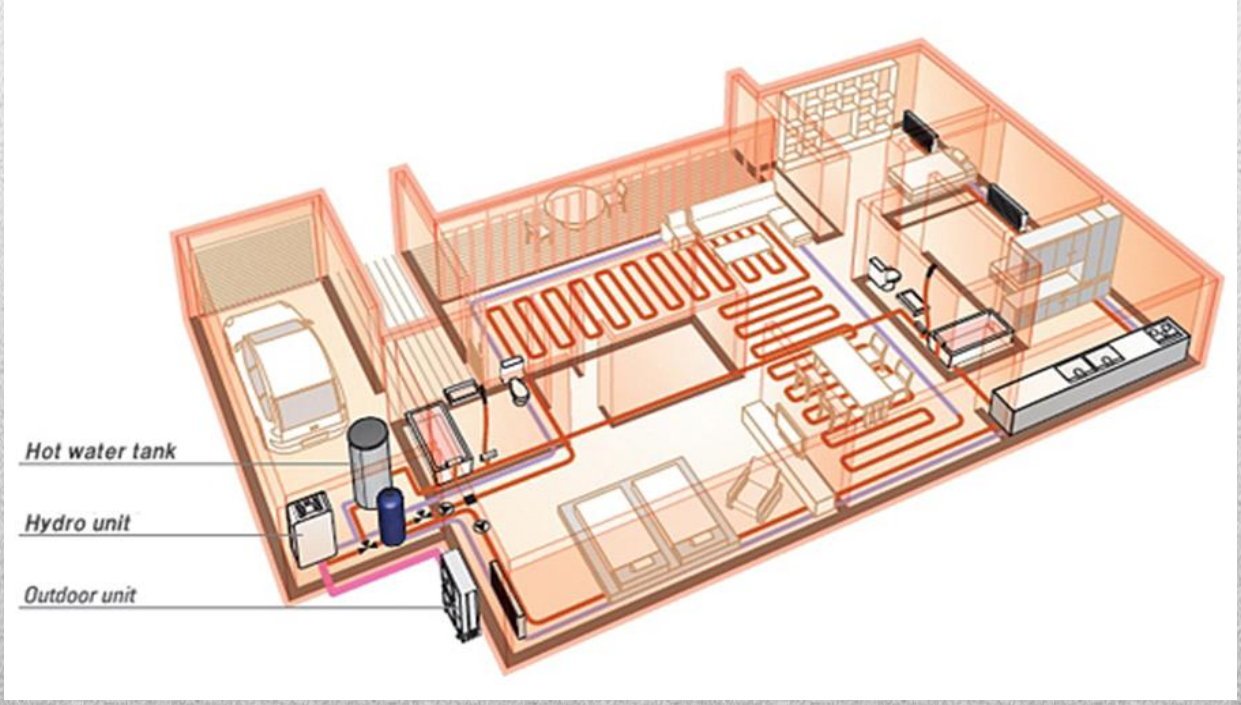
ΤΕΙ Κρήτης
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΕΒΗΤΑ & ΗΛΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΦΩΣΚΙΝΗΣ ΙΑΣΟΝΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΥΡΩΝ ΜΟΝΙΑΚΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 3

2. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ 5

2.1 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 6

2.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 7

2.3 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ 8

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ DIN 4701 10

3.1 Προσαυξήσεις Προσανατολισμού Z_H 11

3.2 Προσαυξήσεις Διακοπτόμενης Λειτουργίας Z_D 11

3.3 Προσαυξήσεις Ύψους Z_Y 12

3.4 Διαφανή Δομικά Στοιχεία 13

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ EN 12831 15

4.1 Θερμικές Απώλειες από Μεταφορά $ΦT_i$ 15

4.2 Θερμικές Απώλειες από Αερισμό ΦVi 17

4.3 Συντελεστής Αναθέρμανσης fHR 17

4.4 Θερμικό φορτίο χώρου 18

4.5 Θερμογέφυρες κτιρίου 18

5. ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ 19

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΚΑΤΑ EN 1264
36

6.1 Πρότυπο υπολογισμού EN 1264 36

6.2 Θερμική Απόδοση Δαπέδου 40

6.3 Όρια ειδικής θερμικής απόδοσης 43

6.4 Θερμοκρασία προσαγωγής 45

6.5 Θερμοκρασιακή πτώση 46

6.5 Θερμοκρασιακή πτώση 47

6.7 Περιμετρική Ζώνη 48

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ 48

8. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΚΤΥΟ 64

9. ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ 69

8. ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ – ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟ 73

9. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ f 76

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 83

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 84

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την εκπόνηση μιας μελέτης ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε ισόγεια μονοκατοικία στην ευρύτερη περιοχή
της Αττικής.

