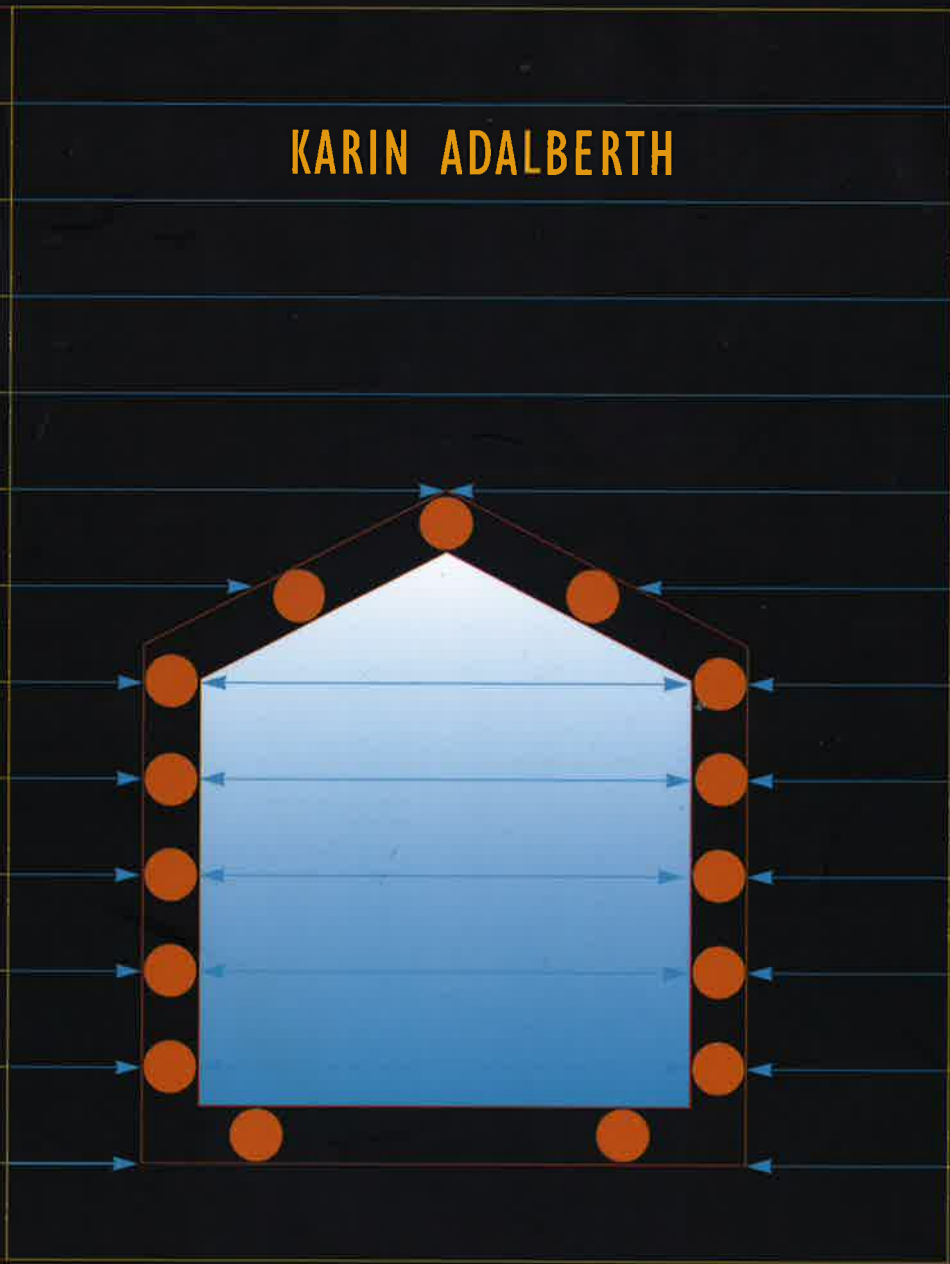


6024

God lufttätthet

en guide för arkitekter, projektörer och entreprenörer

KARIN ADALBERTH



God lufttätthet

En guide för arkitekter, projektörer och entreprenörer

KARIN ADALBERTH

ABSTRACT

This book "Good Airtightness - guidelines to architects, building designers and contractors", presents how a building can obtain proper air-, diffusion- and windtightness and rationale behind. The objective is to help and give guidelines to architects, building designers and contractors.

Keywords: airtightness, diffusion barrier, vapour barrier, wind barrier, drawings, specifications, quality assurance system

Grafisk form: Dagmar Design AB
Tryck: Elanders Berlings, Arlöv 1998

T5:1998
ISBN 91-540-5809-0
Byggeforskningsrådet, Stockholm

FÖRORD

Denna guide är resultatet av ett projekt som finansierats av Byggeforskningsrådet, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond och AB Jacobson & Widmark.

I **"GOD LUFTTÄTHET"** sammanställs kunskap om varför och hur en byggnad kan erhålla god lufttätning. God lufttätning hänger delvis samman med god vindtätning och god diffusionstättning. Därför redovisas i guiden också hur god vindtätning och diffusionstättning uppnås. Guiden vänder sig i första hand till arkitekter, projektörer och entreprenörer.

Ett inledande inventeringsarbete inom projektet redovisas i ett examensarbete utfört av Pernilla Johansson

på Avdelningen för Byggnadsfysik vid Lunds Tekniska Högskola (Johansson P, 1997). Rapporten, som redovisar examensarbetet, har utgjort ett värdefullt underlag för denna guide.

Till projektet har en referensgrupp knutits. De personer som har ingått i denna är Gunnar Anderlind Gullfiber AB, Åke Blomsterberg Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Arne Elmroth Lunds Tekniska Högskola, Johnny Kronvall AB Jacobson & Widmark, Per Levin Kungliga Tekniska Högskolan och Lars Östberg PEAB.

Ett stort Tack till alla Er!

Malmö i februari 1998

Karin Adalberth

AB Jacobson & Widmark

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Ordlista.....	5	3	GODA TÄTNINGSTEKNIKER.....	21	
Sammanfattning.....	6	3.1	Generella principer vid lufttätning.....	21	
Summary.....	7	3.1.1	Inre lufttät beklädnad.....	21	
I		3.1.2	Invändigt tätskikt.....	21	
MOTIV FÖR LUFT-,		3.1.3	Indraget tätskikt.....	22	
DIFFUSIONS- OCH VINDTÄTNING.....	9	3.1.4	Homogen lufttät konstruktion.....	22	
1.1	Lufttätning.....	9	3.2	Skarvar mellan lufttätande skikt.....	22
1.1.1	Energi.....	9	3.2.1	Överlapp med klämning.....	22
1.1.2	Komfort och hygien.....	10	3.2.2	Svetsning.....	22
1.1.3	Fukt.....	10	3.2.3	Vikning.....	23
1.1.4	Ventilationsfunktion.....	11	3.2.4	Fogad skarv.....	23
1.1.5	Buller.....	11	3.2.5	Dubbelhäftande tätningsband.....	23
1.1.6	Föroreningar.....	11	3.2.6	Skarvlist.....	23
1.2	Diffusionstätning.....	11	3.2.7	Tejpning.....	23
1.3	Vindtätning.....	12	3.4	Anslutningar mellan konstruktioner.....	24
2	MATERIAL.....	13	3.4.1	Anslutningar mellan grund, bjälklag och yttervägg.....	26
2.1	Lufttätning.....	13	3.4.2	Anslutningar mellan element.....	39
2.1.1	Plastfolie.....	13	3.4.3	Anslutningar mellan fönster/dörrar och yttervägg.....	45
2.1.2	Aluminiumpapp.....	14	3.4.4	Anslutningar mellan bjälklag och yttervägg.....	51
2.1.3	Skivmaterial.....	15	3.4.5	Anslutningar yttervägg och yttertak.....	55
2.2	Diffusionstätning.....	15	3.4.6	Anslutning innervägg och yttervägg/yttertak.....	65
2.2.2	Byggpapp.....	15	3.4.7	Genomföringar av kanaler/rör.....	69
2.3	Vindtätning.....	16	3.4.8	Genomföringar av eldosor.....	73
2.3.1	Gipsskivor.....	16	3.4.9	Vindsluckor.....	76
2.3.2	Väggpapp.....	16	4	BERÄKNING AV	
2.3.3	Plastfiberduk.....	16		LUFTLÄCKNING - TEORI.....	79
2.3.4	Träbaserade skivor.....	17	4.1	Tryckskillnader över klimatskärmen.....	79
2.3.5	Fibercementskiva.....	17	4.1.1	Vind.....	79
2.3.6	Plywood.....	17	4.1.2	Temperaturskillnad.....	80
2.3.7	Mineralullsskivor.....	17	4.1.3	Ventilationssystem.....	80
2.4	Fogar mellan element och komponenter.....	18	4.2	Luftströmning.....	81
2.4.1	Fogmassor.....	18	4.2.1	Luftströmning genom porösa material.....	81
2.4.2	Foglist.....	19	4.2.2	Luftströmning genom otätheter.....	81
2.4.3	Polyuretanskum.....	20			

5	MÄTNING AV LUFTLÄCKNING	83	6.2.2	Projektörer.....	86
5.1	Luftläckningen hos en hel byggnad.....	83	6.3	Byggskedet.....	88
5.1.1	Provningsmetod.....	83	6.3.1	Byggtreprenörer.....	88
5.2	Luftläckningen hos en komponent.....	84	6.3.2	El- och VVS-entreprenörer.....	90
5.2.1	Provningsmetod.....	84	Referenser		91
6	KVALITETSSÄKRING	85	BILAGA A: Luftpermeans/luftpermeabilitet för olika skikt och material.....		92
6.1	Risker med otätheter.....	85	BILAGA B: Ånggenomgångsmotstånd för olika skikt och material.....		95
6.2	Projekteringskedet.....	86			
6.2.1	Beställare.....	86			

ORDLISTA

Definitioner av nedanstående termer är hämtade ur (Elmarsson B och Nevander L E, 1994). I vissa fall är definitionerna modifierade något för att bli tydligare.

diffusionstätning

tätning med ett material som har till uppgift att hindra eller minska fukttransport genom ångdiffusion.

luftpermeabilitet

materials genomsläpplighet för luft p g a skillnader i totaltryck.

luftpermeans

materials skikts genomsläpplighet för luft p g a skillnader i totaltryck.

lufttätning

tätning med ett material som har till uppgift att hindra eller minska flöde av luft genom en konstruktion.

ångdiffusion

vattenångmolekyler rörelse i en gasblandning som strävar efter att utjämna ånghalten i luft eller vattenångans partialtryck vid konstant totaltryck.

ånggenomgångsmotstånd

ett skikts motstånd mot genomträngning av vattenånga p g a skillnader i ånghalt eller partialtryck.

ångkonvektion, fuktkonvektion

transport av vattenånga i en gasblandning genom att hela gasblandningen rör sig på grund av en differens i totaltryck.

ångspärr

ett material som försvårar ångkonvektion och ångdiffusion.

SAMMANFATTNING

Frågan om hur lufttät en byggnad skall vara diskuteras flitigt, inte minst i samband med så kallat ekologiskt byggande.

För de flesta av oss är det nog självklart att ha god vindtätning av en byggnad. Vindskyddet bakom fasadmaterialet skall förhindra att vinden blåser in i klimatskärmen, t ex en yttervägg, och sänker dess värmeisolerande förmåga. Vindskyddet skall också ge ett extra skydd mot regn som eventuellt kommer in genom fasaden.

På samma sätt finns det ett antal motiv till varför en byggnad skall ha god lufttätning (täthet mot luftgenomströmning). De fyra tyngsta motiven är komfort för de boende, hushållning med energi, kontroll av ventilationen och reducering av risken för fuktskador.

I **"GOD LUFTTÄTHET"** sammanställs kunskap om varför lufttäthet är en viktig egenskap hos en byggnad och hur detta kan erhållas. God lufttätning hänger delvis samman med god vindtätning och god diffusions-tätning. Därför redovisas i guiden också hur god vindtätning och diffusionstätning uppnås. Syftet med guiden är att ge praktiskt vägledning för arkitekter, projektörer och entreprenörer.

"GOD LUFTTÄTHET" innehåller sex olika kapitel.

Det första handlar om **motiv** till varför en byggnad bör ha god vind-, luft- och diffusionstätning. Det andra handlar om vilka **material** som kan användas för att uppnå en god täthet.

Det tredje kapitlet innehåller exempel på goda **tätningstekniker**. Här presenteras hur olika anslutningar och genomföringar kan erhålla god luft-, diffusions- och vindtäthet t ex ytterväggens anslutning mot grunden, fönstrets anslutning mot ytterväggen, mellanbjälklagets anslutning mot ytterväggen, genomföringar av ventilationskanaler i klimatskärmen etc. Totalt finns i detta kapitel ca 70 ritningar med tillhörande beskrivningar.

Det fjärde kapitlet innehåller **teorier** och ekvationer för hur luftläckningen genom ett klimatskal och enskilda material kan beräknas. Följande kapitel beskriver hur luftläckningen för en hel byggnad och för en enskild komponent, t ex för ett fönster insatt i en yttervägg, kan mätas.

Sista kapitlet handlar om **kvalitetssäkring** av lufttätningfunktionen. Här ges råd till arkitekter, projektörer och entreprenörer (bygg-, el- och VVS-entreprenörer). I anslutning till detta beskrivs också riskerna med en otät byggnad. Kapitlet innehåller även checklistor för nämnda parter.

SUMMARY

Whether a building should have good airtightness or not, has lately been discussed, especially in building environmental friendly buildings.

Almost all of us believe the positive effect of having a wind barrier in a building. The wind barrier will prevent the wind from blowing into the building envelope, e.g. the external wall, and reduce the function of the thermal insulation. The wind barrier will also prevent rain, which has penetrated through the facade, of getting into the building envelope.

In the same manner there are a number of motives why a building should be airtight (preventing air to leak through the envelope of the building). The four major motives are: thermal comfort for the users, rational use of energy, control of ventilation and reducing the risk for moisture problems.

The guide, "**GOOD AIRTIGHTNESS** - guidelines to architects, building designers and contractors", presents why and how a building can obtain airtightness. Since airtightness is connected to diffusion- and wind-tightness as well, the guide also presents how these functions may be achieved. The objective is to help and give guidelines to architects, building designers and contractors.

The guide contains six different chapters. The first one gives **motives** for why a building should be air-, diffusion- and windtight. The second chapter presents some **building materials** that may be used for this purpose.

The third contains **drawings and specifications** on different connections and services entry units, e.g. the connection between: external wall and foundation, window frame and external wall, intermediate floor and external wall, the ventilation ducts penetrating the building envelope. The drawings show how one can obtain air-, diffusion- and windtightness. There are about 70 drawings in this chapter.

The fourth chapter presents a **theory** on how to estimate the air leakage through the building envelope and for single materials. Next chapter explains how to **measure** the air leakage through the building envelope and single components, e.g. a window in an external wall.

The last chapter contains a **quality assurance system** for obtaining air-, diffusion- and windtightness. Different advises are given to building designers and contractors and what kind of risks they take when obeying airtightness. Finally, the chapter contains check-lists for building designers and contractors.



G O D L U F T T Ä T H E T



Motiv för luft-, diffusions- och vindtätning

En byggnads luft-, diffusions- och vindtätning har stor inverkan på byggnadens energianvändning, ventilationsfunktion och inomhuskomfort. En ökad luftströmning genom klimatskärmen orsakar obehag för brukarna i form av kalldrag, ökar risk för fuktproblem i klimatskalet samt ökad energianvändning.

Nedan beskrivs mer ingående motiv till varför luft-, diffusions- och vindtätning är viktigt.

1.1 LUFTTÄTNING

Det finns ett antal motiv till varför en byggnad skall ha god lufttätning (täthet mot luftgenomströmning). De fyra tyngsta motiven är hushållning med energi, komfort för de boende, kontroll av ventilation och reduktion av risk för fuktskador.

Nedan beskrivs motiven utförligare, samt ytterligare några motiv, till varför en byggnad skall ha god lufttätning.

1.1.1 ENERGI

I en byggnad med dålig lufttätning kommer luft att läcka utifrån och in, och/eller tvärt om. Lufttätheter leder till ett ofrivilligt luftläckage (exfiltration) genom klimatskalet. Luftläckningen ut ur byggnaden medför en energiförlust.

De extra energiförlusterna blir olika stora beroende på vilket ventilationssystem som används. I självdrags- och balanserade från- och tilluftsventilerade byggnader ökar energiförlusterna i stort sett linjärt med byggnadens otäthet. Ökningen är relativt kraftig, men beror på hur utsatt byggnaden är för väder och vind, hur otätheterna är fördelade samt, inte minst, i vilket klimat byggnaden ligger.

I frånluftsventilerade byggnader spelar byggnadens otäthet mindre roll för energiförlusterna. Detta hänger samman med att det undertryck som frånluftsfläkten skapar i byggnaden hämmar exfiltrationen - och därmed de extra energiförlusterna.



Figur 1: Att ha god lufttäthet i ett hus innebär bl a god komfort för de boende.

Energiförlusterna till följd av otäthet hos klimatskalet visas schematiskt i Figur 2.

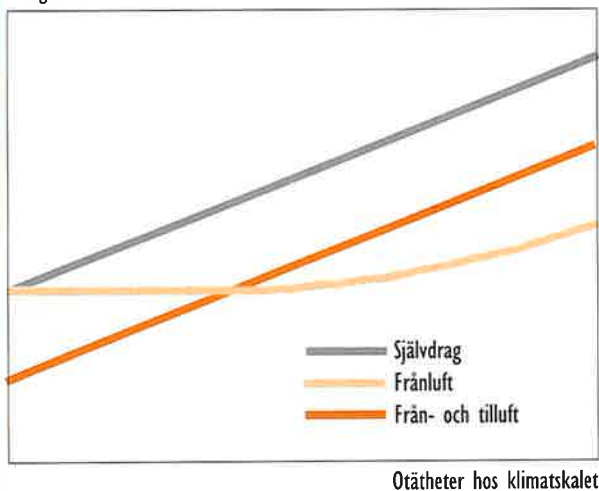
För en otät byggnad med ett ventilationssystem med **värmväxlare** eller **värmepump** kommer värmväxlarens funktion inte att utnyttjas fullt ut, eftersom all ventilationsluft inte passerar denna. Den exfiltrerade luftens energiinnehåll kan inte tillgodogöras i en värmväxlare eller frånluftsvärmepump, eftersom denna luft aldrig når värmeåtervinningsanordningen. I Figur 3 visas värmeåtervinningsens effektivitet vid olika grader av otäthet hos klimatskalet.

Då luft läcker genom klimatskalet sker också en nedkylning av innerytor. Dessa innerytor kan medföra "kallras", vilket i sin tur innebär obehag för brukaren. En följdverkan av drag och kalla ytor är oftast att brukaren höjer inomhustemperaturen som kompensation för de termiska obehagen. Konsekvensen blir ökad energianvändning.

I BBR94 finns krav (energiushållningskrav) på nyproducerade byggnaders lufttäthet. Kraven, uttryckta som en högsta tillåten genomsnittlig luftläckning vid 50 Pa tryckdifferens över klimatskalet, är:

bostäder	0,8 liter/(s·m ² omslutande area)
andra utrymmen	1,6 liter/(s·m ² omslutande area)

Energiförluster



Figur 2: Bilden visar hur energiförlusterna ökar vid ökad otäthet hos klimatskalet.

Kraven gäller för den omslutande arean som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mark eller mot delvis uppvärmt eller icke uppvärmt utrymme.

I en tidigare norm (SBN 1980) ställdes även krav på enskilda byggnadsdelar, t ex fönster, men det görs inte idag.

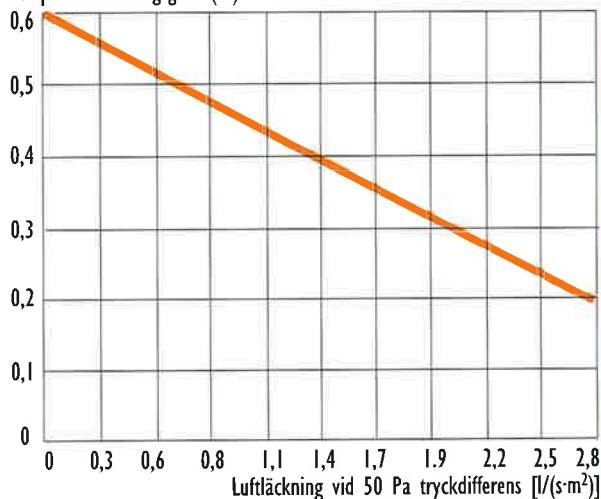
1.1.2 Komfort och hygien

Som tidigare nämnts skall det lufttätande skiktet förhindra att kall uteluft strömmar in genom klimatskalet och orsaka drag och nedkylning av innerytor. Dessa ytor kommer att "stråla kyla" och eventuellt orsaka kallras, vilket orsakar komfortproblem för de boende (som nämnts tidigare kan brukaren komma att höja inomhustemperaturen, vilket i sin tur leder till ökad energianvändning). En annan effekt är att ytorna successivt kommer att bli mörkare eftersom smuts lättare fastnar på kalla ytor än på varma.

1.1.3 Fukt

När varm inomhusluft strömmar ut i kallare delar av en konstruktion höjs den relativa fuktigheten och kondensrisk kan uppstå. Därmed ökar också risken för fuktskador. För att hindra att varm och fuktig inom-

Temperaturverkningsgrad (%)



Figur 3: Figuren visar hur värmeåtervinningsens effektivitet hos en plattvärmväxlare sjunker vid ökad otäthet hos klimatskalet, delvis från (Irving S, 1994).

husluft strömmar ut i klimatskalet bör klimatskalet ha ett lufttätande skikt (transportsett, d v s att vattenånga följer med en luftström, kallas fuktkonvektion).

Orsaken till att luft strömmar genom otätheter i klimatskalet är att det finns en tryckskillnad över byggnaden. Tryckskillnad uppstår exempelvis då vind blåser mot en byggnad eller då inom- och utomhustemperaturerna är olika. Byggnadens ventilationssystem kan också skapa en tryckskillnad över klimatskalet.

1.1.4 Ventilationsfunktion

I hus med mekanisk **från- och tilluftsventilation** kan de yttre klimatfaktorerna (vind och temperatur) påverka luftutbytet om klimatskalet inte har god lufttäthet. Ett ventilationssystem som fungerar utmärkt i vissa vädersituationer kan fungera dåligt vid extremsituationer i uteklimatet. Detta kan leda till att ventilationen tidvis blir alltför låg eller hög. En ökad ventilationsgrad leder till ökad energianvändning och dålig komfort.

Byggnader med mekanisk **frånluftssystem** påverkas också av de yttre klimatfaktorerna. Detta leder tidvis till alltför hög/låg ventilation och dålig kontroll av ventilation i enskilda rum.

I byggnader med **självdragsventilation** påverkas ventilationen i mycket hög grad av de yttre klimatfak-

torerna. Även här kan ventilationen tidvis bli alltför hög/låg. För att kunna ha kontroll på ventilationen bör klimatskalet ha god lufttäthet. Tilluften för självdragsventilationen anordnas genom att ha justerbara ventiler monterade i klimatskalet. På så sätt kan brukaren reglera tilluftsflödet, vilket är önskvärt både under vintern och sommaren.

1.1.5 Buller

Klimatskalet, lägenhetsskiljande väggar och bjälklag bör också ha god lufttäthet för att reducera överföring av ljud.

1.1.6 Föroreningar

En annan orsak till att klimatskalet skall ha god lufttäthet är att förhindra att uteluft förorenad med t ex pollen att ta sig in i byggnaden till inomhusluften. God lufttäthet mellan grund och mark är också viktigt för att hindra radon att ta sig in i byggnaden till inomhusluften.

Lägenhetsskiljande väggar och bjälklag bör också ha god lufttäthet för att hindra att förorenad luft sprids mellan lägenheter. Dessutom ger bra lufttäthet hos lägenhetsskiljande väggar och bjälklag också ökat brandmotstånd mellan lägenheterna eftersom gas- och rökspridningen blir mindre.

1.2 DIFFUSIONSTÄTNING

Motivet till att en byggnad skall ha god diffusionstätning är att förhindra transport av inomhusluftens fukt ut i klimatskalet.

Bakgrunden är att ånghalten inomhus oftast är högre än ute. Vi duschar, lagar mat, svettas, tvättar etc vilket gör att inneånghalten är större än ute. I ett rum strävar vattenånga att fördela sig jämnt i hela volymen (diffusion). Detsamma gäller genom en konstruktion med olika ånghalt på ömse sidor. Vattenånga inomhus kommer därför att transporteras genom kli-

matskalet och ut i det fria. Då temperaturen i klimatskalet vintertid sjunker längre ut i konstruktionen leder detta till att relativa fuktigheten ökar och fuktproblem kan uppstå. För att hindra diffusion genom klimatskalet används en diffusionsspärr (d v s ett material som försvårar diffusion).

Fukttransporten genom diffusion är dock i allmänhet betydligt mindre än genom konvektion (vattenånga som följer med en luftström).

1.3 VINDTÄTNING

Motivet till att en byggnad skall ha god vindtätning är att förhindra att vind blåser in i t ex en ytterväggs isolering och sänker dess värmeisolerande förmåga. Vindskyddet bör placeras långt ut i klimatskalet.

Vindskyddet kan också fungera som ett extra skydd mot regn som eventuellt kommer in bakom fasaden. Om vindskyddet utgörs av ett skivmaterial hjälper även detta till att vindavstyva konstruktionen.

2

Material

Kapitlet börjar med en beskrivning av några byggnads-material som kan användas för att få god luft-, diffusions- och vindtätning i en byggnad. Materialen är några exempel på material som fanns på marknaden våren 1997. Materialens beständighet beskrivs inte

eftersom materialspecifikationerna idag i allmänhet är bristfälliga inom detta område.

Kapitlet avslutas med en beskrivning av hur fogar mellan element och komponenter utformas för att erhålla god luft-, vind- och diffusionstättning.

2.1 LUFTTÄTNING

Det lättaste sättet att erhålla god lufttätning i en byggnad är att använda konstruktioner uppbyggda av i sig lufttäta material t ex putsad lättbetong, putsad tegel eller betong. Dessa konstruktionsmaterial är lufttäta i sig självt och behöver därför inget extra lufttätande skikt. Nackdelen kan dock vara att det måste finnas bra lösningar för lufttätningen mellan konstruktioner, t ex mellan ytterväggselement.

Andra konstruktioner och material kan vara mer luftgenomsläppliga, t ex fibrösa isolermaterial i en träregelkonstruktion. För dessa behövs ett lufttätande skikt. Det vanligaste materialet som används för lufttätning på konstruktionens varma sida är plastfolie. Det finns också andra material såsom aluminiumpapp, invändig gipsskiva och polyolefiner. I texten nedan beskrivs materialen. För uppgift om materialens tekniska egenskaper (luftpermeans och ånggenomgångsmotstånd) hänvisas till Bilaga A och B.

2.1.1 Plastfolie

Plastfolie är tillverkad av polyeten. Materialet har god luttätande förmåga (luftpermeans $0,03 \text{ liter}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ tjocklek $0,2 \text{ mm}$) och har dessutom ett högt ånggenomgångsmotstånd (över $2000 \cdot 10^3 \text{ s/m}$ tjocklek $0,2 \text{ mm}$). Materialet fungerar därför som både luft- och diffusionsspärr. Några exempel på produkter är Tenotät, Polynova och Isofol.

Under byggskedet kan folien utsättas för stora

påfrestningar och det är därför viktigt att materialet, fogar och skarvar klarar dessa. Under byggskedet utsätts spärren även för viss UV-strålning. Plastfolier skall därför göras UV-beständiga.

För att få bra täthet krävs en bra monteringsmetod för skarvning, se kapitel 3.2. Ett stort format på materialet är att föredra, eftersom detta minskar antal skarvar. Idag används ofta plastfolie med bredd större än våningshöjden för att minimera antalet skarvar.

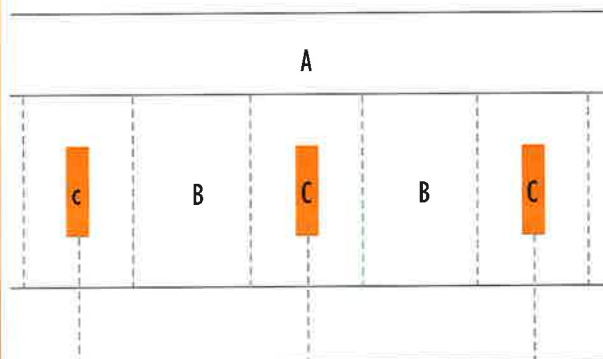
I en reviderad upplaga av Sveriges Plastförbunds Verksnorm 2000 ställs krav på plastfoliens material-sammansättning, tjocklek, draghållfasthet, brottöjning, rivhållfasthet, slagstyrka, åldringsbeständighet i kontakt med fuktig betong, ånggenomgångsmotstånd och UV-beständighet.

För montering av plastfolie finns följande anvisningar angivna i Råd och Anvisningar 1993:L5.3 :

- ▼ tejp får inte användas, inte ens som monteringshjälpmedel
- ▼ häftklammer av koppar, monel eller järn får inte användas, inte ens som monteringshjälpmedel
- ▼ tätning av genomföringar t ex rör, rörhylsor, eldosor o d skall utföras med för ändamålet godkänd tätmassa eller dubbelhäftande skarvband
- ▼ plastfolie skall svetsas eller monteras med klämd skarv, med hjälp av t ex spiklist. Klämd skarv skall utföras med minst 200 mm överlapp.

En annan plastfolieprodukt som finns på marknaden är Nissen bjälklagstätning. Denna produkt har utvecklats för att underlätta lufttätning utförandet i ett bjälklag, ty lufttätningen i ett mellanbjälklag är oftast svår. Orsaken är att bjälkarna i mellanbjälklaget vilar oftast på underliggande yttervägg och härigenom förhindras ångspärren i ytterväggen att löpa kontinuerligt genom bjälklaget.

Lösningen på ett sådant problem kan vara att använda Nissen bjälklagstätning. Denna produkt består av två lager plastfolie som svetsats samman på ett speciellt sätt. Plastfolierna skärs sedan till enligt Figur 4. Efter detta moment monteras bjälklagstätningen enligt Figur 5.



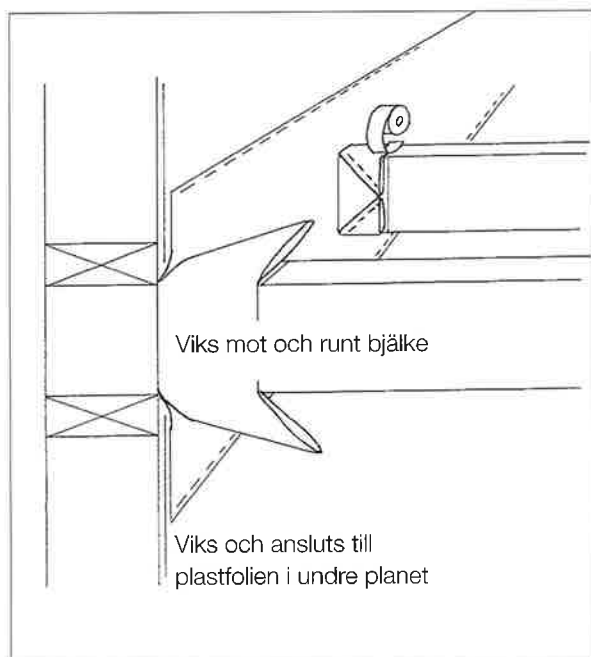
Figur 4: Nissen bjälklagstätning består av två lager plastfolie. Folierna svetsats samman på ett speciellt sätt, markerat med heldragen linje i figuren. Folierna skärs sedan bort innanför svetsarna och där bjälkarna kommer att löpa, markerat med C. Därefter skärs en slits från rektangeln C rakt ner mot långsidan på plasten, så att bjälklagstätningen kan träs på bjälkarna. En smalare del av plastfolie, markerat med B, klipps bort för att låta den återstående plastfoliebiten sitta kvar för att vikas mot bjälkarna. Nissen bjälklagstätning är nu klar att monteras i bjälklaget (AB R W Nissen, 1985)

Nissen bjälklagstätning kläms tillsammans med under- och ovanförliggande ångspärr mot hammarband respektive syll med hjälp av väggens ytskikt.

2.1.2 Aluminiumpapp

Aluminiumpapp används framförallt vid höga omgivande temperaturer. Materialet består av kraftpapp som belagts med ett tunt skikt av aluminium. Detta medför att materialet blir lufttätt. Materialet kan inte användas där elektriska installationer finns.

Materialet tillverkas i smala bredder, vilket medför många skarvar vid montering i jämförelse med våningshöga bredder.



Figur 5: Figuren visar ett vertikalsnitt genom ett bjälklag där Nissen bjälklagstätning används för luft- och diffusionstätning. Bjälklagstätningen vikas och "tejpas" runt bjälkarna med hjälp av ett speciellt tätningsband som är åldringsbeständigt (minst 25 års beständighet). Tätningsbandet bryter inte ner plastfolien. (AB R W Nissen, 1985)

2.1.3 Skivmaterial

Det är också möjligt att åstadkomma lufttätning med ett skivmaterial som i sig är i det närmaste lufttätt (gips-, spånskivor och dylikt). Vad som då blir kritiskt ur lufttätthetssynpunkt, men som måste lösas, är lufttätningen hos anslutningar mellan byggnadsdelar, kring fönster och dörrar och kring andra genomföringar t ex el- och VVS-installationer.

Hänsyn bör också tas till att vissa skivor samt den bakomliggande väggkonstruktionen kan ha benägenhet att formändras till följd av fukt, temperatur eller statisk belastning. Om så sker måste skarvar och anslutningar tåla deformationer utan att spricka och därmed undanröja lufttätetsfunktionen. Tillverkarna av skivmaterial bör kunna upplysa om lämpliga tätningstekniker vid användning av respektive skivmaterial för lufttätning av klimatskärmen.

2.2 DIFFUSIONSTÄTNING

Eftersom ett diffusionstätande material skall förhindra att inomhusluftens fukt transporteras ut i klimatskalet, ska det vara placerat i klimatskalets varmare del, d v s den delen som finns närmast inomhusluften.

