



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ / ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ / TEST REPORT

Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας μετρημένος σύμφωνα με το DIN EN ISO 8990:1996-09 σε εγκατάσταση δοκιμών Hot Box / Thermal Transmittance Coefficient measured according to DIN EN ISO 8990:1996-09 in a guarded Hot Box test facility.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ / TEST NUMBER

W.565.2011

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ / DATE

15.12.2011



Δοκιμές Αρ. Πιστ. 704
Test Cert No 704

Κοινοποιημένος Φορέας Αρ. 2326
Notified Body Nr. 2326

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ / LABORATORY OF ARCHITECTURAL TECHNOLOGY
54124 Thessaloniki, University Campus, Tel: +30 2310 995501, Fax: +30 2310 995504, technology@arch.auth.gr, www.window.gr

ΤΟΜΕΑΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ / DEPARTMENT OF ARCHITECTURAL DESIGN & ARCHITECTURAL TECHNOLOGY - ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ / SCHOOL OF ARCHITECTURE - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ / FACULTY OF TECHNOLOGY

1. ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ / GENERAL CONDITIONS

Το πιστοποιητικό αυτό είναι το αποτέλεσμα της δοκιμής της θερμικής αγωγιμότητας ενός δομικού στοιχείου. Περιγράφει αναλυτικά τα αποτελέσματα της δοκιμής που έγινε στο συγκεκριμένο δοκίμιο δομικού στοιχείου και προσδιορίζει την θερμική του αγωγιμότητα με ένα μονότιμο μέγεθος.

Η δοκιμή της θερμικής αγωγιμότητας έγινε στο Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας του Τμήματος Αρχιτεκτόνων σύμφωνα με τις διαδικασίες της Υ.Α. ΚΑ/679/22.8.96, Φ.Ε.Κ. 826, τεύχος Β', άρθρο 1, παράγραφος 2 και μετά από σχετικές εγκρίσεις των αρμοδίων οργάνων του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το αποτέλεσμα της δοκιμής αφορά αποκλειστικά το δοκίμιο που χρησιμοποιήθηκε. Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακές συνθήκες, ώστε να προκύψει η πραγματική θερμική αγωγιμότητα του δοκιμίου. Για να αποδίδει ένα δοκίμιο τις ίδιες τιμές με αυτές που δίδονται στο φύλλο αποτελεσμάτων, θα πρέπει να είναι όμοιο τόσο από άποψη κατασκευής όσο και από άποψη εφαρμογής με το δοκίμιο που χρησιμοποιήθηκε. Κάθε διαφοροποίηση, έστω και μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Το Εργαστήριο διατηρεί το δικαίωμα να χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα των δοκιμών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις, επιστημονικές ανακοινώσεις, ερευνητικές εργασίες, καθώς και κάθε είδους ανάλογες εργασίες καθαρά επιστημονικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, χωρίς να αναφέρει το όνομα του Αναθέτη ή τον τύπο του προϊόντος.

This test report is the result of a laboratory test of the thermal transmittance properties of a building element. The results obtained from measurements on the specific building element are presented in detail and a single figure rating is given for its thermal transmittance properties.

The thermal transmittance test was performed by the Architectural Technology Laboratory of the School of Architecture, in accordance with the procedures of the Y.A. KA/679/22.8.96, F.E.K. 826, part B', article 1, paragraph 2 and after the appropriate approvals by the administrative authorities of the Aristotle University of Thessaloniki.

The test result reflects exclusively on the properties of the measured test specimen. The tests have taken place under laboratory conditions, so as to obtain the actual thermal transmittance properties of the test specimen. Under different usage or under conditions involving parameters not taken into account by the laboratory testing, the thermal transmittance properties of the material or product might be different. Every differentiation, even a small one might influence the resulting thermal transmittance properties of the material or product.

The Laboratory maintains the right to use the test results in scientific publications, scientific papers, research reports, and any other kind of studies of purely research or scientific nature, without revealing the name of the Client or the type of the product.