Η μελέτη αφορά στον υπολογισμό και την διαστασιολόγιση του συστήματος
της θέρμανσης σύμφωνα με τις ανάγκες του κτιρίου από άποψη θερμικών απωλειών και χρήσης αυτού.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ο συνδυασμός μιας μονάδας βάσης ,η οποία θα ένας χυτοσίδηρος λέβητας πετρελαίου τελευταίας γενιάς και μιας μονάδας ΑΠΕ και συγκεκριμένα επίπεδων ηλιακών συλλεκτών για την υποβοήθηση του συστήματος θέρμανσης με ενέργεια από τον ήλιο.
Η παραγόμενη θερμική ενέργεια του λέβητα και των ηλιακών θα εναποτίθεται σε ένα θερμοδοχείο και από εκεί θα διοχετεύεται μέσω των σωληνώσεων στο πάτωμα.

Αρχικά γίνεται η μελέτη των θερμικών απωλειών του κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τον τρόπο που προβλέπει το πρότυπο ΕΝ 12831. Αντλούνται δεδομένα από τις αρχιτεκτονικές κατόψεις και την κατασκευή του κτιρίου σύμφωνα με αυτά που έχει προβλέψει ο αρχιτέκτονας – κατασκευαστής.
Μελετώνται αναλυτικά (τοιχοποιία, κουφώματα, θερμογέφυρες, μονώσεις κλπ)

Όσον αφορά στο δίκτυο σωληνώσεων και την υδραυλική εγκατάσταση, δίνονται αναλυτικοί πίνακες και κατακόρυφα διαγράμματα στα οποία θα έχει γίνει η διαστασιολόγιση ενώ στην κάτοψη θα φαίνεται ο συλλέκτης και η διαδρομή των σωληνώσεων στο δάπεδο.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο υπολογισμός των μονάδων βάσης παραγωγής ζεστού νερού αποκλειστικά για την θέρμανση των χώρων του κτιρίου και των μονάδων ΑΠΕ (ηλιακών συλλεκτών).

Επιπλέον για τους ηλιακούς συλλέκτες αναλύεται η μέθοδος με την οποία υπολογίζεται το ποσοστό κάλυψης για τις ανάγκες θέρμανσης κατά την χειμερινή περίοδο. Οι υπολογισμοί θα παρουσιαστούν σε πίνακες και διαγράμματα.

1.SUMMARY

The present work aims at the elaboration of a study of underfloor heating in a ground-floor detached house in the wider area of Attica.

The study concerns the calculation and dimensioning of the system
of the heating according to the building's needs in terms of thermal losses and use of the building.

In this paper, a combination of a base unit, consisting of a last generation of oil boiler cast iron and an RES unit and concrete flat solar panels, is provided to aid the solar energy heating system.
The heat output of the boiler and the solar energy will be deposited in a storage tank and from there it will flow through the piping to the floor.

Initially, the heat loss of the building envelope is studied according to EN 12831. Data from the architectural plan and construction of the building are derived from what the architect - manufacturer has predicted.
They are studied in detail (masonry, frames, thermal bridges, insulations, etc.)

With regard to the piping network and the hydraulic installation, detailed drawings and vertical charts are given, in which the dimensioning has been made, while in the plan view the collector and the path of the piping on the floor will be shown.

Below is the calculation of hot water production units exclusively for the heating of building sites, domestic hot water and RES units (solar collectors).

In addition, for solar panels, the method of calculating the coverage rate for heating needs during the winter season is analyzed. Calculations will be presented in tables and charts.

2. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Το κτίριο που μελετάμε είναι μια ισόγεια κατοικία στη ευρύτερη περιοχή της Αττικής σε εκτεθειμένη θέση, μη έχοντας δηλαδή σκιάσεις από γειτονικά κτίρια και όσον αφορά την προσβολή του από τον άνεμο.

Δεν υπάρχει υπόγειο ούτε κάποιας μορφής πιλοτή, οπότε ακουμπάει όλο πάνω σε έδαφος.

Κατηγοριοποιείται λοιπόν στην Κλιματική Ζώνη **Β** κατά τον ΚΕΝΑΚ.

Αναλυτικότερα :

ΧΩΡΟΙ ΚΤΙΡΙΟΥ					
Α/Α	**ΔΩΜΑΤΙΟ**	**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**	**ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ**	**ΟΓΚΟΣ**	**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ**
		^{o}C	**m^2**	**m^3**	
1	ΛΟΥΤΡΟ MASTER	20	9,36	27,14	N
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ MASTER	20	17,55	50,90	N
3	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	20	30,23	87,67	Δ
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	20	13,65	39,59	Β
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	20	17,68	51,27	ΒΑ
6	ΛΟΥΤΡΟ	20	4,40	12,76	Β
7	ΧΩΛΛ	20	1,50	4,35	-
ΣΥΝΟΛΑ			94,37	273,67	

Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (W/m2.K)			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		Α	Β	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_{V_D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_{V_W}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή)	U_{V_DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με ΜΘΧ	U_{V_G}	1,20	0,30	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με ΜΘΧ	U_{V_WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα,μπαλκονόπορτες)	U_{V_F}	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U_{V_GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

2.1 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ		
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
		λ
		W/(m.K)
1	Επίχρισμα 2cm	0,870
2	Τσιμετοκονία	1,400
3	Σκυρόδεμα 2200 kg/m3	2,500
4	Διάτρητες οπτόπλινθοι	0,510
5	ROOFMATE	0,027
6	WALLMATE (DOW)	0,033
7	FLOORMATE	0,033
8	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	0,190
9	Πλακίδια επίστρωσης	1,840

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ		
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ
		R
		(m2.K)/W
1	Εξωτερικό στρώμα αέρα Ra	0,040
2	Εσωτερικό στρώμα αέρα Ri	0,130
3	Εσωτερικό φιλμ αέρα σε δάπεδο	0,170
4	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα	0,100

2.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Έχοντας καταγράψει τα δομικά υλικά του κτιρίου και τις φυσικές τους ιδιότητες όσον αναφορά την θερμική τους αγωγιμότητα κυρίως, προχωράμε στην ανάλυση των επιφανειών του κελύφους και την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας.

Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m2.K)

$$\mathbf{U} = \frac{\mathbf{1}}{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{R_i}} + \mathbf{\Sigma}\frac{\mathbf{d}}{\boldsymbol{\lambda}} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{R_a}}}$$

Όπου :

- Ri – Η εσωτερική θερμική αντίσταση του αέρα
- Ra – Η εξωτερική θερμική αντίσταση του αέρα
- d – Το πάχος του κάθε δομικού υλικού
- λ – Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες των αδιαφανών δομικών στοιχείων στους οποίους υπολογίζεται αναλυτικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας U σύμφωνα με την παραπάνω σχέση. Οι συντελεστές λ έχουν ληφθεί από τους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 και πιο συγκεκριμένα από τον Πίνακα 2. στο παράρτημα **ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.**

2.3 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

T1	Τούβλο με WALLMATE (DOW) 5 cm				
Στρώσεις Δομικού Στοιχείου					
A/A	**Περιγραφή Δομικού Υλικού**	**Πυκνότητα**	**Πάχος**	**Θερμικη Αγωγιμότητα**	**Θερμικη Αντίσταση**
		ρ	**d**	**λ**	**d/λ**
		kg/m^3	**m**	**W/(m.K)**	**(m2.K)/W**
1	Εξωτερικό στρώμα αέρα				0,04
2	Επίχρισμα 2cm	1.800,0	0,020	0,87	0,023
3	Οπτοπλινθοδομή	1.500,0	0,100	0,510	0,196
4	WALLMATE (DOW)	28,0	0,050	0,033	1,515
5	Οπτοπλινθοδομή	1.500,0	0,100	0,510	0,196
6	Επίχρισμα 2cm	1.800,0	0,020	0,87	0,023
7	Εσωτερικό στρώμα αέρα				0,13
ΣΥΝΟΛΟ			0,29		2,123
U (W/m^2.K)					0,471

T2	Οπλισμένο Σκυρόδεμα με WALLMATE (DOW) 6cm				
Στρώσεις Δομικού Στοιχείου					
A/A	**Περιγραφή Δομικού Υλικού**	**Πυκνότητα**	**Πάχος**	**Θερμικη Αγωγιμότητα**	**Θερμικη Αντίσταση**
		ρ	**d**	**λ**	**d/λ**
		kg/m^3	**m**	**W/(m.K)**	**(m2.K)/W**
1	Εξωτερικό στρώμα αέρα				0,04
2	Επίχρισμα 2cm	1.800,0	0,020	0,870	0,023
3	WALLMATE (DOW)	28,0	0,060	0,033	1,818
4	Σκυρόδεμα (2% σίδηρος)	2.400,0	0,250	2,500	0,100
5	Επίχρισμα 2cm	1.800,0	0,020	0,870	0,023
6	Εσωτερικό στρώμα αέρα				0,130
7					
ΣΥΝΟΛΟ			0,35		2,134
U (W/m^2.K)					0,469

FB1	Δάπεδο επι εδάφους με μόνωση				
Στρώσεις Δομικού Στοιχείου					
Α/Α	**Περιγραφή Δομικού Υλικού**	**Πυκνότητα**	**Πάχος**	**Θερμικη Αγωγιμότητα**	**Θερμικη Αντίσταση**
		ρ	**d**	**λ**	**d/λ**
		kg/m^3	**m**	**W/(m.K)**	**(m2.K)/W**
1	Εσωτερικό φιλμ αέρα σε δάπεδο				0,17
2	Πλακίδια επίστρωσης	2.000,0	0,020	1,840	0,011
3	Τσιμετοκονία	2.000,0	0,050	1,400	0,036
4	FLOORMATE 500	38,0	0,050	0,033	1,515
5	Σκυρόδεμα (2% σίδηρος)	2.400,0	0,200	2,500	0,080
ΣΥΝΟΛΟ			0,35		1,691
U (W/m^2.K)					0,552