Skiktet kan även placeras en bit in i väggen för att öka säkerheten mot skador vid installationer och mot boendes åverkan t ex upphängningsanordningar för tavlor. En tumregel är att diffusionstättningen bör vara monterad innanför 1/3-del av väggens värmeisolerjocklek (Elmarsson B och Nevander L E, 1994). Om värmeisolerjockleken är t ex 240 mm så får diffusionstättningen vara monterad högst 80 mm ut i värmeisoleringen inifrån räknat.

Problem kan uppstå om det finns en dålig inre diffusionstättning och det i den kalla delen av konstruktionen finns ett skikt med bättre diffusionstättning, d v s högre ånggenomgångsmotstånd. De yttre skikten/materialen kommer då att tillföras mer fukt än vad som kan transporteras ut. Det leder till att fukt ackumuleras. Det är därför viktigt att tänka på att det yttre skiktet bör ha en betydligt lägre ånggenomgångsmotstånd än det inre. En tumregel är att ånggenomgångsmotståndet hos det inre skiktet bör vara minst 4-5 gånger så stort som hos det yttre (Elmarsson B, 1995).

Fukttransporten genom diffusion är dock i allmänhet betydligt mindre än genom konvektion (vattenånga som följer med en luftström). Fuktkonvektionen förhindras genom att byggnaden förses med god lufttätning.

För diffusionstättning används oftast en plastfolie med högt ånggenomgångsmotstånd. Vanligen är denna diffusionsspärren så tät att den även fungerar som luftspärr. Ett material som både har god luft- och diffusionstättning brukar kallas **ångspärr** (Elmarsson B och

Nevander L E, 1994). Nedan beskrivs två material som kan användas som ångspärrar.

2.2.1 Plastfolie

Plastfolie är oftast polyetenbaserad. Den går bra att återvinna och bildar inga giftiga gaser vid förbränning.

Ångspärr av plastfolie skall svetsas eller monteras med klämda skarvar, t ex med hjälp av spiklist.

OARMERAD plastfolie skall enligt Hus AMA 83 uppfylla fordringarna enligt Sveriges Plastförbunds Verksnorm 2000. Där ställs krav på materialsammansättning, dimensioner, draghållfasthet, brotttjöjning, rivhållfasthet, slagstyrka, UV-beständighet, åldringsbeständighet i kontakt med fuktig betong samt ånggenomgångsmotstånd. Ånggenomgångsmotståndet skall vara minst $2000 \cdot 10^3$ s/m.

ARMERAD plastfolie skall enligt Hus AMA 83 uppfylla fordringarna för draghållfasthet och åldringsbeständighet enligt Sveriges Plastförbunds Verksnorm 2000. Den skall även uppfylla krav på brotttjöjning efter åldring enligt Hus AMA 83. Ånggenomgångsmotståndet skall vara minst $1000 \cdot 10^3$ s/m.

2.2.2 Byggpapp

Byggpapp har en stomme av naturfibrer, konstfibrer eller aluminiumfolie som kan vara impregnerad och/eller belagd med asfalt och som dessutom kan vara laminerad med plastfolie.

Ett exempel på ett material är Mataki Byggpapp 567. Denna byggpapp är uppbyggt av ett våtstarkt kraftpapper som aluminiumfolierats med ett elastiskt värmetåligt lim.

2.3 VINDTÄTNING

Eftersom ett vindskyddande material skall skydda värmeisoleringen mot olägliga luftströmmar, ska det vara placerat långt ut i en konstruktion. Med undantag för direkt regnpåverkan, så utsätts materialet för varierande uteklimat och behöver således vara tåligt mot klimatpåverkan.

Skiktet bör också vara genomsläppligt för vattenånga, för att fukt som av någon anledning kommit in i konstruktionen skall kunna torka ut.

I Sveriges Plastförbunds Verksnorm 2500 ställs krav på vindskydd: dess luftgenomsläpplighet får högst vara $0,10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ vid 100 Pa överrespektive undertryck, ånggenomgångsmotstånd max $20 \cdot 10^3 \text{ s/m}$ och rivhållfasthet minst 20 N oavsett dragningsriktning. Det skall dessutom vara åldringsbeständigt.

Nedan beskrivs några material som kan användas som vindsydd.

2.3.1 Gipsskivor

En utvändigt gipsskiva består av en gipskärna samt ytskikt av kartong på båda sidor. Både gipskärnan och kartongen är impregnerad med ett vattenavvisande preparat.

Gipsskivor ger även vindavstyvning för regelkonstruktioner. Nackdelar med materialet kan vara att det är tungt och lätt skadas vid lagring eller montering. Det monteras dessutom med fler skarvar än t ex en plastfiberduk (se nedan).

För att uppnå tillräcklig vindtäthet skall skarvning ske över reglar eller med en sk H-profil, t ex Gyproc. Om skiktet även skall fungera som lufttätning krävs noggrannare tätning av skarvarna.

2.3.2 Väggpapp

Det finns olika typer av väggpapp. Ett exempel är cellulosapapper impregnerat med asfalt t ex Icopal Vesta och Trebolit AC 350.

Det finns också kraftpapp som är perforerad, nätarmerad och belagd med en tunn polyetenfilm, t ex Tetofol.

En annan typ av kraftpapper finns också. Detta består av två lager papp, mellanliggande nätarmering av syntetfiber samt ett tunt asfaltskikt.

Väggpapp är lättmonterad och en bra vindtätande funktion erhålls om skarvarna kläms med överlapp.

Det finns dock några nackdelar. Papp skadas lätt under montering, den ger ingen vindavstyvning av byggnaden och pappens bredd är oftast liten (bredd < 1,5 m). Antal skarvar blir därför fler än om våningshöga bredder funnits.

I Svensk Standard 23 68 03 ställs krav för vindsyddspapp på draghållfasthet, brottöjning och rivhållfasthet. Det ställs dock inga krav på pappens lufttäthet utan bara på ånggenomgångsmotståndet, max $20 \cdot 10^3 \text{ s/m}$.

I Svensk Standard 23 68 03 delas asfaltimpregnerad cellulosapapp in i klasserna AC 160 respektive AC 350. Den sistnämnda har högre krav på hållfasthet.

2.3.3 Plastfiberduk

Det finns olika typer av plastfiberdukar. Ett exempel är en polypropenbaserad duk som är laminerad med en tunn polyetenfilm, t ex Icopal Windy och Rockwool Vindtät.

Ett annat material är polyetenfiber, t ex Matak Vindsydd och Gullfiber Vindsydd. En annan produkt är polyolefinväven, t ex Ekofiber Vindtät, som också är en etenbaserad produkt.

Vid montering av plastfiberduk på träregelvägg rekommenderar tillverkarna (Icopal, Gullfiber, Matak och Rockwool) att vindsyddet häftas fast i reglarna eller fästs med skarvband (Gullfiber och Rockwool). Detta gäller även runt öppningar som t ex fönster. Runt öppningar bör även en klämläkt monteras som extra säkerhet. Skarvning bör ske över reglar med skarvband eller klämläkt.

Vid montering av plastfiberduk på plåtreklar rekommenderar Rockwool dubbelhäftande skarvband. Fasadskiktet bör monteras snabbt så att vindsyddet inte skadas av väder och vind.

Plastfiberduk finns i våningshöga bredder (2,7 - 2,8 m). Antalet skarvar blir därmed reducerat och monte-

ringen förenklas. Materialet är okänsligt för vatten. Det fungerar naturligtvis inte som sidostabiliserande.

I Råd & Anvisningar 1993 till Hus AMA ges monteringsanvisningar för bl a duk och folie. Vindskydd i vägg och snedtak skall monteras med minst 100 mm överlapp klämd med spiklist. Skarvning skall utföras på reglar e d. Spiklisten skall vara minst 9x22 mm och spikavståndet högst 100 mm. Alternativt utförs fastsättning och tätning med annan anordning eller annat material som ger motsvarande funktion.

Vindskydd i bjälklag, anslutningar och genomföringar utförs med klämd skarv med minst 100 mm överlapp eller med annan anordning eller annat material som ger motsvarande funktion.

Vid skadat vindskydd bör en stor del av vindskyddet bytas ut så att samtliga skarvar blir klämda. Alternativt utförs fastsättning och tätning med annan anordning eller annat material som ger funktion motsvarande vindskyddets.

2.3.4 Träbaserade skivor

Det finns flera vindskyddande skivor som är träbaserade. En av dessa är fenolhartsimpregnerad porös träfiberskiva, t ex Karlit grön vindskiva. Några andra är asfaltimpregnerad porös träfiberskiva, t ex Karlit asfa-board, hård board och slutligen hård oljehärdad board.

Nackdelen med att använda träbaserade skivor som vindskydd är att viss risk föreligger för mögelpåväxt. Fördelen är dock att de ger vindavstyvning åt byggnaden.

De träbaserade skivorna spikas mot reglar. Eftersom materialen har stora fuktrörelser (expanderar och bucklar sig vid fuktupptagning) monteras skivorna med några millimeters rörelsefog. Fogarna bör sedan täckas med läkt. Vid fog utan understöd kan en s k H-list användas.

2.3.5 Fibercementskiva

En fibercementskiva består av cement, oorganiska fillerämnen och cellulosa-fiber, t ex Minerit vindskydds

skiva. Vindskydd av fibercement är tunnare än de flesta andra vindskyddsskivor.

Tillverkaren Tepro rekommenderar att skivorna spikas mot träreglar och skruvas mot stålreglar. Vid icke understödda fogar kan en H-list användas.

Skivorna är hållfasta och tål slag och stötar vid hantering och montering. Materialet är helt fuktbeständigt och regntätt. Dess fuktrörelser är mindre än 2 mm/m.

2.3.6 Plywood

En K-plywood med en tjocklek större än 8 mm används ibland som vindskydd. Materialet har relativt stora fuktrörelser och bör därför monteras med rörelsefogar mellan skivorna. Plywoodskivorna verkar även sidoavstyvande på konstruktionen.

Nackdelen med att använda plywood som vindskydd är att viss risk föreligger för mögelpåväxt eftersom plywooden är ett organiskt material.

2.3.7 Mineralullsskivor

För vindtätning finns även skivor av stenu ll och glasull, som hos vissa är täckta med papp på ena sidan. Några exempel är Rockwools västkustskiva, väggboard och skalmursskiva respektive Gullfibers fasadskiva, skalmursskiva och fasadboard.

Dessa skivor är relativt lufttäta och behöver därför inget utanpåliggande vindskydd. De monteras utanför regelverket som ett kontinuerligt skikt med pappen vänd inåt.

Skivorna finns i våningshöga format och med en bredd på 1200 mm. Tillverkarna rekommenderar att skivorna skjuts ihop väl och skarvas över reglar.

För vindtätning vid takfot, exempelvis hos uteluftsventilerat vindsutrymme, finns speciella takfotsskivor. Skivornas bredd är anpassade för att passa mellan takstolarna. Skivorna består av en board med papp på ena sidan. Pappen är bredare än själva boarden för att kunna vikas in och häftas till takstolarna. Skarvning mellan takfotsskivor kan utföras med speciella skarvprofiler (Gullfiber).

2.4 FOGAR MELLAN ELEMENT OCH KOMPONENTER

Det är viktigt att fogar mellan element och komponenter utformas rätt så att god luft-, diffusions- och vindtätning erhålls. Det är också viktigt att materialen som används för detta ändamål har lika lång livslängd som övriga material i aktuell byggnadsdel eller att de är lätta att byta ut.

Några material som används för att luft-, diffusions- och vindtäta vid anslutningar och i skarvar presenteras nedan.

2.4.1 Fogmassor

Fogmassor kan bl a användas till ytterväggsfogar och vid skarvning av plastfolie. Fogmassor kan indelas i plastiska, elastiska samt vattendispergerade elastiska fogmassor.

PLASTISK FOGMASSA

Plastiska fogmassor är känsliga för yttre åverkan och åldras av väder, vind och UV-strålning. De används därför mestadels i täckta fogar. Vid stora rörelser i en plastisk fogmassa deformeras massan. Fogen återgår inte till sin ursprungliga form vid avlastning utan deformationen kvarstår.

ELASTISK FOGMASSA

En elastisk fogmassa kan ta upp större fogrörelser än en plastisk. Fogen återfår sitt ursprungliga utseende vid avlastning. Elastiska fogar används därför mest i fogar med återgående (reversibla) rörelser. Då massan inte plasticeras, d v s deformeras irreversibelt så att spänningen i fogen minskar, är det viktigt att välja en mjukare massa då dragpåkänningen mot fogytorna annars kan leda till vidhäftnings- eller materialbrott. En elastisk massa kräver mindre fogdjup än en plastisk.

VATTENDISPERGERADE ELASTISKA FOGMASSOR

En ytterligare grupp är de vattendispergerade elastiska fogmassorna. De är också elastiska men inte i samma utsträckning som de elastiska fogmassorna.

Fogmassor skall endast häfta vid fogsidorna. Vidhäftning mot annan yta skall hindras t ex med hjälp av botteningslist. Fogsidor skall vara släta, rena, torra och fria från ämnen som kan vara skadliga för fogmaterialet, t ex olja, vax eller skyddslack.

I Tabell 1 finns olika fogmassor med olika användningsområden presenterade. I Råd och Anvisningar 1993:s tabell Z/2 anges en utförlig beskrivning av lämpliga användningsområden för de olika typerna av fogmassor.

Tabell 1: Olika fogmassor och användningsområde (Råd och Anvisningar, 1993).

grupp	exempel på användning
plastiska oljebaserade skinnbildande fogmassor	fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä
segplastiska fogmassor	fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä
icke torkande plastiska fogmassor	täckta fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä
termoplastiska fogmassor	horisontala fogar i golv
elastiska fogmassor	fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, naturstentegel, keramiska plattor, trä
vattendispergerade elastiska fogmassor	fogar inomhus mellan betong, gipsskiva, egel

I Hus AMA 83 anges riktlinjer för fogdjupet vid en given fogbredd, se Figur 6 och Tabell 2.

PRIMER

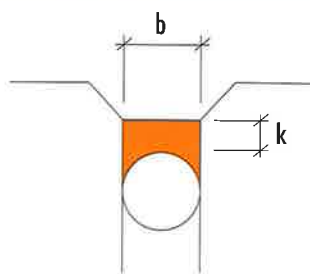
En s k primer penslas ibland på de ytor som skall fogas. Primern skall förbättra vidhäftningen mellan fogyta och fog samt skydda fogen mot fukt. Om primer skall användas anges det i fogmassans anvisningar.

Tabell 2: Tabellen visar vilka dimensioner en fogmassa bör ha - en för tjock fogmassa kan orsaka vidhäftningsbrott medan en för tunn kan spricka.

Plastisk fogmassa		Elastisk fogmassa	
minimibredd på fogen är 8 mm		minimibredd på fogen är 5 mm	
b (mm)	k (mm)	b (mm)	k (mm)
8-12	7-10	5-7	3-5
13-20	9-12	8-12	4-7
21-15	11-14	13-20	5-8
>25	15-20	21-30	6-9
		>30	10-12

Tabell 3: Foglister och deras användningsområde (Hus AMA 83, 1983).

foglister	användningsområde
metallband	tätning av utvändiga rörelsefogar i ytterväggar
skumlister med och utan lim samt skumlister impregnerade med asfalt m m	tätning av invändiga rörelsefogar i tak, ytter- och innerväggar
cellister med och utan lim	tätning av invändiga rörelsefogar i tak, ytter- och innerväggar
klämlister av massivt gummi, plast o s v olika tvärsnitt	tätning av utvändiga rörelsefogar i ytterväggar med foglist samt invändiga rörelsefogar i tak, ytter- och innervägg



Figur 6: Figuren visar benämning på en fogmassas bredd b och djup k.

BOTTNINGSLIST

För att ge fogen rätt form och djup används s k bottenlister. Det är oftast runda lister av polyetencellplast som antingen är homogena eller ihåliga. Bottenlistan monteras i skarven vid ett bestämt djup (listan bör inte vara "sträckt" när den monteras). Därefter appliceras fogmassan på utsidan (fogmassan fäster ej mot listan). Bottenlistans diameter bör vara lite större än spaltvidden. Att listan trycks ihop ca 20% är tillräckligt. Om listan komprimeras för mycket kan den punkteras.

2.4.2 Foglist

I nedanstående tabell finns olika foglister presenterade med olika användningsområden. I Hus AMA 83:s tabell Z/4 anges en utförligare beskrivning av lämpliga användningsområden.

Användning av metallband är ovanligt, men förekommer ibland i industribyggnader. Materialet skall vara korrosionsbeständigt.

Skumlister, d v s tätningslister med öppna celler, görs av impregnerat polyuretanskum. De kan vara självhäftande på en eller två sidor och monteras hoptryckta för att sedan svälla ut och täta utrymmet. Skumlister kan användas även vid fogar med ojämn mått, trasiga fogkanter eller om fogytan ej går att få ren och torr.

Cellister tillverkas vanligen av EPDM cellgummi (t ex Trelleborg Building Products AB).

Lister av massivt gummi eller plast kan t ex vara slanglister (O- och D-lister) och vinkellister (V-lister).

Lämplig listdimension väljs enligt funktionsområde angivet av tillverkare. Det är viktigt att foglisten blir rätt komprimerad för att den skall uppfylla sin funktion, se Tabell 4.

Tabell 4: Funktionsområde hos olika foglister
(Jergling A G et al, 1988).

	funktionsområde i % av ursprunglig höjd
metallister	30 - 70
skumlister	15 - 40
cellister	50 - 95
lister av massivt gummi, plast o s v	35 - 85

2.4.3 Polyuretanskum

Polyuretanskum används bl a för att täta runt fönster, dörrar, genomföringar och för att ansluta utfackningsväggar till husstommen. Det är en vanlig tätningsmetod i lättbetonghus och fungerar bra vid större genomföringar i de flesta material. Polyuretanskum utvidgar sig ca 15 gånger vid appliceringen och härdar därefter och blir hårt. Om för mycket skum appliceras eller om fogskummet efterjäser kan t ex fönster- och dörrkarmar deformeras.

Fogskum har betydligt mindre rörelseupptagande förmåga än de flesta fogmassor och fogen måste därför vara relativt bred. Polyuretanskummet har en god isolerande förmåga och fungerar därmed även som isolering.

Temperaturen vid applicering måste dock vara över ca 5°C. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummetts behållare kan komma in och fylla utrymmet.

Polyuretanskum innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning. Även vissa härdare som ingår i skummet är allergiframkallande. För att arbeta med polyuretanskum skall montören först genomgå en läkarundersökning för att kontrollera att han/hon ej är överkänslig. Denna kontroll skall sedan ske kontinuerligt då överkänslighet kan utvecklas av exponering. Om lokalen där skummet skall appliceras inte har tillräcklig ventilation skall skyddsmask användas. Lokalen skall dessutom spärras av för obehöriga så att de ej utsätts för risker. Handskar bör användas vid applicering. (Svenska Hilti AB)

3.

Goda tätningstekniker

I detta kapitlet presenteras olika lösningar för att uppnå god luft-, diffusion- och vindtäthet för konstruktioner. Kapitlet börjar med en beskrivning om **generella principer** för lufttätning, varefter olika tätningsmetoder för skarvar i lufttätningsskikt redovisas.

Kapitlet fortsätter med en redovisning över luft-, diffusion- och vindtäthetslösningar vid olika **anslutningar mellan konstruktioner**, t ex ytterväggens

anslutning mot grunden, fönstrets anslutning mot ytterväggen, mellanbjälklagets anslutning mot ytterväggen etc. Sammanlagt finns här ca 70 olika täthetslösningar.

Kapitlet avslutas med täthetslösningar vid olika **genomföringar** i klimatskärmen, t ex ventilationskanaler och eldosor.

3.1 GENERELLA PRINCIPER VID LUFTTÄTNING

Det lufttätande skiktet kan monteras på olika sätt i en konstruktion. De olika sätten har olika för- och nackdelar. Metoderna beskrivs nedan (Elmroth A och Levin P, 1983a).

3.1.1 Inre lufttät beklädnad

I detta fall förses konstruktionen med en inre lufttät beklädnad, t ex gipsskiva. Att använda gipsskiva som invändig beklädnad är vanligt förekommande i hus med trä- och stålregelstomme.

Fördelen med att använda gipsskivor som lufttätande skikt är att de redan finns i konstruktionen och något extra material för lufttätningen behövs inte. Skiktet ligger åtkomligt och det är lätt att upptäcka och åtgärda skador som kan uppkomma.

Nackdelarna är att skiktet ligger oskyddat. Det kan därför lätt punkteras t ex genom uppspikning av tavlor på väggen. Hål efter t ex utdragna spikar måste också tätas noga. En annan nackdel är att det kan bildas sprickor i materialet p g a rörelser i konstruktioner.

Slutligen måste skarvar mot andra bygnadsdelar, t ex golv och tak, tätas noggrant.

Figur 7: Inre lufttät beklädnad.

Figur 8: Invändigt tätskikt

3.1.2 Invändigt tätskikt

I detta fall förses konstruktionen med invändigt tätskikt, t ex plastfolie. Plastfolie är vanligt förekommande i hus med trä- och stålregelstomme.

Fördelen att använda plastfolie är att materialet kan användas både som luft- och diffusionstätning. Då plastfolie oftast har stort format begränsas antal skarvar i materialet.

Nackdelen är dock att det kan vara svårt att få plastfolien tät vid genomföringar och anslutningar till andra material. Metoden kräver noggrant arbetsutförande, vilket kan vara tidskrävande.

En annan nackdel är att skiktet lätt kan skadas vid installation av el m m.



3.1.3 Indraget tätskikt

I byggnader med tjock isolering och korsande regelverk kan indraget tätskikt av t ex plastfolie användas.

Skillnaden mellan **invändigt indraget** tätskikt och **invändigt** tätskikt är att det invändiga indragna skiktet ligger mer skyddat från brukarens påverkan, t ex taveluppsättningar. Dessutom kan eldragningar förläggas i klimatskärmen utan att hål behöver göras i plastfolien. Observera att skiktet inte får placeras för långt ut i klimatskärmen, eftersom inomhusluften kommer att strömma ut i konstruktionen tills den stöter på plastfolien, se kapitel 2.2.



Figur 9: Indraget tätskikt.

3.1.4 Homogen lufttät konstruktion

I detta fall har konstruktionen byggts upp av t ex betong eller lättbetong.

Fördelen med en homogen konstruktion är att god lufttätethet lätt kan uppnås. Dessutom kan elinstallationer förläggas i en kanal i konstruktionen (jämför tidigare konstruktionslösningar, där installationer bryter igenom det lufttäta skiktet).

Nackdelen är dock att det måste finnas bra lösningar för lufttätningen mellan element. Denna lufttätning måste även ha lång livslängd.



Figur 10: Homogen lufttät konstruktion.

3.2 SKARVAR MELLAN LUFTTÄTANDE SKIKT

Det finns olika sätt att tätta en skarv som bildas då två lufttätningsskikt av t ex plastfolie möts. Här följer några exempel (Levin P, 1991):

3.2.1 Överlapp med klämning

En metod är att låta folien överlappas med ca 20 cm. Överlappet häftas mot regeln med t ex en häftpistol. En gipsskiva eller klämläkt monteras sedan utanpå och skarven kläms längs hela sin längd mot regel.



Figur 11: Skarvning mellan de lufttäta skikten med hjälp av överlappning och klämning.

3.2.2 Svetsning

Om höga krav ställs på lufttätheten, t ex konstruktioner som skall stå emot stora tryck eller hög luftfuktighet, bör lufttätningens skarv svetsas. Lämpligt material för lufttätningen är i detta fall plastfolie.

Metoden kan också vara lämplig då skarven inte understöds av ett fast material.



Figur 12: Skarvning mellan de lufttäta skikten sker genom att svetsa ihop skarven.

3.2.3 Vikning

En annan metod att skarva det lufttätande skiktet är att låta foliernas kanter vikas om varandra och sedan fästas mot en regel med hjälp av t ex häftpistol. Utanpåliggande gipsskiva monteras sedan och klämmer folierna längs hela sin längd mot regeln.

Metoden ger ett dåligt underlag för utanpåliggande skivmaterial, eftersom vikningen ger ett "buckligt" underlag.



Figur 13: Skarvning mellan de lufttäta skikten sker genom att foliernas kanter viks om varandra.

3.2.4 Fogad skarv

En annan metod att täta skarven i det lufttäta skiktet är att fästa den ena folien mot ytterväggsregeln och sedan lägga en sträng fogmassa längs foliens infästning (använd en fogmassa som inte bryter ner plastfolien d v s minskar plastfoliens livslängd). Den andra folien läggs över och fästs i regeln. Utanpåliggande gipsskiva monteras sedan och klämmer folierna längs hela sin längd mot regeln.



Figur 14: Skarvning mellan de lufttäta skikten sker genom att lägga en sträng fogmassa längs skarven och sedan klämma denna med hjälp av t ex en gipsskiva.

3.2.5 Dubbelhäftande tätningsband

Vid tätning av skarv i detta fall används ett dubbelhäftande tätningsband. Den ena folien fästs mot ytterväggsregeln och ett dubbelhäftande tätningsband läggs längs foliens infästning. Den andra folien läggs över och fästs i regeln. Utanpåliggande gipsskiva monteras sedan.



Figur 15: Skarvning mellan de lufttäta skikten sker genom dubbelhäftande tätningsband.

3.2.6 Skarvlist

Vid tätning av skarv i detta fall används en skarvlist i form av en U-format skena. Lufttätningsskiktet läggs i överlapp över skenan och ett plaströr trycks sedan ner i skenan och klämmer på så sätt skarven. Nackdelen med metoden är att tätningen upptill respektive nedtill är svår att få lufttät.



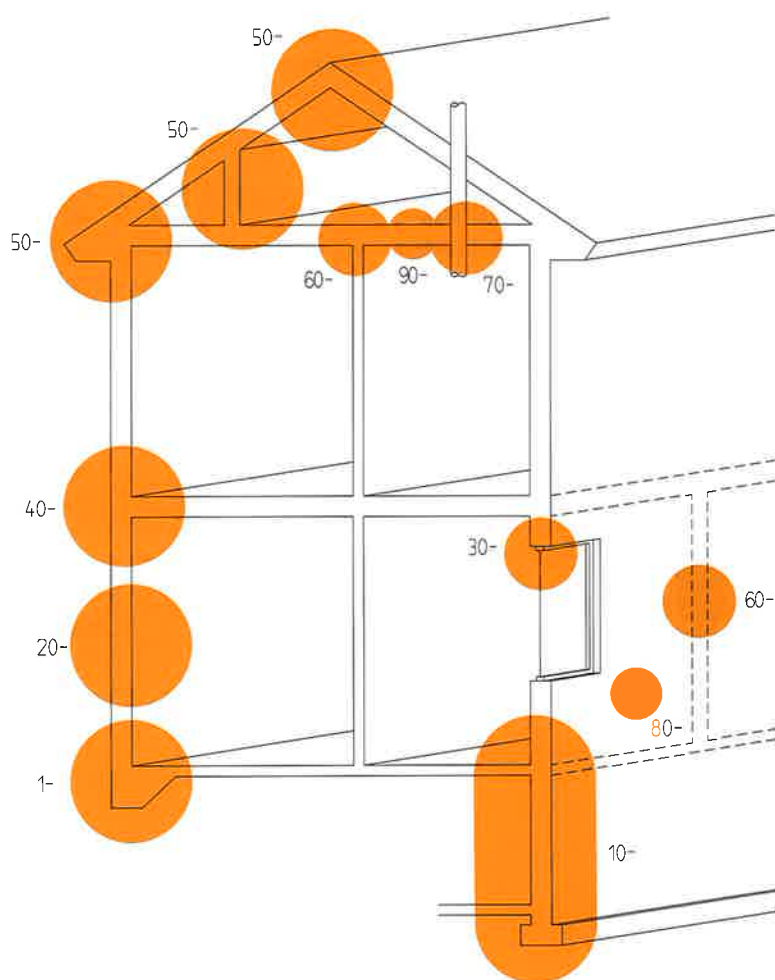
Figur 16: Skarvning mellan de lufttäta skikten sker med hjälp av skarvlist.

3.2.7 Tejpning

Att tejsa skarvar är ingen metod som rekommenderas (Hus AMA 83, 1983). Orsaken är att tejpens åldringsbeständighet är osäker. Dessutom kan tejp kemiskt bryta ner vissa folier, t ex plastfolier.

3.4 ANSLUTNINGAR MELLAN KONSTRUKTIONER OCH GENOMFÖRINGAR

I nedanstående figur har olika anslutningar och genomföringar ringats in. Dessa anslutningar brukar ofta vara svåra att utforma bra med hänsyn till god luft- och diffusionstätning. I detta kapitel finns de inringade anslutningarna och genomföringar presenterade. Siffrorna hänvisar till aktuellt delavsnitt.



3.4.1

ANSLUTNINGAR MELLAN GRUND, BJÄLKLAG OCH YTTERVÄGG

1. Platta på mark och yttervägg med träreglar
 2. Platta på mark och yttervägg med stålregel
 3. Platta på mark och yttervägg med betongstomme
 4. Platta på mark och yttervägg i lättbetongelement
-
10. Källare, träbjälklag och yttervägg med träreglar
 11. Källare, betongbjälklag och yttervägg med träreglar
 12. Källare, betongbjälklag och betongyttervägg
 13. Källare, betongbjälklag och lättbetongyttervägg
 14. Uteluftventilerad kryppgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar
 15. Uteluftventilerad kryppgrund, lättbetongbjälklag och lättbetongyttervägg
 16. Varmgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar

3.4.2

ANSLUTNINGAR MELLAN ELEMENT

20. Träregelement
21. Betongelement
22. Lättbetongelement
23. Träregestomme och lättklinkerblock

3.4.3

ANSLUTNINGAR MELLAN FÖNSTER/DÖRRARE OCH YTTERVÄGG

- 30 Fönster i träregelstomme
31. Fönster i stålregelstomme
32. Fönster i betongstomme

3.4.4

ANSLUTNINGAR MELLAN BJÄLKLAG OCH YTTERVÄGG

40. Mellanbjälklag och yttervägg i träkonstruktion
41. Yttervägg i trä och bjälklag av betong
42. Yttervägg och bjälklag av betongelement
43. Yttervägg och bjälklag i lättbetong

3.4.5

ANSLUTNINGAR MELLAN YTTERVÄGG OCH YTTERTAK

50. Yttervägg och tak i träkonstruktion
51. Mellanbjälklag och tak i träkonstruktion
52. Yttervägg och tak i stålkonstruktion
53. Yttervägg och tak av lättbetong
54. Yttervägg av lättbetong och tak med trätakstolar
55. Yttervägg av lättbetong och vindsbjälklag av betong
56. Mellanbjälklag av betong och tak med trätakstolar
57. Taknock mednockbalk
58. Tacknock med lättbetongelement

3.4.6

ANSLUTNINGAR MELLAN INNERVÄGG OCH YTTERVÄGG/YTTERTAK

60. Innervägg och yttervägg/tak i träregelkonstruktion
61. Inner- och yttervägg av betongelement
62. Inner- och yttervägg av lättbetongelement

3.4.7

GENOMFÖRINGAR AV KANALER/RÖR

70. Cirkulär kanalgenomföring i träkonstruktion
71. Rektangulär kanalgenomföring i träkonstruktion
72. Kanalgenomföring i betongstomme
73. Kanalgenomföring för varm kanal
74. Kanalgenomföring, utvändigt isolerad

3.4.8

GENOMFÖRINGAR AV ELDOSOR

80. Eldosor

3.4.9

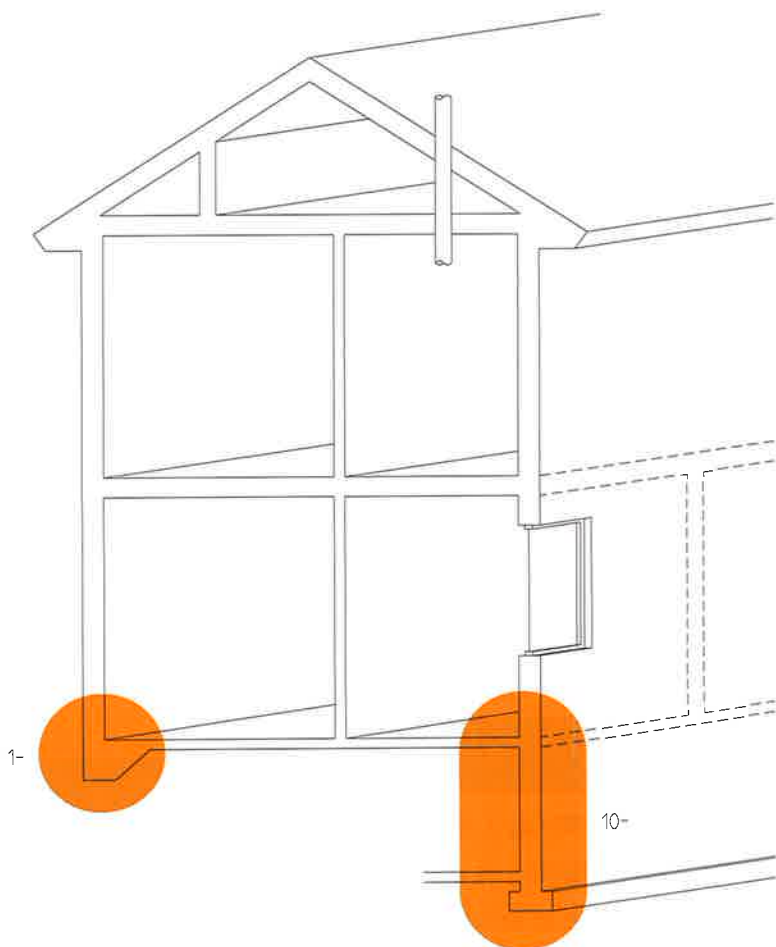
VINDSLUCKOR

90. Vindslucka och tak med trätakstol

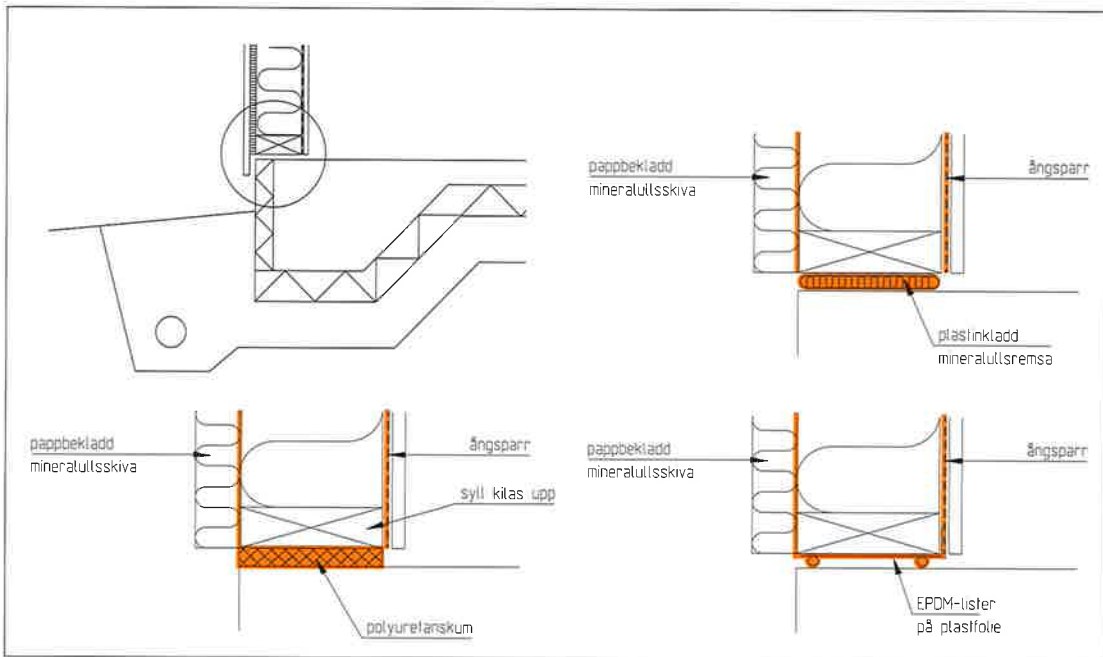
3.4.1 Anslutningar mellan grund, bjälklag och yttervägg

1. Platta på mark och yttervägg med träreglar
2. Platta på mark och yttervägg med stålreglar
3. Platta på mark och yttervägg med betongstomme
4. Platta på mark och yttervägg i lättbetongelement

10. Källare, träbjälklag och yttervägg med träreglar
11. Källare, betongbjälklag och yttervägg med träreglar
12. Källare, betongbjälklag och betongyttervägg
13. Källare, betongbjälklag och lättbetongyttervägg
14. Uteluftventilerad krypgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar
15. Uteluftventilerad krypgrund, lättbetongbjälklag och lättbetongyttervägg
16. Varmgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar



Platta på mark och yttervägg med träreglar



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en platta på mark och en yttervägg med träreglar.

