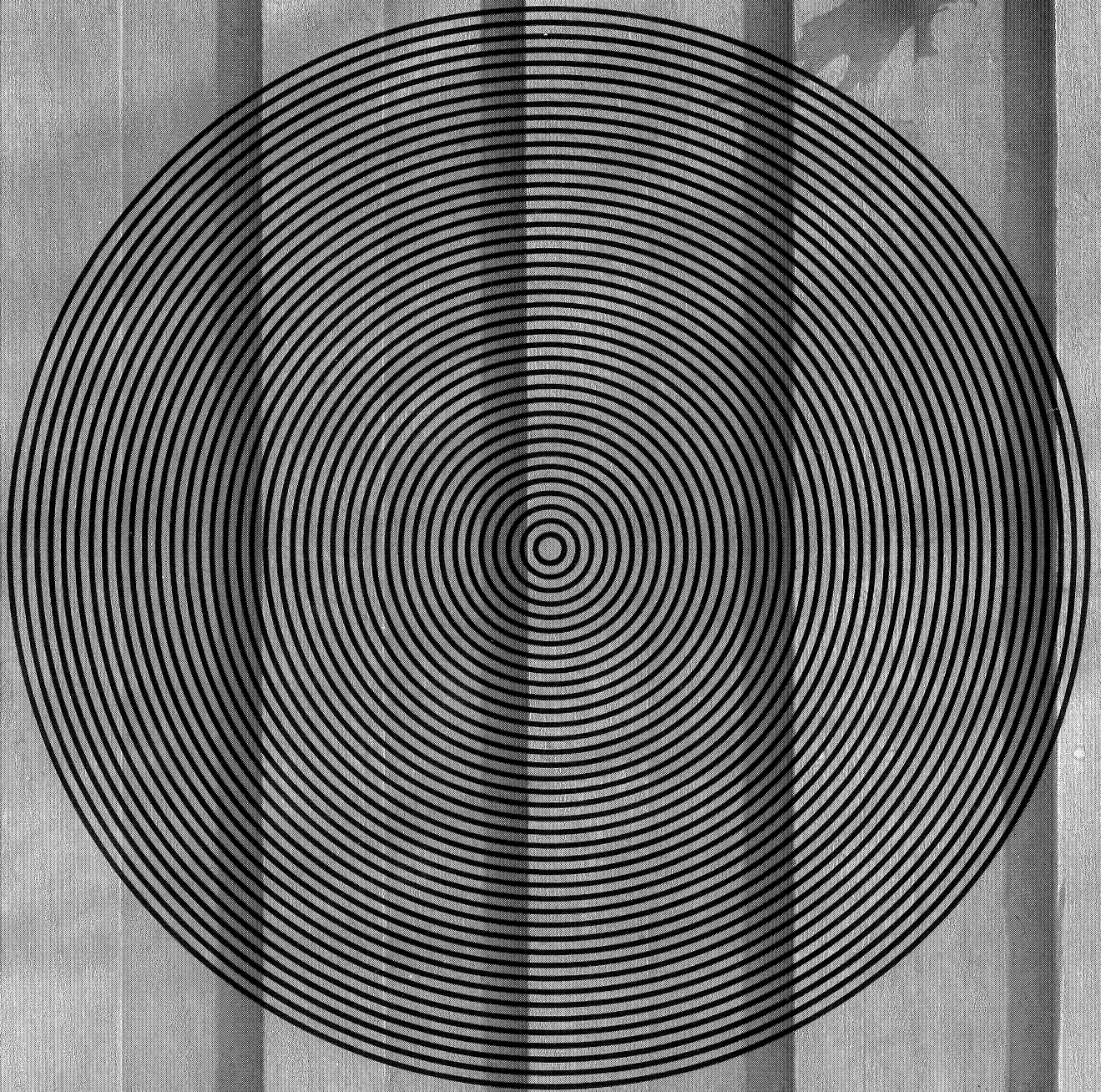


Täta trähus



Täta trähus

Träinformation 1977

Utgiven av

Träinformation i samarbete med
Svenska Plywoodföreningen
Svenska Spånskiveföreningen
Svenska Wallboardföreningen

Utredningen som ligger till grund
för skriften utförd av
Peter Nyström, Träinformation, Stockholm,
Anders Paulsson och Sture Samuelsson,
Bjerking Ingenjörbyrå, Uppsala

Teknisk och språklig granskning
Jan Hagstedt, Träinformation, Stockholm
Peter Nyström, Träinformation, Stockholm

Illustrationer
Anders Paulsson, Uppsala

Grafisk utformning och omslag
Per Engström
Adept AB, Stockholm

Layout och produktion
Hans E Sjöberg
grafisk beredning ab, Täby

Tryckeri
Grafiska gruppen, Stockholm 1977

ISBN 91-85576-02-6

© Träinformation AB

Innehåll

Inledning 5

Täthet 6

Värdet av täta hus 6

Att mäta täthet 6

Krav i SBN 8

Täthetskrav 8

Konsekvenser av kraven 8

Dagens hus — normens krav 9

Projektering av täthet 10

Allmänt 10

Projekteringsprinciper 10

Åtgärder på byggplats 12

Kontroll 12

Uppföljning 12

Materialval 13

Ångspärr 13

Vindskydd 13

Tätningssystem 13

Isolermaterial 14

Speciella isolerproblem 14

Nya material och konstruktionstyper 14

Arbetarskyddskrav 15

Kritiska punkter — Förslag till lösningar 16

1 Vägg — bjälklag — grundmur 17

2 Vägg — platta på mark 18

3 Eventuella elementfogar i vägg 19

3 Kortlingar för upphängning av
armatur 19

3 Einstallationer i och genom
yttervägg 20

4 Anslutning av innervägg mot
yttervägg 20

5 Hörn 21

6 Fönster, båge — karm 22

6 Fönster, karm — vägg 22

7 Tak — bjälklag — yttervägg,
längsida 23

7 Bjälklag — yttervägg, gavel 24

7 Takbjälklag — yttervägg, gavel 25

8 Stödvägg — bjälklag 26

9 och 10 Stödvägg — yttertak — han-
bjälklag 29

11 Takbjälklag 30

11 Taklucka mot vindsutrymme 31

12 Genomföringar 31

13 Takkupor 31

14 Dragning och skarvning av ång-
spärr 33

Sammanfattning 35

Referenser 35

Inledning

En stor del av den energi som vi förbrukar inom landet används för uppvärmning av byggnader. I Svensk Byggnorm 1975 återspeglas det nya intresset för energisnålt byggande i ett flertal skärpningar av gällande krav på värmeisolering. Helt nya bestämmelser om energihushållning har också införts. Krav på lufttäthet för byggnader och byggnadsdelar är en viktig nyhet i normen. Byggnaders lufttäthet är ju något som tidigare inte har ägnats stor uppmärksamhet. En del arbete har lagts ned på mätmetoder och inventeringar av fel och brister. Däremot saknas i stor utsträckning kunskap om hur man konstruktivt skall lösa tätningsproblemen.

Utförda täthetsmätningar visar att välbyggda trähus har god lufttäthet och de uppfyller utan svårighet kraven i kommentarer till SBN 1977:3 (2). Undersökningar på färdigbyggda hus visar tyvärr också att slarv i arbetsutförande förekommer liksom olämpliga konstruktionslösningar. Täthetskraven uppfylls därför enklast genom en bättre kontroll av arbetsutförande. Arkitekter och konstruktörer kan dock bidra till ett bättre arbetsutförande genom att mera detaljerat visa lämpliga lösningar.

Träinformation har till uppgift att utveckla och informera om användning av trä för byggnadsändamål. Vid Trädagar och Träräffar under hösten 1976 diskuterades täthetsproblematiken och vi bedömde informationsbehovet på detta område som mycket stort. Vi tog därför i oktober initiativ till ett utredningsarbete som nu resulterat i denna skrift. Utredningen har finansierats av Träinformation och Träskiveföreningarna i samarbete. Utredningens direktiv var att ta fram konstruktiva lösningar för platsbyggda trähus så att SBN:s krav på täthet uppfylls. Utredningen har gjorts av Bjerking Ingenjörbyrå AB i Uppsala och bedrivits i etapper i nära samråd med uppdragsgivarna. Arbetet har utförts under stor tidspress och med förhållandevis små ekonomiska resurser.

Denna utredning ger exempel på fungerande lösningar. Därutöver finns troligen även flera andra. Vi hoppas dock att resultaten skall bli värdefulla för projektörer, byggare och myndigheter och att förslagen till lösningar skall stimulera till ytterligare utveckling av träkonstruktionerna.

Stockholm 1977-06-15

Jan Hagstedt

Täthet

Värdet av täta hus

En del av våra hus är otäta, vilket ibland är en förutsättning för att självdragsventilationen skall fungera. Drivkraften vid självdragsventilation är tryckskillnader — ju större dessa skillnader är desto större blir ventilationen. Tryckskillnaderna uppstår främst på grund av vind och temperaturskillnader.

Då det är varmt ute, och vindstilla, fungerar ventilationen som sämst trots att ventilationsbehovet då är störst. Vintertid orsakar temperaturskillnaderna så kallad skorstensverkan och då det är kallt och blåsigt är luftomsättningen störst. Effekten av självdragsventilation blir alltså motsatsen mot vad som vore önskvärt. Därför försöker man ibland styra ventilationen med fläktar, s k mekanisk ventilation. För att ett sådant system skall fungera bra krävs att luftläckningen är liten och att tillufts- och frånluftsmängden kan regleras tillfredsställande.

Luftläckning kallas ofta "ofrivillig ventilation" varmed man avser den ventilation som sker i huset om ventilationsutrustning saknas eller är avstängd. Den ofrivilliga ventilationen varierar på samma sätt som självdragsventilationen. Den ofrivilliga ventilationen upplevs under vissa omständigheter av de boende som drag. Energiförbehovet för uppvärmning ökar av flera skäl.

- Den kalla uteluften måste värmas upp till rumstemperatur
- Rumstemperaturen måste höjas för att kompensera det obehag som man upplever om man utsätts för drag.
- Rumstemperaturen måste höjas för att kompensera kalla ytor på konstruktionernas insida

Som exempel kan nämnas att om man ökar lufthastigheten från 0,2 till 1 m/s måste man höja temperaturen 8°C för att ha samma värmekomfort.

Stora energibesparingar kan göras när den ofrivilliga ventilationen minskas genom att husen görs tätare. Tätare hus utgör även en förutsättning för god ekonomi med system för värmeåtervinning.

Vi vill i detta sammanhang påpeka att om ett hus görs mycket tätt kan vissa

problem uppstå, t ex kondensproblem på fönster och problem med uttorkning av byggfukt. Kraven på en väl fungerande ventilationsanläggning ökar, likaså kraven på styrsystem för värme och ventilation. Vi har inte vunnit något om följden av de tätare husen blir att fönstren står på glänt större delen av dygnet på grund av frånkomfortsynpunkt otillräcklig ventilation. Mycket talar för att husen bör förses med ventilationsutrustning som intermittert kan ge stor ventilation i utrymmen där detta kan väntas bli nödvändigt.

De flesta nybyggda hus förses med mekanisk frånluftsv ventilation. Om ett sådant hus inte förses med tillräckligt många tilluftsdon och om t ex sylltätning saknas i ett i övrigt mycket tätt hus, uppstår vid golvet ett kallras som kan vara nästan omöjligt att kompensera med höjd ineluftstemperatur. Hade huset i stället haft flera och spridda otätheter hade troligtvis en otäthet ej märkts bland alla de övriga. Det är därför av största vikt att problemen angrips redan på ritbordet. Om dessa problem måste lösas ute på arbetsplatsen sker detta ofta på ett improviserat sätt och resultatet kan i de flesta fall förväntas bli otillfredsställande.

Vad som ovan sagts får ej uppfattas som något principiellt motstånd mot att göra huset tätare än vad som är fallet idag. Meningen är i stället att upplysa om några av de problem som kan uppstå.

I kommentar 1977:3 till SBN, som träder i kraft 1977-07-01, finns krav på högsta godtagna luftläckning vid visst tryck. Kraven har satts på en nivå som motsvarar ett välbyggt hus, byggt med dagens teknik utan speciella tätsystem eller projekteringsrutiner. Kraven motiveras av att tätheten i bostadsproduktionen hittills varit ganska ojämn varför energibehovet för uppvärmning av ventilationsluft varierat från hus till hus. I energibesparande syfte vill man därför sänka detta energibehov till en jämn låg nivå. Dessutom kräver ett ökat användande av mekanisk ventilation, och ev värmeåtervinningsaggregat, att den ofrivilliga ventilationen inte är för stor då dessa system annars inte fungerar tillfredsställande.

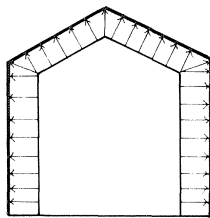
Att mäta täthet

Idag finns två metoder, spårgasmetoden och tryckmetoden för att mäta täthet. Här behandlas de två metoderna rent principiellt medan Planverkets rekommendationer och tillämpningsregler behandlas på sida 8. Principen för spårgasmetoden är att man släpper ut en gas som lätt blandar sig med luften i huset, t ex lustgas N₂O. När koncentrationen av gasen är lika i alla rum börjar mätningarna av koncentrationen, som därefter kontinuerligt minskar. Mätningarna görs med jämna tidsintervall och den hastighet varmed gaskoncentrationen sjunker utgör ett mått på husets otäthet eller täthet. Metodens stora nackdel är att de yttre betingelserna, t ex vind och temperatur, husets form och belägenhet m m, har en avgörande betydelse för mätresultatet.

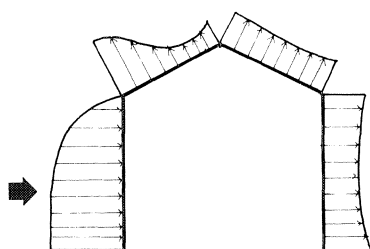
Detta innebär i praktiken att varje provning är unik och resultaten är svåra att jämföra med ett normkrav. Å andra sidan mäter metoden, vid det givna tillfället, den faktiska ventilationen vilket givetvis är det man helst vill veta.

Tryckmetoden innebär att man byter exempelvis en ytterdörr mot en skiva med påmonterad fläkt och övrig mätutrustning, varefter huset sätts under över- eller undertryck av en betydligt större storlek än vad normala förhållanden ger upphov till. Mätning görs sedan av den tryckskillnad som uppstår mellan uteluft och ineluft samt den luftmängd som erfordras för att hålla denna tryckskillnad konstant. Ett visst samband mellan mätresultaten och den under normala förhållanden uppträdande luftläckningen finns men det kan ej uttryckas generellt eftersom den naturliga ventilationen varierar med yttre faktorer och olika platser. Mätresultaten är inom ett ganska brett område relativt oberoende av yttre förhållanden. Metoden ger dock ingen hjälp då det gäller att hitta eventuella läckor utan måste kompletteras med undersökning med t ex värmekamera och lufthastighetsmätning för att läckorna ska kunna spåras. Mätmetoden borde dock kunna utvecklas så att dessa extra moment undviks. Det kan vid vissa konstruktionstyper, t ex glespanel i tak och väggar, vara svårt att lokalisera

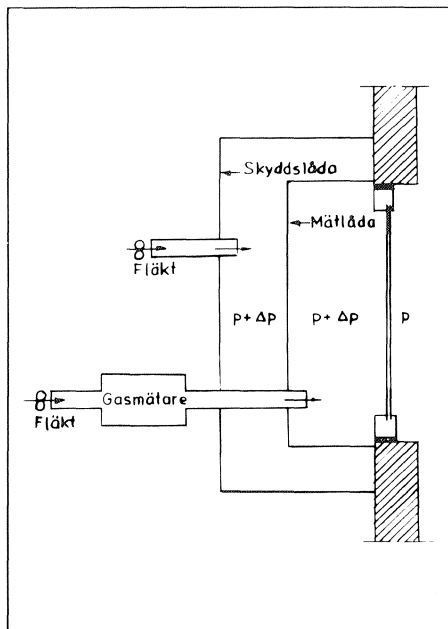
Tryckfördelning-mätmetoder



a) tryckmätning



b) spårgasmätning



För att mäta lufttätheten hos en viss konstruktionsdel, t ex en dörr eller ett fönster, används en s k guarded pressure box. Mot insidan av den konstruktion som skall undersökas monteras en s k mätlåda med en sida öppen mot konstruktionen. Tätningen mellan denna och mätlådan utförs med en s k skyddslåda. I lådorna alstras med hjälp av fläktar övertryck på konstruktionens insida. Övertrycket regleras så att det blir lika stort i de båda lådorna, varigenom luftströmning från den ena lådan till den andra praktiskt taget undviks. Mätning sker sedan av den luftmängd som erfordras för att hålla tryckskillnaden konstant.

den verkliga läckan även om man har tillgång till fullvärdig mätapparatur.

En nackdel med metoden är att luftläckningen genom den dörr som ersätts inte kan mätas. Detta kan dock, om det bedöms nödvändigt, ske efteråt med hjälp av en s k guarded pressure box, vilken beskrivs i figur nedan. Vanligt är att mätningar görs både med övertryck och undertryck varvid en skillnad i mätresultatet uppstår, beroende på bl a vilket håll fönstren öppnas åt. Så t ex tätar ju ett utåtgående fönster bättre om det råder undertryck inne i rummet. Medelvärdet av övertrycks- och undertrycksmätningen ger luftläckaget.

Skillnaden mellan spårgas- och tryckmetoden är, förutom mättekniken och mätresultatet, tidsåtgången och transportbehovet för utrustningen. Spårgasmetoden tar längre tid men kräver mindre utrymme än tryckmetoden. Tyvärr kan mätresultaten ännu så länge ej tillförlitligt jämföras eftersom tryckförhållandena på husets omslutningsytor är helt olika vid de båda mätmetoderna. Vid spårgasmätning är det t ex utvändigt vindtryck på lovartsidan, undertryck på läsidan och med husformen varierande tryckförhållanden på ytor parallella med vindriktningen, dessutom varierar trycken med tiden. Vid tryckmätning är trycket lika stort och lika riktat på alla omslutningsytor, med undantag av vindens påverkan som helst bör vara så liten som möjligt. Vindens påverkan vid vindhastigheten 5–6 m/s kan ge mätfel på ca 10 %.

De enheter som används vid mätning av täthet är vanligtvis antal omsättningar/tidsenhet, n/h, eller antal m³ luft som läcker ut per m² omslutningsyta och tidsenhet, m³/m²h. Dessutom måste för tryckmetoden tryckskillnaden anges och för spårgasmetoden bör de yttre faktorerna redovisas.

Krav i SBN 1975

Täthetskrav

I supplement 1 till Svensk Byggnorm 1975 (1) anges högsta godtagbara luftläckning, uttryckt i m^3 luft/ m^2h , för olika byggnadsdelar utsatta för en viss lufttrycksskillnad. Med byggnadsdelar menas här byggdel, t ex en vägg, inklusive fogar i byggdelen men exklusive fogar och anslutningar mellan byggdelar. Kraven gäller alltså bara för olika byggnadsdelar och kan inte tillämpas för hela hus. Gränsvärden anger krav vid laboratorieprov för att få en viss produkt typgodkänd ur lufttäthetssynpunkt. Dessa normkrav för småhus visas i tabell 1.

Även för ett hus byggt enbart av typgodkända delar finns behov av att kunna kontrollera den färdiga byggnadens täthet. Därför anger Planverket i kommentarer till SBN, 1977:3, Energihushållning m m, tillämpningsregler och rekommendationer för mätning av lufttätheten i färdig byggnad. Mätningarna bör ske med tryckmetod, enligt provningsmetod SP 1977:1. Luftläckningen bör inte överstiga de värden som anges i tabell 2. Gränsvärdena för högsta godtagbara luftläckning skärps efter en övergångsperiod som sträcker sig fram till 1 juli 1978. De värden som föreslås gäller vid en tryckskillnad av 50 Pa.

Den dörr som ersätts med mätutrustning vid provning behöver ej kontrolleras från lufttäthetssynpunkt, om den är godkänd från ljudisoleringsynpunkt, t ex en lägenhetsdörr.

Antal provningar som skall genomföras bör avvägas med hänsyn till byggprojektets art och storlek. Som

ett riktvärde bör vart 10:e hus provas. Det är lämpligt att genomföra fler provningar i början av ett projekt än i slutet, för att tidigt avslöja eventuella systematiska fel. Dessa fel kan då undvikas i den fortsatta produktionen varvid kostnaderna för åtgärderna väsentligt begränsas. I de fall då fullgod lufttäthet ej uppmätts rekommenderas kompletterande läcksökning och tätningsåtgärder. Omfattningen av tätningsåtgärderna bedöms från fall till fall. Hus i skyddade lägen kan alltså få ha något sämre täthet än normen anger. Dock bör tätheten vid kritiska punkter, t ex vid anslutning mellan golv och vägg, vid fönster och dörrar samt vid genomföringar, särskilt kontrolleras i dessa fall.

Konsekvenser av kraven

Eftersom de godtagna mätresultaten anges som antal omsättningar per tidsenhet kommer ett hus med stor volym, V , i förhållande till omslutningsarea, A , att lättare uppfylla kraven än ett hus där kvoten V/A är liten.

För att få så stort förhållande V/A som möjligt bör huset vara så nära kubiskt som möjligt (helst klotformat). Vidare bör omslutningsytan vara så ren som möjligt från vinklar och utbyggnader. Sådana husformer reducerar även antalet konstruktionsdetaljer som är besvärliga från lufttäthetssynpunkt. Även från isoleringssynpunkt är det fördelaktigt att göra omslutningsytan så liten som möjligt.

Detta innebär konkret att ett hus med från energisparsynpunkt vettig utformning, t ex ett tvåvånings rektan-

Tabell 2. Högsta godtagbara luftläckning för färdig byggnad enligt kommentarer till SBN, komm. 1977:3.

	1 juli 77- 30 juni 78 oms/h	Efter 1 juli 78 oms/h
Friliggande småhus och kedjehus	4,5	3,0
Övriga byggnader med högst 2 våningar	3,0	2,0
Byggnad med 3 eller flera våningar	1,5	1,0

gulärt hus i princip har en lägre kravnivå än ett vinklat enplanshus. Någon sådan tanke ligger troligen inte bakom valet av måtenhet, men det kan ändå vara av värde att följa energiriktiga principer, dvs att i möjligaste mån begränsa en byggnads omslutningsyta och i huvudsak orientera fönster mot söder etc.