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ / PROCEDURES

2.1 Εφαρμοζόμενα Πρότυπα / Applied Standards

DIN EN ISO 8990:1996-09 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal transmission properties - Calibrated and guarded hot box

DIN EN ISO 12567 Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method

Part 1:2001-02 Complete windows and doors

Part 2:2006-03 Roof windows and other projecting windows

DIN EN 12412 Thermal performance of windows doors and shutters - Determination of thermal transmittance by hot box method

Part 2:2003-11 Frames

Part 4:2003-11 Roller shutter boxes

EA 2/17: 2009

EA Guidance on the horizontal requirements conformity assessment bodies for notification purposes

DIN EN 1279-5:2010 Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 5: Konformitätsbewertung; Deutsche Fassung EN 1279-5:2005+A2:2010

DIN EN 13162: 2009 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13162:2008

DIN EN 13163:2009 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13163:2008

DIN EN 13164:2009 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13164:2008

DIN EN 13165:2009 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13165:2008

DIN EN 13241-1:2004 Tore - Produktnorm - Teil 1: Produkte ohne Feuer- und Rauchschutzeigenschaften; Deutsche Fassung EN 13241-1:2003

DIN EN 14351-1:2010 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit; Deutsche Fassung EN 14351-1:2006+A1:2010

2.2 Διαδικασία Δοκιμής/ Test Procedure

Το δοκίμιο εφαρμόστηκε σε ειδικό πλαίσιο (μάσκα) του Hot Box από τον Αναθέτη. Η δοκιμή υλοποιήθηκε σύμφωνα με τις διαδικασίες που καθορίζονται στα πρότυπα DIN EN ISO 8990:1996 Norm, Wärmeschutz - Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand - Verfahren mit dem kalibrierten und dem geregelten Heizkasten (ISO 8990:1994); Deutsche Fassung EN ISO 8990:1996 και DIN EN ISO 12567-1:2001 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Komplette Fenster und Tueren. Για τον προσδιορισμό του Συντελεστή Θερμικής Αγωγιμότητας U χρησιμοποιήθηκε η σχέση:

$$U_m = \frac{q_{sp}}{\Delta\theta_n} \text{ σε } W/(m^2 \cdot K) \text{ όπου:}$$

$\Delta\theta_n$: η διαφορά των θερμοκρασιών περιβάλλοντος των δυο πλευρών (ψυχρής – θερμής) του υπό μέτρηση δοκιμίου σε K

q_{sp} : η μέση πυκνότητα θερμικής ροής που διαπερνά το δοκίμιο σε W/m^2 που προκύπτει από τις σχέσεις:

$$q_{sp} = \frac{\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge}}{A_{sp}}$$

$$\Phi_{sur} = \frac{A_{sur} \cdot \Delta\theta_{s,sur}}{R_{sur}} \quad \text{όπου:}$$

Φ_{sur} : η θερμική ροή που διαπερνά τη μάσκα σε W

Φ_{edge} : η θερμική ροή που διαπερνά την περιμετρική ζώνη του δοκιμίου σε W

Φ_{in} : η προσδιδόμενη προς το Hot Box θερμική ροή σε W

A_{sp} : η επιφάνεια του δοκιμίου σε m^2

A_{sur} : η επιφάνεια του πλαισίου – μάσκας σε m^2

$\Delta\theta_{s,sur}$: η διαφορά των μέσων θερμοκρασιών των δυο επιφανειών της μάσκας (θερμής–ψυχρής) σε K

R_{sur} : η θερμική αντίσταση της μάσκας σε $m^2 \cdot K/W$

The test specimen was mounted in a special frame (mask) of the hot box by the Client. The test took place under laboratory conditions, according to DIN EN ISO 8990:1996 Thermal insulation –

Determination of steady-state thermal transmission properties – Calibrated and guarded hot box (ISO 8990:1994); German version EN ISO 8990:1996 and DIN EN ISO 12567-1:2001 Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method – Part 1: Complete windows and doors

In order to calculate the Thermal Transmittance Coefficient U, the following equation was used:

$$U_m = \frac{q_{sp}}{\Delta\theta_n} \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \text{ where:}$$

