

3/67

ANKOMST 6. JULI

INSTITUTIONEN FÖR BYGGNADSVETENSKAP

Per-Olof Nylund:

VINDTÄTHET HOS FLERSKIKTVÄGGAR

Eftertryck ur tidskriften Byggmästaren 11:1966

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

VINDTÄTHET HOS FLERSKIKTVÄGGAR¹

Av civilingenjör SVR Per-Olof Nylund²

UDK 699.83:69.022.3
TUS 822.3

Med flerskiktväggar avses i det följande ytterväggar bestående av en tunn fasadbeklädnad, en utåt ventilerad luftspalt och innanför denna en tunn beklädnad, vanligen av papp, asbestcementcellulosafiber eller en kombination av papp och asbestcementcellulosafiber. Bakom denna beklädnad placeras värmeisoleringen, som ofta består av mineralullsskivor inpassade i facken mellan de regler som utgör väggelementets stomme. Värmeisoleringen begränsas inåt av ett skikt med högt diffusionsmotstånd och innanför detta finns en invändig beklädnad av varierande material eller materialkombinationer.

VINDTÄTHET

Begreppet vindtätethet får något olika innebörd beroende på vilka former av luftinträning som avses. Två typer av luftläckage kan särskiljas.

Vid vind mot en fasad uppträder en tryckskillnad mellan väggens ut- och insida. Denna tryckskillnad kan driva en luftström tvärs igenom väggen utifrån och in. Tätheten mot en sådan luftström är sammansatt av tätheterna hos samtliga material innanför den ventilerade luftspalten, varvid en ansevärd andel utgörs av diffusionsspärrens täthet.

En annan form av luftläckage kan uppträda om det förekommer tryckskillnader parallellt med väggens plan. Sådana tryckskillnader uppträder vid fasadytan beroende på strömningsförhållanden runt en byggnad. Då den yttre fasadbeklädnaden inte är hermetiskt tillsluten fortplantar sig sådana tryckskillnader in till utrymmet bakom fasadbeklädnaden.

För att förhindra att dessa tryckskillnader förorsakar luftströmmar i luftgenomsläppliga material, vilket avsevärt kan reducera värmeisoleringens effekt [1], förses värmeisoleringen på utsidan med ett tätande skikt som helst bör vara styvt. Då i det följande uttrycken vindtätande skikt eller vindtätning används avses detta skikt.

Det vindtätande skiktet förhindrar luftläckage av båda ovan nämnda slag. Dess placering bestäms med hänsyn till den sistnämnda typen av luftläckage.

UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

I det följande kommer att redovisas några resultat från undersökningar av fogar för den speciella typ av flerskiktvägg som har vindtätande skikt av asbestcementcellulosafiber och där väggstommen utgörs av träreglar. Sådana väggar, både platstillverkade och prefabricerade, har utförts i ett stort antal fall.

Infästningen till stommen utförs vanligen så att väggarna inpassas i de öppningar som bildas av bjälklagskanter och tvärväggar (fig. 1). Mellan väggelementens kantreglar och angränsande stomdelar tätas vanligen med drev. I en del fall dras den vindtätande beklädnaden förbi bjälklagskanter och tvärväggar (fig. 1 a). I andra fall upphör den vindtätande beklädnaden vid anslutningsfogen (fig. 1 b).

I många fall har olägenheter i form av drag, kalla väggytor och regnvattengenomslag inträffat. Läckage uppträder då som regel vid anslutningsfogarna, där risken är större än för det övriga väggfältet, eftersom det diffusionshinderande och ofta även det vindtäta skiktet upphör vid fogen.

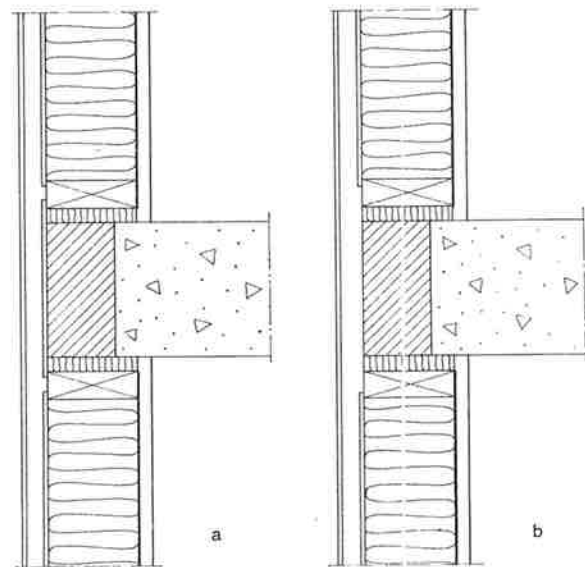


Fig. 1. Infästning av flerskiktvägg med vindtätande skikt av asbestcementcellulosafiber med väggstomme av träreglar. Den vindtätande beklädnaden har dragits förbi bjälklagskanter och tvärväggar (a), upphör vid anslutningsfogen (b)