R1	Δώμα με ROOFMATE 5cm & Υγρομόνωση				
Στρώσεις Δομικού Στοιχείου					
Α/Α	**Περιγραφή Δομικού Υλικού**	**Πυκνότητα**	**Πάχος**	**Θερμικη Αγωγιμότητα**	**Θερμικη Αντίσταση**
		ρ	**d**	**λ**	**d/λ**
		kg/m^3	**m**	**W/(m.K)**	**(m2.K)/W**
1	Εξωτερικό στρώμα αέρα				0,04
2	ROOFMATE	35,0	0,060	0,027	2,222
3	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1.000,0	0,020	0,190	0,105
4	Σκυρόδεμα (2% σίδηρος)	2.400,0	0,300	2,500	0,120
5	Εσωτερικό στρώμα αέρα (δώμα)				0,100
ΣΥΝΟΛΟ			0,37		2,587
U (W/m^2.K)					0,386

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ DIN 4701

Κατά γενικό κανόνα οι θερμικές απώλειες ενός κτιρίου αναφέρονται στο ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται από τον χώρο του κτιρίου προς κάθε γειτονικό άλλο χώρο, ο οποίος βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία και βέβαια προς το εξωτερικό (ψυχρό) περιβάλλον.

Οι θερμικές απώλειες του κτιριακού κελύφους χωρίζονται σε :

- $\mathbf{Q_T}$: Συνολικές Απώλειες αγωγής μαζί με τις προσαυξήσεις (Τοιχοποιία)
- $\mathbf{Q_L}$: Απώλειες συναγωγής (αερισμού χαραμάδων)
- $\mathbf{Q_W}$: Απώλειες κουφωμάτων

Επιπλέον στο άθροισμα αυτών των 2 συνυπολογίζονται κάποιες προσαυξήσεις οι οποίες έχουν να κάνουν με :

- Τον προσανατολισμό ($\mathbf{Z_H}$)
- Το ύψος κτιρίου ($\mathbf{Z_Y}$)
- Την διακοπτόμενη Λειτουργία ($\mathbf{Z_D}$)

Έτσι προκύπτει ο γενικός τύπος :

$$\mathbf{Q_h = Q_T + Q_L}$$

Όπου :

$$\mathrm{Q_T} = Q_o \cdot \mathrm{Z}$$

$$\mathrm{Q_o = U \cdot A \cdot (t_i - t_o)} \;\; \& \;\; \mathrm{Z = 1 + \frac{Z_H + Z_Y + Z_D}{100}}$$

- U – Συντελεστής Θερμοπερατότητας Επιφάνειας
- A – Εμβαδόν Επιφάνειας
- $\Delta T = (t_i – t_o)$ Διαφορά θερμοκρασίας μέσα – έξω

$$Q_L = \sum_{i=0}^{N} (a \cdot l) \cdot R \cdot H \cdot Z_E \cdot (t_i - t_o)$$

- α : ο συντελεστής διαπερατότητας ανά m (χαραμάδας)
- l : το συνολικό μήκος (m) των χαραμάδων
- R : συντελεστής διεισδυτικότητας χώρου
- H : συντελεστής προσβολής ανέμου
- Z_E : συντελεστής γωνιακών παραθύρων

3.1 Προσαυξήσεις Προσανατολισμού Z_H

Οι κανονισμοί δίνουν προσαυξήσεις και μειώσεις στο φορτίο θερμικών απωλειών σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ (%)
Β, ΒΑ, ΒΔ	+5
Α, Δ	0
Ν, ΝΑ, ΝΔ	-5

3.2 Προσαυξήσεις Διακοπτόμενης Λειτουργίας Z_D

Η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων δεν είναι συνεχής αλλά διακοπτόμενη.

Οι διακοπές αυτές είναι ολιγόωρες και προγραμματισμένες ή για μακρά χρονικά διαστήματα, αναλόγως την χρήση του κτιρίου, ή λόγω των μεταβολών της εξωτερικής θερμοκρασίας (αντιστάθμιση).

Τα ποσά της θερμικής ενέργειας που απαιτούνται για να ανεβάσουν (επαναφέρουν) την θερμοκρασία του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα είναι πρόσθετα στην μελέτη θέρμανσης και θα πρέπει να είναι σε θέση η εγκατάσταση να τα καλύψει επαρκώς.

