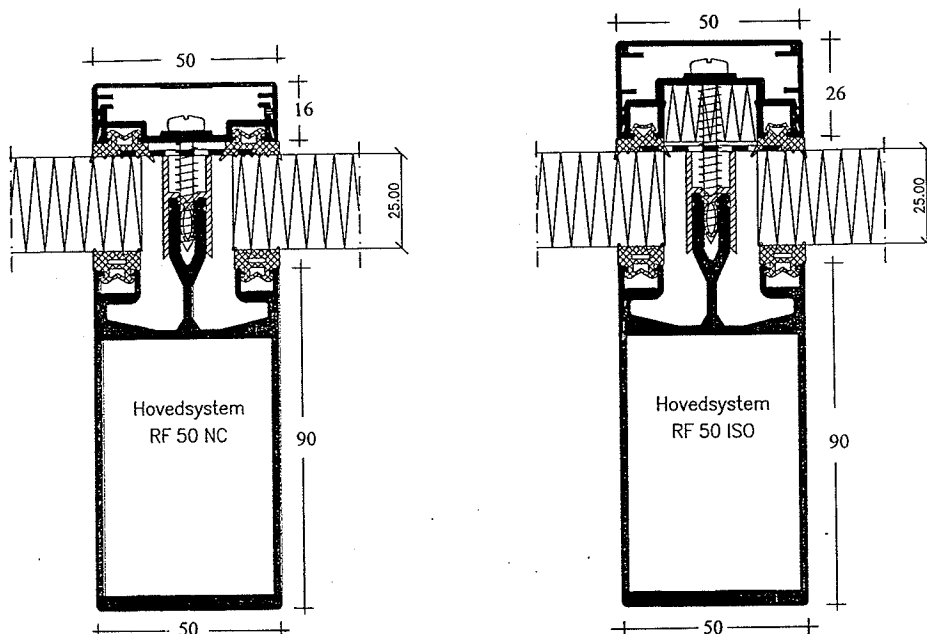


MÅLING AF U-VÆRDI FOR TERMECON PROFILSYSTEMERNE RF50NC OG RF50ISO

JØRGEN M. SCHULTZ



SAGSRAPPORT

SR-9611

ISSN 1396-402X

INSTITUT FOR BYGNINGER OG ENERGI
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET



Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	3
2.	Beskrivelse af prøvningsemnerne	3
3.	Beskrivelse af "guarded hot box" metoden	5
4.	Kalibreringsresultater	6
5.	Prøvningsresultater for profilsystemer	10
6.	Konklusion	12

Appendix I

Notat om lufttæthed af målekasse og testpanel ved målinger
i IBE's Guarded Hot Box opstilling

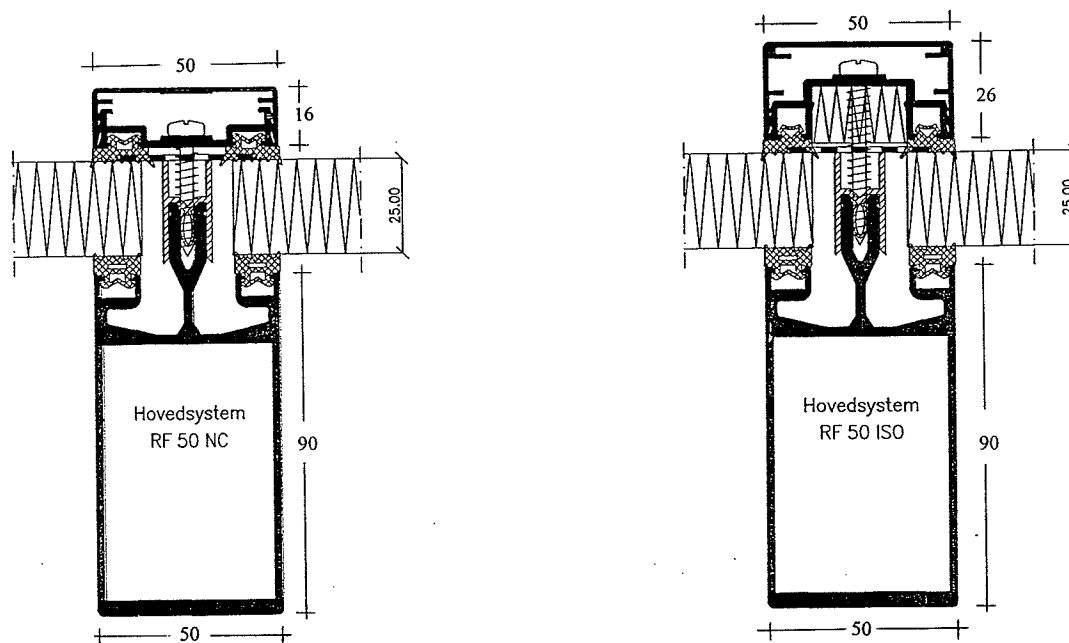
1. Indledning

Nærværende rapport afslutter den eksperimentelle del af et samarbejdsprojekt mellem Institut for Bygninger og Energi og Termecon A/S. Projektet har til formål at undersøge varmestrømmen gennem et standard aluminiumsprofil og et aluminiumsprofil med indbygget isolering, samt komme med forslag til forbedring af profilernes isoleringsevne.

Det eksperimentelle arbejde er udført ved Institut for Bygninger og Energi. Målingerne er foretaget ved hjælp af "guarded hot box" metoden i henhold til ISO / CD 12567 : 1995-09 *Thermal Insulation - Determination of thermal resistance of components: Hot box method for doors and windows*.

