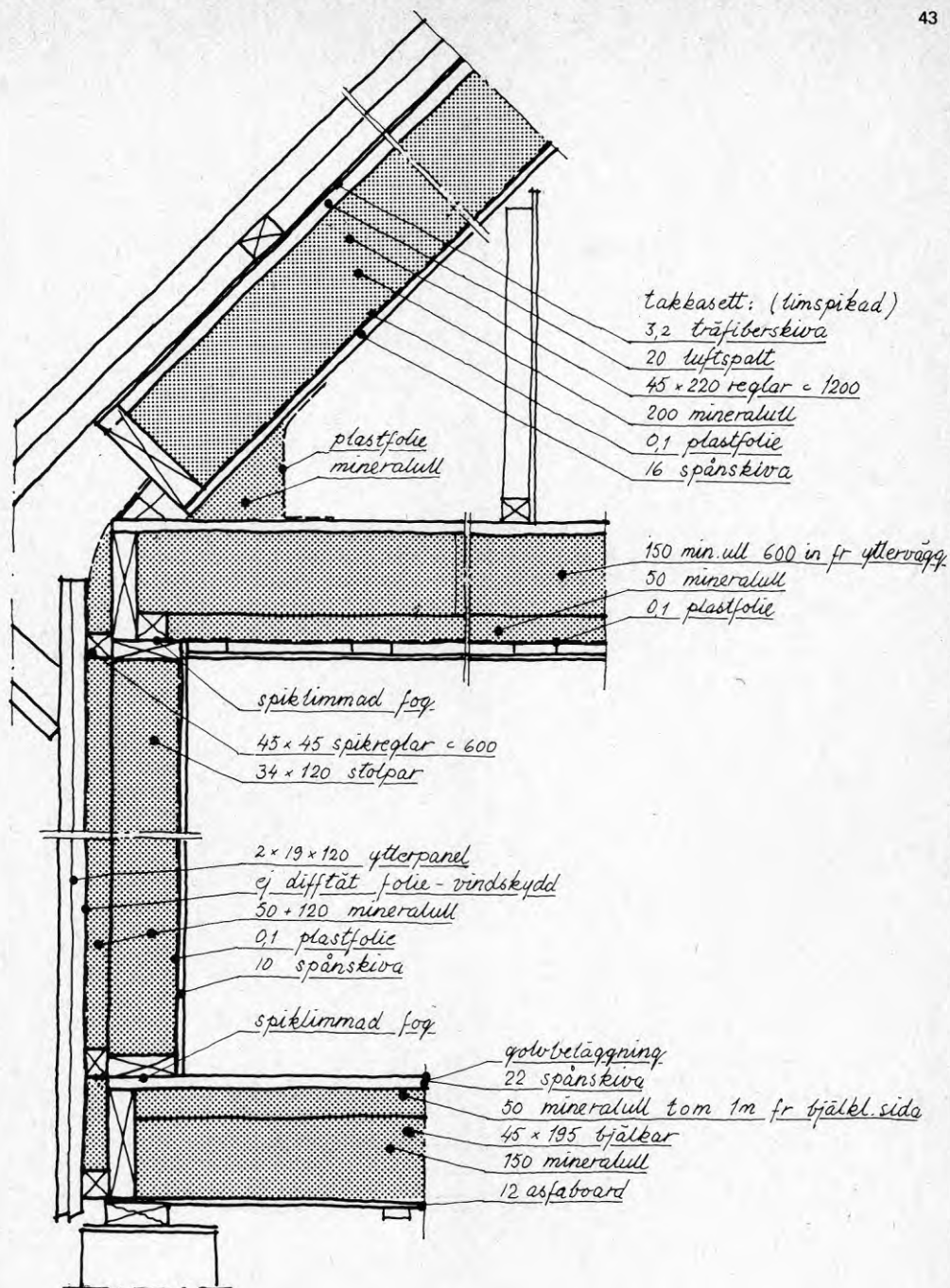


FIG 15 Hus 5 och 6. Väg-, tak-, och bjälklagskonstruktion

Hus 7 och 8 (Elementhus)

FIG 16

Isolering

Grundläggning

Hus:

Torpargrund. Bjälklag med 22 spånskiva, 70 luftspalt, 150 mineralull, kval B, 13 asfaboard.

Garage:

Betongplatta på 190 markskiva av mineralull, "Leca" kantisolering.

Väggar

Hus:

22 träpanel, papp, 45 mineralull, asfaboard, 145 mineralull, 0,15 plastfolie, 9 byggboard.

Garage:

22 träpanel, asfaboard, 80 mineralull, 0,15 plastfolie, 13 gipsskiva.

Tak

Hus:

Snedtak: 17 träpanel, 0,15 plastfolie, 200 mineralull med pappsida.

Plantak: 17 träpanel, 0,15 plastfolie, 250 mineralull med pappöversida.

Garage:

13 gipsskiva, 0,15 plastfolie, 80 mineralull, 22 råspont.

Tätningar

Vindskydd

Vägg:

Papp innanför ytterpanel, Asfaboard indragen 45 mm i isoleringen.

Tak:

17 mm råspont, papp. Papputsida på isolering mot kallutrymme och luftspalt.

Garage:

Vägg: Asfaboard

Tak: Pappöversida på mineralullen.

Diff. spärr

Vägg:

0,15 plastfolie placerad mellan reglar och byggboard.

Tak:

Lika vägg men tejpad i skarvar.

Syll:

Tätning mellan bjälklag och väggelement. Gummilist (Rockwool S-list). Vinkeln mellan vägg och färdigt golv tejpad.

Fönster:

Fönster byggs in i element så att 80x100 bred tätningsremsa av skumplast läggs runt fönsterkarmen och sedan byggs väggelementet upp runt fönstret.

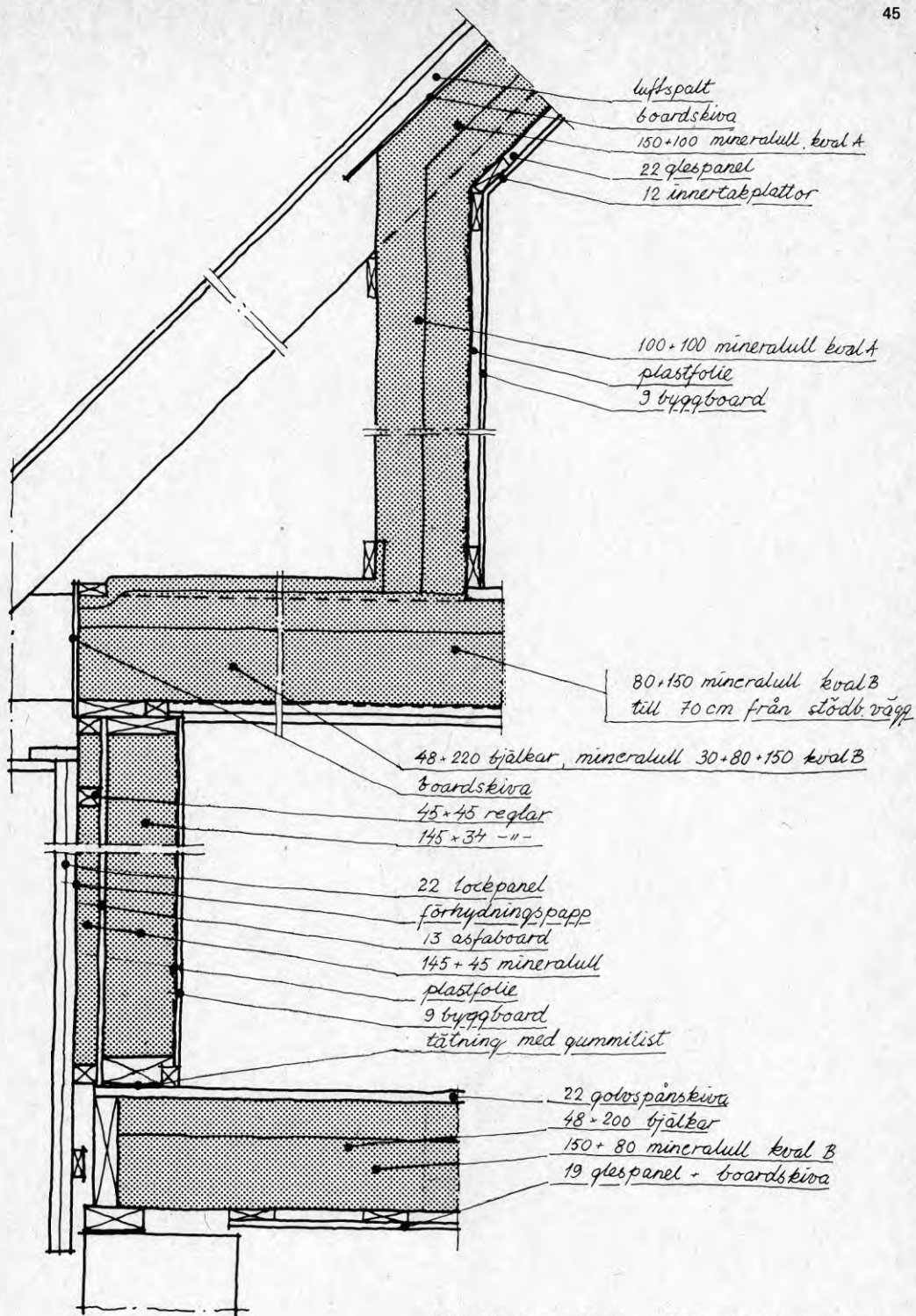


FIG 16 Hus 7 och 8. Vagg-, tak-, och bjälklagskonstruktion

Hus 9 och 10 (Armerad Betong Vägförbättringar, Masonite, Icopal)

FIG 17

Isolering

- Grund** Källarvägg:
"Platon" grundmursmatta, 25 "Leca", 70 mineralull, 70 regler, 13 gipsskiva.
- Källargolv:
Hel platta med kantbalk på "Leca"-skikt som luftas genom betongplattan.
- Källarbjälklag:
Betongbjälklag med 7 cellplast som kantisolering.
- Väggar:** Hus:
"Masonite" träfasad, "Masonite" väggreglar 100+2+35 mineralull, 0,2 plastfolie, 10 byggboard.
- Garage:
"Masonite" träfasad, 48x120 träreglar, 120 mineralull, 0,1 plastfolie, 13 gips.
- Tak** Hus:
"Masonite" takbalkar, 23 panel, 0,2 plastfolie, 200+50 mineralull, hård träfiberskiva, 45 luftspalt, 15 k-plywood, papptäckning (typ Shingel)
- Garage:
Vägg: Pulpettak. 19 råspont, plastfolie, 170 mineralull.
Tak: Luftspalt. 19 råspont, papp- och dubbeltäckning.
- Tätningar
- Vindskydd** Vägg:
"Masonite" träfasad - byggelement med träpanel på 10 mm specialtillverkad byggplatta. Elementen monteras direkt mot reglarna och ger färdig vägg.
- Tak:
15 mm spontad k-plywood på takstolarna.
- Diff. spärr** Vägg:
0,2 plastfolie "Tenotät", 2,7 m bredd, placerad på väggreglarnas insida och tejpade i varje skarv.
- Tak:
0,2 "Tenotät". Skarvar och anslutning mot vägg tejpade. Elgenomgångar tejpade.
- Sylltätning** Syll av "Masonite"-balk. Luftfickan som bildades mellan bjälklaget och balkens liv fylld med polyuretanskum.
- Fönster:** Fönstren infästa med distanser och tätningen utförd med polyuretanskum.
- Övrigt** För att klara tätheten hos plastfolien vid genomgången av vindbjälklaget har en avpassad boardskiva fästs upp mellan reglarna och tätats med tejp och elastisk fogmassa.

Speciella konstruktionslösningar

Fuktskydd och ventilation i källare sker genom "Leca" VTT-system (VTT= ventilerad tvåstegstätning): Jordmaterialet är avskilt från källaryttervägg genom en präglad plastmatta ("Platon" grundmursmatta) av styv polyeten. Den luftspalt som bildas mellan mur och matta ansluts mot ytterluft och innerluft med speciella ventiler. Inne placeras dessa bakom radiatorerna.

Bärande stomme av "Masonite" byggsystem - balkar, regler med boardliv och flänsar av fingerskarvat trä. Isoleringen måste ske i tre skikt eller ett skikt med en utfyllnad i balklivet. Här har man använt tre skikt.

Hus 11 och 12 (Armerad Betong Vägförbättringar, Masonite

FIG 18

Isolering

- Grundplatta Hel betongplatta på mark, kantisolerad med 70 cellplast, överdragen med glasfiberarmerad betong ("Siroc" sockel-element). På plattan 0,1 plastfolie, 70 cellplast, 16 spån-skiva (flytande golv).
- Väggar Hus:
 "Masonite" träfasad, "Masonite" väggregel H 240 i hus 11 resp H 170 i hus 12, 35+170+35 mineralull i hus 11 resp 35+100+35 mineralull i hus 12, 0,2 plastfolie, 9,2 byggboard.
 Garage:
 "Masonite" träfasad, "Masonite" väggregel H 170, 3,2 hård träfiberskiva, 100+35 mineralull, 0,2 plastfolie, 9,2 byggboard.
- Tak Hus:
 19 träpanel, 0,2 plastfolie, "Masonite" takbalkar H 390 i hus 11 resp H 290 i hus 12, 45+200+100 mineralull i hus 11 resp 45+200 mineralull i hus 12, 3,2 träfiberskiva, "Masonite" undertakslucka.
 Garage:
 9,2 byggboard, 22 gles panel, 0,2 plastfolie, 150+50 mineralull. "Masonite" takbalk H 300, 16 plywood, papp-dubbel-täckning.

Tätningar

Lika hus 9 och 10

Speciella konstruktioner

Bärande stomme av "Masonite" byggsystem - balkar, regler med boardliv och flänsar av fingerskarvat trä. Isoleringen i tre skikt, fläns - liv - fläns.

överbyggnad lika hus 12

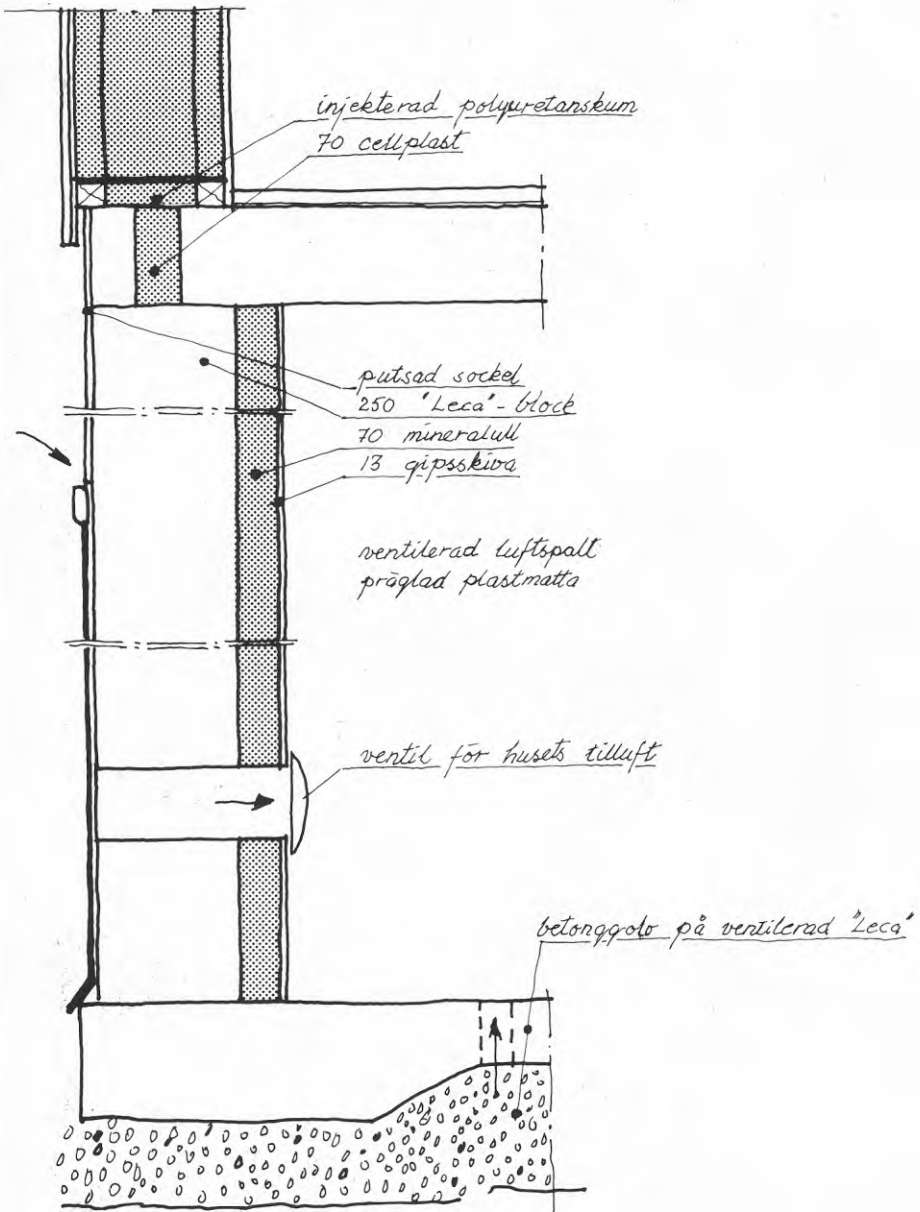


FIG 17 Hus 9 och 10. Väg- och bjälklagskonstruktion

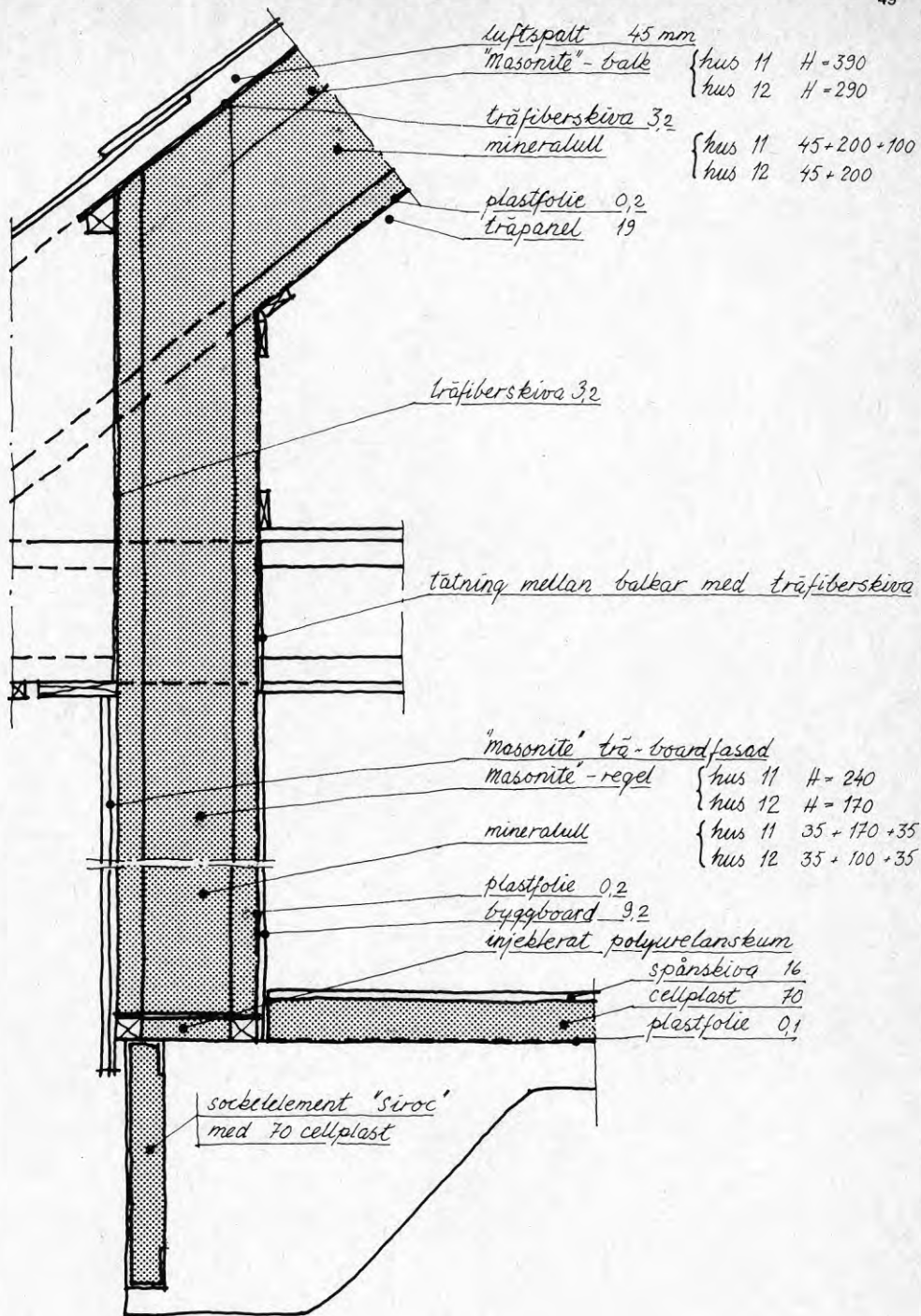


FIG 18 Hus 11 och 12. Väg-, tak-, och bjälklagskonstruktion

Hus 13 (Umehus)

FIG 19

Isolering

- Grundplatta** Hel betongplatta på mark med kant av 250 "Leca" grundelement. På plattan plastfolie, 80 cellplast, 22 spånskiva (flytande golv). Cellplasten "hopisolerad" med väggarna med mineralullremsor.
- Väggar** Hus:
60 kalksandsten, 20 luftspalt, 50 fasadskiva av mineralull, 50+100 mineralull, 0,2 plastfolie, 50 mineralull, 10 spånskiva.
- Garage:
60 kalksandsten, 20 luftspalt, 50 fasadskiva av mineralull, 100+50 mineralull, 0,2 plastfolie, 13 gips.
- Tak** Hus:
Kallvind. Bjälklag av 17 träpanel, 0,2 plastfolie, 170+120+50 mineralull, 22 spånskiva.
- Garage:
13 gips, 17 råspont, 0,2 plastfolie, 200+50 mineralull, luftspalt, 17 råspont, 3-lags papptäckning.

Tätningar

- Vindskydd** Vägg:
50 fasadskiva (Gullfiber), tätad mot takstolarna med fogmassa.
- Tak:
22 mm spånskiva som golv på kallvind.
- Diff. spärr** Vägg:
"Tenotät" 2,7 m bred folie, placerad 50 mm in i väggen. Invikt vid golv och tak. Hel längd runt yttervägg tejpad i en skarv. Utskarningar för fönster och dörrar gjorda efter uppsättningen.
- Tak:
"Tenotät" folie 2,7 m bred, tejpad i skarvar.
- Sylltätning** Mineralullremsa. En sträng elastisk fogmassa sprutad mellan syll och betong på väggens insida.
- Fönster** Drevning mellan karm och stomme med mineralullremsor. Springan sedan tätad med elastisk fogmassa invändigt.

Speciella konstruktionslösningar

Väggen är uppbyggd med korsande regler och ett tredje isoleringslager är åstadkommet med s k fasadskiva av mineralull utanpå stommen, under kalksandstenen. Fasadskivan fästs på reglarna med spik och plastbricka. Inga genomgående regler. Fasadskivan har dragits upp så den täcker bjälklagets ytterkant. Plastfolien är indragen i väggen. Den kan sättas upp obruten och elinstallationerna kan utföras utan att folien skadas. Alla fogar - anslutningar - invändigt har tätats med elastisk fogmassa.

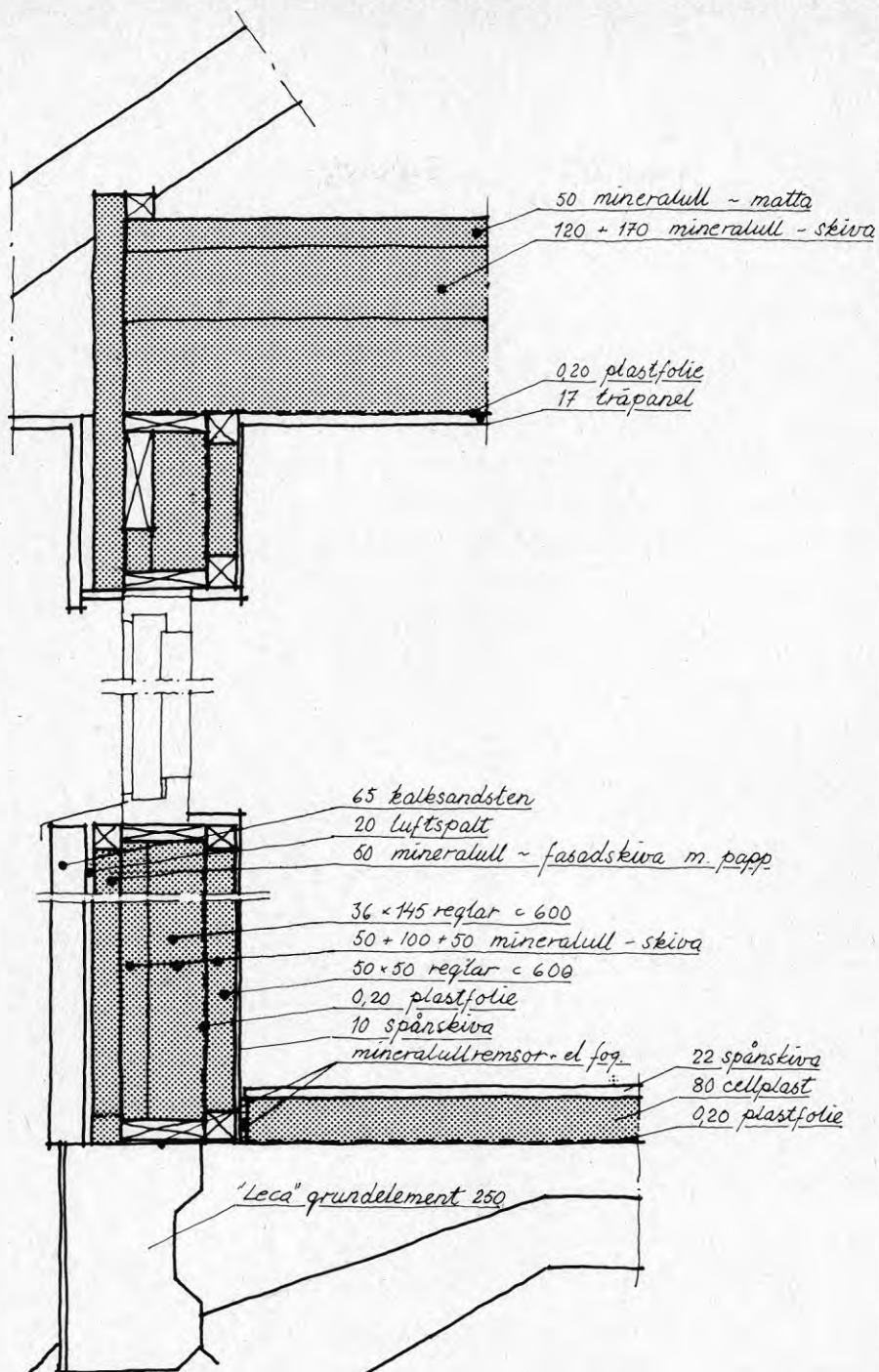


FIG 19 Hus 13. Vagg-, tak- och bjälk-
lagskonstruktion

Hus 14 (Umehus)

FIG 20

Isolering

- Grundplatta Betongplatta på mark med kant av 250 "Leca" grundelement. På plattan plastfolie, 60 cellplast, 22 spånskiva (flytande golv). Cellplasten "hopisolerad" med väggarna med mineralullremsor.
- Väggar Hus:
60 kalksandsten, 20 luftspalt, 50 fasadskiva av mineralull, 100+50 mineralull, 0,2 plastfolie, 10 spånskiva.

