

# LETTE TREVEGGERS VINDTETHET

*Av Hans Granum*



OSLO 1954

---

Særtrykk av Bygg, 1953, nr. 9  
I kommisjon: Johan Grundt Tanum Forlag

Sivilingeniør Hans Granum:

Norges byggforskningsinstitutt

## LETTE TREVEGGERES VINDTETTHET

*Norges byggforskningsinstitutt har nettopp avsluttet en undersøkelse av vindtettheten hos lette trevegger. Undersøkelsen og dens resultater blir behandlet i instituttets rapport nr 7: «Lette treveggers vindtetthet», skrevet av sivilingeniørene Granum, Svendsen og Tveit. Nedenstående artikkel er et kort utdrag av rapporten.*

DK 620.193.29 : 690.22

Vi vet at vind kan ha stor virkning på varmetapet i et hus. Mange har erfart at det kreves sterkere fyring for å holde en behagelig innetemperatur ved moderat kulde i sterk vind enn ved betydelig lavere temperatur i vindstille. Særlig er dette tilfelle for trehus. På mange steder i Norge er forholdet at det blåser sterkt i vinterhalvåret; spesielt i kyststrøkene vestpå og nordpå og høyere-liggende strøk ellers i landet. Spørsmålet om veggens vindtetthet er derfor mer aktuelt hos oss enn i de fleste andre land.

Det økte varmetapet under vind kan ha flere årsaker. Vinden vil bl. a. nedsette varmeovergangsmotstanden på veggens ytterside, og kan også under visse forhold gi årsak til kraftigere avdunsting av fuktighet fra materialene i veggoverflaten, og dermed gi økt varmetap ved at fordampningsvarmen tas fra veggen. Ingen av disse faktorer vil imidlertid spille noen virkelig stor rolle ved vanlige trevegger. Den faktor som betyr mest er det varmetap som skyldes direkte luftlekkasjer enten tvers gjennom veggen, eller inn i isolasjonslaget, slik at effektiviteten av dette blir nedsatt. En utilsiktet ventilasjon vil også foregå gjennom utette vinduer, dører, loftsluker, osv. og lekkasjene der kan sammenlagt kanskje bli større enn i selve veggene. Disse spørsmål vil imidlertid ikke bli behandlet i denne artikkel. De forsøk som hittil er utført ved Norges byggforskningsinstitutt har vært begrenset til selve veggflaten, og delvis til forholdene omkring vinduene. I en ny undersøkelse, som er planlagt, vil spørsmålet om vinduers lufttetthet bli nærmere belyst.

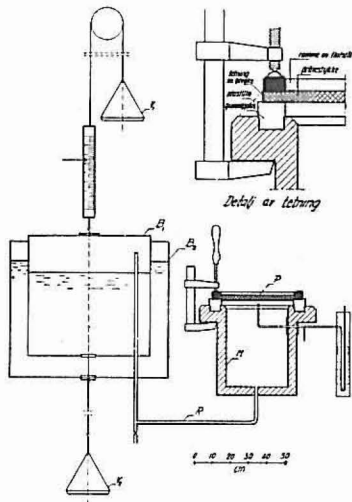
Lufttetthet hos byggmaterialer og delvis også hos bygningskonstruksjonene har tidligere vært undersøkt enkelte steder, se bl. a. *Dr. E. Raisch, München: Die Luftdurchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionsteilen. Gesundheitsingenieur. 1928 Hefte 30. 51 årgang. Side 481—489.* På grunn-

lag av det som finnes i litteraturen er det imidlertid ikke mulig å trekke noen sikre slutninger om luftgjennomgangen hos slike veggkonstruksjoner som er aktuelle hos oss, og heller ikke få noen oversikt over hvilken innflytelse de forskjellige faktorer har på tettheten.

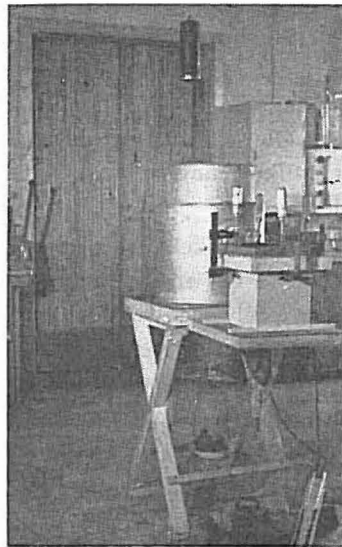
Den undersøkelse som er utført faller i to deler. Den første del er en undersøkelse av luftgjennomgangen i selve materialene uten skjøter, spikerhull eller andre forstyrrelser (kalt materialforsøk). Den andre delen er undersøkelse av luftgjennomgangen i veggfelter med oppbygging og utførelse så nøyaktig tilsvarende en vanlig yttervegg som mulig (kalt feltforsøk).