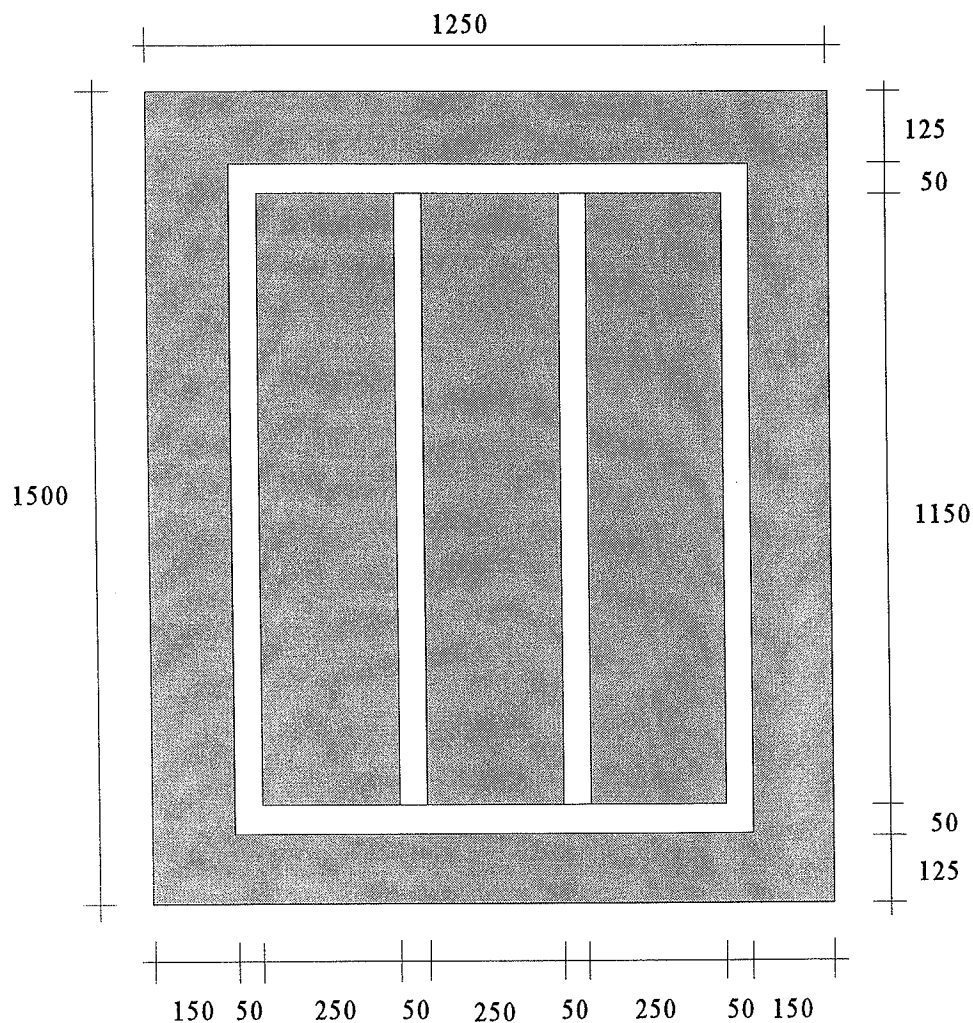
2. Beskrivelse af prøvningsemnerne

Der er prøvet to forskellige profilsystemer henholdsvis med og uden isoleret klemliste. Profilsystemerne er benævnt hhv. RF50ISO og RF50NC (se nedenstående figur 1).



Figur 1. Systemopbygning af hhv. RF50NC og RF50ISO

Profilerne er samlet i et prøvningsmodul, som vist på figur 2. Felterne mellem profilerne er udfyldt med polystyrenplader med en tykkelse på 25 mm. Modulerne har en total bredde på 1250 mm og en total højde på 1500 mm, svarende til prøvefeldet i prøvestanden. Det projicerede areal af profilsystemet udgør $0,325 \text{ m}^2$ svarende til ca. 17% af det totale areal, mens det totale indvendige eksponerede profilareal er $1,608 \text{ m}^2$. Det totale udvendige eksponerede areal er for den uisolerede klemliste $0,603 \text{ m}^2$ og for den isolerede klemliste $0,737 \text{ m}^2$.



Alle mål opgivet i mm

Figur 2. Skitse af prøvningsmodulernes opbygning.

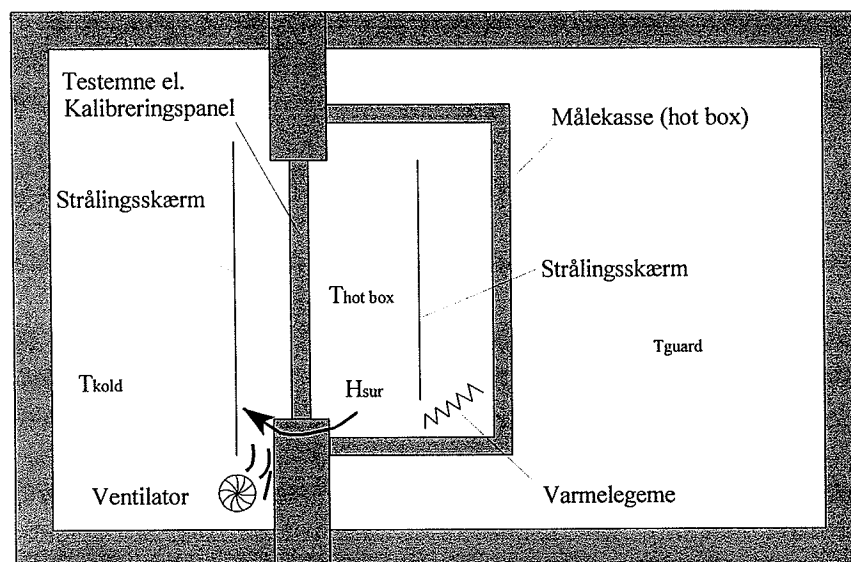
De skraverede felter i figur 2 er som tidligere nævnt polystyrenplader med en tykkelse på 25 mm. Idet formålet med undersøgelsen er at bestemme profilsystemets varmetabskoefficient, er det nødvendigt at kende polystyrenpladernes præcise varmeledningsevne. Sammen med modulerne blev der fra Termecons side leveret to løse polystyrenplader af samme densitet som anvendt i prøvemodulerne. Varmeledningsevnen for pladerne blev målt i instituttets "λ-apparat" til 0,034 W/(m K) ved en middeltemperatur på 20 °C.

I henhold til DS418 "Beregning af bygningers varmetab" kan der for polystyren regnes med en temperaturafhængighed af λ-værdien på ca. 0,5% pr. K, hvilket giver flg. udtryk for λ-værdien som funktion af temperaturen:

$$\lambda_{\Theta} = \lambda_{20}(1 - 0,005 \cdot (\Theta - 20^{\circ}\text{C})) \quad \text{W/(mK)}$$

3. Beskrivelse af “guarded hot box” metoden

Måleopstillingen til “guarded hot box” eksperimenter er vist i figur 3. Princippet består i, at der inde i målekassen holdes samme temperatur som uden om kassen frie sider, hvorved varmetab gennem målekassens sider udelukkes. Det vil sige, at hele den tilførte effekt i målekassen bliver lig med varmestrømmen gennem testpanelet samt den del af skillevæggen mellem den kolde og den varme side, som ligger indenfor målekassens areal. Varmestrømmen gennem skillevæggen, H_{sur} , bestemmes ved hjælp af en række kalibreringer, der også giver en sammenhæng mellem varmestrømmen gennem testpanelet og den samlede overgangsisolans knyttet til testen.