Garage:
Kalksandsten, 20 luftspalt, 50 fasadskiva av mineralull, 120 mineralull, 0,2 plastfolie, 13 gipsskiva.
- Tak Hus:
Kallvind. Bjälklag av 17 träpanel, 0,2 plastfolie, 250 mineralull, 22 spånskiva.

Garage:
13 gips, 0,2 plastfolie, 250 mineralull, luftspalt, råspont, papptäckning.
- Tätningar
- Vindskydd Vägg:
50 fasadskiva (Gullfiber) tätad mot takstolarna med fogmassa.

Tak:
22 mm spånskiva på kallvind.
- Diff. spärr Vägg:
"Tenotät" 2,7 m bred folie, placerad på reglarnas insida. Invikt vid golv och tak. Hel längd runt yttervägg tejpade i en skarv. Utskärningar för fönster och dörrar gjorda efter uppsättningen.

Tak:
"Tenotät" folie, tejpade i skarvar.
- Sylltätning Mineralullremsa. En sträng elastisk fogmassa sprutad mellan syll och betong på väggens insida.
- Fönster Drevning mellan kram och stomme med mineralullremsor. Springan sedan tätad med elastisk fogmassa invändigt.

Speciella konstruktionslösningar

Inte indragen plastfolie i vägg men i övrigt lika hus 13.

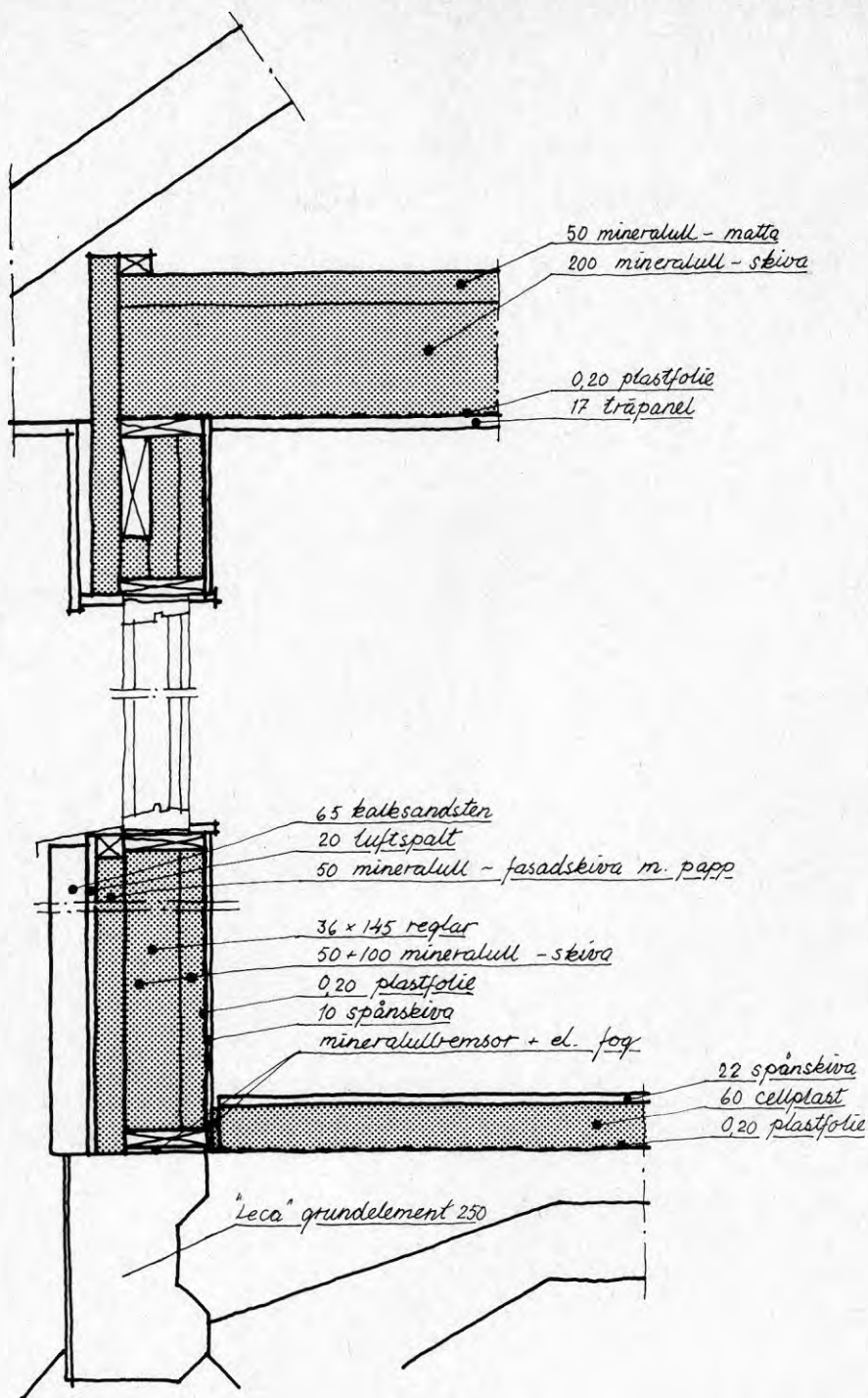


FIG 20 Hus 14. Väg-, tak- och bjälklagskonstruktion

4.6.1.2 Isolering - kommentarer

Med utgångspunkt från kraven i SBN -75 har samtliga "Villa -70"-hus och fem av "Villa -80"-husen 17-20 cm mineralullisolering i väggarna. I husen 11 och 13 har man valt ytterligare isolering som extra energisparåtgärd utanför grundkraven. Förhållandet är detsamma när det gäller takisolering. Normalisoleringen varierar mellan 24 cm och 30 cm mineralull för plana takdelar och mellan 20 cm och 26 cm för sneda takdelar. I hus 11 har sneda taket 34,5 cm mineralullisolering. I hus 13 är takytan isolerad med 34 cm mineralull. TAB 4.

TAB 4. Isoleringstjocklekar - mineralull cm

	Hus						Hus							
	1	3	5	7	9	11	13	2	4	6	8	10	12	14
Vägg	18,5	19	17	19	17	24	25	18,5	19	17	19	17	17	20
Tak, plant	30	24	-	25	-	-	34	30	24	-	25	-	-	25
Tak, sned-	25	-	26	20	25	34,5	-	25	-	26	20	25	24,5	-

Kraven i SBN -75 är angivna som högsta tillåtna k-värde. De krav som gäller för Umeå, temperaturzon II är:

- vägg mot det fria $k = 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- tak resp vindsbjälklag mot det fria $k = 0,17 \text{ -"-}$
- golvbjälklag (kryprum) resp golv på jord $k = 0,30 \text{ -"-}$

Beroende på de olika konstruktionernas uppbyggnad kommer olika isolertjocklekar i olika konstruktioner att motsvaras av olika k-värden. De k-värden som angivits för de olika konstruktionsdelarna i husen uppfyller var för sig kraven med undantag för taken i hus 7 och 8. TAB 5. k-värdet är 0,18 mot kravet 0,17. Sett på hela huset kan dock kraven uppfyllas genom den i normen tillåtna omfördelningsberäkningen. Bl a genom att fönsterarean är 13,1 % mot maximala 15 % av våningsytan.

De väggkonstruktioner som har valts för husen har korsande regler eller I-balkar med tunnt liv - s k "Masonitebalkar". Detta kan ses som en förändring i jämförelse med hus som byggdes enligt tidigare norm. Det är svårt att bygga 17-20 cm tjocka väggar med enkla träreglar. Fördelen med korsande regler är också att mängden genomgående träandelar minskar. I hus med tre lager regler (hus 3, 4) har yttre och inre reglarna förskjutits, så att genomgående trädelar inte förekommer. Samma förhållande har skapats i hus 13, 14 genom att en hård mineralullskiva (fasadskiva) spikats utanpå de stående reglarna.

TAB 5 Angivna k-värden för väggar, tak och golv (jmf 4.6.3)

Hus	k-värde $W/m^2 \text{ } ^\circ C$		
	väggar	tak	golv
1, 2	0,22	0,12	0,20
3, 4	0,23	0,16	0,30
5, 6	0,24	0,16	0,23
7, 8	0,23	0,18	0,26
9, 10	0,23	0,18	0,29
11	0,17	0,12	0,14
12	0,23	0,16	0,29
13	0,16	0,12	0,24
14	0,20	0,15	0,28

"Masonite"-systemet har fördelen att regelandelen i konstruktionen minskar. Detta ger minskad isolertjocklek eller bättre isolering vid samma isolertjocklek jämfört med om träreglar används. Jämför man t ex väggar med balkar och väggar med träreglar i TAB 4 och 5 finner man att husen 9, 10, 12 med balkar har något mindre isolering än andra hus vid samma k-värde. Husen 1, 2 och 5, 6, 7, 8 har 34 mm (1,5") stående reglar medan övriga hus har 45-50 mm (2") reglar i väggarna. De förra ger en något lägre regelandel. I hus 7, 8 har man dock dubbla reglar vid elementskarvar. Det ökar regelandelen.

Genomgående är väggkonstruktionerna uppbyggda med mer än ett skikt mineralull. Hus 13 har hela fyra skikt.

Endast i hus 13, 14 med kalksandstensfasader finns egentliga luftspalter i väggkonstruktionerna. I husen 3, 4, 5, 6, 7 och 8 finns luftspalter mellan bottenbräderna i lockpanelerna. I övriga hus utgör skivmaterial en del av fasadbeklädnaden och är samtidigt ett vindskydd som ligger direkt mot mineralullen.

Yttertakkonstruktionerna är något olika uppbyggda. I hus 7, 8 används den traditionella lösningen för 1 1/2-plans hus med isolerad stödbensvägg och isolerad hanbjälke. I övriga hus har ytterväggen dragits upp till ett isolerat snedtak. Denna lösning bör ha fördelar både när det gäller tätningen av husen och när det gäller isoleringen. Övergången mellan mellanbjälklag och stödbensvägg är enligt erfarenhet en punkt som lätt ger kalldrag i övervåningen. I husen 5, 6 och 9-12 har hela takfallet isolerats - från takfot till taknock. I samtliga dessa hus har "Masonite"-balkar används till taken.

I husen 1, 2 och 7, 8 med isolerad hanbjälke och trätakstolar har man salat på snedtaken på insidan för att erhålla tillräcklig isoleringstjocklek. Samtliga snedtak har en minst 20 mm vid luftspalt i ytterkant och all isolering är gjord med mineralull.

Bottenbjälklag, s k torpargrunder, har levererats som element till husen 5, 6 med 200 mm mineralullisolering och med 150 mm mineralull kvalitet B till husen 7, 8. Elementen till husen 7, 8 har 25 mm ventilationshål i kanten av kassetterna borrhade på halva bjälklagshöjden med 100 cm avstånd. Denna ventilation bör ge försämrade isoleringsvärden i bottenbjälklaget. Det angivna k-värdet 0,26 har beräknats utan hänsyn tagen till luftrörelserna.

När platta på mark förekommer är golvkonstruktionen genomgående spånskivor på 60 - 80 mm cellplast. I hus 13, 14 tätades de springor som uppstod mellan cellplasten och vägg med mineralullsremсор.

Kantbalkarna i hus 13, 14 utgörs av 250 mm "Leca"-block. I övriga hus med platta på mark har man använt 70 mm cellplast med utsida av glasfiberarmerad betong.

En allmän kommentar är att man i flera av husen använt konstruktioner som till viss del skiljer sig från tidigare vanliga lösningar - korsande regler eller I-balkar i väggar, ytterväggar uppdragna till snedtak och helt isolerade takfall. Det är lösningar som valts för att klara byggnormens krav på isolertjocklek och täthet. I samtliga fall utgör lösningarna en vidareutveckling eller anpassning av tidigare snedtak. Samtidigt får man intrycket att utvecklingen - särskilt för några av husen (7, 8) - inneburit att man försökt skapa energisnåla hus enbart genom att lägga till några centimeter ytterligare isolering på en tidigare konstruktion.

4.6.1.3 Tätningar - kommentarer

Förutom kraven på isolering finns i byggnormen krav på viss täthet hos konstruktionsdelar och hela hus.

De tätningar som förekommer i alla hus är vindskydd, diffusionsspärr, sylltätning och fönstertätning. TAB 6.

Husen 1, 2 och 9-12 utnyttjar plywood respektive träfiberskiva som vindskydd samtidigt som skivorna utgör en del av fasadmaterialet. På skivorna spikas särad träpanel. Plywoodskivorna (på liggande regler) tätas i skarvarna med gummilist (slang med cirkelprofil).

TAB 6 Metoder för tätningar

Hus	Vindskydd vägg	Diff. spärr	Syll	Fönster (karm-vägg)
1, 2	plywood gummilist i skarv	0,15 folie tejp	gummilist fogskum	fogskum
3, 4	gipsskiva tejp	0,15 folie tejp indragen 50 mm i vägg	mineralull fogmassa folie över	mineralull fogmassa folie över
5, 6	plastfolie med hål	0,15 folie tejp	spiklimmad	mineralull folie över
7, 8	papp board indragen 5 cm	0,15 folie tejp i tak	gummilist tejp	skumplast-remsa
9-12	10 träfiber-skiva	0,20 folie tejp	fogskum	fogskum
13	mineralull med papp (kalksandsten)	0,20 folie tejp indragen 50 mm i vägg	mineralull fogmassa folie över	mineralull fogmassa folie över
14	Lika 13	0,20 folie tejp	Lika 13	Lika 13

Boardskivorna skarvas på stående reglar. Den lösning som används i husen 7, 8 med en asfaboardskiva mellan stående och liggande reglar, är ur arbetssynpunkt till stor fördel när väggarna skall isoleras från två håll. Boarden ger mineralullen stöd.

Som diffusionsspärr används genomgående PVC-folie. I en del fall är den 0,15 mm svart folie och i övriga fall 0,20 mm speciell, 270 cm bred folie - "Tenotät". Denna folie är för väggar avsedd att monteras obruten runt huset med överlapp på golv och i tak. Öppningar för fönster etc skall skäras upp efter monteringen. I alla hus, med undantag för hus 7, 8, har alla skarvar och hål i folien - t ex vid eldosor - tejpats. Den tejp som använts har i huvudsak varit PVC-tape av fabrikat Mölnlycke. I vissa fall har vävburen tape använts. I husen 3, 4 och 13 är plastfolien monterad 5 cm in i väggen mellan stående och liggande reglar. Denna lösning ger möjlighet att göra el-installationer i väggen utan att folien bryts eller skadas. Den tjocka isoleringen utanför folien gör att risken för kondens på folien är liten. I husen 3, 4 har man dragit folien obruten till övre våningen genom att lägga bjälklaget på ett hammarband i det inre liggande regelskiktet. I fall där bjälkar eller takstolar brutit väggen i andra hus har avsikten varit att täta mot dessa genom tejpning.

Tätningen mellan syll och grundplatta är normalt en svår konstruktionsdel. Tidigare har man nästan uteslutande använt mineralull för denna tätning. Även i några av dessa hus har tätningen gjorts med mineralull, men tätningen har då kompletterats med fogmassa på insidan och väggfolien har dragits ner över fogen. Det finns speciella gummilister för fogtätning. Där sådan list har använts har tätningen kompletterats med fogskum på insidan (hus 1, 2) eller med tejp mellan vägg och bjälklag. I husen med volymelement (hus 5, 6) har tätningen gjorts genom att syllen spiklimmats till bottenbjälklaget. Husen 9-12 har en något annorlunda tätning. Fogskum (polyuretanskum) har sprutats mellan livet på en liggande "Masonite"-balk - syllen och betongplattan.

Fogen mellan fönster och vägg har tätats med mineralull eller fogskum. När mineralull använts har en sträng fogskum eller fogmassa lagts på insidan och väggfolien har lagts över fogen. (Det senare borde vara en självklar lösning). Endast i hus 7, 8 har ett luftgenomsläppligt material - skumplast - använts utan ytterligare lufttätning.

Tätningen mellan element i husen 5, 6 och 7, 8 beskrivs under arbetsutförande (kap 5.4).

En allmän kommentar är att för de flesta producenterna har tätheten och problematiken kring denna uppfattats som en väsentlig och svår faktor när det gäller att klara normkraven och skapa energisnåla hus. Trots detta har få av de färdiga lösningarna varit färdiga redan i projekteringen. Intrycket är att mycket lösts genom improvisation under byggtiden, och då har tejp och elastiska fogmassor spelat en stor roll.

4.6.2 Fönster

Det krav på isolering hos fönster som anges i SBN -75 är att - "k-värdet för fönster samt fönster i dörr - inklusive båge och karm" - skall vara $2,00 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Huvuddelen av de fönster som används i husen är treglasfönster med ett dubbelt isolerglas och ett enkelglas i ytterbågen. I de två extraisolerade husen (11 och 13) har även fönstren bättre prestanda än för motsvarande "Villa 70"-hus. I hus 1 och 9 har man också valt fönster med bättre isolering än kraven. TAB 7.

TAB 7 Fönster - antal glas, k-värden

När antalet glas är mer än 1 avses isolerglas.

	Hus					Hus								
	1	1	5	7	9	11	13	2	4	6	8	10	12	14
Antal glas														
fasta						4	4							
öppn. bara	2	2+1	2+1	2+1	3+1		1	3	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1
k-värde	1,40	1,85	1,85	1,85	1,20	1,20	1,20	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85

2-glas-fönstret i hus 1 är en importerad ruta, fylld med argongas och med ett reflekterande skikt. 5-glas-fönstren i hus 13 är en 4-glas isolerruta i fast båge plus en öppningsbar båge med enkelt glas på insidan som skydd för persienner.

De k-värden som angivits är osäkra, särskilt när det gäller fönster med mer än tre glas. Värdena har angivits av tillverkarna men några dokumenterade värden från mätningar finns inte.

Fönstren till flera av husen har samma tillverkare, SP-snickerier och Böleå Snickerifabrik, Umeå. TAB 8.

Tättningslist av slang med cirkelsektion - PVC eller gummi - är de vanligast använda. TAB 8.

TAB 8 Fönster - tillverkare, typer, tätning

Hus	Tillverkare	Typ	Tätning, karm - båge
1	Lenhovda	H-fönster	Slanglist, gummi
2	"	"	" "
3	Böleå Snickerifabrik, Umeå	Inåtg	" , PVC
4	" "	"	" "
5	Fönsterelement, Korpölimbolo	" , utåtg. -bv	V-list gummi
6	" "	" " "	" "
7	Elementhus	" " "	Slanglist, gummi
8	" "	" " "	" "
9	Böleå Snickerifabrik, Umeå	"	" PVC
10	"	" , utåtg. -bv	" "
11	"	" , fasta -bv	" "
12	"	"	" "
13	"	Fasta	-
14	SP	Utåtg	Slanglist, PVC

4.6.3 Sammantagna k-värden

Det sammantagna k-värdet för omslutande delar är ett mått på hela husets teoretiska isoleringsstatus.

Värdet har beräknats och satts i relation till samma värde, beräknat med utgångspunkt från normkraven (SBN tab 33:21). BILAGA 1.

Det värde som erhålls är, förutom av de enskilda k-värdena för olika byggnadsdelar, beroende av fördelningen mellan olika ytor. Ett hus t ex med procentuellt stor takyta får ett lägre sammantaget k-värde än ett hus med mindre del takyta om förutsättningarna i övrigt är lika - k-värdeskravet för tak är lågt. På samma sätt får ett hus med stor fönsteryta lätt ett högt sammantaget k-värde.

Eftersom det sammantagna k-värdet kan omsättas till ett proportionellt mått på transmissionsförlusterna per ytenhet omslutande byggnadsdel, ger det en bild av den totala lösningen i ett energisnålt hus av isoleringsdelen. Det sammantagna k-värdet för husen varierar mellan 0,19 (hus 11) och 0,35 W/°C m² (hus 7, 8). Baserat på normkravet är motsvarande värden för samma hus 0,33 respektive 0,37. Husen 11 och 13 är extremt välisolerade som en extraåtgärd. Ser man på de lägsta värdena för normalisolerade hus är det lägsta värdet 0,27 (hus 9). Ser man enbart på "Villa -70"-husen är lägsta värdet 0,28 och det högsta 0,35 - en skillnad på 25 %, räknat på det lägre värdet. TAB 9.

Enligt förutsättningarna för projektet skulle "Villa -70"-huset uppfylla kraven på isolering enligt SBN 75. Samtliga hus har ett sammantaget k-värde som är bättre än kravet. Hus 4, 6, 8, 10, 12 och 14 har ett värde som är 5-10 % bättre än kravet för respektive hus. Hus 2 har hela 25% bättre värde. Av de extraisolerade "Villa -80"-husen har hus 11 c:a 45 % bättre sammantaget k-värde än normkravet.

Om man ser på de enskilda husens sammantagna k-värden har hus 7, 8 värdet 0,35. Medelvärdet för alla hus är 0,30 W/°C m². Dessa hus är knapphändigt isolerade i takdelen (k-värde 0,18 mot kravet 0,17). De har dessutom den största fönsterytan av 1 1/2-planshusen (TAB 3). Hus 3, 4 har ett sammantaget k-värde = 0,34. Här är orsaken till det i jämförelsen höga värdet att husen är 2-våningshus. Det blir mindre takyta än i 1 1/2-planshus. De två fulla våningarna ger dessutom större fönsteryta.

TAB 9 Sammantagna k-värden för omslutande delar

Hus	Omslutande delar				
	yta m ²		riktat medel-k-värde W/° C m ²		
	bostad	garage	bostad	garage	krav bostad
1	281,5	-	0,291	-	0,432
2	281,5	-	0,328	-	0,432
3	335,1	123,0	0,338	0,309	0,359
4	335,1	123,0	0,338	0,309	0,359
5	371,0	138,0	0,277	0,364	0,307
6	371,0	138,0	0,277	0,364	0,307
7	343,3	-	0,350	-	0,374
8	343,3	-	0,350	-	0,374
9	430,3	151,9	0,272	0,378	0,324
10	430,3	151,9	0,308	0,378	0,324
11	350,4	110,5	0,186	0,449	0,325
12	361,3	110,5	0,304	0,449	0,324
13	307,7	182,6	0,209	0,287	0,340
14	307,7	182,6	0,306	0,287	0,340

4.7 Installationer

All uppvärmning i husen sker med el. En förutsättning var att hälften av husen skulle ha direktverkande el och hälften vattenburna system för uppvärmningen.

Ventilationen i "Villa -70"-husen skulle vara mekanisk frånluftsventilation med tilluft genom ventilationsrutor eller springventiler. Ventilationssystemen i "Villa -80"-husen kunde ha andra lösningar.

De energibesparande åtgärder som valts i de olika "Villa -80"-husen omfattar både uppvärmning, ventilation och varmvattenproduktion. TAB 10.

TAB 10 Anordningar för uppvärmning, varmvattenberedning och ventilation. Understrukna delar = besparingsåtgärder

F = mekanisk frånluftsventilation

FTÅ = mekanisk från-, tilluft och återvinning genom värmeväxlare.

"Villa -70"				"Villa -80"			
Hus	Uppvärmn	varmv	vent	Hus	Uppvärmn	varmv	vent
2	takvärme	bered	F	1	elpanna, <u>värmepump</u> , konvektor	bered	<u>FTÅ</u>
4	elrad	bered	F	3	elrad, <u>tidstyrning</u>	bered	<u>FTÅ</u>
6	elrad	bered	F	5	elrad, <u>tidstyrning</u>	<u>värmep</u>	<u>FTÅ</u>
8	elrad	bered	F	7	elrad, <u>tidstyrning</u>	<u>värmep</u>	F
10	elpanna	bered	F	9	<u>jordvärme-</u> <u>pump</u>	bered, <u>värmep</u>	F
12	elrad	bered	F	11	elrad	bered	<u>FTÅ</u>
14	elpanna	bered		13	elpanna	bered	<u>FTÅ</u> 1)

1) + förvärmad tilluft

Installationer i de olika husen

Hus 1

Uppvärmning: "Autoterm"-system. Vattenburet enrörssystem med konvektor, elpanna 9 kW, kombinerad med luftvärmepump 9 kW.

Ventilation: FTÅ. Värmeväxlare "Climax"

Varmvatten: Värmepumpen påverkar även varmvattenproduktionen. Beredare i pannan.

Hus 2

Uppvärmning: Takvärme, effekt 12,8 kW

Ventilation: F. Huset är försett med "Climax" värmeväxlare. Frånluftsdelens skall utnyttjas under försöksperioden.

Varmvatten: Beredare "P-N" M 300 VS.

Hus 3

Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö", 12,7 + 2,4 kW
Tidstyrning, "Nobö"

Ventilation: FTÅ. Värmeväxlare "Rexovent"

Varmvatten: Beredare "Nibe Kompakt 300", 3 kW

Hus 4

Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö", 12,7 + 2,4 kW

Ventilation: F. Ventilationsrutor.

Varmvatten: Beredare "Parca-Norrahammar" 1300 VS, 3 kW

Hus 5

Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö" 11,8 + 1,6 kW
Tidstyrning. "Nobö" zonkontroll

Ventilation: FTÅ. Värmeväxlare "Rexovent"

Varmvatten: Värmepump "Metro-modul" på ventilationsluft 1,6 kW

Hus 6

Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö" 11,8 + 1,6 kW

Ventilation: F. "SVAB"-system. Springventiler i ök-fönster

Varmvatten: Beredare "Thermia" 17 MK 30G, 3 kW

Hus 7

Uppvärmning: Elradiatorer "Elpan-moduler" (paneler som golvsöcket),
10,6 kW. Tidstyrning "Elpan".

Ventilation: F. Kolfilterfläkt i kök. Springventiler i ök fönster.

Varmvatten: Värmepump "Metro-modul" på ventilationsluft, 1,6 kW.

Hus 8

Uppvärmning: Elradiatorer 10,5 kW

Ventilation: F. Springventiler i ök fönster

Varmvatten: Beredare "Autoterm", 3 kW

Hus 9

Uppvärmning: Vattenburet system med jordvärmepump "Thermia ICB-400".
Uteffekt 12,8 kW verkningsgrad 2,6. 500 m plastslang \varnothing 32
på 1,2 m djup.

Ventilation: F. "Sv Fläktfabriken". Tilluft genom väggkonstruktion i
källare, "Leca" VTT-system (Jmfr 4, 6, 11 - hus 9).

Varmvatten: Jordvärmepump

Hus 10

- Uppvärmning: Vattenburet system med elpanna "Thermia" EP 150, 15,8 kW.
- Ventilation: F. "Sv Fläktfabriken". Tilluft genom väggkonstruktionen i källare, "Leca" VTT-system.
- Varmvatten: Beredare i pannan, 3 kW.

Hus 11

- Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö" 11,0 + 1,2 kW
- Ventilation: FTÅ. Värmeväxlare "Rexovent"
- Varmvatten: Beredare "Thermia" 17 MK 300, 3 kW.

Hus 12

- Uppvärmning: Elradiatorer "Nobö" 11,0 + 1,2 kW
- Ventilation: F. "Sv Fläktfabriken". Ventilationsrutor.
- Varmvatten: Beredare "Thermia" 17 MK 300, 3 kW.

Hus 13

- Uppvärmning: Vattenburet system med elpanna "Thermia" EP 150 C, 15,8 kW
- Ventilation: FTÅ. Värmeväxlare "Rexovent". Tilluften till värmeväxlaren tas in genom ett rör som lagts tillsammans med avloppsrören i mark från tomtgräns.
- Varmvatten: Beredare i pannan, 3 kW.