*Materialforsøkene* ble utført i et apparat som er vist på fig. 1 og 2. De materialer som ble undersøkt var forskjellige pappsorter og platematerialer. Det er ingen hensikt å undersøke trepaneler på denne måte, da tettheten ved disse så å si utelukkende avhenger av skjøter, og derfor må undersøkes i større felt. Porøse isolasjonsmaterialer har så liten lufttetthet at de heller ikke egner seg til slik undersøkelse. Resultatet av materialforsøkene fremgår av fig. 3 og tabell 1 og 2. Som tabellene viser er flere av de undersøkte pappsorter praktisk talt helt lufttette når de prøves i hele stykker uten skjøter e. l. Som vi senere skal se under omtalen av feltforsøkene, kan skjøtene bringe inn meget store endringer i bildet. Ubehandlete porøse trefiberplater slipper igjennom forholdsvis store luftmengder. Tapetsering øker tettheten lite, mens oljemaling derimot øker tettheten vesentlig, i hvertfall så lenge malingssjiktet er nytt.

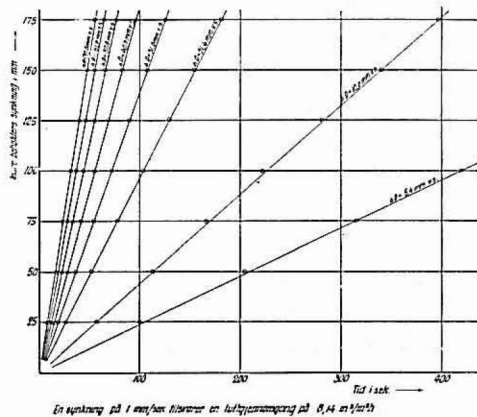
Feltforsøkene ble utført med en spesialbygd apparatur som fremgår av fig. 4 og fig. 5. Prøvefeltene ble satt inn som den ene vegg i et «skap» hvor trykket var regulerbart. Foruten det totale overtrykk over veggfeltet, ble overtrykket målt for



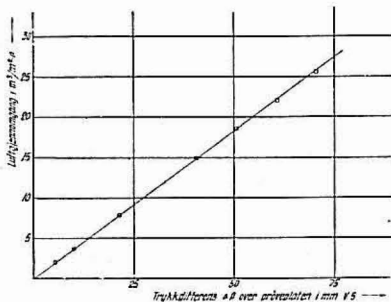
Figur 1. Skjematiske framstilling av apparat for måling av luftgjennomgang i byggematerialer



Figur 2. Apparat for måling av luftgjennomgang i byggematerialer



En måling på 1 kvadratmeter av luftgjennomgang på 0,44 m<sup>2</sup>/sek



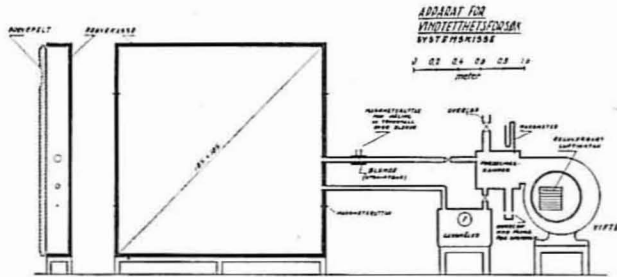
Figur 3. Luftgjennomgang i 20 mm porose trefiberplater, romvekt 270 kg/m<sup>2</sup>.

Materiale	Fabrikk	Tykkelse mm	Luftgj. gang m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> h mm VS
Poros plate, ubeh. Gj.sn. 3 forsøk	Nostex	12,5	0,540
Poros plate, ubeh. Gj.sn. 4 forsøk	Nostex	20,0	0,337
Poros plate, ubeh. Gj.sn. 2 forsøk	Brumunit	12,5	0,653
Poros plate, ubeh. Gj.sn. 2 forsøk	Brumunit	20,0	0,662
Poros plate 15 % asfaltimpr. Gj.sn. 2 forsøk	Nostex	12,5	0,824
Poros plate 30 % asfaltimpr. Gj.sn. 2 forsøk	Nostex	12,5	0,563
Poros plate 50 % asfaltimpr. Gj.sn. 2 forsøk	Nostex	12,5	0,548
Poros plate med limsetting og 3 strok oljemaling 1 forsøk	Nostex	20,0	0,00134
Poros plate med limsetting og 3 strok oljemaling synlig riss 1 forsøk	Nostex	20,0	0,00387
Poros plate med limsetting og 3 strok oljemaling synlig riss 1 forsøk	Nostex	20,0	0,0162
Poros plate med tapet	—	20,0	0,0864
Poros plate 15 % asfaltlimt Gj.sn. 2 forsøk	Brumunit	12,5	0,646
Hard plate 1 forsøk	Brumunit	3,5	0,00269
1 1/2" halplate 1 forsøk	Ski	37,5	0,052
3" halplate 1 forsøk	Ski	50,0	0,0256

Tabell 1. Luftgjennomgang i trefiberplater.

