ΚΑΠΕ
CRES
ΕΜΕ
EML

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
CENTER FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SAVING

ΕΣΥΔ
Δοκιμές / Tests
Αρ.Πιστ.100 /
Cert. Nr. 100

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
ENERGY MEASUREMENTS LABORATORY

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ
TEST REPORT

Μέτρηση Συντελεστή Θερμικής Διαπερατότητας Δοκιμίου
Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε βάσει του πρότυπου ΕΛΟΤ EN ISO 8990,
Measurement of thermal Transmittance
The measurement took place in a Guarded Hot Box apparatus according to ELOT EN ISO 8990

Αριθμός Δοκιμής
Test number | *85-4*

ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ - CONFIDENTIAL

ΠΡΟΣΟΧΗ / ATTENTION

- *Τα αποτελέσματα των Δοκιμών αφορούν μόνον τα Δοκιμασθέντα Δοκίμια.*
  The results of the Tests refer only to the tested items.
- *Απαγορεύεται η τμηματική Αναπαραγωγή της Έκθεσης Δοκιμών χωρίς την έγκριση του Εργαστηρίου.*
  Partial reproduction of the Test Report without the permission of the Laboratory is prohibited.
- *Η Έκθεση αποτελεί μέρος του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας του Εργαστηρίου και συμμορφώνεται με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 : 2017. / The Report is part of the Management System of the Laboratory and complies with standard ELOT EN ISO/IEC 17025 : 2017.*

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ / *GENERAL INFORMATION*

Πελάτης *Client*	:	**ΛΑΒΑ Μεταλλευτική & Λατομική Α.Ε.** / ***LAVA S.A.*** **Δ. Σολωμού 32, ΤΚ 141 23, Λυκοβρυση, Αττική** / *D. Solomou 32, Lykovrisi, 14123, ATTICA*
Στοιχεία δοκιμής *Test data*	:	***Κωδικός Δοκιμής*** / *Test Nr.:* ***85*** ***Ημερομηνία Σύμβασης Δοκιμής***/ *Contract date* ***: 18/9/2019*** ***Σήμανση Δοκιμίου*** / *Specimen marking*: **85-4**
Περιγραφή Δοκιμίων *Specimen description*	:	**Τοιχοποιία από δομικό στοιχείο ελαφρόπετρας με εμπορική ονομασία Lavawall A9 (2 σειρές) στο οποίο έχει εφαρμοστεί μόνωση μεταξύ των στρώσεων με διογκωμένη πολυστερίνη EPS 80) πάχους 6 εκ.. Συνολικό πάχος Δοκιμίου 33 cm.** / *Wall from pumicebricks (brand name Lavawall A9 – 2 layers) with Thermal insulation between them (EPS 80), 6 cm thickness. Specimen total thickness: 33 cm.* **Τα επιμέρους στρώματα του Δοκιμίου φαίνονται στο Σχήμα 2.** / *The specimen layers are shown in Figure 2.*
Βάσει του Κανονισμού 305/2011/ΕΕ & της Οδηγίας ΕΑ. 2/17:2009 *According to regulation 305/2011/EE & directive EA 2/17:2009* — Δειγματοληψία / *Sampling*: Ημερομηνία παραγωγής Δοκιμίων /*Specimens production date*	:	**Δεν απαιτείται** / *Not required*
Ημερομηνία *Date*	:	**Δεν απαιτείται** / *Not required*
Πληροφορίες δια-δικασίας / *Process*	:	**Δεν απαιτείται** / *Not required*
Προσωπικό *Personnel*	:	**Δεν απαιτείται** / *Not required*
Ημερομηνία παραλαβής δοκιμίων *Specimens receipt date*	:	**15/9/2020**
Ημερομηνίες έναρξης–λήξης δοκιμής / *Start – end test date*	:	**15/9/2020 (*Ημερομηνία έναρξης*/** *start date*) **– 17/9/2020 (*Ημερομηνία λήξης*/** *end date*)
Χρησιμοποιούμενος Εξοπλισμός *Testing equipment*	:	**Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου (Guarded Hot Box) TDW-4240 (ΜΕ-2-0)**
Διαδικασία δοκιμής *Test procedure*	:	**D-EML.230 - Μέτρηση Θερμικής Διαπερατότητας Δοκιμίου** / *Measurement of Thermal Transmittance*
Συνημμένα Έκθεσης *Attached documents*	:	**Φωτογραφίες τεκμηρίωσης κατασκευής δοκιμίου** / *Photographs during specimen construction*

Αναστασόπουλου Λ.