$\Delta\theta_n$: the difference of the two ambient temperature of the two test sides in K

q_{sp} : the mean heat flow density which penetrates the specimen in W/m^2
obtained using the equations:

$$q_{sp} = \frac{\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge}}{A_{sp}}$$

$$\Phi_{sur} = \frac{A_{sur} \cdot \Delta\theta_{s,sur}}{R_{sur}} \quad \text{where}$$

Φ_{sur} : the heat flow which penetrates the special frame (mask) in W

Φ_{edge} : the heat flow which penetrates the perimeter area of the specimen in W

Φ_{in} : the input heat flow of the hot box in W

A_{sp} : the surface of the specimen in m^2

A_{sur} : the surface of the special frame (mask) in m^2

$\Delta\theta_{s,sur}$: the difference of the mean temperatures of the surfaces of the special frame (mask) in K

R_{sur} : the thermal resistance of the special frame (mask) in $m^2 \cdot K/W$

2.3 Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός / Equipment used

Συσκευή / Apparatus	Τύπος / Type	Κατασκευαστής / Manufacturer	Κωδικός / Code
Θερμός Θάλαμος/Hot Box	TDW-4240	TAURUS Instruments	W 01
Μονάδα ελέγχου / CPU	PCB80C552	Philips	W 02
Εναλλάκτες/Heat exchangers	Major 300	GEA	W 03
Ψύκτης / Chiller	Presto LH47	Julabo	W 04
Ψύκτης / Chiller	FC 1600T	Julabo	W 05

Η εγκατάσταση δοκιμών Θερμού Θαλάμου TDW-4240 καλύπτει τις απαιτήσεις του προτύπου DIN EN ISO 8990:1996* / The guarded Hot Box test facility TDW-4240 meets the requirements of the DIN EN ISO 8990:1996* standard.

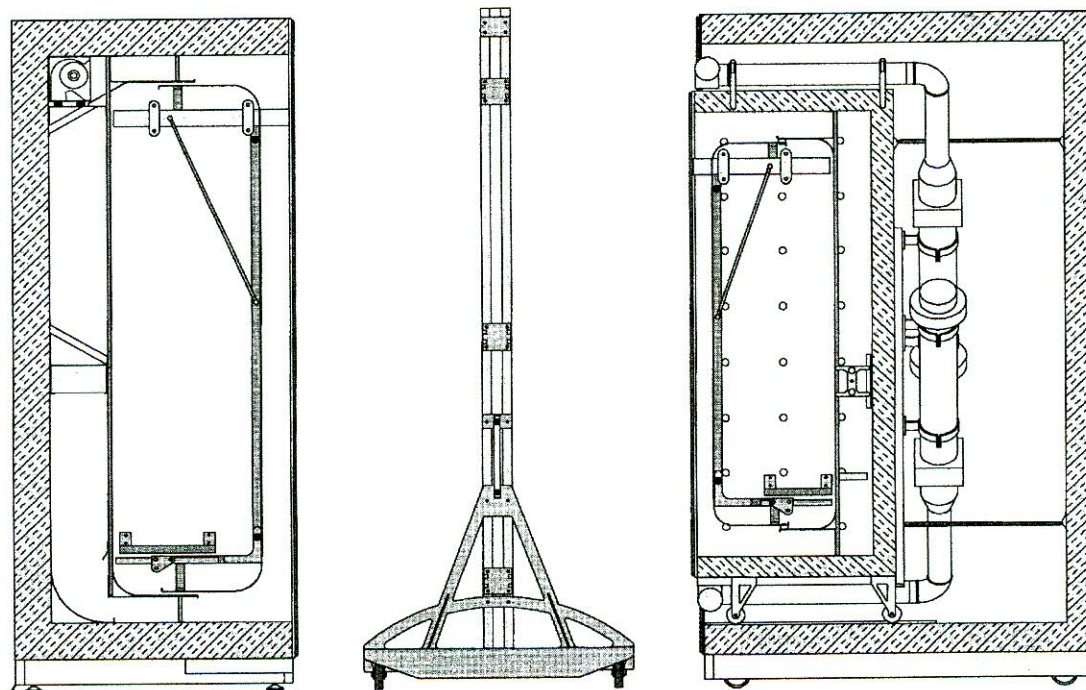
* DIN EN ISO 8990:1996 Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties – Calibrated and guarded hot box

