

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

Εργοδότης : ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

Έργο : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

Θέση : Ο.Τ. 1183 ΤΟΥ Ρ.Σ. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

Ημερομηνία : ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2017

Μελετητές : ΜΠΟΥΜΠΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Ο/Η ΣΥΝΤΑΞΑΣ

ΜΠΟΥΜΠΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ.....20

Ο Δ/ΝΤΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
ΔΗΜΟΥ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΖΑΜΟΥΡΑΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

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) *Erläuterungen 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 προσαυξήσεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

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

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 προσαυξήσεις 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 προσαυξήσεις 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:

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

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m³/s
 c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε kJ/g K
 ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m³

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

$$Q_L = \sum Q_{A_i} \text{, όπου:}$$

$$Q_{A_i} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

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_{GA}).
 Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)
 Z_r: 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_T και Q_L, 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	Καλαμάτα
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	1
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	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m²K) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	1.786
T2	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 6cm	0.473
T3		
T4		
T5		
T6		
T7	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	0.539
T8	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	2.952

Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m²K) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	0.689
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.51
E3	Γυψοσανίδα	1.74
E4		
E5		
E6		
E7	Εσωτερική τοιχοποιία 15	0.76

Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m²K) Οροφών
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	0.454

Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m²K) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.421

Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m²K) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5		
A2	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)			3.2		
A3	Διπλό διακένου 6mm (ξύλινο πλαίσιο)			3.2		
A4	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.2		

A5	Διπλό διακένου 12mm (ξύλινο πλαίσιο)			3.2		
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.2		