Χειριστής / *Test responsible*

Ανδρουτσόπουλος Αν.

Προϊστάμενος Εργαστηρίου / *Head of Laboratory*

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΠΕ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ / *TEST DATA*

Εφαρμοζόμενα Πρότυπα ***Applicable standard*** :

Δοκιμή με τη Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου κατά ΕΛΟΤ EN ISO 8990 / *Hot Box test according ELOT EN ISO 8990*

Μετρήσεις ***Measurements*** :

Η μέτρηση του Συντελεστή Θερμικής Διαπερατότητας πραγματοποιήθηκε με τη Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου TDW-4240, στην οποία το δοκίμιο τοποθετείται σε κατακόρυφη θέση και με Ροή Θερμότητας εφαρμοζόμενη στην οριζόντια διεύθυνση.
Η Διάταξη έχει εσωτερικές διαστάσεις 2.74 m πλάτος x 3.45 m ύψος και η επιφάνεια μετρήσεων 1.7 m πλάτος x 2.4 m ύψος.
Η Διάταξη χρησιμοποιεί ένα Διαφορικό Θερμοστοιχείο 44 επαφών για τον έλεγχο της θερμοκρασιακής ισορροπίας μεταξύ του προστατευμένου θερμού τμήματος (guard box) και του τμήματος μετρήσεων (metering box). Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι θερμοζεύγη τύπου Τ των οποίων οι θέσεις φαίνονται στο σχήμα 1. Οι επιφάνειες της περιοχής μετρήσεων έχουν ολικό ημισφαιρικό συντελεστή εκπομπής ε_p=0.92, ε_b=0.95.
Η διεύθυνση του αέρα στην επιφάνεια μετρήσεων είναι κατακόρυφη από τα άνω προς τα κάτω ενώ στην επιφάνεια της ψυχρής πλευράς είναι κατακόρυφη από κάτω προς τα άνω.

The measurement of the Thermal Transmittance was performed in a Guarded Hot Box apparatus TDW-4240, in which the specimen is placed in vertical position and the heat flow is applied horizontally.
The apparatus has internal dimensions 2.74 m width x 3.45 m height and the measuring surface 1.7 m width x 2.4 m height. It uses a 44-contact Differential Thermocouple to control the temperature balance between the guarded area and the metering area. T-type thermocouples are used whose positions are shown in Figure 1. The surfaces of the measuring area have a total hemispherical emissivity, ε_p = 0.92, ε_b = 0.95.
The air direction on the measuring area is vertical from top to bottom while on the cold side surface it is vertical from bottom to top.

Δεδομένα βαθμονόμησης διάταξης / *Hot Box data*

Θερμική αντίσταση περιβάλλοντος πλαισίου στήριξης / *Surround panel thermal resistance :*

$R_{sur} = 3.117 + 0.01902 * T_{me,sur}$ [m²*K/W]

Συνολική θερμική αντίσταση επιφανείας / *Total surface resistance*:

$R_{s.t} = 0.1825\ q_{sp}^{(-0.0169)}$ [m²*K/W]

Παράγοντες συναγωγής / *Convective fraction*: $F_{c.l} = 0.4928 - 0.0003\ q_{sp}$
$F_{c.e} = 0.6836 + 0.0012\ q_{sp}$

Ξήρανση και προετοιμασία Δοκιμίων ***Drying and conditioning*** :

Το Δοκίμιο προετοιμάσθηκε για Δοκιμή στο περιβάλλον του Εργαστηρίου για χρονικό διάστημα 40 ημερών. / *Specimen was stored in Lab environment for a period of 40 days.*

Αβεβαιότητα ***Uncertainty***	:	**Η αβεβαιότητα των μετρήσεων είναι καλύτερη από ± 6%, βασισμένη στην συνδυασμένη αβεβαιότητα πολλαπλασιασμένη με συντελεστή κάλυψης k=2 που αντιστοιχεί σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% περίπου.** / *Measurement uncertainty is better than ± 6 %, based on the combined standard uncertainty multiplied with a coverage factor k=2 which corresponds to confidence level of 95% approximately.*
Ιχνηλασιμότητα Μετρήσεων ***Measurement Traceability***	:	**Η Ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων ανάγεται σε Εθνικά ή Διεθνή Πρότυπα.** / *The measurements are traceable to national and European standards.*