Figur 3. Principskitse af “guarded hot box” opstilling

Kalibreringsforsøgene

Først udføres én kalibrering med en temperaturdifferens over kalibreringspanelet på 20 K, hvor “vindhastigheden” på den kolde side justeres indtil, der opnås en samlet overgangsisolans, $R_{s,t}$ på $0,17 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$. Målingen udføres på et kalibreringspanel med kendt tykkelse og varmeledningsevne. Under forsøget måles den tilførte effekt i målekassen (hot box’en), overfladetemperaturer på kalibreringspanelet samt en række luft- og strålingstemperaturer. Ud fra kendskabet til kalibreringspanelets isolans kan varmestrømmen gennem den isolerede væg udenom kalibreringspanelet bestemmes. “Vindhastigheden” på den kolde side holdes nu fast og kalibreringen gentages for forskellige værdier af temperaturdifferensen mellem den varme og den kolde side af kalibreringspanelet. Formålet hermed er at finde en sammenhæng mellem varmestrømstætheden og den samlede overgangsisolans, samt mellem middeltemperaturen og varmestrømmen uden om kalibreringspanelet.

Kalibreringen gentages med et andet kalibreringspanel der afviger i tykkelse og isolans fra det første panel. Det samlede resultat af kalibreringsforsøgene resulterer i to kurver, der henholdsvis viser sammenhængen mellem middeltemperaturen og H_{sur} , og mellem varmestrømtætheden og $R_{s,t}$ (figur 5 og figur 6).

Af hensyn til målenøjagtigheden kontrolleres lufttætheden af målekassens tilslutning til skillevæggen samt lufttætheden af prøvningsemnet inden hver måleserie. Kontrollen udføres ved etablering af overtryk i målekassen og måling af samhørende værdier af tilført luftmængde og trykforskellen over målekassen. Målingerne foretages ved mindst tre forskellige trykniveauer og indtegnes i et diagram (figur 4), hvoraf man kan aflæse den maksimale målefejl hidrørende fra utætheder i opstillingen (appendix I). Det skal bemærkes, at den anvendte metode ikke kan fortælle, hvor utæthederne er, men kun den samlede virkning. Den værst tænkelige situation optræder, hvor utætheden findes i prøvningsmodulet eller dets tilslutning til skillevæggen. I dette tilfælde vil der med 20 °C i målekassen og 0 °C på den kolde side kunne opstå et drivtryk på ca:

$$\Delta p = 1,5 \text{ m} \cdot (\rho_{\text{luft},0^{\circ}\text{C}} - \rho_{\text{luft},20^{\circ}\text{C}}) = 0,13 \text{ Pa}$$

hvis utæthederne er placeret for oven og for neden i prøvningsmodulet.

Derimod er en utæthed i selve målekassen eller dennes tilslutning til skillevæggen af meget lille betydning, idet lufttemperaturen inden for og uden for målekassen er ens.

Måling af U-værdi for prøveemne

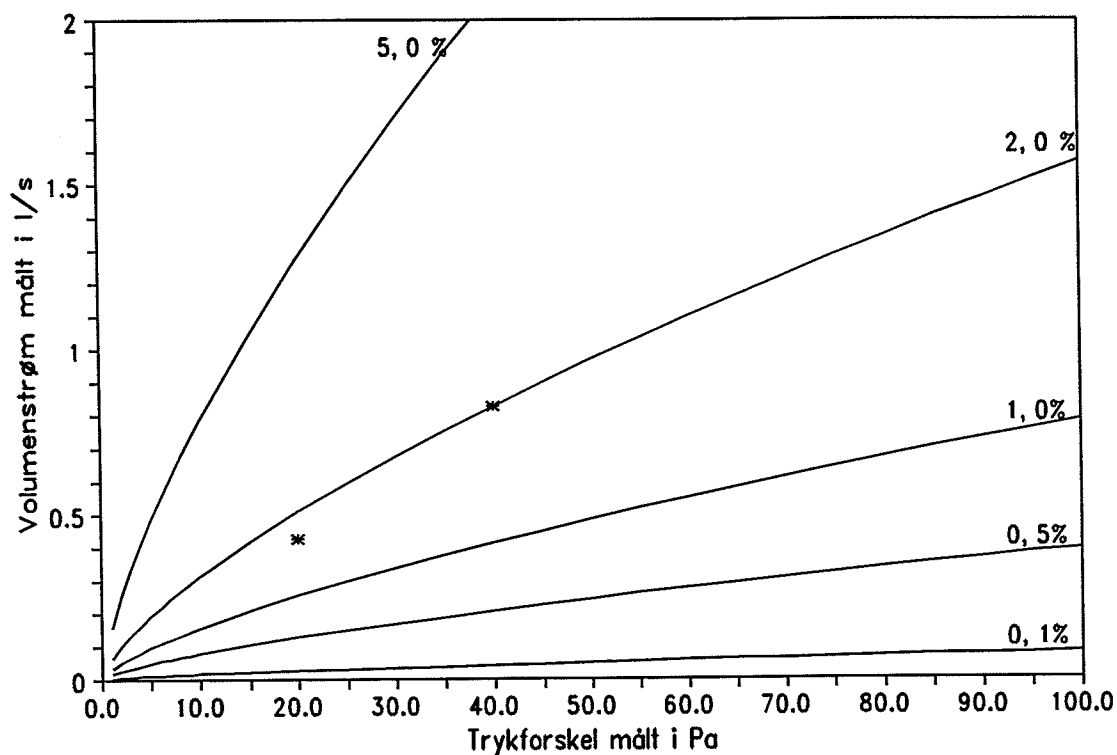
Efter endt kalibrering udskiftes kalibreringspanelet med prøveemnet, og efter trykprøvning gennemføres en måling ved en temperaturdifferens på 20 K med 20 °C i målekassen og 0 °C i den kolde kasse. Varmestrømmen gennem prøveemnet beregnes ved at korrigere den afsatte effekt i målekassen for varmestrømmen uden om prøveemnet. U-værdien for prøveemnet under målingerne findes ved at dividere den korrigerede varmestrøm med prøveemnets areal og temperaturdifferensen mellem målekassen og den kolde kasse. Endelig beregnes en standard U-værdi, der er defineret som U-værdien ved en samlet overgangsisolans på 0,17 (m² K)/W, idet den målte U-værdi korrigeres for den aktuelle samlede overgangsisolans.