Om den ofrivilliga ventilationen begränsas skapas — som tidigare nämnts — förutsättningar för ett väl fungerande styrt ventilationssystem. De hygieniska kraven måste dock alltid uppfyllas. Därför kräver, Svensk Byggnorm 1975, supplement 1, tilluftsdon i varje boningsrum i hus med självdragsventilation. Tilluftsdonen sörjer för god hygien och för att självdragsventilationen fungerar och kan varieras. Donen skall givetvis vara stängda då husets täthet mäts.

Tabell 1. Högsta godtagbara luftläckning enligt SBN 1975, suppl 1.

Byggnadsdel	Tryckskillnad Pa	Högsta godtagbara luftläckning m^3/m^2h
Vägg mot det fria	50	0,4
Fönster och dörr mot det fria (avser tätheten hos springan mellan karm och fönsterbåge resp dörrblad)	50 300	1,7 5,6
Tak mot det fria samt bjälklag mot det fria eller mot ventilerat utrymme	50	0,2

Dagens hus — normens krav

Det har spekulerats mycket om hur svårt det blir att uppfylla normkravet. Utförda prov tyder på att de nya täthetskraven inte utgör något problem för byggföretag som iakttar normal noggrannhet. Framför allt är det dåligt arbetsutförande som måste undvikas. Välbyggda trähus har redan idag god täthet.

Vid de tekniska högskolorna i Stockholm, Göteborg och Lund utförs och har utförts mätningar av lufttätheten i befintliga småhus. Undersökningarna har omfattat småhus av varierande storlek och planlösning samt med varierande konstruktionsteknik.

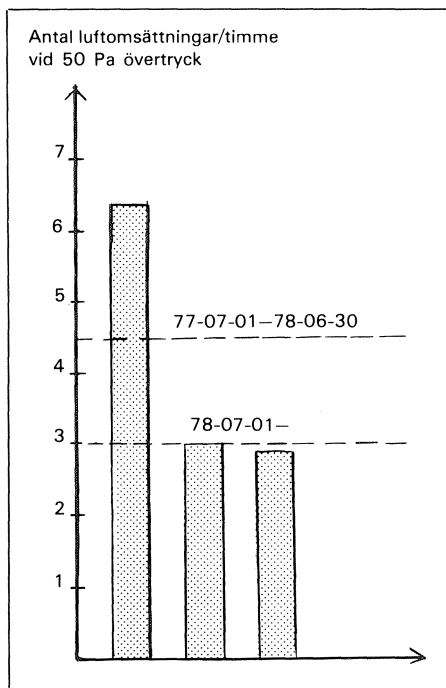
Resultaten av mätningarna visar att vissa hus uppfyller normens krav med bred marginal medan andra har värden som överskrider normkravet. Antalet undersökta objekt är ännu för litet för att man skall kunna dra några slutsatser om karakteristiska skillnader i täthet för hus byggda enligt olika byggmetoder, konstruktionsprinciper eller med olika form (1 1/2-plans hus kontra 1-planshus).

Platsbyggda hus uppvisar emellertid stor spridning av mätresultaten vilket tyder på ojämn kvalitet i utförandet. För dessa hus krävs alltså en effektiv insats av alla i byggprocessen inblandade parter för att ett tillfredsställande slutresultat skall erhållas.

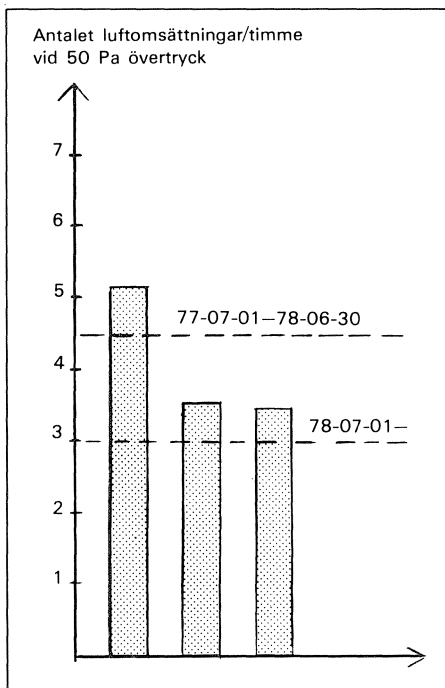
Riksbyggen har under en lång tid värmefotograferat småhus för att kontrollera isolerresultatet. Svaga punkter har därefter undersökts med luft-hastighetsmätare (termoanemometer). Erfarenheterna har lett till rekommendationer och stränga krav beträffande material. Så använder man nu tex uteslutande isolering av A-kvalitet och takstolar med spikplåtar för att minska isolerproblemen.

I en översiktlig studie har Mellström, Samuelsson (6) undersökt vilka åtgärder trähusfabrikanterna vidtar med anledning av den nya energinormen. Resultatet visar att husfabrikerna normalt kommer att uppfylla de strängaste isolerkraven med god marginal innan normen träder i kraft. Däremot är man mera osäker på vilka åtgärder

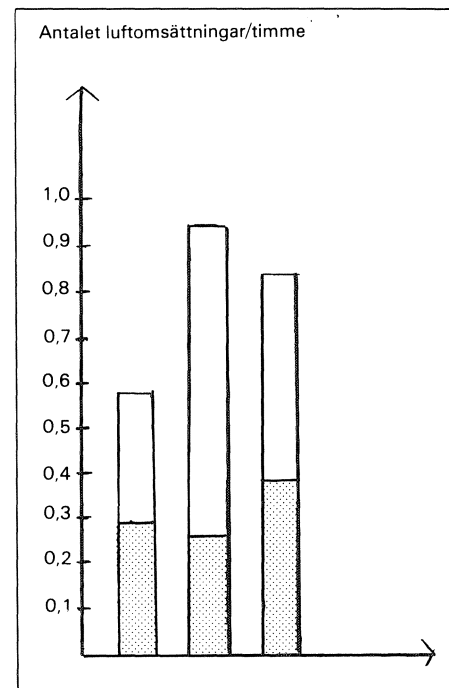
som krävs för att tätheten skall uppfylla normkraven. Dessutom föreligger oklarheter beträffande hur man skall arrangera tilluften för att ventilationen skall fungera tillfredsställande. Elinstallationer ger ofta upphov till otätheter och i övrigt är en mängd detaljer inte helt tillfredsställande lösta.



Resultat från tryckprovning av platsbyggda träregelhus, utförd av institutionen för Byggt teknik I, Lunds Tekniska Högskola. (4) Nivå för godtagbar luftläckning har lagts in.



Resultat från tryckprovning av platsbyggda träregelhus, utförd av institutionen för Konstruktionslära, Tekniska Högskolan, Stockholm. (7) Nivå för godtagbar luftläckning har lagts in.



Resultat från spårgasmätningar på småhus före och efter tätning och justering av fönster, dörrar samt tätning av fogar. Åtgärderna har tagit ca 60 timmar per hus att utföra, materialkostnaden ca 700 kr per hus. Mätning utförd av institutionen för byggt teknik, Teknologisk institut, Tåstrup, Danmark. (5).

Projektering av täthet

Allmänt

Inventeringen har visat att orsakerna till brister beträffande täthet uppstått på grund av någon eller några av följande faktorer:

- felaktig eller olämplig projektering
- fel arbetsföljd på byggsplats
- dåligt arbetsutförande på byggsplats
- bristfälligt material
- bristande kontroll

Dessutom har uppföljning och erfarenhetsåterföring inte fungerat bra. Projektering av hus innebär bl a att arkitekter, statiker, el- och VVS-konstruktörer samordnar krav och önskemål, mot bakgrund av sina kunskaper inom varje specialområde. Samordningen innebär i många fall kompromisser för att ett gott slutresultat skall uppnås. Var och en av de inblandade vet vad som krävs för att hans delsystem skall fungera tillfredsställande. Däremot saknas ibland ett övergripande synsätt på det blivande huset och hur det kommer att fungera från isolerings- och täthetssynpunkt. Dessutom brister ofta detaljredovisningen. Många svåra detaljer finns ej lösta på projekteringsstadiet varför improvisationer måste göras på arbetsplatsen. Samtliga av dessa orsaker kan bidra till att slutresultatet blir sämre än om problemen hade lösts redan vid ritbordet.

Ett genomarbetat *system* för platsbyggda trähus skulle underlätta samordningen mellan inblandade parter. Väl utprovade tekniska lösningar samordnade i ett enhetligt måttssystem bör bidra till en ökad kvalitet hos trähusbyggandet. Ett sådant byggsystem utvecklas för närvarande vid Svenska Träforskningsinstitutet.

Ändrade regler (Allmänna Bestämmelser för konsultuppdrag, ABK 76) medför att det inte längre är enbart byggnadsentreprenören som ansvarar för ev skador utan ansvaret kan även läggas på den konstruktör, som vid konstruktionsarbetet inte tillräckligt uppmärksammat och löst problemen.

Tätningåtgärder måste klart framgå av ritningar och andra arbetshandlingar!

Projekteringsprinciper

Vid normalt konstruktionsarbete tar man i första hand hänsyn till laster då man dimensionerar och ritat upp en träkonstruktion. De nya normkraven leder dock till att projekteringsarbetet framöver i högre grad än tidigare måste inriktas på arbetsrutiner och konstruktionsprinciper för värmeisolering och lufttäthet.

En noggrann kravanalys bör leda till nya principer för husets uppbyggnad och detaljlösningar samt även leda till nya och bättre produkter på olika nivåer.

Detta leder också till att man kan tvingas ta ställning till olika delsystem, t ex installationer i ett betydligt tidigare projekteringsstadium.

En yttervägg utgör t ex, förutom att den är bärande, ett klimatskydd och som sådant skall den fungera värmeisolerande samt hindra luft och fukt att tränga igenom väggen utifrån eller inifrån. Fuktvandring inifrån hindras med en ångspärr och fukt utifrån hindras av fasadbeklädnaden. Väggen har dock även andra funktioner. I den förläggs installationer och den skall fylla estetiska krav. Den utgör underlag för olika fasader, beklädnader och för olika ytbehandlingar på insidan. Dessutom uppstår komplikationer i väggen på grund av dörrar och fönster. Alla dessa krav och uppgifter måste väggen uppfylla. Det är på ritbordet som projektören har att se till att dessa olika funktioner kan uppfyllas samtidigt utan konfrontationer.

Beträffande täthet måste man noga skilja mellan lufttäthet och vindtäthet. *Lufttäthet* innebär att byggnadsdelen i fråga kan uppta en tryckskillnad på olika sidor och *vindtäthet* innebär att man hindrar luft från att tränga in i byggnadsdelen och dess isolering.

Träkonstruktioner karaktäriseras av att de byggs upp av flera skikt, vart och ett med speciella funktioner. Det finns två huvudprinciper man kan arbeta efter för att åstadkomma *lufttäthet*.

- Att använda sig av flera olika skikts *sammanlagda* täthet
- Att använda *ett* tätande skikt

Det förstnämnda sättet är osäkert. Man kan inte alltid vara säker på att åstadkomma den lufttäthet som krävs

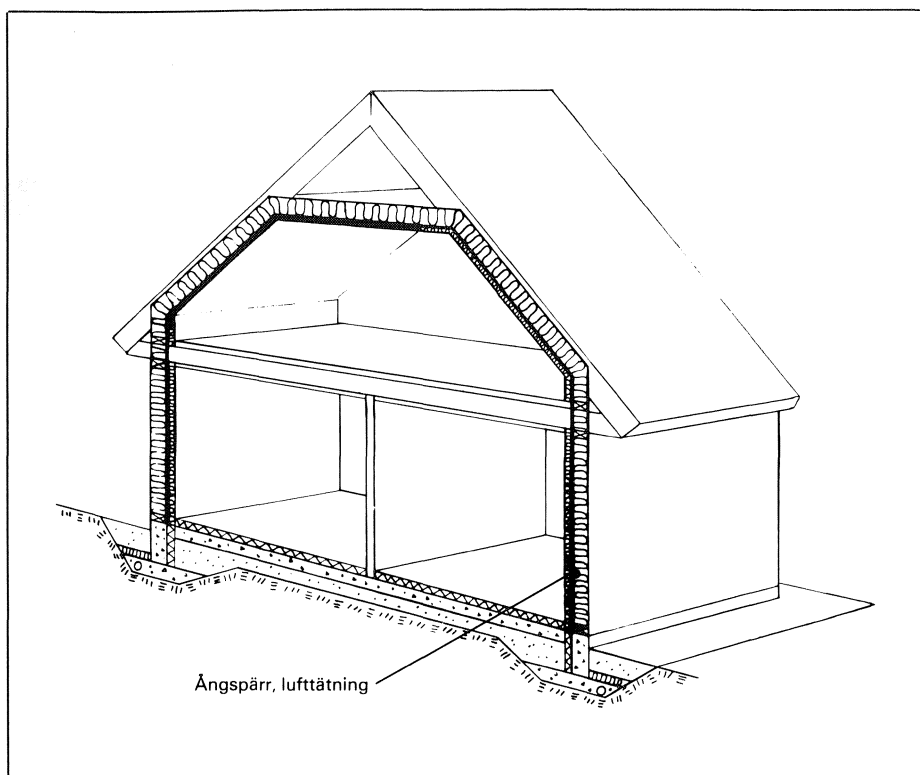
om man arbetar med olika skikt, som vart och ett bidrar till den totala tätheten.

I det sistnämnda fallet kan man koncentrera sig på ett skikt som därför sannolikt blir relativt väl utfört. Där emot saknas säkerhetsmarginal om fel ändå skulle uppstå på grund av slarv eller konstruktionsfel. För att en ev otäthet i detta enda tätskikt inte skall ge hygieniska olägenheter bör åtminstone ytterligare något skikt vara relativt tätt.

Normalt görs ångspärren, på väggens insida, så tät som möjligt. Man måste här observera att en punktering av ångspärren innebär direkta luftläckage om inget annat skikt har god täthet. I många fall kan en punktering undvikas t ex vid elinstallationer, men vid bjälklagsgenomföringar i 1 1/2-plans och 2-våningshus är det dock omöjligt att inte bryta igenom ångspärren. Det krävs alltså att minst ett av de övriga skikten i väggen har en betydande lufttäthet för att väggens totala lufttäthet skall garanteras. De skikt som kan klara ett sådant krav är den invändiga beklädnaden samt vindskyddet, förutsatt att de utförs i lämpligt material, t ex styva träskivmaterial. Dessutom måste naturligtvis skarvarna utföras på ett sådant sätt att betryggande täthet uppnås. Att använda invändig beklädnad av spontade resp. falsade träbaserade skivor som limmas samman är en bra metod.

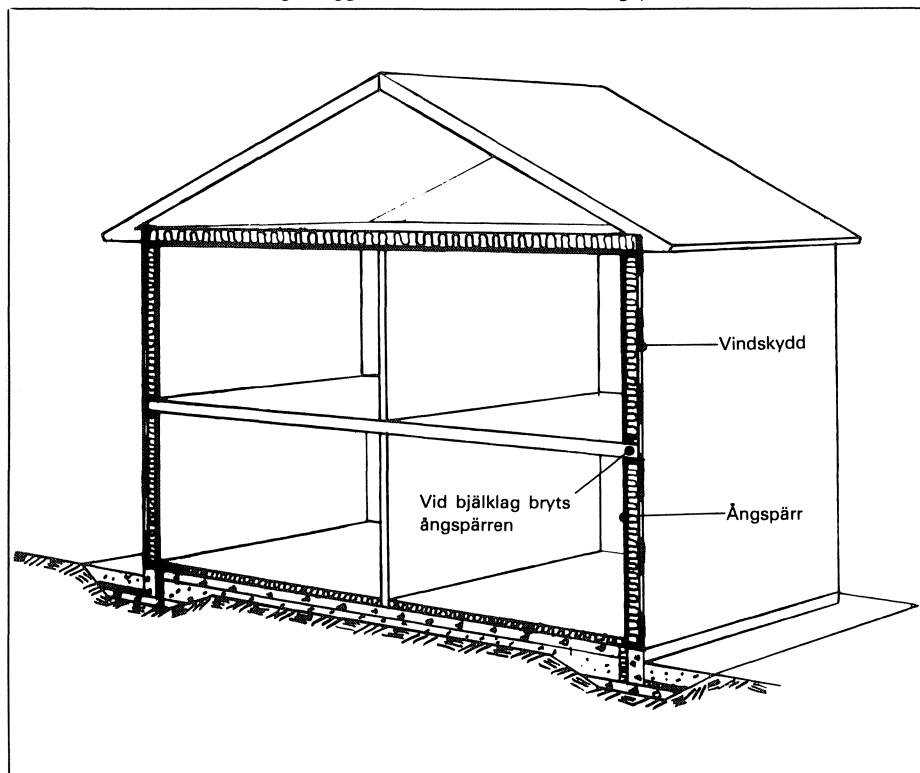
I 2-våningshus kan det vara lämpligt att åstadkomma erforderlig lufttäthet på väggarnas utsida. Det utvändiga tätskiktet, t ex ett träbaserat skivmaterial, skall ha låg luftgenomsläpplighet men vara diffusionsöppet (ånggenomgångsmotståndet skall vara åtminstone 5 gånger mindre än ånggenomgångsmotståndet på väggens varma sida). I ovanvåningens tak kan ångspärren ge lufttäthet. Anslutes det utvändiga täta skiktet och takets ångspärr väl mot hammarbandet erhålls god täthet. Väggarna förses på insidan med ångspärr.

Täta skikt får inte brytas i onödan av installationer. Installationerna bör förläggas antingen utanpå, typ ellistsystem, eller på sådant sätt att man skapar installationszoner, t ex på insidan av tak och vägg genom att där ha separata regelstommar utanför vilka tätskiktet placeras. Krav på ökade



Lufttätthet åstadkommes med ångspärren längs byggnadens innerytor.

Lufttätthet åstadkommes längs väggarnas utsida och takets ångspärr.



väggjocklekar kan tex göra det lämpligt med en liggande invändig regelstomme.

Kraven på god ventilation ökar med ökande täthet. Luften måste cirkuleras eftersom det annars lätt uppstår skiktningar i rumsluften. Det blir allt vanligare med mekanisk ventilation, av mer eller mindre sofistikerat slag. Vid projektering av ventilationen bör man därför i största möjliga utsträckning arbeta efter liknande principer som för elinstallationer. Ventilationskanaler för tilluft och frånluft från olika rum förläggs helst under eller innanför tätskikt, eller till byggnadsdelar som inte utgör klimatgräns. Man kan tex genom en central kanal ombesörja tilluften till samtliga rum om husets planlösning är utformad på ett lämpligt sätt. Håligheter i bjälklag, kryprium och liknande kan också utnyttjas för att transportera ventilationsluft. Luften kan användas enbart för ventilation, men den kan också utnyttjas som transportmedium för värme.

De nya kraven ställer nya krav på projekteringen även från andra synpunkter. Ökad täthet kan kräva bättre måttnoggrannhet hos de material man arbetar med. Bjälkar och takstolar måste sättas efter bestämda *modul*/mått och eventuella udda mått samlas till enstaka fack. Om man arbetar på annat sätt måste man tillpassa materialet för varje enskilt fack vilket kan ge problem. Det byggsystem som utarbetas av Svenska Träforskningsinstitutet kan förväntas ge lösningen till många av dessa problem.

Det gäller att göra så rena och enkla konstruktioner som möjligt. Vid inplacering av takkupor är det tex lätt att störa ventilation, isolering och tätning för stora delar av taket om inte dessa faktorer beaktas. Om någon av de två principer som visas i figur på sidan 32–33 används får man en ren konstruktion. I det ena fallet sätts vindskupan ovanpå taket och i det andra ställs vindskupan mellan takstolarna. På detta sätt är takkonstruktionen i övrigt ostörd av takkupan och det är betydligt lättare att göra såväl tätnings- som isolerarbetena på ett tillfredsställande sätt för såväl taket som för vindskupan.

Det är viktigt att vid projekteringsarbetet lägga upp konstruktionerna så att man får en rimlig *arbetsföljd*. Ett exempel här är anslutningen av en innervägg till en regelstomme. Om man ritat en konstruktion som den som visas i figur på sidan 20 kan detta få till följd att utrymmet mellan reglarna blir helt oisolerat. Detta beroende på att vindskyddet med största sannolikhet monteras först och isolerarbetet därefter utförs inifrån huset. Det finns där ingen möjlighet att kontrollera eller upptäcka att utrymmet mellan reglarna inte har blivit isolerat. Ett annat exempel på en konstruktionsdel, som kan ge isolerproblem är det vanliga 1 1/2-planstaket. Den vanliga konstruktionen med takstolar av ramverkstyp och mellanliggande bjälkar ger flera svårlösta "knän". Ett sätt att undvika svårigheter kan vara att i största möjliga utstäckning isolera taket utmed takstolens högben. Man får då endast en svårlöst detalj, dvs den vid takfoten.

Åtgärder på byggplatsen

På byggplatsen utförs ofta täthets- och isolerarbetena av relativt okvalificerad arbetskraft, t ex lärlingar. Dessa arbeten har låg status. Förhållandet måste ändras t ex genom ökad utbildning om hur arbetet skall utföras. De som utför jobben måste bli mer motiverade förslagsvis genom en annan lönesättning. De bör även ges tillräckligt med tid för att kunna utföra ett högklassigt arbete.

Arbetsledningen bör informeras om täthetsproblematiken för att kunna styra arbetsgången och samordna installationsarbetena så att isolerings- och täthetsfunktionerna inte försämras. För att åstadkomma ett välisolerat och tätt hus måste omsorg läggas ned på ett riktigt materialval. Att materialhanteringen på byggnadsplatsen har stor betydelse behöver väl knappast påpekas.

Man måste också ställa höga krav på att komponenter av olika slag placeras enligt ritningar med så små toleranser som möjligt. Detta gäller speciellt regler och takstolar mellan vilka isolering skall anbringas och tätskikten anslutas.

Det är viktigt att konstruktören ges information om hur man arbetar på

arbetsplatserna så att han kan lägga upp konstruktionerna för en lämplig arbetsföljd.

