

Raport de cercetare 810

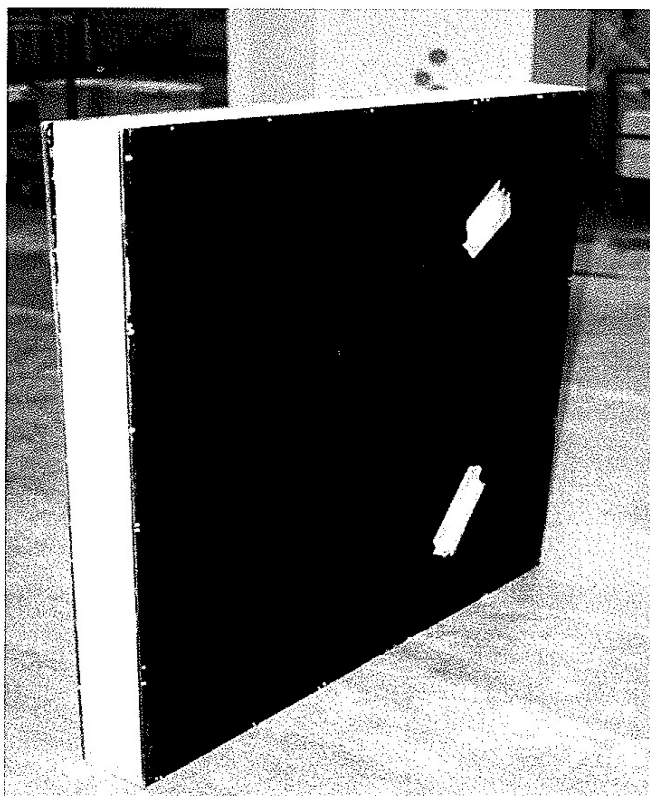
Valoarea conductivității termice a izolației celulozice

Client: Selluvilla Jouko Kiviaho

Myllytörmäntie 20

FIN – 39619 KOVELAHTI

FINLANDA



(versiunea originală finlandeză din 24 mai 1999)

(traducere 29 septembrie 2003)

1. Structura testată
2. Dispozitiv de testare
3. Procedura de testare
 - 3.1. Depozitarea elementului
 - 3.2. Structura cutiei din placaj și instalarea elementului
 - 3.3. Condițiile testului

- 3.4. Măsurători
 4. Calcularea valorilor termice
 5. Perioada de testare
 6. Rezultate
 7. Verificarea rezultatelor
- Anexa 1. Fotografii ale elementului

1. Structura testată

Izolația celulozică ce urmează a fi testată a fost suflată într-o cutie din placaj, furnizată de client către Universitatea Tehnică din Tampere (TUT).

Dimensiunile cutiei din placaj au fost de 1172 mm* 1172 mm* 123 mm. Cutia din placaj a fost realizată la Laboratorul de Inginerie Structurală (a se vedea capitolul 3.2.) și livrată clientului în vederea umplerii. Clientul a suflat în cutie izolația celulozică în fabrica proprie. O fotografie a elementului testat se află pe prima copertă.

2. Dispozitiv de testare

Dispozitivul de testare utilizat a fost dispozitivul de conductivitate termică al Laboratorului de Inginerie Structurală. El constă într-o cutie caldă calibrată, fabricată conform standardului ISO/DIS 8990 (1994) și care îndeplinește condițiile de precizie cerute de amintitul standard.

Dispozitivul este alcătuit din camere calde și reci între care este plasat specimenul de testat. Dimensiunile deschiderii unde se plasează specimenul sunt 1200 mm * 1200 mm * 300 mm. O cutie izolatoare poliuretanică joacă rolul de camera caldă. Ea se află în interiorul unei camere reci. În timpul testului, pe ambele părți ale specimenului sunt așezate defletoare. Ele protejează elementul de testat de variațiile temporare de temperatură și servesc la controlarea fluxului de aer. De asemenea, servesc la echilibrarea transmisiei termice prin radiații.