Hus 14

- Uppvärmning: Vattenburet system med elpanna "Thermia" EP 150 C, 15,8 kW
- Ventilation: F. Ventilationsrutor.
- Varmvatten: Beredare i pannan, 3 kW.

4.8 Sammantagna energisparåtgärder

De sammantagna energisparåtgärder över normens krav, som satts in i "Villa -80"-husen, omfattar både bygg- och installationstekniska lösningar. TAB 11. Den isolering och täthet som ligger över normens krav i "Villa -70"-husen kan antas ligga inom de normala variationer som förekommer i bygandet när SBN -75 skall uppfyllas. Möjligen bör den "överisolering" med 25 % som gjorts i hus 1 beaktas vid en senare uppföljning (Jmfr 4.6.3).

TAB 11 Sammantagna energisparåtgärder i "Villa -80"-husen

Hus	Tillägg			
	bygg	uppvärmning	ventilation	varmvatten
1	fönster	värmepump, luft	återvinning	(värmepump)
3	-	tidstyrning	återvinning	-
5	-	tidstyrning	återvinning	värmepump
7	-	tidstyrning	-	värmepump
9	fönster	värmepump, jord	-	(värmepump)
11	isolering- fönster	-	återvinning	-
13	isolering fönster	-	återvinning förvärmning	-

5 ARBETSUTFÖRANDE

5.1 Arbetsutförande i stort

Det kan förutsättas att arbetsutförandet i samband med isolerings- och tätningsarbetena har mycket stor betydelse för slutresultatet. Även om ökad isoleringstjocklek och uppdelning av isoleringen i flera skikt skapar större säkerhet och mindre chans till misstag i utförandeskedet, krävs sannolikt ändå noggrannhet och rätt utförandeteknik.

De företag som deltagit i "Villa -80"-projektet har mycket varierande storlek och inriktning. Ett känt faktum är, att ett företag som arbetat kontinuerligt på en ort under lång tid ofta har den bästa arbetskraften och att nyetablerade företag å andra sidan ofta har problem. Detta speciellt i ett så expansivt område som Umeå-regionen.

I och för sig är isoleringsarbeten något som förekommer på i stort sett alla byggplatser och man kan förutsätta att alla som arbetat med t ex mineralullsisolering i dessa hus utfört arbetsmomenten tidigare. Med hänsyn till objektets karaktär och det program med täthetsprovning och värmefotografering som har gällt, borde det ha varit naturligt att man från producent-håll hade satt in särskilda åtgärder för att få ett extra bra arbetsutförande.

Ett sätt är då att utnyttja bra arbetslag, ett annat att informera och kontrollera.

De två väl etablerade företagen Armerad Betong Vägförbättringar och Olaus Forsberg har haft mycket kvalificerad projekt- och arbetsledning och byggarbetarna har varit erfarna och till synes skickliga yrkesmän. Det lilla företaget Ume-hus har också haft erfarna yrkesmän. Det andra småhusföretaget - Ekohus - har haft stora svårigheter, dels genom okvalificerad arbetsledning, dels genom att stora delar av arbetena gjorts av icke yrkeskunnigt folk. Stommarna till husen utfördes delvis av träarbetare som "lånats" från Stockholm. Nordkalotthus och Elementhus använde eget folk, som normalt reser omkring och monterar, färdigställer de hus företagen levererar. Ledningen för Nordkalotthus har visat stort intresse för projektet och har lagt ner mycket tid på planering och besök i Umeå och på byggplatsen. Elementhus å andra sidan har visat ett svalt intresse för engagemanget i projektet. Ledningen har påpekat att man inte gjort något extra för att husen t ex skulle bli speciellt täta. Engagemanget eller bristen på engagemang från ledningens sida kan tänkas ha haft betydelse även för arbetsutförandet på själva byggplatsen.

Det är många gånger svårt att avgöra om orsaken till de brister i arbetsutförandet som förekommit varit bristande information eller om det har varit fråga om fusk, slarv.

I en del fall har informationen om det överskärande målet energisnåla hus eller åtminstone information om arbetsutförandets betydelse för att husen skall bli energisnåla inte gått fram till de som gjort arbetet. Det finns flera exempel, där bristande eller otillräcklig information och instruktion gjort att arbetsutförandet försämrats eller utförts på ett mindre rationellt sätt. Ett sådant exempel är uppsättningen av plastfolie i ett av husen. Till huset levererades en speciell folie "Tätfol", drygt våningshög och som enligt tillverkaren skall dras obruten runt hela huset, varigenom man endast får en skarv på folien. Ingen talade om detta för de som skulle göra jobbet. Man delade upp folien och satte den på andra ledden som man alltid har gjort tidigare. Resultatet blev många skarvar - med risk för minskad täthet - och mer arbete. Inskärningen av mineralull mellan regler är ett annat exempel där information saknats eller inte gått hem. Skärning på fri hand, dålig måttagning och fel hantering av materialet har på många håll gett sämre passning till reglarna och mer springor i isoleringen än nödvändigt.

Olika byggsystem skapar olika förutsättningar för arbetsutförandet. Många arbetsmoment är lättare att utföra bra på en horisontell arbetsyta i en elementfabrik än i obekväm arbetsställning på en bygplats. Särskilt ett väl utvecklat volymelements system av Nordkalotthus typ ger goda förutsättningar för bra resultat. Här kan man även göra huvuddelen av den svåra fogtätningen under idealiska förhållanden.

Byggandet av husen har visat att det krävs ökad information, instruktion till de som skall utföra isolerings- och tätningarbeten. Det har också visat att enkla, säkra lösningar måste utvecklas om byggnormens intentioner när det gäller arbetsutförandet skall uppfyllas. Om man beaktar projektets karaktär och det trots detta förekommit många diskutabla arbetsutföranden, kan man anta att arbetsutförandet i andra hus många gånger är ännu sämre. Sannolikt måste något göras åt den bristande kunskap och det byggfusk som förekommer om effekten av ett energisnålt byggande skall bli god.



FIG 21
Hus 1. Grundplattan hade ett hörn 10 cm lägre än övriga. Syllen måste pallas upp.

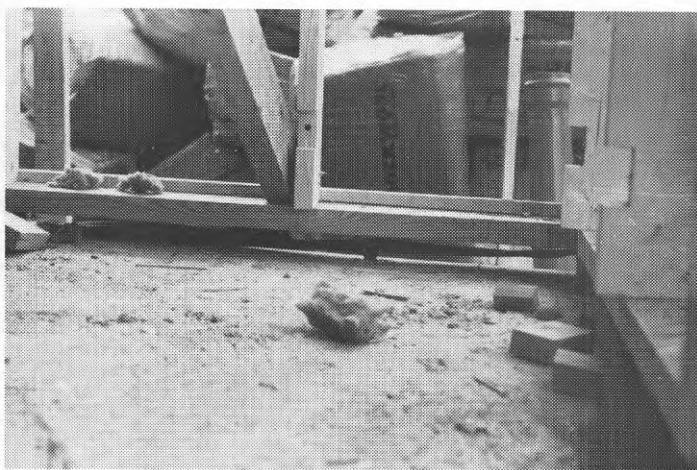


FIG 22
Hus 1. Kantisoleringen kompletterades endast delvis. Plattan göts på med betong ända ut till fasadlivet. En köldbrygga skapades.

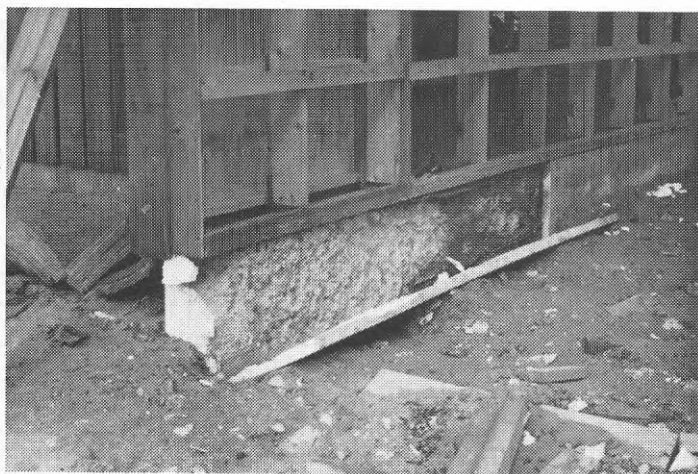


FIG 23
Hus 2. Grundplattan hade gjorts drygt 5 cm för stor. En del betong bilades bort, men resten "klarade man" genom att minska kantisoleringen.

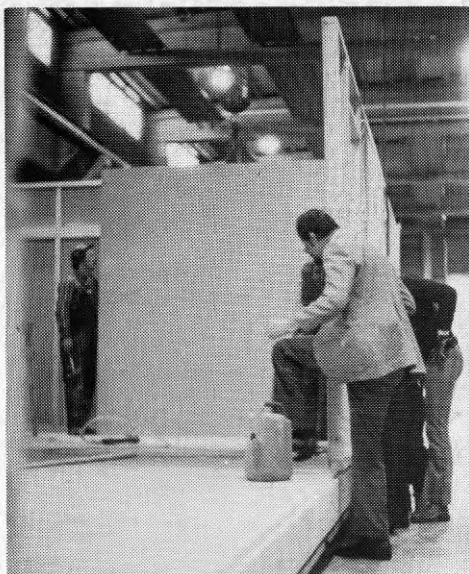


FIG 24

Hus 5, 6. Husen byggdes som volymer under gynnsamma förhållanden på fabrik. Skivelement tillverkades på olika stationer och spiklimmades ihop till volymer.

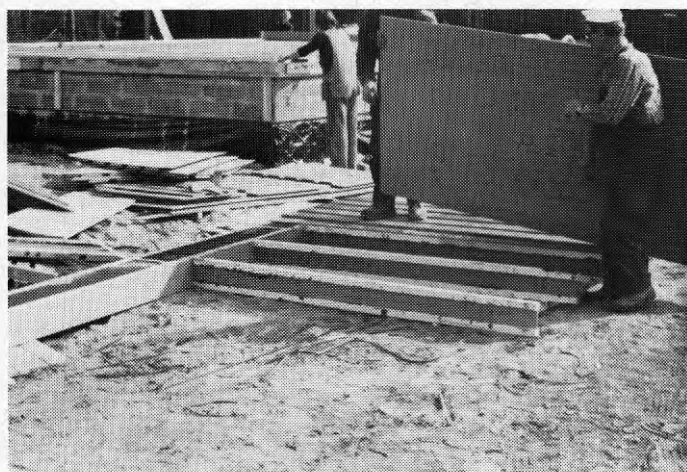


FIG 25

Hus 9, 12. Väggbalkar (-reglar) och fasadskivor monterades på marken före uppsättningen. Isolering av svåra delar, t ex längsgående balk, gjordes före resningen.

5.2 Materialhantering

På flertalet av byggplatserna var ordningen mycket god, liksom materialhanteringen. Undantag förekom dock. I några fall lagrades mineralull och virke på sådant sätt att materialet var mycket blött när det byggdes in. Tidplaneringen var sådan i några fall, att t ex isoleringsarbetena utfördes i "fel ordning" eller för tidigt, så att man trampade på eller rubbade inlagd isolering. Felen rättades senare aldrig till. Både för materialhanteringen och utförandet kan man t ex genom att jämföra husen 1, 2 med 3, 4 konstatera planeringens betydelse. Materialen till hus 3, 4 togs alltid hem och byggdes in vid rätt tidpunkt.



FIG 26
Hus 1, 2. Mineralullen
lagrades länge under
bar himmel utan annat
skydd än emballaget
och med de undre lag-
ren i vattenpussar.

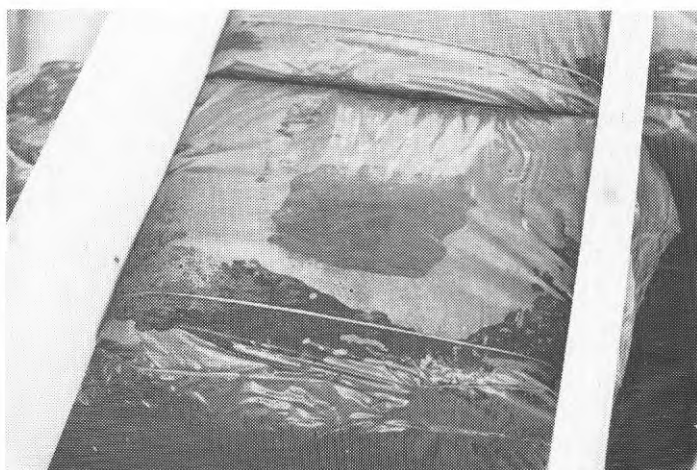


FIG 27
Hus 1, 2. Lagrings-
sättet gjorde att en stor
del av mineralullen var
blöt eller skadad i kan-
terna när den byggdes
in.



FIG 28
Hus 13, 14. Lagring av
cellplast.



FIG 29
Hus 1, 2. Mineralull i golv som lagts ut för tidigt, och som till stora delar trampades ihop.

5.3 Isolering

Inskärningen av isoleringsskivorna och passningen mot reglarna har framstått som ett problem i alla hus, även om springornas storlek och omfattning varierat. Vid flera tillfällen har man konstaterat att fel som uppstått, t ex isolering som kommit ur läge, inte åtgärdats. Man har byggt in felet utan att reagera.

Den konstruktiva lösningen, materialvalet och arbetsplaneringen påverkar arbetsutförandet, arbetsresultatet. I några fall har konstruktionslösningen gjort att arbetsutförandet har blivit svårare än nödvändigt - det har blivit svårt att få ett bra utförande.



FIG 30
Hus 2. Genom den felaktiga bredden på grundplattan och genom att man inte använde de speciella hörnelement som finns för kantisoleringen fick man svårt att klara denna isolering på ett bra sätt.

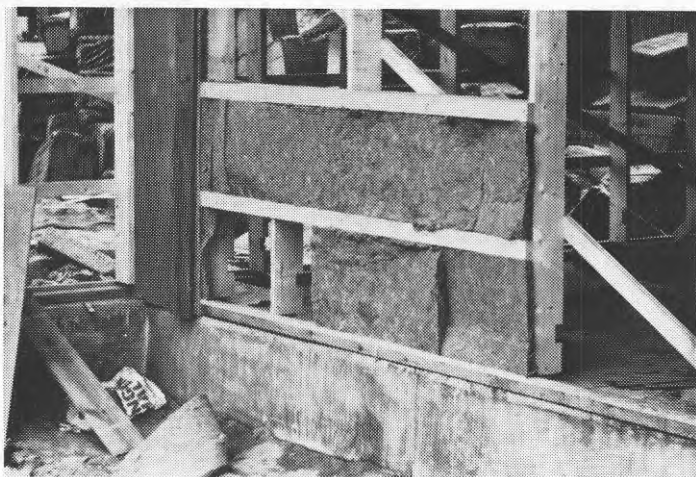


FIG 31
Hus 1, 2. Konstruktionen med korsande regler, där yttre isoleringsskiktet måste göras innan vindskyddet spikas på vållade problem. Mineralullen hade inget stöd och man använde för lös mineralull.

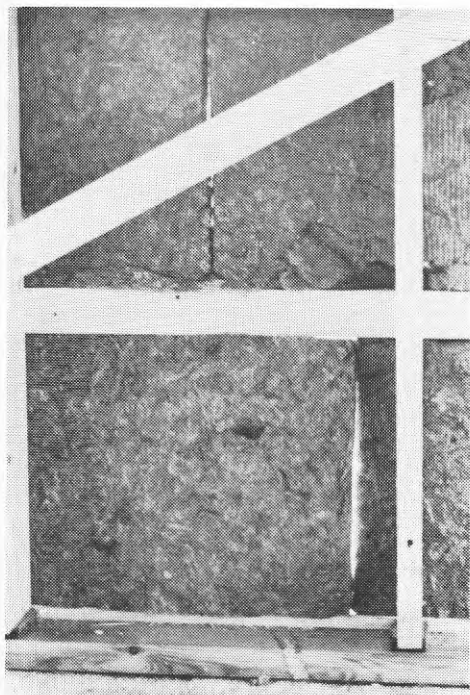


FIG 32
Hus 1, 2. Resultatet blev att yttre isoleringsskiktet saknades - ramlade bort - eller att det blev springor mellan isoleringsskivorna.

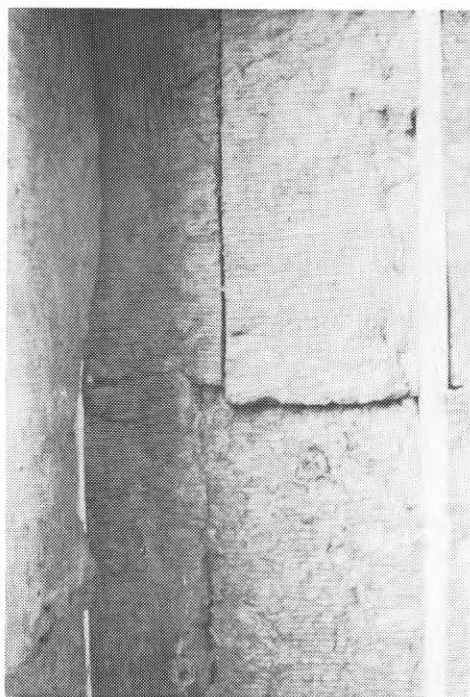


FIG 33
Hus 1, 2. Hopplappning av mineralullen mellan reglarna och frihandskärning gav många springor även i inre isoleringsskikt. För lös och ofta blöt mineralull vållade problem.

FIG 34

Hus 1, 2. Utförandet av isolerat snedtak var arbetstekniskt besvärligt. Skivor användes på båda sidorna av luftspalten.



FIG 35

Hus 3, 4. Kantbalken utfördes med från ytterkanten indragen cellplastisolering. En arbetsmässigt "svår" konstruktion.

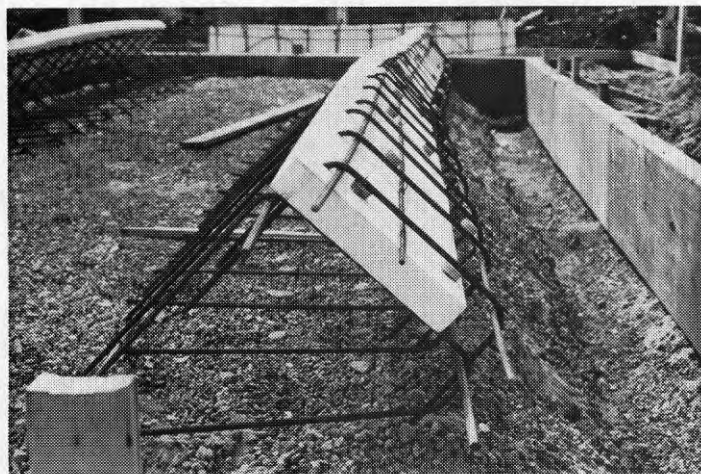
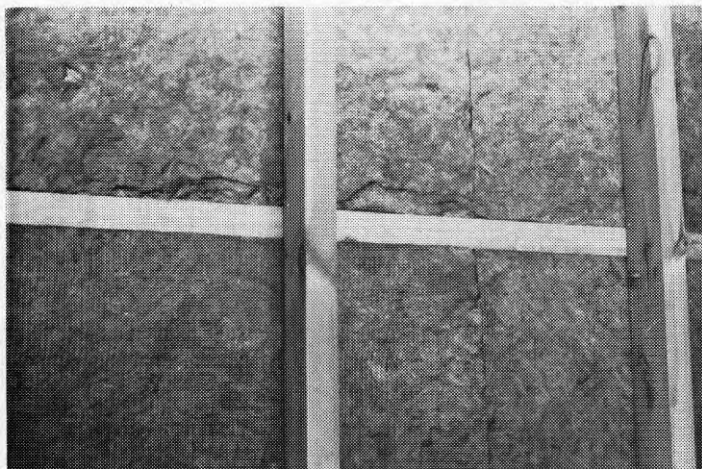


FIG 36

Hus 3, 4. Treskiktisoleringen och noggrant utförande bäddade för ett gott isoleringsresultat.



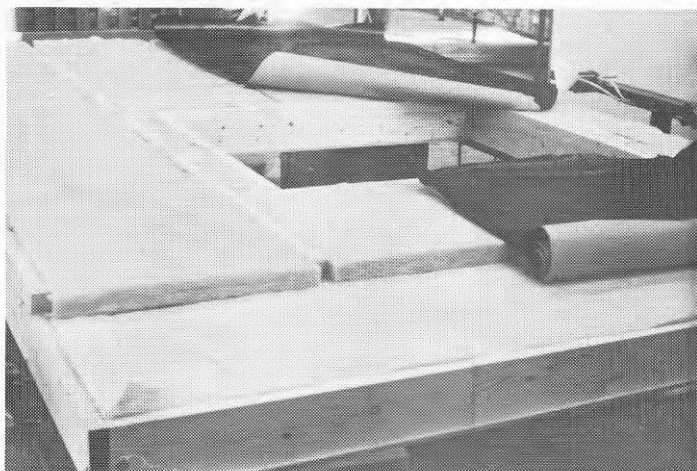


FIG 37

Hus 5, 6. Tack vare bra arbetsförhållanden och goda möjligheter till kontroll bör fabriksstillverkade konstruktioner vara lätta att få välisolerade.



FIG 38

Hus 7, 8. Platsinlagd bjälklagsisolering med många håligheter och delvis hoptrampad.



FIG 39

Hus 7, 8. Elrör dragna från varmt utrymme genom kallt åter till varmt. Onödiga köldbryggor.

FIG 40
Hus 7, 8. Isoleringen av
hörn svår att få bra.

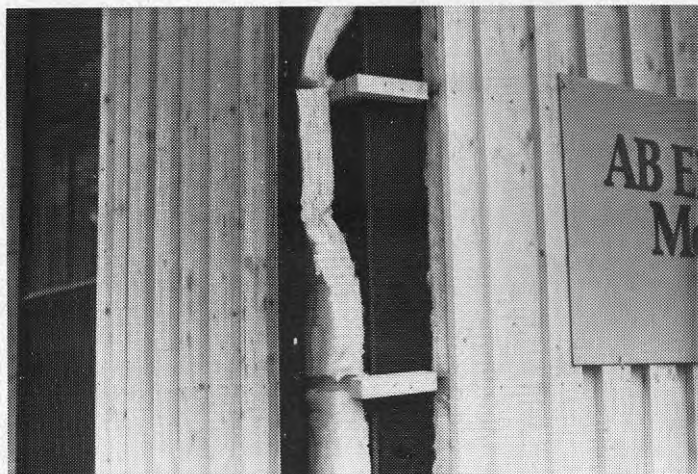


FIG 41
Hus 7, 8. Även lösningen
av skarvarna i plan mel-
lan elementen var sådan
att det var svårt att få
isoleringen bra.

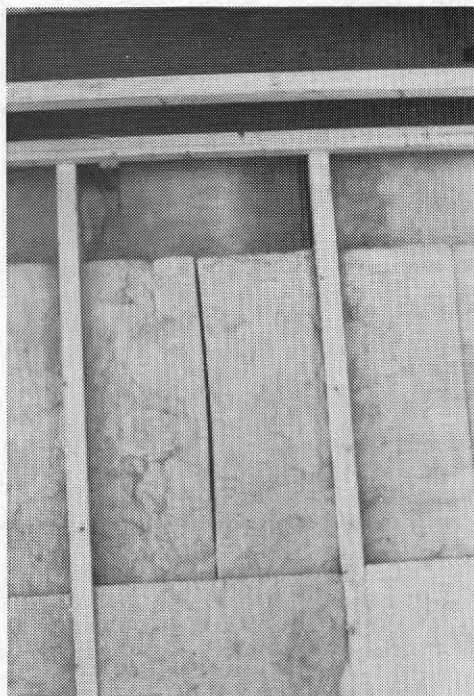


FIG 42
Hus 9-12. Mineralullen
slitsad inåt för att gå in
i "Masonite"-balkarnas
liv. 3 skikt isolering.



FIG 43
Hus 9-12. Upphängning
av mineralull i snedtak
med spikar. Tveksam
lösning.

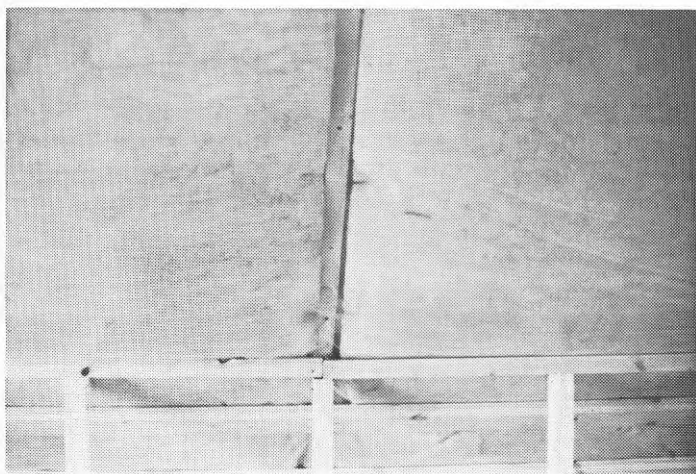


FIG 44
Hus 9-12. Dålig pass-
ning mellan isolering
och reglar i tak. Ski-
vorna upphängda i spi-
kar.



FIG 45
Hus 9-12. En mellan reg-
larna inpressad för stor
mineralullskiva kan ge e
luftspalt med luftrörelse
- drag.

FIG 46

Hus 13, 14. Dålig anpassning av regelavstånd har gett många skarvar mellan mineralulls-skivor. Treskiktisolerering.

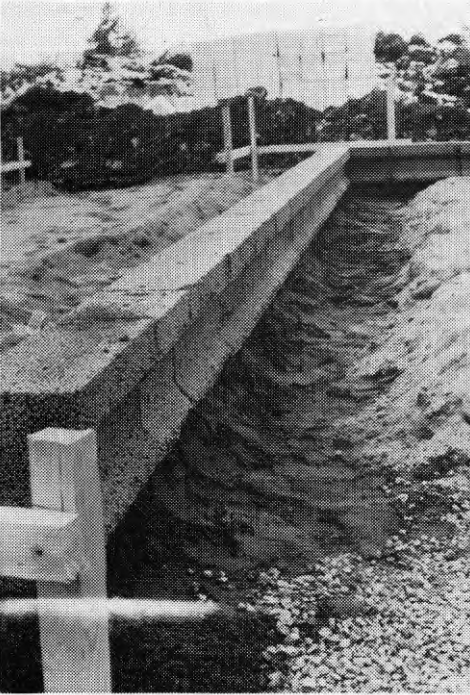
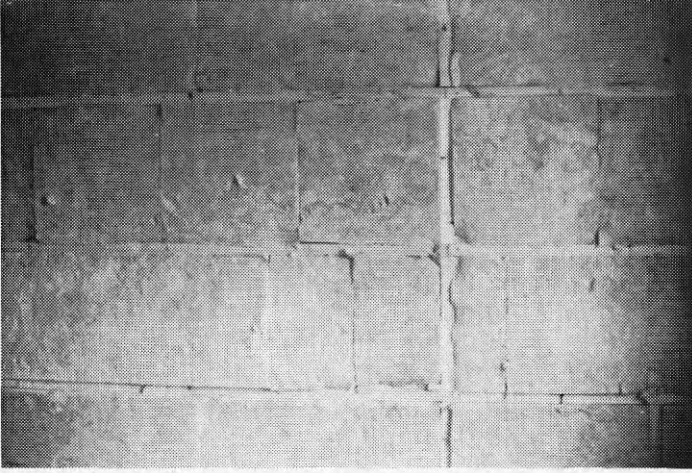


FIG 47

Hus 13, 14. Kantbalk av lättklinkerbetong "Leca".