Materiale	Fabrikk	Luftgj. gang m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> h mm VS
Cellulosepapp 3 kg 1 lag	Nodest	5,73
Cellulosepapp 3 kg 2 lag	Nodest	2,76
Ullpapp 5 kg 1 lag	Fjeldhammer	2,30
—, — 5 kg 2 lag	—, —	1,05
Bamlepapp	Herre	1,35
Ranheim Kraft 12 kg	Ranheim	0,168
Isbjørn, 1 lag	Ranheim	0,103
—, —, 2 lag	—, —	0,044
Forhudningspapp 9 kg	Fjeldhammer	0,0043
—, — 7 "	Kongsten	0,0021
—, — 7 "	Fett	0,0015
Dovre 3, 12 kg	Nodest	0,0015
Reflexpapp	Moss	0,0015
Malerpapp med 3 strok linoljemaling	—	0,0014
Diffusjonstett papp	Fjeldhammer	0,0012
Alukraft	Herre	0,0003

Tabell 2. Luftgjennomgang i papp.



Figur 4 og 5. Skjematisk framstilling og foto av apparat for vindtetthetsforsøk med hele veggfelter. Små luftmengder måles ved at luften passerer en gassmåler, større luftmengder måles ved passasje over en blende.

hvert enkelt materialsjikt i veggen. På denne måten fikk man et bilde av hvilken betydning for tettheten de forskjellige sjikt har i forhold til hverandre.

Fig. 6 og 7 viser et eksempel på veggfeltenes konstruksjon. Plateskjøter og pappskjøter ble lagt slik at de så nær som mulig tilsvare forholdene i en virkelig vegg. Foruten hele veggfelter av type som vist på fig. 6 og 7 ble også undersøkt veggfelter med bjelkelagsåpninger, se fig. 8 og med vinduer, se fig. 9.

Både materialforsøkene og feltforsøkene er kjørt med et totalt overtrykk, varierende fra 0 og til 70 mm vannsøyle. Et overtrykk på 70 mm på luvart vegg tilsvare vindhastighet (momentanverdi) på ca 33 m/sek. (Se fig. 10). Vinden ute i naturen skifter stadig i intensitet. Byger med hastighet inntil 33 m/sek vil normalt opptre når vindstyrken målt på vanlig måte som gjennomsnitt over 10 min. er full storm, dvs. ca 21—25 m/sek. Mange steder i landet vil derfor overtrykket på en vegg bli 70 mm VS eller mer, flere ganger i årets løp.

Ved nesten alle forsøk har det vist seg at luftgjennomgangen gjennom veggfeltene ikke øker proporsjonalt med overtrykket, men noe langsom-

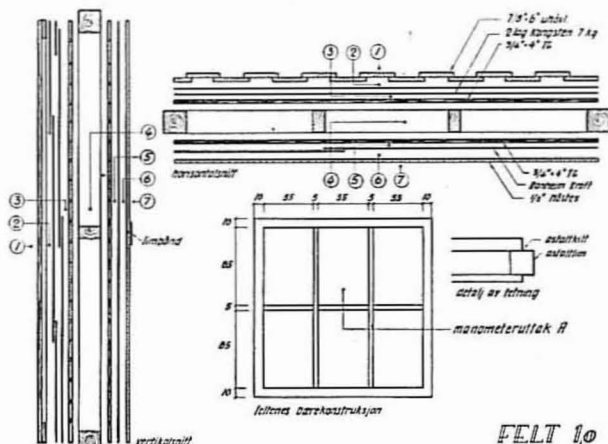
mere. For å gi lett oversikt over forholdene er luftgjennomgangen, beregnet i  $m^3$  pr  $m^2$  veggflate og time, tegnet opp som funksjon av overtrykket. I fig. 11—13 er gjengitt en del slike kurver for hele veggfelt. Fig. 14 viser tilsvarende kurver for veggfelt med bjelkelagsåpning og fig. 15 for veggfelt med vindu.

Det viser seg at vanlige porøse isolasjonsmaterialer og trepaneler ikke gir noen større tetning mot luftgjennomgang. Selv om panel er høvlet og pløyd, slipper det luften forholdsvis lett igjennom. Kledningsplater innvendig kan gi god tetning, men i de fleste tilfelle er papplagene de eneste virkelig tette sjikt i veggen. Papplagenes tettende virkning er i høyeste grad avhengig av hvordan skjotene utføres.

