

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 |

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 προσauξήσεων.
- 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 προσauξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

β1) προσauξηση 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) προσauξηση $Z_U + Z_A = Z_D$ διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής Z_U). Η προσauξηση 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 προσauξήσεις 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

Υ2) από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \sum Q A_i, \text{ όπου:}$$

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

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα
 ΣI: 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 σανατ ολισμός | Αφαι ρού μενη | Πάχ ος | Μήκος (m) | Ύψος ή Πλάτος (m) | Επιφ άνεια (m ²) | Αριθ. Επιφαν. | Συνολ. Επιφαν. (m ²) | Αφαιρ. Επιφαν. (m ²) | Επιφαν. 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 Q_o 2210

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 442

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

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=α_xΣl_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=Vχρ_xc_xΔt = 1667

Όγκος χώρου V = 73.27x1x3.55= 260

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{oλ} = 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