Echipamentul de măsurare și control este conectat la un calculator.

Calculatorul controlează testele și salvează automat măsurătorile. Valorile

temperaturii se măsoară la nivelul suprafețelor interioare și exterioare ale elementului de testat, în aer și la nivelul suprafeței deflectorului (9 senzori în fiecare loc). În plus, există senzori separați care controlează temperaturile interioare și exterioare (10 senzori în interior și 12 în exterior). Senzori semiconductori sunt utilizați ca senzori de temperatură. Gradul de încălzire al camerei calde, umiditatea relativă a aerului din camera caldă și camera rece și viteza fluxului de aer în proximitatea suprafețelor sunt de asemenea măsurate. Structura și componentele principale ale dispozitivului de testare sunt indicate în Figura 1. O fotografie a dispozitivului se află în anexa 1.

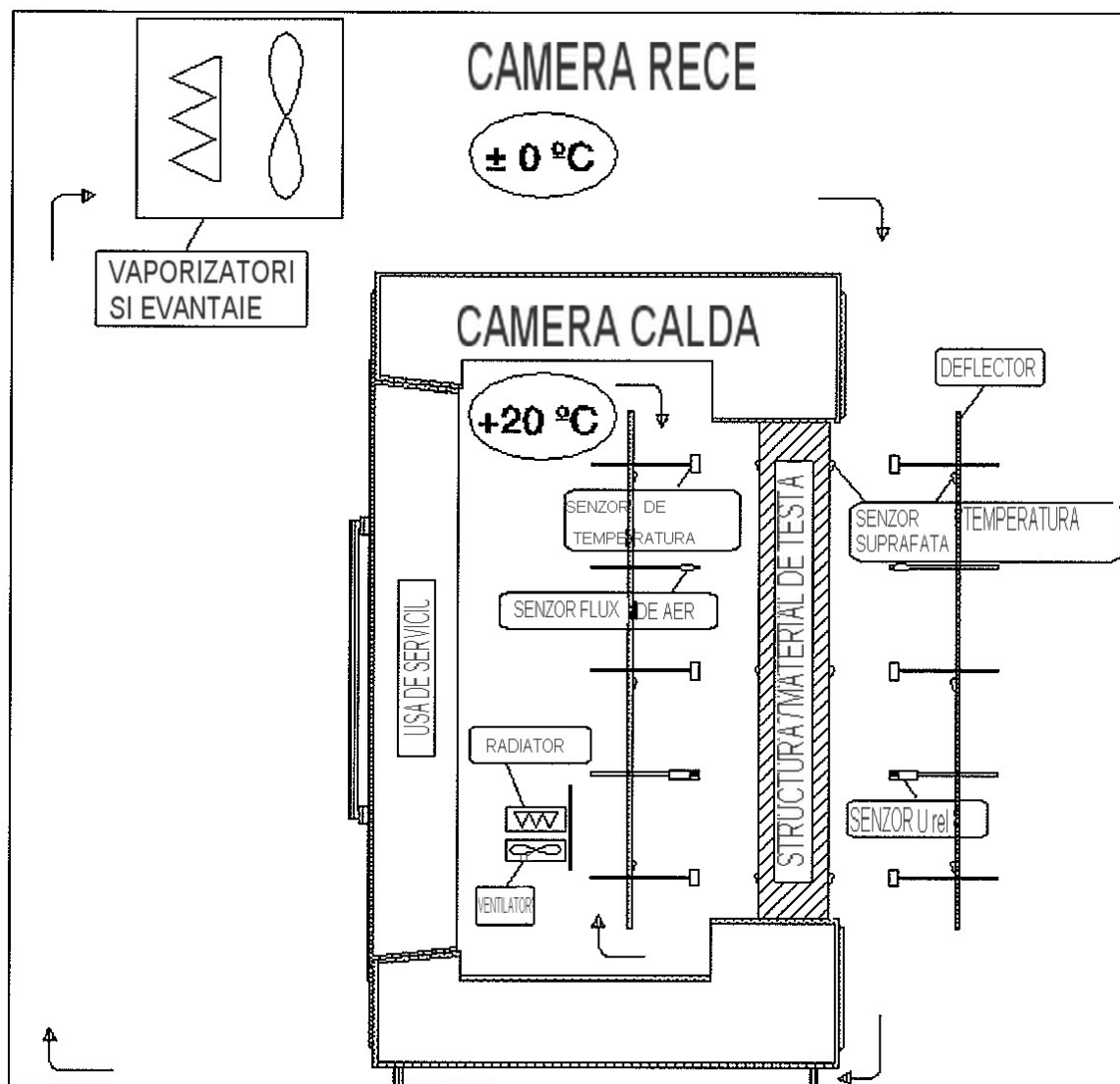


Figura 1 Principiile dispozitivului de testare

3. Procedura de testare

3.1. Depozitarea elementului de testare

Cutia din placaj umplută cu celuloză a ajuns la TUT la 1 februarie 1999. Elementul de testare a fost depozitat în hala laboratorului timp de 4 zile la temperatura de +20°C și umiditatea relativă de 30%.

3.2. Structura cutiei din placaj și instalarea elementului

Marginile cutiei din placaj au fost realizate din placaj amestecat cu grosimea de 9 mm iar suprafețele sale au fost din placaj amestecat cu strat izolator având grosimea de 8mm. Se află două orificii de 75 mm în ambele suprafețe pentru senzorii umidității relative. Una din laturile cutiei din placaj a fost deschisă anterior începerii experimentului pentru a verifica dacă izolația nu s-a îndesat în timpul transportului.