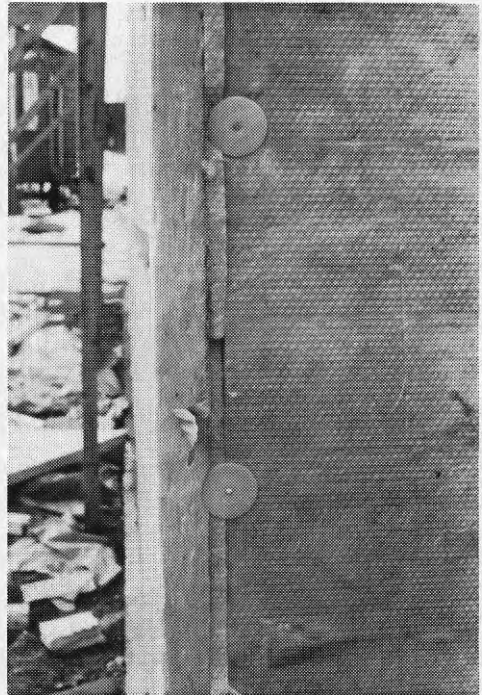


FIG 48

Hus 13, 14. "Hoplappad" vindskiva av mineralull. Mineralullens pappskikt har vänts inåt.

5.4 Tätning

Man har lagt ner mycket arbete för att få en tät diffusionsspärr i husen. Tejpning av folieskarvar och anslutningar mot byggnadsdelar har förekommit i stor omfattning. I vissa fall har man konsekvent lagt de tejpade skarvarna över stöd. I andra fall har man tejpats även mellan stöden. I de flesta fall har man använt tejp av typen "Mölnlycke, Nitto 21".

I stort sett allt tätningsarbete har inneburit och krävt hantverksmässigt utförande. Även när det gäller tätningarna krävs att konstruktionsutformningen och materialvalet görs på sätt som främjar, förenklar arbetsutförandet om resultatet skall bli det bästa.

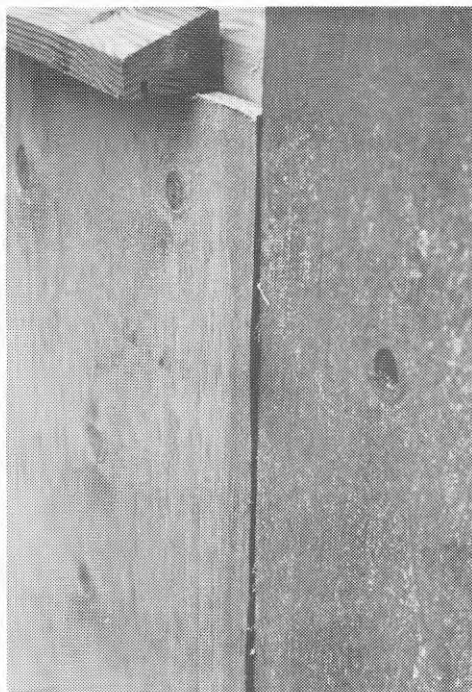


FIG 49
Hus 1, 2. Mellan de plywoodskivor som var vindskydd i väggarna tätdades med gummilist. Liggande reglar.

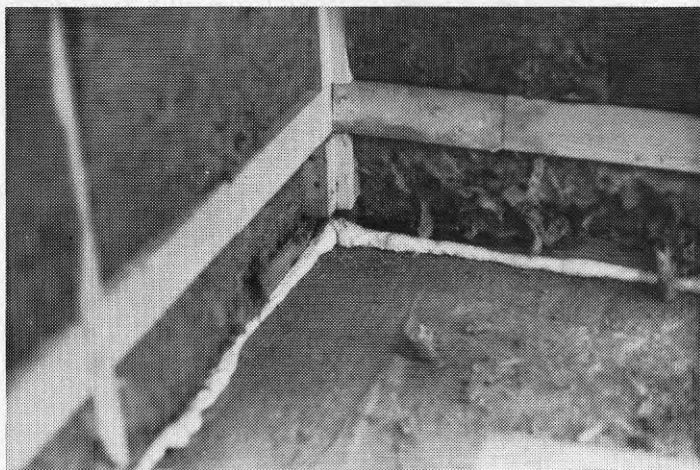


FIG 50
Hus 1, 2. Skumplastiso-
lering som tätning mot
betongplatta på insidan
av syll.

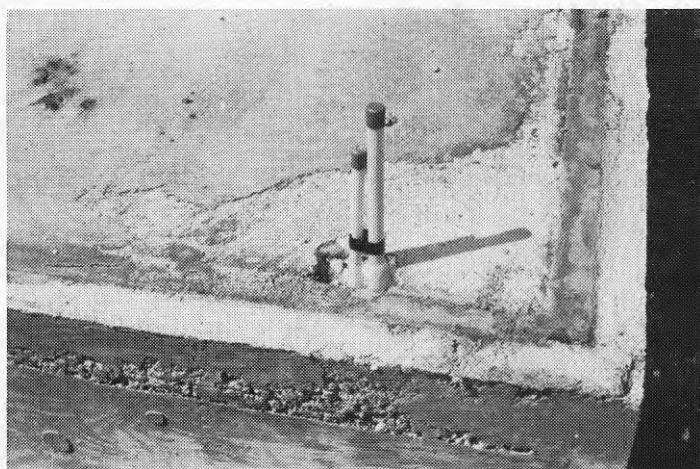


FIG 51
Hus 3, 4. Syllen fästes
med fransk skruv i en i
grundplattan ingjuten
trälist. Under syllan
tätning med mineralull-
remsa. Sträng av elas-
tiskt fogkitt och övervikt
plastfolie på insida.

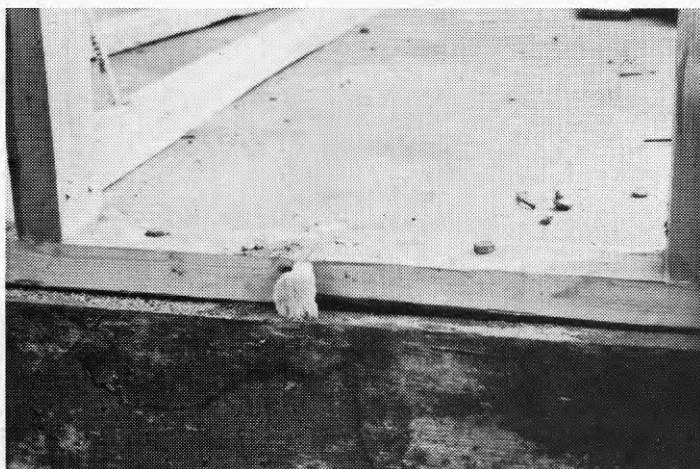


FIG 52
Hus 3, 4. Tätning av
syllskarv.

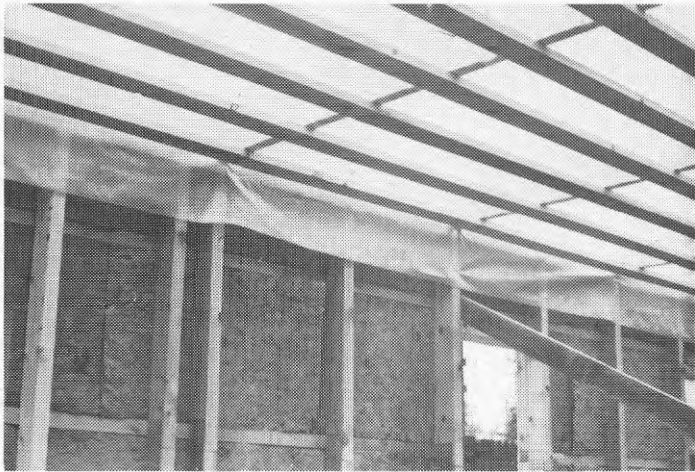


FIG 53
Hus 3, 4. Trampsäker
folie i tak nerdragen på
vägg och överlappad av
folie i vägg.



FIG 54
Hus 5, 6. Tätning mellan
polymer. Vindskyddet av
armerad, punkterad folie
viks väl om lott och kläm
fast.

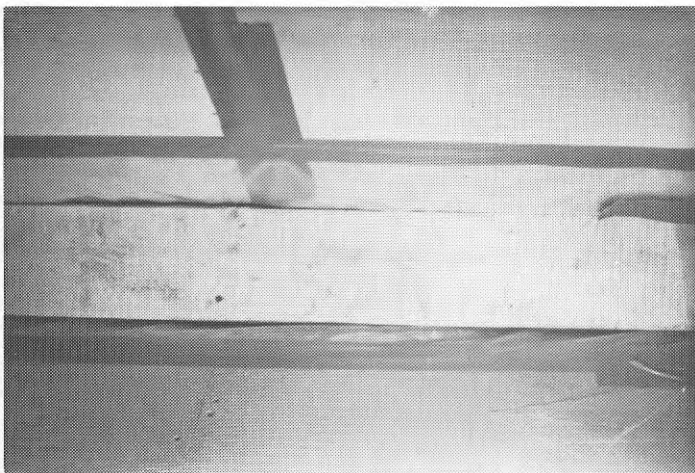


FIG 55
Hus 5, 6. Tätning mellan
takkassetter med tejp.

FIG 56

Hus 7, 8. Gummilist och trälist för tätning och styrning av väggarnas infästning på bjälklag.

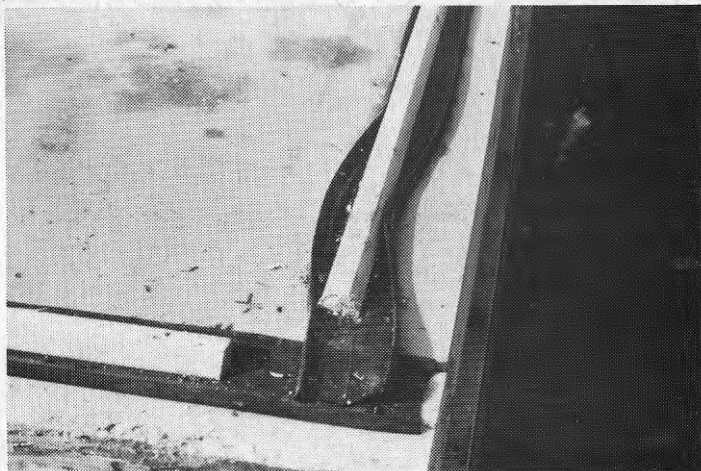


FIG 57

Hus 7, 8. Elementen byggdes upp kring fönstren. Tätning mellan fönster och vägg med skumplastremsa.

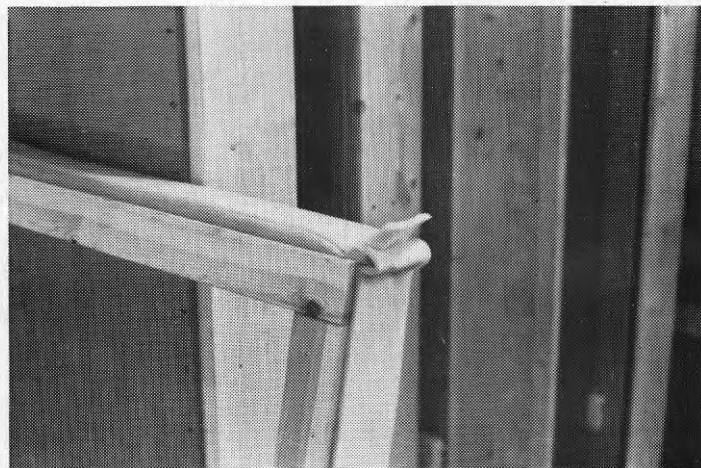


FIG 58

Hus 7, 8. Färdig vägg sönderslagen för dragning av elrör. Den sönderslitna plastfolien ersattes inte.



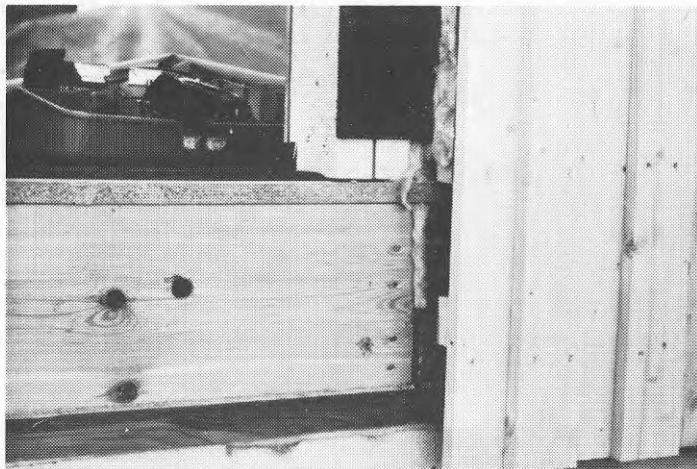


FIG 59
Hus 7, 8. "Vädringshål"
i bjälklagska sett.



FIG 60
Hus 9-12. Sylltätning
med fogskum i "lådfor-
mad syll".

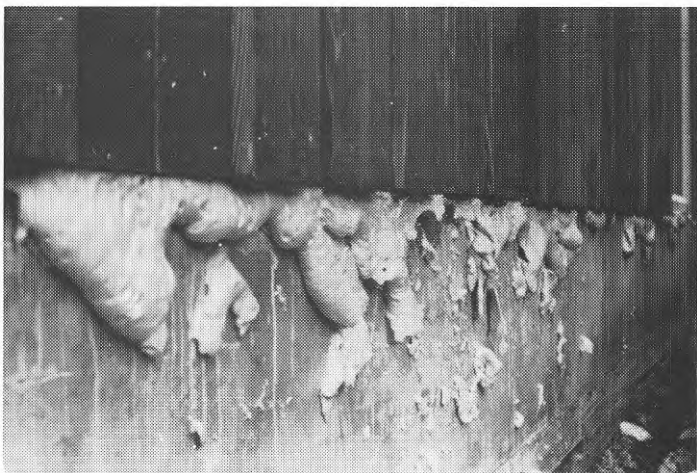


FIG 61
Hus 9-12. Stora mängder
skum kunde tränga ut om
syllen tätade dåligt mot
betongplattan.

FIG 62
Hus 9-12. Obruten plast-
folie på olika ytor.



FIG 63
Hus 9-12. Tejpade skarvar
i plastfolien.

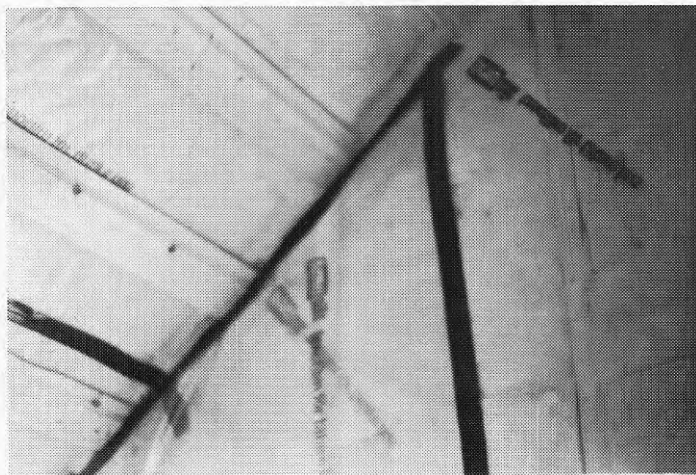
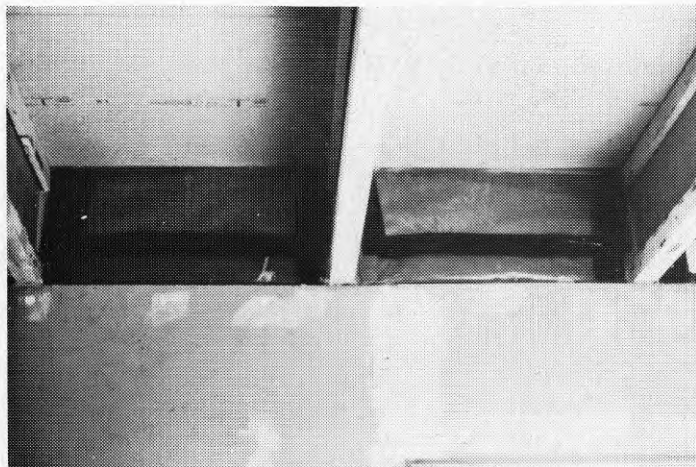


FIG 64
Hus 9-12. Tätning vid
balkupplag med form-
skuren board under
plastfolien.



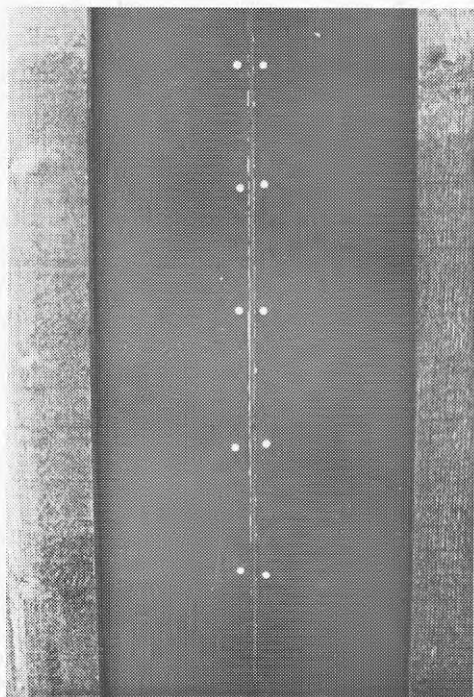


FIG 65
Hus 9-12. Träfiberskiva
som del av ytterpanel och
som vintätning. Skarv-
ning - tätning - med spi-
kad bräda på in- och ut-
sida.

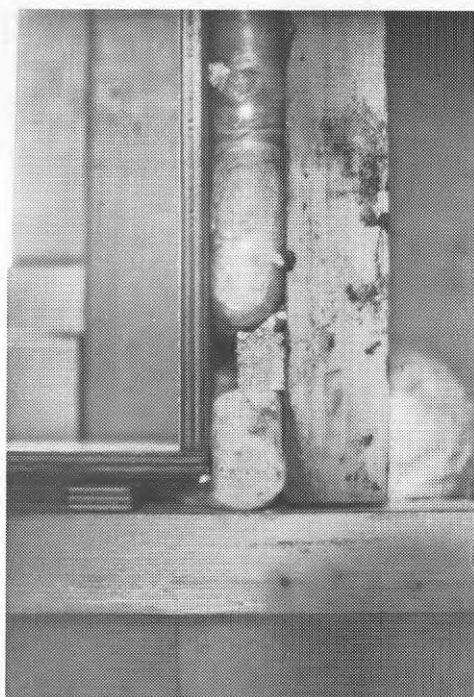


FIG 66
Hus 9-12. Fönstertätning
med fogs-kum. Särskild
noggrannhet krävs så att
alla håligheter blir ut-
fyllda.

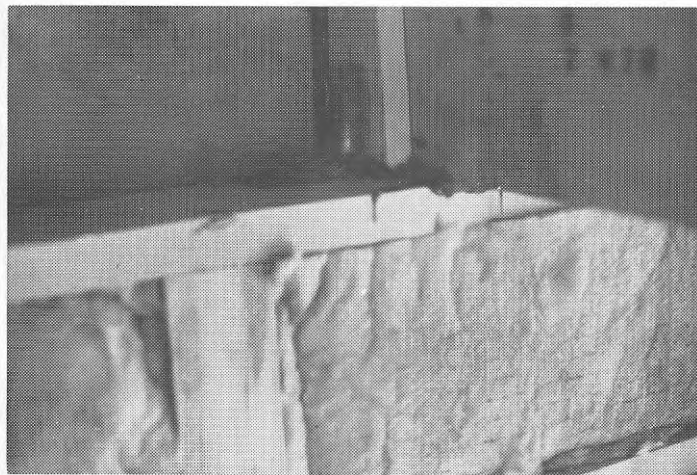


FIG 67
Hus 13, 14. Tätning
mot vindskydd med
elastiskt fogkitt.



FIG 68
Hus 13, 14. Tätning på insida mot syll med elastiskt fogkitt.



FIG 69
Hus 13, 14. Tätning mellan fönsterkarm och vägg med elastiskt fogkitt.



FIG 70
Hus 13, 14. Folie sönderskuren för att vatten i isoleringen skulle torka ut.

5.5 Installationer

Sedan anläggningarna tagits i bruk och man flyttat in i husen konstaterades stora brister i funktionen hos många av de installerade anordningarna. Särskilt värmeväxlarna för ventilationsluften hade dålig funktion. Tre av de fem värmeväxlarna var på något sätt felinstallerade. I ett fall hade t ex inte förvärmningen kopplats in elektriskt. Instruktionerna från fabrikanterna till de som utförde installationsarbetena var sannolikt bristfälliga.

Sedan man tagit husen i bruk har det också framkommit att injusteringen av anordningarna många gånger varit bristfällig.

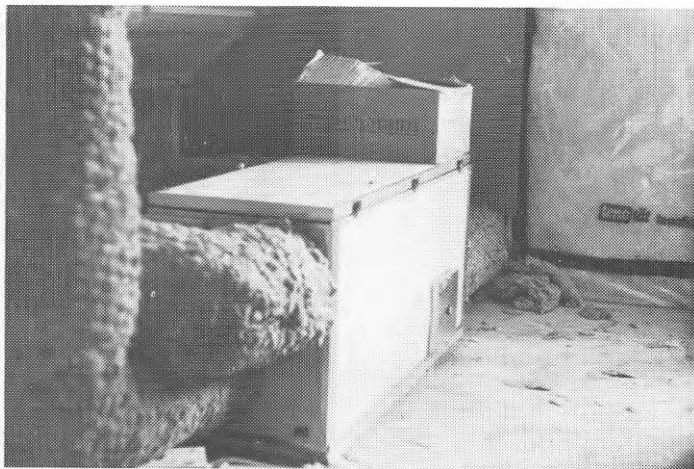


FIG 71
Hus 9-12. Värmeväxlare
"Rexovent".

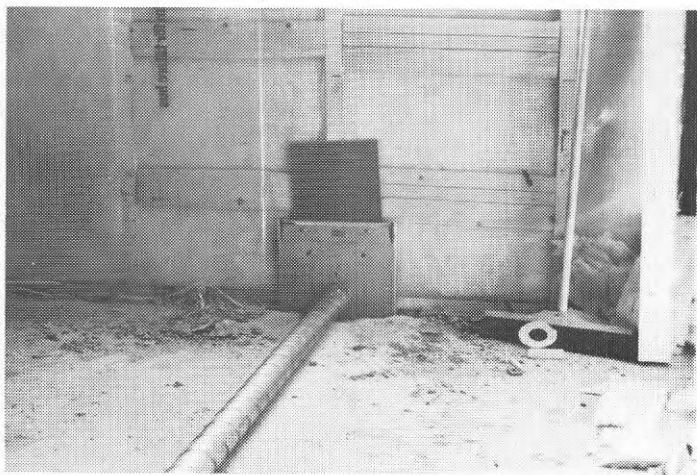


FIG 72
Hus 9-12. Dragning av
tilluftskanal i golv.
"Rexovent".



FIG 73
Hus 9. Jordvärmeslang.
Totalt c:a 500 m på 1,2
m djup "Termia".



FIG 74
Hus 1. Luftvärmepump
"Autoterm".

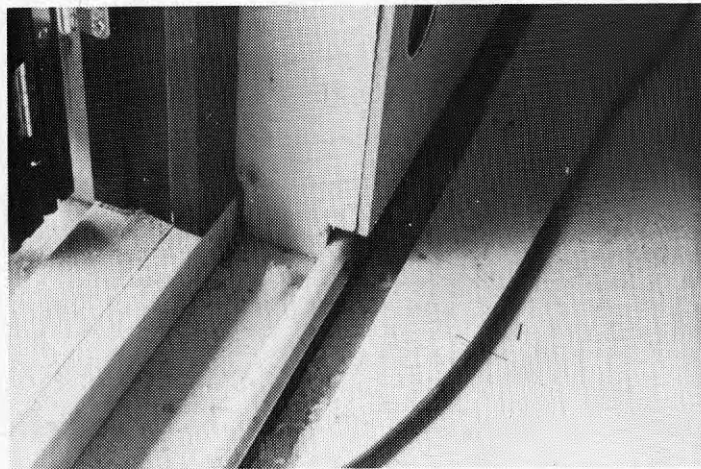


FIG 75
Hus 7, 8. Slits i ytter-
vägg (element) för el
rördragning.

6 ENERGI BALANSBERÄKNING

För att kunna göra en ungefärlig jämförelse av de olika åtgärdernas tänkbara betydelse för energiförbrukningen har energibalansen för de olika husen beräknats.

Redovisningssättet motsvarar det sätt som använts av Lindskoug i bl a "Energisnåla hus /2/. Byggnadens energibalans innehåller en förlustdel (ut) och mot denna måste tillföras en lika stor energimängd (in).

<u>Ut</u>	<u>In</u>
Elförluster	Solvärme - instrålning
Avloppsförluster	Personvärme
Ventilationsförluster	Hushållsel
Transmissionsförluster	Varmvatten
	Värme

Av de olika åtgärder som satts in för energibesparing i dessa hus ger extra isolering, värmeåtervinning och tidstyrning minskade förluster, vilket i sin tur kräver mindre tillförd energi. Värmepumparna ger ökat effektutbyte på tillförselsidan, vilket minskar den erforderliga mängden betald energi.

6.1 Beräkningsförutsättningar

Transmissionsförluster

Transmissionsförlusterna har beräknats på basis av viktade k-värden för hela husen (kap 4, 6, 3) vid temperaturen $+20^{\circ}$ i bostadsdelarna och $+5^{\circ}$ i garagedelarna. För hus 13, 14 har förlusterna i ekonomidelarna beräknats för genomsnittstemperaturen $+10^{\circ}$.

Antal gradtimmar vid $+20^{\circ}$ = 134.700	(5613 graddagar)
Antal gradtimmar vid $+10^{\circ}$ = 73.200	(3050 graddagar)
Antal gradtimmar vid $+5^{\circ}$ = 44.200	(1842 graddagar)

Ventilationsförluster

Ventilationen i bostadsdelarna har antagits till 0,5 luftomsättningar per timme, inklusive ofrivillig ventilation, oberoende av ventilationssystem. För genomströmningsförluster har gjorts ett generellt tillägg med 1500 kWh/år vid FT-ventilation (hus 1, 3, 5, 11, 13) och 500 kWh/år vid F-ventilation (övriga hus).

Även ventilationen i garagen har antagits till 0,5 luftomsättningar per timme. Minimiventilationen vid FT-ventilation enligt SBN motsvarar 0,2 - 0,3 oms/tim i de aktuella fallen. Bl a de normalt mycket otäta garageportarna motiverar värdet 0,5 oms/tim. Ventilationsförlusterna är räknade under eldningssäsongen vid ovan angivna gradtimmar.

Avlopps- och elförluster

Några värden baserade på mätningar finns inte. I andra liknande beräkningar har värdet 3500 kWh/år använts för den energi som lämnar huset genom uppvärmt avloppsvatten. För spill av hushållsel har 1000 kWh/år använts. Energi som vädras ut från torkskåp och hushållsel under icke eldningsssäsong innefattas i detta värde. Här har motsvarande värden antagits.

Solvärme - instrålning

Den solvärme som strålar in genom fönster och ger energi under eldnings-säsongen har beräknats individuellt för varje hus. Beräkningen har gjorts på basis av fönsterytorna (beräknade enligt SBN -75) med antagandet att ytor mot söder ger 260 kWh/m² år, mot öster och väster 140 kWh/m² år och mot norr 30 kWh/år. Jämför tabell 3.

