



SIS - Standardiseringskommissionen i Sverige

Standarden utarbetad av

BST, BYGGSTANDARDISERINGEN

SVENSK STANDARD SS 02 42 11

Första giltighetsdag

Utgåva

Sida

1980 - 07 - 01

1

1 (10)

SIS FASTSTÄLLER OCH UTGER SVENSK STANDARD SAMT SÄLJER NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA STANDARDPUBLIKATIONER ©

Värmeisolering – Bestämning av värmemotstånd eller värmekonduktivitet (värmeledningsförmåga) med värme-flödesmätarapparat

Innehåll

- 0 Orientering
- 1 Omfattning och tillämpning
- 2 Referenser
- 3 Definitioner
- 4 Princip
- 5 Apparat
- 6 Provstycken
- 7 Provning
- 8 Kalibrering
- 9 Resultat
- 10 Rapport

0 Orientering

Denna standard bygger på den internationella standarden ISO 2581–1975, Plastics – Rigid cellular materials – Determination of »apparent» thermal conductivity by means of a heat-flow meter. ISO 2581 gäller enbart cellplast medan denna standard gäller även andra material.

Den metod som beskrivs i denna standard svarar i sin symmetriska uppställning (S) mot den s k »Lang-metoden» efter D L Lang »A quick Thermal Conductivity Test on Insulating Material», ASTM Bulletin No 216, September 1956.

Denna standard innehåller en engelsk översättning av den svenska texten. I händelse av tolkningstvister gäller den svenska versionen.

1 Omfattning och tillämpning

I denna standard beskrivs en metod för bestämning av värmemotstånd eller värmekonduktivitet (värmeledningsförmåga).

I många material beror en del av värmetransporten på värmestrålning och naturlig konvektion. Detta medför bl a att den uppmätta värmekonduktiviteten är beroende av provstyckets tjocklek. Därför används ibland uttrycket »skenbar» (apparent) värmekonduktivitet. Normalt ska mätningarna enligt denna metod arrangeras så att direktstrålning mellan kalla och varma ytan samt naturlig konvektion

Thermal insulation – Determination of thermal resistance or thermal conductivity by means of a heat-flow meter

Contents

- 0 Introduction
- 1 Scope and field of application
- 2 References
- 3 Definitions
- 4 Principle
- 5 Apparatus
- 6 Test specimens
- 7 Procedure
- 8 Calibration
- 9 Results
- 10 Test report

0 Introduction

This standard is based on the International Standard ISO 2581–1975, Plastics – Rigid cellular materials – Determination of »apparent» thermal conductivity by means of a heat-flow meter. The standard ISO 2581 applies to cellular plastic materials only, whereas the present standard is also applicable to other materials.

The method that is described in this standard corresponds in its symmetrical arrangement (S) to what is known as »the Lang method», as published by D.L. Lang in »A Quick Thermal Conductivity Test on Insulating Material», ASTM Bulletin No 216, September 1956.

This standard contains an English translation of the Swedish text. In case of any interpretation disputes the Swedish version applies.

1 Scope and field of application

This standard describes a method for the determination of the thermal resistance or the thermal conductivity.

In many materials, the heat transfer is in part due to thermal radiation and natural convection. In consequence of this, among other things, the measured thermal conductivity is dependent on the thickness of the test specimen. Therefore, use is sometimes made of the expression »apparent» thermal conductivity. Usually, the measurements carried out in conformity with this method shall be

undviks. Metoden, som är förhållandevis snabb, baseras i normalfallet på att utrustningen kalibreras med hjälp av kalibreringsskivor, vars värmemotstånd bestäms i en plattapparat, t ex enligt ASTM C 177–76.

I standarden beskrivs två provningsätt, vilka båda använts med tillfredsställande resultat:

- värmeflödesmätaren placeras mellan två provstycken (symmetrisk placering – S) enligt figur 1.
- värmeflödesmätaren placeras på ena sidan av ett enskilt provstycke (asymmetrisk placering – AS) enligt figur 2.