■ Fig. 1. Fastening for multi-layer wall with windproofing layer of asbestos-cement-cellulose fibre and timber studding. The windproofing cladding has been carried past the floor slab edges and cross-walls (a), ceases at the connecting joint (b)

¹ I denna artikel redovisas resultat från undersökningar som utförts med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

² Institutionen för byggnadsteknik, KTH

VINDTÄTHET HOS FLERSKIKTVÄGGAR¹

Av civilingenjör SVR Per-Olof Nylund²

UDK 699.83:69.022.3
TUS 822.3

Med flerskiktväggar avses i det följande ytterväggar bestående av en tunn fasadbeklädnad, en utåt ventilerad luftspalt och innanför denna en tunn beklädnad, vanligen av papp, asbestcementcellulosa-fiber eller en kombination av papp och asbestcementcellulosafiber. Bakom denna beklädnad placeras värmeisoleringen, som ofta består av mineralullsskivor inpassade i facken mellan de regler som utgör väggelementets stomme. Värmeisoleringen begränsas inåt av ett skikt med högt diffusionsmotstånd och innanför detta finns en invändig beklädnad av varierande material eller materialkombinationer.

VINDTÄTHET

Begreppet vindtäthet får något olika innebörd beroende på vilka former av luftinträngning som avses. Två typer av luftläckage kan särskiljas.

Vid vind mot en fasad uppträder en tryckskillnad mellan väggens ut- och insida. Denna tryckskillnad kan driva en luftström tvärs igenom väggen utifrån och in. Tätheten mot en sådan luftström är sammansatt av tätheterna hos samtliga material innanför den ventilerade luftspalten, varvid en ansevärd andel utgörs av diffusionsspärrens täthet.

En annan form av luftläckage kan uppträda om det förekommer tryckskillnader parallellt med väggens plan. Sådana tryckskillnader uppträder vid fasadytan beroende på strömningsförhållanden runt en byggnad. Då den yttre fasadbeklädnaden inte är hermetiskt tillsluten fortplantar sig sådana tryckskillnader in till utrymmet bakom fasadbeklädnaden.

För att förhindra att dessa tryckskillnader förorsakar luftströmmar i luftgenomsläppliga material, vilket avsevärt kan reducera värmeisoleringens effekt [1], förses värmeisoleringen på utsidan med ett tätande skikt som helst bör vara styvt. Då i det följande uttrycken vindtätande skikt eller vindtätning används avses detta skikt.

Det vindtätande skiktet förhindrar luftläckage av håda ovannämnda slag. Dess placering bestäms med hänsyn till den sistnämnda typen av luftläckage.

UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

I det följande kommer att redovisas några resultat från undersökningar av fogar för den speciella typ av flerskiktvägg som har vindtätande skikt av asbestcementcellulosafiber och där väggestommen utgörs av träreglar. Sådana väggar, både platstillverkade och prefabricerade, har utförts i ett stort antal fall.

Infästningen till stommen utförs vanligen så att väggarna inpassas i de öppningar som bildas av bjälklagskanter och tvärväggar (fig. 1). Mellan väggelementens kantreglar och angränsande stomdelar tätas vanligen med drev. I en del fall dras den vindtätande beklädnaden förbi bjälklagskanter och tvärväggar (fig. 1 a). I andra fall upphör den vindtätande beklädnaden vid anslutningsfogen (fig. 1 b).

I många fall har olägenheter i form av drag, kalla väggytor och regnvattengenomslag inträffat. Läckage uppträder då som regel vid anslutningsfogarna, där risken är större än för det övriga väggfältet, eftersom det diffusionshindrande och ofta även det vindtäta skiktet upphör vid fogen.

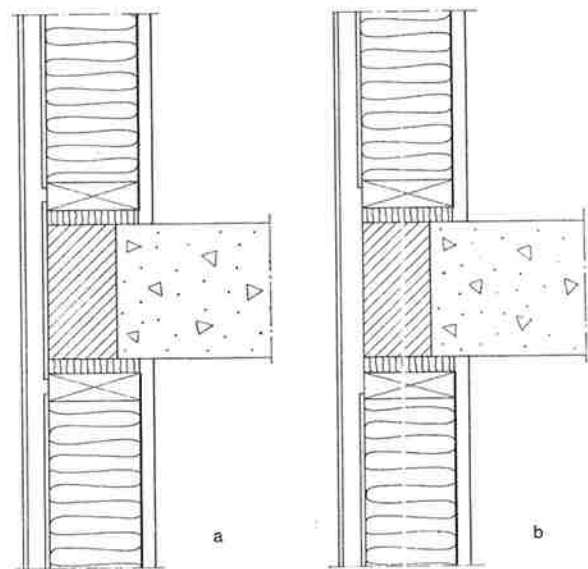


Fig. 1. Infästning av flerskiktvägg med vindtätande skikt av asbestcementcellulosafiber med väggstomme av träreglar. Den vindtätande beklädnaden har dragits förbi bjälklagskanter och tvärväggar (a), upphör vid anslutningsfogen (b)