Personvärme

Energitillskottet från människor som vistas i huset har antagits till 1000 kWh/år.

Hushållsel, varmvatten

Den energi som tillförs husen som hushållsel och för varmvattenberedning har antagits till vardera 5000 kWh/år. Motsvarande värden har använts vid tidigare undersökningar.

Värme

Den energi som inte tillförs på annat sätt måste tillföras som värmeenergi för att den tillförda energin skall motsvara förlusterna.

Värmeåtervinning

I fem av husen finns värmeväxlare för återvinning via ventilationsförluster. Det har antagits att anordningarna återvinner 60 % av den energi som avgår som ventilationsförluster och passerar värmeväxlaren. Detta motsvarar i stort sett det värde fabrikanterna anger.

I hus 13 tillförs uteluften till värmeväxlaren genom en kanal som lagts jämsides med avloppsledningarna i mark. Det har beräknats att man genom denna åtgärd återvinner c:a 2000 kWh/år. Samtidigt har återvinningen genom värmeväxlaren beräknats för resterande energiförlust.

I hus 7 används kolfilterfläkt för köksventilationen. Det har beräknats att denna ger en besparing av 200 kWh/år.

Tidsstyrning

Tidsstyrning har beräknats ge en sänkning av både transmissions- och ventilationsförlusterna med 20 %. I hus med värmeåtervinning har tidsstyrningsvinsten beräknats på restvärdet efter återvinning.

Värmepumpar

Luft-vatten-värmepumpen i hus 1 har förutsatts ha värmefaktorn 2 vid användning i Umeå.

För jord-värmepumpen i hus 9 har värmefaktorn satts till 2,5.

Värmepumparna för varmvatten i hus 5 och 7 har antagits ha värmefaktorn 2.

Beräkningarna

- Ut 1 Anger förlusterna av transmission, ventilation, hushållsel och varmvatten. TAB 12.
- Ut 2 anger förlusterna sedan olika typer av återvinning avräknats. TAB 13.
- In 1 anger tillförd energi genom solinstrålning, personvärme, hushållsenergi och varmvatten. Resterande energi för att kompensera Ut 2 tillförs som energi till uppvärmningssystemet. TAB 14.
- In 2 anger den energi av In 1 som avgår om värmepump används. TAB 14.

Betald energi: Den energi som åtgår för hushållsel, varmvatten och uppvärmning i uppvärmningssystemet och måste köpas. TAB 15.

6.2 Energibalansen i de olika husen

Värmebalansen kan åskådligt presenteras i stapeldiagram, FIG 76, och varje hus får sin egen profil, beroende på utgångsvärden - transmissions- och ventilationsförluster - och insatta besparingsåtgärder. FIG 77 - FIG 83.

Den besparing av den betalda energin som de olika åtgärderna i "Villa -80"-husen beräknas ge i förhållande till motsvarande "Villa -70"-hus varierar mellan 31 och 54 %. Den genomsnittliga besparingen för alla hus är 40 %. TAB 15, FIG 84.

Energiförbrukningen per m^3 byggnadsvolym varierar mellan 40 och 50 kWh för "Villa -70"-husen och mellan 20 och 45 kWh/ m^3 för "Villa -80"-husen. Medelvärdet i första fallet är 44,5 kWh och i det senare 27,2 kWh/ m^3 byggnadsvolym. TAB 16, FIG 85.

TAB 12 Energibalansberäkning. Förluster

Ut 1										
Hus	Transmission			Ventilation				Varmv avlopp kWh	Hus el förl kWh	Summa kWh
	k	m ²	kWh	garage kWh	m ³	kWh	garage kWh			
1	0,291	281,5	11,034	-	298	9695	-	3500	1.000	25.200
2	0,328	281,5	12,437	-	298	8695	-	3500	1.000	25.600
3	0,338	335,1	15,257	1680	395	11078	612	3500	1.000	33.100
4	0,338	335,1	15,257	1680	395	10078	612	3500	1.000	32.100
5	0,277	371,0	13,842	2220	394	11053	723	3500	1.000	32.300
6	0,277	371,0	13,842	2220	394	10055	723	3500	1.000	31.300
7	0,350	343,3	16,185	-	376	9618	-	3500	1.000	30.300
8	0,350	343,3	16,185	-	376	9618	-	3500	1.000	30.300
9	0,272	430,3	15,766	2538	622	15584	720	3500	1.000	39.100
10	0,308	430,3	17,852	2538	622	15584	720	3500	1.000	41.200
11	0,186	350,4	8,776	2193	459	12630	700	3500	1.000	28.800
12	0,304	361,3	14,794	2193	473	11970	700	3500	1.000	34.200
13	0,209	307,7	8,662	3836	300	8774	1199	3500	1.000	27.000
14	0,306	307,7	12,682	3836	300	7774	1199	3500	1.000	30.000

TAB 13 Energibalansberäkning. Reducering av förlusten genom återvinning, tidstyrning

Ut 2							
Hus	Ut 1	Värmev (vent)	Återv (vent)	Tidstyrning (transm) (vent)		Övrigt	Rest
1	25.200	-4900					20.300
2	25.600						25.600
3	33.100	-5700		-3000	-1100		23.300
4	32.100						32.100
5	32.300	-5700		-2800	-1100		22.700
6	31.300						31.300
7	30.300			-3200	-2000	-200	24.900
8	30.300						30.300
9	39.100						39.100
10	41.200						41.200
11	28.800	-6700					22.100
12	34.200						34.200
13	27.000	-3200	-2000				21.800
14	30.000						30.000

TAB 14 Energibalansberäkning. Tillförd energi. Betald energi

In 1						In 2			Betald energi	
Hus	Ut 2	Sol	Pers	El	vv	Rest	Vp uppv	vv	Tot	exkl garage
1	20,300	3084	1000	5000	5000	6200	-3100	-2500	10,600	-
2	25,600	3084	1000	5000	5000	11500			21,500	-
3	23,300	3999	1000	5000	5000	8300			18,300	16,000
4	32,100	3999	1000	5000	5000	17100			27,100	24,800
5	22,700	2950	1000	5000	5000	8750		-2500	16,250	13,300
6	31,300	2950	1000	5000	5000	17350			27,350	24,400
7	24,900	3867	1000	5000	5000	10000		-2500	17,500	-
8	30,300	3867	1000	5000	5000	15400			25,400	-
9	39,100	2324	1000	5000	5000	25800	-15500	-3000	17,300	14,000
10	41,200	2324	1000	5000	5000	27900			37,900	34,600
11	22,100	2289	1000	5000	5000	8800			18,800	15,900
12	34,200	2289	1000	5000	5000	20900			30,900	28,000
13	21,800	2240	1000	5000	5000	8600			18,600	16,100
14	30,000	2240	1000	5000	5000	16800			26,800	24,300

TAB 15 Betald energi. Besparing. Jämförelse mellan "Villa -70"- och "Villa -80"-husen

Hus	Betald energi			
	"Villa -70"	"Villa -80"	Besparing	
	kWh	kWh	kWh	%
1, 2	21,500	10,600	19,900	50
3, 4	27,100	18,300	8,800	33
5, 6	27,350	16,250	11,100	41
7, 8	25,400	17,500	7,900	31
9, 10	37,900	17,300	20,600	54
11, 12	30,900	18,800	12,100	39
13, 14	26,800	18,600	8,200	31

Betald energi medelv "Villa -70" = 28,010 kWh/år

" "Villa -80" = 16,750 "-

Genomsnittl bespar. "Villa -80" = 11,260 "- = 40 %

TAB 16 Betald energi per volymenhet

Hus	Betald energi kWh		Byggvolum m ³		Betald energi per m ³ byggnadsvolum, kWh	
	Inkl garage	Exkl garage	Inkl garage	Exkl garage	Inkl garage	Exkl garage
1	10,600	10,600	513	417,7	20,6	25,4
2	21,500	21,500	513	417,7	41,9	51,5
3	18,300	16,000	597,9	495,1	30,6	32,3
4	27,100	24,800	597,9	495,1	45,3	50,1
5	16,250	13,300	567,6	454,2	28,6	29,3
6	27,350	24,400	567,6	454,2	48,2	53,7
7	17,500	17,500	618,3	477,6	28,3	36,6
8	25,400	35,400	618,3	477,6	41,1	53,2
9	17,300	14,000	893,7	767,3	19,4	18,2
10	37,900	34,600	853,7	767,3	42,4	45,1
11	18,800	15,900	663,3	568,8	28,3	28,0
12	30,900	28,000	663,3	568,8	46,6	49,2
13	18,600	16,100	540,2	357,4	34,4	45,0
14	26,800	24,300	540,2	357,4	49,7	68,0
Medelvärde	"Villa -70" kWh/m ³				44,8	52,6
"	"Villa -80" "-"				27,2	30,6

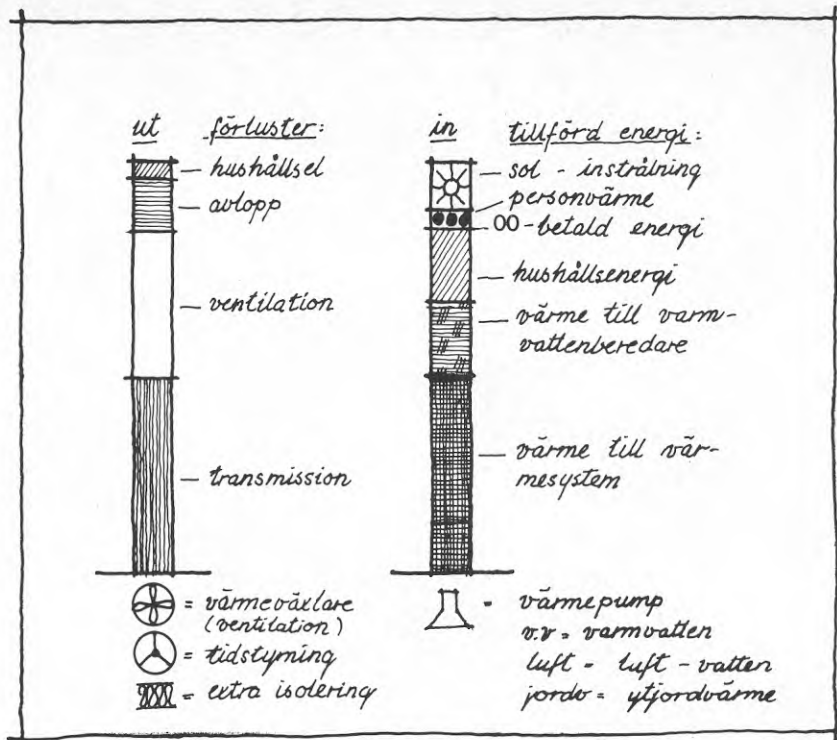


FIG 76 Redovisning av energibalans
Beteckningar

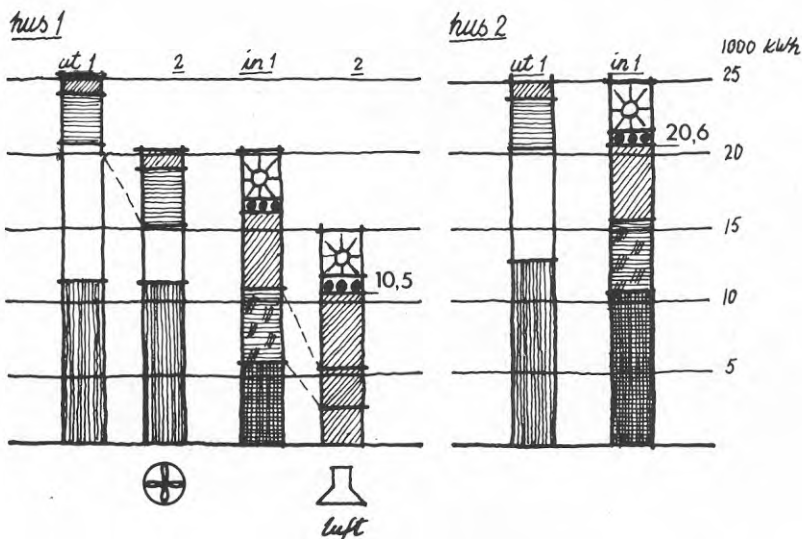
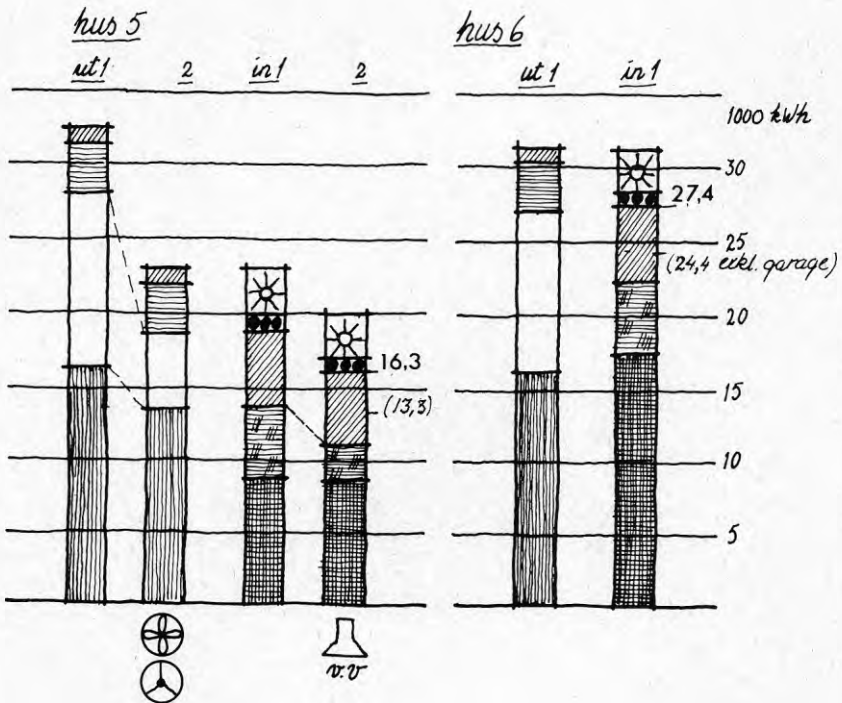
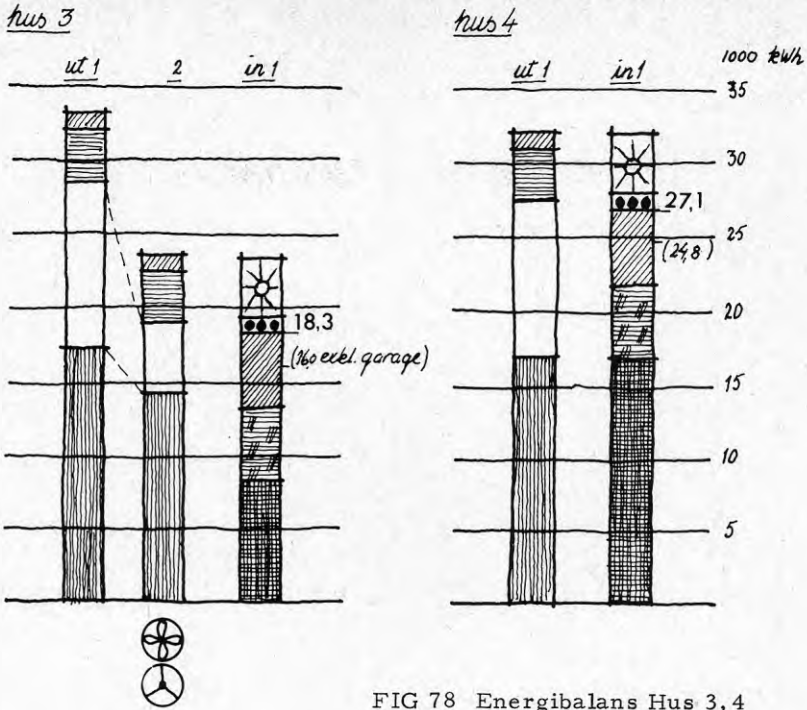


FIG 77 Energibalans Hus 1, 2



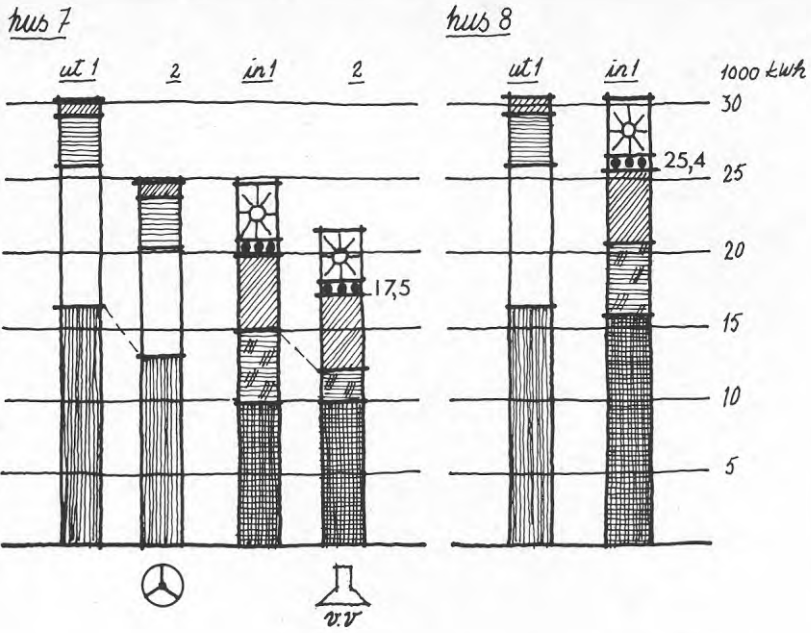


FIG 80 Energibalans Hus 7, 8

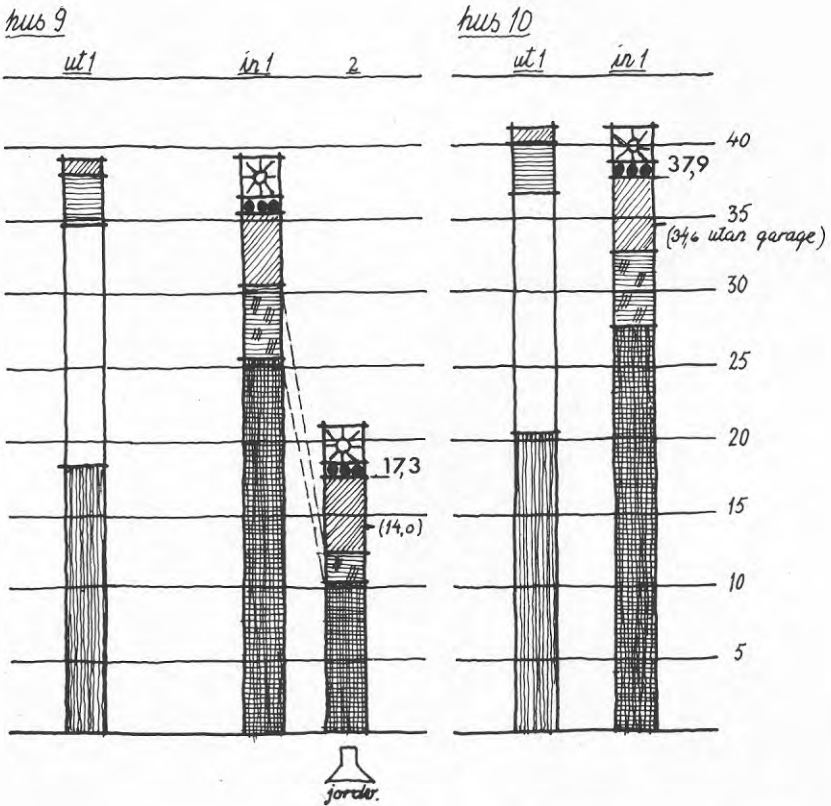


FIG 81 Energibalans Hus 9, 10

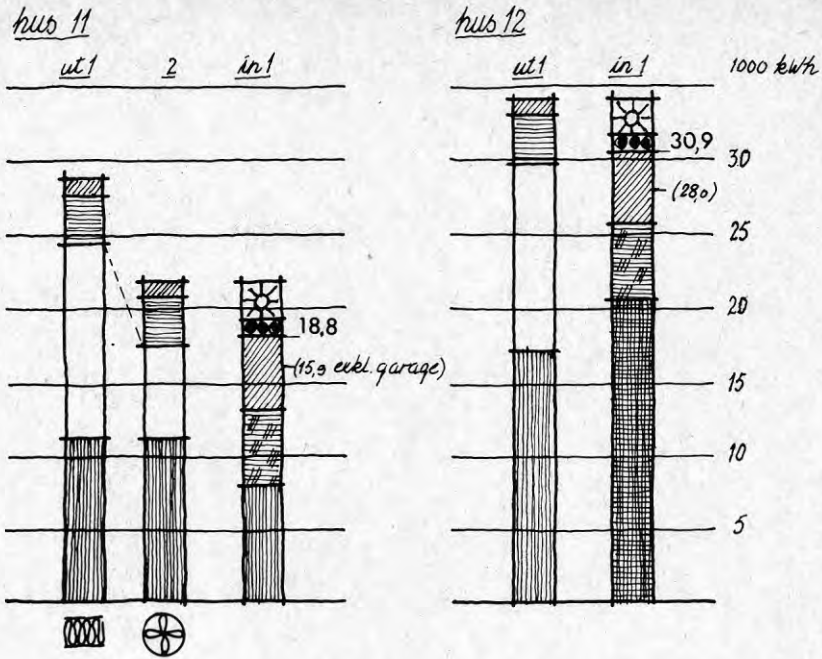


FIG 82 Energibalans Hus 11, 12

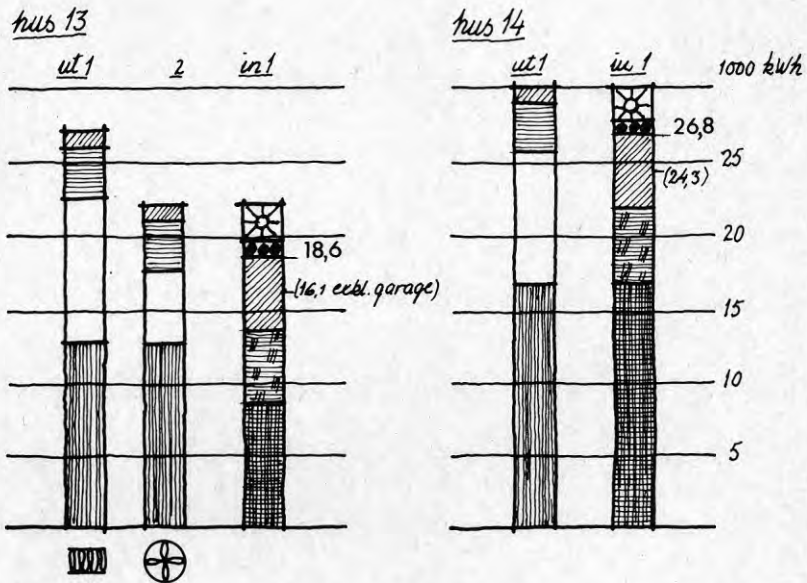


FIG 83 Energibalans Hus 13, 14

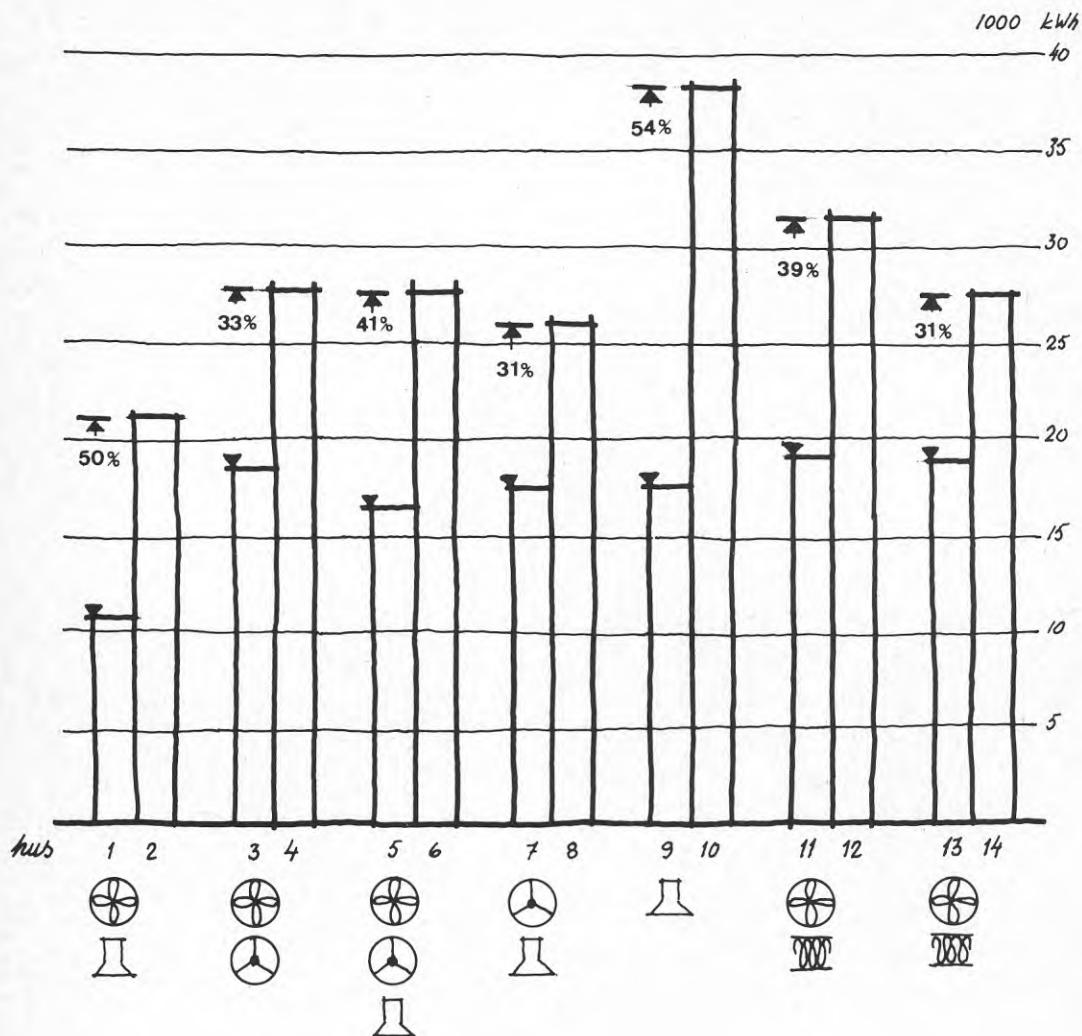


FIG 84 Energibalansberäkning. Betald energi i olika hus. Beräknad besparing i "Villa-80" - husen i jämförelse med "Villa-70" - husen.