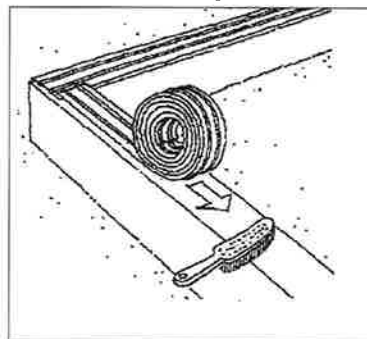
Det finns olika sätt att lufttäta en anslutning mellan en träregelkonstruktion och platta på mark. I den övre högra figuren utgörs lufttätningen av en plastfolieinklädd mineralullstremsa. Denna typ av lufttätning fungerar bra vid ett avjämnat och rent underlag. Förutsättningen är dock att syllen blir belastad över hela dess längd.

Beständigheten hos plastinklädnaden är dock okänd. Inklädnaden kan även skadas vid montering om inte försiktighet iakttogs. Vid skarvning och i hörn läggs den plastinklädda mineralullstremsan omlott, ca 15 cm.

Ett annat alternativ, se undre vänstra figuren, är att lufttäta med polyuretanskum (innan skummet appliceras måste syllen kilas upp med en kloss av icke organiskt material). Temperaturen vid applicering måste dock vara över ca 5°C. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummets behållare skall kunna komma in och fylla utrymmet. Observera att polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning.

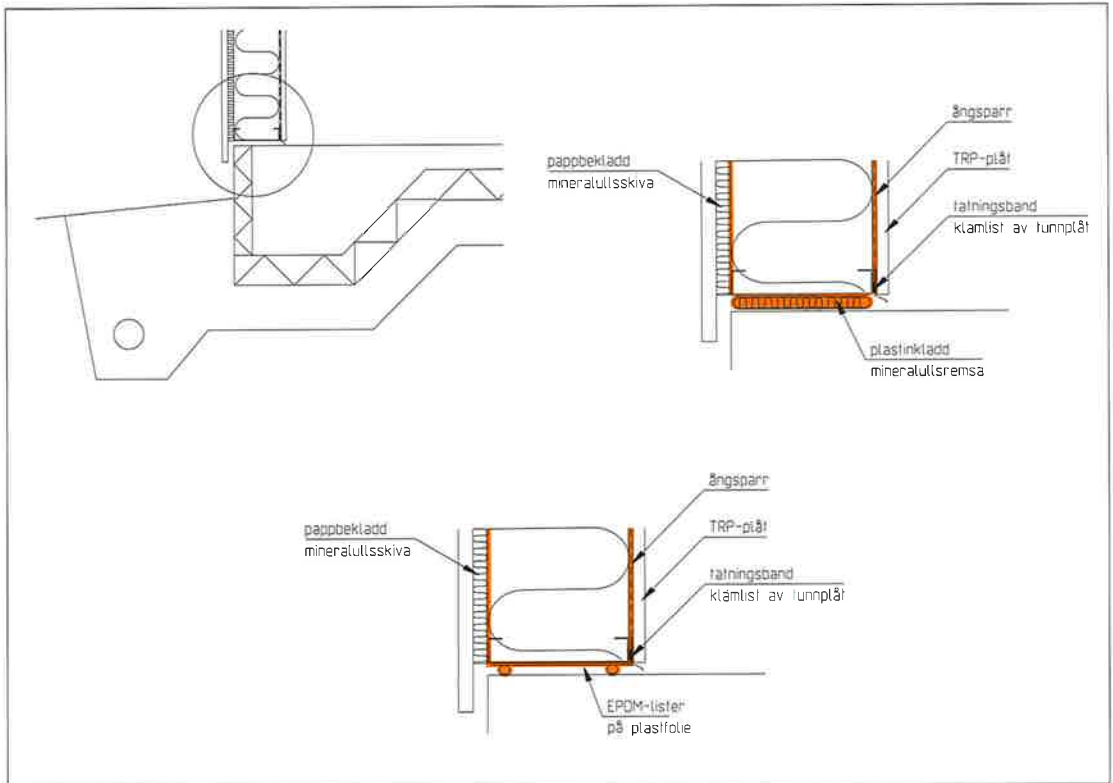
Ett annat alternativ är att placera EPDM-gummilister på plastfolie under träsyllen. För detta krävs att betongytan är väl avjämnad och så att EPDM-gummilisterna belastas över hela längden. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I yttervägghörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se figur nedan.

Ångspärren i ytterväggen kläms mot syllen med hjälp av det invändiga skivmaterialet.



Figur 17: För lufttätning under en ytterväggssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i yttervägghörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).

Platta på mark och yttervägg med stålreglar

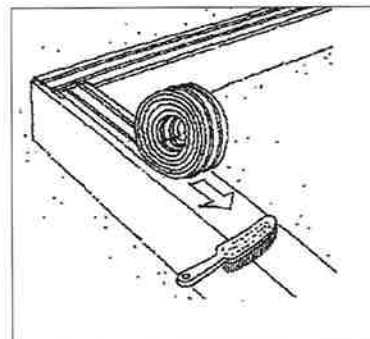


Figuren visar ett vertikalsnitt över en platta på mark och en yttervägg med stålreglar.

Lufttätningen mellan en platta på mark och en stålregelkonstruktion kan göras på olika sätt. I den övre högra figuren utgörs lufttätningen av en plastfolieinklädd mineralullsremsa. Denna typ av lufttätning fungerar bra vid ett avjämnat och rent underlag. Beständigheten hos plastinklädnaden är dock okänd. Inklädnaden kan även skadas vid montering om inte försiktighet iakttogs. Vid skarvning och i hörn läggs den plastinklädda mineralullsremsan omlott/överlappad, ca 15 cm.

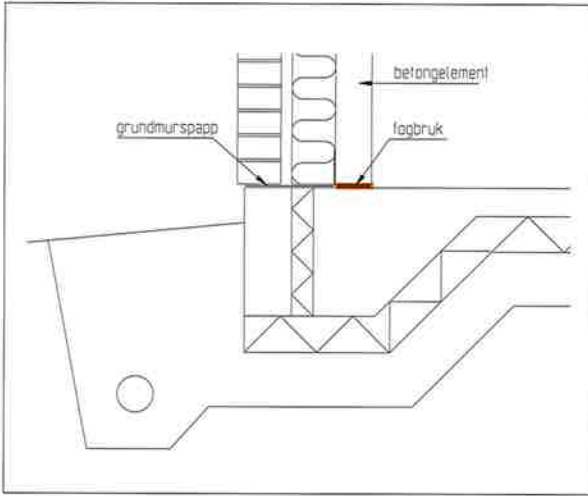
Ett annat alternativ är att placera EPDM-gummilister på plastfolie under träsyll. För detta krävs att betongytan är väl avjämnad så att EPDM-gummilisterna belastas över hela längden. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I ytterväggshörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se figur.

Ångspärren i ytterväggen kläms mot stålsylen med hjälp av ett tätningssband och en vinkelprofil i tunnplåt.



Figur 18: För lufttätning under en ytterväggssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i ytterväggshörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).

Platta på mark och yttervägg med betongstomme



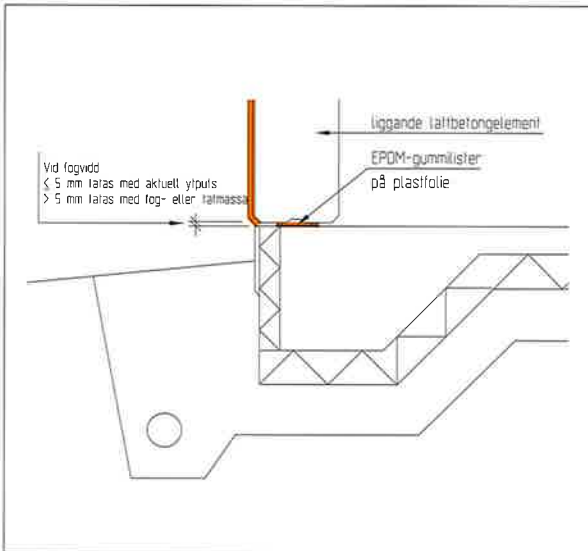
För att lufttäta anslutningen mellan betongelement och platta på mark sätts betongelementet i fogbruk.

Grundmurspappen i figuren fungerar som vattenutledare för eventuell inläckande vatten genom tegelmurverket. För att få lutning på pappen kan en kil av cellplast läggas under denne.

I figuren har en tegelfasad ritats ut. Var tredje stöt-fog i tegelfasadens understa skift bör lämnas öppen vid grundmuren för att dränera bakomliggande luftspalt.

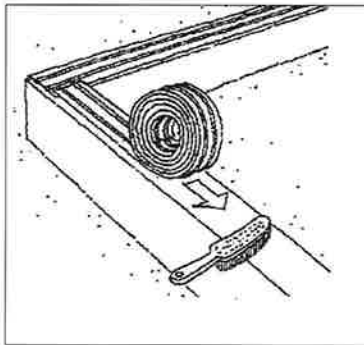
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en platta på mark och en yttervägg med betongstomme.

Platta på mark och yttervägg i lättbetongelement



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en platta på mark och en yttervägg i liggande lättbetongelement, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

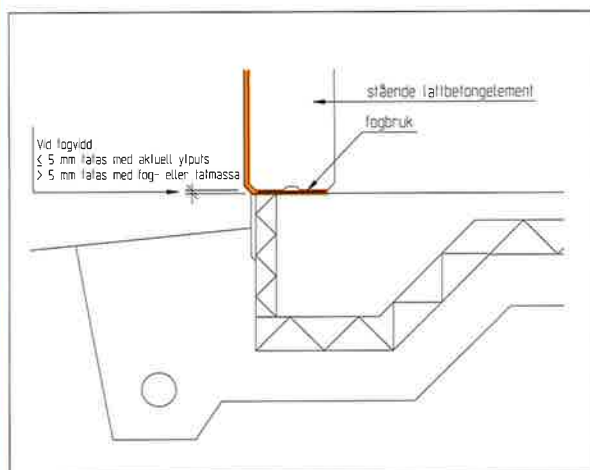
Anslutningen mellan platta på mark och liggande lättbetongelement kan lufttätas med EPDM-gummilister på plastfolie. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I ytterväggshörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se figur.



Figur 19: För lufttätning under en ytterväggssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i ytterväggshörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).

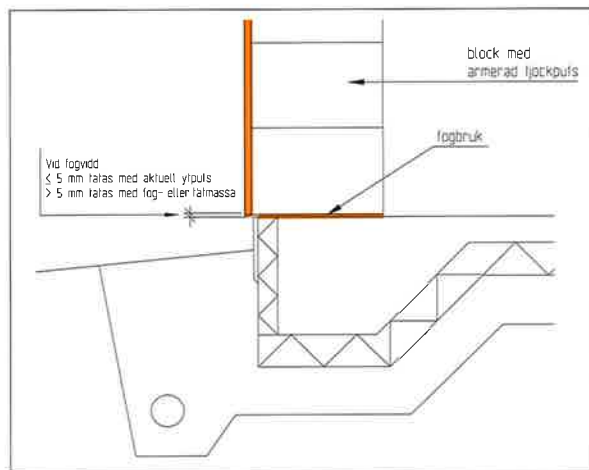
Ett stående lättbetongelement lufttätas mot en platta på mark med hjälp av fogbruk.

Om plattan på mark inte har underliggande och utvändig värmeisolering erfordras papp mellan plattan och ytterväggen i läggbetongelementet. Fogbruk läggs över och under papp. Samma lufttätningssprincip gäller om betongplattans kvalitet är sämre än K35.



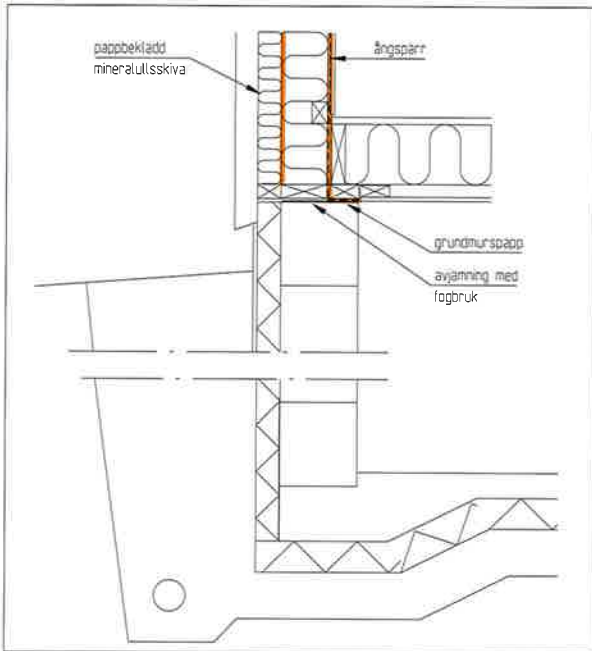
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en platta på mark och en yttervägg i stående lättbetongelement, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Vid anslutningen mellan yttervägg i lättbetongblock och platta på mark lufttätas anslutningen med fogbruk.

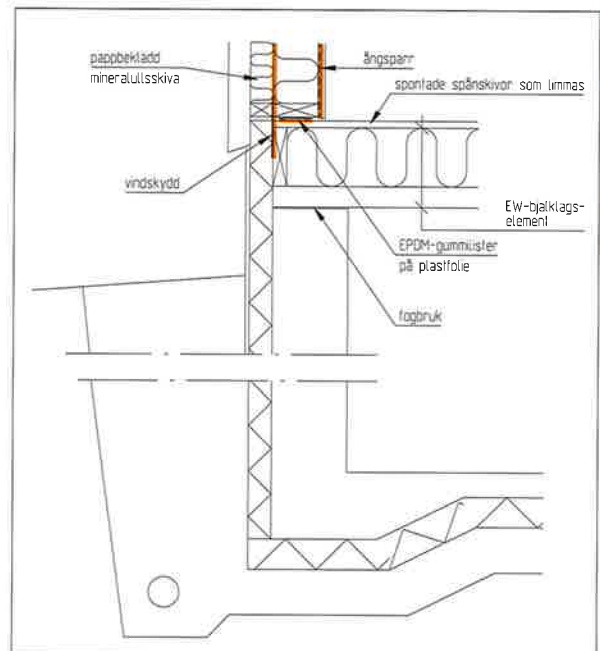


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en platta på mark och en yttervägg i lättbetongblock, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Källare, träbjälklag och yttervägg med träreglar



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, träbjälklag och en yttervägg med träreglar, delvis efter (Byggforskningsrådet, 1992).

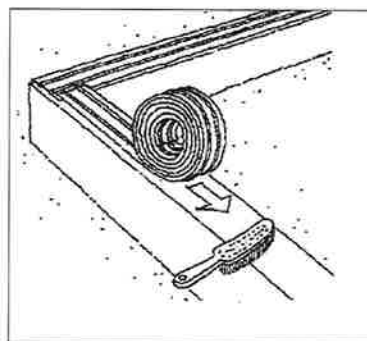


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, prefabricerat träbjälklag och en yttervägg med träreglar, delvis efter (Träinformation, 1991).

Lufttätningen vid anslutning källare, träbjälklag och träyttervägg är relativt komplicerad. Först jämnas grundmuren av med fogbruk. Därefter läggs grundmurspapp ovanpå källarmuren. Därefter monteras bjälklaget. För att erhålla god luft- och diffusionstättning monteras en extra ångspärremsa mot träbjälklagets kantbalk. Remsans bredd bör vara bredare än själva bjälklagets höjd för att kunna vikas under bjälklaget.

Ett annat sätt att erhålla god lufttätning vid anslutning källaryttervägg, bjälklag och yttervägg är att ha ett bottenbjälklag innehållande ett betongskikt. Betongskiktet är i sig självt lufttätt. Bjälklaget lufttätas mot källarmuren med hjälp av fogbruk.

Figur 20: För lufttätning under en ytterväggssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i ytterväggshörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).



Ovanpå betongen finns träbjälkar. Mellan dessa läggs isolering. Bjälklaget avslutas med spontade spånskivor, som limmas i kanterna. På utsida kantbalk monteras ett vindskydd.

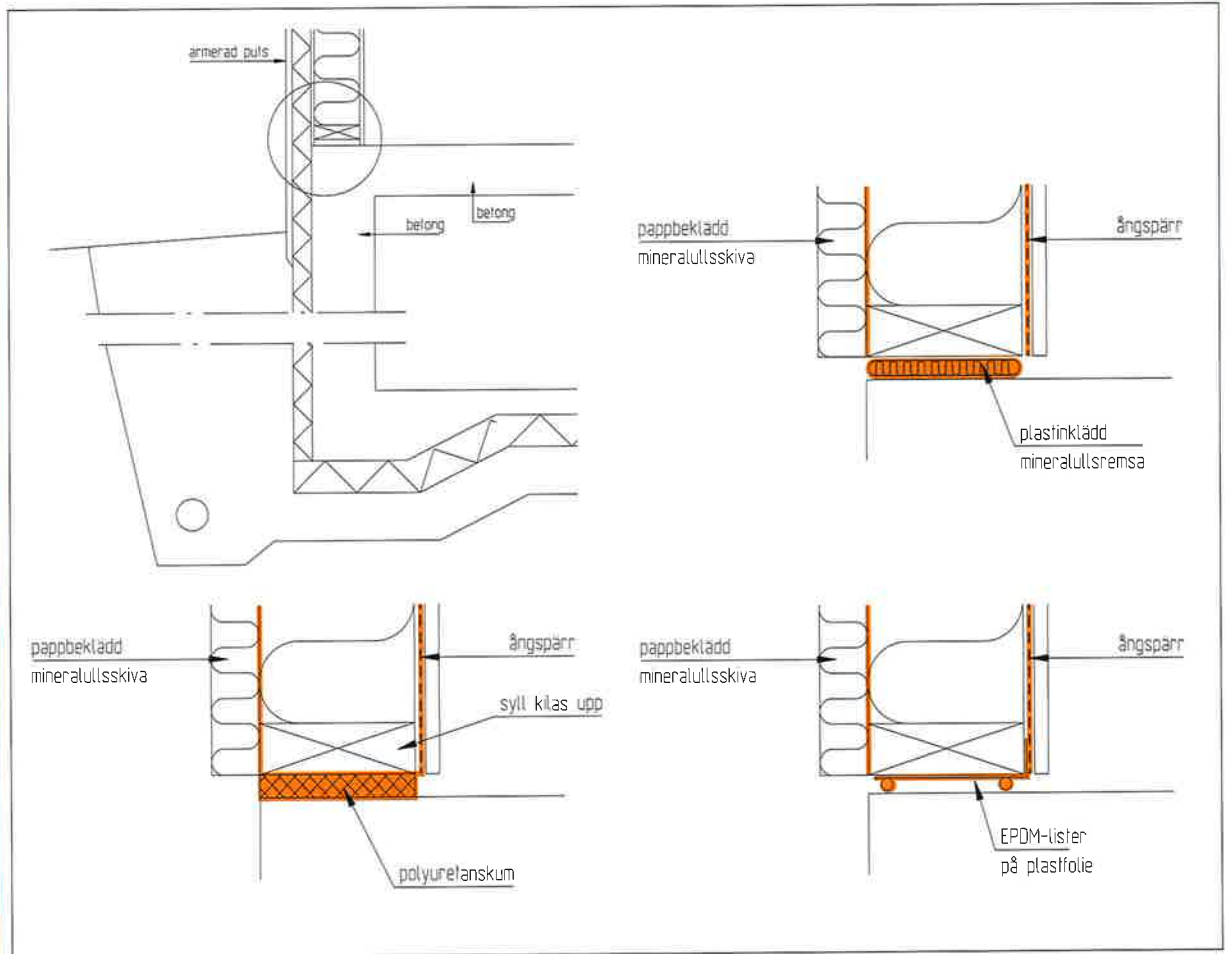
Därefter läggs EPDM-gummilister på plastfolie ut längs bjälklagskanten, varvid ytterväggen sedan kan monteras. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I ytterväggshörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se nedanstående figur.

Källare, betongbjälklag och yttervägg med träreglar

Det finns olika sätt att lufttätta anslutningen mellan en träregelkonstruktion, betongbjälklag och en källarytervägg. I den övre högra figuren utgörs lufttätningen av en plastfolieinklädd mineralullsremsa. Denna typ av lufttätning fungerar bra vid ett avjämnat och rent underlag. Beständigheten hos plastinklädnaden är dock okänd. Inklädnaden kan även skadas vid montering om

inte försiktighet iakttogs. Vid skarvning och i hörn läggs den plastinklädda mineralullsremsan omlott, ca 15 cm.

Ett annat alternativ, se undre vänstra figur, är att lufttätta med polyuretanskum (innan skummet appliceras måste sylln kilas upp med en kloss av icke organiskt material). Temperaturen vid applicering måste

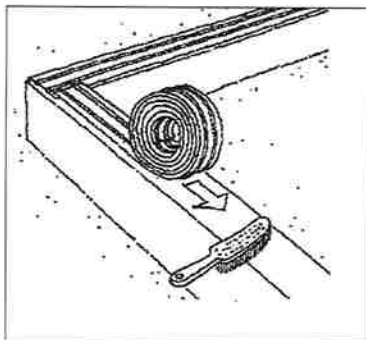


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, betongbjälklag och en yttervägg med träreglar.

dock vara över ca 5°C. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummets behållare skall kunna komma in och fylla utrymmet. Observera att polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning.

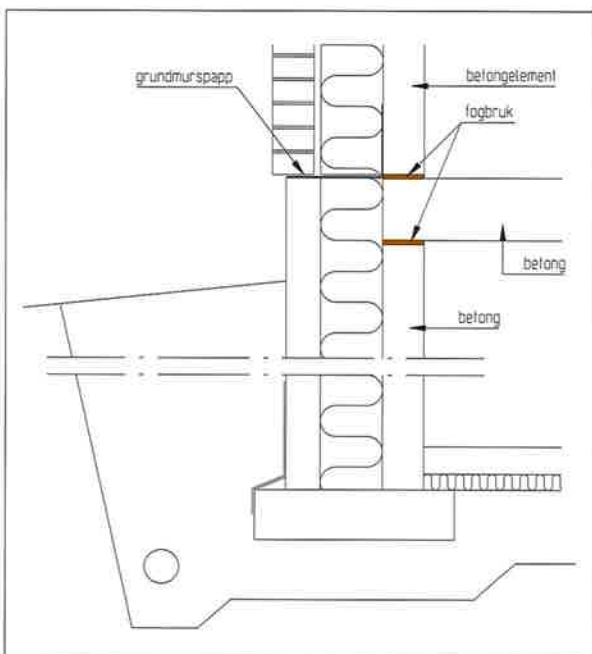
Ett annat alternativ är att placera EPDM-gummilister på plastfolie under träsyllen. För detta krävs att betongytan är väl avjämnad så att EPDM-gummilisterna belastas över hela längden. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I ytterväggshörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se figur.

Ångspärren i ytterväggen kläms mot syllan med hjälp av det invändiga skivmaterialet.



Figur 21: För lufttätning under en ytterväggssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i ytterväggshörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).

Källare, betongbjälklag och betongyttervägg

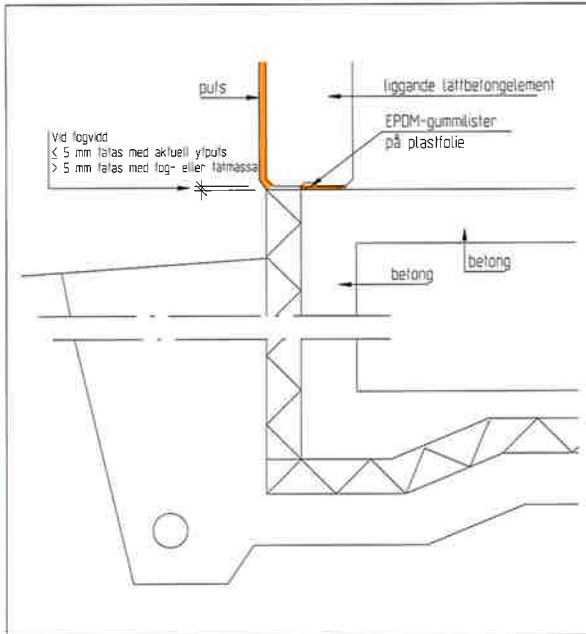


För att lufttäta anslutningen mellan källare, betongelementbjälklag och betongelementyttervägg sätts betongelementbjälklaget och -ytterväggen i fogbruk.

Grundmurspappen i figuren fungerar som vattenutledare för eventuell inläckande vatten genom tegelmurverket. För att få lutning på pappen kan en kil av cellplast läggas under denne.

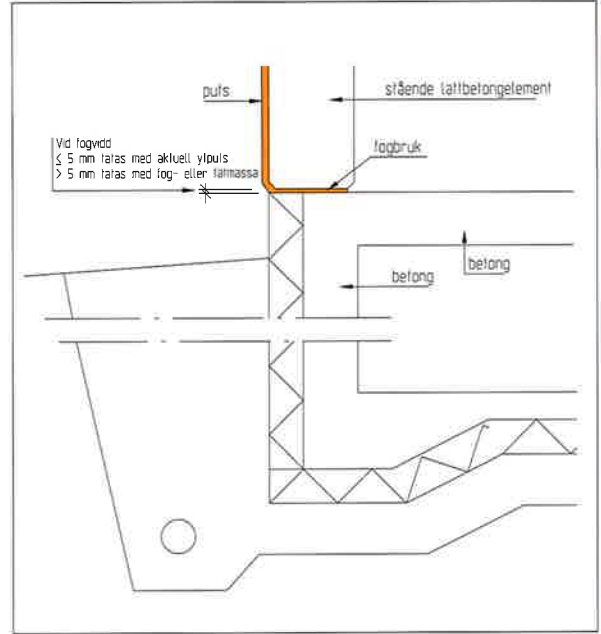
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, betongbjälklag och en yttervägg med betong.

Källare, betongbjälklag och lättbetongyttervägg



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, betongbjälklag och en yttervägg i liggande lättbetongelement, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

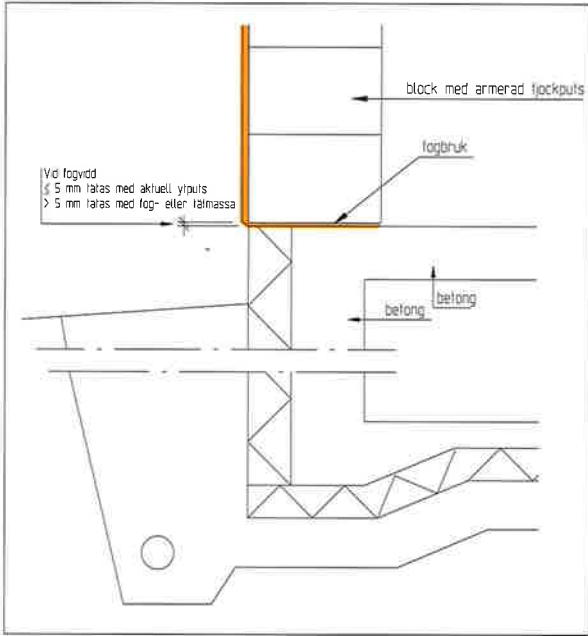
Vid anslutningen mellan lättbetongytterväggen och betongbjälklaget/källarväggen kan EPDM-gummilister på plastfolie läggas under det liggande lättbetongelementet.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, betongbjälklag och en yttervägg i stående lättbetongblock, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Ett stående lättbetongelement lufttätas mot betongbjälklaget med hjälp av fogbruk.

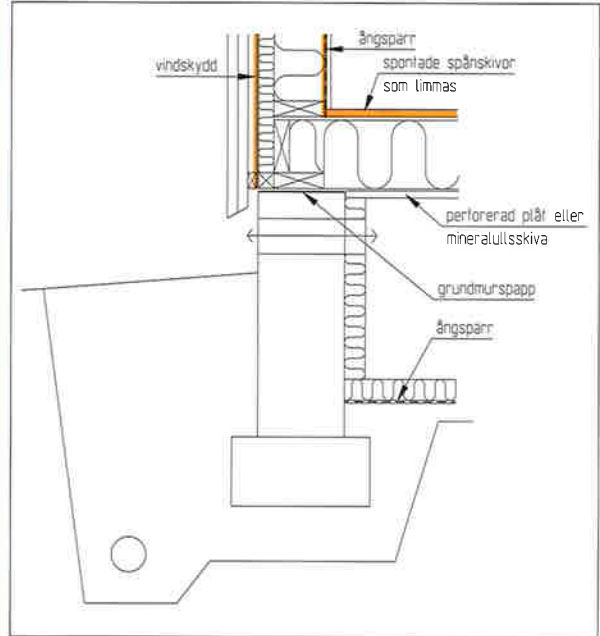
Om källaren inte har underliggande och utvändigt värmeisolering erfordras papp mellan bottenbjälklaget och ytterväggen i laggbetongelementet. Fogbruk läggs över och under papp. Samma lufttätningssprincip gäller om bottenbjälklagets betong har sämre kvalitet än K35.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en källare, betongbjälklaget och en yttervägg i lättbetongblock, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Vid anslutningen mellan lättbetongblock och betongbjälklaget/källarväggen lufttätas anslutningen med en fogbruk.

Uteluftventilerad krypgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar



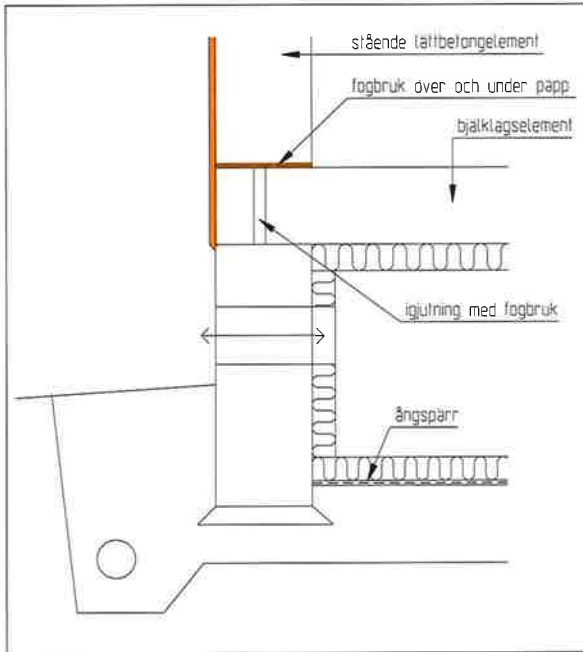
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en uteluftventilerad krypgrund, träbjälklaget och en yttervägg med träreglar, delvis efter (Norges byggforskningsinstitut, 1987c).

Uteluftventilerad krypgrund är en känd riskkonstruktion. Orsaken är att uteluft som strömmar in i krypgrunden kyls ned av marken sommartid och den relativa fuktigheten ökar. Genom avdunstning från mark och grundmurar höjs den relativa fuktigheten ytterligare och under sommaren föreligger hög risk för mögelpåväxt på organiskt material, t ex trä. (Elmarsson B och Nevander L E, 1994)

Ånghalten i krypgrunden kan i vissa fall vara högre än inomhus och i andra fall lägre. Därför rekommenderas ingen ångspärr i bottenbjälklaget. Däremot bör bottenbjälklaget ha god lufttäthet. Detta erhålls genom att montera spontade spånskivor som skruvas och limmas i skarvarna på bottenbjälklaget.

Blindbotten täcks med ett oorganiskt material såsom en mineralullsskiva eller en perforerad plåt.