■ Fig. 1. Fastening for multi-layer wall with windproofing layer of asbestos-cement-cellulose fibre and timber studding. The windproofing cladding has been carried past the floor slab edges and cross-walls (a), ceases at the connecting joint (b)

¹ I denna artikel redovisas resultat från undersökningar som utförts med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

² Institutionen för byggnadsteknik, KTH

Provning av vindtätethet hos spikade skarvar av internit

INTERNIT SPIKAD MOT REGEL

Vindtätheten hos fogar som består av två angränsande skivor av internit spikade mot en bakomliggande regel har undersökts. Härvid varierades spikavstånden inom ett intervall som motsvarar de vid fältundersökningen funna värdena.

Av undersökningarna framgår som väntat att tätheten tilltar med minskat avstånd mellan spikarna.

Det bör tilläggas att tätheten även påverkas av andra synnerligen svårkontrollerade faktorer. Exempelvis inverkar skevheter hos de skivor och regler som ingår i fogen. Detta gör att man får relativt stora skillnader i uppmätt täthet mellan fogar som tillverkats på exakt samma sätt och av samma material men med olika materialenheter.

I fig. 2 redovisas täthetskurvorna för en fog som först hade 20 cm spikavstånd och sedan kompletterades till 10 cm spikavstånd.

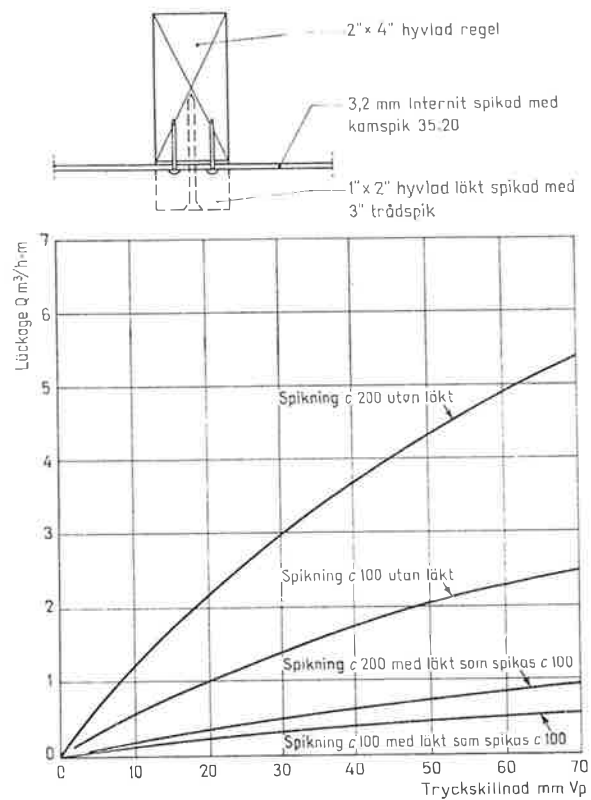
INTERNIT SPIKAD MOT REGEL OCH KLÄMD MELLAN LÄKT OCH REGEL

Vissa av de skarvar som spikas i bakomliggande regel är försedda med en läkt som spikas eller skruvas i den bakomliggande regeln. Denna läkt, som vanligen är vertikal, tjänstgör som distansläkt och fäste för den utvändiga beklädnaden. Det var av intresse att även undersöka hur tätheten ökar om skarven på detta sätt kompletteras med en läkt som ger en viss klämd anliggning åt skarvarna i den vindtätande beklädnaden.

Därför försågs spikade skarvar av internit mot regler med en hyvlad läkt 2" x 1" som spikades i reglarna. Spikavstånden varierades både när det gällde spikning av interniten och spikning av läkten. Det visade sig att vindtätheten ökade när spikavstånden för läkten minskade. Ökningen av tätheten var stor då spikavstånden minskades från 40 cm till nedåt 30 och 20 cm. När spikavstånden minskades ytterligare till värden nedåt 15 och 10 cm erhöles ingen påtaglig ökning av lufttätheten. Detta gällde oberoende av hur tätt interniten spikats i regeln. Det förefaller alltså som om det inte lönade sig att spika denna läkt alltför tätt. Fig. 2 visar hur en läkt med spikavstånd 10 cm minskat läckaget hos den tidigare beskrivna fogen.