4. Kalibreringsresultater

Kalibreringspanel #1: Opbygning:	4 mm glas, 60 mm polystyren, 4 mm glas Højde = 1,5 meter, Bredde = 1,25 meter
Isolans:	R(5 °C) = 1,9736 (m ² K)/W R(10 °C) = 1,8948 (m ² K)/W R(15 °C) = 1,8728 (m ² K)/W

Resultat af tæthedsprøvning:

Målefejl relateret til infiltration Guarded hot box målinger



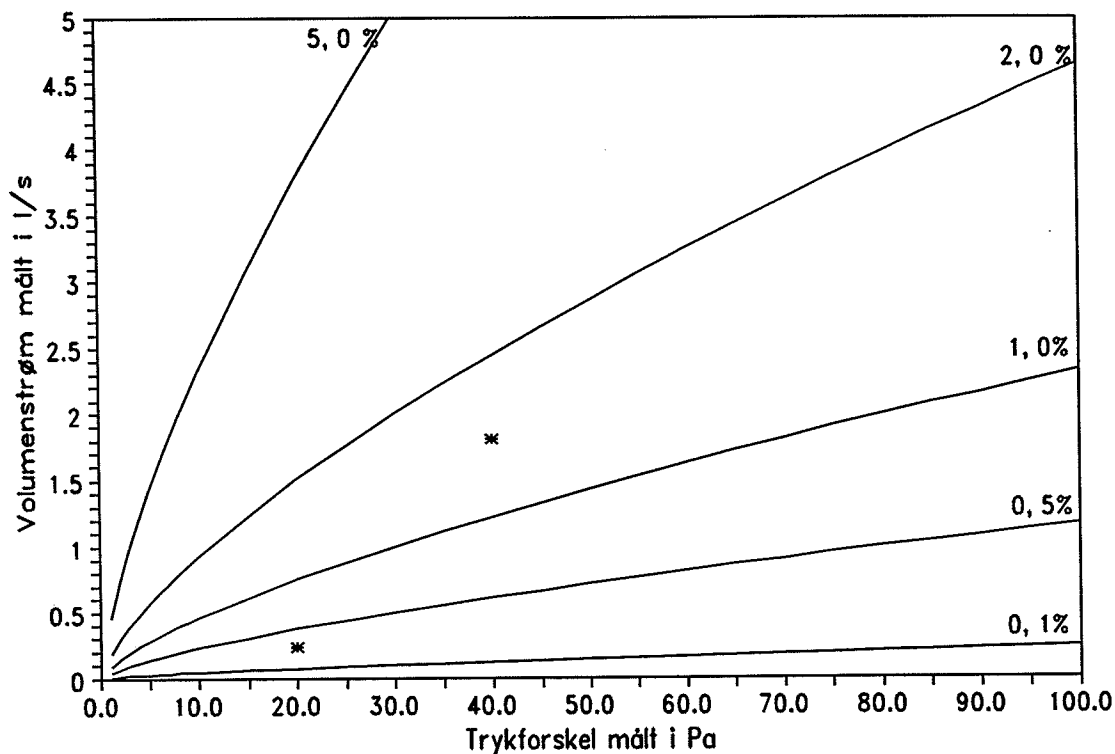
Figur 4a. Kurveskare der beskriver den maksimale fejl relateret til lufttætheder i opstillingen med det tykke kalibreringspanel. De målte værdier er markeret med en *.

Den maksimale målefejl kan ud fra ovenstående figur skønnes til at være knap 2%.

Kalibreringspanel #2: Opbygning 4 mm glas, 16 mm polystyren, 4 mm glas
Højde = 1,5 meter, Bredde = 1,25 meter
Isolans: $R(5\text{ °C}) = 0,5322\text{ (m}^2\text{ K)/W}$
 $R(10\text{ °C}) = 0,5184\text{ (m}^2\text{ K)/W}$
 $R(15\text{ °C}) = 0,5054\text{ (m}^2\text{ K)/W}$

Resultat af tæthedsprøvning:

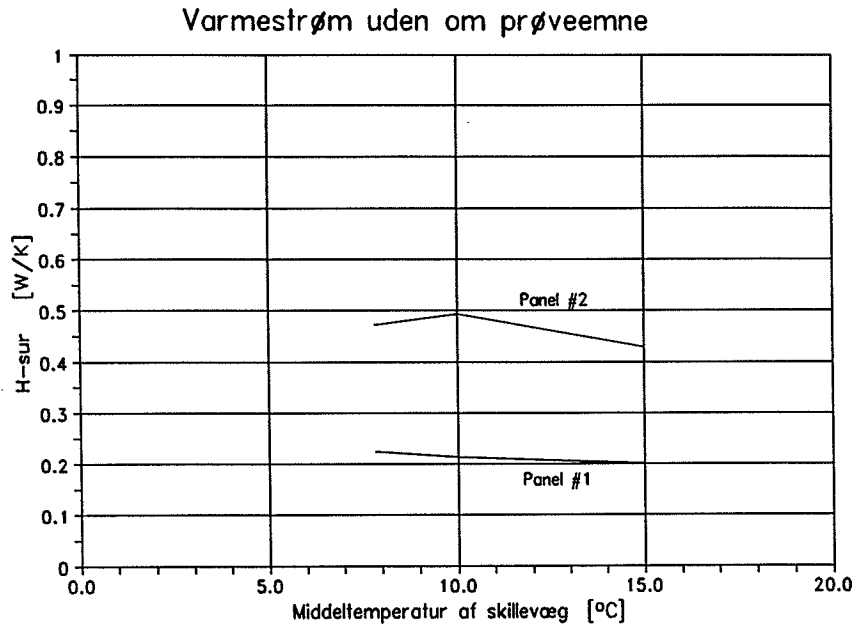
Målefejl relateret til infiltration Guarded hot box målinger