Kontroll

Kontrollen av det arbete som utförts är idag ofta bristfällig kanske främst beroende på att kontrollen upphandlas på entreprenad varvid den som tar minst betalt får jobbet. Den tid som då kan ägnas åt kontroll blir starkt begränsad och räcker ofta inte till mycket mer än att följa byggmötena. Kontrollanterna har dessutom så små befogenheter att resultatet av deras arbete försämrats.

Kontrollen är mycket mer komplicerad än som här beskrivs och berör ett flertal instanser. Täthetskontroll bör i princip starta redan vid ritningsgranskningen.

Normens ökade krav kommer sannolikt att leda till effektivare kontroll med bättre hjälpmedel, t ex värmekameror. Därigenom avslöjas snabbt felaktigheter.

Uppföljning

Byggföretagets speciella organisation med nya projektgrupper för varje enskilt projekt leder till en mycket dålig uppföljning av redan färdigställda objekt. Svårigheterna på detta område är uppenbara och här krävs bättre uppföljning och information om hur systematiska fel skall kunna undvikas. Uppföljningen bör sträcka sig långt fram i tiden så att även de skador som kan uppstå på längre sikt skall kunna undvikas.

Materialval

Ångspärr

Det ställs också nya krav på material. Beträffande *ångspärrar* krävs kvalitet på ett annat sätt än tidigare. Ångspärren, vanligen en plastfolie, bör vara av en sådan tjocklek att den inte lätt skadas under byggnadsskedet. Tjocklekar upp till 0,20 mm kan vara lämpliga. Man bör använda folier av god beständighet, helst genomskinliga, så att man kan kontrollera isoleringen. Plastfolie på så stor bredd att en vägg kan täckas från golv till tak utan horisontella skarvar finns också idag. Även andra material än plast, t ex diffusionstäta skivmaterial, kan utgöra ångspärr. Oavsett material fordrar skarvproblematiken stor uppmärksamhet. För plastfoliens del utförs lämpligen skarvarna med 200 mm överlapp och så att de blir klämda mellan två fasta material.

Vindskydd

Tätningssystemet med ett tätande skikt utesluter inte behovet av ett vindtätt skikt, vindskydd, på väggens utsida. Vindskyddet fungerar som en säkerhet mot luftläckning om ångspärren punkteras och utgör ett skydd mot transport av kallluft in i isoleringsmaterialet, vilket nedsätter isoleringsförmågan. Som vindskydd på utsidan av träkonstruktioner används flera olika material. Tabell 3 visar de typer som används mest. Den visar också luftgenomsläplighets-talet för de olika materialen.

Tabell 3 visar att skivor av mineralullstyp har mycket hög luftgenomsläplighet jämfört med träbaserade skivor. Detta innebär att då man använder mineralullsskivor som vindskydd utgör dessa en dålig säkerhet mot stor luftläckning om ångspärren punkteras. För papp föreskriver byggnormens kommentarer att skarvar måste klämmas mellan fasta material. Risken att skada tätskiktet under byggnadsarbetet är betydligt större om man använder papp än om man använder skivmaterial. Byggnormens kommentarer kräver att man är noggrann vid utförandet av skarvar mellan skivorna. Skarvarna skall utföras över regel och spikas tillräckligt tätt med spik av tillräcklig längd. Här bör man observera att olika skivmaterial har olika krav på spikavstånd och att man bör följa skivfabrikanternas re-

Tabell 3 Luftgenomsläplighetstal för några vanliga material

Material	Luftgenomsläplighet m ³ /m ² h Pa
Mineralull typ RW Västkustskiva 30 mm	2,4
Mineralull typ GF Fasadskiva 30 mm	3,3
Mineralull typ GF Gullfiberboard 13 mm	1,4
Plywood 4,5 mm	0,01
Plywood 13 mm	0,0005
Spånskiva 10 mm	0,01
Asfaltimpregnerad porös träfiberskiva 13 mm	0,035
Medelhård träfiberskiva (byggskiva) 12 mm	0,0014
Hård träfiberskiva 4,8 mm	0,0001
Oljehärdad träfiberskiva 3,2 mm	0,0001
Vindskyddspapp 0,3 mm	0,01
Gipsskiva för utvändigt bruk 9 mm	0,0006

kommendationer. Hårda och oljehärdade träfiberskivor skall dessutom vattnas enligt skivtillverkarnas rekommendationer, och sättas upp fuktiga, för att de skall bli plana och sluta väl an mot underlaget när de torkar. Vid platsbyggda hus monteras vindskyddet i ett mycket tidigt skede och skyddar därmed det fortsatta arbetet. Vindskyddet måste därför klara de påfrestningar, i form av fukt, nederbörd och mekaniska påkänningar, som uppkommer under byggnadsskedet. Dessutom bör vindskyddet ensamt kunna styva upp regelstommen mot vindbelastningar under byggnadsskedet tills permanenta avsträvningar monterats i form av invändiga skivmaterial.

Tätningssystem

För att uppnå *täthet mellan trädelar* eller mellan trädelar och tex en grundmur kan man använda någon av följande tre principer (se också sid 22).

- Sylltätning av *EPDM-gummi* (t ex Rockwools S-list)
- Fogfiber – mineralullsremsa klädd med tunn polyetenfolie (tex av den typ Gullfiber tillverkar)
- Fogskum av polyuretan (t ex typ BPA:s fogskum, ett enkomponents polyuretanskum)

Man måste skilja på tätningssystem som avses att monteras i samband med stommonteringen och tätsystem som monteras som en speciell tätning i efterhand. Det första tätningssystemet av gummi är uteslutande avsett att användas i samband med stommonteringen med undantag för en gummilist i V-form som är avsedd att användas för tätning mellan karm och vägg vid fönster. Tätningssystem Fogfiber finns i två utföranden, ett med en tjockare polyetenfolie, avsedd att användas vid husets montering, och ett med en tunnare polyetenfolie som med ett speciellt verktyg förs dubbelvikt in i springor i konstruktionen och på det sättet tätar från insidan. Tätningssystemet används då i kombination med en oklädd mineralullsremsa i spalten på konstruktionens utsida. Fogsystem med polyuretanskum är avsett att användas enbart som tätningssystem efter stommonteringen. Spalten måste då ha tillräcklig bredd för att man skall kunna injektöra skummet. Det gäller generellt för system som man skall montera efter konstruktionens uppförande att spaltbredden måste vara tillräcklig för att man skall få plats med tätningen. Redan vid ritbordet bör man vara klar över de spaltbredder som krävs för tillfredsställande resultat. Vissa husfabrikanter ifrågasätter om drevmånen vid fönster enligt SIS standard är

tillräcklig för tätning med fogfiber eller polyuretanskum. För tätningssystem som monteras i samband med att stommen monteras är det viktigt att de använda listerna kläms ordentligt mellan de omgivande materialen.

Ett enkelt sätt att förbättra tätheten är att *tejpa* över ångspärrens fogar på husets insida. Tejpen måste vara enkel att använda och ha god åldringsbeständighet. (Tejper torde finnas, men deras lämplighet och beständighet bör undersökas ytterligare.)

I vissa situationer kan *fogmassor* vara lämpliga att använda. Täta fogmassor bör användas endast på konstruktionens insida. Man bör också vara klar över att de utgör ett mycket olämpligt underlag för tapetsering och målning.

Isolermaterial

För att uppnå bra isolerresultat och för att undvika oisolerade spalter i konstruktionen bör endast *mineralullsskivor* av A-kvalitet användas. Detta gäller även bjälklag där tidigare ofta filt har använts. I den mån vindskydd inte kan utföras på annat sätt bör man i största möjliga utsträckning använda pappersbelagda skivor. Den typ där vindskyddet "rår" över isoleringen, så att man vid monteringen åstadkommer tätning mellan regel och skiva, är att föredra framför den typ av skiva där papperet är jämnt skuret. Här krävs god mått noggrannhet vid inplacering av regler, om tillfredsställande resultat skall uppnås.

En annan typ av isolermaterial som man inte bör glömma bort i sammanhanget är lös fyllning av t ex flockad ull, sågspån eller kutter-spån. I speciella situationer, t ex där el-rör lyfter isoleringen från innertaket, kan det vara lämpligt att först fylla ett 4–5 cm tjockt lager med lös fyllning så att man får en slät yta att lägga isoleringen på. Lös mineralull kan blåsas på plats av isolerföretag men kan även köpas i säckar. Sågspån eller kutter-spån kan köpas säckvis. Löst isoleringsmaterial fyller lättare ut springor och smärre håligheter och kan ofta vara ett bra komplement till vanlig mineralull.

Speciella isolerproblem

Spikade *takstolars* laskar och fackverksstänger utanpå ramstängerna skapar svåra isolerproblem. Man bör därför endast i undantagsfall använda denna typ av takstolar och i stället använda takstolar med *spikplåtsförband* där alla stänger i takstolen ligger i samma liv.

Nya material och konstruktionstyper

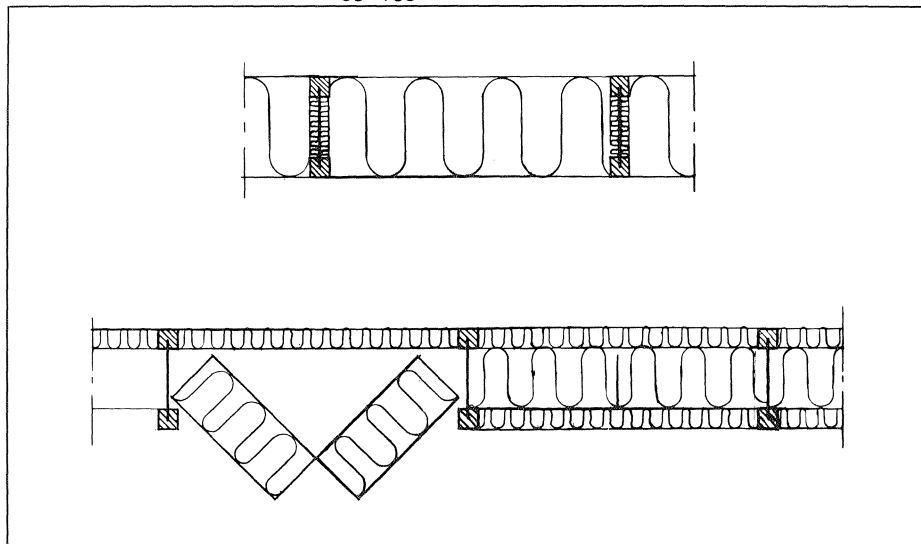
Kraven på högre isolering har lett till introduktion av nya material- och konstruktionstyper. Ett exempel här är Masonite AB:s lättregelsystem, där regeln är utformad som en I-profil med flänsar av trä samt liv av K-board. Regeltjockleken kan enkelt ökas genom att balklivet ökas.

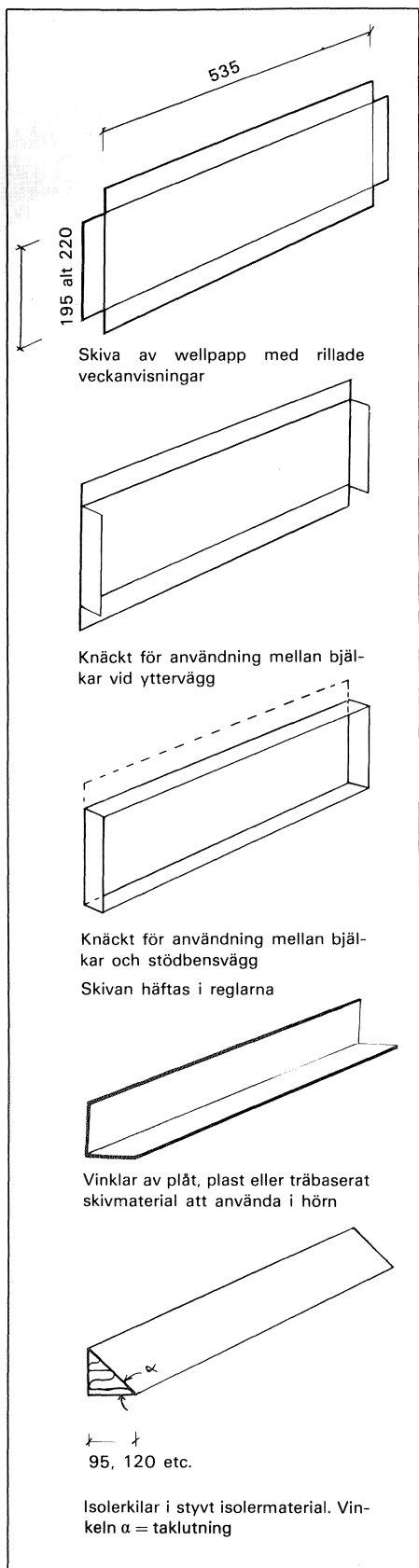
Även andra speciella konstruktionstyper blir på grund av högre tätningskrav allt intressantare. Ytbärande konstruktioner av skivmaterial har genom sin speciella uppbyggnad en täthet, som överstiger den man normalt får med spikade konstruktioner. Dessa konstruktionstyper är dock ännu på utvecklingsstadiet och behandlas inte här.

Täthetsproblematiken är tämligen ny för svenska förhållanden och det finns stort utrymme för nya typer av produkter. Man kan t ex tänka sig vinklar av t ex plåt, plast eller träskivematerial för tätning i hörn och som under-

lag för skivor. Skivorna fixeras med självborrande skruv. Vissa typer av pappkonstruktioner skulle kunna lösa svåra tätningsproblem. Isolerkilar med vinklar som överensstämmer med de vanliga taklutningarna skulle på ett enkelt sätt kunna avhjälpa isolerproblem i knän vid 1 1/2 plans-hus. Dessa kilar skulle kunna tillverkas som standardelement eventuellt i styvare typer av isolermaterial. Här finns alltså utrymme för utveckling.

Två alternativa sätt att isolera en vägg byggd med Masonites lättregelsystem.



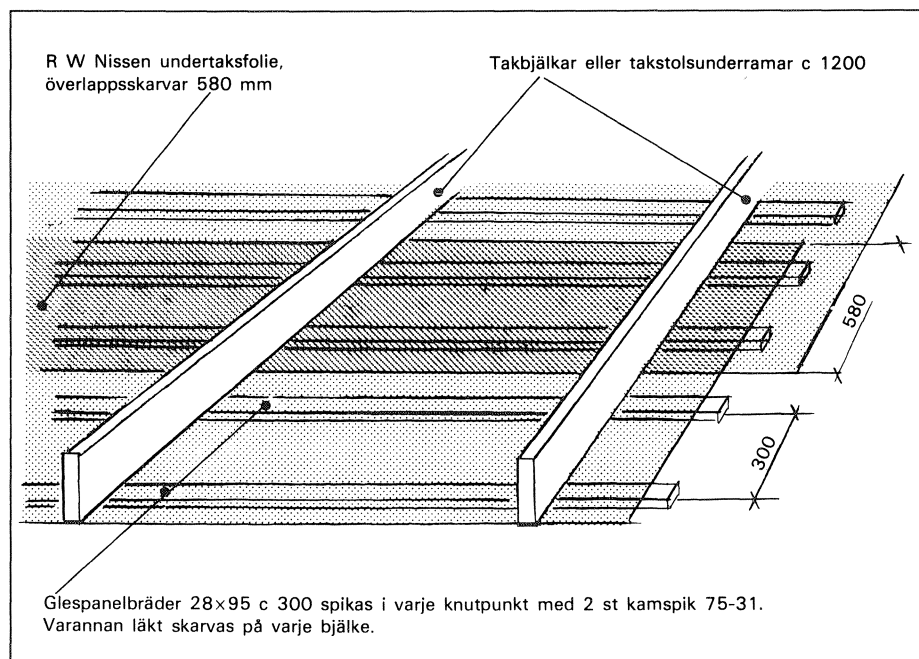
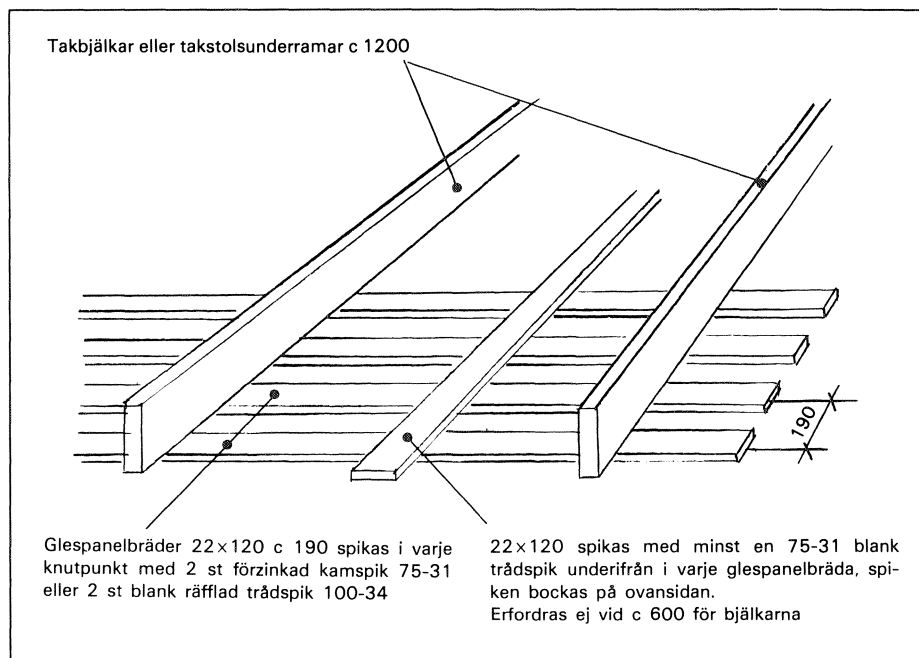


Arbetarskydds krav

Arbetarskyddsstyrelsen har ställt upp krav på undertaks bärighet under byggnadstiden, dvs innan ovanvåningens golvmaterial monterats eller vid 1-planshus med låg taklutning, innan isolering och yttertak monterats. Kravet finns specificerat i Arbetarskyddsstyrelsens meddelande 1976:15. Ur arbetarskyddssynvinkel godkända konstruktioner och produkter anges i lista som kan beställas från Arbetarskyddsstyrelsen. I figur här nedan

redovisas de konstruktioner med gles panel av trä som godkänts. Många produkter av träbaserade skivmaterial är också godkända, antalet är dock så stort att alla inte kan redovisas här, därför har ingen sådan produkt visats i figur.

Angivna dimensioner är minimidimensioner. Från andra synpunkter kan det vara lämpligt att välja kraftigare dimensioner.



Tänkbara produkter som skulle förenkla isolerings- och tätningsarbetet.

Kritiska punkter — Förslag till lösningar

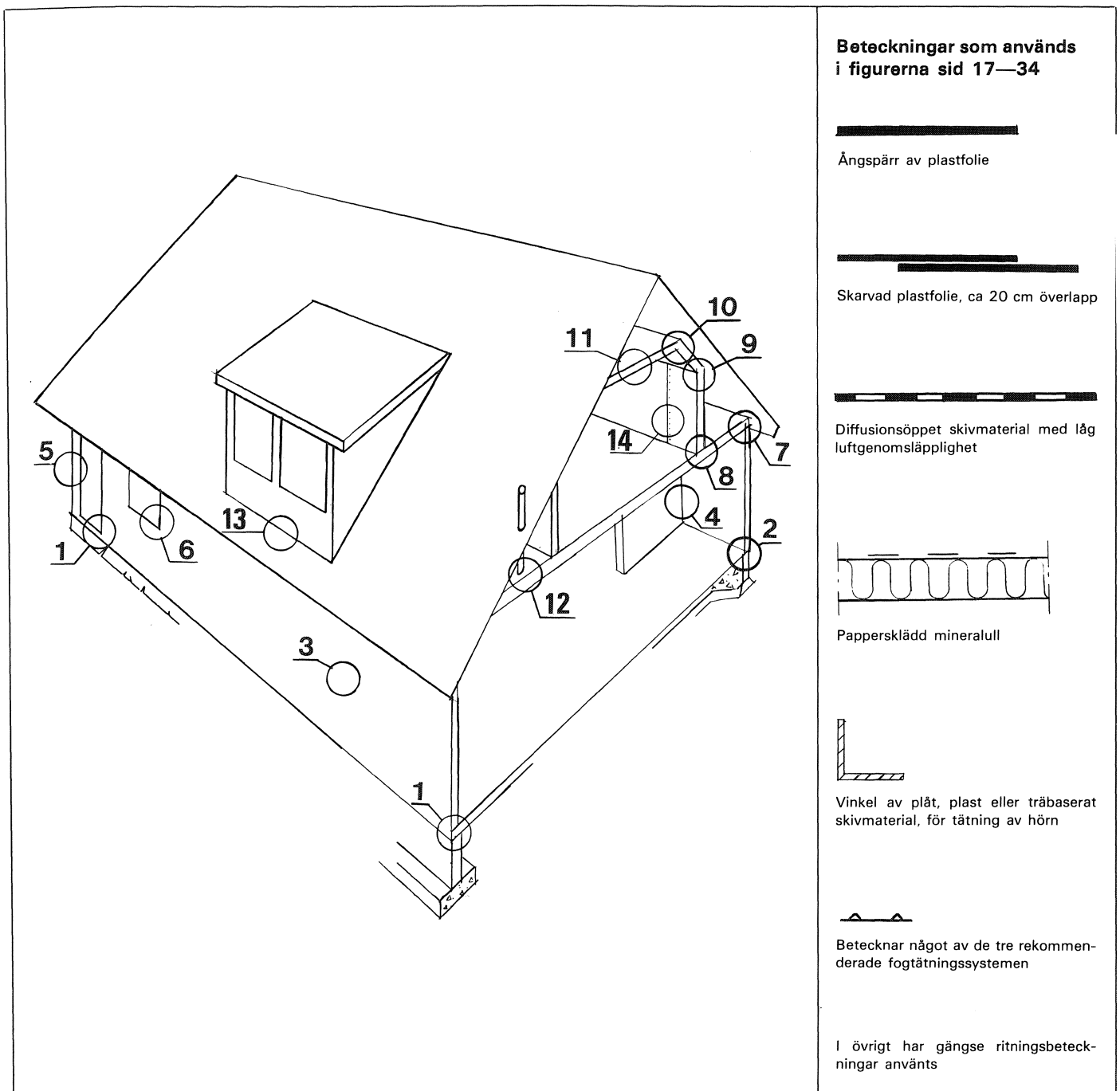
I figur nedan visas de punkter i huset som bör ägnas särskild omsorg för att huset skall få en tillfredsställande täthet. I dessa punkter kan dåligt arbetsutförande eller ogenomtänkta produktionsmetoder medföra oacceptabla otätheter. De kritiska punkterna behandlas var för sig, brister som kan uppstå diskuteras och i en eller flera figurer ges förslag till lösning för att uppnå god täthet. Förslagen anger god praxis för att få så hög täthet

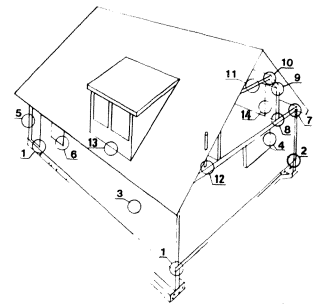
som möjligt, således har inte endast beaktats åtgärder som erfordras för att uppnå kraven i SBN. Som visats tidigare i denna utredning klarar ett välbyggt trähus utan speciella tätning åtgärder redan idag normens krav.