Cutia din placaj a fost instalată pentru a testa deschiderea cutiei calde calibrate. Spațiul dintre cutie și deschidere a fost umplut cu izolație polipropilenică și sigilată cu bandă conductoare. Găurile pentru senzorii umidității relative au fost închise cu bucăți de placaj și sigilate cu silicon și bandă conductoare după instalarea senzorilor.

3.3 Condiții de testare

Temperatura camerei calde a fost de +20°C și temperatura camerei reci 0°C. Temperatura medie a elementului a fost de circa +10°C. Temperaturile la suprafață au fost măsurate pe ambele laturi ale elementului și pe ambele defletoare. Temperaturile și vitezele fluxului de aer pe o distanță de 150 mm de pe ambele laturi ale structurii și umiditățile relative din aer au fost de asemenea măsurate. Viteza medie a fluxului de aer a fost < 0,05m/s în interior și de aproximativ 2,9 m/s în exterior.

3.4 Măsurători

Măsurătorile au fost efectuate în conformitate cu ISO/DIS 8990 (1994).

4. Calcularea valorilor termice

Valorile termice au fost calculate în conformitate cu ISO/DIS 8990 (1994).

Nivelul fluxului de căldură prin pereții contorizați ai cutiei (ϕ_{pierdere}) a fost determinat prin calibrarea aparatului în împrejurări echivalente situației din test (eșantioanele de calibrare au fost atașate cutiei din placaj). Plăci din polistiren expandat, tipul 25 au fost utilizate ca eșantioane de calibrare. Conductivitatea termică a plăcilor din polistiren expandat a fost măsurată de Centrul de Cercetări Tehnologice din Finlanda folosind un instrument de contorizare a fluxului de căldură în conformitate cu standardul 8301 (1991). Instrumentul de contorizare al fluxului de căldură al Centrului de Cercetări Tehnologice din Finlanda a fost calibrat cu materialul de referință standard BCR RM nr. 64 eșantionul N6c care a fost calibrat de către BCR, Bruxelles (biroul comunitar de referință)