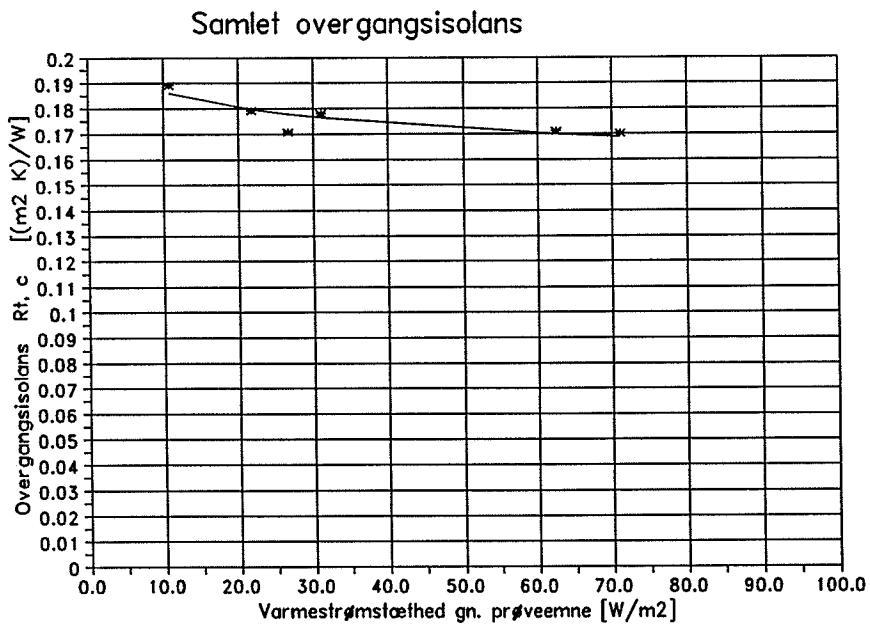
Figur 4b. Kurveskare der beskriver den maksimale fejl relateret til lufttætheder i opstillingen med det tynde kalibreringspanel. De målte værdier er markeret med en *.

Den maksimale målefejl kan ud fra ovenstående figur skønnes til at være under 1%. Det er i dette tilfælde tydeligt, at tætheden af opstillingen forringes med stigende tryk (målepunkterne markeret med * følger ikke den teoretiske kurveform).

Kalibreringsforsøgene fører til følgende sammenhæng mellem varmestrømmen uden om prøvningsemnet og middeltemperaturen, samt mellem den samlede overgangsisolans og varmestrømtætheden gennem prøveemnet (figur 5 og figur 6)



Figur 5. Varmestrømmen uden om prøveemnet som funktion af skillevæggens middeltemperatur.

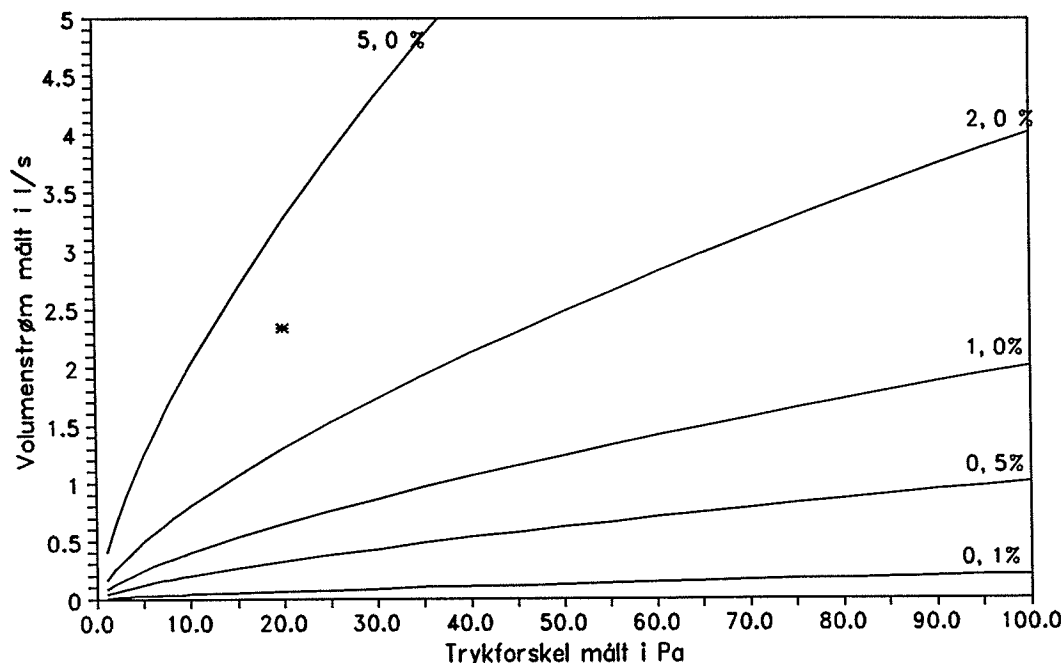


Figur 6. Samlet overgangsisolans som funktion af varmestrømsstæthed gennem prøveemnet.

5. Prøvningsresultater for profilsystemer

Profiltype RF50NC

Målefejl relateret til infiltration Guarded hot box målinger



Der er kun udført trykprøvning ved et trykniveau omkring 20 Pa, hvor der blev konstateret en væsentlig utæthed af opstillingen. Af frygt for at ødelægge prøvemodulet blev der ikke udført prøvninger ved større trykniveauer. Som det fremgår af ovenstående figur, optræder der en del større usikkerhed på målingen hidrørende fra utætheder i konstruktionen. Da opstillingen iøvrigt er identisk med kalibreringsforsøgene må den øgede utæthed tilskrives prøveemnet, d.v.s. den værste tænkelige situation med luftudveksling mellem den varme målekasse og den kolde kasse. Den maksimale fejl på grund af utætheder er ca. 3% på den totale U-værdi.

Resultat af hot box måling:

Afsat effekt	T_{mid} skillelv.	H_{sur}	ΔT skillelv.	Varmestrøms- tæthed	ΔT	$U_{\text{målt}}$	$R_{s,t}$	U_{standard}
W	°C	W/K	K	W/m ²	K	W/(m ² K)	(m ² K/W)	W/(m ² K)
55,28	9,98	0,47	18,98	24,73	19,91	1,242	0,177	1,253

Standard U-værdien for det uisolerede profil isat felter med 25 mm polystyren er således målt til 1,253 W/(m² K). $U_{\text{målt}}$ beregnes af flg. udtryk:

$$U_{\text{målt}} = \frac{\text{afsats effekt} - H_{\text{sur}} \cdot \Delta T_{\text{skillelv}}}{A_{\text{prøveemne}} \cdot \Delta T}$$

Profilets U-værdi beregnes herefter ved arealvægtning af U-værdien for polystyrenfelterne og U-værdien for selve profilet:

$$U_{\text{total}} \cdot A_{\text{total}} = U_{\text{profil}} \cdot A_{\text{profil}} + U_{\text{polystyren}} \cdot A_{\text{polystyren}}$$

$$\Rightarrow 1,253 \cdot 1,875 = U_{\text{profil}} \cdot 0,325 + 1,051 \cdot 1,55$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{U_{\text{profil}} = 2,22 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}}}$$

Omregnet til en linielast (varmetabet pr. løbende meter) finder man: $\underline{\underline{U_{\text{lin}} = 0,111 \text{ W/(m K)}}}$

* U-værdien for polystyrenen er fundet ud fra den målte varmeledningsevne på 0,034 W/(m K) ved en middeltemperatur på 20 °C korrigeret for middeltemperaturen under målingerne på ca. 10 °C (se side 3): $\lambda_{10} = 0,034 (1 - 0,005 (10 - 20)) = 0,032 \text{ W/(m K)}$

Herved bliver U-værdien ved 25 mm polystyren:

$$U = [0,025/0,032 + 0,17]^{-1} = 1,051 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

Profiltipe RF50ISO

Trykprøvningen af opstillingen med det isolerede profil gav samme resultat som for det uisolerede profil med en maksimal målefejl relateret til utætheder på ca. 3%.