Många av åtgärderna som föreslås är dock oftast så enkla och billiga att utföra att de, trots att de troligen ger en högre täthet än som erfordras, ändå kan rekommenderas, då de ger en

trygg förvisning om att huset kommer att klara täthetsprovet.

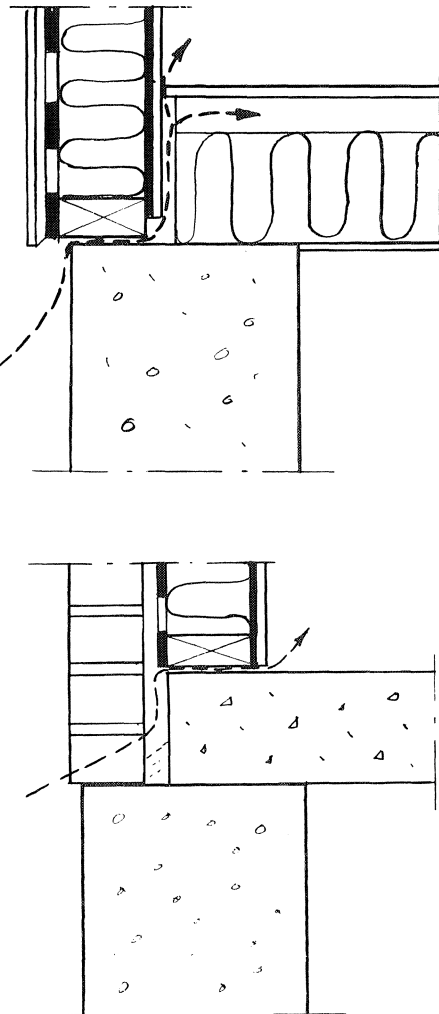
Alla tänkbara konstruktionsalternativ för varje redovisad punkt i huset har inte tagits med. Däremot har olika konstruktionsalternativ angivits i punkter med likartad uppbyggnad, detta för att få en så bred täckning av olika konstruktioner som möjligt.





1 VÄGG — bjälklag — grundmur

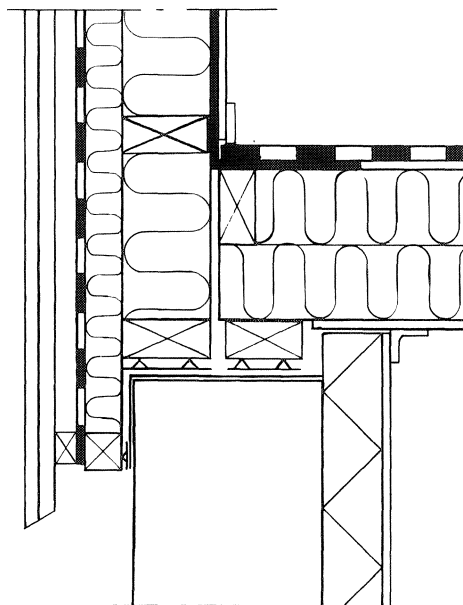
Ingen eller olämplig sylltätning, ger inblåsning av kalluft i bottenvåningen och eventuell källarvåning. Ingen eller olämplig förslutning av bjälklagsände, vid träbjälklag, kan medföra att kalluft kommer in i bjälklaget.



Förslag till lösning:

Vägg med utvändigt liggande regelverk, träbjälklag, källare

Genom att det yttre isolerande skiktet dragits ned en bit på källarmuren har en vanlig otäthet eliminerats. Mellan den nedersta horisontella regeln och grundmuren skall en kapillärbrytande syllpapp finnas. Detta åstadkommes lättast genom att syllpappen som utläggs på grundmurens ovansida tillåts gå ner över kanten. Under syll ligger en gummitättningslist. Väggen ångspärr dras in under bjälklagets övergolv. Består bjälklaget av prefabricerade element bör ångspärren ha lagts in i bjälklaget och ca 25 cm hänga ut. Denna vikas upp och fästes mot kortlingen i väggen.

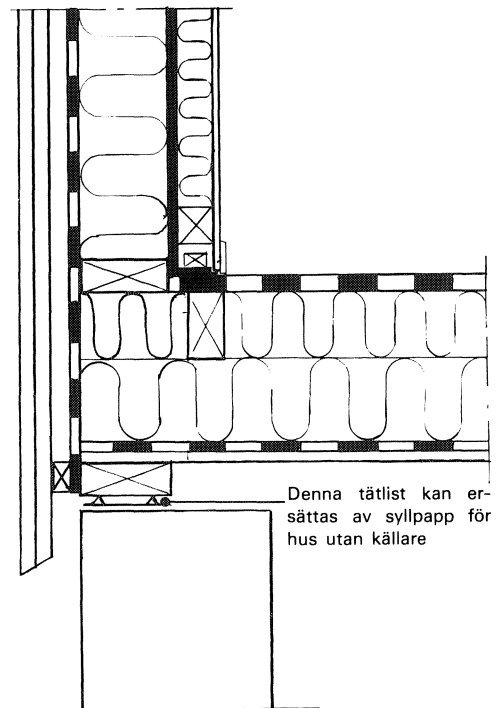


Vägg med liggande invändigt regelverk, indragen ångspärr, träbjälklag

Träbjälklaget färdigställs först och tjäna sedan som arbetsplattform vid det fortsatta byggandet, därav byggmetodens namn, plattformsmetoden. Ändarna på bjälklaget bör övertäckas under byggskedet.

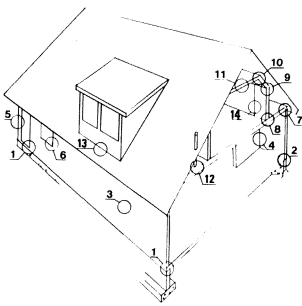
Alternativt kan bjälklaget göras som en ram genom att en virkesbit av samma dimension som bjälkarna förseglar bjälklaget, golvet dras då ända

ut och syllen placeras ovanpå golvsivian. Mellan grundmur och syll skall finnas en syllpapp eller om huset har källare en tättningslist. Ångspärren dras ned och kläms med en list mot golvmaterialet, innan det inre regelverket monteras. Listen bör helst försees med en gummilist så att god anliggning garanteras. Folien skall ligga så löst att viss rörelse tillåts utan att spänningar uppstår.

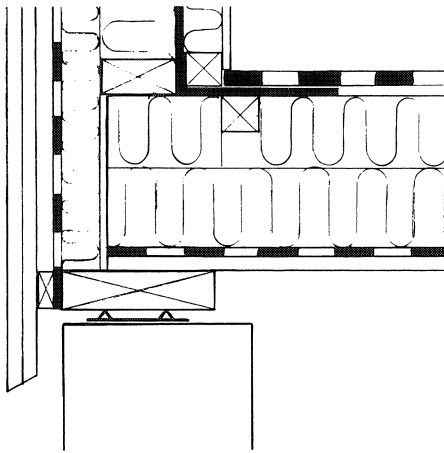
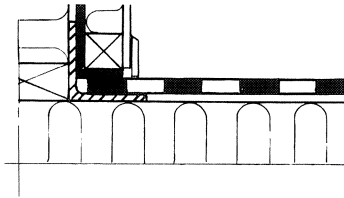


Vägg med liggande regelverk utvändigt och invändigt, indragen ångspärr, väggen står på träbjälklaget

Det yttre liggande regelverkets isolering och vindskydd förseglar bjälklagsändan. Under syll kan syllpapp användas. Det är viktigt att golvbeklägning och blindbotten blir så lufttäta som möjligt eftersom ingen ångspärr används i bjälklag över kryprum. Spontade golvsivior med limmade fogar ger god lufttätning. Den inkortlade klämregeln i bjälklaget kan eventuellt

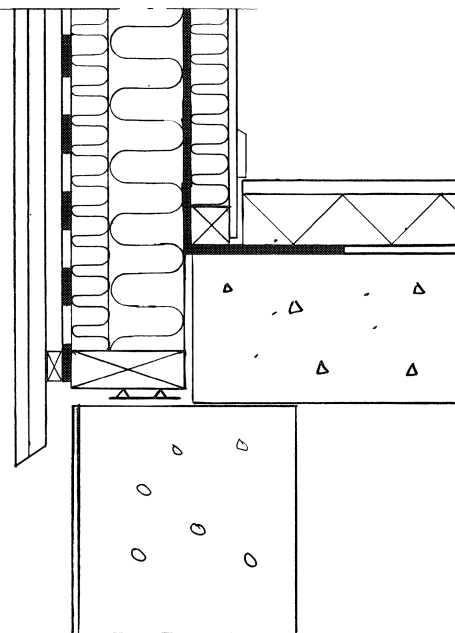


ersättas av en plåtvinkel mellan den inre liggande och den stående regelstommen.



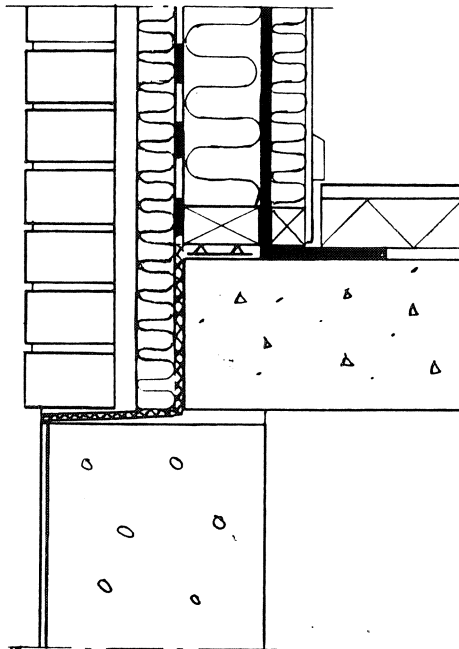
Vägg med liggande regelverk utvändigt och invändigt, indragen ångspärr, lättbetongbjälklag

Även här gäller att plastfolien skall läggas löst, samt att den skall ha god åldringsbeständighet.



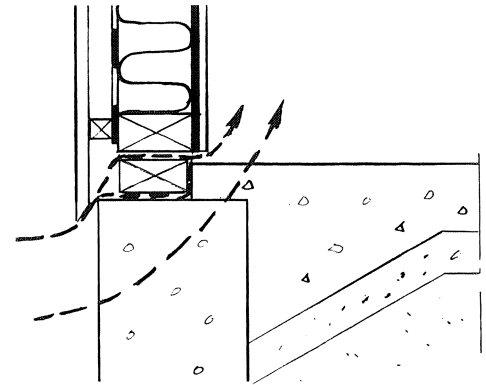
Vägg med fasadtegel, liggande invändigt regelverk och tung mineralullsskiva utvändigt, indragen ångspärr, lättbetongbjälklag

Vindskyddet har placerats ett stycke in i väggen, bakom den tunga mineralullsskivan av typen RW Västkustskiva eller GF Fasadskiva. En papp eller plåt anbringas så att den hänger ner mellan yttre isolerskiktet och bjälklaget. Var 5:e stötfog i första och andra tegelskiftet lämnas öppen.



2 Vägg — platta på mark

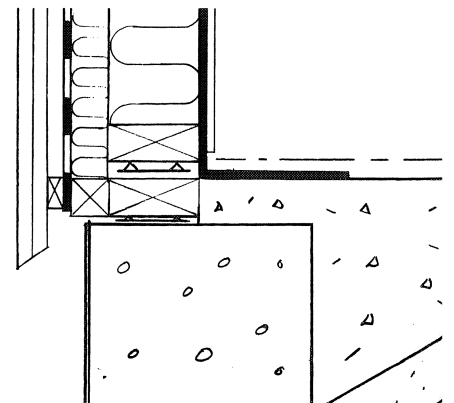
Ingen eller olämplig sylltätning ger genomgående otätheter in i huset. Kantisolering av leca har otillfredsställande lufttäthet om inte lecablocken vindtätas utvändigt. Strykning med kallasfalt räcker inte. Ingjutna syllar av trä bör helst inte användas — träet suger upp vatten som kan sugas vidare upp i väggkonstruktionen. Även om syllan är tryckimpregnerad kan den då få mögelangrepp.



Förslag till lösning:

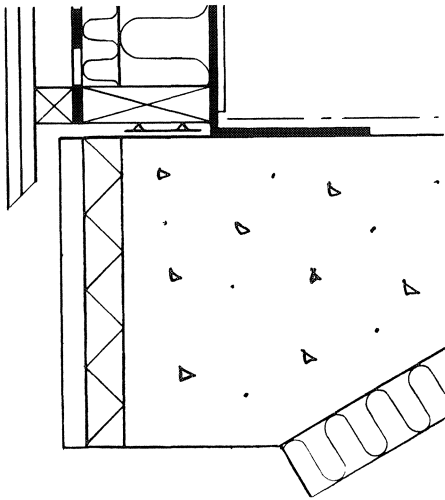
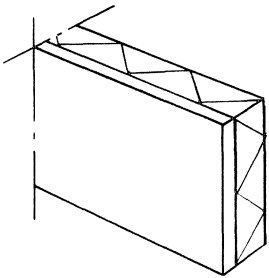
Vägg med liggande utvändigt regelverk, platta på mark, kantbalk av leca, isolering under plattan

Väggens ångspärr bör om möjligt ej skäras i nederkant utan dras in under golvet ytskikt. Lecablocken skall slammas eller putsas för att bli lufttäta. I denna figur består väggen av prefabricerade väggelement som placeras på syll, det yttre regelverket monteras därefter. Tätningslist under båda syllarna.



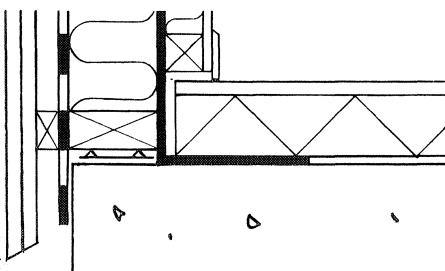
Vägg med liggande utvärdigt regelverk, platta på mark, utvärdig kantisolering, isolering under platta

Tätning under syll, under golvmaterialet indragen ångspärr. Kantisolering av element t. ex. Siroc's kantelement eller t-socketelement.



Vägg med liggande invändigt regelverk, indragen ångspärr, platta på mark, isolering ovanpå platta

Väggen monteras först med tätning under syll. Vindsskyddet dras över foggen syll-platta. Ångspärren skäres inte utan lägges lös så att den täcks av golvelementen.



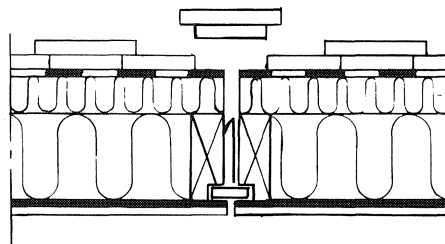
3 Eventuella elementfogar i vägg

I hus som byggs med prefabricerade byggelement har elementfogarnas täthet en avgörande betydelse för hela husets täthet. Ofta används skumplastresor som enda tätningsmedel, dessa ger erforderlig täthet endast om de komprimeras ordentligt, vilket sällan är fallet. Ett enkelt, väl fungerande och åldringsbeständigt fogtätningssystem behövs.

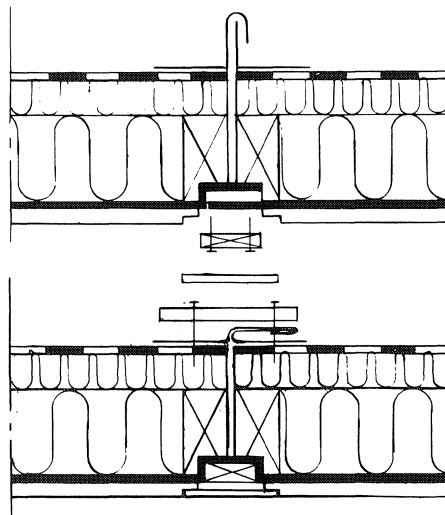
Förslag till lösning:

Elementfogar bör förses med gummlist. Täthet på utsida åstadkommes med list eller med pappresor som vikas och kläms. Beständig tejp, diffusionsöppen, kan också användas. Tätning med PU-skum är en annan god lösning om de intill varandra liggande väggreglarna utförs så att ett tillräckligt stort utrymme bildas mellan dem. Det är viktigt att konstruktionen görs så att elementen kan dras ihop.

Tätning med gummlist

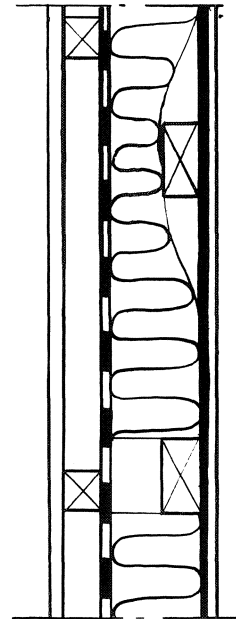


Tätning med utvärdig papp och invändig plastfolie



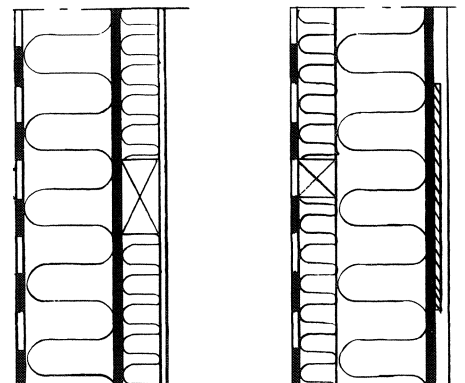
3 Kortlingar för upphängning av armatur

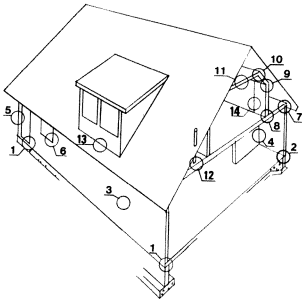
Om isoleringen inte är speciellt tillskuren och tillpassad, trycks den ihop av kortlingarna. Luftkanaler bildas då som nedsätter isoleringsförmågan i mineralullen och gör att kallluft kan spridas i konstruktionen.



Förslag till lösning:

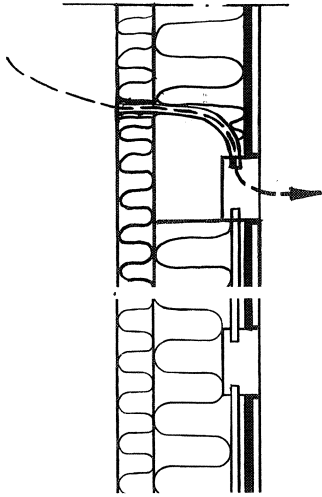
Om väggen har indragen ångspärr, bör eventuella kortlingar sättas i det inre isolerskiktet. Därigenom behålls ångspärren intakt och obruten. Då ångspärren placeras närmast rummet kan stålfixturer användas som underlag för radiatorer, tvättställ etc. Om träbaserade skivor eller träpanel används som inre beklädnad kan antalet kortlingar reduceras avsevärt då dessa materials hållfasthet medger infästning även av tyngre armaturer.





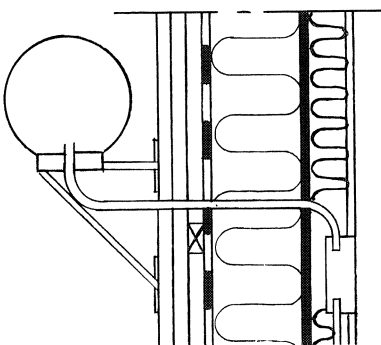
3 Elinstallationer i och genom yttervägg

Otättheter förekommer i och kring elrören. Ångspärren punkterad. Kanaler i isoleringen gör att luftförelser som nedsätter isoleringsförmågan lokalt kan förekomma. Kanalerna kan också förbinda otättheter i ångspärr och vindskydd, med direkt inblåsning som följd. Samma problem uppstår vid elinstallationer i tak, samt i anslutningen vägg – tak, se punkt 7.



Förslag till lösning:

Genomföringen genom ångspärr och vindskydd bör tejpas, rördragningen genom väggen bör vara horisontell för att inte störa isoleringen. I väggkonstruktioner med indragen ångspärr kan vertikala dragningar ske i skiktet innanför ångspärren. Rör tätas. Helst bör ledningar från utsidan dras bakom ytterpanelen och koncentreras till en eller några få punkter där en noggrann tätning av genomföringen kan ske.

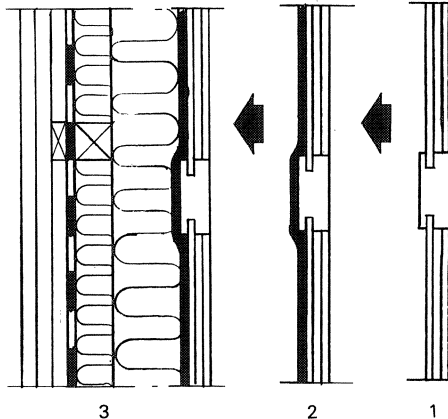


Om väggen inte har indragen ångspärr bör man helst dra elledningarna i innerväggarna eller i speciella ellistsystem. Många olika ellistsystem förekommer, längs golvsocklar, i huvudhöjd på vägg eller centralt i taket.