Denna standard gäller prov (två provstycken eller ett enskilt provstycke) med ett värmemotstånd lägst $2 \cdot 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ för S och $0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ för AS och med tjocklek minst $2 \cdot 30 \text{ mm}$ resp 30 mm .

Erfarenheten har visat att de resultat som erhålls med denna metod tillfredsställande överensstämmer med resultat som erhålls med plattapparat, för temperaturgradienter mellan $2,5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{cm}$ och $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{cm}$ över provstycket, under förutsättning att skillnaden i temperatur mellan den varma och den kalla ytan är minst $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Metodens reproducerbarhet bedöms vara bättre än 3 %.

2 Referenser

Följande standard åberopas i denna standard:

SIS 02 11 17, Måttbestämning av byggvaror. Isolervaror.
Bestämning av dimensionsmått

Vidare omnämns följande publikation, dock enbart som upplysning:

ASTM C 177–76, Steady-state thermal transmission properties by means of the guarded hot plate

3 Definitioner

värmeflöde

kvot av överförd värmemängd och tid

värmeflödestäthet

kvot av värmeflöde och area

temperaturgradient

kvot av temperaturändring och längd i värmeflödesriktning

SI-enhet

W

W/m^2

$^\circ\text{C}/\text{m}$

arranged so as to avoid direct radiation between the cold surface and the hot surface as well as natural convection. This method, which is relatively quick, is in the normal case based on the condition that the equipment shall be calibrated with the help of calibration specimens, whose thermal resistance has been determined in a guarded hot-plate apparatus, e.g. in accordance with ASTM C 177–76.

This standard describes two test procedures, both of which have been used with satisfactory results:

- the heat-flow meter is placed between two test specimens (symmetrical arrangement – S), see figure 1.
- the heat-flow meter is placed on one side of a single test specimen (asymmetrical arrangement – AS), see figure 2.

This standard applies to test specimens (two test specimens or a single test specimen) having a thermal resistance of at least $2 \cdot 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ for S and $0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ for AS, and a thickness of at least $2 \cdot 30 \text{ mm}$ and 30 mm , respectively.

Experience has shown that the results obtained by means of this method agree satisfactorily with those which are obtained with a guarded hot-plate apparatus for temperature gradients ranging between $2,5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{cm}$ and $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{cm}$ across the test specimen, subject to a minimum temperature difference between the hot and cold surfaces of $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

The reproducibility of this method is considered to be better than 3 %.

2 References

In this standard, reference is made to the following standard:

SIS 02 11 17, Måttbestämning av byggvaror. Isolervaror.
Bestämning av dimensionsmått (Insulation materials. Determination of dimensions)

Furthermore, mention is made of the following publication, but for information only:

ASTM C 177–76, Steady-state thermal transmission properties by means of the guarded hot plate.

3 Definitions

heat flow rate

the quotient of the quantity of heat flowing through a surface and the time

density of heat flow rate

the quotient of the heat flow rate and the area

temperature gradient

the quotient of the change in temperature and the length in the direction of the heat flow rate

SI-unit

W

W/m^2

$^\circ\text{C}/\text{m}$

<p>värmekonduktivitet, värmeledningsförmåga $W/(m \cdot ^\circ C)$</p> <p>kvot av värmeflödestäthet och temperaturgradient vid stationära förhållanden</p>	<p>thermal conductivity $W/(m \cdot ^\circ C)$</p> <p>the quotient of the density of heat flow rate and the temperature gradient under steady-state conditions</p>
<p>värmemotstånd, värmeisolans $m^2 \cdot ^\circ C/W$</p> <p>kvot av temperaturdifferens (mellan varm och kall yta) och värmeflödestäthet</p>	<p>thermal resistance $m^2 \cdot ^\circ C/W$</p> <p>the quotient of the temperature difference (between the hot and cold surfaces) and the density of the heat flow rate</p>

4 Princip

Med hjälp av två isotermiska ytor med konstant högre och lägre temperatur skapas ett stationärt värmeflöde genom två provstycken (S) med samma form, tjocklek och densitet, eller ett enstaka provstycke (AS), uttagna ur det material som skall provas.