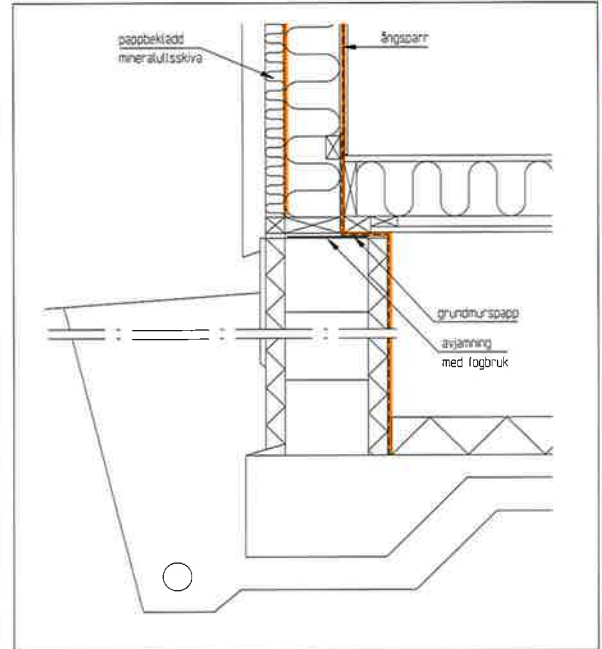
Uteluftventilerad kryppgrund, lättbetongbjälklag och lättbetongyttervägg



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en uteluftventilerad kryppgrund, lättbetongbjälklag och yttervägg i stående lättbetongelement, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Stående lättbetongelement lufttätas mot bjälklagsselement och grundmur med hjälp av fogbruk över och under papp.

Varmgrund, träbjälklag och yttervägg med träreglar



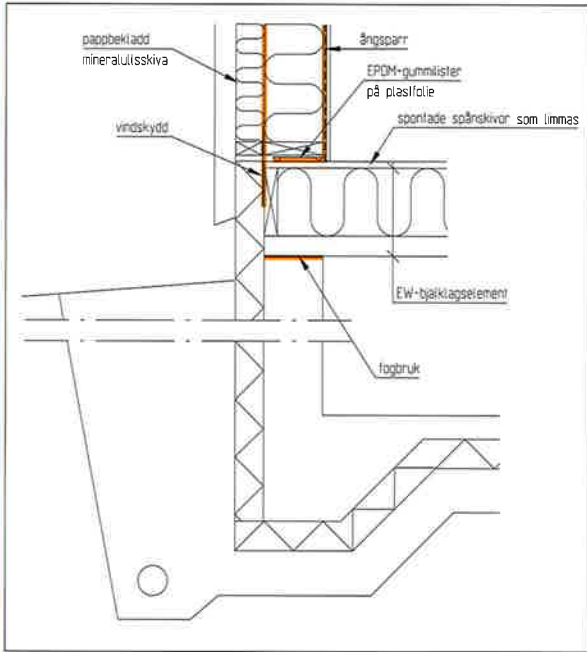
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en varmgrund, träbjälklag och en yttervägg med träreglar, delvis efter (Träinformation, 1991).

Luft- och diffusionstättningen vid anslutning kryppgrund, träbjälklag och trättyttvägg är relativt komplicerad.

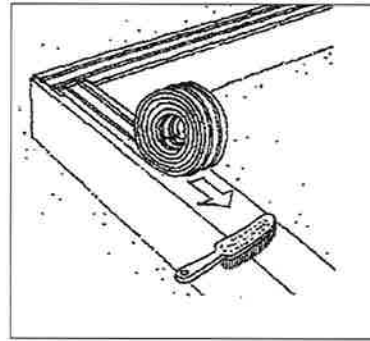
Grundmuren avjämnas först med fogbruk, varvid grundmurspapp rullas ut ovanpå denne. Därefter monteras en ångspärr längs kryppgrundens grundmur. Ångspärren rekommenderas, vid monntaget, att vikas över grundmuren ca 3-4 dm, så att denna senare kan häftas fast i bottenbjälklagets kantbalk.

Ångspärren längs grundmuren i kryppgrunden utsätts inte för någon belastning annat än av isoleringen, vilket kan medföra luftläckage mellan mark och kryppgrund. Därför rekommenderas att skarvarna svetsas eller förses med fogmassa.

Först därefter monteras upplaget för bottenbjälklaget och sedan själva bjälklaget.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en varmgrund, prefabricerat träbjälklag och en yttervägg med träreglar, delvis efter (Träinformation, 1991).

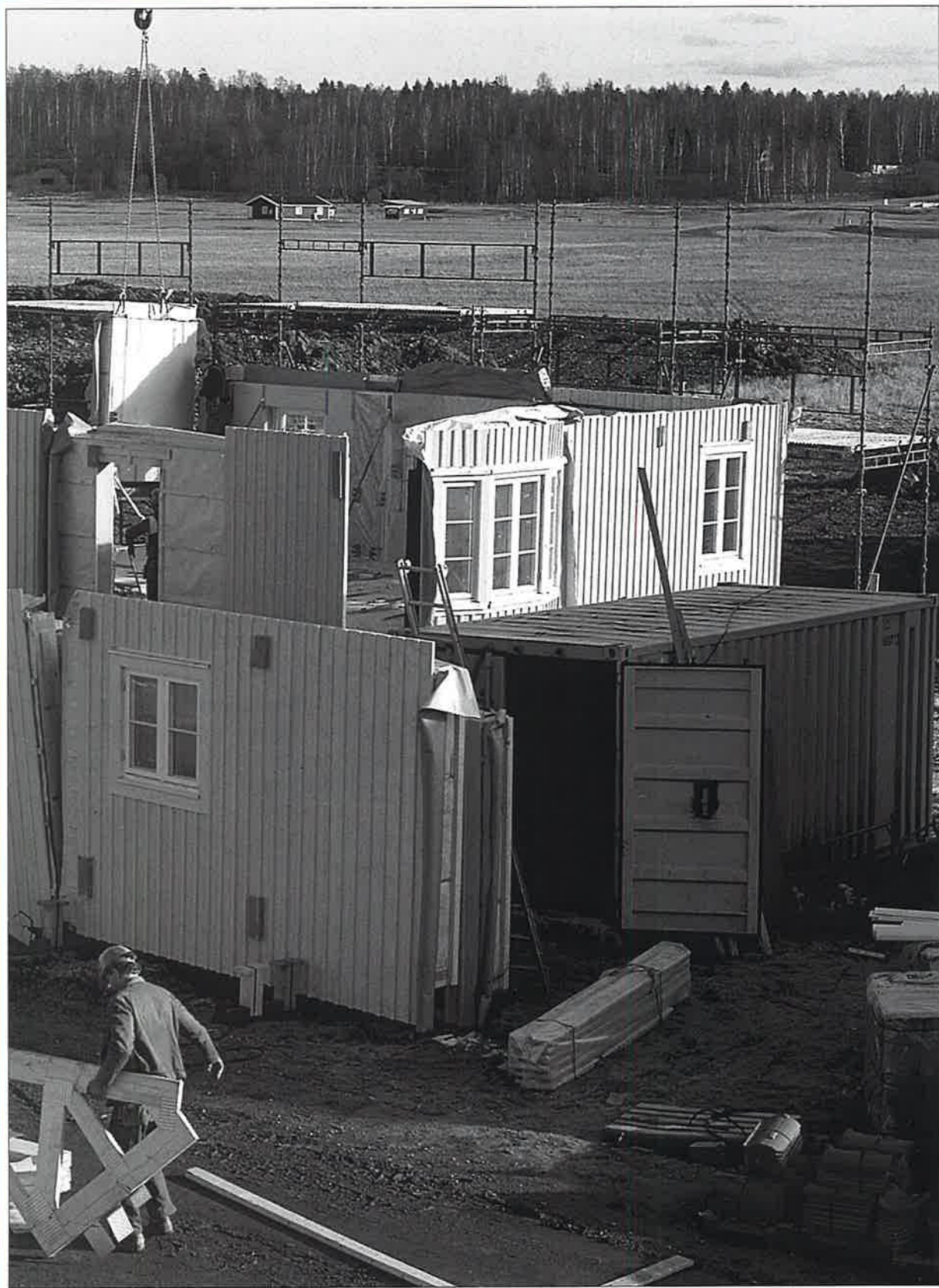


Figur 22: För lufttätning under en yttervägssyll kan EPDM-gummilister på plastfolie användas. EPDM-gummilisterna läggs vinkelräta mot varandra i yttervägghörn (ur arbetsanvisningar från Rockwool AB).

Ett annat sätt att erhålla god lufttätning vid anslutning varmgrund, bjälklag och yttervägg är att ha ett bottenbjälklag innehållande ett betongskikt. Betongskiktet är i sig självt lufttätt. Bjälklaget lufttätas mot varmgrunden med hjälp av fogbruk.

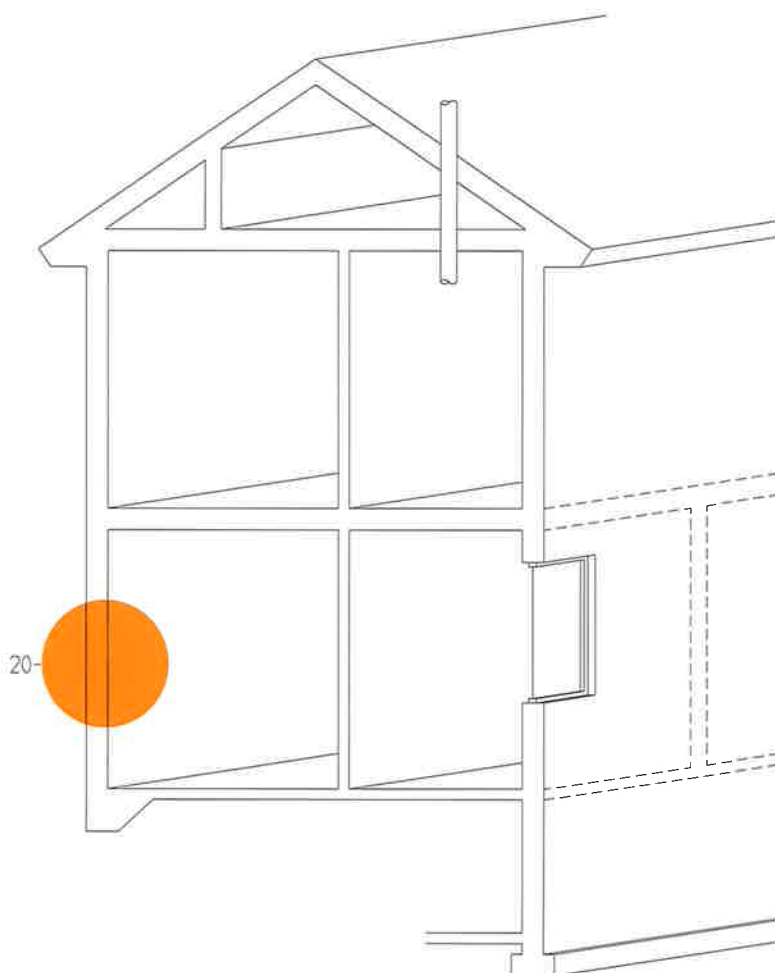
Ovanpå betongen finns träbjälkar. Mellan dessa läggs isolering. Bjälklaget avslutas med spontade spånskivor, som limmas i kanterna. På utsida kantbalk monteras ett vindskydd.

Därefter läggs EPDM-gummilister på plastfolie ut längs bjälklagskanten, varvid ytterväggen sedan kan monteras. Vid skarvning av EPDM-gummilisterna läggs dessa omlott ca 3 cm. I yttervägghörn läggs listerna vinkelrätt mot varandra, se figur.

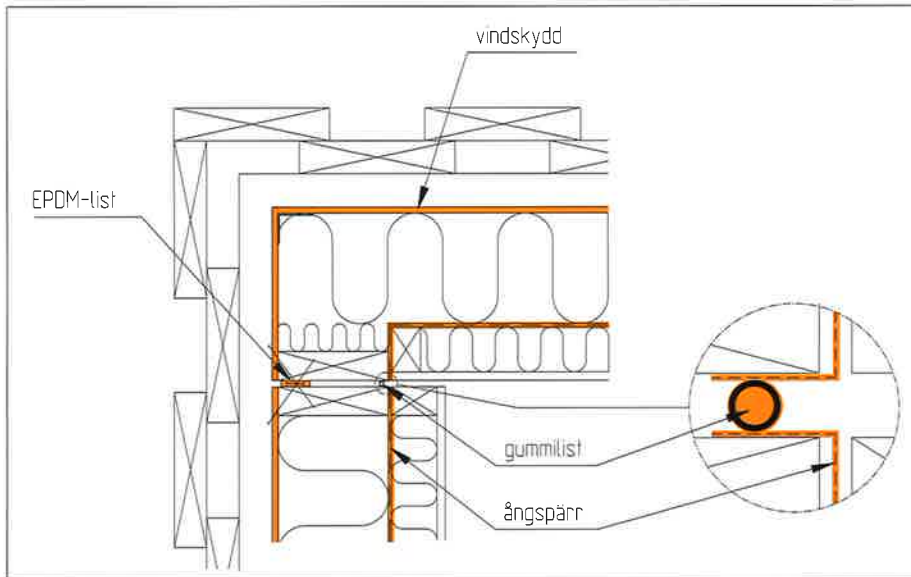


3.4.2 Anslutningar mellan element

- 20. Träregelement
- 21. Betongelement
- 22. Lättbetongelement
- 23. Träregelestomme och lättklinkerblock



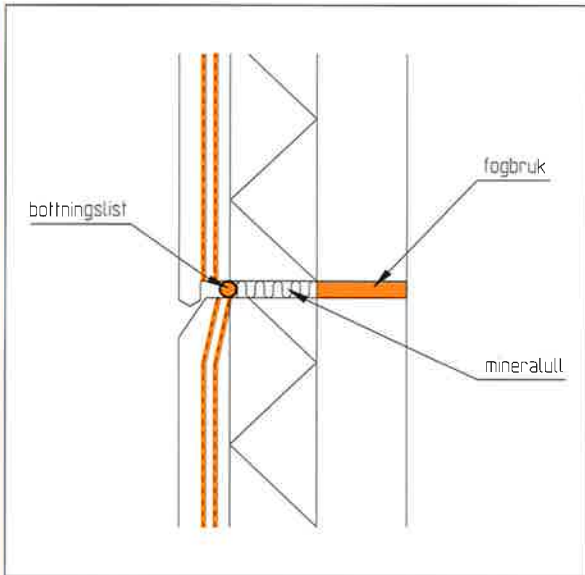
Träregelement



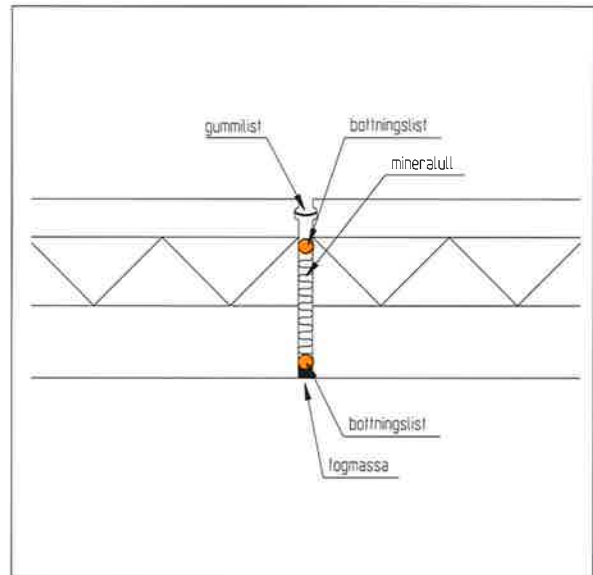
Figuren visar ett horizontalsnitt genom ytterväggsanslutning mellan två träregelement (Gyproc AB, 1992).

Vid lufttätning mellan två prefabricerade träregelement viks elementens ångspärrar mot träregelementets sida. Därefter appliceras en gummlist. Elementen skråspikas från utsidan.

Betongelement



Figuren visar ett vertikalsnitt genom ytterväggsanslutning mellan två betongelement).



Figuren visar ett horizontalsnitt genom ytterväggsanslutning mellan två betongelement.

Prefabricerade betongelement lufttätas i **horisontalfogen** med cementbruk på insidan (för vertikalfog, se nästa figur).

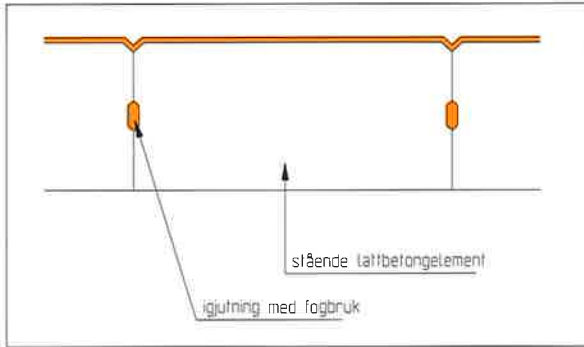
Betongelementet har på utsidan en droppnäsa, som skall förhindra att regnvatten tar sig in i öppningen. Vindskyddet utgörs av en bottningslist.

Betongelementens **vertikalfog** lufttätas på insidan med en bottningslist och fogmassa (för horisontalfog, se föregående figur).

Regntätningen på utsidan utgörs av en gummilist. Bakom gummilisten finns en luftspalt, som säkerställer att det inte uppstår någon lufttrycksskillnad över regntätningen. Luftspalten skall också dränera ut eventuellt inkommande vatten. Vindskyddet utgörs av bottningslist.

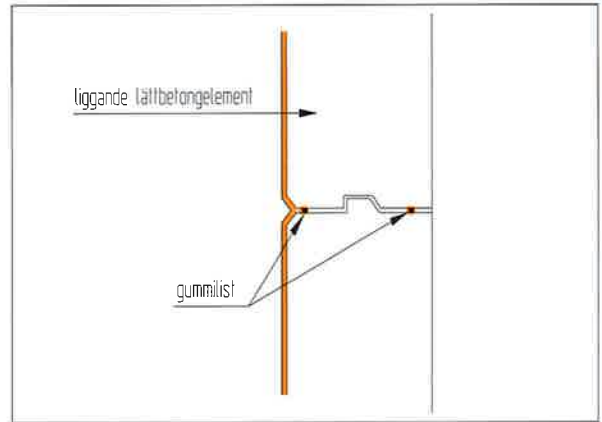
Fogkrysset mellan vertikal- och horisontalfog måste särskilt beaktas.

Lättbetongelement



Figuren visar ett horizontalsnitt genom ytterväggsanslutning mellan två stående lättbetongelement (Yxhult AB, 1993).

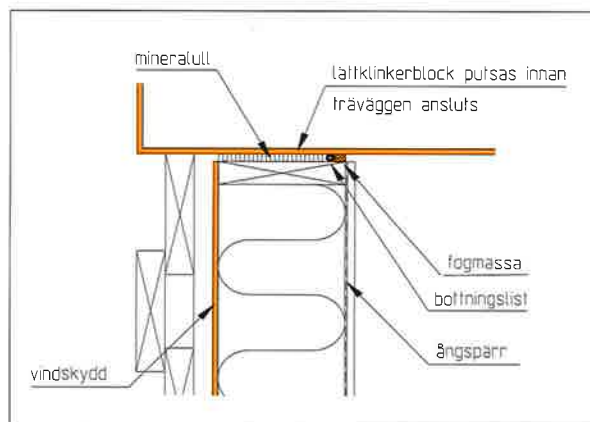
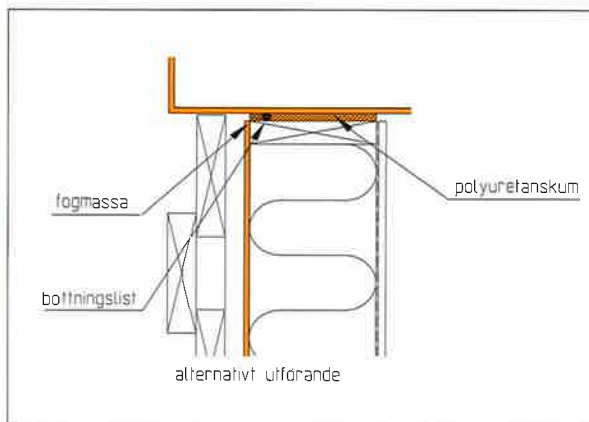
Stående lättbetongelement lufttätas genom att hålrummet mellan elementen gjuts igen med fogbruk.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom ytterväggsanslutning mellan två liggande lättbetongelement (Yxhult AB, 1993).

Vid liggande lättbetongelement lufttätas skarvarna med gummilister.

Träregelstomme och lättklinkerblock



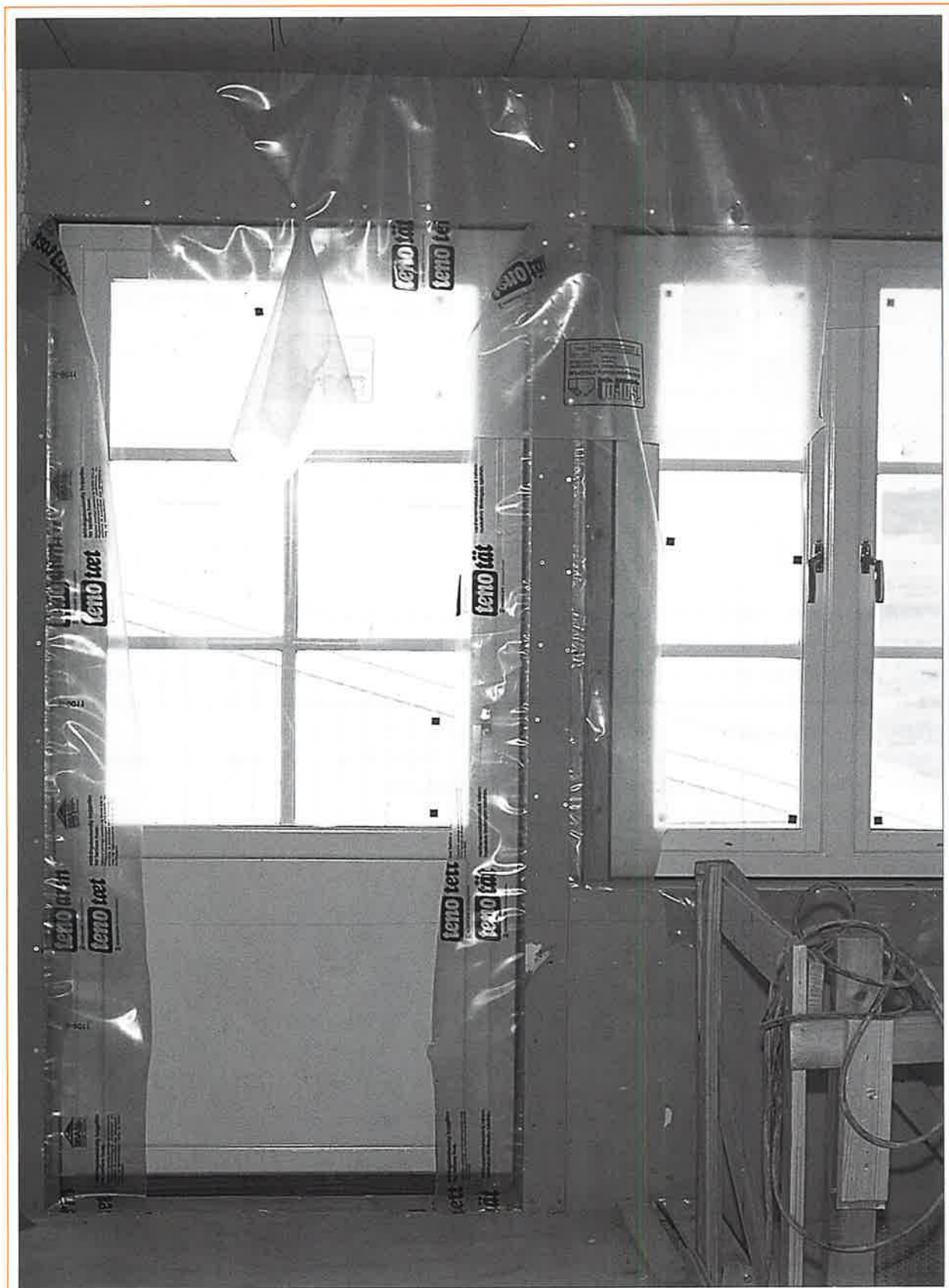
Figuren visar ett horisontalsnitt genom en anslutning mellan lättklinkerblock- och träregelyttervägg, delvis efter (Norges byggforskningsinstitut, 1987b).

Vid lufttätning mellan lättklinkerblock och träregelstomme måste lättklinkerblocken först lufttätas. Lufttätningen erhålls genom att lägga på puts på blocken.

Ångspärren i träregelväggen skärs av vid träregelväggens slut. Fogen mellan lättklinkerblocken och träregelstommen drevas med mineralull. Anslutningen avslutas invändigt med bottningslist och fogmassa mellan regel och lättklinkerblock.

Ett annat alternativ är att lufttäta fogen mellan regel och lättklinkerblock med polyuretanskum. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummets behållare skall kunna komma in och fylla utrymmet.

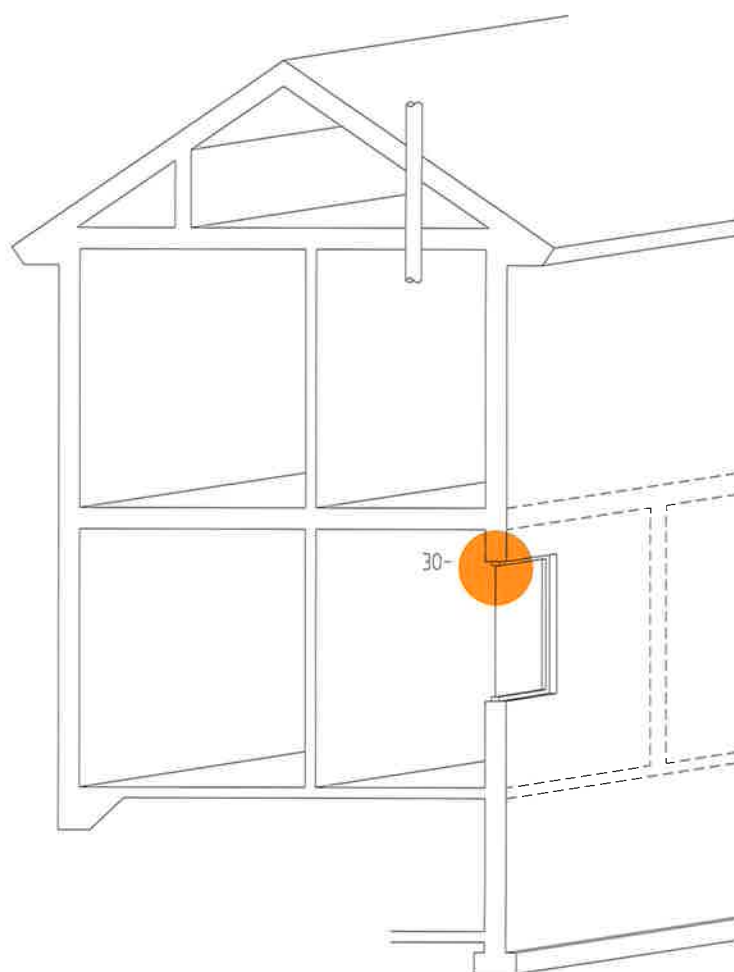
Fogen förses från utsidan med bottningslist och fogmassa.



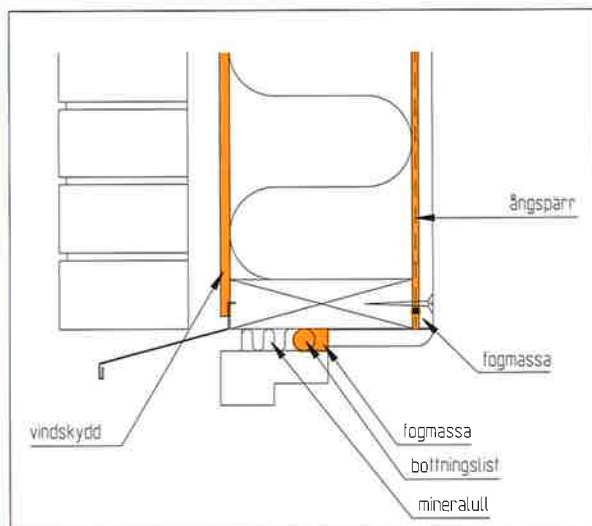
3.4.3 Anslutningar mellan fönster/dörrar och yttervägg

- 30. Fönster i träregelstomme
- 31. Fönster i stålregelstomme
- 32. Fönster i betongstomme

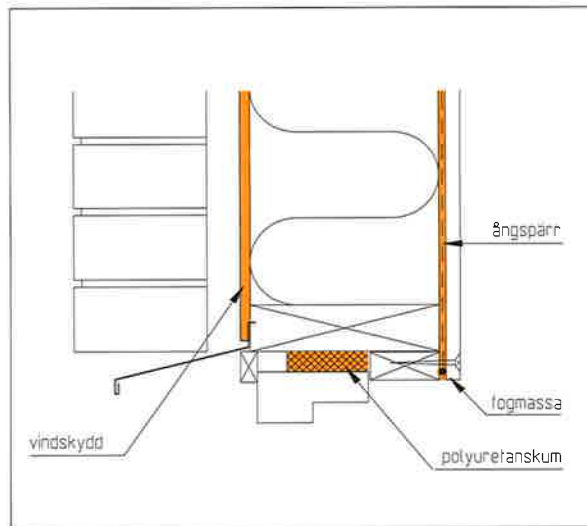
Det finns många olika sätt att lufttäta runt ett fönster. Ett fönster som inte ligger i samma plan som ytterväggens ångspärr kan medföra att större arbetsinsats krävs för att få anslutningen lufttät. På följande sidor beskrivs olika sätt att lufttäta runt ett fönster beroende på dess placering.



30 Fönster i träregelstomme



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en träregelstomme. Fönstret ligger inte i plan med ytterväggens ångtäta skikt.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en träregelstomme (Carlsson B et al, 1979). Fönstret ligger inte i plan med ytterväggens ångtäta skikt.

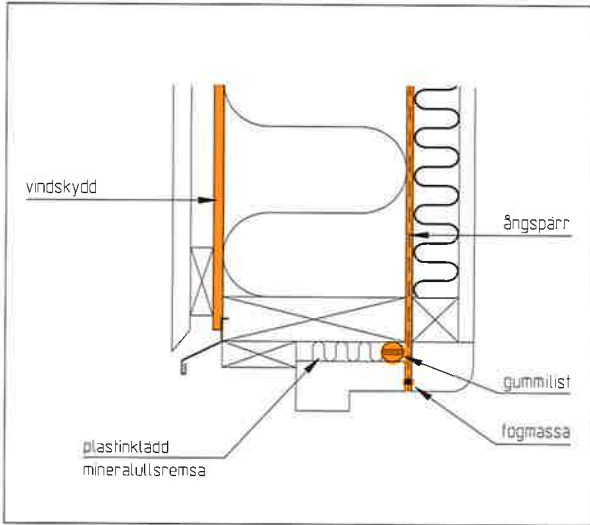
Vid lufttätning runt ett fönster, insatt i en träregelstomme, appliceras först fogmassa mot bottenlistan. Fogmassa appliceras även i skarven mellan kortlingar och reglar, d v s i fönstrets hörn.

Därefter skärs ångspärren av runt karmen. Fogmassa läggs mellan ångspärr och kortlingar/träreglar. Ångspärren och fogmassan kläms sedan mot träregelstommen med hjälp av väggens ytskikt.

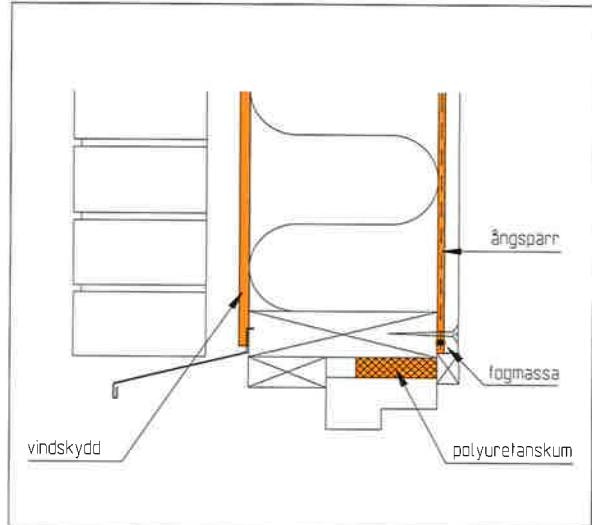
I ovanstående figur beskrivs ett annat sätt att lufttätta runt ett fönster. Fönstret monteras i fönsteröppningen och fogskum sprutas runt om. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummet behållare skall kunna komma in och fylla utrymmet. Observera att polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning.

För att säkerställa god lufttätning läggs fogmassa i skarven mellan kortlingar och stående träreglar, d v s i fönstrets hörn.

En list monteras sedan runt fönsterkarmen varefter ångspärren kan monteras och skäras av. Lufttätningen fullföljs genom att fogmassa appliceras mellan list och ångspärr. Ångspärren och fogmassa kläms sedan med hjälp av väggens ytskikt.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en träregelstomme, delvis efter (Carlsson B et al, 1979). Fönstret ligger i plan med yttreväggens ångtäta skikt.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en träregelstomme, delvis efter (Elmroth A och Levin P, 1983a). Fönstret ligger i plan med yttreväggens ångtäta skikt.

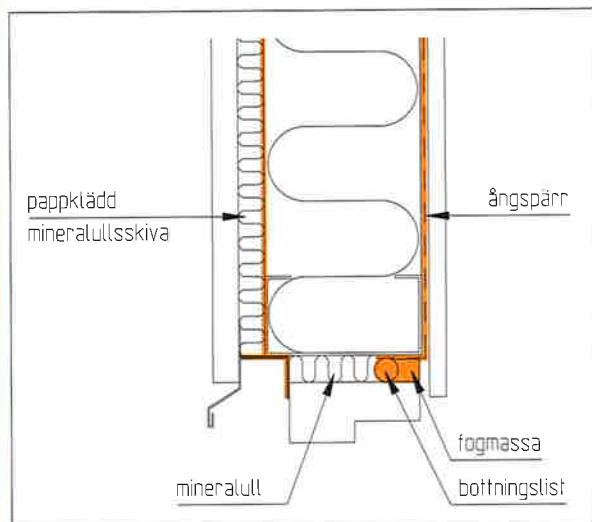
I ovanstående figur har yttreväggen en dubbel träregelstomme och ångspärren i yttreväggen kommer i detta fall i samma plan som fönsterkarmen.