Elementhusindustrin koncentrerar eldragningen i väggarna till speciella installationsblock i storlekar upp till 1 200 mm bredd, horisontella dragningar sker således i tak. I dessa installationsblock erfordras ca 50 mm installationszon. Två olika förslag visas här.

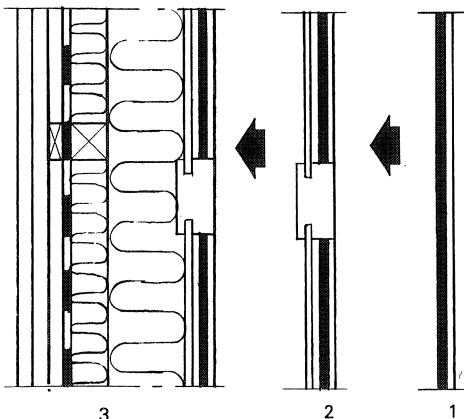
Speciella el-dosor:

1. Speciell eldosa t ex ASEA-Skandias klämdosa + rör monteras på lös skiva.
2. Utskäring för rör och dosor görs i isoleringar varefter en diffusionspärr monteras relativt löst hängd.
3. Skivan monteras därefter på plats.



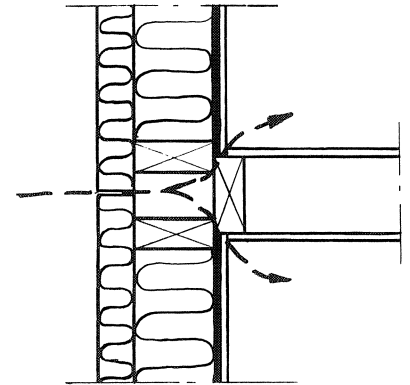
Limmad el-dosa:

1. El-dosa limmas på skiva med pålagd plastfolie
2. Elrör monteras
3. Skivan monteras i väggen efter det att utskärning skett för dosor och rör.



4 Anslutning av innervägg mot yttervägg

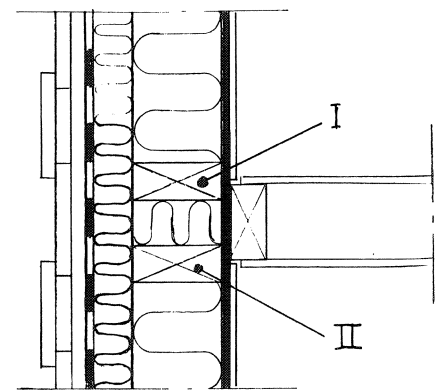
Det är viktigt att arbetsföljden är riktig så att delar av väggen inte lämnas oisolerade med köldbryggor som följd. Bruten ångspärr vid anslutningen medför risk för genomgående otättheter, speciellt om vindskyddet är av mineralull, eller om vindskyddets skarvar är otäta. Används folierade gipsskivor som invändig beklädnad finns ingen ångspärr alls vid anslutningen.

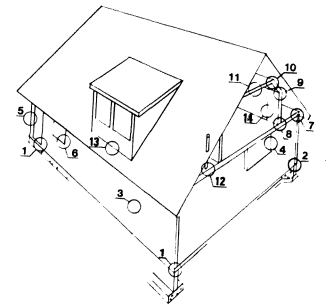


Förslag till lösning:

Vägg med liggande utvändigt regelverk

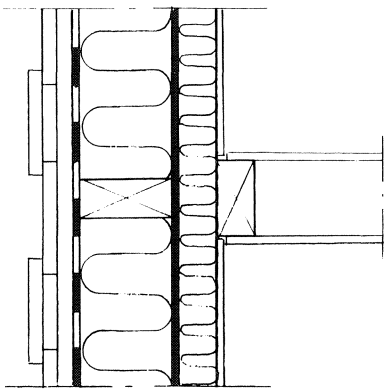
Montageordningen ändras så att plastfolien kan dras obruten förbi mellanväggen. Utrymmet mellan regel I och II får inte "glömmas bort" utan måste isoleras innan det horisontella utanpåliggande regelverket monteras.





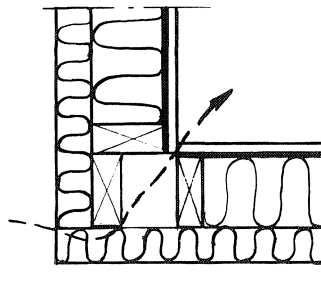
Vägg med liggande invändigt regelverk

Innerväggen monteras sedan det horisontella invändiga regelverket monterats och isolerats, men innan skivan monterats. Om man inte vill använda sig av kortlingar som underlag för skivorna kan vinklar av plåt, plast eller träbaserat skivmaterial användas. Vid icke bärande innervägg är det möjligt att gå förbi med ytterväggens inre skiva.



5 Hörn

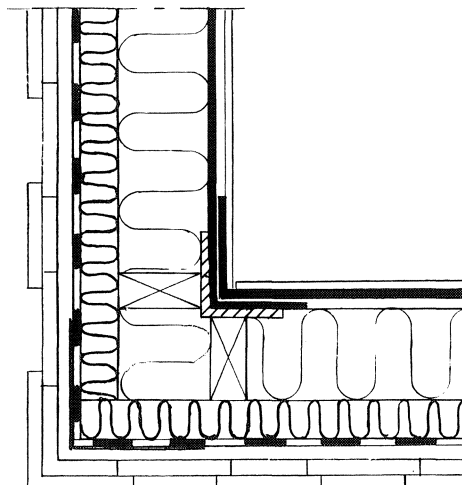
I hörn kan också fel arbetsföljad leda till oisolerade utrymmen. Bruten ångspärr och otätt eller otätt skarvat vindskydd kan i sådana fall ge genomgående otätheter.



Förslag till lösning:

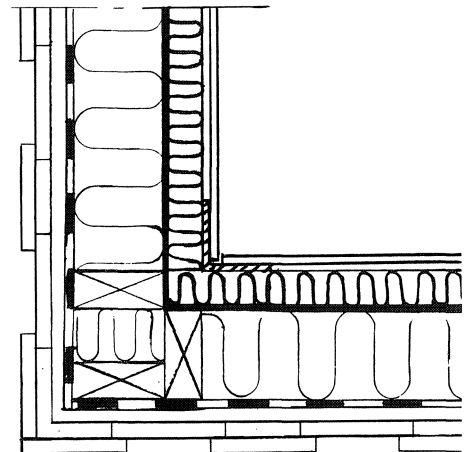
Utvändigt liggande regelverk

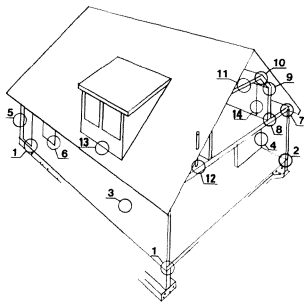
Ångspärren utförs med överlapp i hörn. Hörnets isolering får inte glömmas bort. Arbetsgången måste vara sådan att isolering av hörnet är möjlig. Beslag av vinkeljärn håller ihop hörnet. Beslagen monteras under ångspärr och invändigt skivmaterial. Alternativt används en extra regel på traditionellt sätt (se alt. med invändigt liggande regelverk).



Invändigt liggande regelverk

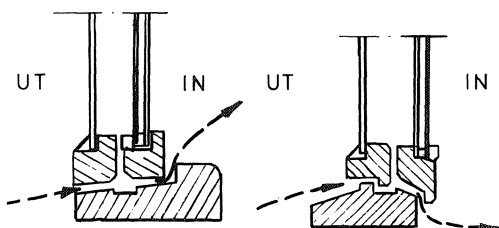
På utsidan kan vinklar av papp, skivmaterial eller liknande användas för att åstadkomma hög täthet. Vindskyddets hörn kan också tejpas. Plåtvinkel eller vinkel av formpressat träbaserat skivmaterial kan användas som underlag för invändiga skivor i hörn. Observera att ångspärren inte skarvats i detta hörn. Med rätt material och arbetsutförande kan antalet vertikala skarvar i plastfolien nedbringas till ett minimum, se punkt 14.





6 Fönster, båge — karm

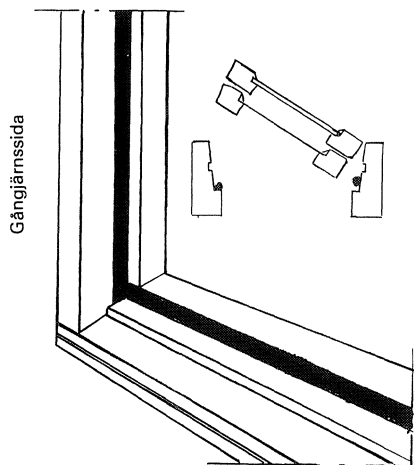
Utelämnade eller felmonterade tätningssystem kan ge otätheter och risk för skador. Dåligt justerade stängningsbeslag.



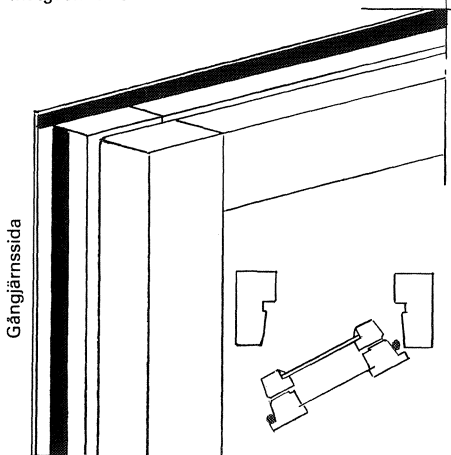
Förslag till lösning:

Se till att stängningsbeslagen är justerade så att god tätning erhålles. Tätningslisterna bör vara av syntetiskt gummi (t ex kloropren eller EPDM) i P-profil. Listerna placeras enligt figur och fästes med rostfri häftklammer eller nubbar, max c 80 mm.

Utåtgående fönster

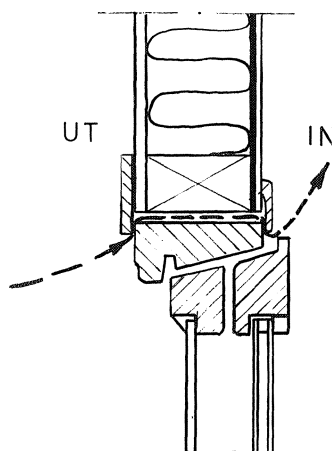


Inåtgående fönster



6 Fönster, karm — vägg

Inget eller bristfälligt tätningssystem kan ge otätheter och risk för skador. Mineralulls-drev ger otillräcklig täthet. Ångtät fogmassa får ej placeras på utsidan. Fukt stängs då in bakom karmen där den kan kondensera och ge skador på karm och vägg.



Förslag till lösning:

Tre bra tätningssystem visas här. Metoderna rekommenderas bli av Riksbyggen. Dessa tätmetoder har även andra användningsområden än fogen karm—vägg.

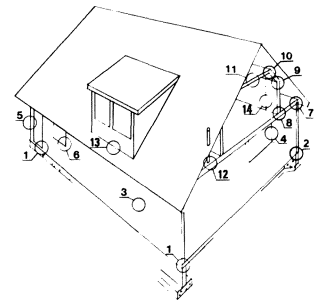
För att få ett så enkelt drevningsarbete som möjligt bör man vid väggar med liggande regelstomme kortla ut runt fönsteröppningar. Eventuellt kan dessa kortlingar ersättas av en installationslåda av träbaserat skivmaterial, i vilken fönstret kan placeras. Om karmens innerkant läggs i liv med ångspärren kan folien dras över fogen och fästas i karmen. Folien kläms sedan av den invändiga beklädnaden ev. med en gummilist emellan. Fogen drevas därefter från utsidan. Metoden är vanlig i Norge.

EPDM-Gummi
Typ Rockwools S-list
Monteras i samband med fönstermontage. List i V-form används också vid karm—vägg, monteras efter fönstermontage.

PLASTAD

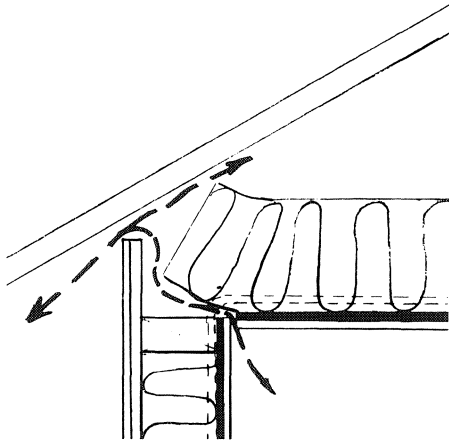
Fogfiber
Typ Gullfiber
Monteras efter fönstret monterats. Alternativt kan den plastade fogfibern utbytas mot U-formad gummilist. En variant av fogfiber monteras i samband med stommontage.

Polyuretanskum
Typ BPA
Fogar fylls efter fönstrets montering. Denna metod fordrar relativt stor spalt, helst ca 2 cm mellan karm och vägg för att fungera.



7 Tak — bjälklag — yttervägg, långsida

Bristfälligt ansluten och vindtätad isolering och genombruten ångspärr, tex genom att folierade gipsskivor använts ger otätheter och risk för fuktskador på takkonstruktionen. Elledningar från vägg till tak kan trycka upp isoleringen. Då bildas kanaler och hålrum i isoleringen som kan förbinda otätheter i huset med varandra.

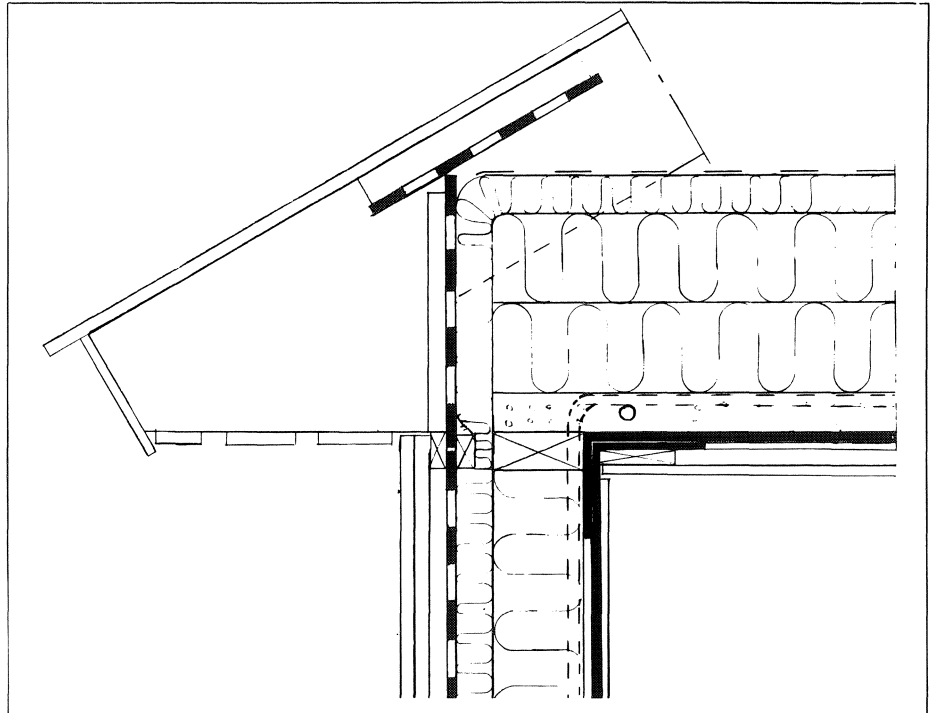


Förslag till lösning:

Vägg med utvändigt liggande regelverk

Takstolens utformning bör vara sådan att tillräckligt utrymme erhålles för isoleringen vid takfot (se fig). Översta isoleringsmattan bör vara pappersbelagd och isoleringens kanter bör vindsyddas genom att mattan dras ned över övriga isoleringens kanter. Helst bör spikplåttakstolar användas. Överlappsskarvar innebär svårare isolerarbete och troligtvis sämre resultat. Takventilationen får inte hindras av isolermaterialet. Därför bör en skiva spikas mellan takstolarna mot klossar på takstolarnas ömse sidor. En spalt bildas då mellan skivan och underlagstaket. För att erhålla ett gott vindskydd av bjälklagsisoleringens kanter kan vindsyddet fortsättas uppåt och möta skivan under ventilationsspalten. Ca 50 mm lösull eller kutterspån kan läggas där elledningar annars ger isolerproblem då isolerskivorna trycks upp. Ångspärren tejpas vid håltagningar.

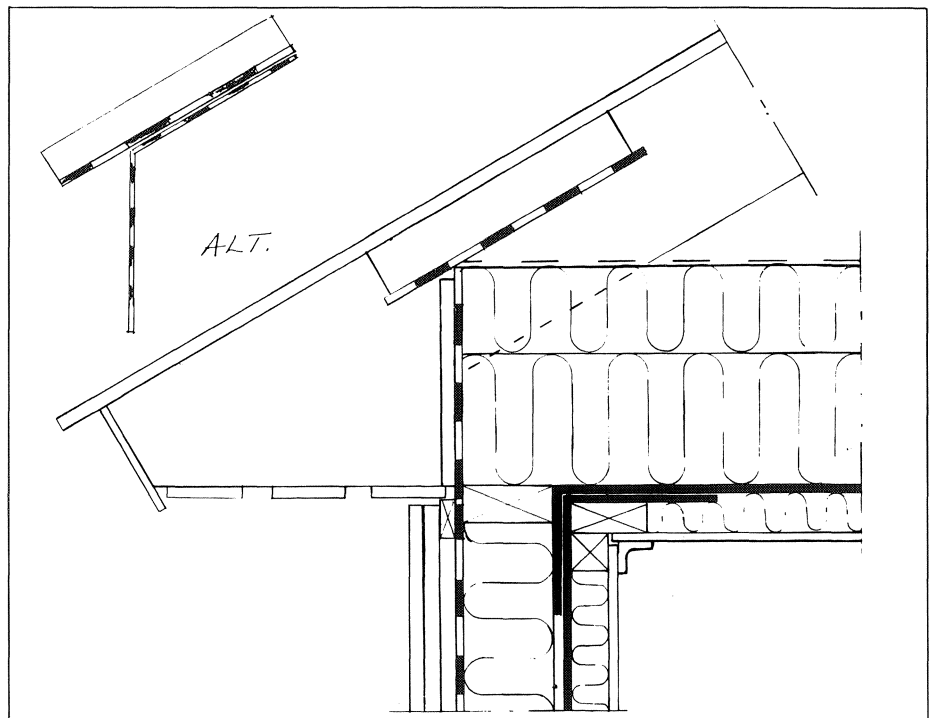
För undertaket måste arbetarskyddsföreskrifter beaktas, se sid 15.

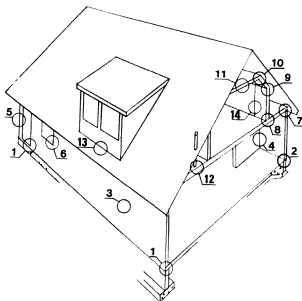


Vägg med invändigt liggande regelverk

För att få god vindtätning av vindsbjälklagsisoleringens kanter kan också en vindtät men diffusionsöppen folie, papp eller liknande fästas på ventilationskanalens undersida (se alt.). Den

viks ner och fästs mot det uppåt förlängda vindsyddet. Utrymmet mellan de invändiga horisontella reglarna och utrymmet mellan glespanelbräderna bildar ett installationsskikt. I denna fi-



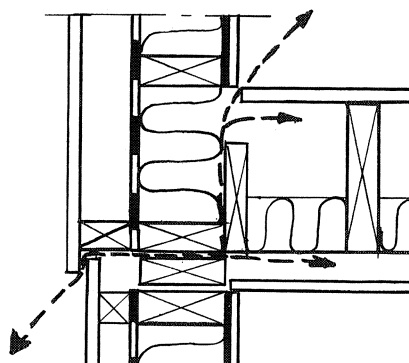


gur består glespanelen av ganska grova läkt, utrymmet mellan dem har isolerats underifrån i efterhand. Observera att arbetarskydds krav måste beaktas beträffande dimension, c-avstånd, foliekvalitet och uppspikning (se sidan 15). Takfolien monteras före det inre horisontella regelverket. Yttersta glespanelbrädan kan vara 45 x 95, de övriga 45 x 45. I detta fall får c-avståndet inte överstiga 300 mm. Det lilla c-avståndet gör en isolering mer arbetskrävande än då normalt c 600 mm används. En isolering av glespanelens kanaler ger fördelen av att minska risken för spridning av kallluft som kommit in vid en lokal otäthet. Vid nuvarande stora isolertjocklekar kan det bli trångt vid takfoten då takstolar med liten lutning används, isolering av glespanelen gör att mindre tjocklek behövs ovanpå.

7 Bjälklag — yttervägg, gavel

(1½- eller 2-plans hus)

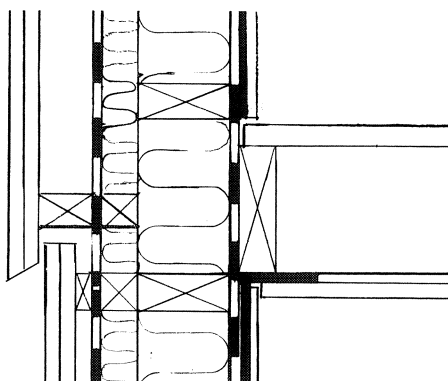
Gavelspetsen kan vara konstruerad antingen som en separat väggdel med syll som placeras på den undre väggens hammarband, eller som en fortsättning av den undre väggens vertikala regler. Om i det första fallet fogtätningen, syll-hammarband utelämnas eller utförs bristfälligt kan genomgående otätheter uppstå och man riskerar kallluftsinblåsning i mellanbjälklag och glespanelskanaler. I båda fallen är ångspärren vanligen avbruten vid bjälklagsgenomgången.