Resultat af hot box måling:

Afsat effekt	T _{mid} skillelv.	H _{sur}	ΔT skillelv.	Varmestrøms-tæthed	ΔT	U _{målt}	R _{s,t}	U _{standard}
W	°C	W/K	K	W/m ²	K	W/(m ² K)	(m ² K/W)	W/(m ² K)
55,97	10,12	0,47	18,77	25,15	19,64	1,281	0,177	1,293

Standard U-værdien for det isolerede profil isat felter med 25 mm polystyren er således målt til 1,293 W/(m² K) eller 0,04 W/(m² K) mere end for det uisolerede profil. Forskellen falder imidlertid indenfor usikkerheden hidrørende fra luftutæthederne i opstillingen.

Profilets U-værdi beregnes herefter ved arealvægtning af U-værdien for polystyrenfelterne og U-værdien for selve profilet (U_{polystyren} = 1,051):

$$U_{\text{total}} \cdot A_{\text{total}} = U_{\text{profil}} \cdot A_{\text{profil}} + U_{\text{polystyren}} \cdot A_{\text{polystyren}}$$

$$\Rightarrow 1,293 \cdot 1,875 = U_{\text{profil}} \cdot 0,325 + 1,051 \cdot 1,55$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{U_{\text{profil}} = 2,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}}}$$

Omregnet til en linielast (varmetabet pr. løbende meter) finder man: $U_{lin} = 0,123 \text{ W/(m K)}$
=====

6. Konklusion

Målingerne på de to profilsystemer RF50NC og RF50ISO er udført i henhold til seneste udkast af ISO / CD 12567 : 1995-09 *Thermal Insulation - Determination of thermal resistance of components: Hot box method for doors and windows*.

På basis af måleresultaterne kan der ikke påvises nogen effekt af den ekstra isoleringsklods, der er anvendt i profiltipe RF50ISO i forhold til standard profilet RF50NC, hvilket også er udfaldet af tidligere beregninger udført med edb-programmet FRAME vers. 3.0.

De målte U-værdier for henholdsvis RF50NC og RF50ISO er 2,22 W/(m² K) og 2,45 W/(m² K). De tilsvarende beregnede værdier er 2,1 W/(m² K) og 1,9 W/(m² K).

Hvis der skal opnås en forbedret U-værdi af profilerne, kræves en mere detaljeret undersøgelse af varmestrømmene i profilerne. En sådan undersøgelse kan påvise, hvor profilsystemets svage punkter er rent termisk, og dermed føre til et ændret design eller samlingsmetode. Ud fra studie af snittegninger anses følgende tre punkter at kunne forbedre profilets U-værdi: 1) Den gode termiske kontakt mellem skruehoved og klemlisten afbrydes med en mellemring af plast, 2) Den udvendige dækkappes gode termiske kontakt med klemlisten og dermed skruehovedet reduceres ved udskiftning af aluminiumsdækkappen med en dækkappe af plastik og 3) den indvendige tætningsliste af EDPM-gummi gøres tykkere og afstives med et indstøbt isolerende materiale.

Af mere vidtgående indgreb vurderes en ændret udførelse af skruegangen at kunne mindske profilets U-værdi. Ændringen kan bestå i at flytte skruegangen længere ind i konstruktionen fra området mellem ruderne, hvorved varmen ikke ledes så langt ud i konstruktionen samt at kuldebroen i skrueerne mindskes på grund af længere skruer. Flytningen af skruegangen vil ydermere betyde at profildykkelsen vil kunne reduceres, med deraf følgende slankere profiler og mindre materialeforbrug.

Ovennævnte tiltag vil i projektets 2. fase blive undersøgt ved hjælp af edb-beregninger af de 2- og 3-dimensionale varmestrømme, og eventuelt gennemføres en U-værdimåling på et termisk forbedret profil.

APPENDIX I

Notat om lufttæthed af målekasse og testpanel ved målinger i IBE's Guarded Hot Box opstilling

Den værst tænkelige situation relateret til manglende lufttæthed af målekasse og/eller testpanelet og dettes tilslutning til den omgivende vægkonstruktion optræder, hvis lækagen optræder mellem målekassen og den kolde kasse, og lækagerne både findes nederst og øverst i målekassen. Herved kan der dannes et drivtryk på grund af temperaturforskellen mellem luften inde i målekassen og uden for målekassen, og et øget varmetab fra målekassen vil være resultatet.

Nedenstående anviser en metode til at vurdere usikkerheden på U-værdimålingen relateret til manglende lufttæthed i opstilling under de værst tænkelige forhold.

Varmestrømmen fra infiltrationen beregnes af:

$$Q_{\text{inf}} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T$$

hvor \dot{V} er volumenstrømmen af infiltrationsluften [m³/s]
 ρ er luftens massefylde = 1,249 kg/m³ ved en middeltemperatur på 10 °C
 c er luftens varmekapacitet = 1005 J/(kg K) ved en middeltemperatur på 10 °C
 ΔT er temperaturforskellen mellem målekassen og den kolde kasse ≈ 20 K

Volumenstrømmen beregnes af udtrykket:

$$\dot{V} = k \cdot (\Delta p_t)^{0,7} \quad , \quad \Delta p_t = g \cdot \Delta h \cdot (\rho_{\text{kold}} - \rho_{\text{varm}})$$

hvor k konstant [m³/(s Pa^{0,7})]
 Δp_t er det teoretiske drivtryk [Pa]
0,7 er en empirisk bestemt konstant for trykprøvning af konstruktioner /1/
 g er tyngdeaccelerationen = 9,82 m/s²
 Δh er højdeforskellen mellem de to utætheder = målekassens højde = 1,5 m
 ρ_{kold} er den kolde lufts massefylde = 1,293 kg/m³ ved 0 °C
 ρ_{varm} er den varme lufts massefylde = 1,205 kg/m³ ved 20 °C