Provning av drevade fogar

Undersökning av vindtäthet och sidokrafter för olika tätningsmaterial med varierande packningsgrad utfördes i laboratoriet. Fogarnas sidokanter bestod av hyvlad trä. Fogen och de två »väggdelarna» visas i fig. 3. Foglängden var 600 mm och fog-

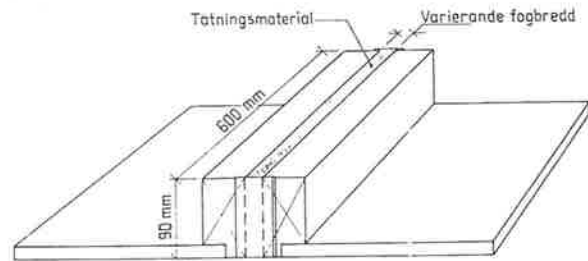


Ovan: Fig. 2. Täthetskurvor för en fog med 20 resp. 10 cm spikavstånd, med läkt och utan läkt

■ Above: Fig. 2. Windproofing curves for a joint with nails at 20 and 10 cm centres with and without battening

Nedan: Fig. 3. Vindtäthet och sidokrafter för olika tätningsmaterial med varierande packningsgrad i en fog undersöktes vid fogbredderna 5, 10, 15, 20 och 25 mm

■ Below: Fig. 3. Windproofing and side forces for different proofing materials having varying grades of compaction in a joint were studied for joint widths of 5, 10, 15, 20 and 25 mm



djupet 90 mm. Undersökningarna gjordes för fogbredderna 5, 10, 15, 20 och 25 mm.

Följande material undersöktes:

Komprimerade lister av skivor av	
Gullfiber	= 14,5 och 17 (G)
Drev av skivor av Gullfiber	= 14,5 (G)
Komprimerade lister av skivor av	
Rockwool	= 50 och 70 (R)
Drev av skivor av Rockwool	= 50 (R)
Drev » » » Laxå	= 35 (L)
Drev av jute	(J)

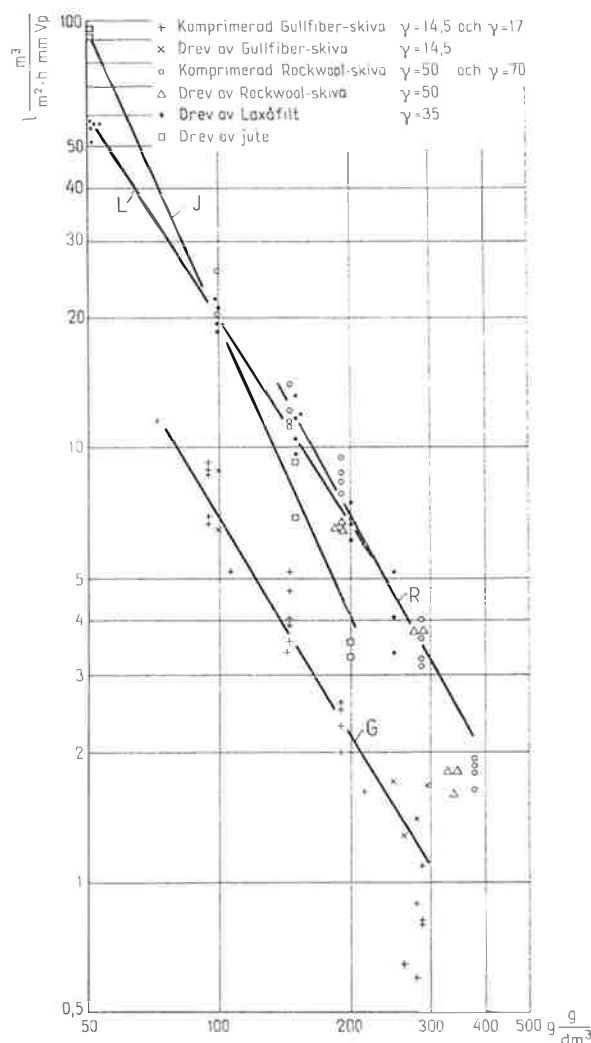


Fig. 4. Resultat från mätningar av luftgenomsläpplighet (l) för fog enligt fig. 3 med tätning av drev eller komprimerade mineralullsskivor av olika fabrikat och med varierande packningsgrad (g)

■ Fig. 4. Results of air permeability (l) for joint in fig. 3 packed with jute or compressed mineral wool slabs of different makes and with varying compaction grades

Drevning utfördes så att drev packades i olika breda fogspalter med hjälp av en spackel. Tätning med lister skedde så att listen först placerades mellan fogspaltens begränsningsytor. Därefter pressades dessa mot varandra till vissa bestämda fogbredder under samtidig ihoppresning av listen.

VINDTÄTHET

Provningarna visade att luftläckaget är laminärt. Läckaget kan därför skrivas $Q = l \cdot A \cdot \Delta p$, där $Q =$ läckage, $A =$ fogarea (produkt av fogens längd och bredd), $\Delta p =$ tryckskillnaden över fogen och $l =$ tätningsmaterialets luftgenomsläpplighet. Dessa har beräknats ur de vid provningarna uppmätta värdena.

Det visar sig att l inte beror av fogbredden. Givetvis är l beroende av fogdjupet, men det anses

inte nödvändigt att ytterligare differentiera begreppet, eftersom det vid provningarna valda fogdjupet överensstämmer med det i praktiken förekommande.