Παρατηρήσεις / *Notes* :

- Η κατασκευή του δοκιμίου τοίχου έγινε στις 5/8/2020. / Date of the *construction of specimen: 5/8/2020.*
- Κατά τη διάρκεια του πειράματος η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος του χώρου του εργαστηρίου ήταν 19 ± 1 °C και η μέση σχετική υγρασία 48 ±10 %. / *Environmental conditions during test: Temperature: 19 ± 1 °C, relative humidity: 48 ±10 %.*

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ / *RESULTS*

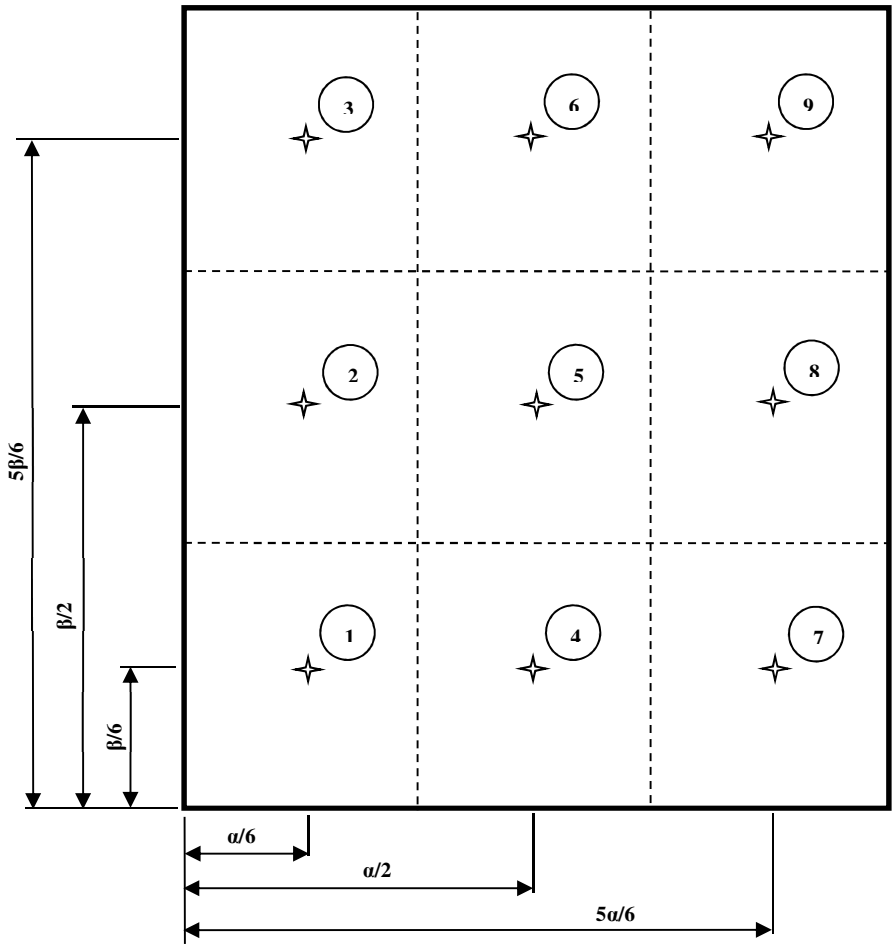
Υπολογισμός συντελεστή Θερμικής Διαπερατότητας/ *Calculation of thermal transmittance,* U

	Στοιχεία Δοκιμίου / *Specimen data*		**Κωδικός δοκιμίου/ *Specimen Code*: 85-4**
d	Συνολικό πάχος/ *total thickness*	m	0.33
A	Επιφάνεια δοκιμίου / *specimen area*	m^2	1.82
A_{sur}	Επιφάνεια πλαισίου Δοκιμίου / surround panel area	m^2	2.09
A_t	Επιφάνεια περιοχής μετρήσεων / measurement area	m^2	3.91
L	Περίμετρος Δοκιμίου / Specimen perimeter	m	5.42