Materialets yttemperatur på kall respektive varm sida bestäms med temperaturgivare. Värmeflödet genom materialet bestäms med en värmeflödesmätare placerad mellan provstyckena (S) eller invid provstyckets ena sida (AS).

Värmemotståndet beräknas med hjälp av uppmätt värmeflödestäthet och temperaturskillnad över provstycket (-styckena).

Materialets värmekonduktivitet beräknas med hjälp av uppmätt värmeflödestäthet, temperaturskillnad över provstycket (-styckena) samt provstyckets (-styckenas) tjocklek.

5 Apparat

5.1 Allmänt

5.1.1 S

Apparaten består i princip av: kall yta, ena provstycket, värmeflödesmätare, andra provstycket och varm yta. (Se figur 1.)

5.1.2 AS

Apparaten består i princip av: kall yta, provstycke, värmeflödesmätare och varm yta. (Se figur 2.)

5.2 Värmeflödesmätare

Värmeflödesmätaren skall vara plan och bestå av en rund eller kvadratisk termoelektrisk mätare, med minst 100 mm diameter eller sida, omgiven av ett kantparti med ungefär samma värmemotstånd som den termoelektriska mätarens.

Den termoelektriska mätaren skall vara mindre än eller lika med hälften av värmeflödesmätarens diameter eller sida, dvs den termoelektriska mätarens area får inte överstiga 1/4 av den totala arean.

4 Principle

With the help of two isothermal surfaces at constant upper and lower temperatures, a steady-state heat flow rate is established through two test specimens (S) of identical shape and equal thickness and density or through a single test specimen (AS), cut from the material to be tested.

The respective surface temperatures of the material on the cold and hot sides shall be determined by means of temperature measuring devices. The heat flow rate through the material shall be determined by means of a heat-flow meter, which is placed between the test specimens (S) or alongside the single test specimen (AS).

The thermal resistance shall be calculated with the help of the measured density of heat flow rate and the temperature difference across the test specimen (specimens).

The thermal conductivity of the material shall be calculated with the help of the measured density of heat flow rate, the temperature difference across the test specimen (specimens), and the thickness of the test specimen (specimens).

5 Apparatus

5.1 General

5.1.1 S

The apparatus shall consist in principle of a cold plate, one of the test specimens, a heat-flow meter, the second test specimen, and a hot plate. (See figure 1.)

5.1.2 AS

The apparatus shall consist in principle of a cold plate, the test specimen, a heat-flow meter, and a hot plate. (See figure 2.)

5.2 Heat-flow meter

The heat-flow meter shall be flat, and shall consist of a round or square thermoelectric measuring device, not less than 100 mm in diameter or in side length, surrounded by an edge part, which shall have approximately the same thermal resistance as the thermoelectric measuring device.

The thermoelectric measuring device shall be smaller than, or equal in size to, a half of the diameter or the side length of the heat-flow meter, that is to say, the surface area of the thermoelectric measuring device shall not be greater than 1/4 of the total surface area.

Materialet i värmeflödesmätaren skall vara icke-hygroskopiskt och termiskt stabilt under förekommande provningsförhållanden.

Värmeflödesmätarens ytor skall ha en emittans av minst 0,8 vid aktuella temperaturer. (Ytorna kan exempelvis vara svartmålade.)

Vid symmetrisk placering (S) skall värmemotståndet hos värmeflödesmätaren vara sådant att temperaturskillnaden mellan dess ytor inte överstiger 2 % av temperaturfallet mellan varm och kall yta under alla provningsförhållanden, i annat fall måste korrigering ske för temperaturfallet över värmeflödesmätaren. (Se avsnitt 8.2.)