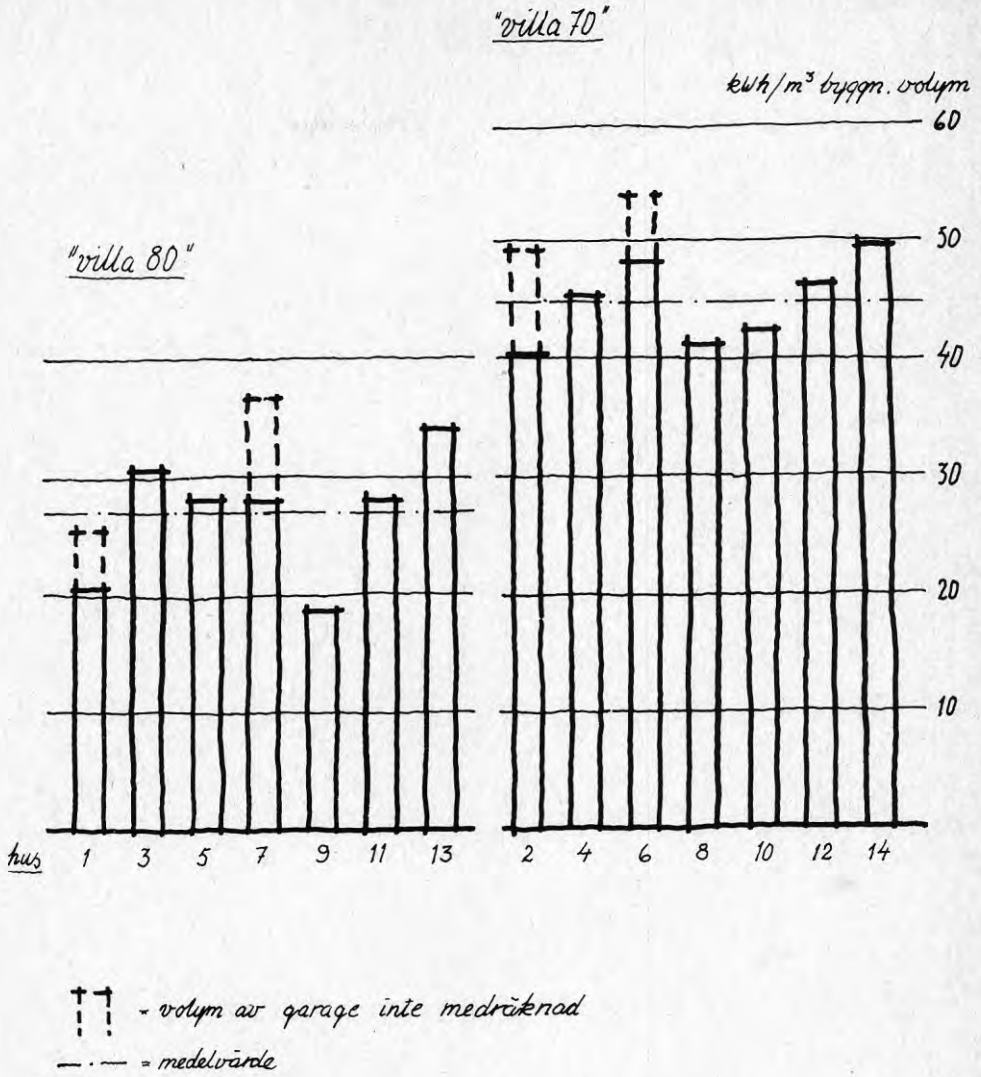


FIG 85 Energiförbrukning - betald energi - per m³ byggnadsvolym.

6.3 Producenternas uppgifter

I samband med ansökan om byggnadslov infordrade byggnadsnämnden uppgifter om energiförbrukningen i husen. De värden som anges för husen 6, 10-12 överensstämmer i det närmaste helt med den gjorda energibalansberäkningen. I övriga fall ligger producenternas värden högre än värdena i beräkningen. Hus 3, 4 ligger något lägre. Medelbesparingen blir 39 % mot beräkningens 40. TAB 17.

TAB 17 Av producenterna angiven, beräknad energiförbrukning

Hus	Förbrukning kWh	Besparing "Villa -80"
1	16.000 1) 2)	24 %
2	21.000 2)	
3	16.500 2)	63 %
4	26.000 2)	
5	20.000	29 %
6	28.000	
7	3)	9.800 kWh
8	3)	
9	22.500	36 %
10	35.000	
11	18.800	34 %
12	28.600	
13	17.500 1)	46 %
14	32.500 2)	
medelvärde		39 %

1) Värdet angivet exkl värmepump

2) Exkl varmvatten

3) Inte angivet

Husen har provtryckts vid 50 Pa. Läckaget har undersökts, dels vid övertryck, dels vid undertryck, enligt den av Statens Provninganstalt angivna metoden. För att få en uppfattning om hur stor del av läckagen som skedde genom fönster och dörrar har husen först provtryckts med igentejpade springor i fönster och dörrar och sedan tryckts på nytt sedan tejpens avlägsnats.

Före 1977-07-01 fanns inga specificerade krav för husens täthet - i SBN -67 angavs vissa generella krav på vindtäthet. Från 1 juli 1978 skall husen ha sådan täthet, att de vid provtryckning vid 50 Pa högst ger 3 luftomsättningar per timme. Från 1 juli 1977 får husen genom generell dispens ha en täthet som överskrider värdet med 50 % - alltså luftomsättningen 4,5 gånger. Samtliga hus klarade kravet 4,5 luftomsättningar, medan hus 7 och 8 (Elementhus) hade 3,8 resp 4,3 luftomsättningar som medelvärde och således inte skulle klara utgångskravet 3,0 luftomsättningar. De övriga husen hade mellan 0,5 och 2,2 luftomsättningar per timme. TAB 18, FIG 86.

Skillnaden i luftomsättningar vid provning med tejpade fönster och dörrar och med tejpens borttagen är ett mått på läckaget i fönster (båge-karm) och i dörrar (dörrblad-karm). Den relativt grova provningsmetoden gör dock att värdena mer ger en antydning av otätheterna än ett exakt värde på fönstrens och dörrarnas otäthet. Klart är t ex att ganska stora otätheter i fönster och dörrar finns i hus 7. Även hus 5 och 6 har sådana otätheter.

Kommentarer

I stort stämmer de subjektiva iakttagelser som gjorts under byggperioden med de resultat som erhållits vid provtryckningarna. Både konstruktiva lösningar, arbetsmetodik och arbetsutförande har helt klart inverkat på de resultat man erhållit i de olika husen.

Hus 1 och 2. Vid en första provtryckning av hus 2, innan huset var inflyttinflyttningsklart, erhöles ett provvärde av c:a fyra omsättningar per timme. Efter den provtryckningen tejpade byggaren kring rörgenomgångar och ventilationskanaler och vid andra kända otätheter och vid en senare provtryckning erhöles man de värden som redovisas och som överensstämmer med hus 1. En ganska omfattande tejpning av plastfolien förekom i båda husen.

Hus 3 och 4. Den konstruktiva lösningen med plastfolien indragen i väggen och med folien obruten vid bjälklags- och takupplag har tillsammans med ett noggrant arbete gett de låga värdena. Det något lägre värdet i hus 4 kan möjligen förklaras av att man i det huset använde en kraftigare, bredare folie än i hus 3. Folierna hade få skarvar och de tejpades.

Hus 5 och 6. Husen är hopbyggda med garagen och någon tätning kring dörren (karm-vägg) mellan lägenhet och garage förekom inte. Garageportarna var mycket otäta vid provtryckningstillfället.

Från elcentralerna i husen gick ett par tomma 16 mm rör ut i kallutrymmen. Dessa rör var inte tätade vid provningen. Entrédörrarna var mycket otäta, vilket också framgår av jämförelsen mellan värdena för tejpade och värdena för otejpade dörrar, fönster. Även värmefotograferingen visar detta. Arbetsmetodiken på fabrik och ett väl kontrollerat arbetsutförande bör ge ett gott resultat. Utan de ovan angivna bristerna bör ett ännu lägre luftomsättningstal gå att erhålla.

Hus 7 och 8. Efter väggmonteringen fanns otätade fogar mellan elementen - plastfolien täckte inte fogarna - och någon annan fogtätning förekom inte heller. Även i andra delar av husen förekom partier utan plastfolie eller annan tätning. Över huvud lade man ner lite arbete för att husen skulle bli täta och något intresse fanns inte hos producenten för att lösa täthetsproblemen. Kravet borde vara att åtminstone "Villa -80"-huset har en täthet under tre omsättningar vid provtryckning.

Otätheten i fönster och dörrar är påfallande stor.

Hus 9-12. Ett omfattande arbete med tejpning och tätning förekom i dessa hus, vilket också avspeglas i provningsresultaten i husen 11, 12. Att husen 9, 10 hade större luftomsättning vid provningarna kan sannolikt till viss del skyllas på källarvåningarna och svårigheten att täta ventiler vid provningarna.

"Masonite"-balkarnas form - med liv och fläns - försvårade tätning, tejpning, främst vid bjälklagsupplagen. Troligen kan man genom vidareutveckling av konstruktioner och metodik skapa mindre arbetskrävande sätt för tätningen.

Hus 13 och 14. Någon plastfolie eller tätning förekom inte i väggen mellan garage och lägenhet. Dörren till garaget var inte tätad. Garageporten var en standardport med normalt dålig täthet. På grund av att man fick regnvatten i isoleringen och på plastfolien i taket i ekonomidelen i hus 13 skar man upp folien på flera ställen för att få bort vattnet. Innan innertaket sattes in sattes en ny folie upp under den sönderskurna. Denna tejpades inte. Mycket arbete lades ner på tätning, både med tejp och elastisk fogmassa. Det är därför svårt att förklara att man erhöll dubbelt så stor luftomsättning som i t ex husen 3-6, 11 och 12. Orsaken kan möjligen vara otätheten mot garagen.

Att klara normkravet 4,5 omsättningar per timme förefaller i stort sett vara möjligt genom att ha plastfolie på väggar och i tak. Kravet tre luftomsättningar torde heller inte kräva särskilt omfattande åtgärder. Det går sannolikt att klara med folie väl överlappad och tejpad i skarvar och genom att låta folien täcka springor runt fönster och längs syll.

Vid bjälklagsupplag kan särskilda åtgärder erfordras.

Tydligt är också att man genom rationella lösningar med samma enkla metoder och ett gott arbetsutförande kan erhålla täthet av storleksordningen 0,5 luftomsättningar per timme vid 50 Pa. Behovet och önskvärdheten av en sådan täthet är en annan fråga.

När man jämför provtryckningsresultaten och de olika sätt på vilka man praktiskt löst problemen är spännvidden mellan de sämsta resultaten (hus 7, 8) och övriga resultat anmärkningsvärd. I hus 7, 8 hade man ytor där plastfolien var bruten eller saknades. I de övriga husen har man genomgående arbetat mycket seriöst för att få bra provtryckningsresultat. Medelvärdet för de husen ligger på 1,5. Man kan därför ifrågasätta om inte värdet 4,5 är ointressant när man talar om täta hus. Troligen har det byggts många hus med betydligt större täthet långt innan SBN -75 började gälla. Sannolikt är också värdet 3 luftomsättningar ett högt värde som man med stor lätthet kan underskrida med enkla medel även i trähus sedan tekniken utvecklats. Det är därför mycket viktigt att man snabbt fastställer vilken betydelse och vilka konsekvenser större täthet har och avpassar kraven till denna nivå. Praktiskt kan lägre värden än de som nu är normerade klaras med relativt enkla medel.

TAB 18 Antal luftomsättningar i husen vid provtryckning vid 50 Pa

UT= undertryck, ÖT= övertryck

Hus	Antal luftomsättningar						Skillnad medelv
	Tejpade fönster, dörrar			Inte tejpade fönster, dörrar			
	UT	ÖT	medelv	UT	ÖT	medelv	
1	1,3	1,7	1,5	1,6	1,8	1,7	0,2
2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	0
3	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0
4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,1
5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	0,2
6	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3	0,3
7	3,5	3,3	3,4	3,7	3,8	3,8	0,4
8	-	-	-	4,6	4,0	4,3	-
9	1,7	1,7	1,7	1,9	1,7	1,8	0,1
10	2,2	1,8	2,0	2,4	1,9	2,2	0,2
11	-	-	-	1,3	0,7	1,0	-
12	0,9	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	0,1
13	1,1	1,1	1,1	2,2	2,2	2,2	(1,1)
14	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	0,1

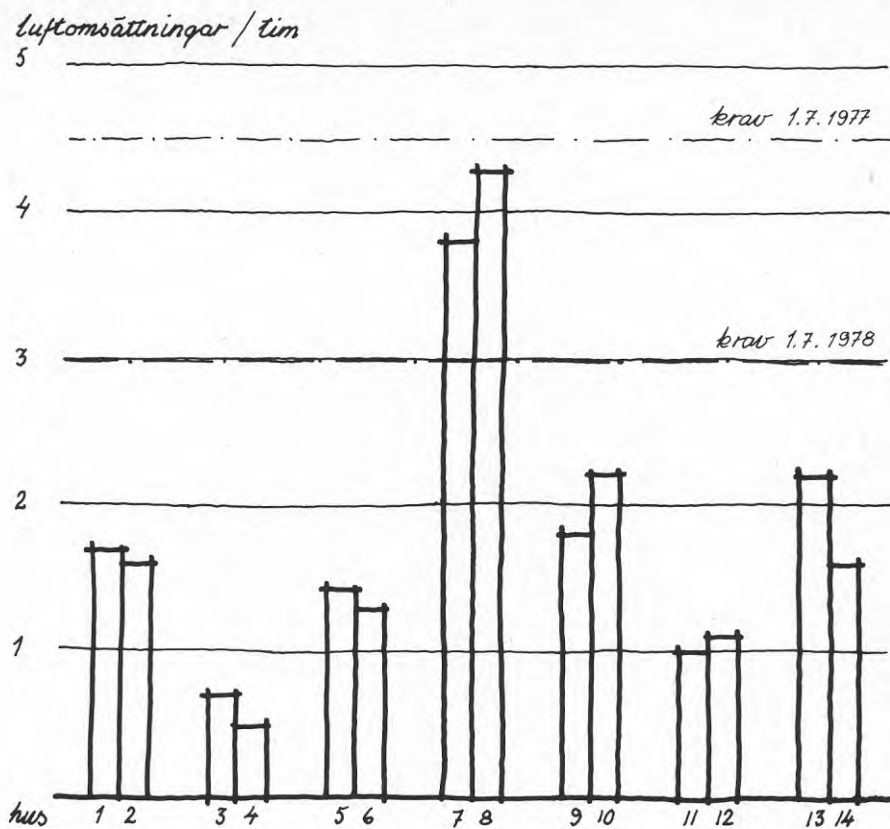


FIG 86 Täthetsprovning. Antal luftomsättningar per timme. Medelvärde för övertryck och undertryck.

8 VÄRMEFOTOGRAFERING

Värmefotografering (termografering med IR-kamera) har genomförts för att kontrollera värmeisoleringens utförande. Man har då kunnat kartlägga brister i både isolerings- och täthetsfunktionen.

8.1 Bedömning av brister

Bedömningen av om en iakttagen brist i en viss byggnadsdel varit acceptabel eller bristfällig har gjorts erfarenhetsmässigt enligt de grunder som anges av Axén, Pettersson /4/. Bristfällig funktion bedömdes föreligga om

- ytpartiets nedkylning ansågs motsvara en reduktion av c:a 40 % av föreskriven isoleringstjocklek. Den nedkylda ytans storlek var mer än c:a 20 % av aktuell byggnadsdel i viss rumsenhet.
- uppmätt lufthastighet hos inläckande luft invid läckageställe var större än 0,3 - 0,4 m/s vid ett normalt tryckfall av c:a 5 Pa över konstruktionen och luftläckning omfattade mer än 30 % av löpmeter fog eller anslutning
- uppmätt lufthastighet invid läckageställe var mer än 1-2 m/s vid ett normalt tryckfall av 5 Pa eller om konvektiva luftrörelser förekom i konstruktionen, varvid bedömning gjordes med hänsyn till kravet på dels god energihushållning, dels gott inomhusklimat samt risk för skador.

8.2 De olika husen

Varje ytdel hos omslutande byggnadsdelar har undersökts med värmekameran och brister har dokumenterats med bilder. Bristerna har endera bedömts vara av sådan omfattning att de "kan accepteras" eller av sådan omfattning att de "bör åtgärdas". TAB 19.

De brister som "kan accepteras" har så liten omfattning att de i stort påverkar isolerings- och täthetsfunktionen i mycket liten omfattning. De brister som "bör åtgärdas" är inte alltid direkt jämförbara. En brist kan vara sådan att den endast påverkar inomhusklimatet och energiförbrukning i begränsad omfattning, medan en annan brist kan vara så omfattande att den ger hygieniska olägenheter. En jämförelse av antalet brister ger dock en viss bild av husens isoleringsstatus.

Husen 2 och 8 har de flesta bristerna som "bör åtgärdas". Många av dessa brister har också enligt slutomdömena nedan sådan omfattning, att de direkt påverkar husens kvalitet. Med undantag för husen 9, 10 har "Villa -70"-husen betydligt fler brister som bör åtgärdas än motsvarande "Villa -80"-hus. I flera fall (hus 2, 6, 8, 12) är skillnaden markant. TAB 19.

TAB 19 Termografering. Registrerade brister

Hus	Antal registrerade brister	
	Kan accepteras	Bör åtgärdas
1	5	7
2	0	27
3	3	3
4	3	4
5	5	5
6	2	12
7	0	7
8	0	17
9	3	4
10	1	3
11	5	1
12	1	9
13	1	1
14	4	2

För varje hus har man gett ett sammanfattande slutomdöme (Mer detaljerade uppgifter redovisas i BILAGA 2).

- Hus 1 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna var god. Brister med luftläckage i golvvinkeln i bottenplanet och i takvinkeln i övre planet konstaterades. De var av ringa omfattning. Luftläckage i golvvinkeln i anslutning till stödbensväggen var generellt.
- Hus 2 De brister som konstaterades med direktgenomblåsningar i golv- och takvinklar och nerkylningar i konstruktionen var generella och har en kraftig negativ inverkan på inomhusklimatet.
- Hus 3 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätningen i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.
- Hus 4 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätning i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.
- Hus 5 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätning i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.
- Hus 6 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var begränsade men förekom på ett flertal ställen.

- Hus 7 Väggs- och taktytor hade god isoleringsfunktion. De brister med direktgenomblåsning i takvinklarna i bottenplan som konstaterades var generella. Väggytor med ojämn isoleringsfunktion förekom i ringa omfattning.
- Hus 8 De brister med direktgenomblåsning i takvinklarna som konstaterades i bottenplanet och övre planet samt i golvvinklarna i övre planet var generella.
I de väggar som är platsbyggda i övre planet hade väggytorna ojämn isoleringsfunktion.
- Hus 9 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.
- Hus 10 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.
- Hus 11 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god.
- Hus 12 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionen och tätningen var god, med undantag för takvinklar i bottenplanet som generellt hade luftläckage.
- Hus 13 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god.
- Hus 14 Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.

Kommentarer

Det är allvarligt att hus i ett projekt av denna typ byggs med så många brister som konstaterats i hus 2 (Ekohus). Så omfattande brister att de antas få en kraftig, negativ inverkan på inomhusklimatet. Även resultatet i hus 8 (Elementhus) kan diskuteras.

Som angivits i kapitlet om arbetsutförandet konstaterades redan under byggnadstiden, att det fanns betänkligheter och brister i de två företagens hus. Värmefotograferingen utgör en bekräftelse på iakttagelserna. Samtidigt visar värmefotograferingen att det kan vara svårt att via okulärbesiktningar bestämma ett byggfels hela utbredning och betydelse för slutresultatet. Att husen 1 resp 7 har bättre status kan bero på att man varit noggrannare i "Villa -80"-husen, men troligen har slumpen spelat in i hög grad.

Även i de övriga husen har brister som konstaterades okulärt många gånger även kommit fram vid värmefotograferingen. Man kan också konstatera att när man vid den okulära uppföljningen fått intrycket att arbetsutförandet varit noggrant, då har de brister som framkommit vid värmefotograferingen varit få och av liten omfattning.

De två hus som har extra isolering utöver kraven i SBN -75 (hus 11 och 13) har enligt värmefotograferingen "de allra bästa resultaten" - få registrerade, allvarliga brister. Om orsaken till detta är att man varit speciellt noggranna i dessa hus eller om den extra isoleringen skapat en säkrare konstruktion är svårt att säga - troligen har båda orsakerna spelat in.

Om, och i vilken omfattning de konstaterade bristerna har betydelse för inomhusklimatet och energiförbrukningen kan, när det gäller flertalet av bristerna, endast konstateras genom den framtida uppföljningen i boendeskedet.

8.3 Vanliga brister

De brister i isolerings- och täthetsutförandet som uppträder och konstateras i småhus är vanligen lokaliserade till vissa bestämda punkter /4/. FIG 87. Dessa hus utgör inga undantag, FIG 88-103.

Av de brister som konstaterats är endast ett fåtal sådana som kan klassas som isoleringsfel. Huvuddelen av bristerna är luftläckage.

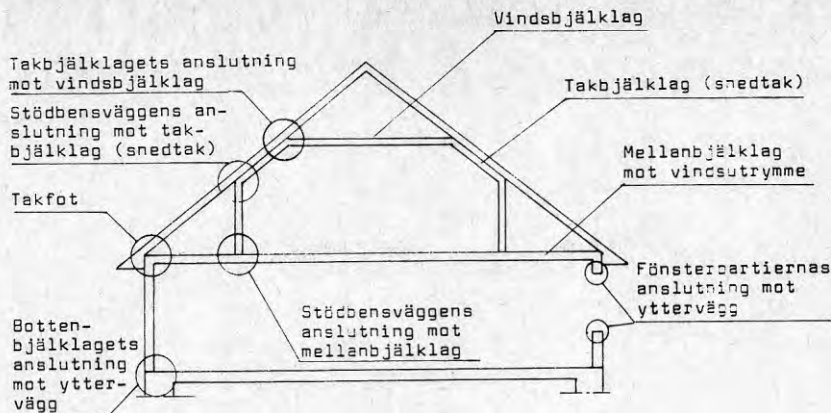


FIG 87 De ur värmeisolerings- och täthetssynpunkt känsliga konstruktionsdelarna /4/

GRÄTSONSBILD

ISOTERMBILD

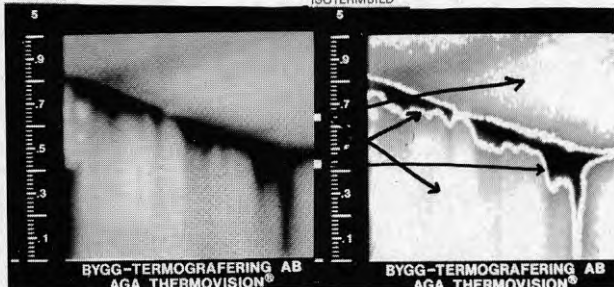


FIG 88 Termogram. Ytparti vid takvinkel med luftläckage. det mörka området har en typisk "tandad" kontur, vilket tyder på inläckning av kall uteluft. (Hus 6. $t_u + 2^\circ$, $t_i + 20^\circ$, $p - 20 \text{ Pa}$)

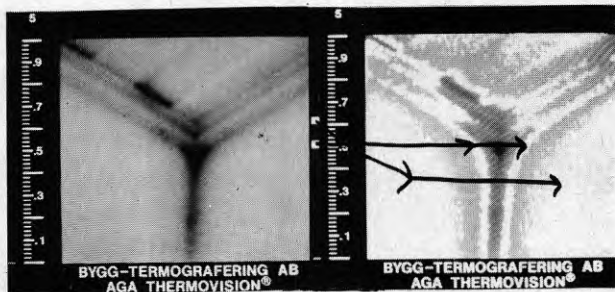


FIG 89 Termogram. Ytparti vid takvinkel med god tätning. (Hus 13. $t_u - 2^\circ$, $t_i + 20^\circ$, $p - 5 \text{ Pa}$)



FIG 90 Termogram. Ytparti vid takvinkel. Nedkylning i takyta pga att kall luft läcker in i bjälklagskonstruktionen.
(Hus 2. $t_u -6^\circ$, $t_i +20^\circ$,
 $p -10 \text{ Pa}$)^u

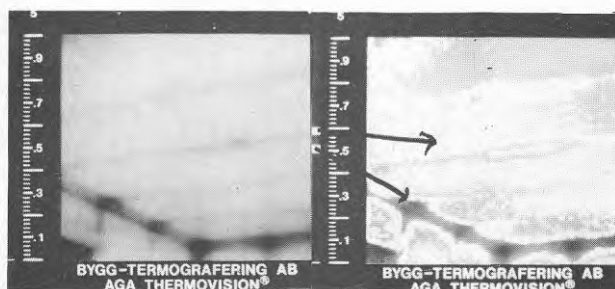


FIG 91 Termogram. Ytparti vid takvinkel. Jämn temperaturfördelning i takytan tyder på god funktion hos isolering och tätning.
(Hus 14. $t_u -8^\circ$, $t_i +20^\circ$,
 $p -20 \text{ Pa}$)

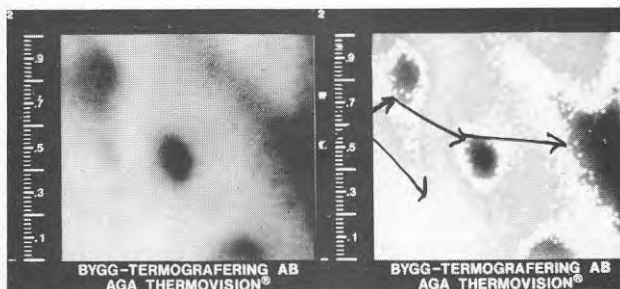


FIG 92 Termogram. Nedkyld väggyta. Nedkylning pga bristfällig utfyllnad av isoleringsmaterialet.
(Hus 8. $t_u +2^\circ$, $t_i +20^\circ$,
 $p -8^\circ \text{ Pa}$)^u

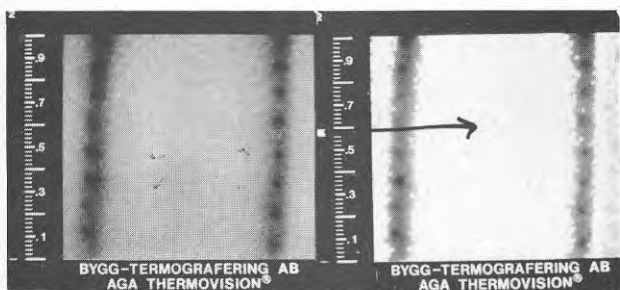


FIG 93 Termogram. Väggyta. Jämn temperaturfördelning i väggytan tyder på god funktion hos isoleringen.
(Hus 12. $t_u -12^\circ$, $t_i +20^\circ$,
 $p -20 \text{ Pa}$)

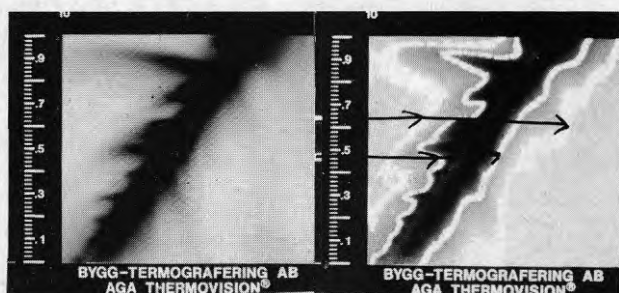


FIG 94 Termogram. Ytparti i takvinkel vid snedtak. Luftläckage pga bristande tätning. (Hus 2. $t_u -6^\circ$, $t_i +19^\circ$, $p -5 \text{ Pa}$)^u

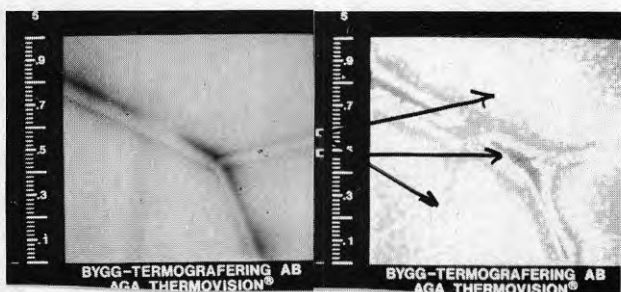


FIG 95 Termogram. Ytparti i takvinkel vid snedtak. God tätning. (Hus 7. $t_u -3^\circ$, $t_i +19^\circ$, $p -20 \text{ Pa}$)^u