Οι κανονισμοί δίνουν προσαυξήσεις στο φορτίο θερμικών απωλειών σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΑ 24ωρο	ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ (%)			
	Τιμές του D			
	0.1 - 0.3	0.3 - 0.7	0.7 - 1.5	> 1.5
20 εως 24	7	7	7	7
12 εως 15	20	15	15	15
8 εως 12	30	25	20	15

Το **D** είναι η τιμή της μέσης θερμοπερατότητας και υπολογίζεται από την σχέση :

$$\mathbf{D} = \frac{\mathbf{Q_O}}{\mathbf{F} \cdot (\mathbf{t_i} - \mathbf{t_o})}$$

Όπου :

- F – η συνολική επιφάνεια που περικλείει τον χώρο (κέλυφος)
- Q_o – το ποσό των θερμικών απωλειών του χώρου σε (kcal/h)
- $\Delta T = (t_i – t_o)$ Διαφορά θερμοκρασίας μέσα – έξω

3.3 Προσαυξήσεις Ύψους Z_Y

- Τα πρώτα 4μ ύψους έχουν μηδενική προσαύξηση
- Μετά τα πρώτα 4μ ύψους έχουμε 2% προσαύξηση για κάθε μέτρο
- Η συνολική προσαύξηση δεν επιτρέπεται να είναι πάνω από 20%

Όπως είδαμε παραπάνω, το σύνολο των προσαυξήσεων συνυπολογίζεται με αυτό των απωλειών κι έτσι προκύπτει η εξής σχέση:

$$\mathrm{Q_T} = Q_o \cdot (1 + \frac{\mathrm{Z_H} + \mathrm{Z_Y} + \mathrm{Z_D}}{100})$$

3.4 Διαφανή Δομικά Στοιχεία

Ως διαφανή δομικά στοιχεία ενός κτιρίου καλούμε τα ανοίγματα που υπάρχουν σε αυτό (πόρτες, παράθυρα, μπαλκονόπορτες) κ.α

Όπως για τα αδιαφανή, έτσι και για τα διαφανή δομικά στοιχεία γίνεται υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U_W σύμφωνα με τον τρόπο που αναλύεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε και συνυπολογίζεται στο θερμικό φορτίο.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος δίνεται από την σχέση :

$$U_W = \frac{A_f * U_f + A_g * U_g + I_g * \Psi_g}{A_W}$$

Όπου :

- U_W [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- U_f [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου
- U_g [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα
- A_f [m^2] η επιφάνεια του πλαισίου
- A_g [m^2] η επιφάνεια του υαλοπίνακα
- I_g [m] η περίμετρος του υαλοπίνακα
- Ψg [$W/m \cdot K$] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του Υαλοπίνακα
- A_w [m^2] η συνολική επιφάνεια του κουφώματος

Παρακάτω επισυνάπτονται οι σχετικοί πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε με τις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τον υπολογισμό του συντελεστή U_W και των θερμικών απωλειών των κουφωμάτων.

Α/Α	ΤΥΠΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	Γραμμική Θερμοπερατότητα υαλοπινάκων Ψg [W/(m.K)]	
		Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής
1	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,02	0,05
2	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,08	0,11
3	Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
4	Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Α/Α	ΤΥΠΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	U_f
		[W/(m^2.K)]
1	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
2	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm	3,50
3	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24mm	2,80
4	Συνθετικό πλαίσιο	2,80
5	Ξύλινο πλαίσιο	2,20

Α/Α	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	U_g
		[W/(m^2.K)]
1	Μονός	5,70
2	Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30
3	Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2,80
4	Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm και επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	2,60
5	Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm και επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
6	Υαλότουβλα	3,50

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ EN 12831

Κατά γενικό κανόνα, οι θερμικές απώλειες ενός κτιρίου αναφέρονται στο ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται από τον χώρο του κτιρίου προς κάθε γειτονικό άλλο χώρο ο οποίος βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία και βέβαια προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται με βάση το πρότυπο **EN 12831** με την βοήθεια του λογισμικού της Ti-Soft. Παρακάτω αναλύεται η διαδικασία υπολογισμού και η θεωρία του προτύπου.

Σύμφωνα με το πρότυπο **EN 12831,** το σύνολο των θερμικών απωλειών του κτιρίου ορίζεται ως το άθροισμα των παρακάτω.