I fig. 4 redovisas resultat från mätningar av vindtäthet.

Det visade sig vid provningar av lister av isoleringsskivor att luftgenomsläpplighetstalet är oberoende av de ursprungliga, icke komprimerade skivornas volymvikt och därför kan anges som beroende endast av g , som anger mängden tätningsmaterial per fogvolym.

Av diagrammet framgår att tätheten hos komprimerade lister och drev av samma material inte skiljer sig nämnvärt åt, varför de olika materialen markerats med de räta linjerna i diagrammet.

Vid fältundersökningen av packningsgrader var för ett objekt med drev av Gullfiber medelvärdet av packningsgraden $g = 128 \text{ g/dm}^3$. Om detta värde jämförs med kurvan G för motsvarande material i diagrammet fås $l \approx 4,7$. Medelvärdet av packningsgrader för objekt med jutedrev var 71 g/dm^3 . Motsvarande jämförelse i diagrammet ger $l \approx 44$.

SIDOKRAFTER

Innan fogen med de två angränsande väggdelarna placerades i mätanordningen för mätning av luftläckage bestämdes sidokrafterna.

Fig. 5 redovisar dessa krafter för drev och komprimerade skivor av Rockwool och Gullfiber. Värdena i diagrammet avser sidokrafter per m fog med 90 mm djup. Det bör tilläggas att fogkanterna vid provningarna inte deformerades på grund av uppträdande sidokrafter.

Vindtäthet hos anslutning mellan invändig beklädnad och stomme

Den invändiga beklädnaden består ofta av gipskivor som ansluter mot betong eller puts. Ofta används även en täcklist i vinkeln mellan dessa material. Sådana anslutningar har synnerligen varierande vindtäthet beroende på beklädnadsskivornas kanträtthet, täcklistens följsamhet och den angränsande stomdelens ytjämnhet. Det synes rimligt att utföra fogarna med en täthet som är tillräcklig även utan medverkan av tätheten hos denna inre anslutning.

För att göra en bedömning av tätheten hos fogar mellan element och stomdel fordras emellertid kännedom om tätheten hos den ovan nämnda anslutningstypen. Laboratorieprov har utförts, och täthetskurvan från en provning där den under-

sökta fogen utgjordes av en gipsskiva som anslöts så tätt som möjligt mot en betongyta gjuten mot slät form redovisas i fig. 6, tätningskurva 3. I vinkeln försågs fogen med en täcklist av hyvlat trä $1/2'' \times 1''$.

TÄTHET HOS SAMMANSATTA FOGAR

Med sammansatt fog avses här en fog som är sammansatt av flera tätande anordningar — delfogar — som ligger i serie. Det är av intresse att kunna beräkna tätheten av den sammansatta fogen om man känner de ingående delfogarnas täthetskaraktistika. Därför skall här redogöras för en sådan beräkningsmetod.

Täthetskaraktistika

Täthetskaraktistikan för en fog eller en fogdetalj, dvs. sambandet mellan läckage och tryckfall, kan generellt uttryckas med formeln $Q = a \cdot \Delta p^\beta$ för en bestämd foglängd. Här betecknar Q läckagets storlek och Δp tryckfallet över fogen. Koefficienten β uttrycker typen av luftströmning, $1/2 \leq \beta \leq 1$. Värdet $\beta = 1$ anger att strömningen är laminär och värdet $\beta = 1/2$ att den är turbulent. För värden mellan $1/2$ och 1 är strömningen av labilare karaktär och kvasilaminär.

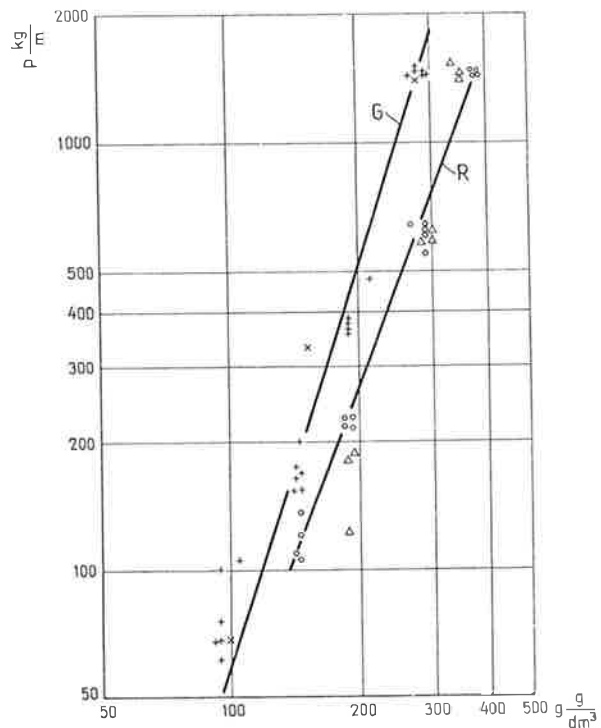
Vid laboratorieprovningarna görs uppmätning av luftläckage vid ett antal olika tryckfall (10, 20 70 mm V_p). Om värdena markeras i ett diagram och sammanbinds till en kurva fås en grafisk representation av täthetskaraktistika. Under förutsättning att läckaget är av samma strömningstyp för olika tryckskillnader kan man även ur dessa mätvärden beräkna det analytiska uttrycket $Q = a \cdot \Delta p^\beta$ genom att jämföra mätvärdena parvis. Om Q_1 och Q_2 är uppmätta läckage vid tryckfallen Δp_1 resp. Δp_2 fås:

$$Q_1 = a \cdot \Delta p_1^\beta$$

$$Q_2 = a \cdot \Delta p_2^\beta \text{ varefter ur}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \right)^\beta \text{ ett värde } \beta \text{ kan beräknas.}$$

Flera värden beräknas på samma sätt vid olika tryck inom det undersökta tryckfallsområdet. Om de olika β -värdena inte avviker nämnvärt, är detta ett tecken på att strömningen är av samma typ för det undersökta intervallet. Värdet på β kan då t. ex. beräknas som medelvärde av de beräknade värdena för β . Sedan β bestämts beräknas a . I och med detta är täthetskaraktistikan analytiskt definierad.

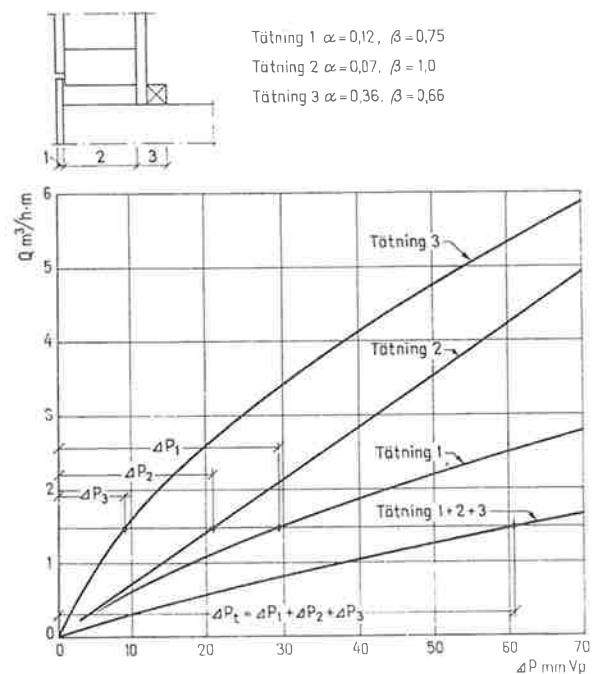


Ovan: Fig. 5. Sidokrafter (p) per m fog med 90 mm djup för drev och komprimerade mineralullsskivor av två fabrikat. (Markeringar enligt fig. 4)

■ Above: Fig. 5. Side forces (p) per m of a joint 90 mm deep for jute packing and compressed mineral wool slabs of two makes (indications according to fig. 4)

Nedan: Fig. 6. Beräkning av täthet för sammansatt fog. Delfog 1=spikad skarv i vindtät beklädnad, delfog 2=drevad spalt, delfog 3=anslutning av inre beklädnad mot stomme

■ Below: Fig. 6. Calculation of windproofing for built-up joint. Joint part 1=nailed joint in windproof cladding, part 2=packed slit, part 3=connexion between inner cladding and structural frame



Beräkning av täthetskaraktistika hos sammansatt fog

För en sammansatt fog kan man vanligen inte beräkna tätheten genom någon enkel summering av de ingående delfogarnas tätheter, eftersom dessa vanligen har olika strömningstyp, dvs. har olika värden för de olika delfogarna. I det följande anges en analytisk och en grafisk metod för att beräkna täthetskaraktistikan hos en sammansatt fog.

ANALYTISK LÖSNING

En fog antas sammansatt av delfogarna 1, 2, 3, . . . n, vilkas täthetskaraktistika förutsätts vara definierade analytiskt. Detta ger följande samband:

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta p_1^{\beta_1}$$

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta p_2^{\beta_2}$$

$$Q_n = \alpha_n \cdot \Delta p_n^{\beta_n}$$

Eftersom de olika delfogarna ligger i serie gäller även att

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots Q_n$$

Om strömningen sker utan tryckförlust vid övergång från ett delmotstånd till ett annat, vilket konstaterats vid provningar, gäller:

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots \Delta p_n = \Delta p_t$$

Här är Δp_t det totala tryckfallet över den sammansatta fogen.

För olika värden på Δp_t kan Q beräknas ur dessa samband. Beräkning kan ske genom passningsförfarande.