Spänningsmätare väljs så att värmeflödestätheten kan bestämmas med noggrannheten $\pm 0,05 \text{ W/m}^2$.

5.3 Kall och varm yta

Apparatens varma respektive kalla yta skall ha samma form och storlek som värmeflödesmätaren.

Temperaturen på den kalla respektive varma ytan skall regleras på ett sådant sätt att provstyckenas yttemperatur inte varierar mer än $\pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ kring medelvärdet för mätperioden.

Temperaturdifferensen över provstycket (-styckena) och värmeflödesmätaren skall kunna bestämmas med noggrannheten $\pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ med hjälp av temperaturgivare.

Då termoelement används som temperaturgivare skall dessa bestå av kalibrerad termoelementtråd med högst 0,2 mm diameter.

5.4 Montering

Den varma och den kalla ytan skall under mätperioden hållas parallella i förhållande till varandra. God kontakt skall kunna bibehållas mellan provstycket (-styckena) och värmeflödesmätaren.

Provstyckets (-styckenas) tjocklek skall kunna mätas, med provet installerat i apparat, med noggrannheten $\pm 0,1 \text{ mm}$.

Värmeflödesmätaren och provstycket (-styckena) skall kunna centreras i förhållande till den varma och kalla ytans symmetriaxel.

The material of the heat-flow meter shall be non-hygroscopic and thermally stable under the conditions of test.

The faces of the heat-flow meter shall have an emittance of at least 0,8 at operating temperatures. (For example, the faces can be painted black.)

In the case of the symmetrical arrangement (S), the thermal resistance of the heat-flow meter shall be such that the difference in temperature between its faces is not greater than 2 % of the temperature drop between the hot and cold plates, under all test conditions; otherwise, a correction shall be made for the temperature drop across the heat-flow meter. (See clause 8.2.)

The voltmeter shall be chosen in such a way that the density of heat flow rate can be determined to within $\pm 0,05 \text{ W/m}^2$.

5.3 Cold and hot plates

The shape and the dimensions of the hot and cold plates of the apparatus shall be the same as those of the heat-flow meter.

The respective temperatures of the cold and hot plates shall be controlled in such a way that the surface temperature of the test specimens does not vary more than $\pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ about its mean value during the period of measurement.

Means shall be provided to ensure that the temperature difference across the test specimen (specimens) can be determined to within $\pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ with the help of the temperature measuring devices.

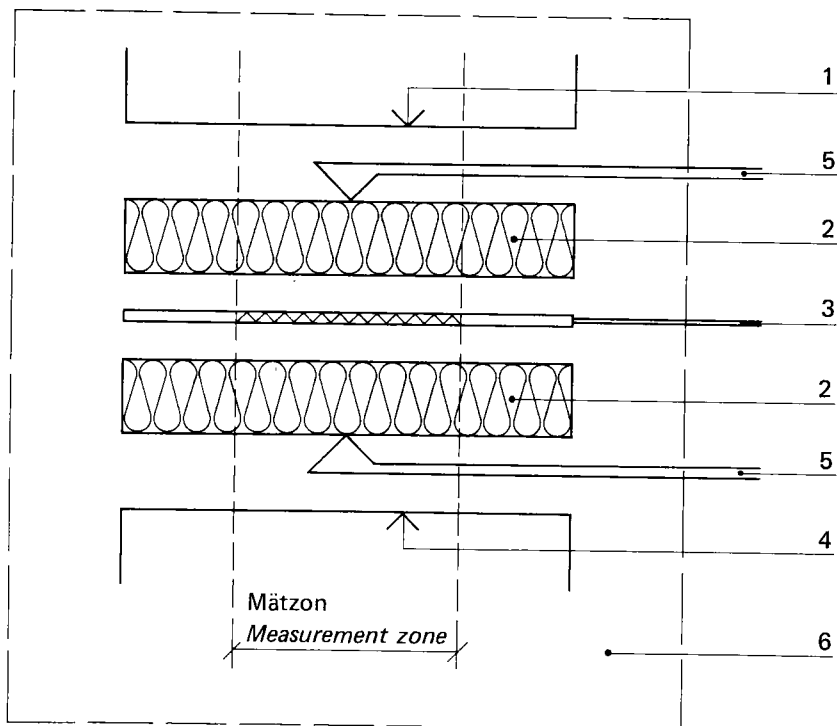
If thermocouples are used as temperature measuring devices, then they shall consist of calibrated thermocouple wire, not greater than 0,2 mm in diameter.