- ΦT_i : Θερμικές απώλειες από μεταφορά [W]
- ΦV_i : Θερμικές απώλειες από αερισμό [W]

4.1 Θερμικές Απώλειες από Μεταφορά ΦT_i

$$\Phi T_i = \left(HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ig} + HT_{ij} \right) \cdot (\Theta_{in} - \Theta_e)$$

Όπου:

- HT_{ie} : Συντ. απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσου του κτιριακού κελύφους [W/K]
- HT_{iue} : Συντ. απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσω μη θερμαινόμενου χώρου [W/K]
- HT_{ig} : Συντ. απωλειών προς το έδαφος [W/K]
- HT_{ij} : Συντ. απωλειών προς γειτονικό σημαντικά ψυχρότερο χώρο [W/K]
- Θ_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία χώρου [°C]
- Θ_e : Εξωτερική θερμοκρασία [°C]

Ο κάθε ένας συντελεστής HT_i υπολογίζεται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

$$HT_{ie} = \sum_{i=0}^{N} (A_K \cdot U_K \cdot e_K) + \sum_{i=0}^{N} (\Psi_I \cdot I_I \cdot e_e)$$

- Ak : επιφάνεια δομικού στοιχείου [m^2]
- Uk : συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/m^2 \cdot K$]
- I_I : μήκος θερμογέφυρας [m]
- Ψ_I : συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογέφυρας [W/m·K]
- e_k,e_i : συντελεστές διόρθωσης

$$HT_{iue} = \sum_{i=0}^{N}(A_K \cdot U_K \cdot b_u) + \sum_{i=0}^{N}(\Psi_I \cdot I_I \cdot b_u)$$

- bu : συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας μεταξύ του ΜΘΧ και της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος

  Παραδοχές υπολογισμού για το bu

  Αν είναι γνωστή η θερμοκρασία του ΜΘΧ (Θu) τότε

  $$\mathrm{bu} = \frac{\Theta_{in} - \Theta_u}{\Theta_{in} - \Theta_e}$$

  Αν είναι άγνωστη τότε

  $$\mathrm{bu} = \frac{\mathrm{H}_{ue}}{\mathrm{H}_{iu} - \mathrm{H}_{ue}}$$

- Hiu : συντελεστής απωλειών από θερμαινόμενο χώρο σε ΜΘΗ
- Hue : συντελεστής απωλειών από ΜΘΧ σε εξωτερικό περιβάλλον

$$\mathrm{HT_{ig}} = \mathrm{f_{g1}} \cdot \mathrm{f_{g2}} \cdot \sum_{\mathrm{i=0}}^{\mathrm{N}}(\mathrm{A_K} \cdot \mathrm{U_K} \cdot \mathrm{K}) \cdot \mathrm{G_W}$$

- f_{g1} : συντελεστής διόρθωσης μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας
- f_{g2} : συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας μεταξύ $\Theta_{m,e}$ και Θ_e
- G_W : συντελεστής διόρθωσης
- $\Theta_{m,e}$: μέση εξωτερική θερμοκρασία [°C]
- Θ_e : εξωτερική θερμοκρασία [°C]

- $\mathrm{f_{g2}} = \frac{\Theta_{\mathrm{in}} - \Theta_{\mathrm{m,e}}}{\Theta_{\mathrm{in}} - \Theta_{\mathrm{e}}}$

$$\mathrm{HT_{ij}} = \sum_{\mathrm{i=0}}^{\mathrm{N}}(\mathrm{f_{ij}} \cdot \mathrm{A_K} \cdot \mathrm{U_K})$$

- f_{ij} : συντελεστής ελάττωσης της θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του διπλανού ψυχρότερου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας

  $$\mathrm{f_{ij}} = \left(\Theta_{\mathrm{in}} - \Theta_{\mathrm{adj}}\right) \Big/ (\Theta_{\mathrm{in}} - \Theta_{\mathrm{e}})$$

Όπου

- Θ_{adj} : θερμοκρασία διπλανού χώρου [°C]
- Θ_{in} : θερμοκρασία θερμαινόμενου χώρου [°C]
- Θ_e : θερμοκρασία περιβάλλοντος [°C]

4.2 Θερμικές Απώλειες από Αερισμό ΦVi

$$\Phi V_i = HV_i \cdot (\Theta_{in} - \Theta_e)$$

Όπου

- HV_i : συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό
- Θ_{in} : θερμοκρασία θερμαινόμενου χώρου [℃]
- Θ_e : θερμοκρασία περιβάλλοντος [℃]

Ο συντελεστής HV_i υπολογίζεται αναλυτικότερα από την σχέση

$$HV_i = V_i \cdot \rho \cdot C_p$$

Όπου

- V_i : παροχή του αέρα [m^3/s]
- ρ : πυκνότητα του αέρα [kg/m^3]
- C_p : η ειδική θερμοχωρητικότητα [$Kj/kg \cdot {}^oK$]

Το γινόμενο των 2 τελευταίων μεγεθών απλοποιείται σε 0,34
έτσι η σχέση παίρνει την γενική της μορφή σε :

$$HV_i = 0{,}34 \cdot V_i$$

Ο υπολογισμός με βάση το πρότυπο EN12831 πιο συγκεκριμένα ακολουθεί την εξής διαδικασία.

Υπολογίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά, ο οποίος αφορά σε απώλειες που έχουν με το κέλυφος του κτιρίου (δομικά υλικά, εξωτερική τοιχοποιία, ανοίγματα ,κουφώματα κ.α) και πολλαπλασιάζεται με την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού και της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό και πολλαπλασιάζεται με την διαφορά θερμοκρασίας επίσης. Στο σύνολο των θερμικών απωλειών προστίθεται το ποσό αναθέρμανσης που χρειάζεται για την επαναθέρμανση του χώρου σε περίπτωση διακοπτόμενης λειτουργίας.

4.3 Συντελεστής Αναθέρμανσης fHR

Για τον υπολογισμό του συντελεστή αναθέρμανσης διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις.

I. Είδος κτιρίου
II. Μάζα κτιρίου
III. Χρόνος διακοπής λειτουργίας σε ώρες
IV. Πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας

Στην συνέχεια προχωράμε στο παράρτημα του προτύπου EN 12831 για διακοπτόμενη λειτουργία αναθέρμανσης και βρίσκουμε την τιμή του συντελεστή f_{HR} .
Οι πίνακες βασίζονται σε κτίρια των οποίων το μέσο ύψος δεν ξεπερνά τα 3,5m .

4.4 Θερμικό φορτίο χώρου

Το θερμικό φορτίο χώρου είναι το άθροισμα όλων των παραπάνω και δίνεται από την σχέση:

$$\Phi_{HL} = \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi} + \Phi_{RH} \quad [\mathrm{W}]$$

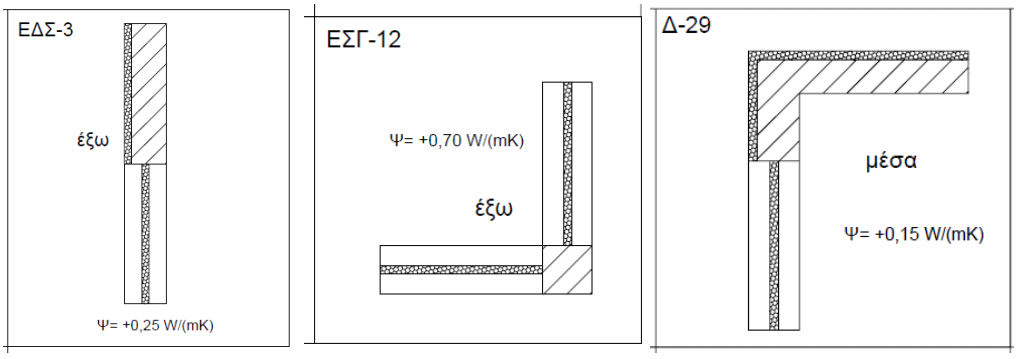
Σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία, τους πίνακες και τις μαθηματικές αυτές σχέσεις, κάνουμε αναλυτικά την μελέτη θερμικών απωλειών και υπολογίζουμε το τελικό φορτίο.

Στην συγκεκριμένη εργασία, η μελέτη των θερμικών απωλειών έχει γίνει με την βοήθεια του λογισμικού της Ti-Soft το οποίο έχει όλα αυτά τα δεδομένα στις βιβλιοθήκες του και έχουν οριστεί και υπολογιστεί αναλυτικά τα δομικά στοιχεία, τα ανοίγματα και οι θερμογέφυρες του κτιρίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα φύλλα θερμικών απωλειών για το κτίριο. Τα αποτελέσματα έχουν προκύψει εφαρμόζοντας την μεθοδολογία που αναλύθηκε παραπάνω κι έχοντας λάβει υπόψη όλα τα παραπάνω δεδομένα σχετικά με τα δομικά υλικά και τα κουφώματα.

Έχουν υπολογιστεί απώλειες από θερμογέφυρες στο κτίριο καθώς επίσης και απώλειες αερισμού και αναθέρμανσης.

4.5 Θερμογέφυρες κτιρίου



Ως θερμογέφυρες ενός κτιρίου χαρακτηρίζονται τα σημεία εκείνα όπου υπολείπονται σημαντικά σε θερμική αντίσταση. Στις θερμογέφυρες, η θερμομονωτική επάρκεια και προστασία είναι αρκετά μειωμένη και η ροή θερμότητας σε αυτή αρκετά αυξημένη σε σχέση με το υπόλοιπο κτιριακό κέλυφος. Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα ασθενή μέρη ενός κτιρίου, μειώνουν την θερμική του προστασία και επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά.

Στα σημεία όπου υπάρχει μια θερμογέφυρα έχουμε το φαινόμενο της συμπύκνωσης υδρατμών λόγω της έντονης θερμοκρασιακής πτώσης τοπικά.

