



ΕΛΛΗΝΙΚΗ  
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ,  
ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης



ΜΕΛΤ & ΕΛΑΜΟ-ΣΦΑ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΡΓΟ  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΕΙΤΑΙ  
ΑΠΟ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ  
ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟ  
ΕΘΝΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

Μουσείο Ελληνικής Λαϊκής Τέχνης  
& Ελληνικών Λαϊκών Μουσικών Οργάνων  
- Συλλογή Φοίβου Ανωγειανάκη

*ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ  
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΤΖΑΜΙ ΤΖΙΣΔΑΡΑΚΗ*

**ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**  
ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΑΘΗΝΑ 2015

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag*
- β) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,*
- γ) *Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag*
- δ) *Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer (TEE)*

## 2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_o$ , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- β) Απώλειες λόγω προσαιξήσεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου  $Q_L$ .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε w (ή Kcal/h)}$$

όπου:

- $Q_o$ : Απώλειες θερμότητας
- $F$ : Επιφάνεια του δομικού τμήματος  $m^2$
- $k$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας  $W/m^2 K$  (ή  $Kcal/m^2 K$ )
- $1/k$ : Αντίσταση θερμοπερατότητας σε  $m^2 K/W$
- $t_i$ : Θερμοκρασία χώρου σε  $^{\circ}C$
- $t_a$ : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε  $^{\circ}C$

β) Οι προσαιξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

**β1)** προσαύξηση  $Z_H$  την επίδραση του προσανατολισμού.  
( $Z_H = -5$  για Ν, ΝΔ, ΝΑ  $Z_H = +5$  για Β, ΒΔ, ΒΑ και  $Z_H = 0$  για Δ και Α)

**β2)** προσαύξηση  $Z_U + Z_A = Z_D$  διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής  $Z_U$ ). Η προσαύξηση  $Z_D$  προσδιορίζεται με βάση το  $D = Q_o / (F_{ges} \times \Delta t)$ , όπου  $F_{ges}$  η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

**β2.1)**  $Z_D$  για DIN77

Τιμή D

Τρόπος Λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

**β2.2)** Ο συντελεστής  $Z_D$  για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη  $Z_D$  για το DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαιξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z$$

γ) Οι απώλειες αερισμού  $Q_L$  υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w)}$$

όπου:

- V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m<sup>3</sup>/s  
 c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε kJ/g K  
 ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m<sup>3</sup>

**γ2)** από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_\Gamma \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

- α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα  
 Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)  
 R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).  
 H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ε<sub>GA</sub>).  
 Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)  
 Z<sub>Γ</sub>: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

**δ)** Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των Q<sub>T</sub> και Q<sub>L</sub>, δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

### 3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

**α)** Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Είδος στοιχείου (πχ. T=τοίχος, A=Ανοιγμα, O=οροφή Δ=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Συντελεστής k
- Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

**β)** στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

## Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αθήνα - Αστεροσκοπείο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	ASHRAE
Σύστημα Μονάδων	Kcal/h

## Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	0.55
T2	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 6cm	0.371
T3	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 4cm	0.58
T4	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 6cm	1.28
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.45
T6	Λιθοδομή 60cm	0.632
T7	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	0.56
T8	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	0.55
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	0.57

## Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.5
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.3
E3	Γυψοσανίδα	1.5

## Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Οροφών
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	2.038
O2	Οροφή Σκυροδέματος 14cm Αμόν.	2.8
O3	Στέγη Μονωμένη-Κεραμίδια Γαλλ.	0.38

## Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	1.889
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε Pilotis Μόν. 5cm	0.54
Δ3	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(M.5cm)	0.58
Δ4	Δαπ.Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.56
Δ5	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Μόνωση 5cm	0.42
Δ6	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Αμόνωτο	2.14

## Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			4.5		
A2	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)			5.2		

A3	Διπλό διακένου 6mm (ξύλινο πλαίσιο)			2.8		
A4	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.2		
A5	Διπλό διακένου 12mm (ξύλινο πλαίσιο)			2.6		
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.0		