5.4 Mounting

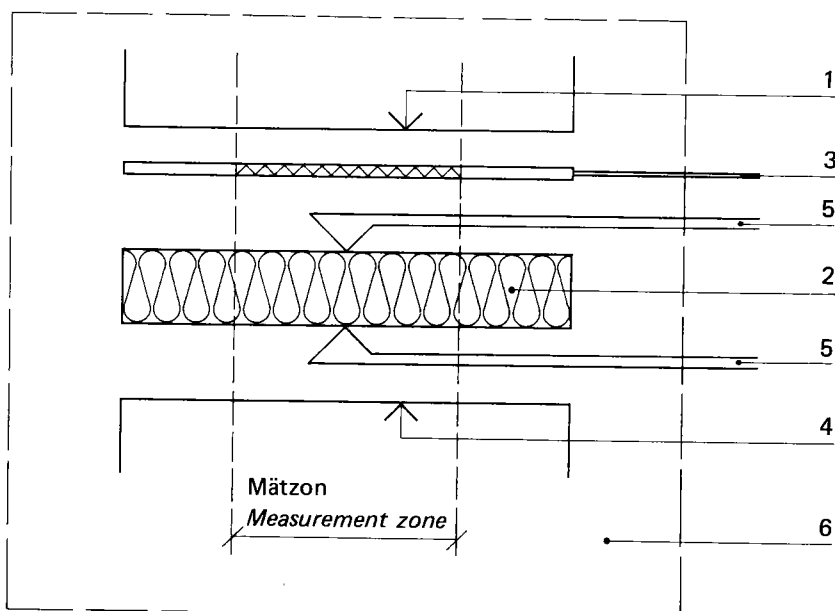
The hot and cold plates shall be maintained parallel to each other during the period of measurement. Means shall be provided to ensure good contact between the test specimen (specimens) and the heat-flow meter.

Means shall be provided to measure the thickness of the test specimen (specimens), while it (they) is (are) mounted in the apparatus, to within $\pm 0,1 \text{ mm}$.

Means shall be provided to enable the heat-flow meter and the test specimen (specimens) to be centred on the axis of symmetry of the hot and cold plates.



Figur 1. S – Principiell uppbyggnad av värmeflödesmätarapparat. Symmetrisk placering
 Figure 1. S – Schematic set-up of the heat-flow meter apparatus. Symmetrical arrangement



Figur 2. AS – Principiell uppbyggnad av värmeflödesmätarapparat. Asymmetrisk placering
 Figure 2. AS – Schematic set-up of the heat flow meter apparatus. Asymmetrical arrangement.

- | | |
|--|---|
| 1 Varm yta
Hot plate | 4 Kall yta
Cold plate |
| 2 Provstycke
Test specimen | 5 Temperaturgivare
Temperature measuring device |
| 3 Värmeflödesmätare
Heat-flow meter | 6 Konstanttemperaturkammare
Constant-temperature enclosure |

Apparaten kan utföras så att vertikalt eller horisontalt värmeflöde erhålles. Inverkan av konvektion skall beaktas. Värmeflödesriktning skall anges i provningsrapporten.

För apparater med vertikalt värmeflöde erhålles minimal konvektion med den kalla ytan nederst. För apparater med horisontalt värmeflöde är konvektionens inverkan mer svårbedömlig.