Förslag till lösning:

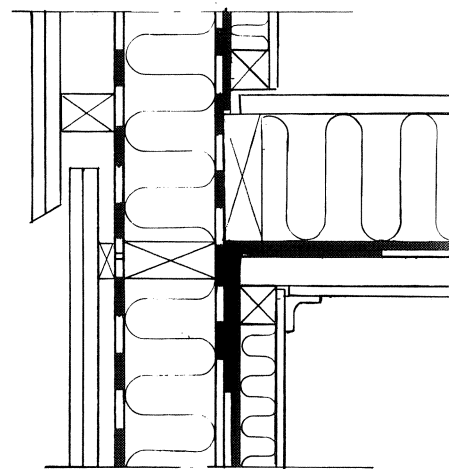
Vägg med utvändigt liggande regelverk (Väggreglarna går obrutna ända upp till taket)

En plastfolie eller diffusionstät tunn skiva anbringas mellan gavelväggens två kortlingar för att få kontinuitet i ångspärren. Observera att undertaket måste uppfylla arbetarskydds krav beträffande genomtrampning. I mellanbjälklaget läggs 3–5 cm mineralull, vilket absorberar stegljud i bjälklaget.



Vägg med invändigt liggande regelverk (Väggreglarna går obrutna ända upp till taket)

Här förfar man i princip på samma sätt som vid utvändigt liggande regelverk. Utförs taket i undervåningen med glespanel kan man som här använda en armerad folie som arbetarskydd under byggskedet. Som en extra säkerhet från isolersynpunkt kan yttersta facket mellan takstolarna isoleras fullt.



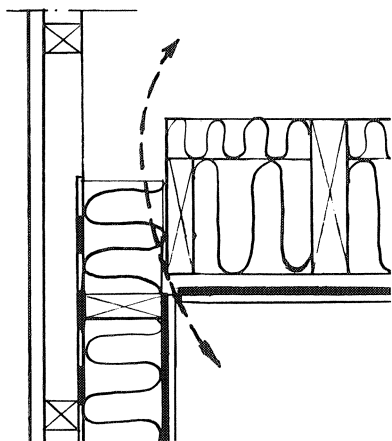
Vägg med separat gavelspets som placeras på den undre väggens hammarband

Här är det viktigt att fogen mellan syll och hammarband tätas, lämpligen med en gummilist. I övrigt förfar man som när väggreglarna är kontinuerliga ända till tak.

Självfallet bör man sträva efter små måttoleranser både för gavelspets och väggelement så att det spel som uppstår mellan elementen inte blir alltför stort.

7 Takbjälklag — yttervägg, gavel (1-planshus)

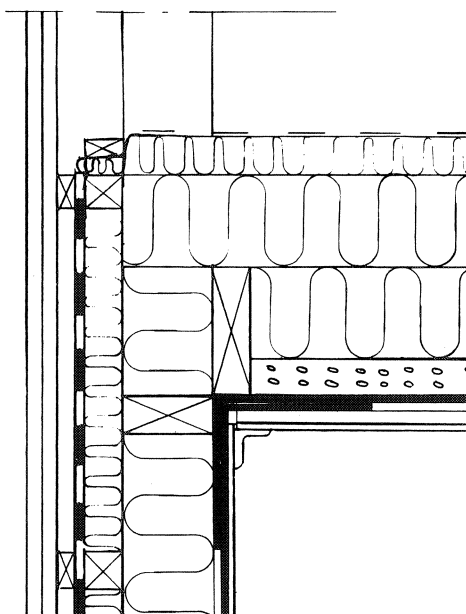
Bristfälligt utförd anslutning av takbjälklagsisoleringen och genombruten ångspärr kan ge luftläckage och luftrörelser i isoleringen. Otätheterna kan ge upphov till skador på väggar och tak om varm, fuktig luft strömmar ut. Är undertaket försett med glespanel kan kallluft spridas i glespanelens kanaler och läcka in genom otätheter i innertaket.



Förslag till lösning:

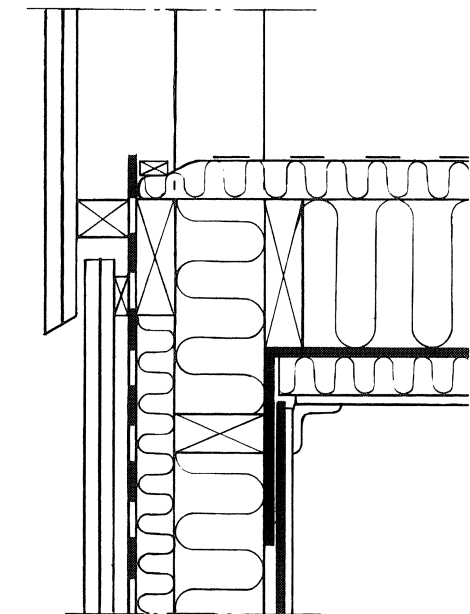
Vägg med utvändigt liggande regelverk, undertakselement

Vid användning av från arbetarskyddssynpunkt godkänd undertaksprodukt, av träbaserat skivmaterial kan det vara lämpligt med en ca 5 cm tjock lös fyllning av sågspån, kutterspån eller flockad mineralull kring elrör och eventuella dosor. Den översta pappklädda mineralullsmattan fästes med en läkt mot en yttre liggande regel.



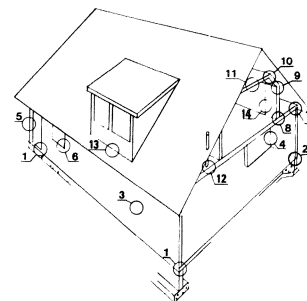
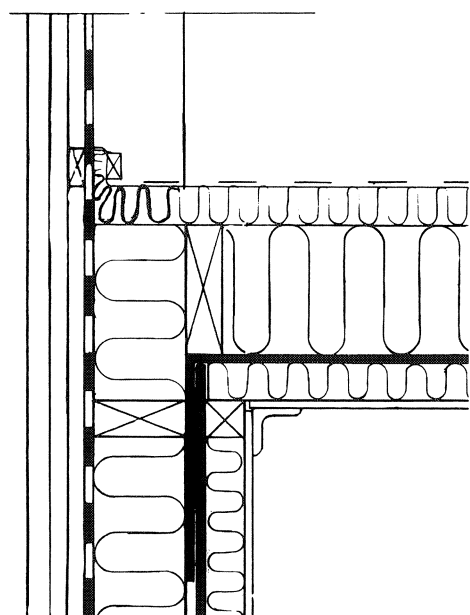
Vägg med utvändigt liggande regelverk, gles panel

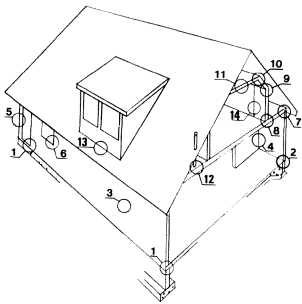
Hus utan inredd vind är ofta försedda med gles panel eftersom takstolarna placeras på c 1200, vilket är för stor spännvidd för vanliga skivmaterial. Arbetarskydds krav måste beaktas, se sidan 15. Ångspärren får inte placeras på glespanelens varma sida (om inte mellanrummet mellan glespanelbräderna fylls med isoleringsmaterial, t ex sågspån). Då ångspärren placeras ovan glespanelen skapas en installationszon som också kan isoleras. Takets ångspärr och väggens ångspärr kläms av väggbeklädnaden mot väggens hammarband eller som här mot motsvarande kortling.



Vägg med invändigt liggande regelverk, gles panel

Glespanelen och folien monterats innan det invändiga regelverket. Vägg och takfolie kläms av den översta invändiga regeln mot väggens hammarband eller motsvarande kortling. Här har glespanelens kanaler isolerats. Den översta pappklädda mineralullsmattan fästes med läkt.



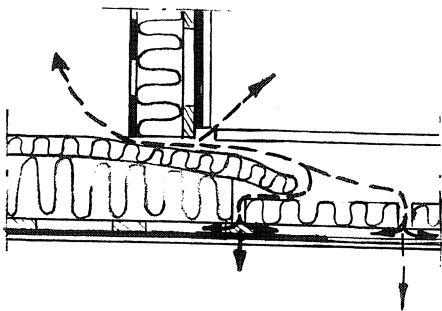


8 Stödvägg — bjälklag

(1 ½-planshus)

Isoleringen kan vara dåligt vindtätad och otillfredsställande utförd. Ångspärren avbruten vid bjälklagsgenomgång. Detta kan medföra inblåsning av kallluft i mellanbjälklaget, kallluften kan spridas i bjälklaget med hjälp av glespanelens kanaler. Även begränsade otätheter kan därför ge kalla golv i ovanvåningen, kalla tak i bottenvåningen och innebär risk för luftläckage in i rummet.

Utrymmet utanför stödväggen utnyttjas ofta som förråd. Eftersom vanligen inget golv finns kan isoleringen i sådana fall tryckas ihop. Luckan ut till utrymmet kan vara dåligt isolerad och otillfredsställande tätad (se också punkt 11)

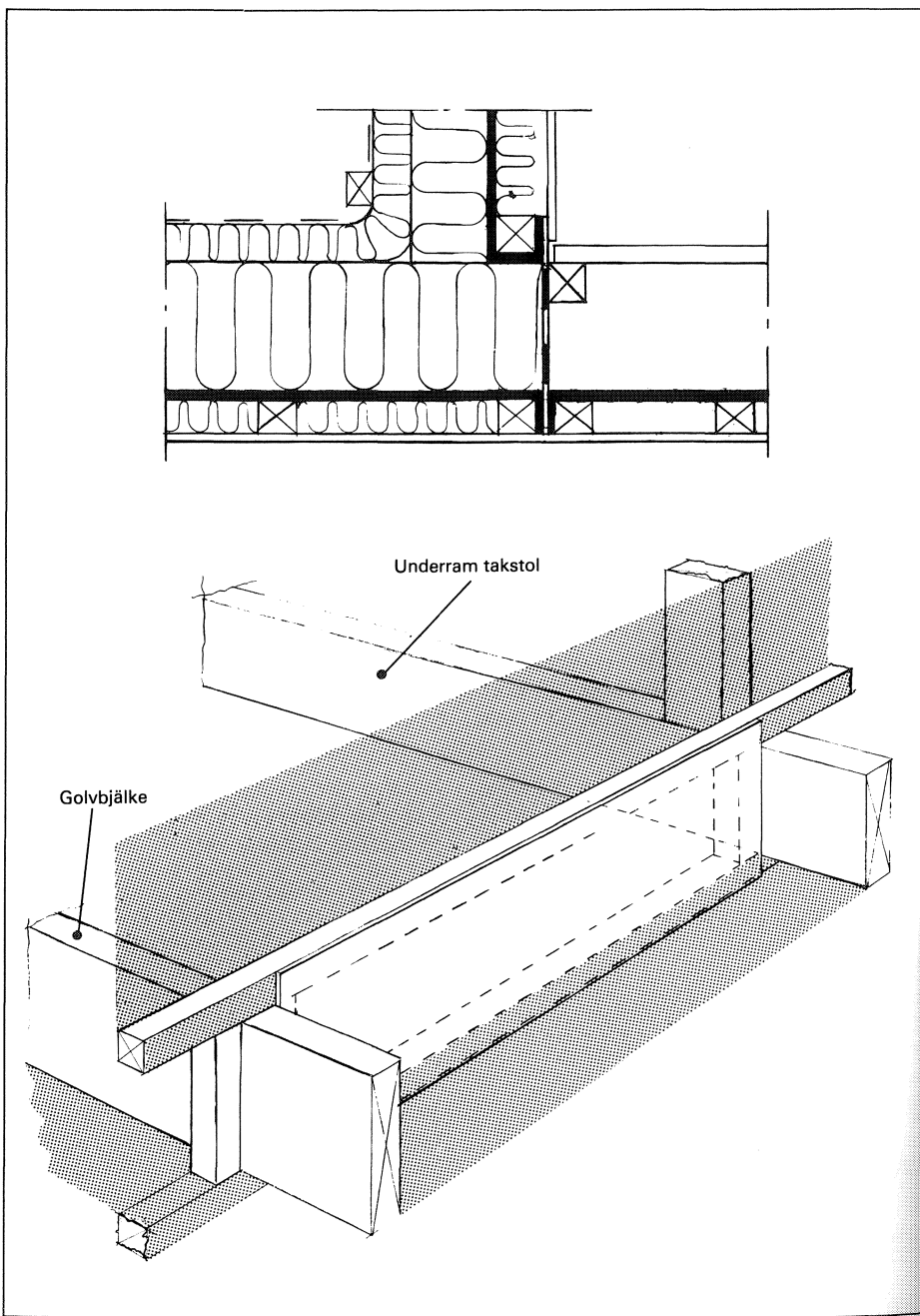


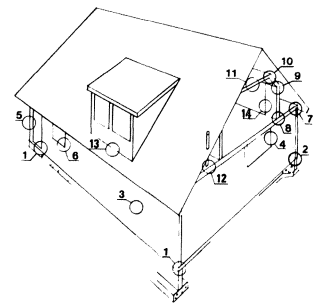
Förslag till lösning:

Bjälklagsgenomgång, invändigt liggande regelverk på stödvägg

En diffusionstät skiva fästes i sidorna mellan läkt på takstolarnas underramar och golvbjälkarna, i ovankant fästes skivan mot stödväggens nedersta liggande regel och i underkant mot en glespanelläkt. Ångspärren kläms mot skivan enligt figur. Bjälklaget kan innanför den inkortlade skivan vara oisolerat, men från ljudisoleringssynpunkt motiveras 3–5 cm mineralull.

Som stöd för golvskivan i ovanvåningen behövs kortling. I figuren har plastfolie av arbetarskyddsskäl monterats under hela mellanbjälklaget. Bjälklagsisoleringens översta skikt består av en pappklädd mineralullsmatta, som dras upp längs stödväggen för att förhindra luftrörelser i isoleringen.

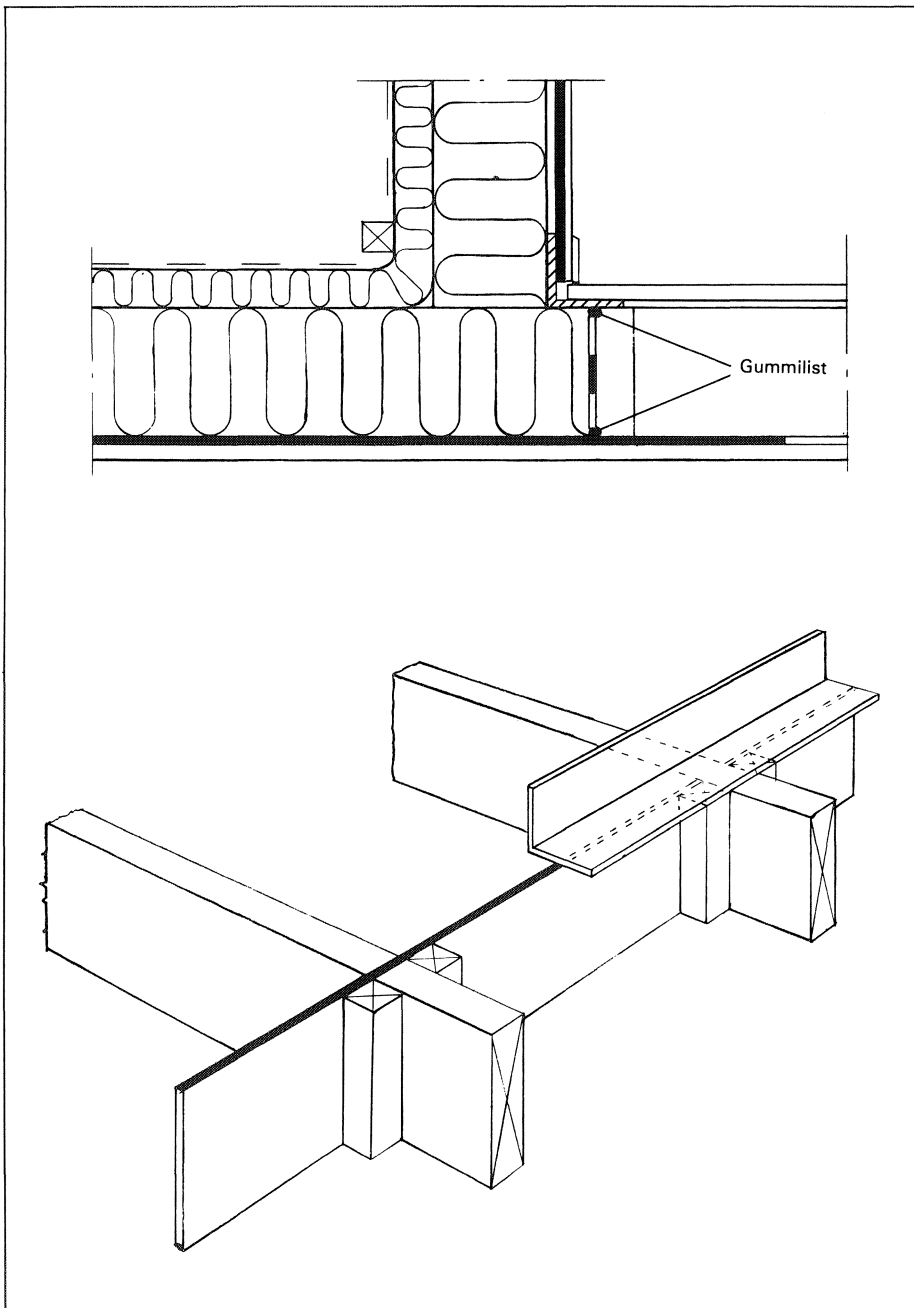




Bjälklagsgenombgång, variant utan invändigt liggande regelverk på stödväggen

Denna lösning är något enklare att utföra än den som visas på sid 26. Den vertikala skivan i bjälklaget fungerar här också som understöd för ovanvåningens golvskena. Skivan som är diffusionstät, fästes i klossar mellan takstolarnas underramar och golvbjälkarna. Klossarna placeras in mot huset så att de inte stör isoleringen. På skivans ovan- och undersida fästes en

självhäftande gummilist. Folien i undertaket kläms av takbeklädnad eller glespanel mot gummilisten. På ovasidan används en vinkel av plåt, plast eller träbaserat skivmaterial som figuren visar. Folien uppifrån kläms av väggbeklädnaden mot vinkeln, som i sin tur kläms mot den inkortlade skivans gummilist av golvskivan.



För takstol med utdraget stödben eller vid isolering parallellt med takfallet

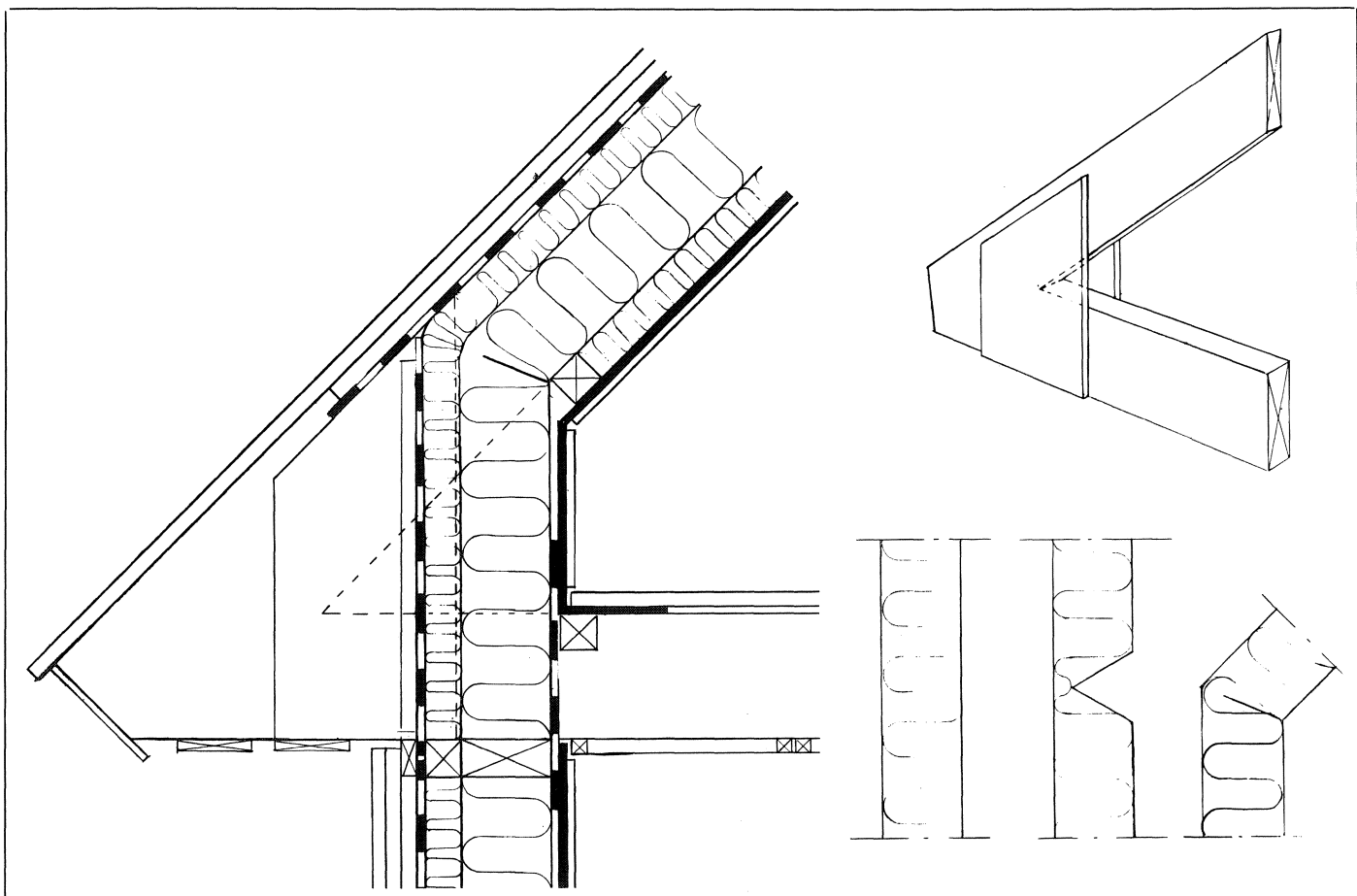
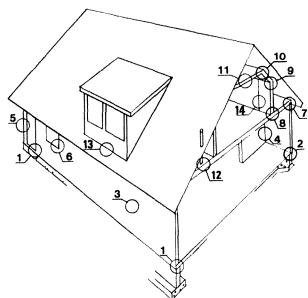
Det är svårare att beräkna och dimensionera en takstol med utdragna stödben än en takstol med stödben placerade 1–2 meter från ytterväggsupplagen. Den konventionella 1½-planstakstolen innebär dock vissa isoler- och tätningssvårigheter, varför man kan vänta en ökad användning av takstolar av den typ som framgår av figur på nästa sida. Även ett ökat intresse att isolera vanliga takstolar parallellt med taket motiverar att isolerings- och täthetsproblematiken beaktas här.