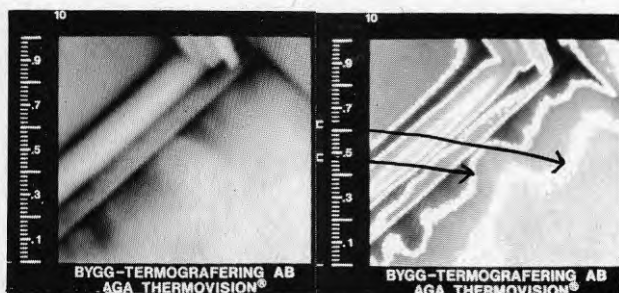


FIG 96 Termogram. Ytparti vid fönsterkarm. Luftläckage pga bristande tätning av fog mellan karm och vägg. (Hus 2. $t_u -6^\circ$, $t_i +19^\circ$, $p -10 \text{ Pa}$)^u

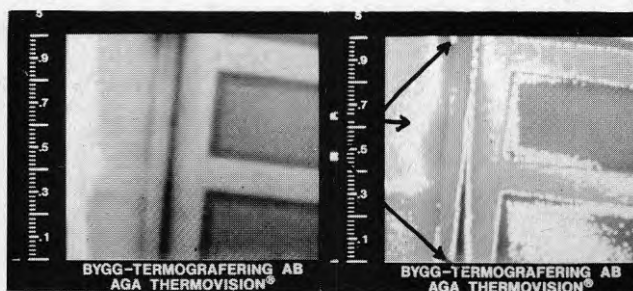


FIG 97 Termogram. Ytparti vid karm till ytterdörr. God funktion hos tätningen av fog mellan karm och vägg. (Hus 4. $t_u +1^\circ$, $t_i +22^\circ$, $p -60 \text{ Pa}$)^u

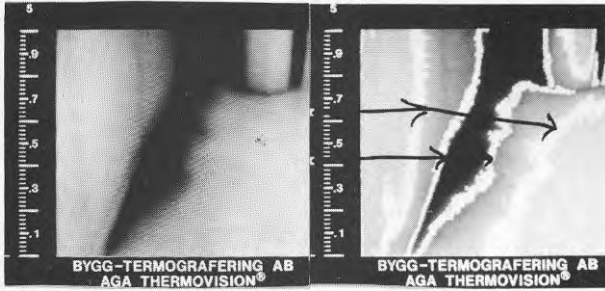


FIG 98 Termogram. Ytparti vid golvvinkel. Luftläckage pga bristande tätning vid syll.
(Hus 2. $t_u -6^\circ$, $t_i +20^\circ$, $p -15 \text{ Pa}$)^u

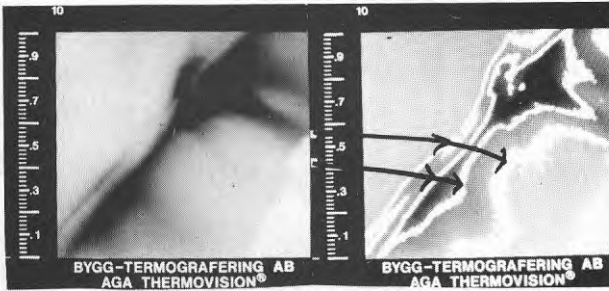


FIG 99 Termogram. Ytparti vid golvvinkel. Luftläckage pga bristande tätning vid stödbensvägg i övre plan.
(Hus 2. $t_u -6^\circ$, $t_i +19^\circ$, $p -10 \text{ Pa}$)^u

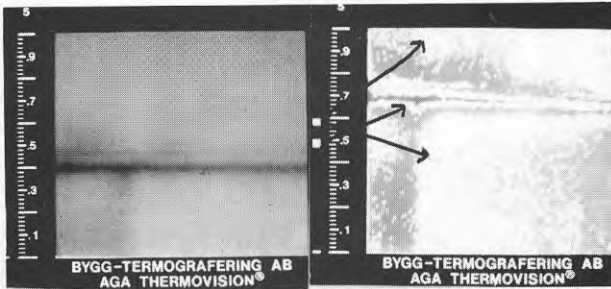


FIG 100 Termogram. Ytparti vid golvvinkel. God tätning.
(Hus 6. $t_u +2^\circ$, $t_i +20^\circ$, $p -20 \text{ Pa}$)^u

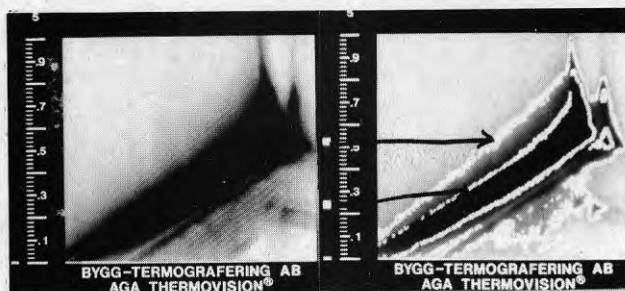


FIG 101 Termogram. Ytparti vid entrédörr. Luftläckage pga dålig tätning mellan dörrblad och tröskel. (Hus 5. $t_u +2^\circ$, $t_i +21^\circ$, $p -13 \text{ Pa}$)^u

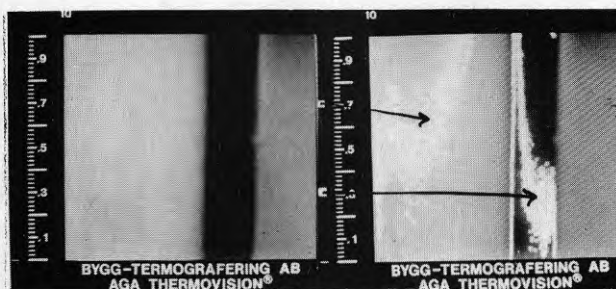


FIG 102 Termogram. Ytparti av vägg och passbit mellan vägg och högskåp. Kallras och nedkyllning pga att utrymmet bakom passbiten saknar isolering. (Hus 12. $t_u -12^\circ$, $t_i +20^\circ$, $p -25 \text{ Pa}$)^u

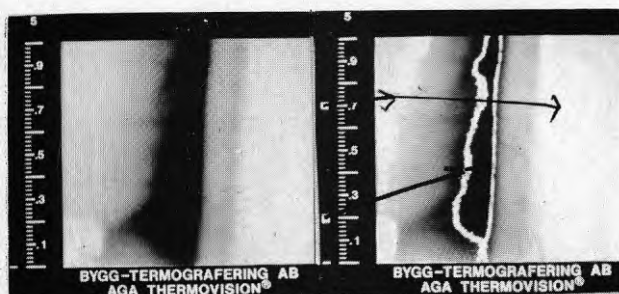


FIG 103 Termogram. Ytparti vid vägghörn. Kallras och ev luftläckage i mellanvägg mot på insidan isolerad vägg av "Leca"-block i källarplan. (Hus 9. $t_u -6^\circ$, $t_i +15^\circ$, $p -7 \text{ Pa}$)^u

9 KOSTNADER

9.1 Kostnader för husen

Husen är statligt belånade. Försäljningspriset har fastställts av förmedlingsorgan och länsbostadsnämnd. Man har godkänt 25 % överkostnad räknat på pantvärdet.

Det godkända försäljningspriset för "Villa -80"-husen varierar mellan c:a 340.000 och 410.000 vid kostnadsläget november 1976 (medelvärde 372.000) och mellan c:a 335.000 och 405.000 för "Villa -80"-husen vid samma kostnadsläge (medelvärde 361.000). TAB 20.

I låneunderlaget ingår tillägg för energibesparing med mellan 10-14.000 för "Villa -80"-husen och med 2.000 kr för "Villa -70"-husen.

Husproducenterna har angivit en produktionskostnad som för 11 av husen överskrider försäljningspriset. Största "överkostnaden" 24 % redovisas för hus 1. Det betyder att den angivna produktionskostnaden överskrider pantvärdet med 55 %. För hus 11 och 12 anges en produktionskostnad som underskrider försäljningspriset med c:a 5 % - c:a 20 % över pantvärdet. TAB 20.

Om den angivna produktionskostnaden slås ut på byggnadsvolymen varierar den mellan 825 kr/m³ för hus 1 och 525 kr/m³ för hus 12. Husen 9 och 10 - med källare - har lägre kostnad - 470 resp 480 kr/m³. I "Byggmästarnas kostnadskalkylator 1977/78" /3/ anges erfarenhetsmässigt framtagna kubikmeterkostnader. Som riktvärden efter 1 juli 1977 anges byggnadskostnaden 485 kr/m³ byggnadsvolym för normala småhus med källare och 590 kr/m³ för källarlösa småhus. Med tillägg för tomtkostnaden - c:a 65 kr/m³ byggnadsvolym - blir produktionskostnaden 550 kr/m³ för hus med källare och 655 kr/m³ för hus utan källare. Av de källarlösa "Villa -70"-husen ligger tre av husen över och tre under detta värde. Högsta värdet ligger 120 kr/m³ över värdet och det lägsta 130 kr/m³ under.

Medelvärdet för de källarlösa "Villa -70"-husen är 641 kr/m³. Motsvarande värde för "Villa -80"-husen är 668 kr/m³. För samtliga källarlösa hus 655 kr/m³.

Om försäljningsprisen räknas upp med index till juli-augusti 1977 och omvandlas till kubikmeterpris blir medelvärdet för samtliga källarlösa hus 648 kr/m³ (Index nov 2200, mars 2306, juli-augusti 2382).

Produktionskostnaden per volymenhet varierar kraftigt - t ex från 525 kr/m³ till 775 kr/m³ för "Villa -70"-husen. Troligen spelar flera faktorer in, men det är knappast en tillfällighet att det företag (ABV) som under uppföljningsperioden gett intrycket av mycket rationellt och välplanerat byggande har den lägsta produktionskostnaden.

Sannolikt har också förhållandet att ABV byggt fyra hus mot de övriga endast två något påverkat kostnaderna. Det stämmer också med iakttagelserna under byggtiden att Eko-hus har de högsta kostnaderna. Man fick intrycket att planering helt saknades och att arbetsledningen var inkompetent. Ume-hus har byggt hustyper - enplanshus - som får höga volymkostnader. Olaus Forsberg har provat olika produktionssystem i de två husen. Man har arbetat hantverksmässigt och noggrant. De elementbyggande företagen Nordkalotthus och Elementhus ligger båda under medelkostnaden per volymenhet.

Av de här redovisade värdena kan man konstatera att medelvärdet för de redovisade produktionskostnaderna per volymenhet ligger något högre (7 kr/m^3) än motsvarande värden, baserade på de godkända försäljningspriserna. Man kan också konstatera att produktionskostnaderna per volymenhet för denna husgrupp väl överensstämmer med de erfarenhetsmässigt framtagna värden som anges i publikationen "Byggmästarnas kostnads-kalkylator". De försäljningspris som godkänts för husen innefattar 25 % överkostnad, räknat på pantvärdet. Detta innebär att den genomsnittliga överkostnaden är något större än 25 % och att denna överkostnad knappast kan bedömas som exceptionellt hög för hus byggda på detta sätt - styckehus, små grupper.

TAB 20 Låneunderlag, godkänt försäljningspris och av producenterna angivna produktionskostnad för de olika husen

Hus	Låneunderlag		Försäljningspris		Produktionskostnad	
	tot 1.000 kr	varav tillägg	1.000 kr	kostn.läge	1.000	kr/m ³ b.vol
1	284	10	343	3.77	424	825
2	269	2	334	3.77	398	775
3	299	11	360	3.77	410	685
4	290	2	360	3.77	395	660
5	299	14	340	11.76	358	630
6	287	2	333	11.76	340	600
7	329	9	401	3.77	378	610
8	296	2	360	3.77	364	590
9	341	13	410	11.76	430	480
10	325	2	404	11.76	420	470
11	308	14	368	11.76	365	550
12	292	2	363	11.76	350	525
13	317	10	379	2.77	384	710
14	307	2	374	2.77	376	700

9.2 Kostnader för energibesparing

Extra kostnader för energibesparing - fördyringar - har uppsått dels för att uppfylla kraven i SBN -75, dels för extra energisparåtgärder i "Villa -80"-husen. Kostnaderna har angivits av respektive producent.

9.2.1 SBN -75

Fördyringen för de energibesparande föreskrifterna i SBN -75 - Supplement nr 1 - har av de olika producenterna angivits till mellan 7.500 och 24.000 kronor per hus. Detta innefattar kostnader för ökade isoleringstjocklekar, konstruktionstjocklekar, treglasfönster i stället för tvåglasfönster och tätningar. Delkostnaden för fördyrade tätningar varierar mellan 1500 och 6000 kronor per hus. TAB 21.

Varje angiven kostnad är bunden till den specifika lösningen i respektive hus. Kostnaderna är sannolikt också exceptionellt höga då de här är knutna till en förändring i ett enstaka fall.

Vid en fortlöpande produktion skulle merkostnaderna antagligen bli lägre. Byggandet har i flera fall inneburit ny teknik och kostnaden har bara kunnat jämföras med tidigare använd traditionell teknik. Umehus låga värden kan till viss del förklaras av att väggarnas isoleringstillägg gjorts med hårda skivor, utan extra regler. Att kostnaden för tätning är störst i ABV-husen förklaras bl a av att tätningen vid bjälklagsbalkarnas upplag i vägg krävde stor arbetsinsats för tejpnig. Att Elementhus inte har angivit någon kostnad för tätning beror helt enkelt på att någon extra tätning aldrig gjordes. Detta återspeglas också i resultaten av provtryckningarna.

Medelvärde av fördyringen för SBN -75 - Supplement nr 1 - vid de 14 husen är 17.200 kronor/hus. Av denna medelkostnad är 14.000 kronor/hus fördyring för isolering etc och 3.200 kronor/hus fördyring för tätningsåtgärder.

Om man med hjälp av den tidigare nämnda "Byggmästarnas kostnads kalkylator" /3/ beräknar kostnaden för ökad isolering, mer regler och treglasfönster blir fördyringen av storleksordningen 10-12.000 kronor för hus av den typ som finns i projektet.

Sett på kostnaden för husen varierar fördyringen för SBN -75 mellan 2,0 och 6,0 % av produktionskostnaden - medelvärde 4,5 %. TAB 21.

TAB 21 Angivna tilläggskostnader för energibesparande åtgärder med anledning av ökade krav i SBN -75

Hus	Fördyring		
	isol etc	tätning	% av produktionskostnad
1	12.000	3000	3,5
2	12.000	3000	3,8
3	15.000	5000	4,9
4	15.000	5000	5,1
5	13.000	2000	4,2
6	13.000	2000	4,4
7	18.000	0	4,8
8	18.000	0	4,9
9	18.000	6000	5,6
10	18.000	6000	5,7
11	16.000	5000	5,8
12	16.000	5000	6,0
13	6.000	1500	2,0
14	6.000	1500	2,0

9.2.2 "Villa -80"-husen

Den angivna fördyringen för de extra åtgärder för energibesparing som vidtagits i Villa -80-husen varierar mellan 9.500 kronor i hus 13 och 26.000 i hus 1 - medelvärdet är 15.300 kronor. Fördyringen utgör mellan 2,5 och 6,1 % av produktionskostnaden - medelvärdet är 3,9 %. TAB 22.

Den största fördyringen har uppstått där man installerat luftvärmepump och värmeåtervinning i ventilationssystemet - hus 1 - och den minsta fördyringen i hus som man extraisolerat och försett med värmeåtervinning i ventilationssystemet - hus 13 och 11. Fördyringen för jordvärmepumpen i hus 9 blir relativt moderat genom att jämförelsen är gjord med hus 10 som också har vattenburen värme men elpanna i stället för jordvärmepumpen. Den angivna merkostnaden för jordvärmepumpen, 13.000 kronor, förefaller dock mycket låg med hänsyn till kostnaden för anordningen och för läggningen av plastslangen.

TAB 22 Angivna tilläggskostnader för energibesparande åtgärder i "Villa -80"-husen

Hus	Fördyring		Anordning, åtgärd
	kr	% av produktionskostnad	
1	26.000	6,1	1-1 värmepump, värmeväxl-vent
3	15.000	3,7	värmeväxl-vent, tidstyrning
5	18.000	5,0	värmeväxl-vent, tidstyrning, värmepump-varmvatten
7	14.000	3,7	tidstyrning, värmepump-varmv
9	13.000	3,0	jordvärmepump
11	7.000 5.000	3,3	Värmeväxlare - ventilation extra isolering
13	6.000 3.500	2,5	värmeväxlare - ventilation extra isolering

9.2.3 Kostnad - besparing

Investeringskostnaden

Normalförbrukningen av energi för småhus i Umeå av denna storlek, byggda under senare år, brukar ligga mellan 35 - 40.000 kWh/år. Förbrukningens medelvärde för referenshusen i projektet är enligt energibalansberäkningen 28.000 kWh/år. Besparingen skulle då vara i genomsnitt c:a 10.000 kWh/år, vilket motsvarar 30 %. Om man beräknar förlusterna i ett hus med normal isolertjocklek före SBN -75 och antar att den ofrivilliga ventilationen genom sämre täthet är 0,2 omsättningar större än för SBN -75-hus och jämför värdena med referenshusens blir också besparingen c:a 10.000 kWh/år eller 30 %.

Med en antagen energibesparing av 30 % med hänsyn till kraven i SBN -75 kommer investeringskostnaden att bli mellan 0,68 kronor (hus 13, 14) och 1,73 kronor (hus 11, 12) per sparad kWh. Medelvärde 1,42 kronor/sparad kWh. TAB 23.

Som angivits tidigare är de angivna kostnaderna för åtgärderna enligt SBN -75 kanske i högsta laget utslaget på en löpande produktion. Kostnaden 10.000 kronor för åtgärderna har räknats fram teoretiskt.

Om den kostnaden sätts mot den genomsnittliga energibesparingen i husen genom kraven i SBN -75 (12050 kWh) blir investeringskostnaden per sparad kWh 0,83 kronor.

Investeringskostnaden per sparad kWh för de extra åtgärderna i "Villa -80"-husen varierar mellan 0,63 kronor/kWh och 2,67 kronor/kWh - medelvärde 1,53 kronor/kWh. Lägsta merkostnaden erhålls i huset med jordvärmepump (hus 9) och den högsta i huset med luftvärmepump (hus 1). TAB 23.

TAB 23 Sparad energi enligt energibalansberäkning och investeringskostnaden för sparad energi

Hus	SBN -75			Villa -70		
	Sparad energi (30 %) kWh/år	Invest kr	kostnad kr/kWh	sparad energi kWh/år	Invest kr	kostnad kr/kWh
1	8.800	15.000	1,70	10.000	26.000	2,67
2	8.800	15.000	1,70	-		
3	11.600	20.000	1,73	8.800	15.000	1,70
4	11.600	20.000	1,73	-		
5	11.700	15.000	1,28	11.000	18.000	1,62
6	11.700	15.000	1,28	-		
7	11.900	18.000	1,51	7.900	14.000	1,77
8	11.900	18.000	1,51	-		
9	16.200	24.000	1,48	20.000	13.000	0,63
10	16.200	24.000	1,48	-		
11	13.200	21.000	1,59	12.100	12.000	0,99
12	13.200	21.000	1,59	-		
13	11.000	7.500	0,68	7.500	9.500	1,26
14	11.000	7.500	0,68	-		

Årskostnaden

Årskostnaderna måste baseras på antaganden om avskrivningstid och räntelägen. Följande antaganden kan göras och årskostnaderna blir då:

SBN -75 (isolering, tätning, fönster etc)

Avskrivning 40 år

Medelränta 10 %

Om K är kostnaden för åtgärderna blir:

$$\text{Årskostnad} = \frac{K}{40} + \frac{10 \cdot K}{2 \cdot 100} = 0,075 K$$

Villa -80 (anordningar)

Avskrivning 15 år

Medelränta 10 %

Underhållskostnad 30 % av nuvärdet (K)

$$\text{Årskostnad} = \frac{1,3 K}{15} + \frac{1,3 \cdot 10 \cdot K}{2 \cdot 100} = 0,15 K$$

Den årliga kostnaden per sparad kWh blir då: Årskostnad/Sparad energi per år.

Med de gjorda antagandena kommer kostnaden för den energi som sparats genom SBN -75 i de olika husen att variera mellan 5,1 öre och 12,9 öre per sparad kWh - medelvärde 10,7 öre/kWh. TAB 24.

TAB 24 Kostnad för energibesparing. Genomsnittlig årskostnad och kostnad per sparad kWh vid avskrivningstiden 40 år för åtgärder enligt SBN -75 och 15 år för extra åtgärder i Villa -80. Genomsnittsränta 10 %

Hus	SBN -75				Villa -80			
	Bespar kWh	Kostnad anläggn kr	årskostn kr	öre/kWh	Bespar kWh	Kostnad anläggn kr	årskostn kr	öre/kWh
1	8.800	15.000	1.125	12,8	10.100	26.000	3.900	38,6
2	8.800	15.000	1.125	12,8	-	-	-	-
3	11.600	20.000	1.500	12,9	8.800	15.000	2.250	25,6
4	11.600	20.000	1.500	12,9	-	-	-	-
5	11.700	15.000	1.125	9,6	11.000	18.000	2.700	24,3
6	11.700	15.000	1.125	9,6	-	-	-	-
7	11.900	18.000	1.350	11,3	7.900	14.000	2.100	26,6
8	11.900	18.000	1.350	11,3	-	-	-	-
9	16.200	24.000	1.800	11,1	20.000	13.000	1.950	9,5
10	16.200	24.000	1.800	11,1	-	-	-	-
11	13.200	21.000	1.575	11,9	12.100	12.000	1.313	10,8
12	13.200	21.000	1.575	11,9	-	-	-	-
13	11.000	7.500	560	5,1	8.200	7.500	1.162	14,2
14	11.000	7.500	560	5,1	-	-	-	-

Lönsamheten

Den ekonomiska lönsamheten för de energibesparande åtgärderna är i hög grad beroende av kostnadsutvecklingen för energin. De angivna årskostnaderna är bruttokostnader. För den boende finns en nettokostnad - man får göra avdrag för räntan vid beskattningen. Inflationsutvecklingen påverkar också lönsamheten. I projektet känner man i detta läge bara den teoretiska, inte den verkliga energiförbrukningen vid olika åtgärder. De många okända faktorerna gör att lönsamhetsberäkningarna bara kan bli exempel vid vissa gjorda antaganden.

Om man antar avskrivningstiden 40 år och en energikostnadsutveckling om 10 % per år, räknat på nupriset, kommer de redovisade åtgärderna med hänsyn till SBN -75 i samtliga hus att vara lönsamma om energikostnaden idag är 4,3 öre/kWh eller högre (Värdet för husen med högsta årskostnaden, hus 3, 4). Skulle energiutvecklingen bli 5 % per år, räknat på merkostnaden, måste nupriset med samma förutsättningar vara 6,5 öre/kWh

eller högre för att investeringen som redovisas för hus 3, 4 skall vara lönsam.

Om man vänder på ekvationen och beräknar årsbesparingen enligt exemplet så skulle man med energipriset 10 öre/kWh idag i hus 13 och 14 spara 539 kr ¹⁾ första året och i genomsnitt 2.739 kr/år ²⁾ under hela avskrivningsperioden om energikostnadsutvecklingen är 10 %/år, räknat på nupriset och 1.639 kr/år om kostnadsutvecklingen är 5 %.

För hus 2 och 3 blir det en fördyring första året med 336 kr ³⁾ men en genomsnittlig årsbesparing under hela avskrivningsperioden av 1.983 kr/år ⁴⁾ vid 10 % årlig energikostnadsberäkning och 823 kr/år ⁵⁾ vid 5 %-ig kostnadsökning.

Med utgångspunkt från ovanstående exempel kan man anta att de åtgärder som SBN 75 innebär genomgående kommer att vara lönsamma.

Den kortare avskrivningstiden för "Villa -80" -åtgärderna gör att deras generella lönsamhet blir lägre. Om man antar avskrivningstiden 15 år för apparaterna och genomsnittsräntan 10 % och räknar på bruttokostnaden kommer åtgärderna i husen 9 och 11 att vara ekonomiskt lönsamma om nupriset för energin är 10 öre/kWh eller högre, oberoende av energikostnadsutvecklingen. De åtgärder som förekommer i hus 1 blir lönsamma först vid mycket hög elkostnad idag eller i framtiden. FIG 104.

1)	((10-5, 1) 11.000/100)
2)	((30-5, 1) 11.000/100)
3)	((10-12, 9) 11.600/100)
4)	((30-12, 9) 11.600/100)
5)	((20-12, 9) 11.600/100)

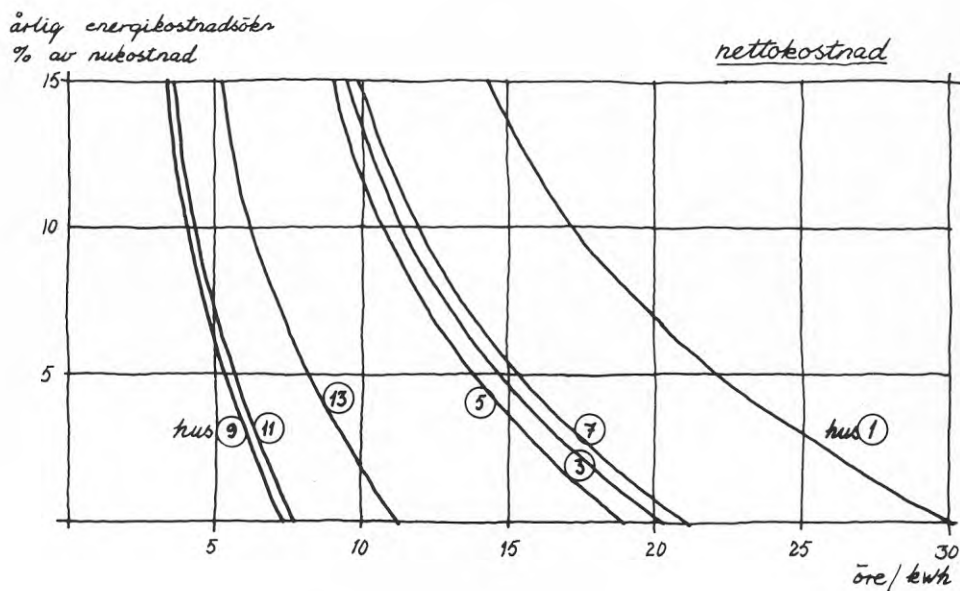
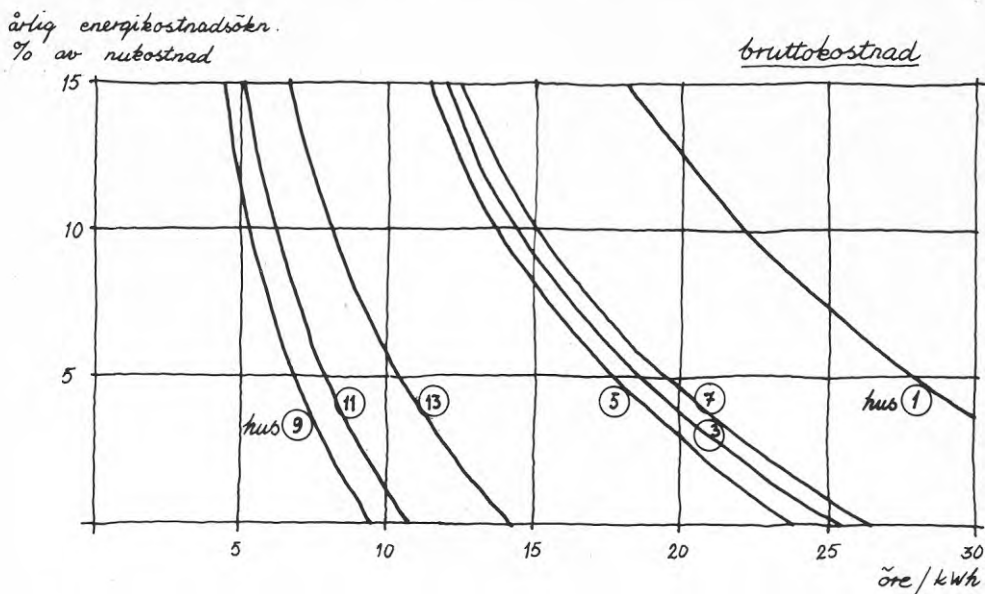


FIG 104 Exempel. Högsta nukostnad för ekonomisk lönsamhet hos "villa-80"-åtgärderna vid olika årlig energikostnadsökning. Genomsnittsränta 10%. Avskrivningstid 15 år. Nettokostnad vid 50 % marginalskatt. Energiförbrukning enligt energibylansberäkning.