Ångspärren i yttreväggen skärs av runt fönsterkarmen. Därefter appliceras fogmassa mellan ångspärren och fönsterkarmen, varefter ångspärren kläms mot fönsterkarmen med hjälp av en täcklist.

I ovanstående figur appliceras polyuretanskum runt fönstret. Fogen bör vara minst 7 mm bred för att munstycket på polyuretanskummets behållare kan komma in och fylla utrymmet. Observera att polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning.

Ångspärren i yttreväggen skärs av i kant med polyuretanskummet. Därefter appliceras fogmassa på träregelstommen runt fönsterkarmen. Ångspärren och fogmassa kläms sedan med hjälp av väggens ytskikt.

Fönster i stålregelstomme

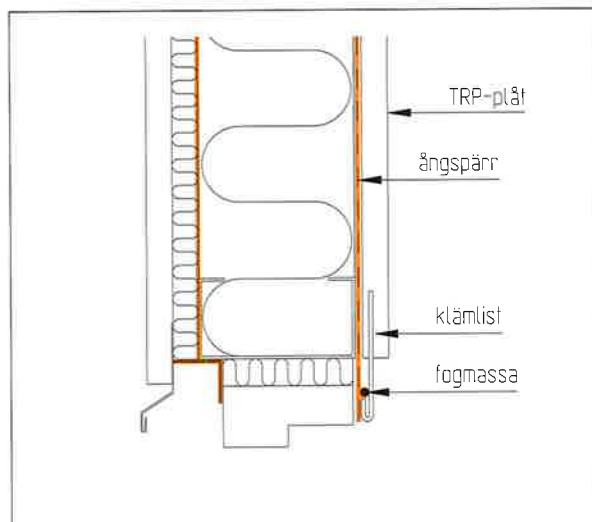


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en stålregelstomme, delvis efter (Elmroth A, 1985). Fönstret ligger i plan med yttreväggens ångtäta skikt.

Vid lufttätning kring fönster insatt i en stålstomme viks ångspärren in emellan stålregeln och fönsterkarmen.

Problem kommer att uppstå i fönstrets hörn, eftersom den invikta ångspärren inte täcker in i hörnen. En extra remsa av ångspärr rekommenderas därför att läggas här.

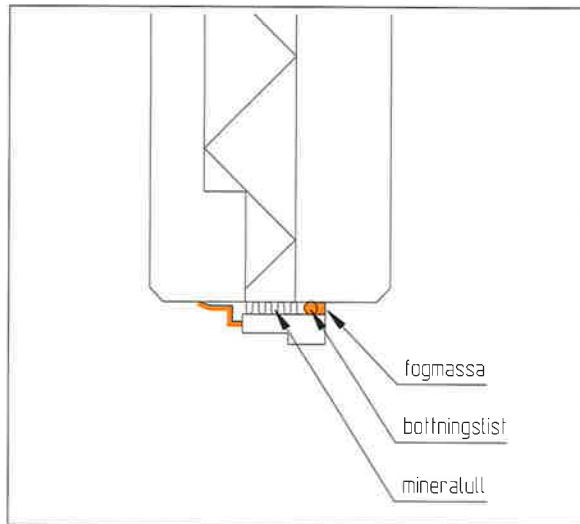
Därefter appliceras fogmassa mot bottningslistan runt fönsterkarmen. Denna måste läggas så att den lufttätar mot ångspärr och karm.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en fönsterinfästning i en stålregelstomme, delvis efter (Elmroth A, 1985). Fönstret ligger i plan med yttreväggens ångtäta skikt. Konstruktionen är vanligt förekommande i industribyggnader.

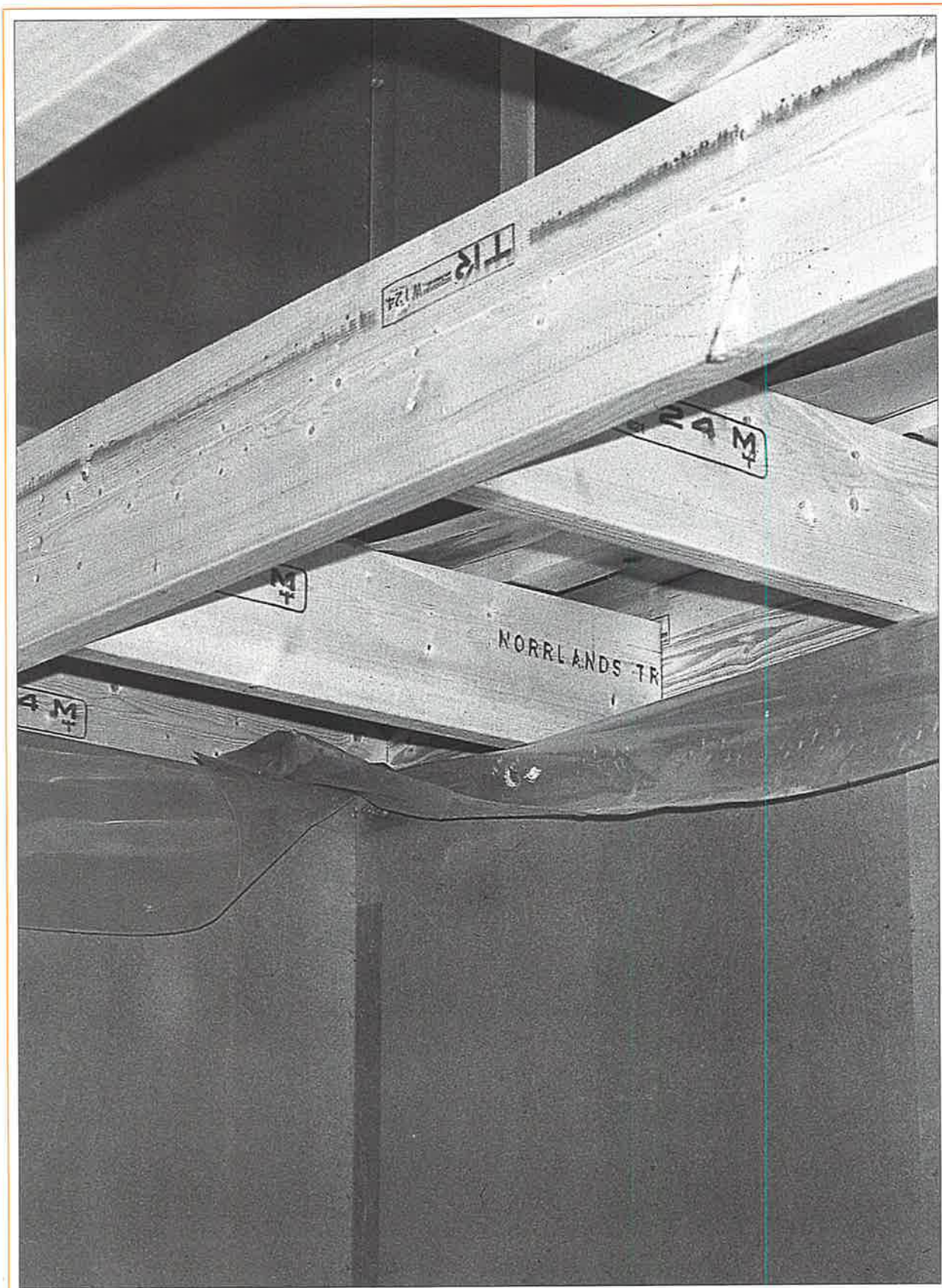
I ovanstående figur visas en annan tätning vid fönsterinfästning i en stålstomme. Ångspärren skärs av runt fönsterkarmen. En sträng fogmassa appliceras sedan på ångspärren, varefter fogmassan och ångspärren kläms mot fönsterkarmen med en speciell klämlist.

Fönster i betongstomme



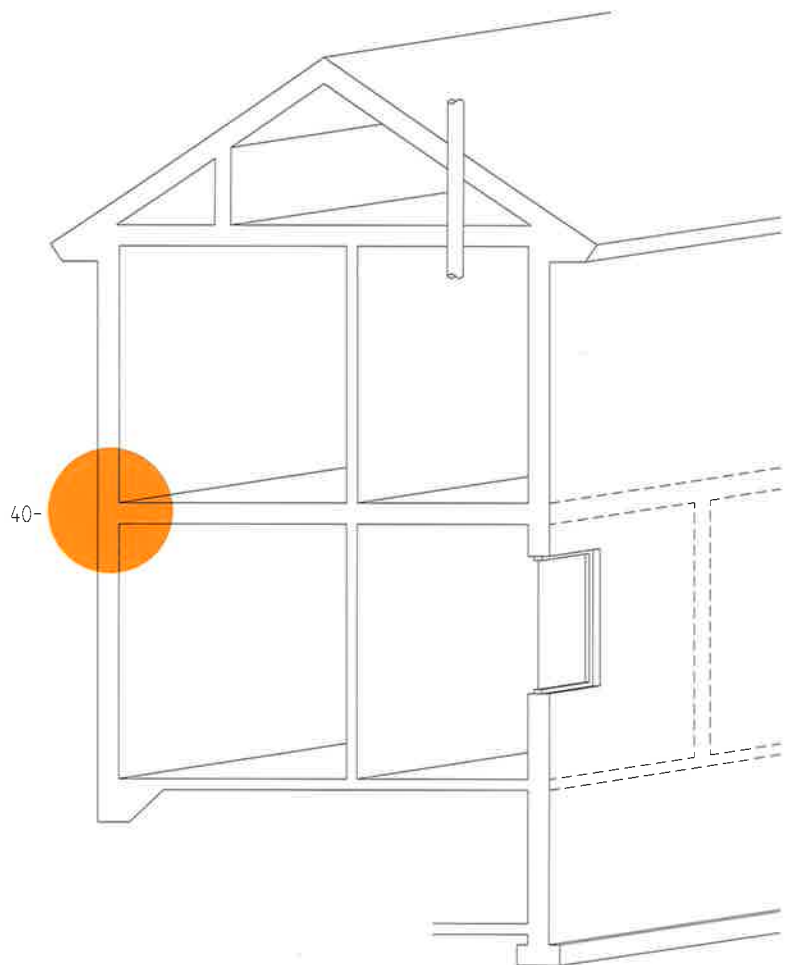
Figuren visar ett horisontalsnitt genom en fönsterinfästning i en betongstomme, delvis efter (Jergling A G, 1988).

Vid lufttätning runt fönster i en betongkonstruktion appliceras bottningstist och fogmassa runt fönstret.

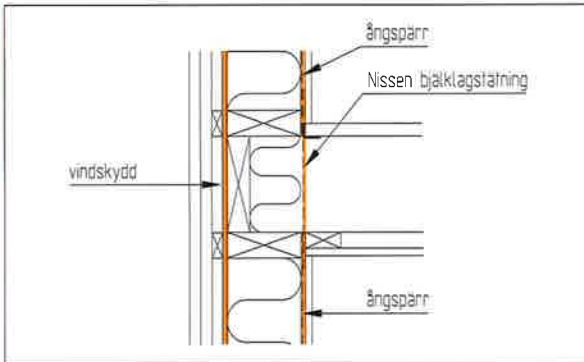


3.4.4 Anslutningar mellan bjälklag och yttervägg

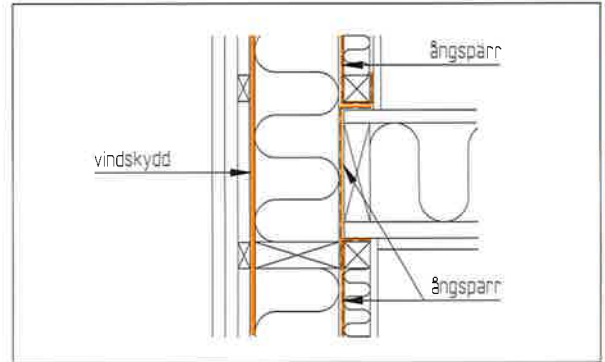
- 40. Mellanbjälklag och yttervägg i träkonstruktion
- 41. Yttervägg i trä och bjälklag av betong
- 42. Yttervägg och bjälklag av betongelement
- 43. Yttervägg och bjälklag i lättbetong



Mellanbjälklag och yttervägg i träkonstruktion



Figuren visar ett vertikalsnitt genom mellanbjälklag och yttervägg i träkonstruktion. Vertikalsnittet ligger parallellt med träbjälkarna i mellanbjälklaget.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom mellanbjälklag och yttervägg i träkonstruktion, gavelalternativ (Carlsson B et al, 1979).

Luft- och diffusionstätning i ett mellanbjälklag är oftast svår. Orsaken är att bjälkarna i mellanbjälklaget vilar på underliggande yttervägg. Härigenom förhindras ångspärren i ytterväggen att löpa kontinuerligt genom bjälklaget.

Ett sätt att lösa luft- och diffusionstätningen är att använda Nissen bjälklagstätningen. Denna produkt består av två lager plastfolie. Plastfolierna har svetsats samman på ett speciellt sätt och skärs sedan till, se produkt- och monteringsbeskrivning i kapitel 2.1.1.

I ovanstående lösning monteras först den underliggande ytterväggen, följt av mellanbjälklaget och ovanförliggande yttervägg. Slutligen monteras ångspärren i ytterväggarna och Nissen bjälklagstätning.

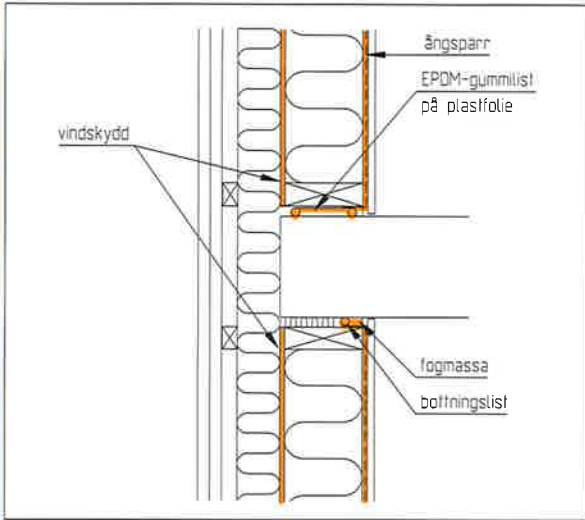
I ovanstående konstruktionslösning, gavellösning, har ytterväggen en dubbel träregelstomme. Här placeras en extra remsa av ångspärr runt bjälklagskanten. Ångspärren i bjälklaget kläms sedan tillsammans med under- och ovanförliggande ångspärr mot hammarband respektive syll.

Därefter byggs den innersta träregelkonstruktionen med tillhörande isolering och ytbeklädnad.

Konstruktionslösningen kan kombineras med föregående lösning med Nissen bjälklagstätning.

41

Yttervägg i trä och bjälklag av betong



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg i trä och bjälklag av betong, delvis efter (Elmroth A och Levin P, 1983a).

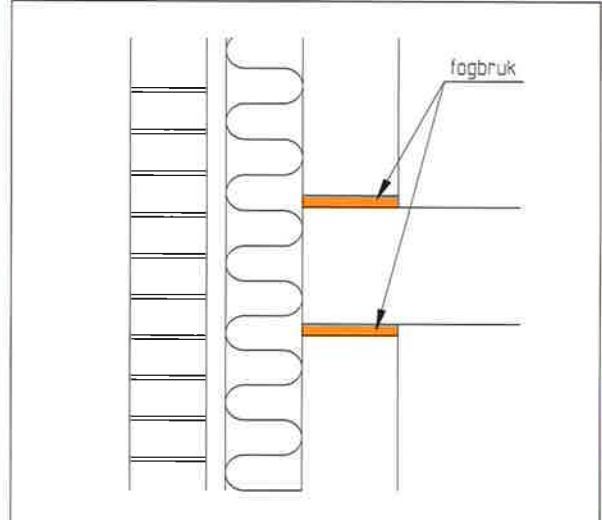
Anslutningen mellan träregelytterväggens hammarband och betongbjälklag tätas med bottningslist och fogmassa. Bottningslisten, som bör vara tjockare än spalten, trycks in.

Vid anslutning av ovanförliggande yttervägg mot träbjälklaget rullas EPDM-gummlister på plastfolie ut.

Det inre skivmaterialet klämmer ångspärren mot hammarband respektive syll.

42

Yttervägg och bjälklag av betongelement

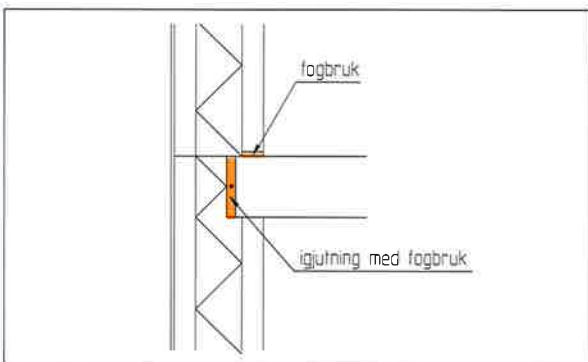


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg och bjälklag av betongelement, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

Anslutningen mellan ytterväggen och bjälklaget av betongelement lufttätas med fogbruk.

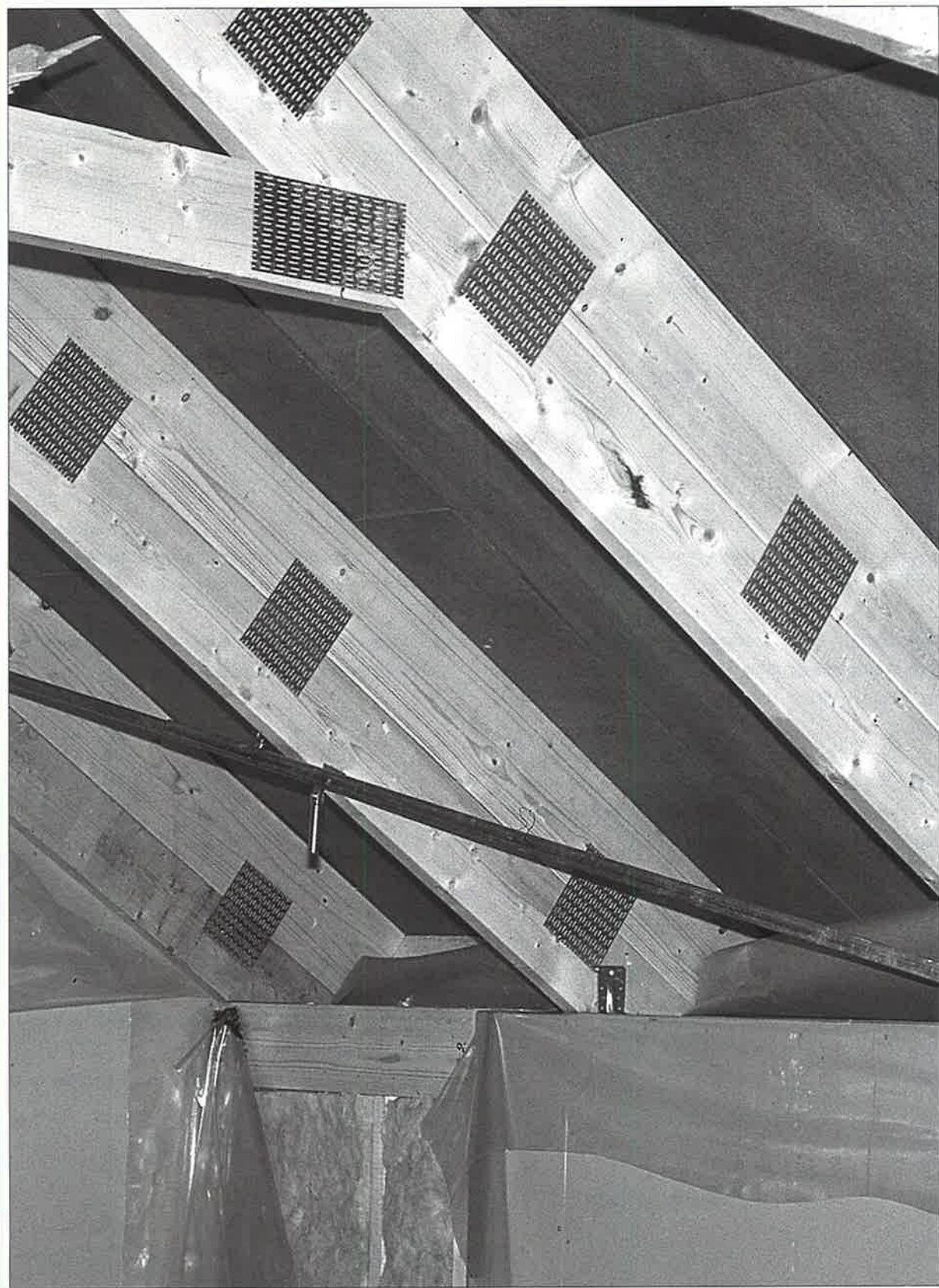
43

Yttervägg och bjälklag i lättbetong



För att få anslutningen lufttät gjuts bjälklaget av lättbetong med fogbruk mot ytterväggen. Den övre ytterväggen ansluts och lufttätas sedan mot bjälklaget med hjälp av fogbruk.

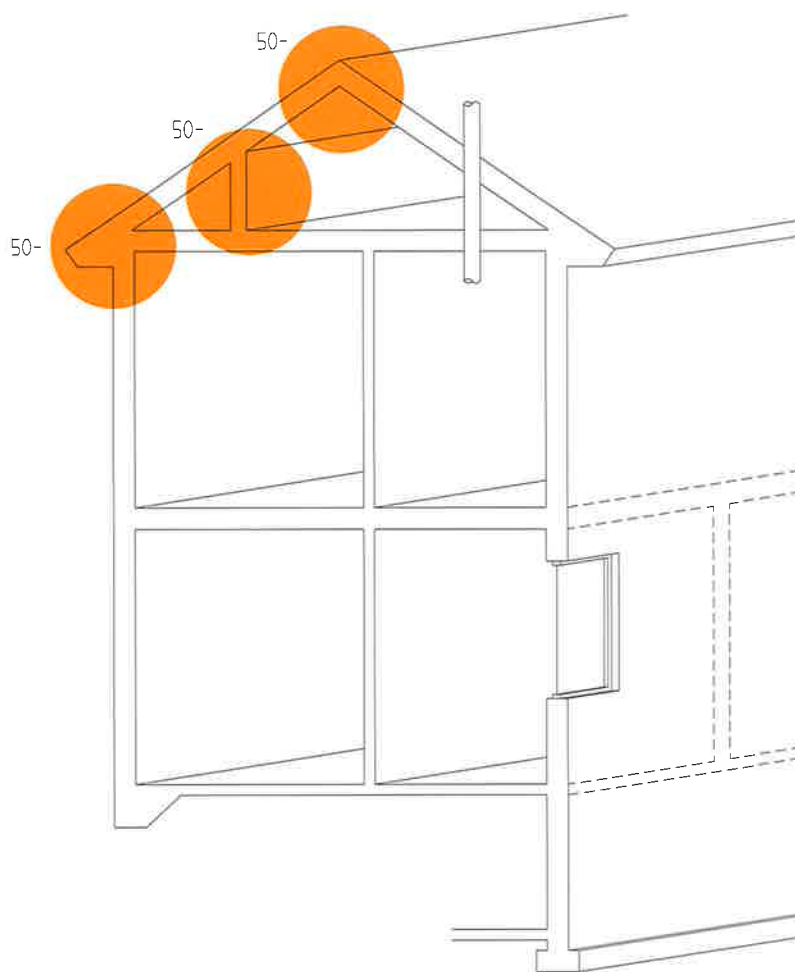
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg och bjälklag av lättbetong, delvis efter (Yxhult AB, 1993).



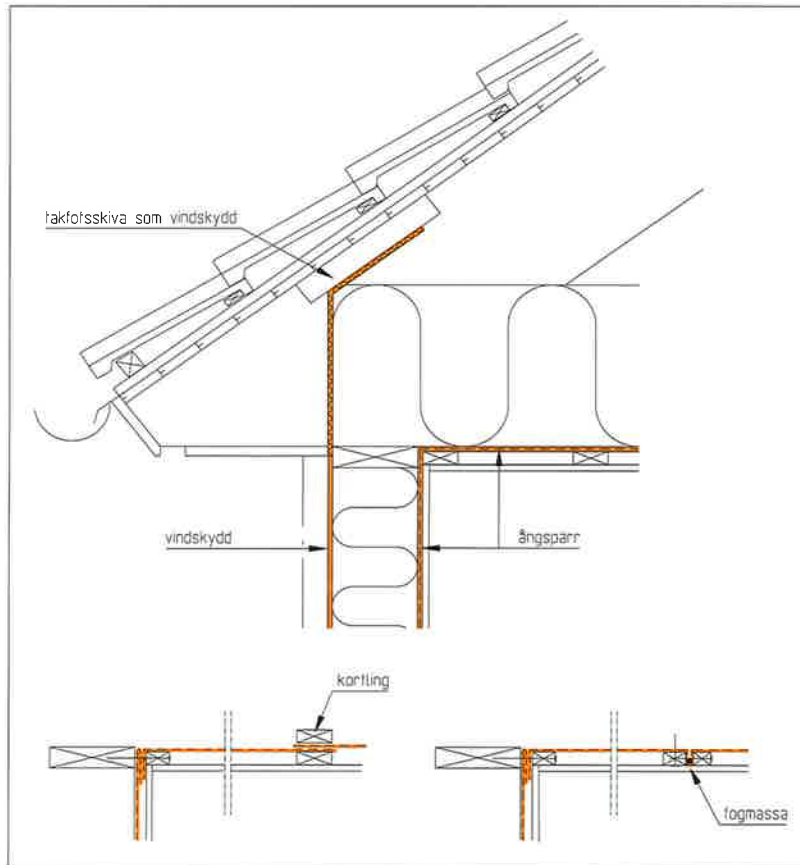
GODA TÄTNINGSTEKNIKER

3.4.5 Anslutningar mellan yttervägg och yttertak

- 50. Yttervägg och tak i träkonstruktion
- 51. Mellanbjälklag och tak i träkonstruktion
- 52. Yttervägg och tak i stålkonstruktion
- 53. Yttervägg och tak av lättbetong
- 54. Yttervägg av lättbetong och tak med trätakstolar
- 55. Yttervägg av lättbetong och vindsbjälklag av betong
- 56. Mellanbjälklag av betong och tak med trätakstolar
- 57. Taknock med nockbalk
- 58. Tacknock med lättbetongelement



Yttervägg och tak i träkonstruktion



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg och tak i träkonstruktion.

Vid lufttätning i vindsbjälklaget kläms ytterväggens ångspärr tillsammans med vindsbjälklagets. Klämningen sker med hjälp av läkt, som sedan spikas horisontellt mot hammarband. Om läkten spikas vertikalt, d v s mot takstolen, blir ångspärren inte belastad längs hela längden.

Ångspärren i vindsbjälklaget kan klämmas på två olika sätt, då denna ligger **vinkelrätt** mot takstolarna. I det första fallet kläms överlappet med spikläkt och kortling. Kortlingen spikas fast ovanifrån. Ett annat alternativ är att klämma överlappet med två spikläkter. En sträng fogmassa bör även läggas emellan ångspärrarna för att säkerställa god lufttätning.

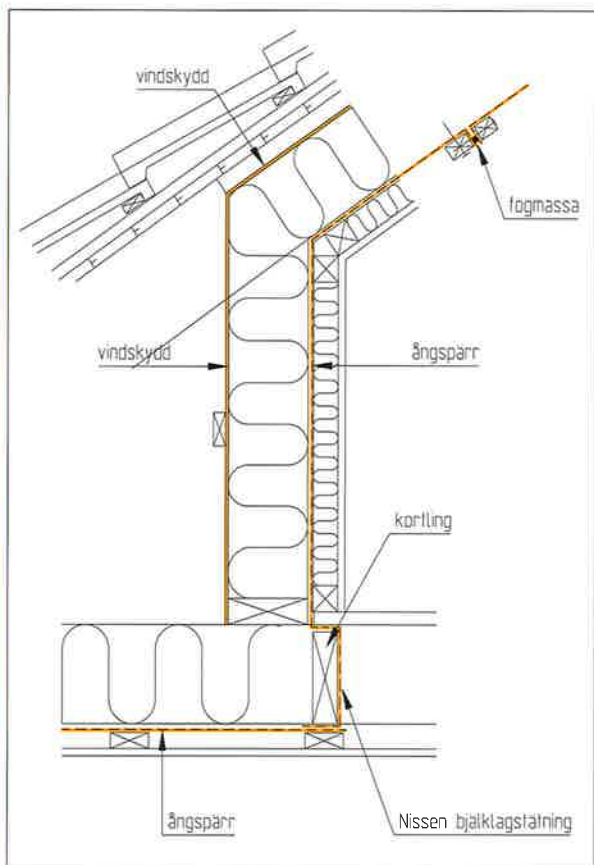
Om ångspärren monteras **parallellt** med takstolarna, d v s skarvning sker över takstolarna, blir lufttätning utförandet lättare. Ångspärren kläms då direkt

mot takstolarna med hjälp av läkt. Ytterligare ett lager läkt, vinkelrätt mot det föregående, läggs i undertaket eftersom undertakets skivmaterial oftast behöver ett underlag med mindre centrumavstånd än takstolarnas.

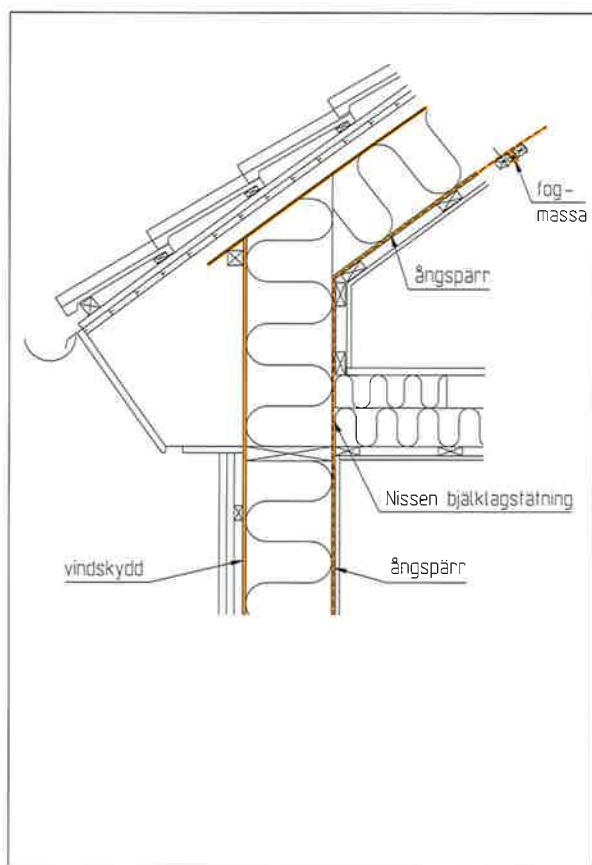
För att undvika att uteluft blåser in i takisoleringen kan en speciell takfotsskiva användas, som häftas fast mot takstolarna. Den monteras på utsidan av bjälklaget och dras upp en bit över bjälklagsisoleringen.

Eftersom vindhastigheten är låg i vindstrymmet samt att den uppdragna och vinklade takfotsskivan leder vindens luftströmning längs taket och över isoleringen behövs ingen vindtätning på isoleringens ovasida. Observera att om lösull används bör takfotsskivan dras ännu längre upp än om mineralullsskivor används i vindsbjälklaget. (Serkitjis M, 1995)

Mellanbjälklag och tak i träkonstruktion



Figuren visar ett vertikalsnitt genom ett mellanbjälklag och tak i träregelkonstruktion.



Figuren visar ett vertikalsnitt genom ett mellanbjälklag och tak i träregelkonstruktion.

Luft- och diffusionstättning i ett mellanbjälklag är oftast svår, eftersom ångspärren förhindras att löpa kontinuerligt genom bjälklaget.

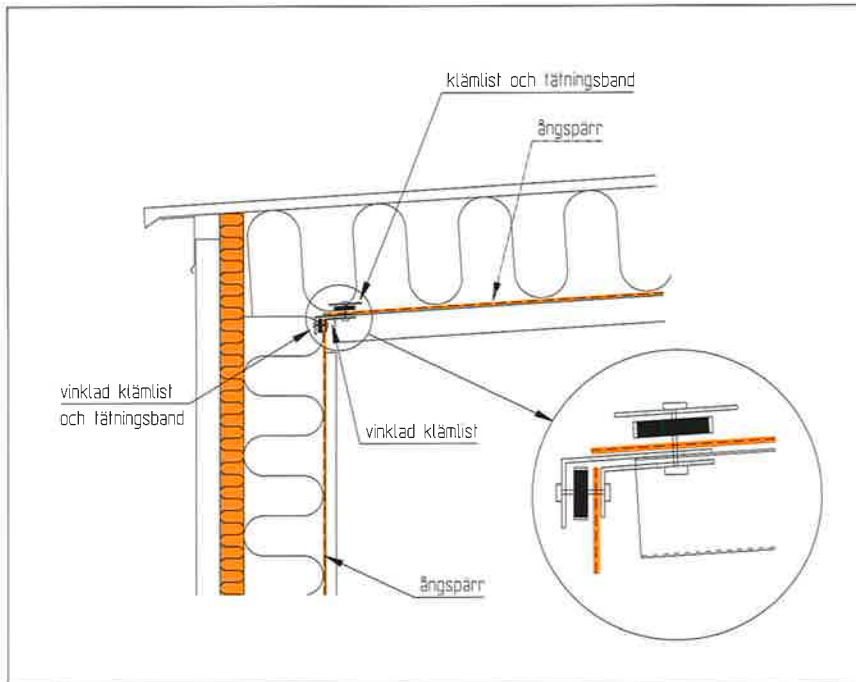
Ett sätt att lösa luft- och diffusionstättningen är att använda Nissen bjälklagstätning. Produkten består av två lager plastfolie. Plastfolierna har svetsats samman på ett speciellt sätt och skärs sedan till, se produktbeskrivning i kapitel 2.1.1. Nissen bjälklagstätning träns sedan över bjälkarna för att tillsammans med ovanför- och underliggande ångspärr klämmas med hjälp av spikläkt, se monteringsbeskrivning i kapitel 2.1.1.