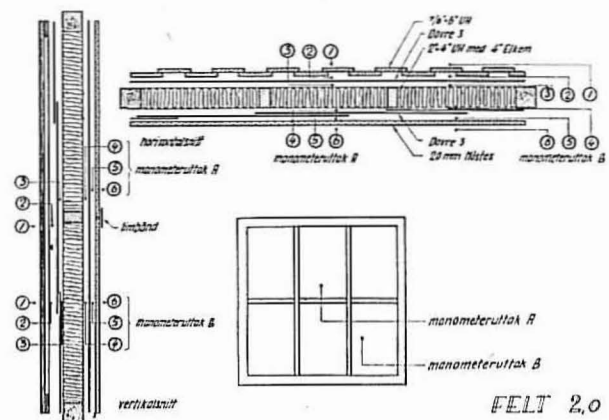
Ved å sammenholde resultatene av materialforsøkene, kan man få nøyere oversikt over betydningen av skjøter, rifter, spikerhull, etc. i papplagene. Når man kjenner luftgjennomgangen i et veggfelt, og samtidig kjenner trykkfallet over hvert enkelt sjikt, kan f. eks. for papplagene beregnes et «luftgjennomgangstall» uttrykt i

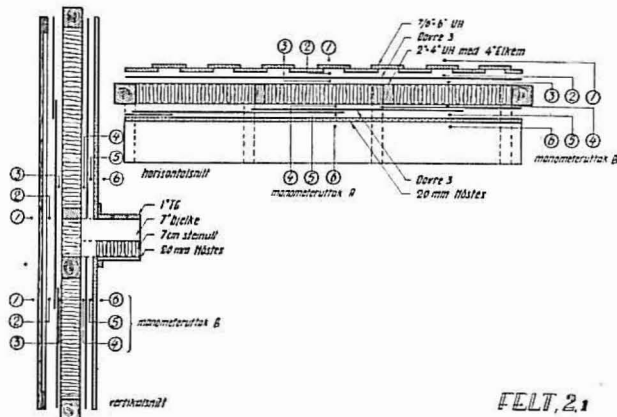
$$\frac{m^3}{m^2 \text{ h mm VS}}$$

på samme måte som man kan regne ut tilsvarende tall for uskjøtte materialstykker for materialforsøkene.

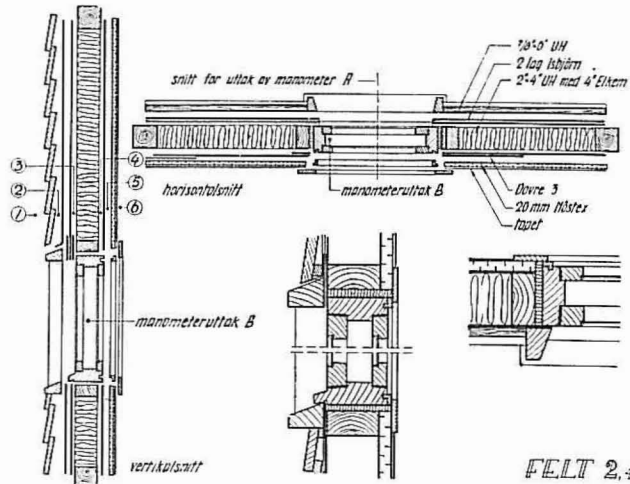


Figur 6 og 7. Eksempel på undersøkte veggkonstruksjoner. Konstruksjonene er for tydelighets skyld tegnet med de forskjellige sjikt i veggene trukket ut fra hverandre. Plaseringen av manometeruttakene er nummerert fra 1 til 7, resp. 1 til 6.





Figur 8 og 9. Eksempel på undersøkt veggkonstruksjon med opplegg for bjelkelag — til venstre, og med vindusåpning — til høyre. Konstruksjonene er for tydelighets skyld tegnet med de forskjellige sjikt i veggene trukket ut fra hverandre. Plasingen av manometeruttakene er nummerert fra 1 til 6.



FELT 2,4

For en bestemt 12 kg asfaltpapp (800 g/m<sup>2</sup>) ga materialforsøkene for samme papp med klemte omleggsskjøter en gjennomsnittlig

$$k_c = \text{ca } 0,057 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ h mm VS}}$$

og for papp med åpne omleggsskjøter

$$k_c = \text{ca } 1,0 - 10,0 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ h mm VS}}$$

Ved denne pappen er altså luftgjennomgangen i sjikt med klemte overlappskjøter ca 40 ganger større enn ved uskjøtte pappstykker. Og for sjikt med åpne overlappskjøter flere tusen ganger større.

«Skjøtvirkningen» avhenger særlig av pappens art, og av klemvirkningen. Er pappen myk og har et finkornet overflatebelegg, er det lettere å få god tetning i en klemt skjøt enn med en stiv papp med mer grovkornet overflate. Det har stor betydning at underlaget ved skjøten er jevnt og solid utført, og at spikringen er omhyggelig. Høvlet bindingsverk gir bedre tetning enn uhøvlet. Skjøter direkte over stendere eller losholter gir bedre tetning enn skjøter lagt vilkårlig på et underlag av