Διαστάσεις Θερμού Θαλάμου / Hot box dimensions: 3600x3800x4600mm

Κρύα πλευρά/
Cold side

Ειδικό πλαίσιο δοκιμίου (μάσκα)/
Special test specimen frame (mask)

Θερμή πλευρά/
Warm side



3. ΔΟΚΙΜΙΟ / TEST SPECIMEN

3.1 Περιγραφή / Description

Προϊόν/Product:	Πάνελ πολυουρεθάνης / polyurethane panel
Κατασκευαστής/Manufacturer:	Μεταλλεμπορική – Θ. Μακρης Α.Ε. / Metallemporiki – Th. Makris S.A.
Αναθέτης/Client:	Μεταλλεμπορική – Θ. Μακρης Α.Ε. / Metallemporiki – Th. Makris S.A.
Διεύθυνση/Address:	6 ^ο χιλ. Λάρισας – Συκουρίου, Τ.Θ. 1636, Τ.Κ. 41002 Λ / 6 th km Larisa – Sikourio, P.O. 1636, 41002 Larisa
Εγκατάσταση/ Installation:	Μεταλλεμπορική – Θ. Μακρης Α.Ε. / Metallemporiki – Th. Makris S.A.
Ονομασία προϊόντος/Product name:	Αυτοφερόμενο μεταλλικό πάνελ πολυουρεθάνης οροφής 40 mm (κεραμίδι)/ self-supporting metal faced panel polyurethane roof 40 mm (tile design)
Ημερομηνία παραγωγής/Production date:	09/12/2011
Διαστάσεις δοκιμίου/ Sample dimensions:	1480 x 1230 mm

3.2 Κατασκευή / Construction

Το πάνελ πολυουρεθάνης (PUR) αποτελείται από φύλλα προβαμμένου επιψευδαργυρωμένου χάλυβα που συνδέονται με αφρό πολυουρεθάνης, πυκνότητας $40 \pm 2 \text{ kg/m}^3$.

Τα χαλυβδόφυλλα είναι.

Πάχος εξωτερικής πλευράς χαλυβδοφύλλου : 0,50mm

Πάχος εσωτερικής πλευράς χαλυβδοφύλλου : 0,45mm

Συνολικό πάχος του πάνελ πολυουρεθάνης, 40mm.

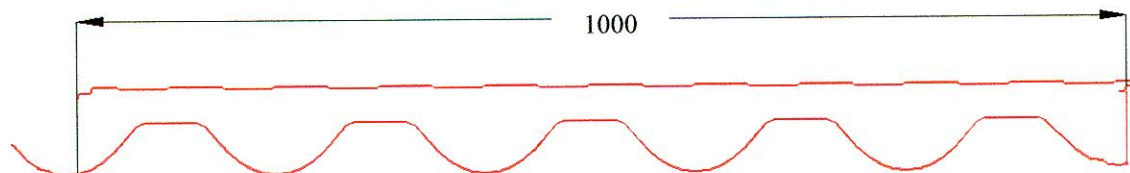
The polyurethane (PUR) sandwich panel is made of two layers of prepainted galvanized steel sheet. Between them there is polyurethane foam with density $40 \pm 2 \text{ kg/m}^3$.