Nivelul fluxului de căldură prin specimen (ϕ_{cond}) se calculează prin reducerea nivelului fluxului de căldură prin pereții contorizați ai cutiei (ϕ_{pierdere}) din alimentarea totală cu energie ($\phi_{\text{totală}}$). Conductivitatea termică a materialului destinat testării se determină din fluxul de căldură prin stratul de material și diferențele de temperatură. Conductivitatea termică la +10°C (valoarea λ_{10}) se calculează conform ecuației 1:

Ecuația 1: Conductivitatea termică a specimenului

$$\lambda_{10} = d_{\text{str}} \phi_{\text{cond}} / A_{\text{str}} (t_{\text{ni}} - t_{\text{ne}})$$

ϕ_{cond} = fluxul de căldură prin specimen [W]

A_{str} = spațiul contorizat [m²] (1, 374 m²)

t_{ni} = temperatura suprafeței interne [°C] (valoarea medie a 9 senzori)

t_{ne} = temperatura suprafeței externe [°C] (valoarea medie a 9 senzori)

d_{str} = grosimea specimenului [m]

5. Perioada de testare

Valoarea conductivității termice a specimenului a fost măsurată între 5 februarie și 11 februarie 1999.

6. Rezultate

Valorile din tabelele următoare sunt valori medii la 10 ore și la finalul testului

Tabelul 1 Umiditatea relativă și conductivitatea termică a izolației celulozice

U_{rel} [%] Umiditatea relativă a izolației termice (suprafața interioară)	U_{rel} Umiditatea relativă a izolației termice (suprafața interioară)	U_{rel} Umiditatea relativă a izolației termice (suprafața interioară)	λ_{10} Conductivitatea termică a izolației termice la temperatura medie de +10°C [W/mk]
30	74	52	0,041

Tabelul 2 Alte rezultate

v [g/m ³] Conținutul de vapori de apă al izolației termice (valoarea medie)	w [paino-%] Conținutul de umiditate al izolației termice (valoarea medie)	RH[%] Umiditatea relativă în camera caldă (în interior)	RH[%] Umiditatea relativă în camera rece (în exterior)
4,4	13,0	31	66

Conținutul de umiditate a fost determinat prin metoda cântărire și uscare (acuratețe $\pm 1\text{wt-\%}$).

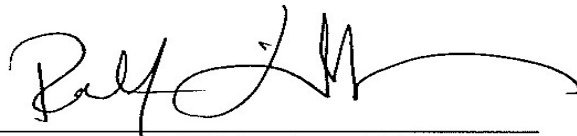
Eroarea valorii conductivității termice a fost de $\pm 6\%$ la un factor de siguranță 2
Precizia umidității relative a fost de $\pm 2\%$ (RH-) %.

7. Verificarea rezultatelor

Conținutul de umiditate al izolației celulozice a fost de aproximativ 13% (din greutatea uscată) care corespunde destul de bine valorii medii a structurilor practice. Prin urmare, valoarea conductivității termice λ_{10} (0,041W/mk) reprezintă valoarea medie a izolației termice

Rezultatele testelor de laborator sunt valabile numai pentru specimenul de test utilizat la prezentul test. Utilizarea numelui TUT (Universitatea Tehnică din Tampere) pentru promovarea, publicarea ori copierea parțială a prezentului raport de cercetare este permisă numai cu acordul scris al TUT.