GRAFISK LÖSNING — EXEMPEL PÅ ANSLUTNINGSGOG FÖR FLERSKIKTVÄGG

Fördelen med den grafiska lösningen är att den är mindre tidsödande. Vidare behövs inte de analytiska uttrycken för läckagen. Det räcker med att rita upp sambanden mellan läckage och tryckfall för de ingående delfogarna.

Lösningen demonstreras i fig. 6, som samtidigt utgör exempel på beräkning av tätheten hos den tidigare beskrivna typen av anslutningsfog mellan regelvägg och stomme.

Anslutningsfogen tänks sammansatt av en spikad skarv i den vindtätande beklädnaden, som består av skivor av asbestcementcellulosafiber. Mellan elementets kantregel och stommen finns drevad spalt. Längst in i fogen finns en anslutning mellan gipsskiva och stomme samt en täcklist av trä.

För dessa delfogar gäller följande karakteristika.

Delfog 1 — spikad skarv

Skarven antas utförd med ett spikavstånd av $c = 13$ cm, vilket överensstämmer med det vid fältundersökningarna funna medelvärdet. Täthetskaraktistikan för denna skarv definieras analytiskt med uttrycket

$$Q = 0,12 \cdot \Delta p^{0,75}$$

Delfog 2 — drevad spalt

Spalten antas vara 15 mm bred, vilket överensstämmer väl med resultat från fältundersökningar. Den antas drevad med Gullfiber och med en packningsgrad av $g = 130$ g/dm³, vilket överensstämmer med medelvärdet från fältundersökning. För denna packningsgrad fås enl. fig. 4 $l = 4,7$.

Täthetskaraktistikan definieras därvid av uttrycket

$$Q = 4,7 \cdot 0,015 \cdot \Delta p = 0,071 \Delta p$$

Delfog 3 — anslutning av inre beklädnad mot stomme

Vid provning erhöles för en sådan anslutning läckaget

$$Q = 0,36 \cdot \Delta p^{0,66}$$

Täthetskurvorna för delfogarna har redovisats i fig. 6.

Täthet hos sammansatt fog

Täthetskurvan för den sammansatta fogen fås på sätt som anges i fig. 6.

För en horisontell linje i diagrammet, dvs. för ett godtyckligt läckage, görs en summering av tryckskillnaderna över delfogarna. Genom att upprepa detta ytterligare några gånger och sammanbinda de erhållna punkterna fås täthetskurvan för den sammansatta fogen.

KOMMENTARER — JÄMFÖRELSE MED NKB:S FÖRSLAG

Tätheten hos den sammansatta fogen i tidigare exempel kan, med hänsyn till att fogutförandet anpassats till praktiskt funna förhållanden, anses vara normal för anslutningsfogar av denna typ.

Det kan därför vara motiverat med några ytterligare kommentarer.

Tyvärr finns för närvarande inga bestämmelser som anger tillåtna luftläckage genom fogar. Där emot har Nordiska kommittén för byggnadsbestämmelser presenterat ett förslag till bestämmelser för lätta icke bärande ytterväggar, i vilket anges krav beträffande jämnt fördelat luftläckage genom ytterväggar [2].

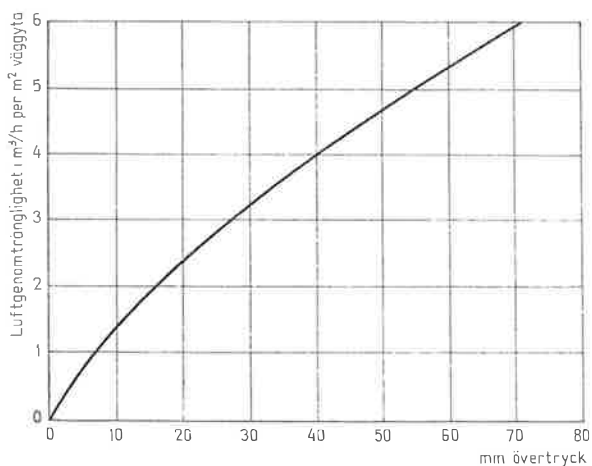


Fig. 7. Kravkurva enligt förslag av Nordiska kommittén för byggnadsbestämmelser avseende läckage i den fasta delen av en vägg, innefattande de fogar som förekommer i väggkonstruktionen

■ Fig. 7. Diagram showing minimum requirements proposed by Nordic Committee for Building Regulations for maximum leakage in the fixed part of the wall including the joints in the wall fabric

I förslaget redovisas en kravkurva (fig. 7), som avser läckage i den fasta delen av väggen och innefattar de fogar som förekommer i väggkonstruktionen. Vidare anges att läckaget skall vara jämnt fördelat och inte uppträda punktvis. För t. ex. $\Delta p = 50$ mm får läckaget inte överstiga $4,7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

För att relatera läckaget för anslutningsfogen i det tidigare exemplet till NKB:s krav antas att ett väggelement med formatet $2,6 \times 3$ m runt om är försett med anslutningsfogar enligt exemplet.