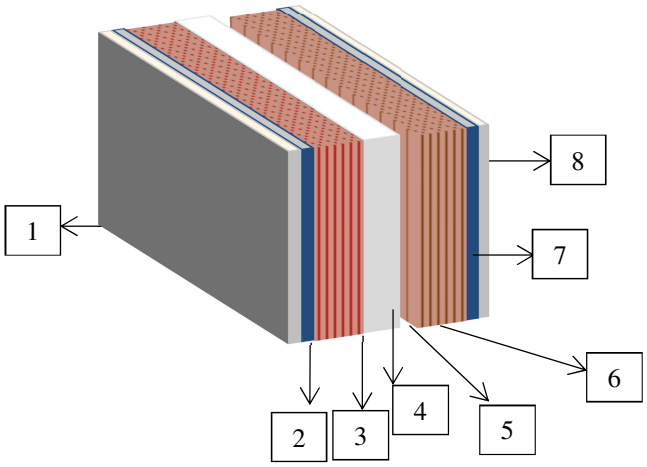
Μετρήσεις / *Measurements*			
Θερμοκρασίες Ψυχρής πλευράς / Hot side			
ϑ_{ce}	Μέση θερμοκρασία αέρα / *Mean air temperature*	°C	5.94
ϑ_{ne}	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	°C	5.97
$F_{c,e}$	Παράγοντας συναγωγής	-	0.695
Θερμοκρασίες Θερμής πλευράς / Cold side			
ϑ_{ci}	Μέση θερμοκρασία αέρα	°C	32.13
ϑ_{ni}	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	°C	32.04
$F_{c,i}$	Παράγοντας συναγωγής	-	0.490
Φ_{in}	Συνολική ισχύς / Total power	W	32.81
q_{sp}	Ροή θερμότητας διαμέσω του δοκιμίου	W/m^2	15.68
v_i	Ταχύτητα αέρα θερμής πλευράς	m/s	0.05
v_e	Ταχύτητα αέρα ψυχρής πλευράς	m/s	1.80

U_m	Συντελεστής Θερμικής Διαπερατότητας / *Thermal Transmittance*	$W/(m^2 \cdot K)$	0.361

U_{st}	**Τυποποιημένος Συντελεστής Θερμικής Διαπερατότητας / *Standardized Thermal Transmittance***	**$W/(m^2 \cdot K)$**	**0.361**



Σχήμα 1. Θέσεις και αρίθμηση αισθητήρων θερμοκρασίας σε σχέση με την επιφάνεια του δοκιμίου. Εποπτεία από τη θερμή πλευρά. α = πλάτος δοκιμίου, β = μήκος δοκιμίου. / *Figure 1. Temperature sensors positions, view from the hot side. α =specimen width, β = specimen length*

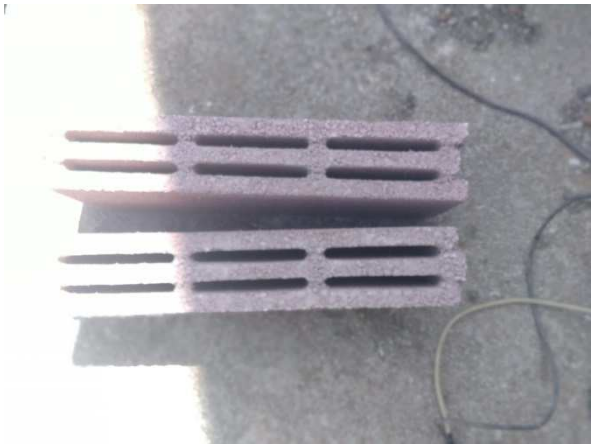


1) Επίχρισμα, τελική στρώση / *Plaster, final layer*
2) Επίχρισμα, βασική στρώση / *Plaster, basic layer*
3) Κισηρόλιθος / *Pumicebricks* Lavawall A9
4) Θερμομονωτικό υλικό / *Thermal insulation* (EPS 80)
5) Κενό, air space.
6) Κισηρόλιθος / *Pumicebricks* Lavawall A9
7) Επίχρισμα, βασική στρώση / *Plaster, basic layer*
8) Επίχρισμα, τελική στρώση / Plaster, final layer

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ / *specimen thickness*: 33 cm

Σχήμα 2. Επιμέρους στρώματα Δοκιμίου. / *Figure 2. Specimen layers.*

ΣΥΝΗΜΜΕΝΑ ΈΚΘΕΣΗΣ / *ATTACHED DOCUMENTS*



ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ - CONFIDENTIAL