Vägg med utvändigt liggande regelverk (se fig sid 28)

Parallellt med taket monteras en skiva mellan klossar på takstolarna så att en ventilationskanal bildas, kanalen bör vara minst 5 cm hög.

En fortsättning av väggens vindskydd fästes på samma sätt mot klossar på ömse sidor takstolarna. Klossarna skall sitta utåt för att inte störa isoleringen. Om takstolen går långt ut uppstår en otäthet mellan över- och underram som tätas, enligt detaljfigur, med en tunn träbaserad skiva. En pappklädd mineralullsmatta anslutes ytterst mot det förlängda vindskyddet och ventilationskanalsskivan. Mellan takstol och golvbjälke (takstolarna c 1 200, golvbjälke däremellan ger c 600) upp till överkant golvbjälke isoleras med 560 bred mineralull, därefter vidare uppåt med 1 160 bred mineralull. För att få gott isoleringsutförande i takvinkel bör mineralullen skäras enligt detaljfiguren. På överramens insida har liggande läkt, 45 × 45 c 600, fästes för att ge tillräckligt isolerutrymme och möjlighet att fästa skivmaterial som kräver max c 600.

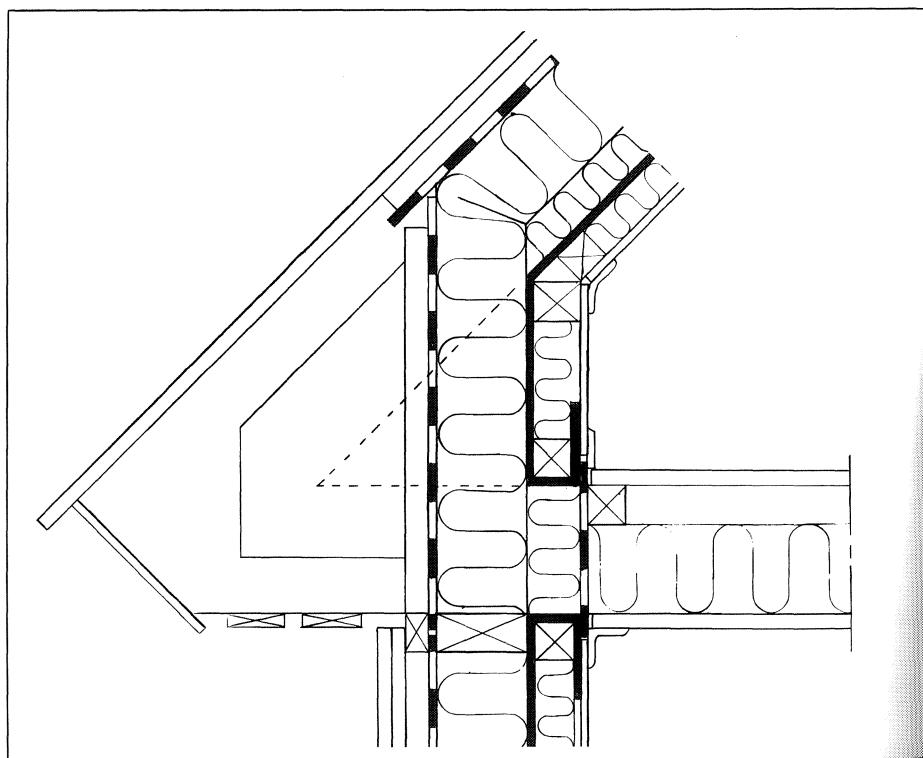
Bjälklagsgenombgång kan utföras på något av de sätt som visas under förslag till lösning för punkt 8, vanlig takstol. Här har en av arbetarskyddsstyrelsen godkänd skivprodukt använts till undertak. En 3–4 cm tjock mineralullsmatta bör läggas in i mellanbjälklaget (se figur på nästa sida) för bättre ljudisolering.

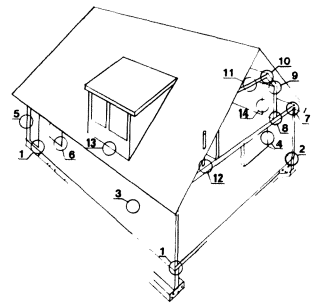


Vägg med invändigt liggande regelverk

Här isoleras och tätas på i princip samma sätt som vid utvändigt liggande regelverk. I detta fall har ingen pappklädd mineralull använts ytterst. Tätning kan här ske enligt detalj i figur på sidan 23. Mineralull i mellanbjälklaget av ljudisoleringskäl.

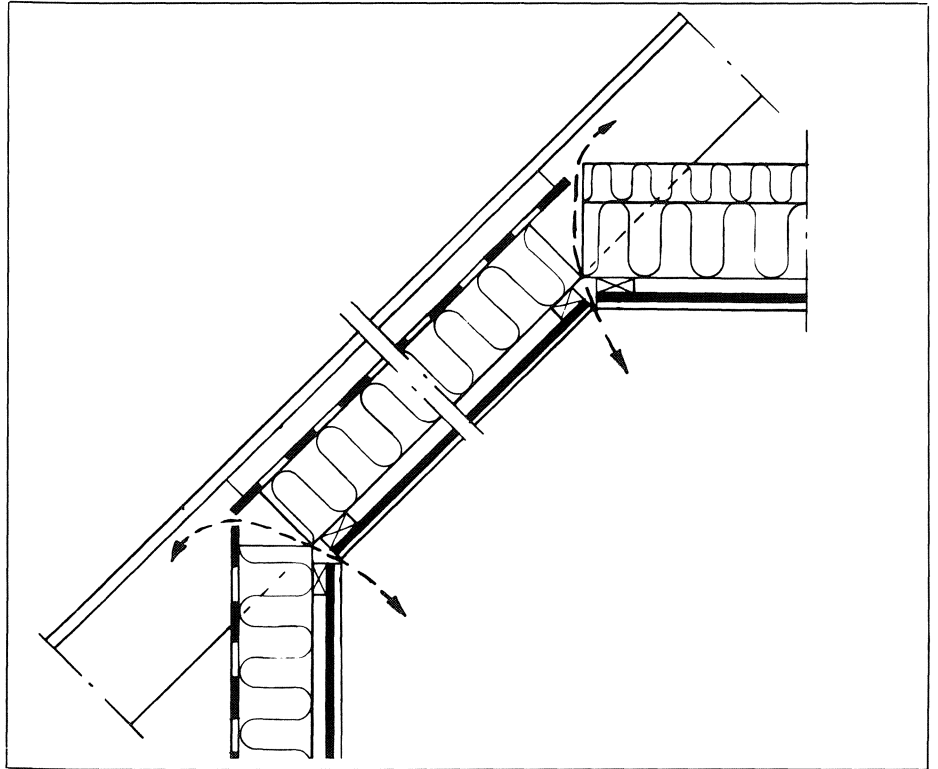
Om man av inredningsskäl ändå vill ha en stödbensvägg bör denna vägg isoleras med 50–70 mm mineralull. Denna vägg bör inte utföras tät och utrymmet bakom ventileras.





**9 och 10 Stödvägg —
Yttertak —
hanbjälklag
(1½-planshus)**

Stödväggens, snedtakets och hanbjälklagets isolering är ofta dåligt anslutna till varandra. Ingen eller dålig vindtätning kan ge luftrörelser i isoleringen. Snedtakets isolering kan ligga an mot underlagstaket med dålig ventilation som följd. Ångspärren kan vara avbruten vid vinkeländringarna. Detta tillsammans med mot varandra dåligt anslutna isolerskivor kan ge genomgående otätheter. Är underlagstakets ventilation dessutom dålig finns risk för fuktskador.

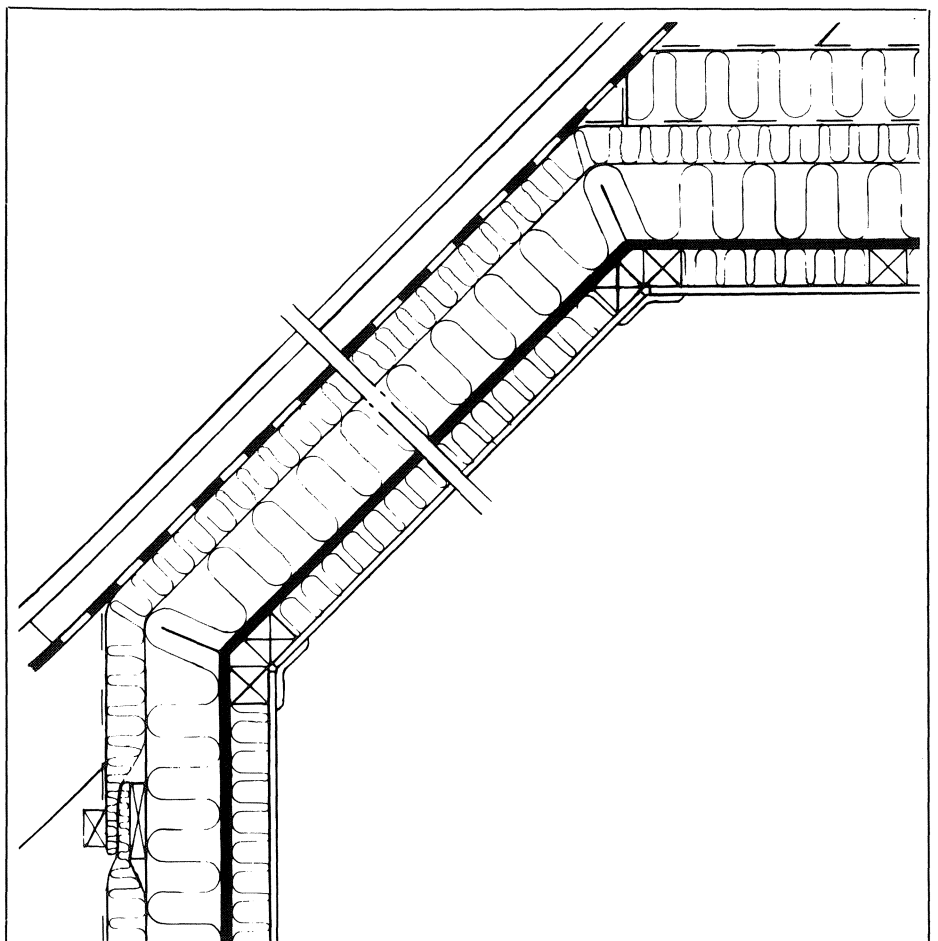


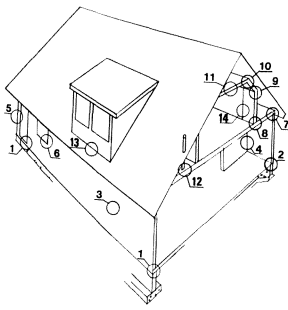
Förslag till lösning:

Det kan vara svårt att få in tillräckligt med mineralull vid högbenet p g a att taket skall ventileras. Man kan sala på högbenen eller lägga kompensationsisolering t ex på hanbjälklaget. Invändiga liggande 45 x 45, c 600, i snedtaget utökar också isoleringsutrymmet samtidigt som de möjliggör användandet av vanlig invändig beklädnad utan gles panel (c 600 istället för c 1 200) och medger installationer utan att ångspärren skadas.

Om man väljer att sala på takstolens högben krävs normalt glespanel som underlag för de invändiga skivorna.

I utsatta lägen kan det vara lämpligt att lägga in ett vindskydd (under utvändiga mattan) på stödbensväggen för att minska risken för pumpningseffekter.

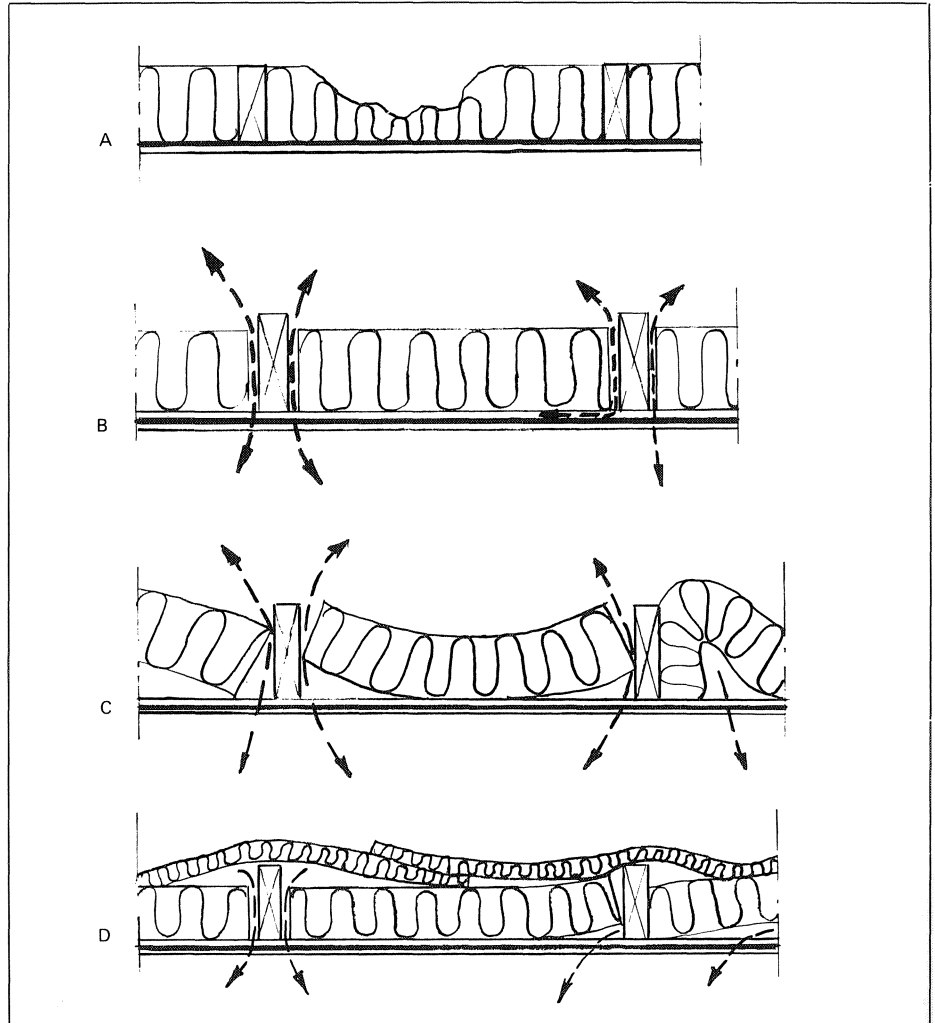




11 Takbjälklag

Trampskador på mineralullen ger sämre isoleringsförmåga (A).

Felaktiga mått mellan takstolarna eller fel mått på isoleringen kan ge luft- rörelser i isoleringen med nedsatt isolerförmåga som följd. Otätheter i ångspärren tex p g a för litet överlapp kan då medföra genomgående luftläckage, eventuellt med fuktskador på takkonstruktionen som följd (B). Fel mått på isoleringen, slarvig illäggning eller svårisolerade utrymmen, som i de fall då spikade takstolar med överlappsskarvar (laskar) använts ger samma problem som i B (C). Fel tjocklek på isoleringen ger kanaler som nedsätter isoleringsförmågan (D).

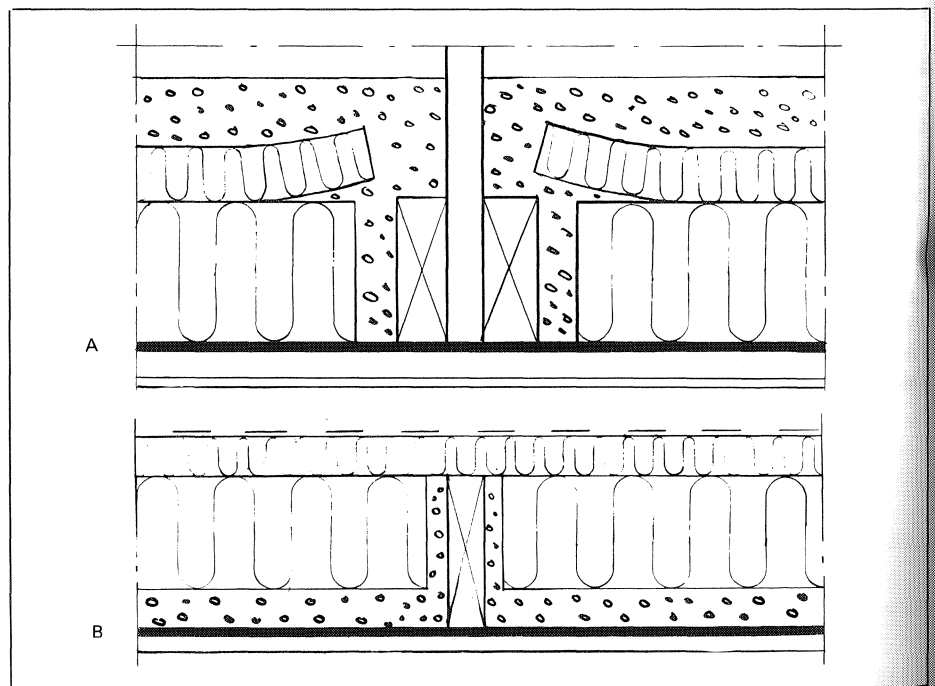


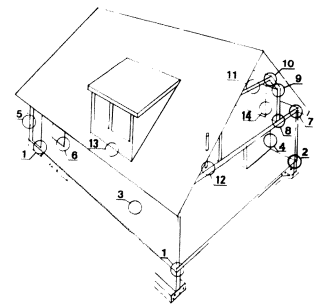
Förslag till lösning:

Under byggnadstiden får inte mineralullen trampas ner, landgångar skall användas. Skall vinden användas som förråd skall golv eller utlagda plank finnas som skydd för isoleringen.

Sågspån, kutterspån eller flockad mineralull kan användas för att tätta springor och för att komplettera isoleringen. Det lösa isoleringsmaterialet sluter också väl an kring elledningar och andra installationer.

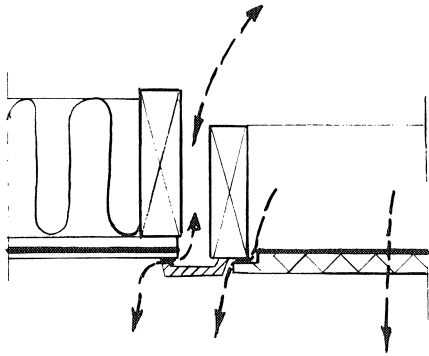
Spikplåtstakstolar bör användas istället för spikade takstolar med överlappsskarvar (laskar) som försvårar isoleringsarbetet.





11 Taklucka mot vindsutrymme

Taklucka mot vindsutrymme är ofta otillfredsställande tätad och ibland dåligt isolerad eller inte alls isolerad. Luftläckage och kall yta (kallstrålning) blir följden.

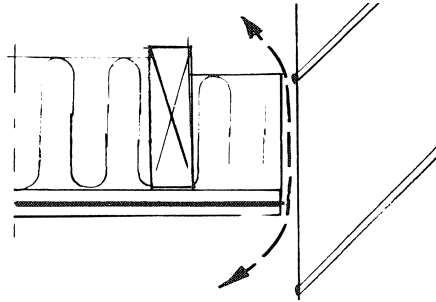


Förslag till lösning:

Takluckan isoleras lika mycket som det övriga takbjälklaget. Tätningslister, P-lister av gummi, monteras.

12 Genomföringar, t ex anslutning av skorstenar och ventilationsrör mot tak

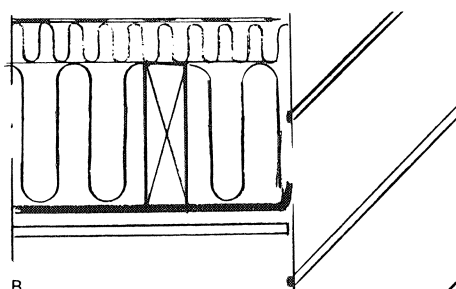
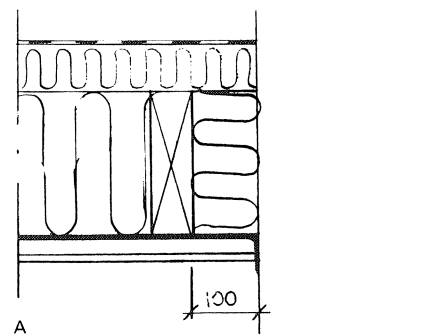
Otät anslutning p g a slarv eller felaktigt materialval kan ge luftläckning. Ofta är genomföringarna av metall, som leder värme bra och därmed får låg ytemperatur. Otätheterna kan leda upp fuktig luft som kondenserar på metallen. Vatten kan sedan rinna ner på omgivande mera fuktkänsliga konstruktioner och ge upphov till skador.



Förslag till lösning:

Vid skorsten bör utrymmet ut till trästommen fyllas med mineralull. För ytterligare tätning kan fogmassa användas på insidan (A).

Vid ventilationskanal tejpas ångspärren mot kanalen (B).



13 Takkupor

Anslutningen av takkupor till takkonstruktionen kan vara dåligt genomtänkt, med otätheter och risk för skador p g a dålig ventilation som följd.

Förslag till lösning:

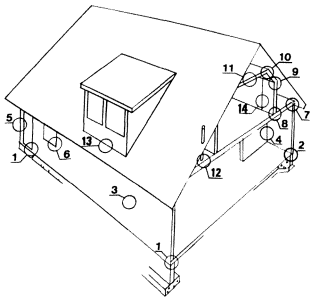
Takkupor som skall byggas på plats bör placeras antingen ovanpå takstolarna eller mellan dem. Placeras kupan enligt någon av dessa principer störs det övriga takets isolering och täthet så lite som möjligt. Det är också viktigt att man får god ventilation i kupans tak och anslutande vindsutrymmen. Förtillverkade kupor kan också användas. Hur djupt in i taket kupan ligger har betydelse ur både arkitektonisk och teknisk synvinkel. En kupa som ligger indragen, såsom visas i första alternativet nedan, ger ofta ett enklare isoleringsförfarande men ger samtidigt ett mindre luftigt intryck inifrån. Vintertid lägger sig ofta snö på det breda fönsterblecket och begränsar sikten ut. En utskjuten kupa, som enligt alternativ två nedan, ger ett luftigare intryck men ett mera komplicerat isolerarbete.