Den sammanlagda foglängden $= 2 (2,6 + 3,0) = 11,2$ m. Väggytan $= 2,6 \cdot 3,0 = 7,8 \text{ m}^2$.

Ur fig. 6 erhålls för t. ex. tryckskillnaden $\Delta p = 50$ mm Vp ett läckage $Q = 1,3 \text{ m}^3$ per meter fog och timme.

Det totala läckaget genom fogarna blir $11,2 \cdot 1,3 = 14,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Om detta »slås ut» på hela väggen fås $14,6/7,8 = 1,9 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Om den yttre vindskyddande beklädnaden saknas i fogområdet blir motsvarande siffra $= 3,4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Det linjeläckage som uppträder vid anslutningsfogarna måste från boendesynpunkt vara ogynnsammare än jämnt fördelat läckage som avses i NKB:s kravkurva.

Vidare skall enl. NKB:s rekommendation läckage genom fogar mellan fönsterkarmar och vägg samt genom övriga fogar och otätheter i väggen inrymmas i det läckage som motsvaras av kravkurvan.

Det torde vara klart att en anslutningsfog som saknar yttre vindskydd, vilket är det vanligaste utförandet i praktiken, inte har tillfredsställande täthet. (Linjeläckage $3,4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ är tillsammans med övriga i väggen uppträdande läckage ogynnsammare än jämnt fördelat läckage av $4,7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.)

Den vindtätande beklädnaden bör därför dras förbi stomdelen i fogområdet eller på annat sätt kompletteras i fogområdet.

Det är även osäkert om den i exemplet beskrivna anslutningsfogen, som är försedd med spikad skarv i den vindtätande beklädnaden, är tillfredsställande ($1,9 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ mot $4,7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$).

Ett lämpligt sätt förefaller vara att försegla de spikade skarvarna med lämplig tape, vilket även utförts i praktiken. Metoden har den fördelen att utförandet är lätt att kontrollera.

SAMMANFATTNING

Ovanstående jämförelser mellan läckage och förslag till bestämmelser kan diskuteras. Emellertid bekräftas slutsatserna av att det i praktiken mycket ofta förekommit misslyckanden med den aktuella väggtypen. Bl. a. har påtagliga olägenheter i form av drag inträffat. Eftersom den är en av de icke traditionella väggtyper som har goda förutsättningar att bli tekniskt och ekonomiskt fördelaktigt är det motiverat att så långt möjligt genom omsorgsfull projektering, produktion och arbetskontroll söka försäkra sig om ett gott resultat.

Det är av samma skäl motiverat att utföra arbete i avsikt att undersöka detaljproblem som sammanhänger med vägg- och fogfunktionerna.

Det är delvis därför som väggtypen valts som undersökningsobjekt vid de studier av fogproblem som utförs vid Institutionen för byggnadsteknik, KTH. Förutom studier av fogarnas vindtäthet, vilkas resultat till en del redovisats här, har även gjorts studier av regngenomträngning i fogar.

LITTERATUR

- [1] Höglund, I: *Högisolerande ytterväggars värmemotstånd*. Handl. nr 41, Statens råd för byggnadsforskning (BFR), Stockholm 1963
- [2] *Förslag till Byggnadsbestämmelser för lätta icke bärande ytterväggar*. Nordiska kommittén för byggnadsbestämmelser. Byggmästaren nr 11, 1963
- [3] Lundström, L och Hård af Segerstad, G: Icke publicerat examensarbete, 1962
- [4] Hedlund, H och Karlberg, L O: Icke publicerat examensarbete, 1964
- [5] Hübner, P och Pettersson, B: Icke publicerat examensarbete, 1964

ENGLISH SUMMARY

Windproofing in multi-layer walls

By P-O Nylund

In the article results are given from studies of joints for the special type of multi-layer wall which has windproofing layer of asbestos cement cellulose-fiber with timber studding. Such walls, both erected in situ and prefabricated, have been erected in a great number of cases.

Fixing to the structure is usually made in such a way that the wall is formed to fill the openings made by the edges of the floor slabs and the cross walls (fig. 1). Between the edge buttons of the wall element and the structural fabric, proofing is carried out with fiber packing. In some cases the windproofing layer covers the floor slab edges and cross walls (fig. 1 a). In other cases it stops at the joint between the button and the structural fabric (fig. 1 b).

In many cases disturbances in the form of draughts, cold wall surfaces and rain-water penetration have occurred. Leakage usually occurs in the connecting joint with the structural fabric, where the risk is greater than to the rest of the wall surface, because the diffusion-preventive and often even the wind-tight layers cease at the joint.

The laboratory tests have consisted of, amongst other things, measurement of air leakage in joints and joint details. The design of the studied details has been adjusted in accordance with observations and results of field studies. These have been carried out as examination theses and have consisted of studies and recordings of proofing arrangements in a number of buildings in the Stockholm district.