Antages målekassens temperatur at være 20 °C og den kolde kasse at have en temperatur på 0 °C resulterer ovenstående udtryk i en varmetransport ved infiltration på:

$$Q_{\text{inf}} = k \cdot (9,82 \cdot 1,5 \cdot (1,293 - 1,205))^{0,7} \cdot 1,249 \cdot 1005 \cdot 20 = \underline{\underline{k \cdot 6084 \text{ [W]}}}$$

Ovenstående udtryk kan anvendes til at beregne den maksimale værdi af k for et givet krav til den maksimale målefejl i procent:

$$\epsilon = \frac{Q_{\text{inf}}}{Q_{\text{prøveemne}}} \cdot 100\% = \frac{k \cdot 6084}{(U \cdot A)_{\text{prøveemne}} \cdot \Delta T} \cdot 100\%$$

Eksempel:

Beskrivelse af prøveemnet:

$$U\text{-værdi} = 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Areal} = 1,25 \cdot 1,5 \text{ m}^2 = 1,875 \text{ m}^2$$

Med en temperaturdifferens på 20 K findes $Q_{\text{prøveemne}} = 18,75 \text{ W}$

Ønskes en maksimal målefejl relateret til utætheder på 0,5% finder man følgende værdi for k:

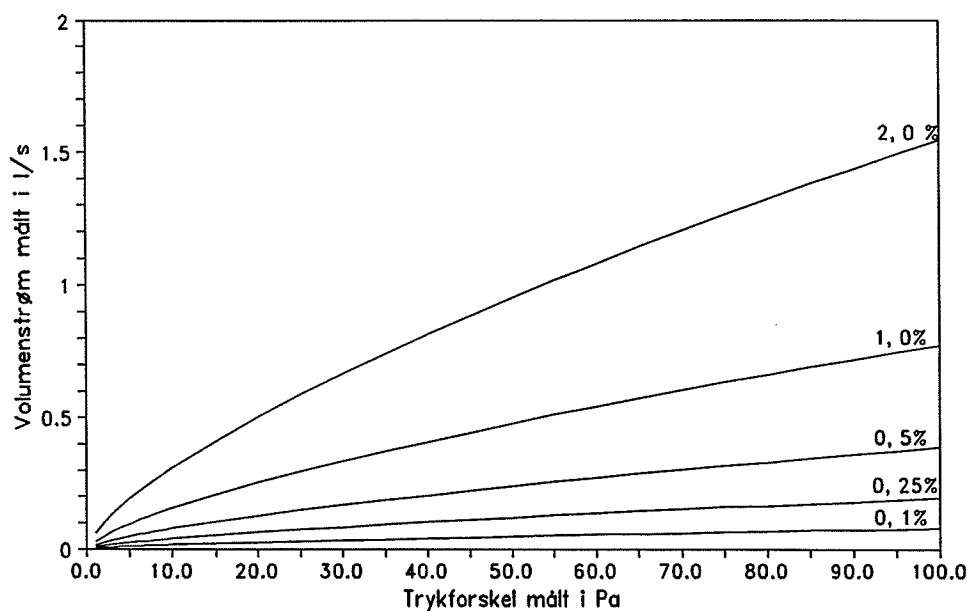
$$0,5\% \cdot 18,75 = k \cdot 6084 \cdot 100\% \quad \Rightarrow \quad k = 1,541 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s Pa}^{0,7}) = 0,01541 \text{ l}/(\text{s Pa}^{0,7})$$

Tilsvarende kan man beregne værdien for k for forskellige nøjagtighedskrav. For ovenstående eksempel er værdierne for målefejl på hhv. 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1,0% og 5% vist i nedenstående tabel.

Målefejl [%]	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0
k-værdi [l/(s Pa ^{0,7})]	0,0031	0,0077	0,0154	0,0308	0,0616

Ved anvendelse af udtrykket $\dot{V} = k \cdot (\Delta p)^{0,7}$ kan man ud fra ovenstående tabel optegne en kurveskare, der beskriver sammenhængen mellem trykforskellen over målekassen og volumenstrømmen (se nedenstående figur).

Målefejl relateret til infiltration
Guarded hot box målinger

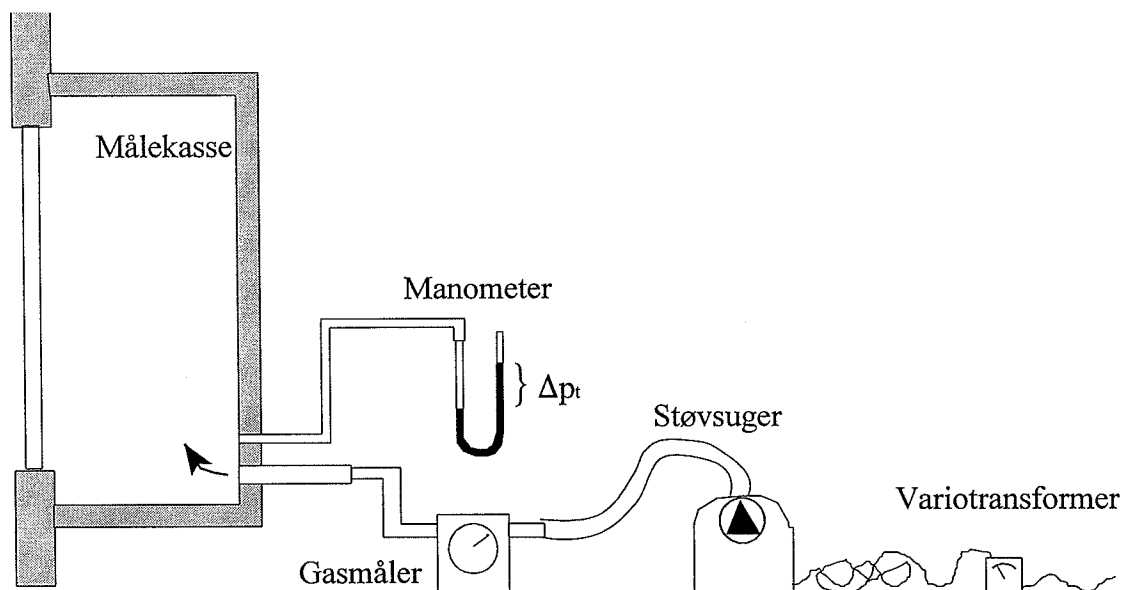


Det er nu muligt, at vurdere den maksimale fejl relateret til luftutætheder i "guarded hot box" opstillingen, ved at lave en trykprøvning af målekassen og plote resultatet ind i en figur som ovenstående. Målekassen er til dette formål udstyret med to studse - en for tilslutning af en ventilator og en for tilslutning af et manometer.