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου ΚΑΜΑΡΙΝΙΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάν ειας	Προ σανατο λισμός	Αφαι ρού μενη	Πά χος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφ άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφάν.	Συνολ. Επιφάν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφάν. (m ²)	Επιφάν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T2	N			3.65	3.55	12.96	1	12.96	2.56	10.40	0.473	19.00	93.46
T7	N	A		3.65	0.70	2.56	1	2.56		2.56	0.539	19.00	26.22
E1	E			6.30	3.55	22.37	1	22.37	5.13	17.24	0.689	10.00	118.8
E7	E	A		6.30	0.30	1.89	1	1.89		1.89	0.76	10.00	14.36
E8	E	A		0.40	3.00	1.20	1	1.20		1.20		10.00	
E8	E	A		0.63	3.00	1.89	1	1.89		1.89		10.00	
E7	E	A		0.05	3.00	0.15	1	0.15		0.15	0.76	10.00	1.14
E1	E			2.75	3.55	9.76	1	9.76	0.86	8.90	0.689	10.00	61.32
E7	E	A		2.75	0.30	0.83	1	0.83		0.83	0.76	10.00	6.31
E8	E	A		0.01	3.00	0.03	1	0.03		0.03		10.00	
E1	E			3.25	3.55	11.54	1	11.54	2.30	9.24	0.689	10.00	63.66
E7	E	A		3.25	0.30	0.98	1	0.98		0.98	0.76	10.00	7.45
E7	E	A		0.03	3.00	0.09	1	0.09		0.09	0.76	10.00	0.68
E8	E	A		0.41	3.00	1.23	1	1.23		1.23		10.00	
T2	Δ			2.05	3.55	7.28	1	7.28	3.42	3.86	0.473	19.00	34.69
T7	Δ	A		2.05	0.70	1.43	1	1.43		1.43	0.539	19.00	14.64
T7	Δ	A		0.39	2.85	1.11	1	1.11		1.11	0.539	19.00	11.37
T8	Δ	A		0.04	2.85	0.11	1	0.11		0.11	2.952	19.00	6.17
T7	Δ	A		0.27	2.85	0.77	1	0.77		0.77	0.539	19.00	7.89
T2	BA			1.35	3.55	4.79	1	4.79	1.74	3.05	0.473	19.00	27.41
T7	BA	A		1.35	0.70	0.94	1	0.94		0.94	0.539	19.00	9.63
T7	BA	A		0.28	2.85	0.80	1	0.80		0.80	0.539	19.00	8.19
T2	BA			1.60	3.55	5.68	1	5.68	1.12	4.56	0.473	19.00	40.98
T7	BA	A		1.60	0.70	1.12	1	1.12		1.12	0.539	19.00	11.47
T2	BA			0.80	3.55	2.84	1	2.84	1.30	1.54	0.473	19.00	13.84
T7	BA	A		0.80	0.70	0.56	1	0.56		0.56	0.539	19.00	5.73
T7	BA	A		0.26	2.85	0.74	1	0.74		0.74	0.539	19.00	7.58
T2	BA			2.55	3.55	9.05	1	9.05	2.61	6.44	0.473	19.00	57.88
T7	BA	A		2.55	0.70	1.78	1	1.78		1.78	0.539	19.00	18.23
T7	BA	A		0.29	2.85	0.83	1	0.83		0.83	0.539	19.00	8.50
E1	E			4.25	3.55	15.09	1	15.09	3.53	11.56	0.689	10.00	79.65
E7	E	A		4.25	0.30	1.28	1	1.28		1.28	0.76	10.00	9.73
E8	E	A		0.35	3.00	1.05	1	1.05		1.05		10.00	
E8	E	A		0.37	3.00	1.11	1	1.11		1.11		10.00	
E7	E	A		0.01	3.00	0.03	1	0.03		0.03	0.76	10.00	0.23
E7	E	A		0.02	3.00	0.06	1	0.06		0.06	0.76	10.00	0.46
T2	NΔ			1.05	3.55	3.73	1	3.73	1.16	2.57	0.473	19.00	23.10
T7	NΔ	A		1.05	0.70	0.73	1	0.73		0.73	0.539	19.00	7.48
T7	NΔ	A		0.15	2.85	0.43	1	0.43		0.43	0.539	19.00	4.40
T2	NΔ			2.60	3.55	9.23	1	9.23	2.84	6.39	0.473	19.00	57.43
A2	NΔ	A		2.40	0.40	0.96	1	0.96		0.96	3.2	19.00	58.37
T7	NΔ	A		2.60	0.70	1.82	1	1.82		1.82	0.539	19.00	18.64
T7	NΔ	A		0.02	2.85	0.06	1	0.06		0.06	0.539	19.00	0.61
T2	NΔ			0.25	3.55	0.89	1	0.89	0.83	0.06	0.473	19.00	0.54
T7	NΔ	A		0.25	0.70	0.17	1	0.17		0.17	0.539	19.00	1.74
T7	NΔ	A		0.23	2.85	0.66	1	0.66		0.66	0.539	19.00	6.76
T2	NΔ			1.70	3.55	6.04	1	6.04	1.19	4.85	0.473	19.00	43.59
T7	NΔ	A		1.70	0.70	1.19	1	1.19		1.19	0.539	19.00	12.19
T2	NΔ			1.70	3.55	6.04	1	6.04	1.87	4.17	0.473	19.00	37.48
A2	NΔ	A		1.70	0.40	0.68	1	0.68		0.68	3.2	19.00	41.34
T7	NΔ	A		1.70	0.70	1.19	1	1.19		1.19	0.539	19.00	12.19
T2	N			0.30	3.55	1.07	1	1.07	1.07		0.473	19.00	
T7	N	A		0.30	0.70	0.21	1	0.21		0.21	0.539	19.00	2.15
T7	N	A		0.30	2.85	0.86	1	0.86		0.86	0.539	19.00	8.81
T2	N			1.60	3.55	5.68	1	5.68	1.15	4.53	0.473	19.00	40.71
T7	N	A		1.60	0.70	1.12	1	1.12		1.12	0.539	19.00	11.47
T7	N	A		0.01	2.85	0.03	1	0.03		0.03	0.539	19.00	0.31

T2	N			2.20	3.55	7.81	1	7.81	2.03	5.78	0.473	19.00	51.94
A2	N	A		1.15	0.40	0.46	1	0.46		0.46	3.2	19.00	27.97
T7	N	A		2.20	0.70	1.54	1	1.54		1.54	0.539	19.00	15.77
T7	N	A		0.01	2.85	0.03	1	0.03		0.03	0.539	19.00	0.31
T2	N			0.45	3.55	1.60	1	1.60	1.54	0.06	0.473	19.00	0.54
T7	N	A		0.45	0.70	0.31	1	0.31		0.31	0.539	19.00	3.17
T7	N	A		0.43	2.85	1.23	1	1.23		1.23	0.539	19.00	12.60
Δ1				1	73.27	73.27	1	73.27		73.27	0.421	10.00	308.5
O1				1	73.27	73.27	1	73.27		73.27	0.454	19.00	632.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 2210

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 442

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 2652

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 230.9

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt = 1667

Όγκος χώρου V = 73.27x1x3.55= 260

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 4550

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : Επίπεδο 1

1 ΚΑΜΑΡΙΝΙΑ : 4550

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 4550

Επίπεδο : Επίπεδο 2

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 0

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 4550