I ovanstående lösning finns en kortling i underramen. Denna utgör som stöd till undertaket spikläkt.

Till skillnad från tidigare lösning löper värmeisoleringen parallell med takstolarna ända ut till takfot. Även i detta fall kan problem uppstå med luft- och diffusionstättning i mellanbjälklaget, eftersom ångspärren förhindras att löpa kontinuerligt genom det.

Ett sätt att lösa luft- och diffusionstättningen är att använda Nissen bjälklagstätning, precis som i tidigare lösning. Produkten består av två lager plastfolie. Plastfolierna har svetsats samman på ett speciellt sätt och skärs sedan till, se produktbeskrivning i kapitel 2.1.1. Nissen bjälklagstätning träns sedan över bjälkarna för att tillsammans med ovanför- och underliggande ångspärr klämmas med hjälp av spikläkt, se monteringsbeskrivning i kapitel 2.1.1.

Yttervägg och tak i stålkonstruktion



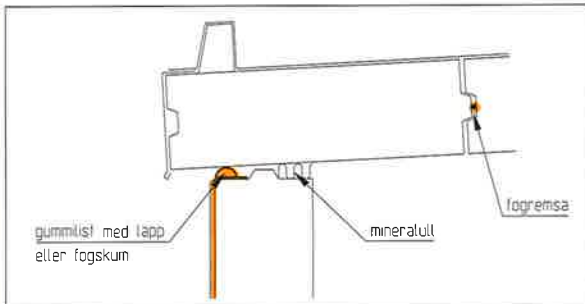
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg och tak i stålkonstruktion (Elmroth A, 1985).

Anslutningen mellan ångspärren i yttervägg och tak kan vara svår att få lufttät, eftersom ett kontinuerligt underlag/stöd saknas.

I ovanstående figur har ångspärren klämts mellan

en klämlist, tätningsband och en vinkelprofil. Försiktighet bör iakttagas eftersom profilkanterna är vassa och kan skära upp ångspärren.

Yttervägg och tak av lättbetong

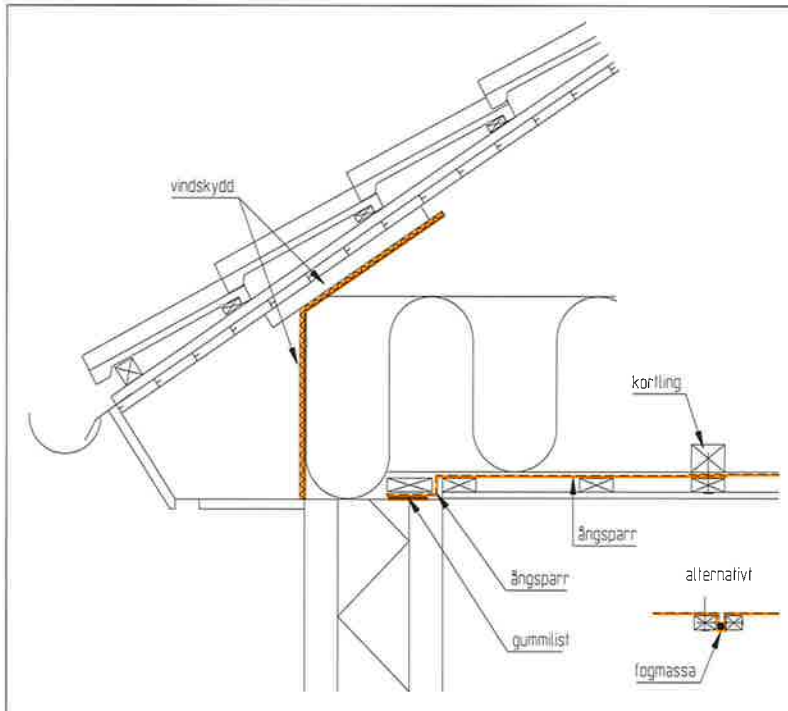


Lättbetongelementen lufttätas vid takfoten med fogskum eller med en gummlist med läpp.

Takelementen lufttätas i skarvarna med en fogremsa. Fogremsan monteras i noten på fabrik och finns alltså redan på lättbetongelementet vid leverans

Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg och tak i lättbetongelement (Yxhult AB, 1993).

Yttervägg av lättbetong och tak med trätakstolar



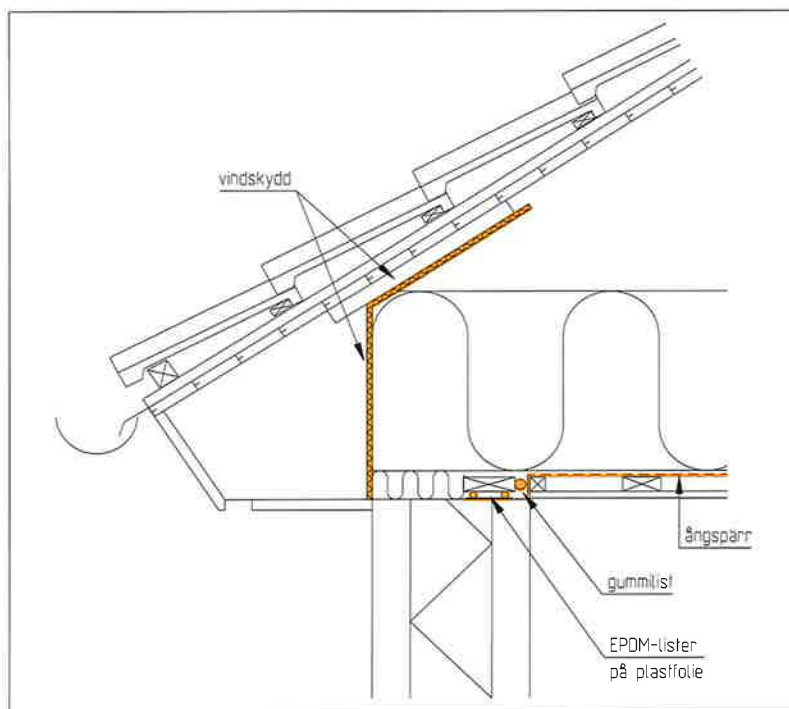
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg i lättbetongelement och tak med trätakstolar (Yxhult AB, 1993).

Vid luft- och diffusionstätning mellan lättbetongelement och träbjälklag läggs först ångspärren över ytterväggen. Denna kläms med hjälp av en träregel. Därefter monteras takstolarna.

Ångspärren i vindsbjälklaget kan klämmas på två olika sätt, då denna ligger **vinkelrätt** mot takstolarna. I det första fallet kläms överlappet med spikläkt och kortling. Kortlingen spikas fast ovanifrån. Ett annat alternativ är att klämma överlappet med två spikläkter. En sträng fogmassa bör även läggas emellan ång-

spärrarna för att säkerställa god lufttätning.

Om ångspärren monteras **parallellt** med takstolarna, dvs skarvning sker över takstolarna, blir lufttätning utförandet lättare. Ångspärren kläms då direkt mot takstolarna med hjälp av läkt. Ytterligare ett lager läkt, vinkelrätt mot det föregående, läggs i undertaket eftersom undertakets skivmaterial oftast behöver ett underlag med mindre centrumavstånd än takstolarnas.



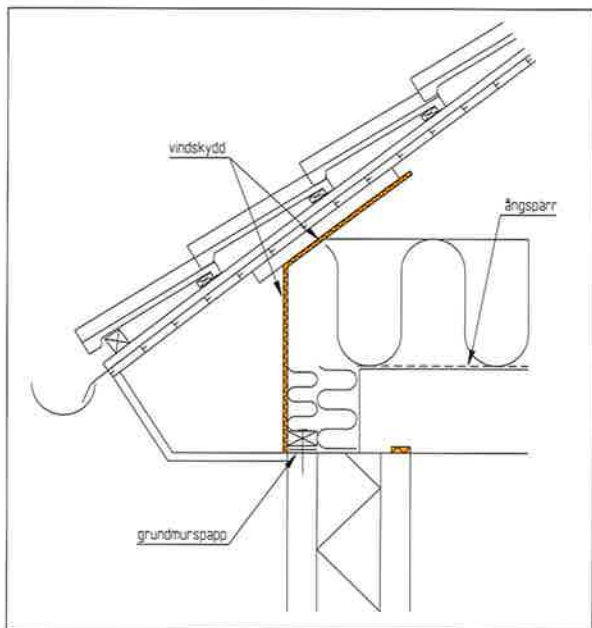
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg i lättbetongelement och tak med träbjälklaget (Jergling A G et al, 1979).

Ett annat alternativ att lufttäta anslutningen mellan lättbetongelementet och träbjälklaget är att använda EPDM-gummlister på plastfolie. Denna belastas längs

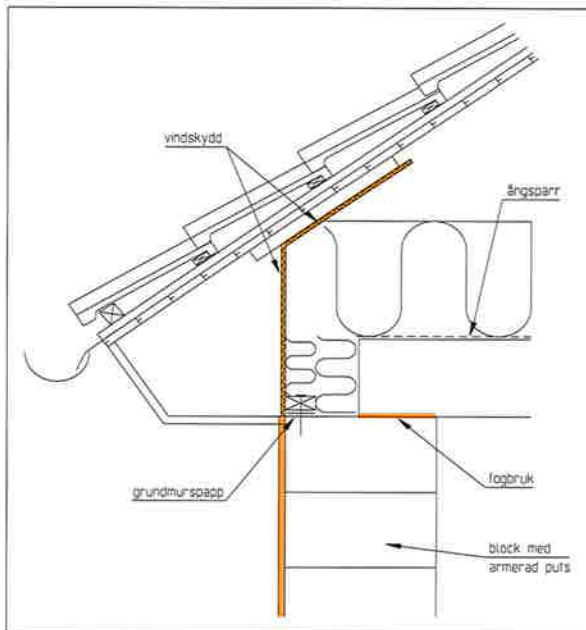
hela sin längd med en träregel.

Lufttätningen avslutas med att klämma bjälklagets ångspärr med gummlist och läkt mot träregeln.

Yttervägg av lättbetong och vindsbjälklag av betong



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg av lättbetongelement och vindsbjälklag av betong, delvis efter (Carlsson B et al, 1979).



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en yttervägg av lättbetongblock och vindsbjälklag av betong, delvis efter (Yxhult AB, 1993).

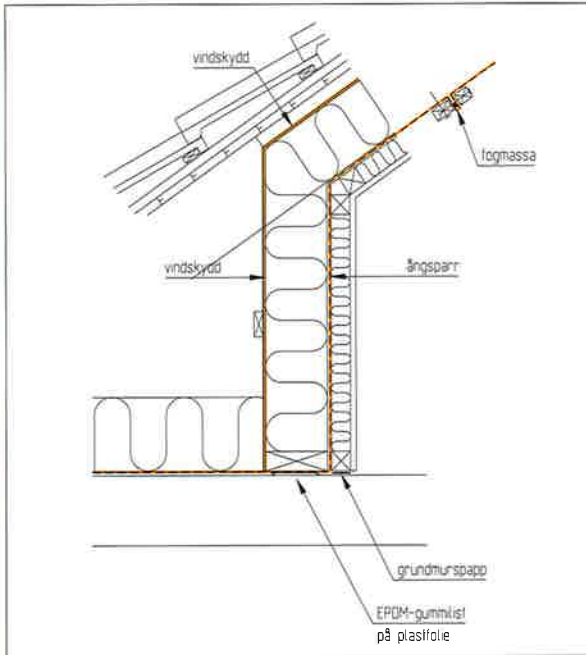
Lufttättningsutförande i ovanstående lösning är lätt att åstadkomma. Anslutningen mellan yttervägg av lättbetong och tak av betong lufttätas med hjälp av cellplast. Cellplasten hjälper också till att fördela trycket jämnt över det inre lättbetongskiktet.

Om vindsbjälklaget av betong innehåller byggfukt bör en ångspärr läggas ovanpå denna. Orsaken är att förhindra fuktransport utåt vid uttorkning, vilket kan leda till att ovanförliggande organiska material tar skada.

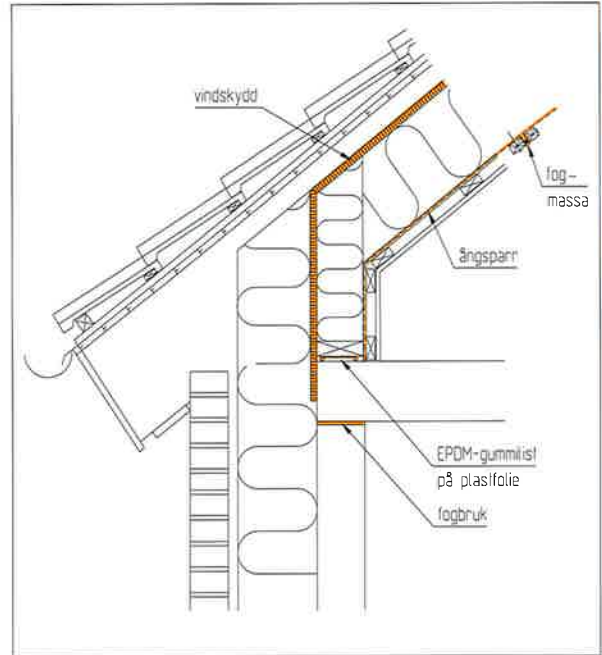
Lufttättningsutförande i ovanstående lösning är lätt att åstadkomma. Anslutningen mellan yttervägg av lättbetongblock och tak av betong lufttätas med hjälp av fogbruk.

Precis som i föregående lösning har en ångspärr placerats ovanpå betongbjälklaget. Ångspärren behövs om betongbjälklaget innehåller byggfukt för att förhindra fuktransport utåt vid uttorkning. Uttorkning utåt kan leda till att ovanförliggande organiska material tar skada.

Mellanbjälklag av betong och tak med trätakstolar



Figuren visar ett vertikalsnitt genom ett mellanbjälklag av betong och tak med trätakstolar, delvis efter (Jergling A G et al, 1979).



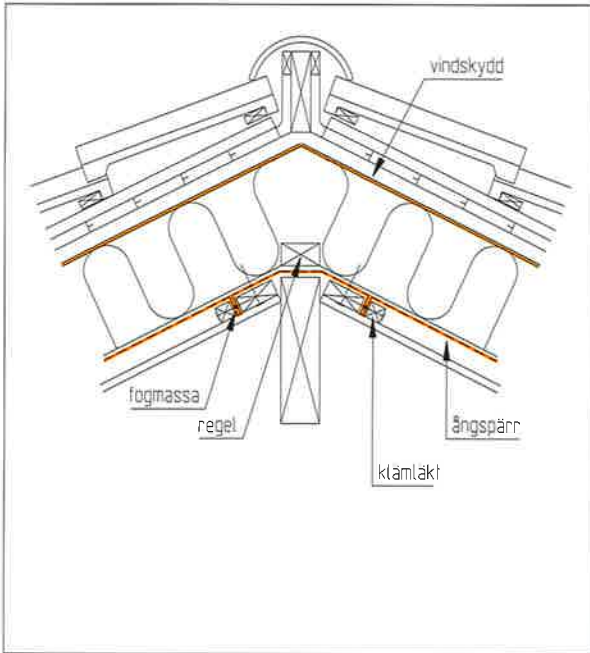
Figuren visar ett vertikalsnitt genom ett mellanbjälklag av betong och tak med trätakstolar.

Vid tätning mellan betongbjälklag och takstolar av trä läggs en ångspärr ovanpå betongbjälklaget. Ångspärren hålls på plats med hjälp av laster från stödbenet.

Ångspärren längs stödbenet kläms med hjälp av läkt.

Till skillnad från tidigare lösning löper värmeisoleringen parallellt med takstolarna ända ut till takfot. Lufttätningen mellan betongbjälklaget och trätakstolarna sker med hjälp av EPDM-gummitister på plastfolie. Listen kläms längs hela dess längd med hjälp av en träregel. Ångspärren från taket kläms med läkt mot träregeln.

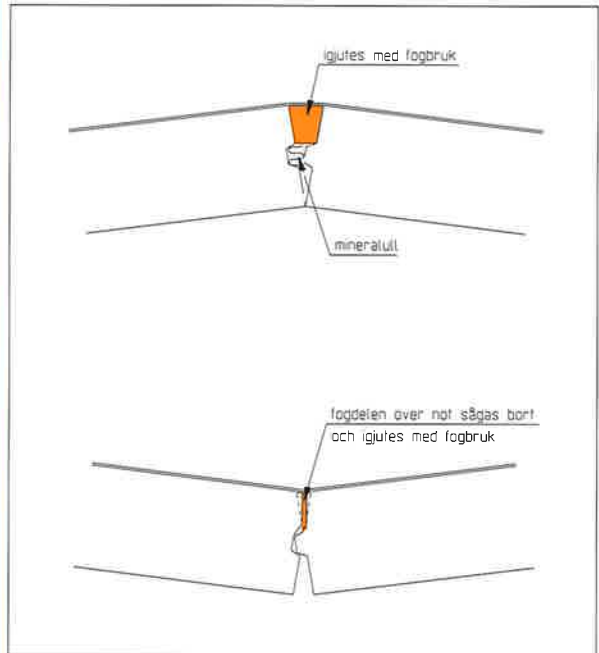
Taknock med nockbalk



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en taknock med nockbalk (Norges byggforskningsinstitut, 1987b).

Vid taknock med nockbalk under takstolarna kan en extra remsa av ångspärr monteras. Denna kläms tillsammans med takets ångspärr och en sträng fogmassa, med hjälp av läkt.

Taknock med lättbetongelement

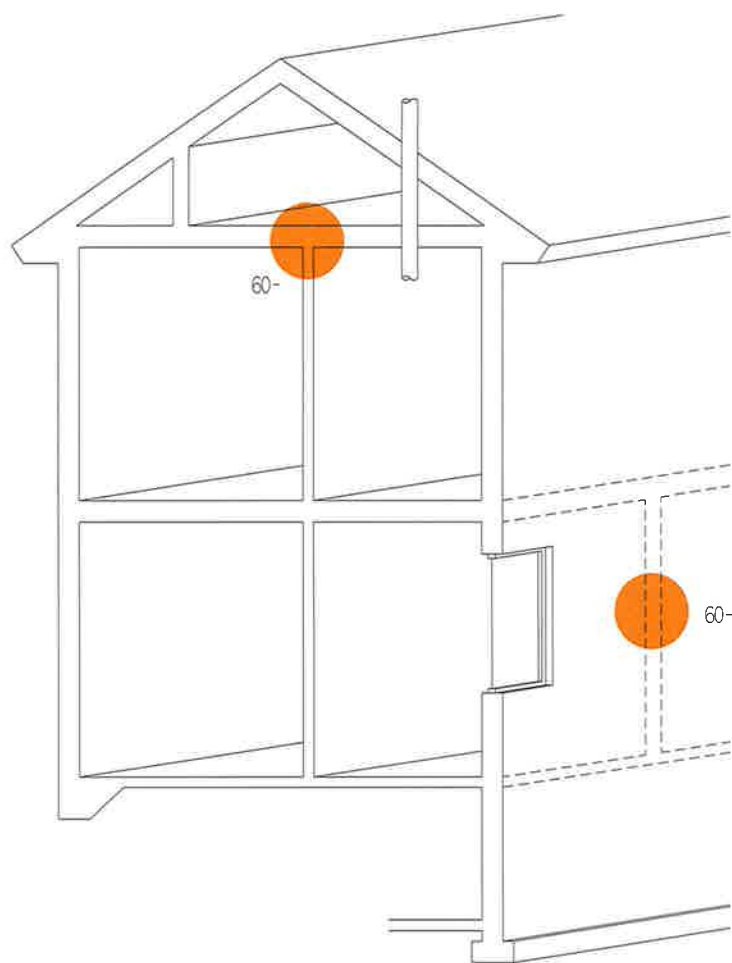


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en taknock med lättbetongelement (Yxhult AB, 1993).

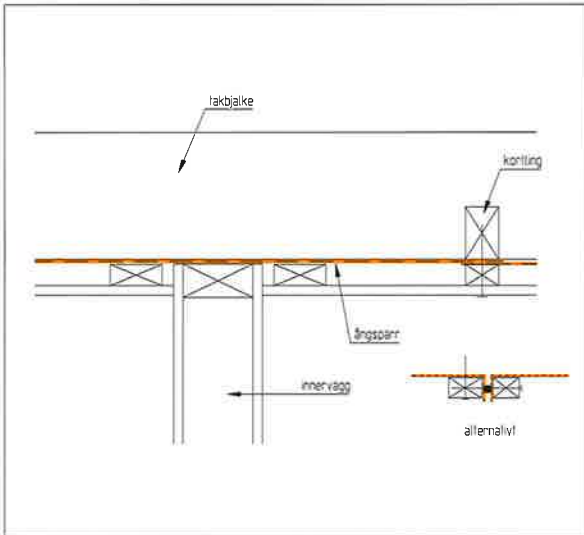
Lättbetongelement gjuts samman med fogbruk i taknocken för att uppnå god lufttätning.

3.4.6 Anslutningar mellan innervägg och yttervägg/yttertak

- 60. Innervägg och yttervägg/tak i träregelkonstruktion
- 61. Inner- och yttervägg av betongelement
- 62. Inner- och yttervägg av lättbetongelement



Innervägg och yttervägg/tak i träregelkonstruktion



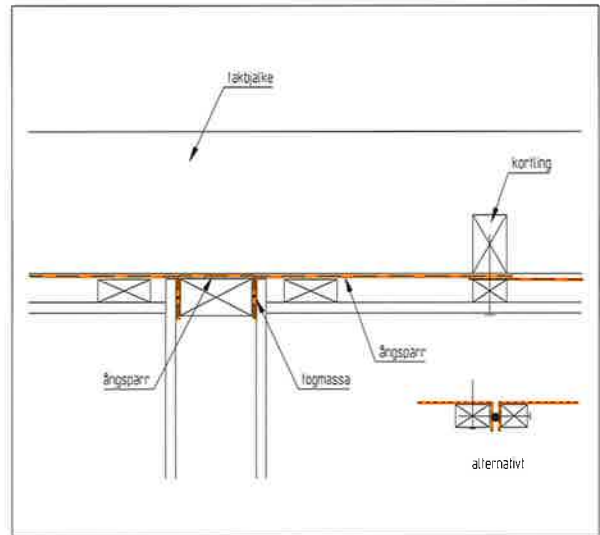
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en icke bärande innervägg och ett tak i träregelkonstruktion. Principen för lufttätning kan också tillämpas för en icke bärande innervägg som möter en yttervägg.

Ångspärr i vindsbjälklag skall monteras före **icke** bärande innerväggar (för bärande innerväggar se nästa lösning). På så vis underlättas lufttätning utförandet betydligt.

Principen för lufttätning vid en icke bärande innervägg och vindsbjälklag kan tillämpas för en icke bärande innervägg som möter en yttervägg.

Ångspärren i vindsbjälklaget kan klämmas på två olika sätt, då denna ligger **vinkelrätt** mot takstolarna. I det första fallet kläms överlappet med spikläkt och kortling. Kortlingen spikas fast ovanifrån. Ett annat alternativ är att klämma överlappet med två spikläkter. En sträng fogmassa bör även läggas emellan ångspärarna för att säkerställa god lufttätning.

Om ångspärren monteras **parallellt** med takstolarna, d v s skarvning sker över takstolarna, blir lufttätning utförandet lättare. Ångspärren kläms då direkt mot takstolarna med hjälp av läkt. Ytterligare ett lager läkt, vinkelrätt mot det föregående, läggs i undertaket eftersom undertakets skivmaterial oftast behöver ett underlag med mindre centrumavstånd än takstolarnas.



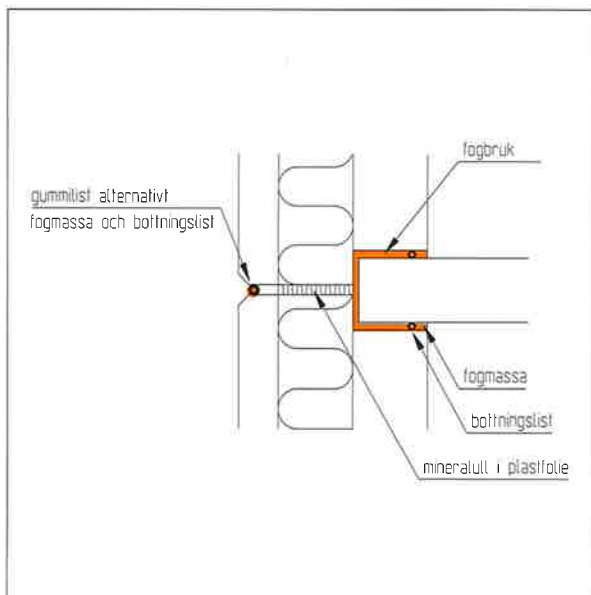
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en bärande innervägg och ett tak i träregelkonstruktion. Principen för lufttätning kan också tillämpas för en bärande innervägg som möter en yttervägg.

Då bärande innerväggar monteras före ångspärr i vindsbjälklag, läggs en extra remsa av ångspärr ovanpå hammarbandet i innerväggen samtidigt som den monteras.

När ångspärren i vindsbjälklaget monteras skärs den av och viks ned mot den bärande innerväggen. Vindsbjälklagets ångspärr kläms sedan tillsammans med plastfolieremsa och fogmassa mot hammarband.

Principen för lufttätning vid en bärande innervägg och vindsbjälklag kan tillämpas för en bärande innervägg som möter en yttervägg.

Inner- och yttervägg av betongelement

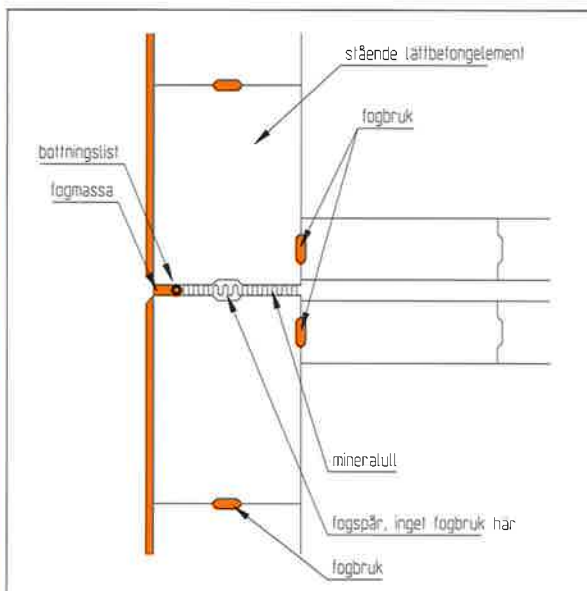


Figuren visar ett horizontalsnitt genom en inner- och yttervägg av betongelement (Jergling A G et al, 1988).

Vid lufttätning av ytter- och innerväggar av betongelement fogas elementen samman med fogbruk. Vid höga krav på lufttätning kompletteras fogbruket med en invändig bottningslist och fogmassa.

Utvändigt monteras en gummilist alternativt bottningslist och fogmassa.

Inner- och yttervägg av lättbetongelement



Figuren visar ett horizontalsnitt genom en inner- och yttervägg av lättbetongelement (Yxhult AB, 1993).

Vid lufttätning av ytter- och innerväggar av lättbetongelement gjuts elementen samman med fogbruk. Utvändigt monteras bottningslist och fogmassa.

Fogspår i sidan på ytterväggselementen, där ytterväggselementen möter innerväggselementen, utförs på byggarbetsplats.



3.4.7 Genomföringar av kanaler/rör

Genom byggnadsskalet sker genomföringar för bl a värme, ventilation, vatten och avlopp, el, telefon och antennkabel. Genomföringar är ofta besvärliga och tidskrävande att göra lufttäta. Tätningen vid genomföringar beror till stor del av utförandet.

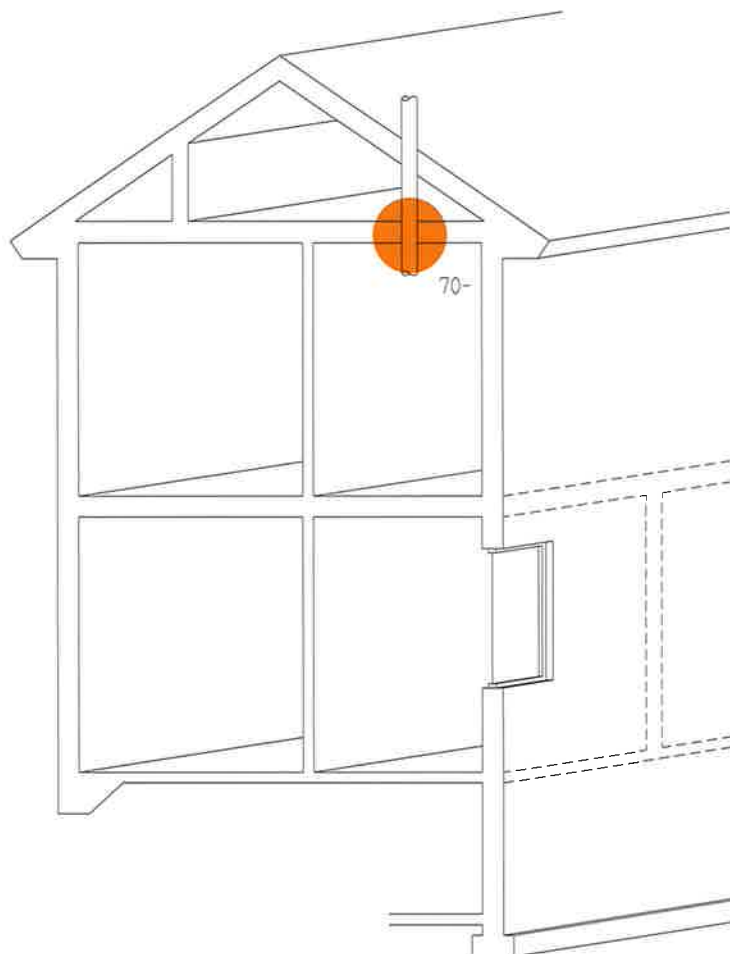
Den effektivaste tätningsmetoden är att undvika genomföringar. För att göra det krävs en planerad projektering med samordning mellan bl a VA, Ventilation, El och Bygg.

I ett mekaniskt ventilationssystem med från- och tilluftssystem bör så få kanalgenomföringar genom kli-

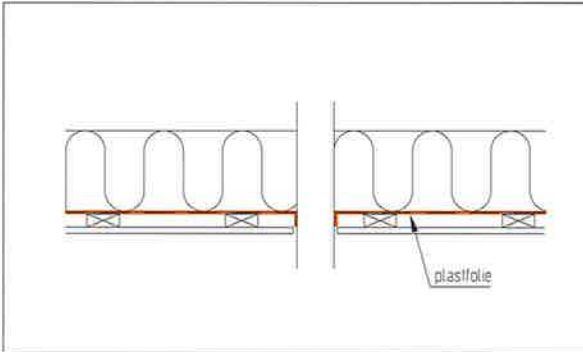
matskalet eftersträvas, gärna bara två: en för tilluft och en för frånluft.

Vad gäller eluttag och elledningar (där det lufttäta skiktet sitter invändigt) bör dessa monteras i mellanväggar och mellanbjälklag för att minska antal genomföringar i klimatskalet. De ledningar som måste monteras i yttervägg kan läggas i golvsocklar eller i fönsterbänkskanaler. Om ytterväggarna däremot utförs med ett invändigt indraget tätskikt kan ledningarna dras innanför det lufttäta skiktet och genomföringar i det lufttätande skiktet undviks.

- 70. Cirkulär kanalgenomföring i träkonstruktion
- 71. Rektangulär kanalgenomföring i träkonstruktion
- 72. Kanalgenomföring i betongstomme
- 73. Kanalgenomföring för varm kanal



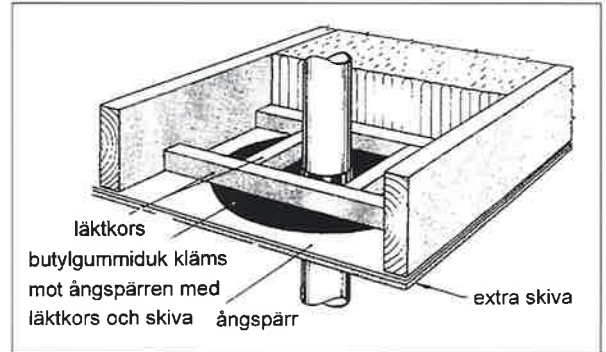
Cirkulär kanalgenomföring i träkonstruktion



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en cirkulär kanalgenomföring i träkonstruktion (Levin P, 1991).

Vid cirkulära rörigenomföring, för t ex spirorrör, avloppsrör och rör för elledningar, kan ett hål i plastfolien göras. Hålets diameter i plastfolien görs mindre än rördiametern. Röret förs sedan försiktigt genom hålet så att en krage formas. Genomföringarna fixeras innan genomföring av rör, annars kan plastfolien deformeras och läckage uppstå.

Observera att om rörigenomföringar för t ex elledningarna innehåller icke använda utgångar bör dessa lufttätas med hjälp av t ex fogmassa.



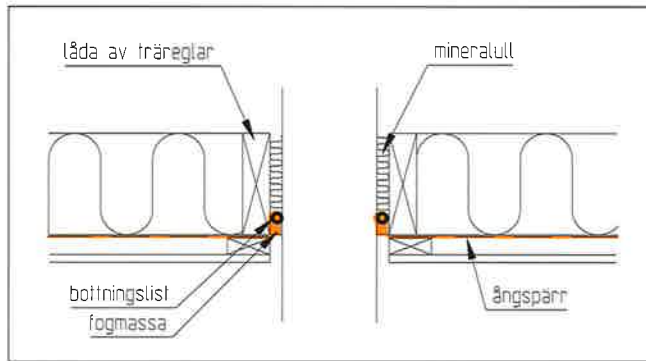
Figuren visar en lösning att lufttäta en cirkulär genomföring i träkonstruktion (Elmroth A och Levin P, 1983a).