Tampere 29 septembrie 2003



Aprobarea șefului departamentului
Profesor Ralf Lindberg

Absent la 29 septembrie 2003



Cercetator principal
Lic.Tech. Juha Vinha



Cercetator
M.Sc. Pasi Käkälä

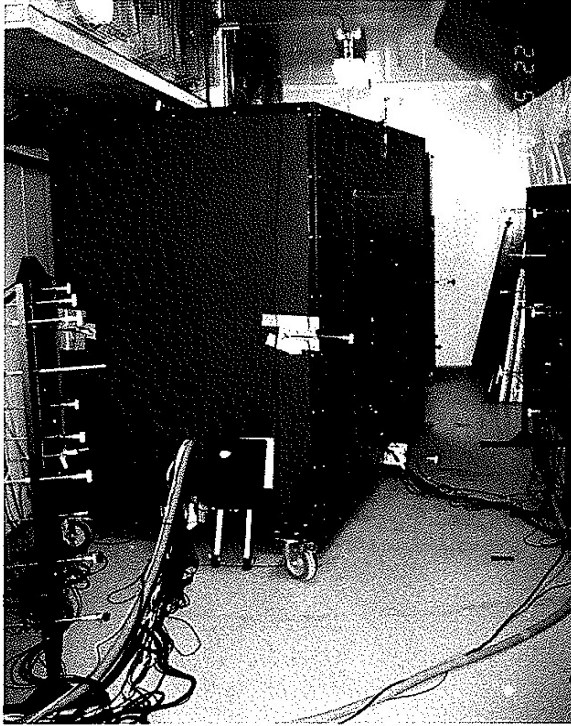


Fig.1 Dispozitivul cutia caldă calibrată

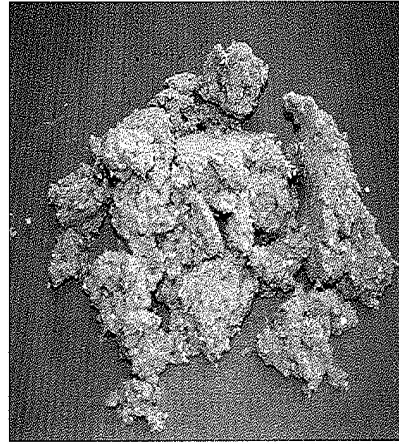


Fig.2 Un eșantion de izolație celulozică testată (pentru a viziona roți)

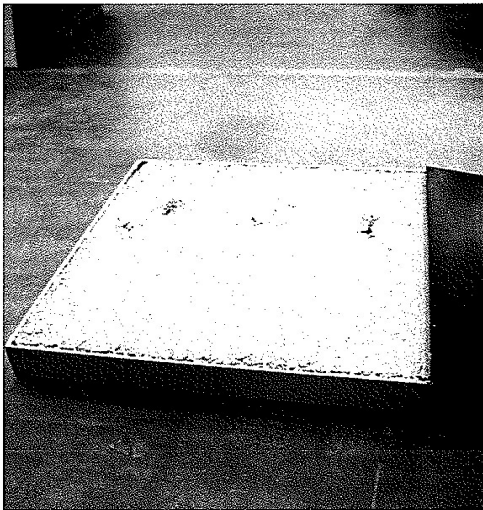


Fig. 3 Cutia din placaj a fost suflată până la umplere cu izolație celulozică de către client

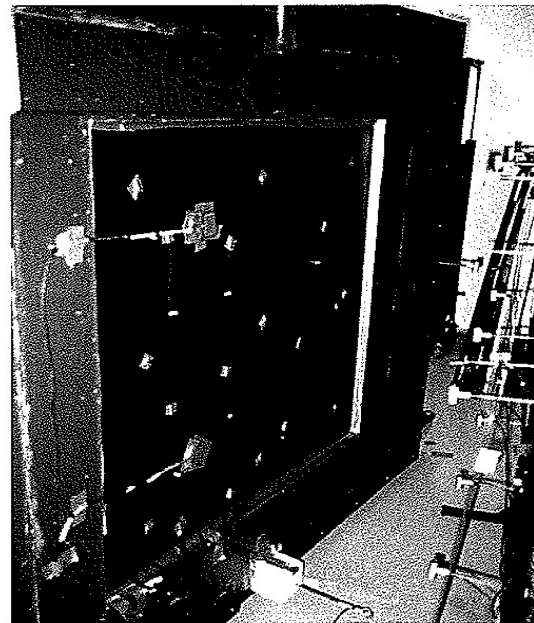


Fig. 4 Elementul testat a fost instalat la deschidere. Senzorii de suprafață și senzorii de umiditate relativă au fost instalați în locațiile corespunzătoare