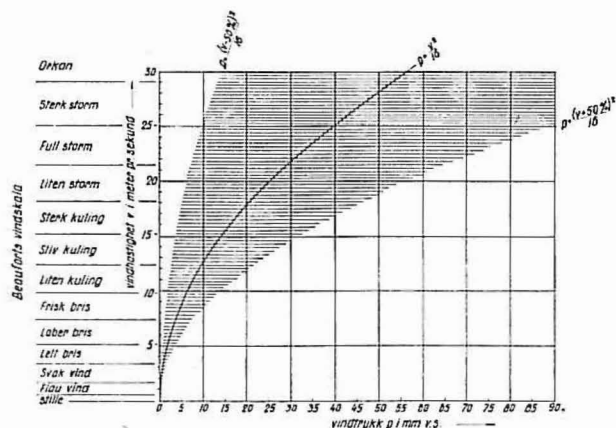
rupanel. Derimot ser det ikke ut til at selve omleggets bredde spiller så stor rolle, når det bare er minst en tomme eller to, og klemvirkningen er god. De forskjellige kledningsmaterialer gir høyst varierende klemvirkning. Tømmermannspanel vil f. eks. være lite effektivt med mindre pappskjøtene ligger vertikalt og det kommer en underligger direkte på skjøten. En forholdsvis stiv plate med litt ujevn bakside, slik som en halmplate, gir dårligere klemvirkning enn en tykk, porøs fiberplate om begge spikres likt. Det har stor betydning at spikringen er lett og omhyggelig utført. Hvis en bruker rå materialer vil de senere krympe under uttørringen. Da reduseres klemvirkningen i skjøten og lekkasjen øker tilsvarende.

På grunn av skjøtvirkningen har det for papplag med vanlige klemte overlappskjøter liten betydning for hele sjiktets tetthet å øke selve pappens tetthet ut over en bestemt grense. Denne grense vil grovt regnet tilsvare et luftgjennomgangstall av størrelsesorden

$$k_c = 0,01 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ h mm VS}}$$

men avhenger selvsagt av pappens art og klemvirkningen. Selv om pappen var absolutt lufttett, ville skjøtelekkasjene allikevel gjøre at den samlede luftgjennomgang ikke ville endres nevneverdig, så lenge pappens tetthet bare er større enn den nevnte grenseverdi. For papp som skal legges utvendig med åpne overlappskjøter er tettheten av selve pappen i praksis uten betydning. Ønsker man å legge et papplag utvendig med klemte skjøter, må man sikre seg at pappen er tilstrekkelig lufttett i seg selv, ellers kan luftgjennomgangen allikevel bli stor. En slik papp bør derfor minst ha et luftgjennomgangstall av størrelsesorden

$$k_c = 0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ h mm VS}}$$



Figur 10. Figuren viser sammenhengen mellom vindhastigheter og lufttrykk.

Veggfelt 10

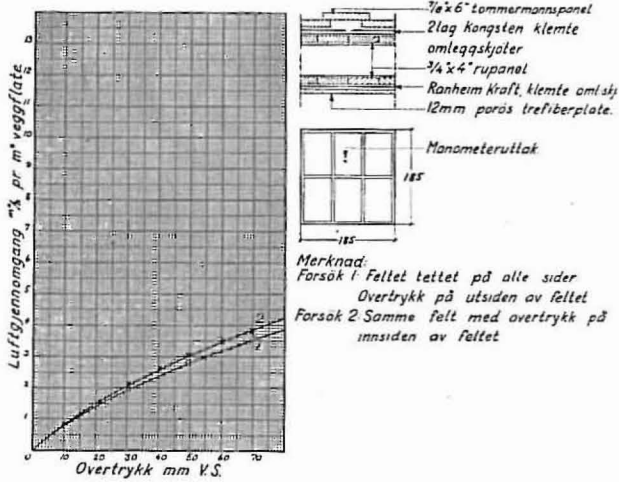


Fig. 11. Luftgjennomgang i veggfelt. Tradisjonell veggkonstruksjon. 3 lag panel og 1 lag plate.

Veggfelt 21

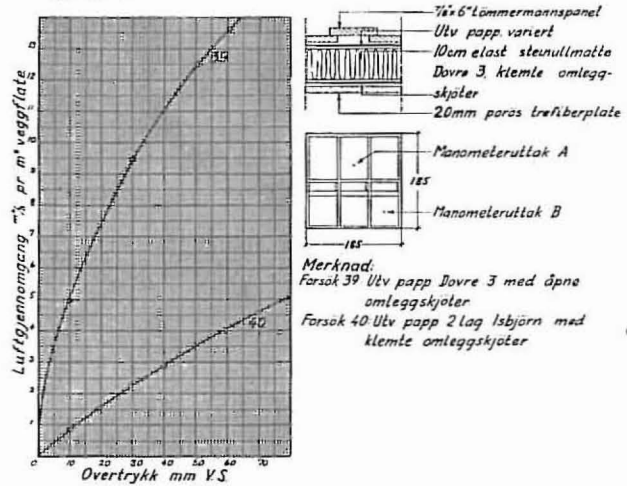


Fig. 14. Forbedring av lufttettheten ved å bruke papp med klemte skjoter utvendig. Bjelkelagsfelt.