Thickness of the outside steel sheet: 0,50mm

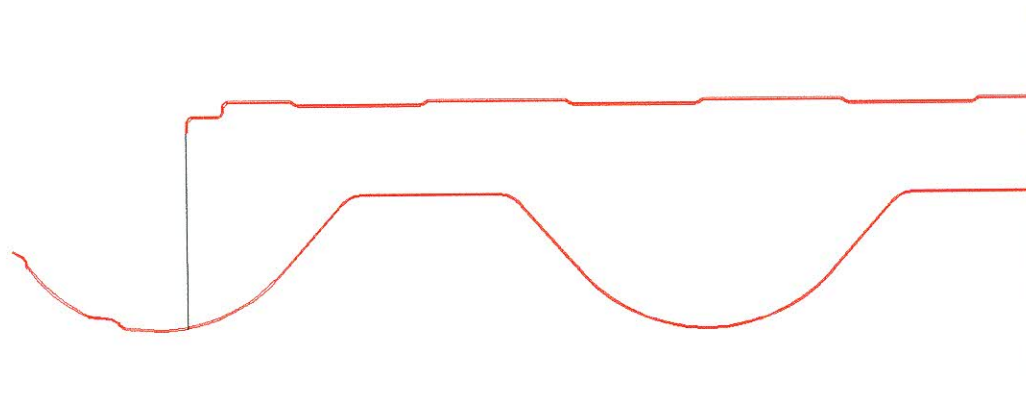
Thickness of the inside steel sheet: 0,45mm

Total thickness of the polyurethane sandwich panel, 40mm.

3.3 Απεικόνιση / Drawing



Τομή / Section



Λεπτομέρεια /Detail

*Τα σχέδια ετοιμάστηκαν από τον Αναθέτη/ The drawings have been prepared by the Client.

4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΟΚΙΜΗΣ / TEST CONDITIONS

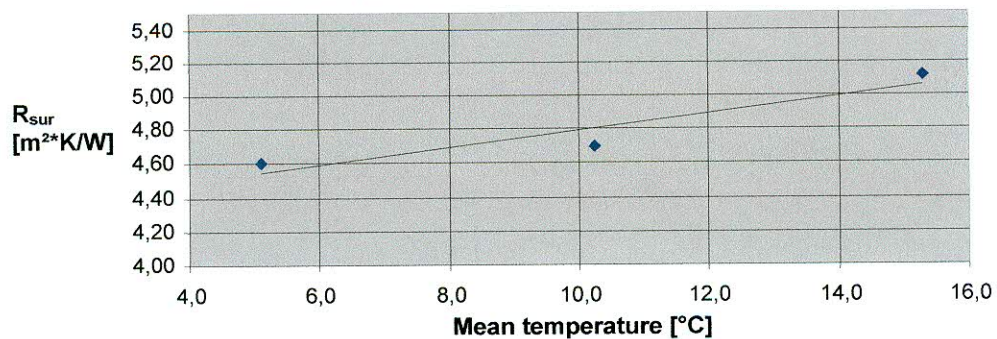
4.1 Γενικά δεδομένα / General data

Έναρξη μέτρησης/Start of measurement : 12/12/2011 13:08h
 Τέλος μέτρησης / End of measurement : 15/12/2011 08:10h
 Διάρκεια μέτρησης / Measurement duration : 67h
 Επιφάνεια δοκιμίου / Area of test specimen : 1,82m²

4.2 Δεδομένα βαθμονόμησης / Calibration data

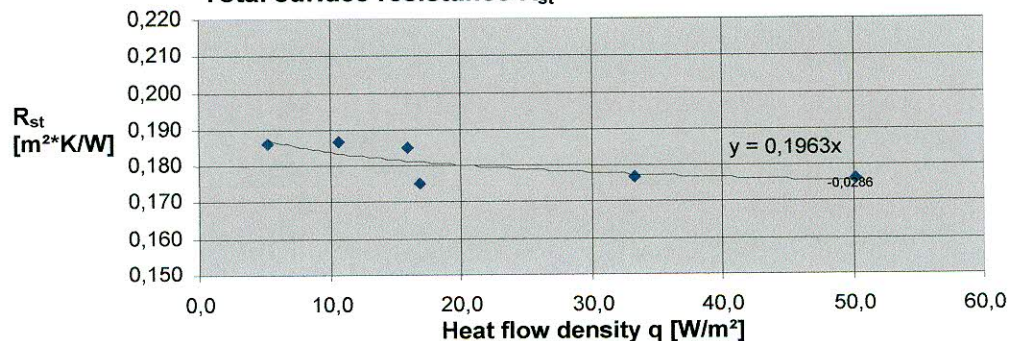
$$R_{sur} = 4,2880 + 0,0505 \cdot T_{me,sur} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

Thermal resistance around the frame R_{sur}



$$R_{s,t} = 0,1963 \cdot Q_{sp}^{-0,0286} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