Επίπεδο : ισογειο Χώρος : 1  
 Ονομασία Χώρου ΙΣΟΓΕΙΟ ΨΗΛΟ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Επιφαν. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T2	NA			4.00	4.00	16.00	1	16.00		16.00		20.00	118.7
T2	BA			10.35	4.00	41.40	1	41.40	10.35	31.05	0.371	20.00	230.4
A1	BA	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BA	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BA	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BA	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BA	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
T2	BΔ			10.55	4.00	42.20	1	42.20	11.80	30.40	0.371	20.00	225.6
A1	BΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BΔ	A		1.60	2.20	3.52	1	3.52		3.52	4.5	20.00	316.8
A1	BΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	BΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
T2	NΔ			10.35	4.00	41.40	1	41.40	8.28	33.12	0.371	20.00	245.8
A1	NΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	NΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	NΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
A1	NΔ	A		1.15	1.80	2.07	1	2.07		2.07	4.5	20.00	186.3
Δ1				1	109.2	109.2	1	109.2		109.2	1.889	10.00	2063

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>		5622
Συνολική Προσαύξηση Z =	20 %	1124
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q <sub>T</sub> =Q <sub>0</sub> x (1+Z)		6747
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q <sub>L</sub> =VxρxαxΔt =		5067
Όγκος χώρου V = 109.2x1x4.00=	437	
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	2.0	
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q <sub>ολ</sub> = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> =		11814

Επίπεδο : ισογειο Χώρος : 2  
 Ονομασία Χώρου ΙΣΟΓΕΙΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Επιφαν. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T6	ΝΔ			6.00	4.00	24.00	1	24.00		24.00	0.632	20.00	303.4
T6	ΝΑ			6.80	4.00	27.20	1	27.20		27.20	0.632	20.00	343.8
T6	ΒΑ			4.10	4.00	16.40	1	16.40		16.40	0.632	20.00	207.3
O1				1	34.19	34.19	1	34.19		34.19	2.038	20.00	1394

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 2249

Συνολική Προσαύξηση Z = 20 % 450

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+Z) 2698

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 1586

Όγκος χώρου V = 34.19x1x4.00=

137

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

2

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 4284



Επίπεδο : οροφος Χώρος : 1  
 Ονομασία Χώρου ΟΡΟΦΟΣ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφαν. (m <sup>2</sup> )	Επιφαν. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T2	ΒΔ			10.55	9.00	94.95	1	94.95		94.95	0.371	20.00	704.5
A1	ΒΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΒΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΒΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΒΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
T2	ΝΔ			10.35	9.00	93.15	1	93.15		93.15	0.371	20.00	691.2
A1	ΝΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΔ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
T2	ΝΑ			10.55	9.00	94.95	1	94.95		94.95	0.371	20.00	704.5
A1	ΝΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΝΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
T2	ΒΑ			10.35	9.00	93.15	1	93.15		93.15	0.371	20.00	691.2
A1	ΒΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΒΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
A1	ΒΑ	A		0.80	2.20		1				4.5	20.00	
O1				1	109.2	109.2	1	109.2		109.2	2.038	20.00	4451

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>		7242
Συνολική Προσαύξηση Z =	20 %	1448
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q <sub>T</sub> =Q <sub>0</sub> x (1+Z)		8691
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q <sub>L</sub> =VχρχcxΔt =		11400
Όγκος χώρου V = 109.2x1x9.00=	983	
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	2.0	
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q <sub>ολ</sub> = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> =		20091

## ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : ισογειο

1 ΙΣΟΓΕΙΟ ΨΗΛΟ	:	11814
2 ΙΣΟΓΕΙΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ	:	4284

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	16098
-----------------------------	---	-------

Επίπεδο : οροφος

1 ΟΡΟΦΟΣ	:	20091
----------	---	-------

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	20091
-----------------------------	---	-------

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	36189
----------------------------	---	-------