Veggfelt 20

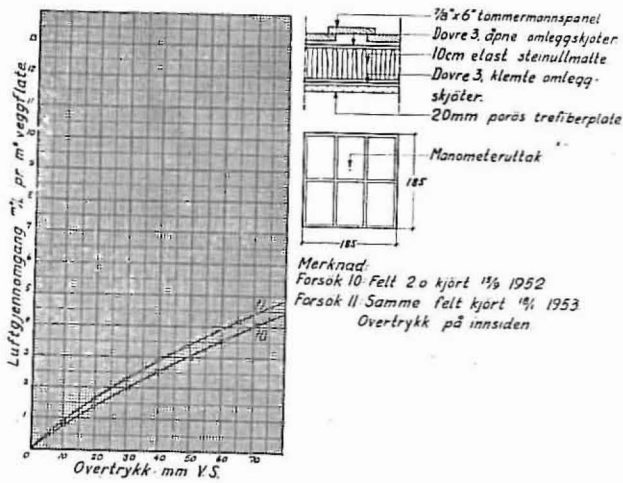


Fig. 12. Luftgjennomgang i veggfelt. Moderne, lett konstruksjon. 1 lag utvendig panel. Fiberplate innvendig.

Veggfelt 24

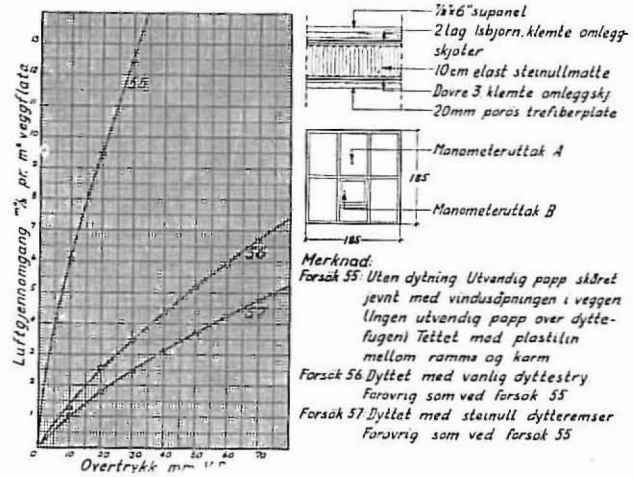


Fig. 15. Luftgjennomgang i veggfelt med lite vindu. Forskjellige former for dytning.

Veggfelt 20a

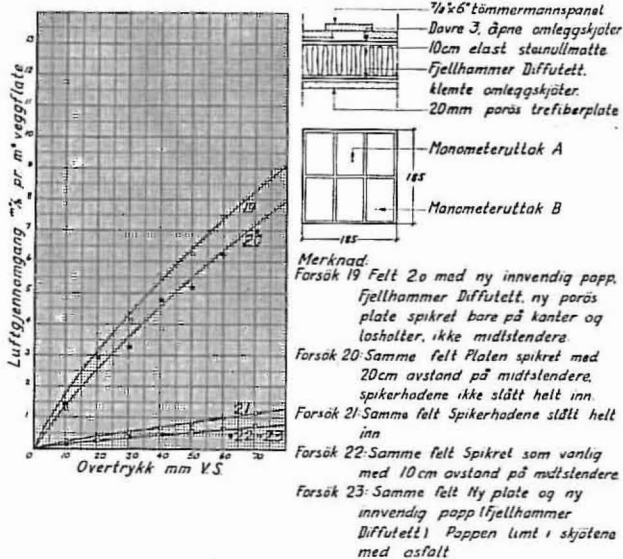


Fig. 13. Virkningen av forskjellig spikring over pappskjoter innvendig.

Veggfelt 21

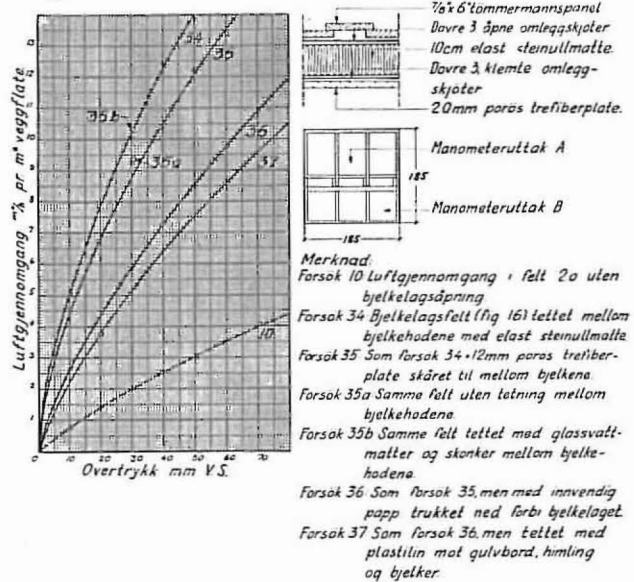


Fig. 16. Forsøk med forskjellig slags tetning mellom bjelkehodene fra innsiden.