Cirkulära kanalgenomföringar kan också tätas med hjälp av gummiduk av butyl- eller rågummi. Duken har ett stansat hål, som är mindre än genomföringen. På detta sätt kommer duken att täta runt kanalen.

Anslutningen mellan ångspärren och duken tätas med hjälp av klämning, fogmassa, tätningsband eller svetsning. I ovanstående figur har tätningen utförts med hjälp av klämning. En skiva spikas fast mellan glespanelen och ett lätkors spikas fast ovanifrån.

Problem kan uppstå då flera kanalgenomföringar finns tätt intill varandra. Ett sätt att lösa detta är att ta en större butylgummiduk och skära ut hål motsvarande rörens positioner. Därefter träs butylgummiduken över dessa. Observera att rören bör vara fixerade innan detta utförs.

Rektangulär kanalgenomföring i träkonstruktion

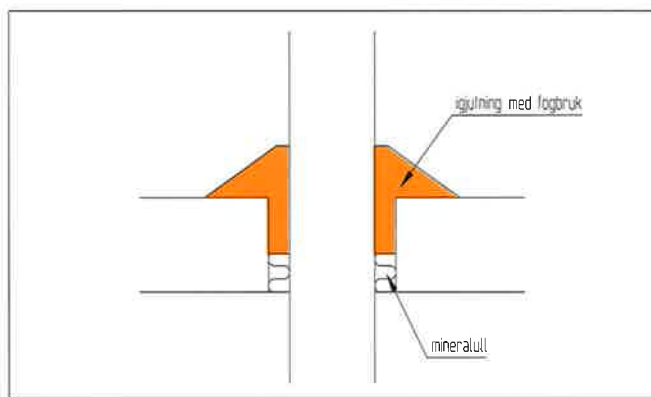


Figuren visar ett vertikalsnitt genom en rektangulär kanalgenomföring i träkonstruktion (Norges byggforskningsinstitut, 1987a).

Vid en rektangulär kanalgenomföring spikas en "trälåda" runt denna. Skarven mellan "trälådan" och den rektangulära kanalen lufttätas med mineralull, bottningslist och fogmassa.

Fogmassan används också för lufttätning mellan den yttre kanalen och eventuellt en inre ledning, t ex elrör och VA-rör.

Kanalgenomföring i betongkonstruktion



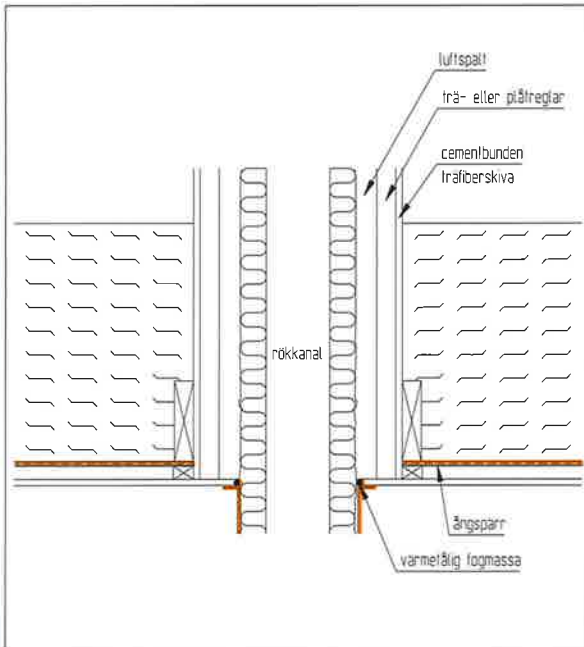
Figuren visar ett vertikalsnitt genom en kanalgenomföring i betongkonstruktion (Levin P, 1991).

För att få god lufttätning runt en kanalgenomföring i en betongkonstruktion gjuts skarven oftast. Som gjutform kan hoptryckt mineralull användas.

Ibland görs gjutningen konformad runt genomfö-

ringen så att den "sticker upp" över ytan (gäller då genomföringen är genom ett bjälklag). På så sätt syns eventuella vattenläckor direkt.

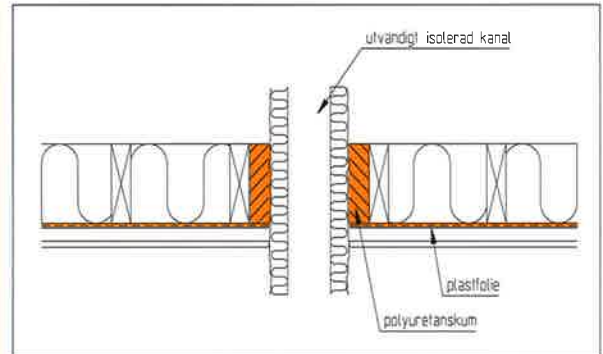
Kanalgenomföring för varm kanal



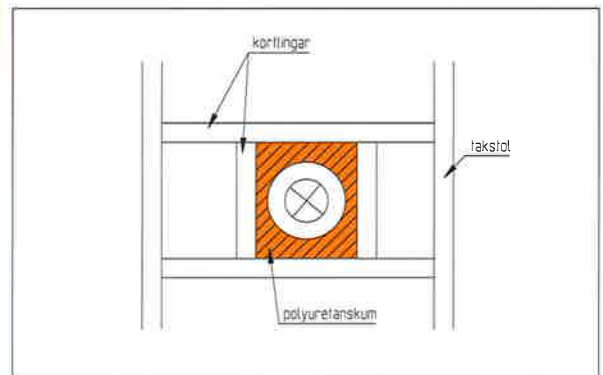
Vid en kanalgenomföring där kanalens temperatur kan bli mycket hög, t ex rök-kanalen till en kamin, kläms ångspärren mot takstolarna och de extra träreglarna. Observera att ångspärren kan inte löpa ända fram till genomföringen p g a brandkrav.

Mellan undertakets skivmaterial och rökkanalens utvändiga skyddsplåt appliceras en värmefällig fogmassa för att förbättra lufttäteten.

Kanalgenomföring, utvändigt isolerad



Figuren visar ett vertikalsnitt genom en utvändigt isolerad kanalgenomföring (Elmroth A och Levin P, 1983b).



Figuren visar ett horizontalsnitt genom en utvändigt isolerad kanalgenomföring.

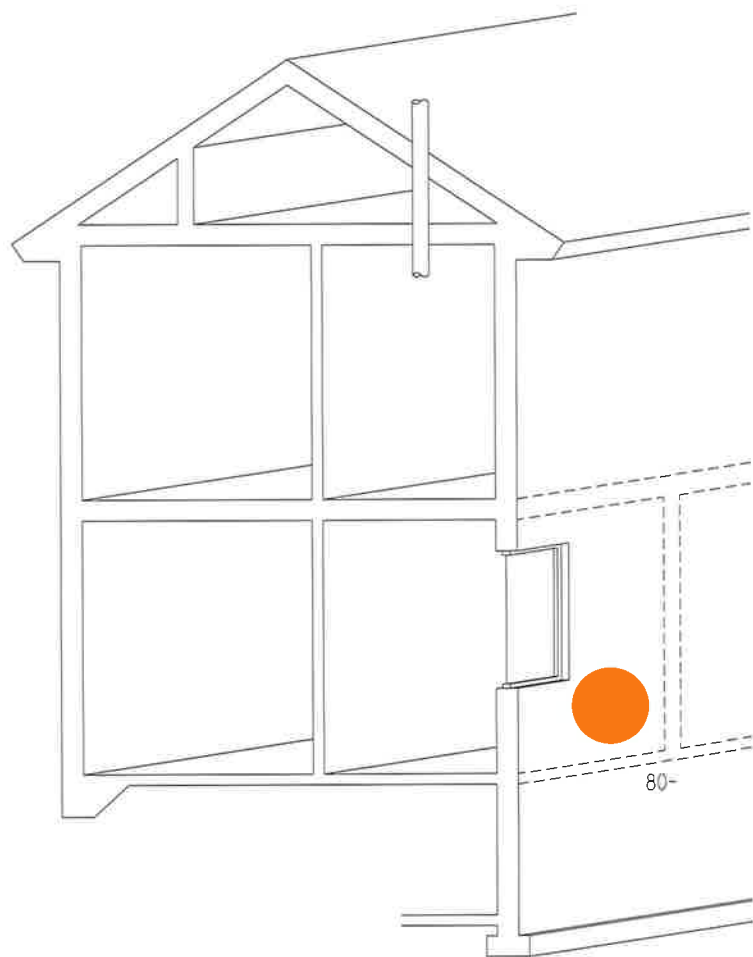
En utvändigt isolerad kanalgenomföring, t ex en kanal från en spisfläkt, är svår att få lufttäta eftersom kanalen inte är slät. Ett sätt att lufttäta är att först göra två vinkelräta och korsande snitt i plastfolien (ett runt hål kan också göras). Snittets längd bör bilda en öppning som är mindre än den isolerande kanalen. På så sätt ligger plastfolien tätt runt kanalen, exempelvis en snittlängd på 170 mm för isolerat rör med en total diameter på 180 mm.

Efter håltagningen förs röret försiktigt igenom plastfolien. Utrymmet mellan avväxlingen och kanalen fylls sedan med polyuretanskum. Utrymmet bör vara minst 7 mm brett på de smalaste stället för att munstycket på polyuretanskummets behållare kan komma in och fylla utrymmet.

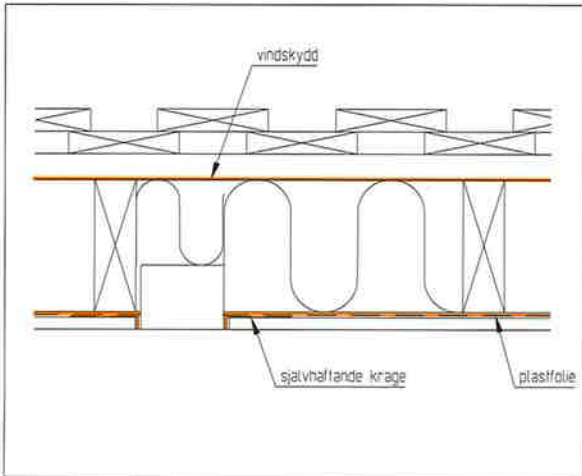
3.4.8 Genomföringar av eldosor

80. Eldosor

Det finns olika sätt att lufttäta runt eldosor. I följande text beskrivs fyra olika sätt.

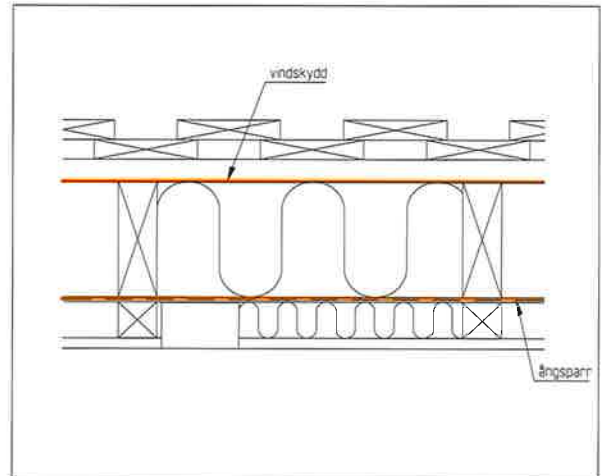


Eldosor



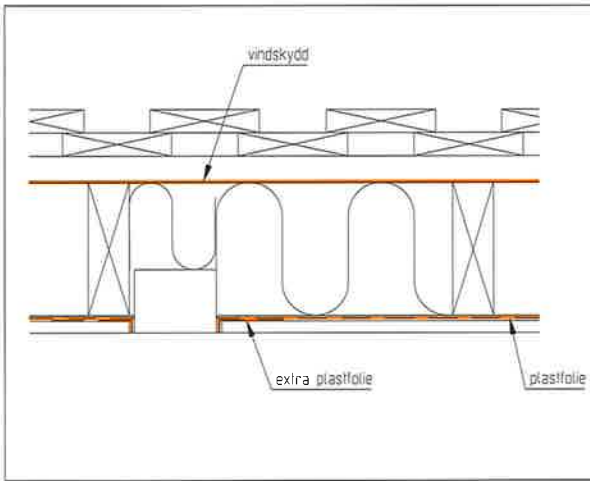
Figuren visar ett horizontalsnitt genom en eldosa i en yttervägg, alternativ 1.

Det kan vara arbetskrävande att erhålla god lufttätning runt en eldosa som löper igenom en klimatskärms ångspärr. Ett bra sätt är därför att ha en invändig "indragen" ångspärr, se figur ovan. På så sätt behövs inga hål göras i ångspärren för eldosan och därmed ej heller någon lufttätning.



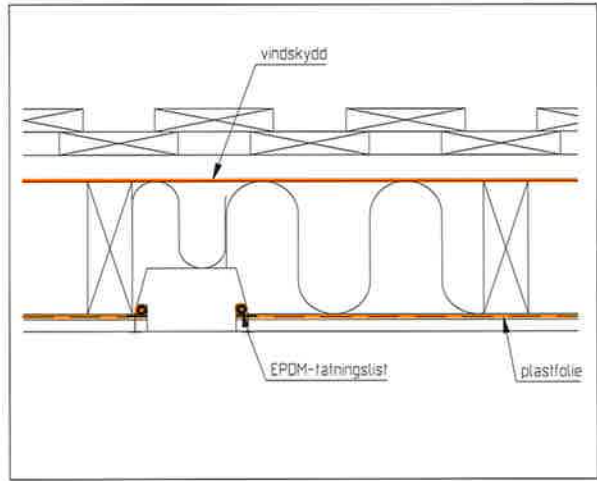
Figuren visar ett horizontalsnitt genom en eldosa i en yttervägg, alternativ 2 (Elmroth A och Levin P, 1983b).

Ett annat alternativ för lufttätning kring en eldosa är att göra ett hål i plastfolien i samma storlek som dosan. En bit självhäftande plastfolie, med ett utskuret hål mindre än dosans diameter, dras sedan över dosan och fästs mot plastfolien.



Figuren visar ett horizontalsnitt genom en eldosa i en yttervägg, alternativ 3 (Elmroth A och Levin P, 1983b).

Ett tredje alternativ för lufttätning kring en eldosa är att dra en bit plastfolie över dosan (plastfolien skall bli som en krage över dosan). Plastfoliekragen läggs sedan över väggens eller takets plastfolie och kläms med fogband mot träregel.



Figuren visar ett horizontalsnitt genom en eldosa i en yttervägg, alternativ 4 (Elmroth A och Levin P, 1983b).

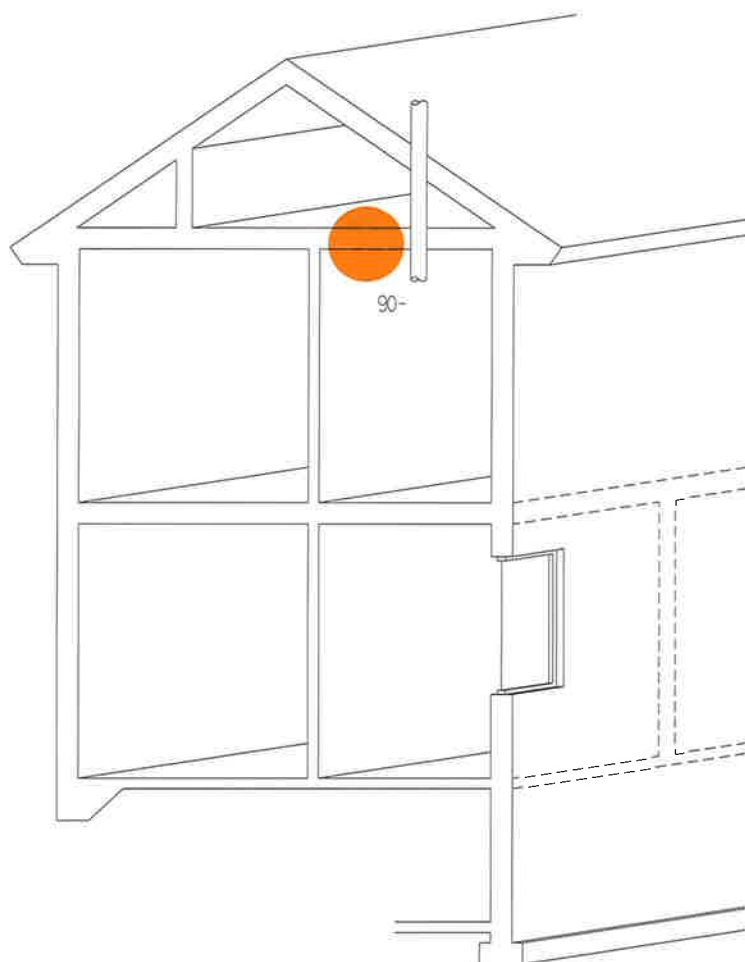
Ett fjärde alternativ för lufttätning kring en eldosa är att använda en dosa försedd med en krage, på vilken en tätningstlist är fastsatt (framtagen i ett samarbete mellan Eljo AB och Hjärtevadshus). Ett hål i samma storlek som dosan skärs ut ur plastfolien. Dosan träs försiktigt genom plastfolien. Dosans krage nitas sedan fast mot skivmaterialet i väggen/taket.

Eftersom dosan har en EPDM-tätningstlist monterad runt kragen blir anslutningen lufttät.

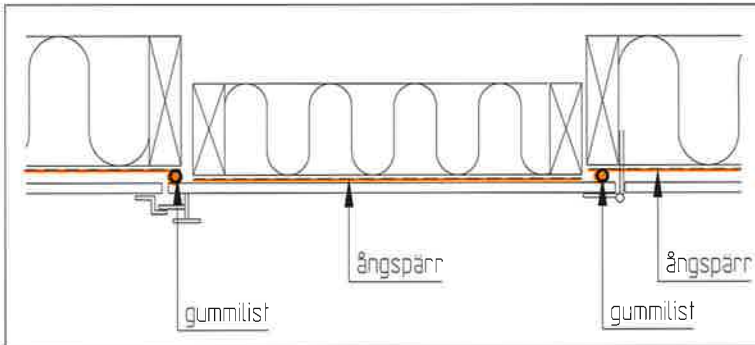
3.4.9 Vindsluckor

90. Vindslucka och tak med trätakstol

Runt dörrar och luckor, som står i förbindelse med varma och kalla utrymmen t ex vindsluckor, är det oftast svårt att få god lufttätning. Det bästa sättet att lösa problemet är att undvika dessa genomföringar. På nästa sida beskrivs en lösning för att få luttätt runt en vindslucka.



Vindslucka och tak med trätakstol



Figuren visar anslutningen mellan vindslucka och tak med trätakstolar (Norges byggeforskningsinstitut, 1987b).

Lufttätningen vid en vindslucka kan utföras enligt figur ovan. En ångspärr, monterad i luckans varma del, kläms mellan två regler i takluckan.

Extra regler spikas på vindsbjälklagets avväxlingsbjälkar om så krävs. En gummlist läggs runt om denna, som sedan vindsluckan trycks mot. Stängningsanordningen skall trycka till gummlisten så att ingen luft kan läcka igenom.

beräkning av luftläckning

4

Beräkning av luftläckning - Teori

I detta kapitlet ges en bakgrund till varför luft strömmar igenom en byggnads klimatskal. Kapitlet avslutas med en teoretisk beskrivning av luftströmning genom material, spalter och springor.

4.1 TRYCKSKILLNADER ÖVER KLIMATSKÄRMEN

Luft kan läcka genom klimatskalet om det finns otätheter i detsamma, samtidigt som det finns en skillnad mellan invändigt och utvändigt lufttryck. Tryckskillnaden över klimatskalet uppkommer p g a vindförhållanden, ventilationssystemet, temperaturskillnad mellan inne och ute.

4.1.1 Vind

Vindens påverkan på tryckskillnaden över ett klimatskal beror av vindhastighet, vindriktning, terrängförhållanden, byggnadsutformning m m. Vinden orsakar normalt ett övertryck på utsidan av lovartsidans vägg medan väggarna på läsidan och parallellt med vindriktningen utsätts för ett utvändigt undertryck.

På **takets** lovartsida bildas övertryck om taket är brant medan läsidan utsätts för undertryck. Flacka tak får oftast undertryck.

I Nybyggnadsreglerna anges dimensionerande vindhastigheter och formfaktorer (olika för olika delar av byggnaden) för beräkning av vindtrycket. Det maximala vindtrycket används för statiska dimensioneringar och är därmed ej direkt tillämpligt för beräkningar av infiltration/exfiltration. Ett flertal vindtunnelstudier har genomförts för bestämning av formfaktorer för infiltration/exfiltration.

Formfaktorernas värden c varierar i verkligheten mer än vad som framgår av Figur 23. Formfaktorn är oftast störst i hörn (sugkrafter) och mitt på lovarts-

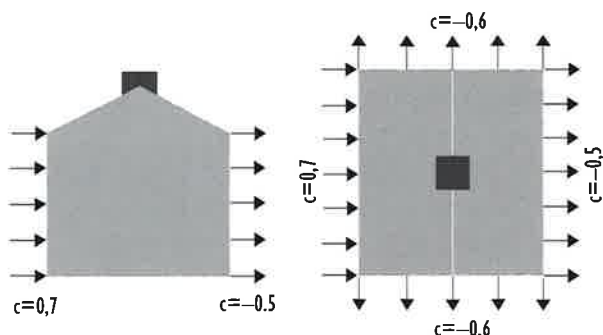
dan (tryckkraft). Därför är vindtätningsskiktet mest vindutsatt inom dessa områden.

Vindtrycket, p [Pa], kan beräknas enligt:

$$p = c \cdot \frac{\rho_l \cdot v^2}{2}$$

där c = formfaktor [-]
 ρ = luftens densitet [kg/m³]
 v = vindhastighet [m/s]

Om otätheterna är jämnt fördelade över huset ger vinden ett undertryck inuti byggnaden då de flesta av ytterytorna påverkas av ett negativt tryck, se formfaktorernas tecken i Figur 23. Om otätheterna istället finns koncentrerade på lovartsidan kan vinden orsaka övertryck inomhus.



Figur 23: Exempel på formfaktorer c . Formfaktorerna är en förenkling av de verkliga.

4.1.2 Temperaturskillnad

Under uppvärmningssäsongen är temperaturen inomhus högre än utomhus. Varm luft har lägre densitet än kall luft och en pelare kall luft orsakar därför ett större tryck än en varm. Den maximala tryckskillnaden mellan ute och inne, Δp [Pa], vid normala temperaturer kan beskrivas med formeln:

$$\Delta p \approx 0,04 \cdot h \cdot \Delta T$$

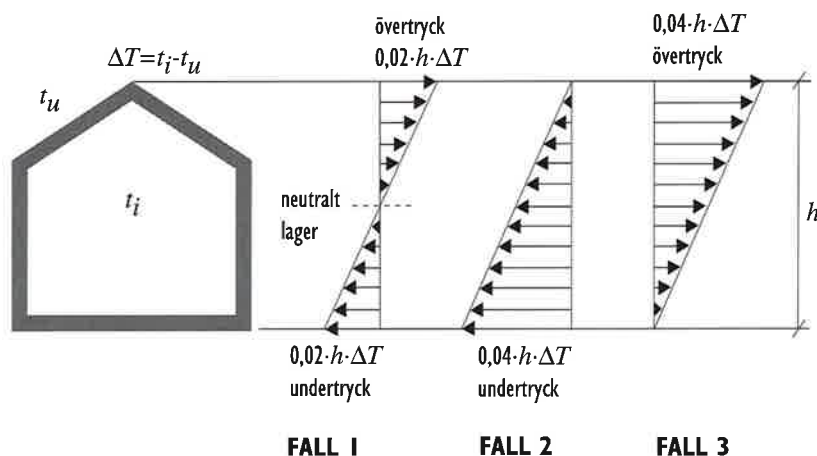
där h = byggnadens höjd [m]
 ΔT = temperaturskillnad [°C]

Enligt ekvationen blir tryckskillnaden över en yttervägg

större ju högre en byggnad är samt vid ökade temperaturskillnader.

På någon höjd mellan marknivå och husets höjd finns alltid ett neutralt lager. Med detta menas att tryckskillnaden över konstruktionen är noll vid det neutrala lagret. Dess placering beror på hur byggnadens otätheter är fördelade. I Figur 24 visas olika möjligheter.

Med hjälp av ovanstående ekvation och figur ges att låg utomhustemperatur och jämnt fördelade otätheter leder till övertryck i byggnadens övre del och ett undertryck i den nedre. Kall luft kommer då att infiltreras i golvnivå och varm inomhusluft att exfiltreras i taknivå.



Figur 24: Tryckfördelning över byggnadsskalet vid olika fördelningar av otätheter. I fall 1 är otätheterna över ytterväggen jämnt fördelade. Det neutrala lagret finns i detta fall på byggnadens halva höjd. I fall 2 är otätheterna koncentrerade längst upp i huset och det neutrala lagret finns då följaktligen längst upp. I fall 3 är otätheterna längst nere i ytterväggen och då även det neutrala lagret.

4.1.3 Ventilationssystem

I en lufttät byggnad bestäms den totala ventilationens storlek av ventilationsanläggningen. I en otät byggnad bestäms den totala ventilationen av uteklimatet och ventilationssystemet tillsammans.

Vid självdragsventilation tas luft in genom öppningar i byggnadsskalet. Luften lämnar byggnaden framförallt via självdragskanaler från t ex badrum och kök. Systemets drivkraft är temperaturskillnad över klimatskalet och vind. Ventilationsgraden kommer därför att variera med uteklimatet.

Frånluftsventilation bygger på att en frånluftsfläkt

suger ut luft ur byggnaden, vanligen från badrum och kök. Byggnaden får därmed undertryck. Luft kommer då att strömma in genom otätheter och don.

I ett till- och frånluftssystem strömmar luften in genom kanaler och ut genom andra kanaler. I ett till- och frånluftssystem bör ventilationen ställas in så att ett mindre undertryck i byggnaden uppstår. Här genom undviks luftrörelser ut genom konstruktioner, vilket kan medföra fuktproblem. För att få en effektiv och reglerbar ventilation måste huset ha god lufttätet.

4.2 LUFTSTRÖMNING

Luftströmning genom en byggnadsdel kan delas upp i strömning genom **porösa material** och **otätheter** (springor, spalter och hål).

4.2.1 Luftströmning genom porösa material

Hur mycket luft som strömmar genom ett material vid en viss tryckskillnad bestäms av materialets permeabilitet. Strömningen genom porösa material är i allmänhet laminär. Luftflödestätheten, r [$\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{s})$], genom ett **material** kan beskrivas med formeln:

$$r = \frac{B_0 \cdot \Delta p}{\eta \cdot d}$$

$$\eta = (17 + 0,05 \cdot T) \cdot 10^{-6}$$

där B_0 = materialets specifika permeabilitet [m^2]
 μ = luftens dynamiska viskositet [$\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$]
 T = luftens temperatur [$^\circ\text{C}$]
 d = materialtjocklek [m]
 Δp = tryckskillnad över materialet [Pa]

Istället för specifik permeabilitet B_0 , kan luftpermeabiliteten, K_a [$\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$], för material anges. Den definieras som:

$$k_a = \frac{B_0}{\eta}$$

Luftflödestätheten, r [$\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{s})$], kan då skrivas:

$$r = k_a \cdot \frac{\Delta p}{d}$$

För **skiktmaterial**, d v s material med en bestämd tjocklek och för sammansatta material, används istället begreppet luftpermeansen, K_a [$\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$].

Den definieras som:

$$K_a = \frac{B_0}{\eta \cdot d}$$

Luftflödestätheten, r [$\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{s})$], kan då skrivas:

$$r = K_a \cdot \Delta p$$

Värden på luftpermeansen K_a och luftpermeabiliteten B_0 kan för olika skikt och material redovisas i Bilaga A.

4.2.2 Luftströmning genom otätheter

Luftläckningen genom en byggnadsdel sker till största delen genom otätheter i det lufttäta skiktet. Otätheter uppkommer bl a vid skarvar i det lufttäta materialet, i anslutningar till andra byggnadskomponenter (t ex fönster) och vid genomföringar av installationer.

När luft strömmar genom otätheter uppkommer tryckförluster. Det totala tryckfallet, Δp [Pa], genom en spalt/springa kan tecknas:

$$\Delta p = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d_h} + \sum \xi_i \right) \cdot \frac{\rho \cdot u_m^2}{2}$$

där Δp = totalt tryckfall [Pa]
 λ = friktionskoefficient [-]
 l = spaltens längd i strömningsriktning [m]
 d_h = hydraulisk diameter [m]
 d_h = 2·spaltvidd (gäller för en spalt) [m]
 d_h = 2·springvidd (gäller för en springa) [m]
 ρ = luftens densitet [kg/m^3]
 u_m = luftens medelhastighet i spalten [m/s]
 ζ = förlustfaktor för engångstryckfall [-]

Den första termen i ekvationen betecknar kanalförlus-

ter genom friktion och den andra in- och utströmning förluster (areaändringar, inlopp, utlopp och krökar). En utförligare beskrivning av hur luftflöden genom otätheter beräknas återfinns i (Kronvall J, 1980).

Flödet per löpmeter springa/spricka kan även skrivas som:

$$q = a \cdot \Delta p^b$$

där q = luftflöde per meter fog [$\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$]

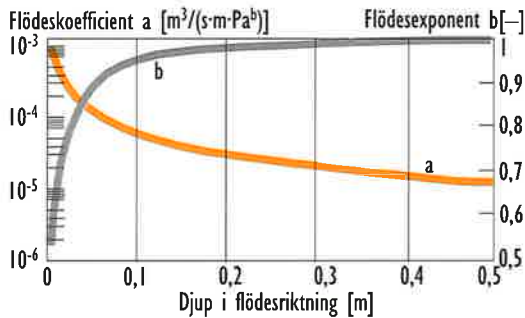
Δp = totalt tryckfall [Pa]

a = flödeskoefficient [$\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^b)$]

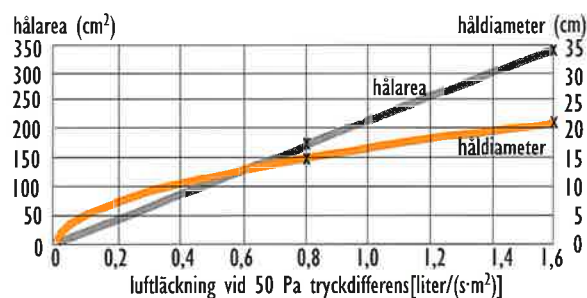
b = flödesexponent som beror av strömningstillståndet [-], $0,5 \leq b \leq 1,0$

Denna beskrivning är egentligen inte fysikaliskt korrekt, men har visat sig kunna beskriva förloppet väl.

Värdet på flödeskoefficienten a och flödesexponenten b kan, för springvidden l mm, hämtas ur Figur 25.



Figur 25: Flödeskoefficienten a och flödesexponenten b för springvidd l mm (Kronvall J, 1991).



Figur 26: Diagrammet visar hur stora otätheter en byggnad får ha för att uppfylla Boverkets byggregler BBR94 på 0,8 liter/($\text{s}\cdot\text{m}^2$ omslutande area) för bostäder och 1,6 liter/($\text{s}\cdot\text{m}^2$ omslutande area) för övriga utrymmen, markerat med kryss "x".

Diagrammet gäller för en byggnad med tryckdifferensen 4 Pa över klimatskärmen och en omslutande area på 200 m^2 (100 m^2 väggyta och 100 m^2 takyta).

Vid strömning genom cirkulärt hål tas enbart hänsyn till in- och utströmning förluster. Flödet q , (m^3/s), ges av:

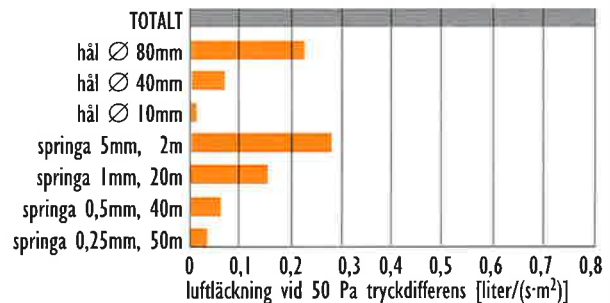
$$q = 0,65 \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

där A = hålets area [m^2]

I följande figur ges ett exempel på vilket läckande flöde som erhålls då det finns olika stora otätheter i klimatskärmen. Diagrammet gäller för en byggnad med tryckdifferensen 4 Pa över klimatskärmen och en omslutande area på 200 m^2 (100 m^2 väggyta och 100 m^2 takyta).

Ur Figur 26 utläses att om Boverkets byggregler, BBR94, skall uppfyllas får ett hål med diametern på högst 15 cm finnas i bostadens klimatskärm. En sådan otäthet motsvarar ett värmefflöde på ca 3 W/m^2 vintertid och ett fuktflöde på ca 80 $\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{dygn})$ vintertid vid en tryckdifferens på 4 Pa och ett fuktillskott på 4 g/m^3 inomhus.

Figur 26 kan också uttryckas enligt Figur 27. Här visas några olika springors och håls betydelse för klimatskalets luftläckning. Figuren visar att det är de till dimensionerna stora otätheterna som har störst inverkan på klimatskalets luftläckning. Sålunda är det av ytterst vikt att undvika stora hål, springor och sprickor. Ögat, omdömet och noggrannheten bestämmer i hög grad det slutliga resultatet!



Figur 27: Några olika springors betydelse för en byggnads luftläckning. Byggnaden antas ha en omslutande area på 200 m^2 samt uppfylla kraven i Boverkets byggregler BBR94.

5.

Mätning av luftläckning

I detta kapitel beskrivs hur luftläckningen för en hel byggnad samt för en enskild komponent t ex ett fönster kan mätas.

5.1. LUFTLÄCKNINGEN HOS EN HEL BYGGNAD

I Svensk Standard SS 02 15 51 beskrivs en mätmetod för bestämning av luftläckningen hos en byggnad. Provningsmetoden går ut på att skapa en tryckdiffe-

rens över klimatskärmen med hjälp av en fläkt och samtidigt mäta luftflödet genom fläkten. Därigenom kan läckflödet bestämmas.