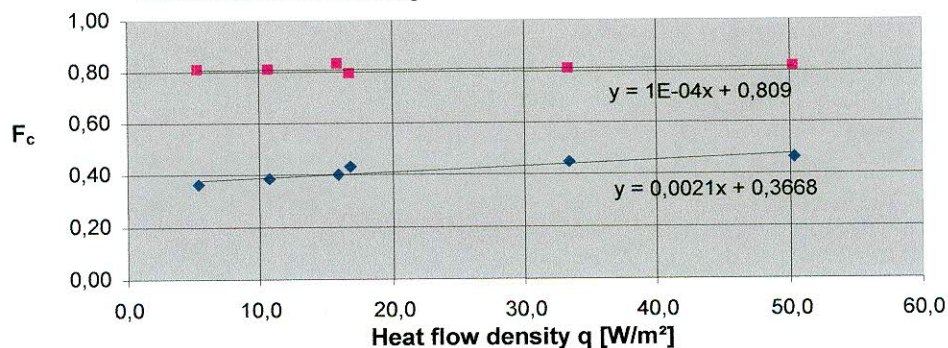
Total surface resistance R_{st}



$$F_{c,i} = 0,3668 + 0,0021 \cdot q_{sp}$$

$$F_{c,e} = 0,8090 + 0,0001 \cdot q_{sp}$$

Convective fraction F_c



5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ / TEST RESULTS

5.1 Αναλυτικά στοιχεία δοκιμής / Detailed test data

Προϊόν/Product : Αυτοφερόμενο μεταλλικό πάνελ πολυουρεθάνης οροφής 40 mm (κεραμίδι)/ self-supporting metal faced panel polyurethane roof 40 mm (tile design)

Θερμοκρασία αέρα θερμής πλευράς / Warm side air temperature	T _{ai}	20,17 C
Θερμοκρασία αέρα ψυχρής πλευράς / Cold side air temperature	T _{ae}	0,51 C
Θερμοκρασία του κατευθυντήρα αέρα θερμής πλευράς / Warm side baffle temperature	T _{bi}	19,92 C
Θερμοκρασία του κατευθυντήρα αέρα ψυχρής πλευράς / Cold side baffle temperature	T _{be}	0,63 C
Ταχύτητα αέρα θερμής πλευράς / Warm side air speed	V _{li}	0,24 m/s
Ταχύτητα αέρα ψυχρής πλευράς / Cold side air speed	V _{le}	2,46 m/s
Συνολική ισχύς εισόδου/ Overall input power	P _{in}	29,02 W
Πυκνότητα θερμικής ροής δοκιμίου / Specimen heat flow density	Q _{sp}	5,37 W/m ²
Συνολική επιφανειακή αντίσταση / Total surface resistance	R _{st}	0,187 m ² *K/W
Μετρούμενος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας / Measured thermal resistance coefficient	U _m	0,276 W/(m ² *K)
Τυποποιημένη επιφανειακή αντίσταση / Standardized surface resistance	R _{st,st}	0,170 m ² *K/W
Διευρυμένη αβεβαιότητα μέτρησης / Extended uncertainty of measurement (GUM)		0,0083 W/(m ² *K)

5.2 Αποτέλεσμα δοκιμής/Test result

Διαπιστωθείσα τιμή / Determined value
 Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας / Thermal Transmittance Coefficient:
U_{st} = 0,277 W/(m²*K)



Θεσσαλονίκη/Thessaloniki, 15.12.2011

Διαπιστευμένο Εργαστήριο Δοκιμών / Accredited Test Laboratory E.SY.D. No 704

Κοινοποιημένος Φορέας / Notified Body NB 2326

Εμμανουήλ Τζεκάκης / Emmanuel Tzekakis
 Καθηγητής / Professor

Διευθυντής του Εργαστηρίου / Director of the Laboratory

Βασίλειος Βασιλειάδης / Vasilios Vasiliadis
 Μηχανολόγος Μηχανικός / Mechanical Engineer

Υπεύθυνος Υποστήριξης Δοκιμών/Test Support Engineer