10 KRAVUPPFYLLELSE

Förutsättningen för projektet var att man skulle bygga energisnåla småhus inom ramen för normal byggproduktion och minimikravet var då att uppfylla kraven på energihushållning i SBN -75.

I huvudsak har man uppfyllt normkraven. Dock kan ifrågasättas om normens krav beträffande arbetsutförande och tillsyn uppfyllts i ett par av husen.

I SBN kap 33:5 står:

"Värmeisolerande byggnadsdelar utförs och monteras enligt fastställda handlingar och under tillsyn av den ansvarige arbetsledaren. Det ankommer på den ansvarige arbetsledaren att genom avsyning av isolering och fogar m m i konstruktionen kontrollera att arbetsutförandet är tillfredsställande."

I husen 2 och 8 visar värmefotograferingen att felen i arbetsutförandet är så omfattande att de kan komma att påverka inomhusklimatet i husen. Enligt kommentarerna till avsnittet om energihushållning i SBN -75 anges att tätheten i småhus skall vara sådan att antalet luftomsättningar vid ptovtryckning är högst tre efter 1975-07-01. Man ger generellt dispens och godtar 50 % högre värde från 1977-07-01. För "Villa -70"-husen är normkravet 4,5 omsättningar odiskutabelt. För "Villa -80"-husen kan man ifrågasätta om inte kravet högst 3 omsättningar logiskt borde gälla. "Villa -80" står för 80-talshus. Hus 7 med 3,8 luftomsättningar vid provtryckningen klarar inte det kravet.

I SBN kap 39:7 anges beträffande instruktioner:

"Byggnad med tillhörande installationer skall förse med instruktion för drift och skötsel, som skall finnas tillgänglig senast vid byggnadens slutbesiktning eller vid den senare tidpunkt som anges av byggnadsnämnden. Instruktionen skall innehålla uppgift om hur byggnaden med tillhörande installationer skall drivas och skötas med hänsyn tagen till kravet på god energihushållning samt hur byggnad skall uppvärmas vid minskad eller utebliven tillförsel av importbränslen."

Instruktionerna till husköparna hur anläggningarna eller anordningarna skall skötas har varit mycket bristfälliga, i de flesta fall inga alls.

Sammantaget, med undantag av de ovan angivna bristerna, har de krav som ställts i huvudsak uppfyllts - både byggnormens krav och de krav som gällt för projektet.

11 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ENERGISNÅLT BOENDESKEDE

Bedömningen av energiförbrukningen sker i nuvarande läge på basis av teoretiska beräkningar och antaganden. Husens verkliga status som energisnåla hus kan inte slutgiltigt bedömas förrän de provats och undersökts i boendeskedet.

Att husen byggts enligt SBN -75 innebär att de har en hög byggteknisk standard - främst vad gäller isoleringen. Redan detta utgångsläge gör att husen bör vara mer energisnåla än de hus som byggdes enligt tidigare norm och praxis.

Arbetsutförandets inverkan är mycket svår att bedöma när husens energiförbrukning skall analyseras. Olika brister i arbetsutförandet har inte samma inverkan på energiförbrukningen och var bristerna uppträder kan också ha betydelse. De flesta av projektets hus har ett sådant arbetsutförande att de bör fungera väl. Å andra sidan finns de två husen (2 och 8) där bl a värmefotograferingen visade att husen har allvarliga brister. Den bedömning som gjordes i samband med värmefotograferingen var att speciellt hus 2 kan vara så dåligt utfört, att bristerna påverkar inomhusklimatet. Även i andra hus finns i större eller mindre omfattning brister av sådan typ - luftläckage - att de kan upplevas som problem när man bor i husen och ge ökad energiförbrukning.

Tätheten i husen är en annan faktor, där arbetsutförandet kan ha haft inverkan på resultatet. Några färdiga och entydiga undersökningar som anger täthetens betydelse vid olika ventilationssystem finns inte. Det finns delresultat och hypoteser som säger att hus med värmeväxlare kräver stor täthet (mindre än en omsättning/timme vid 50 Pa) om utbytet skall bli gott. Hur husets täthet påverkar ventilationsförlusterna är inte helt utrett. Klart är, att ökad luftomsättning och ökad ofrivillig ventilation ger ökad energiförbrukning.

En bedömning, som i mycket hög grad bygger på tyckande, är att husen i projektet genomsnittligt är mycket välbyggda jämfört med andra nybyggda småhus. Å andra sidan vore detta naturligt. Man har hela tiden vetat att husen skulle kontrolleras genom uppföljning - inklusive täthetsprovning och värmefotografering. Man har använt bra arbetslag och man har många gånger arbetat för ett speciellt bra resultat.

Generellt kan man dra den slutsatsen att husen, med undantag för Ekohus och Elementhus, är välbyggda hus som ur byggteknisk synpunkt bör vara speciellt energisnåla. I vilken omfattning det dåliga utförandet för Eko- och Elementhusen gör dessa hus till sämre eller dåliga hus kan bara bedömas i ett senare skede sedan husen varit i drift.

Den besparing man beräknat att erhålla med de extra anordningar som satts in i "Villa -80"-husen är i många fall betydande. Även här är dock de besparingssiffror som beräknats och redovisas i t ex energibalansberäkningen grundade på vissa antaganden eller på fabrikanternas uppgifter. Att energibesparing kommer att ske i dessa hus är helt klart. Frågan är i vilken praktisk omfattning och till vilken kostnad den kommer att ske.

Vad gäller projektet, husen och de energibesparande anordningarna kan man konstatera, att de intentioner som fanns när projektet initierades väl fyllts av de flesta husproducenterna. Man har skapat intressanta, välbyggda och sannolikt också mycket energisnåla hus. Om dessa påståenden är helt riktiga kan bara framtiden utvisa.

Siffror på förbrukningen av energi i ett referensområde i Umeå med 23 friliggande, identiska småhus, som byggdes 1974 visar att energiförbrukningen kan variera mycket från hus till hus i ett småhusområde. 1974-12-03 -- 1976-02-15 var medelvärdet för energiförbrukningen (el) inom gruppen 39,115 kWh. Den som förbrukade mest (hus 17) gjorde av med 55,403 kWh och den som förbrukade minst (hus 6) 25,900 kWh. 1976-02-26 -- 1977-02-01 var medelvärdet 31,127 kWh och hus 17 förbrukade 44,477 kWh medan hus 6 förbrukade 19,306 kWh. Intressant är att man i hus 6 under hela tidsperioden (1974-77) förbrukade 195 m³ vatten medan man i hus 17 förbrukade 510 m³. De övriga husen finns spridda mellan de två ytterligheterna och nästan genomgående har ett hus med stor elförbrukning också stor vattenförbrukning. Man bör ur detta kunna dra slutsatsen att familjesammansättningen och inte minst boendevanorna har mycket stor inverkan på energiförbrukningen.

För att åstadkomma ett i vidare perspektiv energisnålt boende krävs i första hand hus som är så byggda, att energiförlusterna blir små. I andra hand kan förbrukningen minskas genom olika återvinningssystem, reglering och värmepumpar. I tredje hand kan man utnyttja alternativa energiformer. Erfarenheterna från dessa hus ligger inom ramen för de två första alternativen, och byggskedet har bl a givit en bild av hur man kan skapa lösningar för att få hus med små förluster.

Det står klart, att ett gott byggtekniskt resultat kräver utveckling av både konstruktiva lösningar och arbetsmetodik. En koordinering av dessa två moment är mycket viktig. De konstruktiva lösningarna måste ta sikte på ett enkelt, säkert arvet utförande. Sådan anpassning kan ske i enskilda lösningar men också vid val och utformning av byggsystem. Även materialanpassningen är väsentlig. Sannolikt kommer nya produkter, material att utvecklas och gamla material kommer att användas på nya sätt.

Skall man erhålla ett genomgående bra resultat i byggandet, krävs en omfattande teknisk information och instruktion. Den informationen måste spänna från idéerna kring energibesparingen till instruktion om direkta arbetsutföranden. Många av de bristfälligheter som finns i dagens byggande och som kan slå mycket hårt i negativ riktning om man vill åstadkomma energisnåla hus, kan lösas genom att de som arbetar vet vilken funktion och betydelse deras arbete har.

Sannolikt kommer information i ökad omfattning också att behövas för de som bor om själva boendet skall bli energisnålt.

LITTERATUR

- /1/ Svensk Byggnorm. SBN 1975 2:a upplagan. Statens Planverk 1977.
- /2/ Lindsoug Nils Erik, Wolgart Mats - Energisnåla hus. CDL. Centrala Driftledningen. Stockholm 1976.
- /3/ Gustafsson M - Byggmästarnas kostnadskalkylator "BK 1977-78", Frösön 1977.
- /4/ Axén B, Pettersson B - Undersökning av byggnaders isoler- och täthetsutförande genom termografering. Byggsforskningen Rapport R 54:1977.

Beräkning av sammantaget, viktat k-värde

Samtliga enskilda k-värden har beräknats och angivits av respektive producent.

	k-värde	regel- andel	yta	% yt- andel	viktad k-värdes- del
<u>Hus 1</u>					
platta på mark	0,20		78,0	27,7	0,0554
ytterväggar	0,22	10,0	95,0	33,7	0,0741
yttertak	0,12		82,0	29,1	0,0349
fönster	1,40		22,4	8,0	0,1120
dörrar	1,02		<u>4,1</u>	1,5	<u>0,0153</u>
Summa yta			281,5 m ²		
Viktat k-värde					0,291 W/°C m ²
" " , krav					0,432 -"-
<u>Hus 2</u>					
platta på mark	0,20		78,0	27,7	0,0554
ytterväggar	0,22	10,0	95,0	33,7	0,0741
yttertak	0,12		82,0	29,1	0,0349
fönster	1,85		22,4	8,0	0,1480
dörrar	1,02		<u>4,1</u>	1,5	<u>0,0153</u>
Summa yta			281,5 m ²		
Viktat k-värde					0,328 W/°C m ²
" " , krav					0,432 -"-
<u>Hus 3, 4</u>					
platta på mark	0,30		78,5	23,4	0,0702
ytterväggar	0,23	10,0	153,8	46,0	0,1058
yttertak	0,16	2,0	78,5	23,4	0,0374
fönster	1,85		20,9	6,2	0,1147
dörrar	1,00		<u>3,4</u>	1,0	<u>0,0100</u>
Summa yta			335,1 m ²		
Viktat k-värde					0,338 W/°C m ²
" " , krav					0,359 -"-

Garage	k-värde	regel andel	yta	% yt- andel	viktad k-värdesdel
<u>Garage hus 3, 4</u>	(+5 - +10° C)				
platta på mark	0,32		32,1	26,1	0,0835
ytterväggar	0,21	10,0	48,2	39,2	0,0823
yttertak	0,18	1,7	32,1	26,1	0,0470
fönster	1,85		1,4	1,1	0,0204
dörrar	1,0		<u>9,2</u>	7,5	<u>0,0755</u>
Summa yta			123,0 m ²		
Viktat k-värde					0,309 W/°C m ²
<u>Hus 5, 6</u>					
golvbjälklag	0,23	7,5	100,0	27,0	0,0621
ytterväggar	0,24	13,0	132,0	35,6	0,0819
yttertak	0,16	1,0	124,0	33,4	0,0534
fönster, dörrar	2,00		<u>15,0</u>	4	<u>0,0800</u>
Summa yta			371,0 m ²		
Viktat k-värde					0,277 W/°C m ²
" " , krav					0,307 -"-
<u>Garage hus 5, 6</u>	(+5 - +10° C)				
platta på mark	0,25		40,0	29,0	0,0725
ytterväggar	0,30		50,0	36,2	0,1086
yttertak	0,23		40,0	29,0	0,0667
fönster, port	2,00		<u>8,0</u>	5,8	<u>0,1160</u>
Summa yta			138,0 m ²		
Viktat k-värde					0,364 W/°C m ²
<u>Hus 7, 8</u>					
golvbjälklag	0,26	10,0	91,3	26,6	0,0692
ytterväggar	0,23	15,0	93,4	27,2	0,0626
yttertak	0,18	4,0	129,8	37,8	0,0680
fönster	1,85		26,7	7,8	0,1443
dörrar	1,00		<u>2,1</u>	0,6	<u>0,0060</u>
Summa yta			343,3 m ²		
Viktat k-värde					0,350 W/°C m ²
" " , krav					0,374 -"-

	k-värde	regel- andel	yta	% yt- andel	viktad k-värdesdel
<u>Hus 9</u>					
källargolv	0,29		98,0	22,8	0,0661
källarytterväggar	0,26		90,5	21,0	0,0546
ytterväggar	0,23		107,0	24,9	0,0573
yttertak	0,16		112,0	26,0	0,0416
fönster	1,20		18,5	4,3	0,0430
dörrar	1,02		<u>4,3</u>	1,0	<u>0,0102</u>
Summa yta			430,3 m ²		
Viktat k-värde					0,272 W/°C m ²
" " , krav					0,324 -"-
<u>Hus 10</u>					
källargolv	0,29		98,0	22,8	0,0661
källarytterväggar	0,26		90,5	21,0	0,0546
ytterväggar	0,23		107,0	24,9	0,0573
yttertak	0,16		112,0	26,0	0,0416
fönster	1,85		18,5	4,3	0,0796
dörrar	1,02		<u>4,3</u>	1,0	<u>0,0102</u>
Summa yta			430,3 m ²		
Viktat k-värde					0,308 W/°C m ²
" " , krav					0,324 -"-
<u>Garage hus 9, 10</u> (+5 - +10° C)					
platta på mark	0,45		43,1	28,4	0,1278
yttervägg	0,29		55,9	36,8	0,1067
tak	0,25		43,1	28,3	0,0708
fönster	1,85		1,0	0,7	0,0130
dörrar	1,02		<u>8,8</u>	5,8	<u>0,0592</u>
Summa yta			151,9 m ²		
Viktat k-värde					0,378 W/°C m ²
<u>Hus 11</u>					
platta på mark	0,135		99,4	28,4	0,0383
ytterväggar	0,166	8,5	102,4	29,2	0,0485
yttertak	0,116	4,4	128,8	36,8	0,0427
fönster	1,200		17,5	5,0	0,0500
dörrar	1,020		<u>2,3</u>	0,6	<u>0,0061</u>
Summa yta			350,4 m ²		
Viktat k-värde					0,186 W/°C m ²
" " , krav					0,325 -"-

	k-värde	regel andel	yta	% yt- andel	viktad k-värdesandel
<u>Hus 12</u>					
platta på mark	0,29		103,9	28,8	0,0835
ytterväggar	0,23		105,8	29,3	0,0674
yttertak	0,16		131,8	36,5	0,0584
fönster	1,85		17,5	4,8	0,0888
dörrar	1,02		<u>2,3</u>	0,6	<u>0,0061</u>
Summa yta			361,3 m ²		
Viktat k-värde					0,304 W/°C m ²
" " , krav					0,324 -"-
<u>Garage hus 11-12 (+5°)</u>					
platta på mark	0,45		30,4	27,5	0,1238
ytterväggar	0,29		41,2	37,3	0,1082
yttertak	0,25		30,4	27,5	0,0688
port, fönster	1,90		<u>8,5</u>	7,8	<u>0,1482</u>
Summa yta			110,5 m ²		
Viktat k-värde					0,449 W/°C m ²
<u>Hus 13</u>					
platta på mark	0,24		109,0	35,4	0,0850
ytterväggar	0,16	9	71,0	23,0	0,0368
yttertak	0,12		109,0	35,4	0,0248
fönster	1,20		16,6	5,4	0,0540
dörrar	1,02		<u>2,1</u>	0,8	<u>0,0082</u>
Summa yta			307,7 m ²		
Viktat k-värde					0,209 W/°C m ²
" " , krav					0,340 -"-
<u>Hus 14</u>					
platta på mark	0,28		109,0	35,4	0,0991
ytterväggar	0,20		71,0	23,0	0,0460
yttertak	0,15		109,0	35,4	0,0531
fönster	1,85		16,6	5,4	0,0999
dörrar	1,02		<u>2,1</u>	0,8	<u>0,0082</u>
Summa yta			307,7 m ²		
Viktat k-värde					0,306 W/°C m ²
" " , krav					0,340 -"-

	k-värde	regel andel	yta	% yt- andel	viktad k-värdesandel
<u>Ekonomidel hus 13, 14 (+10° C)</u>					
platta på mark	0,28		56,0	30,7	0,0860
ytterväggar	0,20		60,0	32,8	0,0656
yttertak	0,15		56,0	30,7	0,0461
fönster	1,85		1,3	0,7	0,0130
port, dörr	1,5		<u>9,3</u>	5,1	<u>0,0765</u>
Summa yta			182,6 m ²		
Viktat k-värde					0,287 W/°C m ²

Sammanfattat resultat av värmefotografering

HUS 1

Utfört	1977-11-22 kl 14.20
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-6° C
Lufttemperatur inomhus	+19° C - +21° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1-2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-8 - -10 Pa

Omdöme

Bottenplan
Väggtytor med god isoleringsfunktion
I golvvinklar i kök och wc konstaterades luftläckage 0,4 - 0,6 m/sek. Takvinklar med god tätning.

Övre plan
Vägg- och taktytor med god isoleringsfunktion.
Golvvinklar i anslutning till stödbensvägg hade generellt luftläckage 0,5 - 1,5 m/sek.
Takvinklar med god tätning. I sovrum 2 konstaterades luftläckage 0,6 - 1 m/sek.
Kring fönsterkarm i badrummet konstaterades luftläckage 0,5 - 1,5 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna var god. Brister med luftläckage i golvvinkeln i bottenplanet och i takvinkeln i övre planet konstaterades. De var av ringa omfattning. Luftläckage i golvvinkeln i anslutning till stödbensväggen var generellt.

HUS 2

Utfört	1977-11-22 kl 10.30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-6° C
Lufttemperatur inomhus	+19° - +20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1,5 - 2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-5 - -15 Pa

Omdöme

Bottenplan

Golvvinklar hade generellt luftläckage och nerkylning i golvkonstruktion 0,5 - 1 m/sek. Takvinklar hade generellt luftläckage och nerkylning i bjälklaget 0,5 - 1 m/sek.

Väggytor med god isoleringsfunktion, endast några mindre lokala brister konstaterades.

Övre plan

Golvvinklar i anslutning till stödbensvägg hade generellt luftläckage 1 - 3 m/sek.

Takvinklar mellan vindsbjälklag och snedtak hade i anslutning till takstol generellt luftläckage 0,7 m/sek. Takvinklar mellan snedtak och gavelvägg hade luftläckage 0,6 - 2 m/sek.

Väggytor i stödbensvägg hade ojämn isoleringsfunktion.

Kring fönsterkarm i badrum fanns luftläckage 0,5 - 1 m/sek.

Slutkommentar

De brister som konstaterades med direktgenomblåsningar i golv- och takvinklar och nerkylningar i konstruktionen var generella och har en kraftig negativ inverkan på inomhusklimatet.

HUS 3

Utfört	1977-11-29 kl 8.30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	+1° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1 - 1,5 m/sek
Vindriktning	Västlig
$P_i - P_u$	-32 - -37 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsfunktion.

Golvvinklar med god tätning.

Takvinkel med god tätning.

Kring karm till entrédörr förekom luftläckage lokalt 0,6 m/sek.

Övre plan
 Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion.
 Golvvinklar med god tätning.
 Takvinklar med god tätning - i badrum konstaterades luftläckage och med nerkylning i bjälklagskonstruktionen 0,5 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätningen i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.

HUS 4

Utfört 1977-11-29
 Molnighet Ja
 Lufttemperatur utomhus +1° C
 Lufttemperatur inomhus +22° C
 Solbestrålning på fasaden Ingen
 Vindhastighet 0,5 - 1,5 m/sek
 Vindriktning Västlig
 $P_i - P_u$ -50 - -60 Pa

Omdöme

Bottenplan
 Väggytor med god isoleringsfunktion. Golvvinklar med god tätning. Takvinklar med god tätning.
 Kallras vid passbit till högskåp.

Övre plan
 Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Golvvinklar med god tätning. Takvinklar med god tätning. Takvinklar på gavlar med nerkylning i konstruktionen.
 Fog vid tröskel till fönsterdörr samt mellan fönsterdörr och hallen luftläckage 0,5 - 2 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätning i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.

HUS 5

Utfört	1977-10-06 kl 13.30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	+2° C
Lufttemperatur inomhus	+21° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1,5 - 2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-12 - -13 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. I takvinkel i kök konstaterades nerkylning mellan isolering och diffussionsspärr i bjälklaget på begränsad sträcka.

Golvvinklar med god tätning.

Mellan entrédörr och karm luftläckage 2 m/sek.

Övre plan

Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion.

Takvinklar med god tätning.

Golvvinklar med god tätning.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet och tätning i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var av mycket ringa omfattning.

HUS 6

Utfört	1977-10-07 kl 10,00
Molnighet	Delvis
Lufttemperatur utomhus	+2° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen inverkan på mätningen
Vindhastighet	1 - 1,5 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-12 - -20 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsfunktion. I takvinklar konstaterades luftläckage 0,5 - 1 m/sek på några ställen och nerkylning mellan isolering och diff. - spärr. I anslutning till eluttag och -ledningar vid radiatorer konstaterades luftläckage 0,5 - 1 m/sek på ett flertal ställen. Kallras vid passbit till högskåp. Mellan entrédörr och karm konstaterades luftläckage 1 - 2 m/sek.

Övre plan Väg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna var god. De brister som konstaterades var begränsade men förekom på ett flertal ställen.

HUS 7

Utfört 1977-11-18 kl 8,30
 Molnighet Ja
 Lufttemperatur utomhus -3° C
 Lufttemperatur inomhus $+19^{\circ}$ C
 Solbestrålning på fasaden Ingen
 Vindhastighet 1 - 2 m/sek
 Vindriktning Nordlig
 $P_i - P_u$ -10 - -20 Pa

Omdöme

Bottenplan Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar hade generellt luftläckage 0,4 - 0,8 m/sek. Golvvinklar med god tätning.

Övre plan Väg- och takytor med god isoleringsfunktion - med undantag för väggytor vid trappa som hade ojämn isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.

Slutkommentar

Väg- och takytor hade god isoleringsfunktion. De brister med direktgenomblåsning i takvinklarna i bottenplan som konstaterades var generella. Väggytor med ojämn isoleringsfunktion förekom i ringa omfattning.

HUS 8

Utfört 1977-10-14 kl 14.00
 Molnighet Ja
 Lufttemperatur utomhus $+2^{\circ}$ C
 Lufttemperatur inomhus $+19^{\circ}$ C - $+20^{\circ}$ C
 Solbestrålning på fasaden Ingen
 Vindhastighet 0,5 - 1,5 m/sek
 Vindriktning Nord-väselig
 $P_i - P_u$ -8 - -11 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar hade generellt luftläckage 0,5 - 1,5 m/sek. Golvvinklar med god tätning. Vägghörn i kök hade luftläckage 1 m/sek. Mellan entrédörr och hallen förekom luftläckage 1 - 2 m/sek.

Övre plan

Takvinklar med luftläckage 0,5 - 1,5 m/sek. Golvvinklar med luftläckage 0,5 - 1 m/sek. Väggytor med dålig isoleringsfunktion.

Slutkommentar

De brister med direktgenomblåsning i takvinklarna som konstaterades i bottenplanet och övre planet samt i golvvinklarna i övre planet var generella.

I de väggar som är platsbyggda i övre planet hade väggytorna ojämn isoleringsfunktion.

HUS 9

Utfört

1977-11-22 kl 10.00

Molnighet

Ja

Lufttemperatur utomhus

-6° C

Lufttemperatur inomhus

+15° C - +18° C

Solbestrålning på fasaden

Ingen

Vindhastighet

1,5 - 2 m/sek

Vindriktning

Nordlig

 $P_i - P_u$

-5 - -8 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.

Övre plan

Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning - lokalt i två rum luftläckage 0,5 m/sek.

Källarplan

Fog mellan fönsterkarm och vägg hade luftläckage 0,5 - 1 m/sek. Kallras i mellanvägg som går ut mot yttervägg av "Leca"-block, 1 - 2 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.

HUS 10

Utfört	1977-11-22 kl 12.30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-6° C
Lufttemperatur inomhus	+17° C - +22° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1,5 - 2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-7 - -20 Pa

Omdöme

Bottenplan	Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.
Övre plan	Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning - lokalt i ett rum. luftläckage 0,5 m/sek. Golvvinklar med god tätning.
Källarplan	Kallras i mellanvägg som går ut mot yttervägg av "Leca"-block 0,5 - 1 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.

HUS 11

Utfört	1977-12-01 kl 8,30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	+2° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	0 - 1 m/sek
Vindriktning	Sydlig
$P_i - P_u$	- 7 Pa

Omdöme

Bottenplan	Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning. Kallras vid passbit till skafferiskåp 0,5 m/sek.
Övre plan	Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god.

HUS 12

Utfört	1977-11-23 kl 9.30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-12° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	0 - 0,5 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-12 - -25 Pa

Omdöme

Bottenplan Väggytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar hade generellt luftläckage 0,5 - 1 m/sek. Golvvinklar med god tätning. Nerkylning vid passbit till skafferiskåp.

Övre plan Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionen och tätningen var god, med undantag för takvinklar i bottenplanet som generellt hadt luftläckage.

HUS 13

Utfört	1977-11-18 kl 11.00
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-2° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1 - 2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-5 Pa

Omdöme

Bottenplan Vägg- och takytor med god isoleringsfunktion. Takvinklar med god tätning. Golvvinklar med god tätning. Taklucka med luftläckage 0,8 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god,

HUS 14

Utfört	1977-11-21 kl 8,30
Molnighet	Ja
Lufttemperatur utomhus	-8° C
Lufttemperatur inomhus	+20° C
Solbestrålning på fasaden	Ingen
Vindhastighet	1,5 - 2 m/sek
Vindriktning	Nordlig
$P_i - P_u$	-5 - -20 Pa

Omdöme

Bottenplan

Väggytor med god isoleringsförmåga. Takytor med god isoleringsfunktion med undantag för ytor i groventré som hade luftrörelser mellan isolering och diff. spärr.
 Takvinklar med god tätning.
 Golvvinklar med god tätning.
 Taklucka med luftläckage 1 m/sek.

Slutkommentar

Utfyllnaden av isoleringsmaterialet i konstruktionerna och tätningen var god. De brister som konstaterades var lokala och av mycket ringa omfattning.

**Denna delrapport hänför sig till forskningsanslag 760441-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till
AB Norrlands Byggtjänst, Umeå**

R47:1978

ISBN 91-540-2864-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**Art.nr: 6600747
Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 35 kr exkl moms