Udførsel af trykprøvning

Trykprøvningen af målekassen skal udføres med forsigtighed, idet man risikere at "blæse" sit prøveemne ud af sin fastgørelse i skillevæggen. Trykprøvningen skal foretages efter at målekassen er spændt fast mod skillevæggen, men før den varme og den kolde kasse er spændt sammen om prøvemodulet. Dette tillader inspektion og eventuel eftertætning af målekassen og prøvemodulet, men forhindrer også at en eventuel utæthed i målekassen eller omkring prøveemnet bliver "skjult" af den kolde kasses lufttæthed. Prøvningen udføres med overtryk i målekassen, hvilket svarer til det værst tænkelige tilfælde. I det omvendte tilfælde vil et undertryk kunne suge målekassen fast til væggen og resultere i større tæthed end under de termiske målinger.

"Ventilatoren" udgøres af en støvsuger forbundet til lysnettet gennem en variotransformer, der gør det muligt at regulere støvsugerens omdrejninger. Støvsugerens blæserudgang forbindes til en gasmåler, der videre forbindes til studsen på målekassen (se nedenstående figur). Den ene udgang fra et manometer forbindes til målekassens sidste studs, mens manometerets anden udgang lades åben, hvorved manometeret netop vil måle trykforskellen over målekassen.

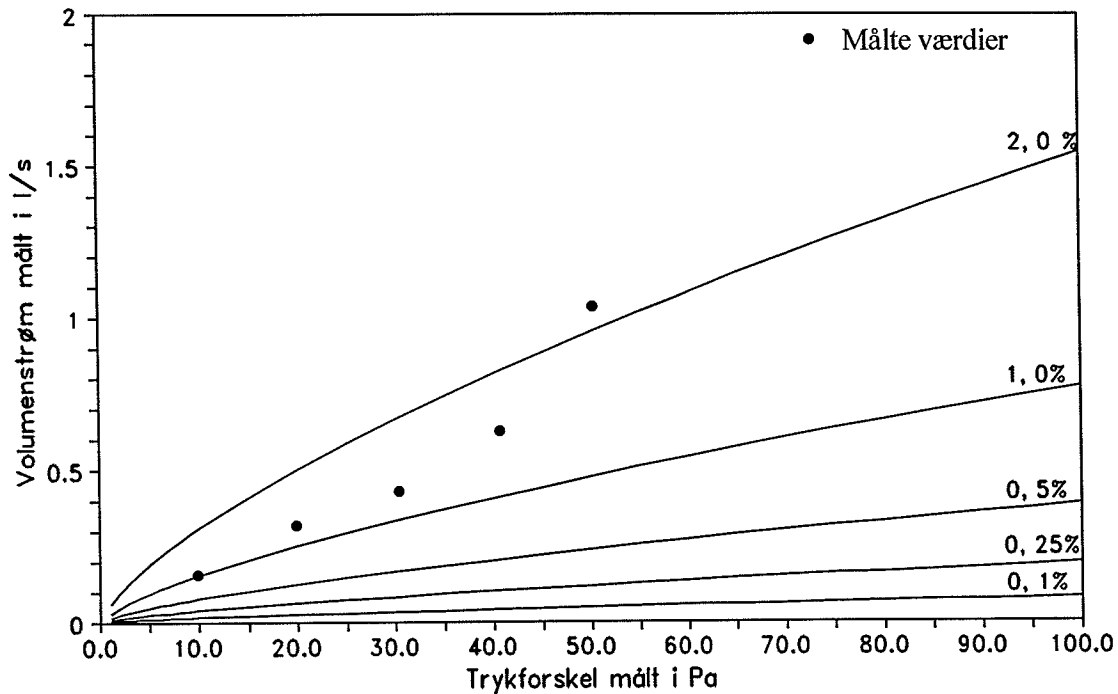


Ved hjælp af variotransformerens indstilles støvsugerens omdrejninger således at der opnås en trykdifferens over målekassen på ca. 10 Pa. Når trykket har stabiliseret sig aflæses gasmåleren. Efter 3 minutter (brug et stopur) aflæses gasmåleren igen, hvorefter volumenstrømmen kan beregnes:

$$\dot{V} = \frac{V_{\text{gas}, 3 \text{ min}} - V_{\text{gas}, 0 \text{ min}}}{180 \text{ sekunder}} \quad [\text{l/s}]$$

Målingen gentages ved en trykdifferens på 20 og 30 Pa, samt hvis konstruktionen tillader det også ved 40 og 50 Pa. Samhørende værdier af trykdifferens og volumenstrøm plottes i den tidligere beregnede diagram, hvorefter den maksimale fejl relateret til luftutætheder kan findes.

Målefejl relateret til infiltration Guarded hot box målinger



Ovenstående figur viser det tidligere optegnede diagram, hvor der nu er indtegnet et typisk sæt af målepunkter. Op til ca. 30 Pa følger punkterne fint kurveformen, hvorefter der kommer en kraftig afvigelse. Denne afvigelse er et tydeligt tegn på, at "et eller andet" har givet efter for trykket, så utætheden pludselig øges. Man kan prøve at spænde målekassen lidt strammere til skillevæggen, men ellers er der desværre stor sandsynlighed for at prøveemnet har løsnet sig fra sin fastgørelse til skillevæggen. Dette kan i værste fald være en permanent forskydning, men kan også være en midlertidig utæthed, der lukker sig igen når trykket sænkes. Trykprøvningen bør derfor gentages ved de lavere trykniveauer for kontrol.

Hvis utætheden viser sig at være midlertidig, og man iøvrigt er tilfreds med nøjagtigheden fundet i det lave tryk område, kan tætheden af opstillingen godkendes, idet det maksimale drivtryk på grund af temperaturforskellene er ca. 2 Pa.

Litteratur: /1/ G.T. Tamura, C.Y. SHAW: *Studies on exterior wall air tightness and air infiltration of tall buildings*. Proceedings of 1st AIC Conference: Air infiltration Instrumentation and Measuring Techniques, 1980. Paper 11, pp. 183-197.

Omregningsfaktorer:

1 m ³ /h	=	0,2778 l/s
1 m ³ /s	=	0,001 l/s
1 Pa	=	0,102 mmVS (mm vandsøjle)
1 mmVS	=	9,807 Pa