Hvis pappen i seg selv har større lekkasje enn dette, vil luftgjennomgangen bli betydelig selv om det brukes klemte skjøter.

For å få en viss oversikt over de luftbevegelser som kan oppstå i veggens plan, er luftgjennomgangen i feltene studert med og uten tetning på feltets sidekanter. Forsøkene tyder på at det lett kan oppstå luftbevegelser i veggens plan, selv om luften derved må passere forbi losholter og stolper som fyller mellomrommet mellom kledningene. De viser at det lett kan bli store luftlekkasjer sideveis ut i vindus- og døråpninger.

Ved bjelkeopplegg på yttervegg føres nesten alltid bjelkehodene inn i veggen til bindingsverkets ytterside. Dette må gjøres for å få skikkelig opplagring og forankring mellom vegg og bjelkelag. Der hvor bjelkelaget kommer, vil den innvendige papp og kledning bli gjennombrutt. Det vanlige er å avslutte papp og innerkledning mot overkant, respektive underkant av bjelkene. På denne måte vil bjelkeoppleggene, enten det gjelder kjellerbjelkelag, loftsbjelkelag eller mellombjelkelag, danne svake punkter for luftgjennomgangen. Hvis luften først kommer inn i bjelkelaget, vil den kunne avkjøle dette, og dessuten vil den trenge ut i rommene gjennom sprekker mellom gulvbord, under lister osv., og føles som trekk.

Forsøkene har vist at det er meget vanskelig å tette ved bjelkelagene fra veggens innside. Det ble prøvd mange metoder, fra vanlig ikubbing med planker til tetning med elastiske steinullmatter, eller glassvattmatter og fiberplater, alt med temmelig dårlig resultat, se fig. 16 (forsøk 10—34, 35, 36 og 37). Det eneste som gir virkelig effektiv tetning, er papplag med klemte overlappskjøter utvendig. Slike papplag berøres nemlig ikke av bjelkelagene, men går hele forbi disse.

På fig. 15 er gjengitt resultatene fra et par av forsøkene med vindusfelter. Forsøkene viser hvor stor betydning omhyggelig dytting har. Selv ved god dytting blir imidlertid vinduene svakere punkter enn veggen forøvrig. Best resultat blir oppnådd ved å trekke utvendig papp helt ut på karmen, kombinert med dytting. Undersøkelse av luftgjennomgangen ved vinduer vil bli fortsatt og skal derfor ikke nærmere omtales her.

De målinger som er utført, viser at det kan gå betydelige luftmengder gjennom vanlige yttervegger av tre når det blåser. Luften vil dels gå gjennom selve veggflatene, men de svakeste punktene er bjelkeoppleggene, veggens kanter og hjørner og dyttefugene omkring dører og vinduer. Ved mange veggkonstruksjoner ligger mesteparten av veggens tetning mot luftgjennomgang i det innvendige tetningslag (panel, papp, plate). Imidlertid blir i al-

mindelighet dette lag avbrutt mot bjelkelaget. Store mengder luft kan derfor lett trenge inn ved bjelkelaget. Likeens vil luft som trenger inn gjennom dyttefuger forårsake trekk rundt vinduer og dører. Gjennom disse utettheter i veggen skjer en ikke kontrollerbar luftveksling, som øker husets varmebehov.

Selv om vinden ikke trenger helt gjennom veggen, kan den allikevel virke inn på veggens varmetap. Ved vegger hvor den vesentlige tetningen ligger på bindingsverkets innerside, men hvor de ytre sjikt har liten lufttetthet, (åpne pappskjøter), kan veggens varmeisoleringssevne bli betydelig nedsatt på grunn av luftbevegelser i bindingsverkets hulrom. Ved slike vegger vil det under vindstøtene skje en oppstuing av luft inne i veggens hulrom eller isolasjonslag. Kald luft som trenger gjennom de ytre veggskjikt, blandes med den varmere luft i veggens hulrom, og det oppstår en luftstrøm utover når overtrykket på veggen avtar mellom bygene. Det oppstår altså en pumpevirkning som forårsaker en varmetransport og gir avkjøling av den innvendige veggflate. Når det blåser på veggen, kan det også oppstå en lufttransport i veggens plan. Denne varmere luft i hulrom og isolasjonslag kan fortrennes av kald luft, som gir en kraftig avkjøling av innerflaten og øker varmetapet.