5.5.1 Provningsmetod

Fläkten placeras i en fönster- eller dörröppning, varefter den ansluts till en tät skiva *e* *d* som sätts fast i karmen. Tätningen mellan karm och skiva bör vara perfekt. Alla öppningar i klimatskärmen måste stängas, pluggas eller tejpas igen (exempelvis ventiler, icke vattenfyllda vattenlås och eventuella öppna spisar) för att därigenom eliminera avsiktliga öppningar.

För att kunna mäta tryckdifferensen över klimatskärmen, förs en smal slang från en manometer genom den täta skivan till utomhusklimat. På så sätt mäts tryckdifferensen mellan ute och inne.

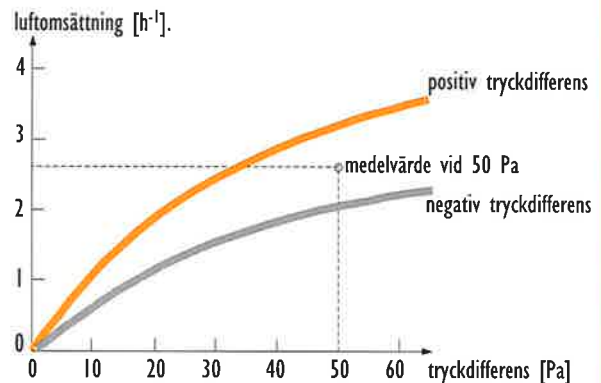
Fläktens varvtal regleras så att tryckdifferenserna 20, 30, 40, 45, 50 och 55 Pa uppnås. Luftflödet genom fläkten registreras vid respektive tryckdifferens. Två mätserier görs: en för positiva tryckdifferenser och en för negativa.

Ett diagram över luftflödet som funktion av tryckdifferensen ritas upp, se Figur 28.

Medelvärdet av luftflödet beräknas (medelvärde mätvärdena vid 45, 50 och 55 Pa positiv och negativ tryckdifferens eller utifrån kurvorna presenterade i Figur 28).

Läckaget per volymsenhet, n [h^{-1}], beräknas sedan enligt följande ekvation:

där q_v = luftflöde [m^3/h]
 V = byggnadens volym [m^3]



Figur 28: Exempel på luftläckningsmätning av en tryckmätning utförd på en byggnad.

$$n = \frac{q_v}{V}$$

Byggnadens otäthet kan också, som i BBR94, beskrivas som läckluftflödet per area, l [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$], enligt följande ekvation:

$$l = \frac{q_v}{A}$$

där A = totala omslutande area mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmt eller icke uppvärmt utrymme [m^2]

Tryckprovningssmetoden kan användas på småhus, enskilda lägenheter i flerbostadshus, industrierhallar, glasgårdar växthus etc. För enskilda lägenheter fås det totala luftläckaget d v s läckaget genom klimatskalet och läckaget genom lägenheternas väggar och golv till anslutande lägenheter.

5.2 LUFTLÄCKNINGEN HOS EN KOMPLEMENT

Täthetsprovning av en enskild komponent t ex ett fönster kan göras genom att försluta/isolera den enskilda

komponenten mot övrig byggnad (Baker P H och Valentine G, 1987).

5.2.1 Provningsmetod

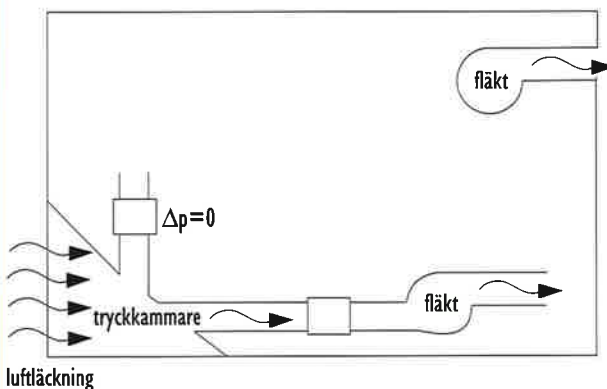
En fläkt placeras mellan den isolerade komponenten och övrig byggnad. Luftflödet genom fläkten mäts vid kända tryckdifferenser över klimatskärmen. Med hjälp av känt luftflöde och tryckdifferens kan luftläckningen genom komponenten beräknas, se föregående avsnitt 5.1.1.

Trycket i den isolerade volymen bör vara samma som i övriga byggnaden för att förhindra luftutbyte mellan den isolerade komponenten och övrig byggnad. Detta kan uppnås genom att placera en fläkt i en dörröppning och sedan ställa in fläkten varvtal så att

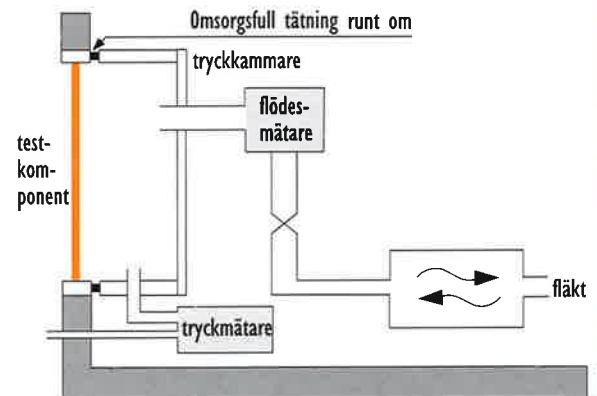
tryckdifferensen mellan den isolerade enskilda komponenten och övrig byggnad blir 0 Pa, Figur 29.

Vid laboratoriemätningar tryckprovas komponenter med hjälp av en för ändamålet byggd tryckkammare, se Figur 30.

En tryckkammare placeras mot komponenten som skall täthetsprovas. En fläkt, som har förbindelse med väggen, regleras så att en tryckskillnad över komponenten skapas. Fläktens luftflöde registreras vid de olika tryckskillnaderna.



Figur 29: Bilden visar hur en täthetsprovning av en enskild komponent kan arrangeras. Mätningen görs för att kontrollera hur stor luftläckning en enskild komponent i en byggnad har.



Figur 30: Bilden visar hur en täthetsprovning av en enskild komponent i ett laboratorium kan se ut.

6

Kvalitetssäkring

För att erhålla en byggnad med god luft-, diffusions- och vindtäthet krävs engagemang och kunskap från både projektörer och entreprenörer. De först nämnda skall rita och beskriva hur god täthet erhålls och de sistnämnda skall utföra det. Endast med ett sådant fungerande samspel kan god luft-, diffusions- och vindtäthet uppnås i praktiken.

I detta kapitel beskrivs bl a vilka risker som tas om otätheter finns i klimatskärmen. Därefter ges råd till beställare, projektörer och entreprenörer hur en byggnad med god lufttäthet kan erhållas. Kapitlet innehåller även "kom-ihåg-listor" till projektörer och entreprenörer, som kan användas under byggprocessen.

6.1 RISKER MED OTÄTHETER

Att ha otätheter i en byggnad leder till olägenheter eller belastningar på konstruktioner och den inre miljön. I nedanstående tabell presenteras olika olägenhe-

ter (fukt, energi, drag etc) som kan uppkomma då otätheter finns i några olika konstruktioner.

Tabell 5: Tabell över vilka olägenheter inomhusmiljön och aktuell byggnadsdel utsätts för om otätheter finns i klimatskärmen. Ett stort kryss X betyder en större risk för olägenheter än ett mindre kryss x.

otätheter i:

olägenheter i form av:

	fukt	energi	drag	radon	luft	ljud
grund	x	x	x	X	X	
yttervägg	x ¹	x	x		x	x
syll/hammarband	x ¹	x	X			x
runt fönster	x ¹	x	X			x
tak	X ¹	x				
lägenhetsskiljande väggar					X	X

¹ endast då ett övertryck finns i byggnaden

6.2 PROJEKTERINGSSKEDET

6.2.1 Beställare

En beställare kan ställa krav på god vind-, luft- och diffusionstäthet. Detta kan han/hon göra genom att föra in krav i projekteringshandlingarna samt att kräva egenkontroll på byggarbetsplatsen.

Beställaren åberopar regler som finns i Boverkets Byggregler BBR94 angående en byggnads lufttäthet. I Boverkets Byggregler skall byggnadens klimatskärm vara så tät att det genomsnittliga luftläckaget vid ± 50 Pa tryckskillnad inte överstiger $0,8 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ för bostäder och $1,6 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ för andra utrymmen.

Hårdare krav kan dock ställas om så är önskvärt, t ex i en simhall.

Beställaren kan kräva att kontroll av byggnadens luft-, diffusions- och vindtäthet skall ske fortlöpande under byggnationen genom egenkontroll. Han/hon kan dessutom kräva att byggnaden skall tryckprovas när byggnaden står färdig. Beställaren kan kräva att entreprenören skall lämna över dokumentation på egenkontrollen och täthetsprovning- ar när byggeriverksamheten är färdig.

6.2.2 Projektörer

För att erhålla en god luft-, diffusions- och vindtäthet i en byggnad krävs ett engagemang och kunskap från både projektörer och entreprenörer. De först nämnda skall rita och beskriva hur god täthet erhålls och de sistnämnda skall utföra det.

Här följer några råd för projektörerna:

(exempelvis arkitekter, bygg-, el- och VVS-konstruktörer)

▼ inför i beskrivningar hur en god vind-, luft- och diffusionstätning erhålls. Beskrivningar och ritningar skall vara så utförliga att inga lösningar behöver göras på byggarbetsplats. Eftersträva lösningar som är enkla att utföra, annars blir utförandet med stor sannolikhet dåligt gjort.

▼ konstruera byggnaden med invändig "indragen" ångspärr, om detta är möjligt. Med indragen ångspärr menas att denna ligger inne i konstruktionen i skydd mot åverkan och ofrivillig skada. En indragen ångspärr medför också att tätningen genom ett bjälklag underlättas.

▼ undvik att projektera med elledning förlagda i ytterväggen och vindbjälklaget utan förlägg dem om möjligt i innerväggen. Om så görs kan håltagning för dosor i ångspärren undvikas. Ett annat alternativ är att förlägga elledningar i golvssocklar eller i fönsterbänkskanaler.

▼ minimera antalet genomföringar, exempelvis för vatten- och ventilationsinstallationer, genom tätskiktet. Tätningar runt genomföringar tar tid. Dessutom är tätheten till stor del beroende av arbetsutförandet.

▼ undvik att ha en invändig vindslucka mellan inomhusklimatet och vinden, eftersom det är svårt att erhålla god lufttäthet runt vindsluckan. Placera istället luckan mellan utomhusklimatet och vinden t ex på byggnadens gavel.

▼ föreskriv endast i undantagsfall polyuretanskum som tätningshjälpmedel. Polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning

▼ föreskriv i projekteringshandlingarna att tejp inte får användas som tätningshjälpmedel. Orsaken är att tejpens åldringsbeständighet är osäker. Dessutom kan tejp kemiskt bryta ner plastfolier.

▼ besök byggarbetsplatsen. Kontrollera att de täthetslösningar som föreskrivits blev genomförbara.

Nedan följer också en checklista för **projektörer**. Listan skall fungera som en "KOM-IHÅG-LISTA"

PROJEKTÖRENS "KOM-IHÅG-LISTA" FÖR GOD TÄTHET

	OK	Datum	Anteckning
Är det vindtäta skiktet utritat?			
Är det lufttäta skiktet utritat?			
Är det diffusionstäta skiktet utritat?			
Kan ett invändigt indraget diffusions- och lufttätningsskikt användas?			
Har polyuretanskum behövts användas som tätningshjälpmedel?			
<i>Finns täthetslösningar för olika anslutningar?</i>			
Anslutning grund/bottenbjälklag/yttervägg			
Anslutning mellan ytterväggselement			
Anslutning yttervägg/fönster			
Anslutning yttervägg/dörrar			
Anslutning yttervägg/mellanbjälklag			
Anslutning yttervägg/yttertak			
Anslutning innervägg/yttervägg			
Anslutning innervägg/yttertak			
Anslutning lägenhetsskiljande vägg/yttervägg			
Anslutning lägenhetsskiljande vägg/yttertak			
<i>Finns genomföringar i tätskikten? Är de uppritade?</i>			
Genomföring för avloppsledningar			
Genomföring för vattenledningar			
Genomföring för värmeledningar			
Genomföring för ventilationskanaler			
Genomföring för elledningar			
Genomföring för eldosor			
Genomföring för vindslucka			
Har byggarbetsplatsbesök planerats in?			

6.3 BYGGSKEDET

6.3.1 Byggentreprenörer

För att erhålla en god luft-, diffusions- och vindtäthet i en byggnad krävs ett engagemang och kunskap från både projektörer och entreprenörer. De först nämnda skall rita och beskriva hur god täthet erhålls och de sistnämnda skall utföra det.

En byggnads luft-, diffusions- och vindtäthet är till stor del beroende av arbetsutförandet, inte minst då det gäller skarvningen av de lufttätande materialen. Omsorg måste läggas vid lufttätningen här, eftersom detta lufttäthetsutförandet har stor inverkan på byggnadens totala lufttäthet.

Nedan följer några råd för entreprenören:

- ▼ arbetsledaren skall informera och motivera hantverkarna till varför en byggnad bör vara vind-, luft- och diffusionstät (motiven finns beskrivna i kapitel 1 och inverkan av otätheternas storlek på klimatskärmens otäthet finns beskrivet i slutet av kapitel 4).
- ▼ arbetsledaren och hantverkare går tillsammans igenom olika täthetslösningar som projektören har föreskrivit. På så sätt kan eventuella fel upptäckas i god tid och meddelas projektören. Otydligheter kan också klarläggas.
- ▼ föreskrivna täthetslösningar i projekteringshandlingarna får ej bytas ut utan samråd med projektör.

▼ inga täthetsproblem får lösas på byggarbetsplats. Skicka projektledaren en avvikelserapport så att en beskrivning på täthetsproblemet kan erhållas omgående. På så sätt blir det också en erfarenhetsåterföring av aktuellt byggobjekt och kvalitén höjs inför nästa objekt.

▼ polyuretanskum får endast användas om så är föreskrivet i projekteringshandlingarna. Polyuretanskummet innehåller isocyanater som är starkt allergiframkallande, både vid kontakt och vid inandning. Vissa isocyanater är även cancerframkallande. Isocyanaterna frigörs vid sprutning och skärning av skummet samt vid förbränning

▼ tejp får inte användas som tätningshjälpmedel. Orsaken är att tejpens åldringsbeständighet är osäker. Dessutom kan tejp kemiskt bryta ner vissa folier, t ex plastfolier.

▼ kontrollera att inga anslutningar och genomföringar är glömda att täta. Diskutera i samråd med el- och VVS-entreprenörerna vem som tätar runt el- och VVS-genomföringar i klimatskalet. En "kom-ihåg-lista" över genomföringar som skall tätas runt om finns i avsnitt 6.2.4.

Nedan följer en checklista för **byggentreprenörer**. Avsikten är att listan skall fungera som en "KOM-IHÅG-LISTA".

BYGGENTREPRENÖRENS "KOM-IHÅG-LISTA" FÖR GOD TÄTHET

	OK	Datum	Anteckning
Har arbetsledare och hantverkare diskuterat motiven för god täthet för byggobjektet och vilka risker som tas om lufttätningen blir dålig?			
Har arbetsledare och hantverkare gått igenom olika täthetslösningar som projektören har föreskrivit?			
Har ansvaret för vem som tätar efter el- och VVS-installationer diskuterats och fastställts i samråd med el- och VVS-entreprenörerna?			
<i>Har följande anslutningar tätats:</i>			
Anslutning grund/bottenbjälklag/yttervägg			
Anslutning mellan ytterväggelement			
Anslutning yttervägg/fönster			
Anslutning yttervägg/dörrar			
Anslutning yttervägg/mellanbjälklag			
Anslutning yttervägg/yttertak			
Anslutning innervägg/yttervägg			
Anslutning innervägg/yttertak			
Anslutning lägenhetsskiljande vägg/yttervägg			
Anslutning lägenhetsskiljande vägg/yttertak			
Genomföring för vindslucka			
Har tätning skett efter el- och VVS-installationer?			

6.3.2 El- och VVS-entreprenörer

För att erhålla en god luft-, diffusions- och vindtäthet i en byggnad krävs ett engagemang och kunskap från både projektörer och entreprenörer. De först nämnda skall rita och beskriva hur god täthet erhålls och de sistnämnda skall utföra det.

En byggnads luft-, diffusions- och vindtäthet är till stor del beroende av arbetsutförandet, inte minst då det gäller att lufttäta runt genomföringar t ex ventilationskanaler och elrör. Omsorg måste läggas vid lufttätningen här, eftersom detta lufttäthetsutförandet har stor inverkan på byggnadens totala lufttäthet.

Nedan följer några råd för el- och VVS-entreprenören:

▼ diskutera i samråd med byggentreprenören vem som ansvarar för att tätning sker runt el- och VVS-genomföringar i klimatskalet.

▼ om ett hål måste göras genom det vind-, luft- och diffusionstäta skiktet, exempelvis i en plastfolie för en ventilationskanal, skall ett något mindre hål än själva genomföringen göras. På så sätt ligger tätskiktet tätt runt kanalen, se även kapitel 3.5.1 och 3.5.2. I vissa fall kan även en butyl- eller rågummiduk användas för att få tätt, exempelvis för cirkulära kanalgenomföringar. Duken har ett stansat hål, som är något mindre än genomföringen.

Nedan följer en checklista för **el- och VVS-entreprenörer**. Avsikten är att listan skall fungera som en "KOM-IHÅG-LISTA".

EL- OCH VVS-ENTREPRENÖRENS "KOM-IHÅG-LISTA" FÖR GOD TÄTHET

	OK	Datum	Anteckning
Har arbetsledare och hantverkare diskuterat motiven för god täthet för byggobjektet och vilka risker som tas om lufttätningen blir dålig?			
Har arbetsledare och hantverkare gått igenom olika täthetslösningar som projektören har föreskrivit?			
Har ansvaret för vem som tätar efter el- och VVS-installationer diskuterats och fastställts i samråd med byggentreprenören?			
<i>Har följande genomföringar tätats:</i>			
Genomföring för avloppsledning			
Genomföring för vattenledning			
Genomföring för värmeledning			
Genomföring för ventilationskanaler			
Genomföring för elledning			
Genomföring för eldosor			

REFERENSER

- AB R W Nissen, 1985: *Produktblad. Bålsta.*
- Baker P H och Valentine G, 1987: *Air leakage measurements on full-scale construction.* Building Services Engineering Research and Technology. England.
- Boverket, 1993: *Boverkets byggregler, BBR 94. Föreskrifter och allmänna råd.* BFS 1993:57. Karlskrona.
- Byggforskningsrådet, 1992: *Hus & Hälsa: utbildningskampanj för Sunda Hus. U4:1992.* ISBN 91-540-5429-X. Stockholm.
- Carlsson B, Elmroth A och Engvall P-Å, 1979: *Lufttäthet och värmeisolering - byggnadstekniska lösningar.* Statens Råd för Byggnadsforskning T24:1979. Stockholm.
- Elmarsson B och Nevander L E, 1994: *Fukthandbok - Praktik och teori.* AB Svensk byggtjänst. Stockholm.
- Elmarsson B, 1995: *Mineralull och cellulosaafiber - inverkan av fuktkapacitet.* Artikel i *Bygg & Teknik* 3/95. Stockholm.
- Elmroth A och Levin P, 1983a: *Air Infiltration Control in Housing - A Guide to International Practice.* Swedish Council for Building Research. Stockholm.
- Elmroth A och Levin P, 1983b: *Luftläckning vid genomföringar.* *Byggindustrin* 27.83. Stockholm
- Elmroth A, 1985: *Energisnåla stålhallar - Byggnadstekniska lösningar för god lufttäthet och effektiv värmeisolering.* SBI-publication 95. Stockholm.
- Eriksson H och Vikholm G, 1982: *Lufttätning av genomföringar.* Examensarbete på Institutionen för Byggnadsteknik. KTH. Stockholm.
- Eyre D och Jennings D, 1981: *Air-vapor barriers.* Saskatchewan Research Council. Kanada.
- Gullfiber AB, 1989: *Byggisolering.* Gullfiber AB. Billesholm.
- Gyproc AB, 1992: *Gyproc Handbok.* 1991:3. Gyproc AB. Malmö.
- Hus AMA 83, 1993: *Hus AMA 93.* ISBN 91-7332-164-8. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm.
- Höglund I och Jansson B, 1984: *Joint Sealing between Window (Door) Frames and Walls.* Konferensbidrag s. 623-629. Statens Råd för Byggnadsforskning. D13:1984. Stockholm.
- Irving S, 1994: *Air to air heat recovery in ventilation.* AIVC Technical Note 45. Air Infiltration and Ventilation Centre. Coventry. England.
- Jergling A, 1979: *Fogar mellan byggnadskomponenter i ytterväggar - Luftläckning genom fasadfogar med tätningslister.* Statens Råd för Byggnadsforskning R32:1979. Stockholm.
- Jergling A G, Nylander B och Burström P G, 1988: *Fogar i byggnaders ytterväggar.* Statens Råd för Byggnadsforskning R41:1988. Stockholm.
- Johansson P, 1997: *Vind- Luft- och Diffusionstättning i byggnader - Teori och praktiskt utförande.* ISRN LUTVDG/TVBH—97/5042—SE(1-153). Avdelningen för Byggnadsfysik. LTH. Lund.
- Kronvall J, 1980: *Air flows in building components.* Report TVBH-1002. Division for Building Technology. LTH. Lund.
- Kronvall J, 1991: *Crack flow. A power law estimation technique.* Air Movement & Ventilation Control within Buildings. 12th AIVC Conference. Ottawa. Kanada.
- Levin P, 1991: *Building Technology and Air Flow Control in Housing.* Statens Råd för Byggnadsforskning D16:1991. Stockholm.
- Mattsson P-O, 1996: *Gyproc gipsskivor med ångspärrfunktion i lätta ytterkonstruktioner.* *Gyproc Nytt* 3 1996.
- Nisson N och Dutt G, 1985: *The Superinsulated Homebook.* ISBN 0-471-81343-5. John Wiley & Sons. New York. USA.
- Norges byggforskningsinstitut, 1987a: *Luftede tretak - Varmeisolering og tetting.* Byggforskserien. Byggdetaljer A 525.100. Oslo. Norge.
- Norges byggforskningsinstitut, 1987b: *Trehus-Håndbok 38.* Oslo. Norge.
- Norges byggforskningsinstitut, 1987c: *Bindingsverk av tre - Varmeisolasjon og tettesjikt.* Byggforskserien. Byggdetaljer A 523.255. Oslo. Norge
- Råd och Anvisningar, 1993: *Råd och anvisningar till Hus AMA 83.* ISBN 91-7332-681-X. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm.
- Rockwool, 1989: *Byggboken - boken om isolering.* Rockwool. Skövde.
- Rousseau J, 1991: *Structural Requirements For Air Barriers.* Canada Mortgage & Housing Corporation. Report No 30133.ORI. Canada.
- Serkitjis M, 1995: *Natural convection heat transfer in a horizontal thermal insulation layer underlying an air layer.* Avdelningen för Byggnadsfysik. CTH. Göteborg.
- Yxhult, 1993: *Lättbetonghandboken.* Siporex AB. Yxhult AB 1993.
- Svensk Standard, 1994: *Byggnader - Bestämning av lufttäthet.* SS 02 15 51. Byggstandardiseringen. Stockholm.
- Svensk Standard, 1994: *Byggfogar - Fogmaterial - Terminologi.* SS 18 15 19. Byggstandardiseringen. Stockholm.
- Svensk Standard, 1994: *Byggpapp - Fordringar.* SS 23 68 03. Byggstandardiseringen. Stockholm.
- Träinformation, 1991: *Träbyggnadshandbok 5: Grunder.* Träteknik. Stockholm.

BILAGA A:

LUFTPERMEANS/LUFTPERMEABILITET FÖR OLIKA SKIKT OCH MATERIAL

Ångspärrar och vindskydd	tjocklek [mm]	vikt/ yta $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$	K_a $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}} \right]$	Referens
Ekofiber vindtät av polyolefinväv	0,22	0,08	$4 \cdot 10^{-3}$	1
Fenolhartsimpregnerad porös träfiberskiva	12,5	-	$1,5 \cdot 10^{-3}$	1
Gyproc Normal GN13	13	9	$0,6 \cdot 10^{-3}$	9
Gyproc Utvändig GU9	9	7,2	$0,6 \cdot 10^{-3}$	9
Gullfiber Vindskydd 1106	-	-	$10 \cdot 10^{-3}$	1
Icopal Windy Vindspärr	-	0,065	$10 \cdot 10^{-3}$	1
Minerit fibercementskiva	4	6,3	$2,2 \cdot 10^{-3}$	1
Papp (AC 150/200)	-	-	$30 \cdot 10^{-3}$	2
Plastfiberduk av polypropen	0,15	0,07	$17 \cdot 10^{-3}$	5
Plastfiberduk av polyeten	0,15	0,06	$20 \cdot 10^{-3}$	5
Polyetenfolie	0,1	-	$0,03 \cdot 10^{-3}$	3
Rockwool Vindtät 8440-00	0,2	0,08	$100 \cdot 10^{-3}$	1
Rockwool Vindtät 8450-00	0,2	0,08	$100 \cdot 10^{-3}$	1
Rockwool Väggbord 1352-00	17	2,7	$20 \cdot 10^{-3}$	1
Rockwool västkustskiva med vindskydd	-	-	$90 \cdot 10^{-3}$	1
Tetofol vindskydd	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$	9

Isolermaterial etc

Densitet

$$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\left[\frac{k_a}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}} \right]$$

Referens

Ekofiber i väggar	65	110·10 ⁻³	1
Ekofiber i vindsbjälklag	32	230·10 ⁻³	1
Gullfiber Glasull, klass 39 produkter	15	640·10 ⁻³	1
Gullfiber Glasull, klass 36 produkter	20	480·10 ⁻³	1
Gullfiber skalmursskiva 3309	35	260·10 ⁻³	1
Gullfiber fasadskiva 3010	58	145·10 ⁻³	1
Gullfiber fasadboard 3315	125	29·10 ⁻³	1
Gullfiber Stenull UNI-skiva 3661	40	280·10 ⁻³	1
Gullfiber Stenull Brandskiva 3665	100	85·10 ⁻³	1
Gullfiber Stenull takunderskiva 3670	110	75·10 ⁻³	1
Gullfiber Stenull Brand/Lastskiva 3667	150	45·10 ⁻³	1
Gullfiber Stenull Brandboard 3680	180	30·10 ⁻³	1
Rockwool lösull 122-08	28	1400·10 ⁻³	1
Rockwool lösull 118-00	37	1400·10 ⁻³	1
Rockwool Rewool 160-00	43	1400·10 ⁻³	1
Rockwool Vagg/Bjälklagsskiva 1303-00	28	350·10 ⁻³	1
Rockwool I-Balkskiva 1304-00	28	350·10 ⁻³	1
Rockwool Stålregelskiva 1374-00	28	350·10 ⁻³	1
Rockwool Skalmursskiva 1318-00	45	150·10 ⁻³	1
Rockwool Betongelements-kiva 320-00	80	150·10 ⁻³	1
Rockwool Västkustskiva 1325-00	85	90·10 ⁻³	1
Rockwool Rocky Takboard 1341-00	180	180·10 ⁻³	1
Termoträ i vindsbjälklag	31	640·10 ⁻³	1
Termoträ i snedtak och golv	45	330·10 ⁻³	1
Trällsplatta	185	10000·10 ⁻³	2
Diabasskiva	100	90·10 ⁻³	2

Tegel, betong etc		Densitet	k_a	Referens
		$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$	$\left[\frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}} \right]$	
Tegel		1470	$0,02 \cdot 10^{-3}$	3
Tegel		1720	$0,014 \cdot 10^{-3}$	3
Tegel		1840	$0,004 \cdot 10^{-3}$	3
Lättbetong		460	$0,36 \cdot 10^{-3}$	3
Lättbetong		500	$0,06 \cdot 10^{-3}$	3
Lättbetong		510	$0,08 \cdot 10^{-3}$	3
Lättbetong		600 - 1300	$800 \cdot 10^{-3}$	6
Betong 300kg Cement / m ³ VCT = 0,6		2100	$0,0009 \cdot 10^{-3}$	3
Lättklinkerbetong		600	$1200 \cdot 10^{-3}$	3
Lättklinkerbädd 8 - 16 mm korn		-	$16000 \cdot 10^{-3}$	2

Trä och träbaserade skivmaterial	Tjocklek	Densitet	k_a	k_a	Referens
	[mm]	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$	$\left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}} \right]$	$\left[\frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}} \right]$	
Tall	-	530	-	$0,00002 \cdot 10^{-3}$	3
Gran vinkelrätt fibrerna	-	410	-	$0,00004 \cdot 10^{-3}$	4
Gran parallellt fibrerna	-	450	-	$0,02 \cdot 10^{-3}$	4
Plywood (3 ply)	9,5	-	$< 0,3 \cdot 10^{-3}$		8
K-plywood	-	-	$4 \cdot 10^{-3}$		2
Spånskiva	12,7	-	$0,7 \cdot 10^{-3}$		8
Hård träfiberskiva	3	960	$0,3 \cdot 10^{-3}$		7
Medelhård	12,1	610	$2,5 \cdot 10^{-3}$		7
Porös träfiberskiva	20	280	$35 \cdot 10^{-3}$		4
Asfaltimpregnerad träfiberskiva	-	-	-	$0,94 \cdot 10^{-3}$	3
Asfaltimpregnerad träfiberskiva	-	-	-	$0,42 \cdot 10^{-3}$	3
Asfaltimpregnerad porös träfiberskiva	13	-	$80 \cdot 10^{-3}$		2
Asfaltimpregnerad porös träfiberskiva	12,5	-	$1 \cdot 10^{-3}$		5
Träflisboard	11	-	$0,5 \cdot 10^{-3}$		8
Träflisboard	16	-	$0,3 \cdot 10^{-3}$		8

BILAGA A REFERENSER

- (1) Produktinformation från tillverkaren
- (2) Bankvall C, 1980: *Byggnadskonstruktioners värmeledningsförmåga*. Statens Råd för Byggnadsforskning. Stockholm.
- (3) Kronvall J, 1980: *Air flows in building components, Avdelningen för Husbyggnadsteknik*. LTH. Lund.
- (4) Kronvall J, 1996: *Byggnadsfysikens grunder*. AB Jacobson & Widmark. Teknisk rapport nr 96/2.
- (5) *Materialer til luft og dampetting*. Norge. 1989.
- (6) Kumaran K, 1996: *Heat, Air and Moisture Transfer in insulated Envelope parts*. Final Report. Task 3: Material Properties. International Energy Agency. Kanada.
- (7) Tveit A, 1966: *Measurements of moisture sorption and moisture permeability of porous materials*. Norge.
- (8) Bumbaru D, Jutras R och Patenaude A, 1988: *Air permeance of building materials*. Canada Mortgage and Housing Corporation. Kanada.
- (9) Svensk Byggekatalog

BILAGA B:

ÅNGGENOMGÅNGSMOTSTÅND FÖR OLIKA SKIKT OCH MATERIAL

ånggenomgångsmotstånd

Referenser

$$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}} \right]$$

Ekofiber Vindtät, polyolefinväv	$2,7 \cdot 10^3$	I
Gullfiber Vindskydd	$0,9 \cdot 10^3$	I
Gyproc gipsskiva GN13	$3-4,5 \cdot 10^3$	I
Gyproc Utegipsskiva GU9	$2,7-3,5 \cdot 10^3$	2
Icopal Windy, plastfiberduk	$20 \cdot 10^3$	I
Icopal Vesta, väggpapp	$36 \cdot 10^3$	I
Karlit grön vindskiva, träfiberskiva	$2,4 \cdot 10^3$	I
Karlit asfaltboard, träfiberskiva	$5 \cdot 10^3$	I
Mataki vindskydd, plastfiberduk	$9 \cdot 10^3$	I
Mataki byggpapp 567	$30000 \cdot 10^3$	I
Rockwool Vindtät, plastfiberduk	$<10 \cdot 10^3$	I
Trebolit AC 350, väggpapp	$20 \cdot 10^3$	I
Tetofol, väggpapp	$16 \cdot 10^3$	I
träfiberskiva, halvhård 10 mm	$8-15 \cdot 10^3$	3
träfiberskiva, oljehärdad 3,5 mm	$20-70 \cdot 10^3$	3
fibercementskiva, 6 mm	$8-21 \cdot 10^3$	3
plywood, 7 mm	$2-35 \cdot 10^3$	3
Isofol plastfolie	$4500 \cdot 10^3$	I
Polynova plastfolie	$>2500 \cdot 10^3$	I
Tenotät plastfolie	$3300 \cdot 10^3$	I

BILAGA B REFERENSER

- (1) Produktinformation från tillverkaren
- (2) Mattsson P-O, 1996: *Gyproc gipsskivor med ångspärrfunktion i lätta ytterkonstruktioner*. Gyproc Nytt 3 1996.
- (3) Elmarsson B och Nevander L E, 1994: *Fukthandboken*. ISBN 91-7332-716-6. Svensk Byggtjänst. Stockholm.

God lufttätthet

En guide för arkitekter, projektörer och entreprenörer

God lufttätning i byggnader är viktigt bland annat för att:

- ge god komfort för de boende
- hushålla med energi
- kontrollera ventilationen
- och minska risken för fuktskador.

I boken redovisas varför god lufttätthet är en viktig egenskap hos en byggnad, vilka material som kan användas, exempel på tätningstekniker, teorier för beräkning av luftläckning samt hur luftläckning mäts. Ett avslutande kapitel behandlar kvalitetssäkring av lufttätningsfunktionen och innehåller "kom-ihåg-listor" för projektörer, byggentreprenörer samt el- och vvs-entreprenörer.



BYGGFORSKNINGSRÅDET

SBUF

SVENSKA BYGGBRANSCHENS UTVECKLINGSFOND

T5:1998

ISBN 91-540-5809-0

Byggeforskningsrådet, Stockholm

Art nr: 6838005

Distribution:

Svensk Byggtjänst, 113 87 Stockholm

Tel: 08-4571100

Fax 08-4571198