Takkupa placerad ovanpå takstolarna

Med placering av takkupa ovanpå takstolarna och med fönstret i liv med stödbensväggen får grundstommen utsende enligt fig A på nästa sida. Det är viktigt att kupans taklutning inte är för flack. Kontrollera minsta taklutning för att det tänkta yttertaket, t ex tegel, skall fungera (A).

Klossar placeras på ömse sidor takstolarna samt vid takkupa enligt figur. Observera att klossarna på de takstolar som utgör takkupans sidor måste gå ända upp förbi takkupans yttertaks anslutning mot takstol. Mellan klossarna fästes skivor, vindtäta men diffusionsöppna. I detta byggnadsskede förses lämpligen också stödbenens yttersidor med vindtäta skivor (B).

Underlagstaket monteras. Observera att isoleringen av hanbjälklaget + takkupans tak samt den del av mellanbjälklaget som skall isoleras ibland måste utföras innan takinbrädningen p g a utrymmesbrist. Innan takkupans tak inbrädas skall en ram av virke

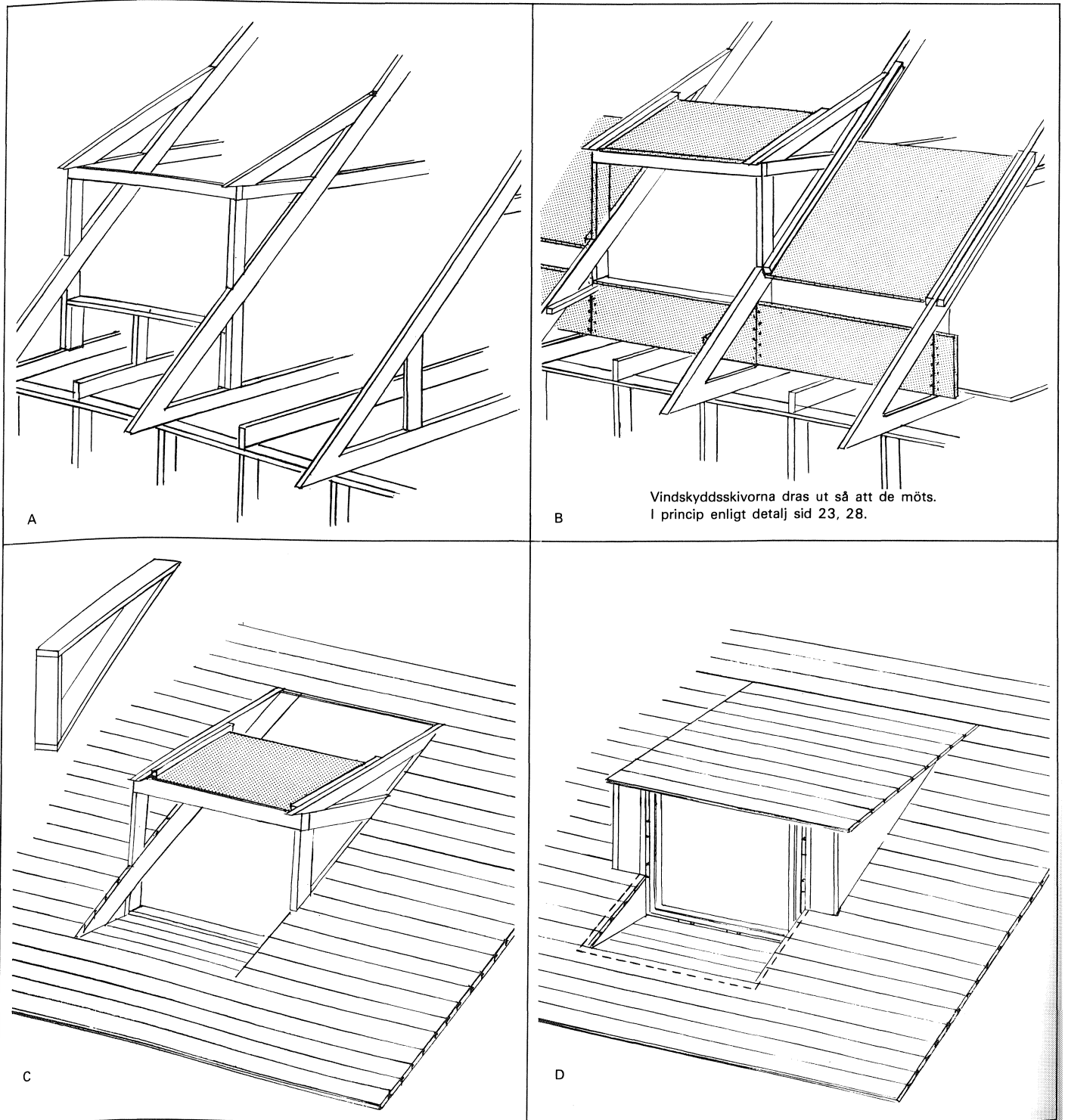


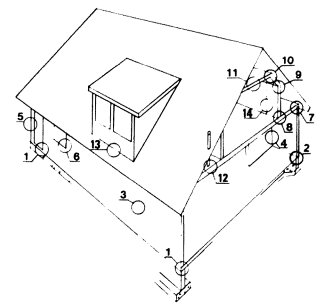
med tjocklek anpassad för erforderlig isolering placeras på kupans sidor, se detalj (C). Ramen monteras, isoleras och förses med vindskyddsskiva. Underlagstaket på kupan monteras. Taket kan nu kläs

med underlagspapp, varefter läktning och yttertak kan monteras. Kupans fönster monteras och tätas. Kupans utvändiga beklädnad monteras. Fönsterbleck monteras. Blecket skall gå upp på och täcka det område som

streckats i figuren. I figuren ser det ut som om den yta fönsterblecket täcker är horisontell. Det är en synvilla. Ytan måste luta utåt. Övrig isolering och noggrann montering av ångspärr sker från insidan (D).

Takkupa placerad ovanpå takstolarna





Takkupa placerad mellan takstolarna

Om takkupan placeras mellan takstolarna får grundstommen utseende enligt figur nedan. Här har kupan dessutom placerats längre ut. Fönstret i kupan ligger i liv med undervåningens yttervägg. Detta komplicerar något isoleringsarbetet eftersom stödbensväggens isolering måste brytas och följa det burspråksliknande utrymme som bildats.

Isolering av vägg och tak kan också utföras enligt den princip som framgår av fig sid 28, dvs väggisoleringen dras

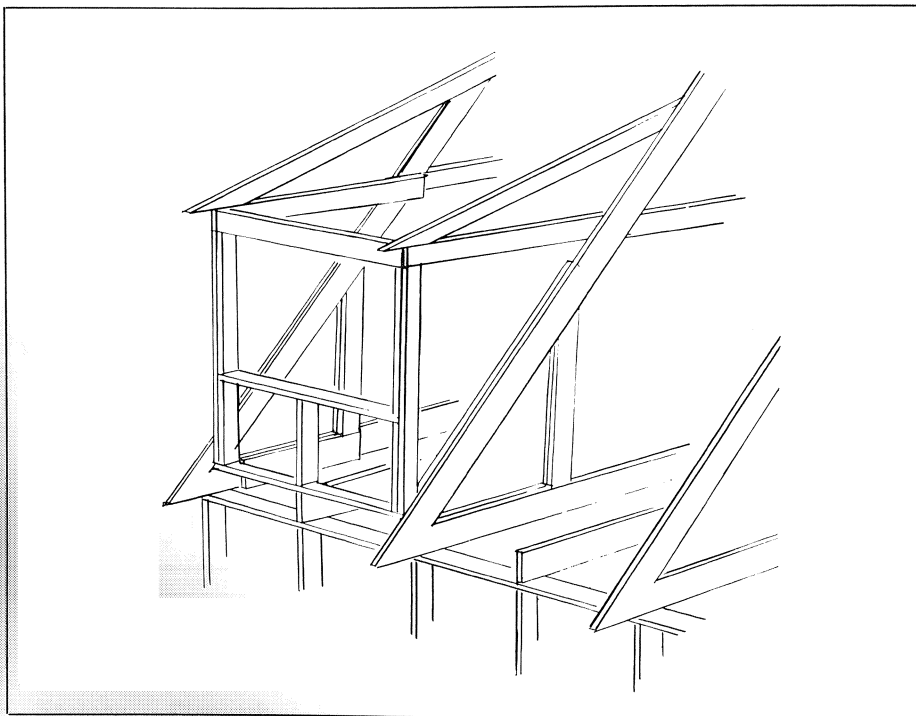
upp och högbenet isoleras ända ned till takfoten.

Isoleringen inåt ger en minskning av utrymmet i kupan. Om man inte utnyttjar kompensationsberäkning fordras ca 15 cm isolering i södra och 19 cm i norra Sverige. Eftersom utrymmet mellan takstolarna är 120 cm minus virkestjockleken (vanligen 5 cm) återstår invändigt i kupan endast 85 respektive 77 cm exklusive invändig beklädnad om endast ett fack tas i anspråk för kupan. Största fönsterbredd blir av samma storleksordning.

14 Dragning och skarvning av ångspärr

Många hus projekteras och utförs utan att någon större omtanke läggs ned på hur ångspärren skall dras och skarvas. Ångspärren föreskrivs vid projektering, men inga detaljanvisningar ges till den som skall utföra monteringen av ångspärren. På byggsplatsen görs därför improvisationer och nödlösningar. Byggarbetarna kan inte alltid bedöma konsekvenserna av ett dåligt utförande. Otätheter kan därför uppstå där fuktig luft kan passera ut och eventuellt kondensera på kalla ytor, vilket i värsta fall ger upphov till fuktskador. Otätheter på utsidan samtidigt med otät ångspärr kan medföra direkt genomblåsning av konstruktionen.

Som exempel på den underordnade betydelse ångspärren tillmätts, kan produkten folierade gipsskivor anges. Här har skarvproblematiken inte uppmärksamats tillräckligt. Mellan varje skiva finns då alltid en spalt utan ångspärr.



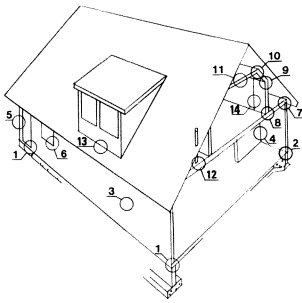
Prefabricerade takkupor

Används prefabricerade takkupor, placerade ovanpå underlagstaket och fästa i de underliggande takstolarna erhålles god täthet mot nederbörd om underlagspappen ansluts väl mot kupan. Denna skall vara erforderligt isolerad och ångspärren får inte vara bruten vid takkupsanslutningen. Nor-

malt innebär anslutningen inga ingrepp eller störningar i den ursprungliga takkonstruktionen, men om kupan placeras utskjuten som i föregående exempel bör väggens isolering dras upp och högbenet isoleras ända ned till takfot.

Förslag till lösning:

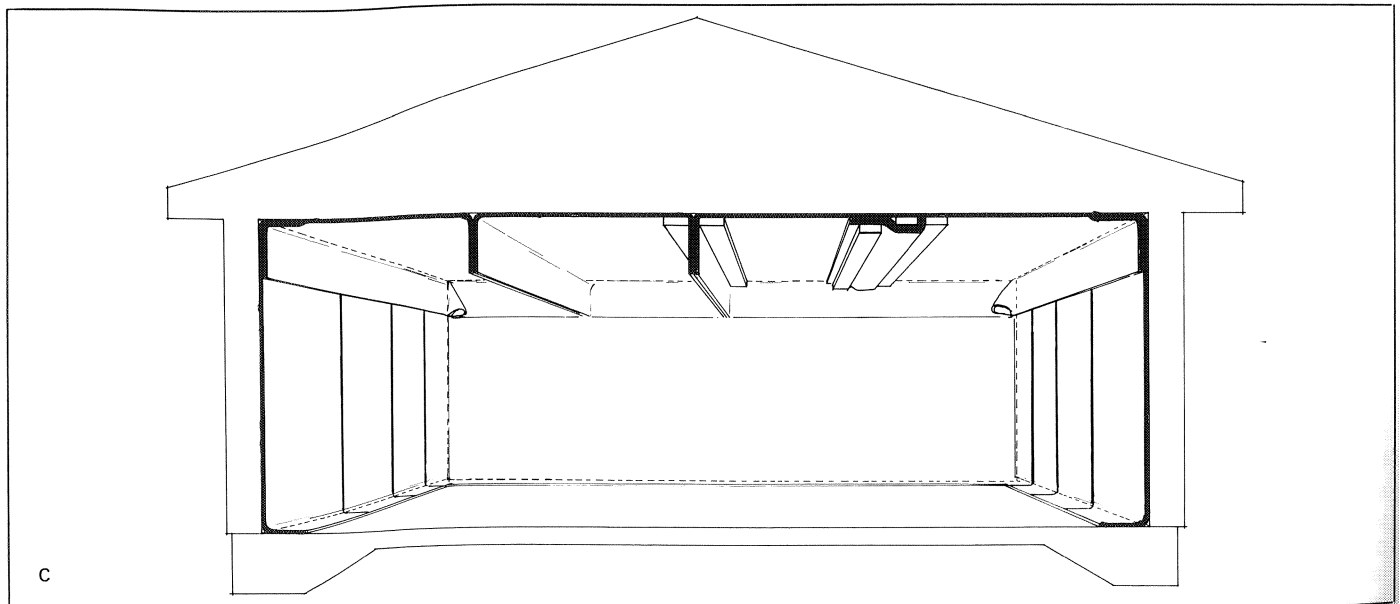
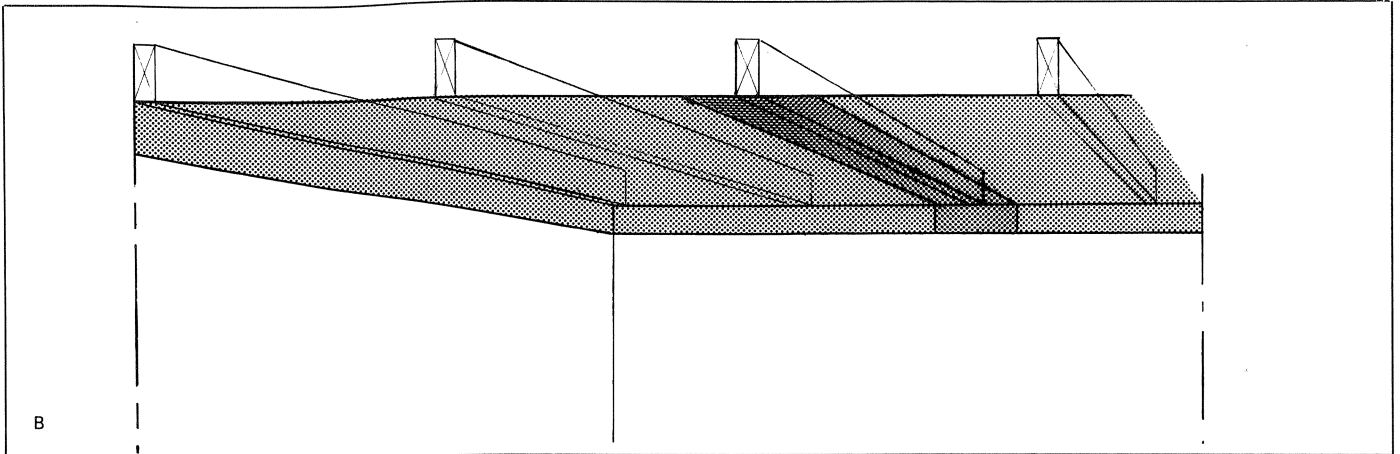
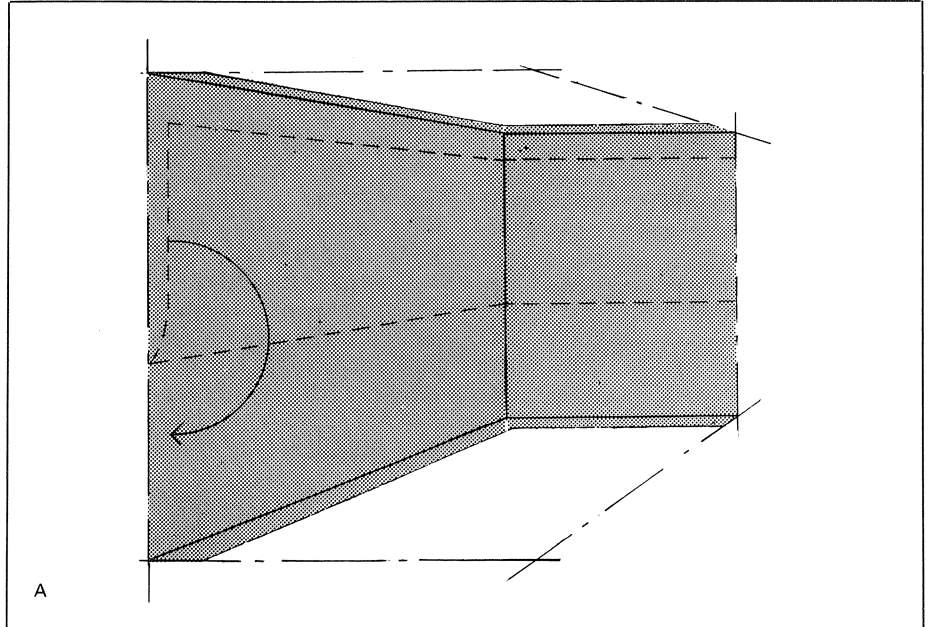
Skarvar i plastfolier bör undvikas så långt möjligt. Nu finns plastfolie, t.ex. Tenotät, i rullar på 2,7 meters bredd d.v.s. mer än en vägghöjd. Används sådan folie får man inga horisontella skarvar i väggens ångspärr. Folien (ligger dubbel) fästes först vid tak och vikes sedan ner (A). Tenotätfolien är



stabiliserad, transparent och 0,2 mm tjock. Att folien är stabiliserad innebär att den bibehåller god elasticitet efter lång tid. Att folien är transparent (genomskinlig) betyder att också isoleringsarbetet kan inspekteras i samband med inspektion av folien innan invändig beklädnad monteras.

I tak kan folien dras parallellt med takbjälkarna (B). Då bör folien skarvas med rejält överlapp, ca 20 cm. För att häftklamrarna inte skall nöta igenom folien bör en vävremsa användas mellan klammer och folie. Detta gäller speciellt då glespanel skall användas och folien inte är klämd mellan hårda material hela vägen.

Takfolien kan också dras i husets längdriktning, tvärs taktolarna (C). Då utföres skarvarna med hjälp av glespanelen på det sätt som figuren visar. Folien kläms av takbeklädnaden.



Sammanfattning

För att åstadkomma goda helhetslösningar med avseende på täthet krävs — som framgår av den här gjorda genomgången — att en rad åtgärder vidtas. För att lösningarna skall bli vettiga — både att rita och att sedan utföra — är det lämpligt att hålla en konsekvent princip så långt detta är möjligt.

Alla problem bör lösas redan vid ritbordet och konstruktören bör förvissa sig om att lösningarna också är enkla att utföra på bygget eller i fabriken. Det är lättast att försöka göra ett skikt

tätt runt husets omslutningsyta. Det förefaller därvid vara enklast att försöka göra ångspärren tät och använda vindskyddet som extra säkerhet. I 1 1/2-planshus eller 2-våningshus är det principiellt enklare att åstadkomma ett obrutet tätskikt på väggarnas utsida. Användning av träskivmaterial är här lämpligt. Man måste förlägga installationer så att de i minsta möjliga omfattning bryter igenom diffusionsspärren. Nya krav på ventilation kräver bättre genomtänkta lösningar.

Man måste också ställa större krav på materialkvaliteter och tillämpa större noggrannhet på byggnadsplatsen. Nya komponenter kan bli intressanta och en systematisk genomgång av husets kritiska punkter kan leda till nya lösningar.

Slutligen bör det framhållas att de förslag till lösningar som här anges ej gör anspråk på att vara fullständiga utan är att betrakta som exempel som bör kompletteras och ytterligare bearbetas.

Referenser

Litteratur:

1. Svensk Byggnorm 1975 Supplement nr 1
Statens Planverk, Stockholm 1976
2. Kommentarer till Svensk Byggnorm, 1977:3, Energihushållning m m, Statens Planverk, Stockholm 1977.
3. Hildingson, O o Holmgren, S.
Byggnaders lufttäthet
Lunds Tekniska Högskola, Byggnadsteknik I, Lund 1976
4. Kronvall, J.
Air leakage of buildings. A literature list.
Lunds Tekniska Högskola. Rapport 77, Lund 1976
5. Collet, P F & al.
Boligers luftskifte
Teknologisk Institut, Tåstrup, Danmark, 1976
6. Mellström, B o Samuelsson S.
Enkätundersökning beträffande husfabrikanternas åtgärder med anledning av den nya energinormen.
Uppsala och Mockfjärd 1977.
7. Blomsterberg Å, Andersson L.
Ofrivillig ventilation: Förutsättningar och betydelse för byggnaders värmebalans.
Tekniska Högskolan Stockholm, Konstruktionslära, Stockholm 1976

Följande företag, institutioner och personer har deltagit i diskussioner angående projektet.

Gullfiber AB, Billesholm
G Åhrén

KTH Inst för konstr.lära
Å Blomsterberg

KTH Inst för byggn.teknik
A Elmroth

LTH Inst för byggn.konstr.lära
B Adamson

Riksbyggen AB, Stockholm
B Axén

Rockwool AB, Skövde
G Stadler

SIAB, Stockholm
E Dagergren

Sv Plywoodföreningen
H-E Edlund

Sv Spånskivföreningen
L Hedström

Sv Wallboardföreningen
K Bengtson

S Jonson
Träinformation

J Hagstedt

P Nyström m. fl.

Svenska Träforskningsinstitutet
B Englund