I slike tilfeller blir det praktisk talt bare de innerste veggskiktene som virker varmeisolerende. Da vegger av denne konstruksjon dessuten har meget liten varmekapasitet, vil romtemperaturen under vind falle temmelig raskt når utetemperaturen avtar, selv ved forholdsvis korte vindperioder. Som eksempel kan nevnes at det under en kuldeperiode med sterk vind ved Trondheim siste vinter ble funnet rim på innvendig papp like over golv i en vegg av denne konstruksjon, tross for at veggens varmegjennomgangstall var

$$k = \text{ca } 0,30 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}}$$

Veggen hadde bare ett lag panel utvendig og papp med åpne overlappskjøter. Ved kontroll viste det seg at veggen ikke hadde skader av noen art. I stille vær var isolasjonen meget god. Rimet må derfor utelukkende skyldes gjennomblåsing av de ytre lag i veggen. I værharde strøk bør derfor det utvendige papplag legges med klemte skjøter. Pappen bør, som tidligere nevnt, ikke ha et større luftgjennomgangstall enn

$$\text{ca } 0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ h } \text{mm VS}}$$

Når papplaget utføres riktig, vil det beskytte mot gjennomblåsing av isolasjonslaget, og da vil lette konstruksjoner av denne art bevare sin ypperlige isolasjonsevne også under sterk vind.

I strøk hvor det blåser forholdsvis lite, som f. eks. mange steder på Østlandet, kan det antagelig uten større ulemper allikevel brukes åpne omleggsskjøter for utvendig papp. Årsaken til at det ytre papplag i dag fortrinnsvis legges med åpne skjøter, er at risikoen for kondens dermed blir mindre. Jo tettere den utvendige pappen er mot dampdiffusjon, desto større blir kondensfaren, og dette moment må derfor tas i betraktning ved oppleggingen av veggen. Vi har her to krav som tilsynelatende står i strid med hverandre. Det gjelder å finne en løsning som samtidig gir veggen størst mulig tetthet mot luftgjennomgang og liten risiko for kondens.

Dessverre kjenner vi lite til den virkelige diffusjonsmotstand som et skjøtelagt papp- eller plate- lag har i veggen. Det er rimelig å anta at skjøtenes utførelse og klemvirkningen også i dette tilfelle vil spille en stor rolle for motstanden. Det er imidlertid lite sannsynlig at det er noen direkte tallmessig analogi mellom et sjikts motstand mot luftgjennomgang og mot vanndampgjennomgang. Ved vanndampens vandring må det nemlig også tas hensyn til

at selve luften har en viss diffusjonsmotstand, og at det kun dreier seg om forskjellige partialtrykk, mens totaltrykket hele tiden kan være det samme.

Så lenge det ikke finnes flere opplysninger om motstanden mot vanndampdiffusjon i fuger og skjøter, er det nødvendig å kreve at det innvendige papplaget skal være ganske betydelig mer damp- tett enn det ytre lag, spesielt når dette legges med klemte skjøter. Har f. eks. den innvendige pappen 50 ganger større damdiffusjonsmotstand enn den ytre, skulle risikoen for kondens i alle tilfelle være minimal. (Det er viktigere at diffusjonsmotstanden er liten i ytre lag enn at den er spesielt stor i indre lag.) Dette krav er oppfylt f. eks. i en konstruksjon som prøvet i forsøk nr 40 (fig. 15). Det er mulig at man etter nærmere undersøkelser vil finne at kravet er unødig strengt. I USA er det således vanlig å kreve bare 10 ganger så stor damp- tetthet i indre som i ytre papplag. Men da USA har kort- varigere kuldeperioder enn vi må gjøre regning med, er det i og for seg rimelig at vi må stille strengere krav.



SUMMARY  
AIR-TIGHTNESS OF MODERN FRAME WALLS

Report No. 7 of the Norwegian Building Research Institute is presented in condensed form in this article.

It is clearly established that wind markedly effects the heat loss from a house, especially due the increased, unintentional ventilation. In some parts of Norway it blows considerably during the colder months of the year, making the air-tightness of walls a more acute problem than in most other countries.

The air-tightness of several building papers and board materials has been investigated by the Institute. Figs. 1 and 2 show the experimental set-up, whilst Fig. 3 presents the results of an individual test using 20 mm porous fibre board. A resume of the test results for fibre boards and paper appears in Tables 1 and 2, respectively.

Test surfaces 185 x 185 cm were used to study air penetration of the wall itself. Figs. 4 and 5 show the apparatus used in the study, whilst sample details from the walls tested are given in Figs. 6-9. Representative results are itemized in Figs. 11-16. From the tests it is concluded that large quantities of air can penetrate a wall.

Paper layers with pressed joints take up the greater part of the pressure differential on wall surfaces. Due the danger of diffusion, it is customary that the outside paper layer is laid with open joints, whilst the inside layer has pressed joints. The air voids in the wall, and the insulation, thus tend to fill with cold air from the outside, making the insulation illusory. Discontinuity in the paper layer occasioned by the joists presented another weak spot, where tests have shown that especially large amounts of air can penetrate.

In the sheltered inland districts, such as one finds in Eastern Norway, it should be quite satisfactory to continue with the present practice of outer paper layers with open joints. In weather-beaten, wind-swept sections, e.g. on the coast, it is advisable that the outer paper layer be laid with pressed joints. One should, however, be aware of the danger of vapour collecting due to diffusion. It is therefore desirable that the inside paper layer have a resistance to vapour diffusion about fifty times that of the outside layer.