5.5 Konstant temperaturkammare

Utrustningen skall inneslutas i en kammare. Under mätperioden hålls lufttemperaturen i kammaren vid medeltemperaturen för provningen med noggrannheten ± 1 °C. Med medeltemperatur menas här medeltemperaturen mellan provstyckets (styckenas) varma och kalla yta.

Temperaturkammaren kan bytas ut mot kantisolering under förutsättning av att provningsresultatet inte påverkas.

Luften i kammaren skall ha en relativ fuktighet sådan att kondensation på den kalla ytan inte kan inträffa under provningen.

6 Provstycken

6.1 Mått och form

Provstycken skall ha plana parallella ytor samt diameter eller sida ungefär lika med värmeflödesmätarens.

Planhetstoleransen för ytorna skall vara $\pm 0,5$ mm per meter. Parallellitetstoleransen för ytorna skall vara $\pm 0,5$ mm.

Om provstyckena är mindre än värmeflödesmätaren skall de förses med utfyllnadsmaterial runt om så att hela värmeflödesmätaren täcks. Utfyllnadsmaterialet skall ha ungefär samma isolerförmåga som provstyckena. Provstyckena får dock aldrig vara mindre än 4/5 av värmeflödesmätarens diameter eller sida.

De två provstyckenas sammanlagda tjocklek (S) eller provstyckets tjocklek (AS) får inte vara större än 1/4 av provstyckenas diameter eller sida. Vid symmetrisk placering (S) får de båda provstyckenas tjocklek skilja högst 2 mm från varandra. Tjockleken bestäms med noggrannheten $\pm 0,1$ mm och rapporteras för respektive provstycke.¹⁾

The apparatus can be arranged so as to obtain vertical or horizontal heat flow. The influence of convection shall be taken into account. The direction of the heat flow shall be stated in the test report.

If the apparatus is arranged in such a way that the heat flow is vertical, then a minimum convection is obtained when the cold plate is in the lowermost position. If the apparatus is arranged in such a way that the heat flow is horizontal, then the influence of convection is more difficult to estimate.

5.5 Constant-temperature enclosure

The equipment shall be contained in an enclosure. During the period of measurement, the temperature of the air in the enclosure shall be maintained at the mean temperature for the test to within ± 1 °C. In this connection, the mean temperature refers to the mean temperature between the hot and cold faces of the test specimen (specimens).

The constant-temperature enclosure can be replaced by edge insulation on condition that this does not influence the test results.

The relative humidity of the air in the enclosure shall be such that condensation on the cold plate cannot occur in the course of the test.

6 Test specimens

6.1 Dimensions and shape

Each test specimen shall have flat parallel faces and a diameter or a side length which are approximately equal to those of the heat-flow meter.

The faces shall be flat to within $\pm 0,5$ mm per meter. The faces shall be parallel to within $\pm 0,5$ mm.

If the dimensions of the test specimens are smaller than those of the heat-flow meter, then the test specimens shall be provided with filler material along their whole periphery so as to cover the whole heat-flow meter. The filler material shall have approximately the same insulating capacity as the test specimens. However, the dimensions of the test specimens shall never be less than 4/5 of the diameter or the side length of the heat-flow meter.

The combined thickness of the two test specimens (S) or the thickness of the single test specimen (AS) shall not be greater than 1/4 of the diameter or the side length of the test specimens. In the case of the symmetrical arrangement (S), any difference of thickness between the two test specimens shall not exceed 2 mm. The thickness shall be determined to within $\pm 0,1$ mm, and shall be stated in the test report for each test specimen.¹⁾

1) Enligt SIS 02 11 17 bestäms tjockleken hos kompressibla (hoptryckbara) material vid 100 Pa tryck.

1) According to SIS 02 11 17, the thickness of compressible materials shall be determined at a pressure of 100 Pa.