Έτσι οι θερμογέφυρες καταλήγουν να προκαλούν φθορές στο κτίριο λόγω της υγρασίας που συγκεντρώνεται στα σημεία που αυτές υπάρχουν.

Ο υπολογισμός με βάση τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ γίνεται με την παραδοχή περί μονοδιάστατης ροής θερμότητας. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Κατακόρυφες : ένωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων
- Οριζόντιες : ένωση οριζόντιων δομικών στοιχείων
- Κουφωμάτων : ένωση της περιμέτρου του κουφώματος με το κτίριο

Περιπτώσεις

- Σημείο σύνδεσης τοιχοποιίας και φέροντος οργανισμού με διακοπή της θερμομόνωσης ή θερμομόνωση σε διαφορετικά επίπεδα π.χ (εσωτερικά της τοιχοποιίας και εξωτερικά του φέροντος οργανισμού)
- Σημεία μη μονωμένου φέροντος οργανισμού (αμόνωτες κολώνες & δοκάρια)
- Σημεία όπου υπάρχει περίδεσμος ενίσχυσης (σεναζ)
- Σημεία περιμετρικά των κουφωμάτων

Οι πιο συνήθεις περιπτώσεις είναι οι παραπάνω, υπάρχουν αρκετές όμως ακόμα ανάλογα με την κατασκευή του κτιρίου και τον τρόπο της θερμομόνωσης σε αυτό.

5. ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Κατάσταση Θερμικών Απωλειών ανά χώρο

Α/Α	ΔΩΜΑΤΙΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΟΓΚΟΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΑΝΑΘ/ΝΣΗ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
		θ_{in}	A_i	V_i	Q_T	$Q_{L,W}$	Φ_{RH}	Q_H
		°C	m^2	m^3	W	W	W	W
1	ΛΟΥΤΡΟ MASTER	22	9,36	27,14	574	208	288	1.070
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ MASTER	20	17,55	50,90	675	171	675	1.521
3	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ-ΚΟΥΖΙΝΑ	20	30,23	87,67	1.585	325	1.350	3.260
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	20	13,65	39,59	632	123	512	1.267
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	20	17,68	51,27	861	161	668	1.690
6	ΛΟΥΤΡΟ	22	4,40	12,76	189	112	155	457
7	ΧΩΛΛ	20	1,50	4,35	18	0	0	18
ΣΥΝΟΛΑ :			94,37	273,67	4.533	1.102	3.648	9.283

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΛΟΥΤΡΟ MASTER	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	N

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Δ	2,40	2,90	1	6,96	2,46	4,51	0,471	1	22,0	46,681
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		22,0	20,946
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		1,70	0,25	1			0,43	0,469		22,0	4,385
	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$	
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			22	0,25		14,575	
	Δ-29	Δ-29		1,70		1			22	0,15		5,610	
2	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	N	3,90	2,90	1	11,31	4,37	6,94	0,471	1	22,0	71,912
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		22	20,946
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,25	3,20	1			0,80	0,469		22	8,254
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,70	2,20	1			1,54	3,13		22	106,04
	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$	
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			22	0,25		14,575	
	Δ-29	Δ-29		3,20		1			22	0,15		10,560	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,70	2,20	1			22	0,60/0,60/0,25		42,680	

3	T1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	A	2,40	2,90	1	6,96	2,67	4,30	0,471	1	22	44,505
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		22	20,946
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		1,70	0,25	1			0,43	0,469		22	4,385
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	0,35	1			0,21	3,13		22	14,461
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**							**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**	
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**			**°C**	**W/(m·K)**		**W**	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			22	0,25		14,575	
	Δ-29	Δ-29		1,70		1			22	0,15		5,610	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	0,35	1			22	0,60/0,60/0,25		19,690	
4	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	3,39	1,89	1	6,41	0	6,41	0,386	1	22	54,409
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													545,75

Α/Α	**ΚΩΔ.**	**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ**	**ΠΡΟ.**	**ΠΛΑΤΟΣ**	**ΥΨΟΣ**	**Αρ.**	**Α**	**Αφ.**	**A_k**	**U_k**	**e_k**	**ΔΤ**	**$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$**
				m	**m**		**m^2**	**m^2**	**m^2**	**W/(m^2·K)**		**°C**	**W**
5	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	3,39	1,89	1	6,40	0,00	6,40	0,552	0,36	22	27,996
Απώλειες δια μέσω εδάφους													27,996

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	573,7

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	18,57
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	1,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	27,86
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	2,23
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	27,86
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	9,47
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	208

Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	A_i	6,40
Συντελεστής αναθέρμανσης	f_{RH}	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$	288,00

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	1070,1

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ MASTER	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	N

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Δ	3,90	2,90	1	11,31	3,25	8,06	0,471	1	20,0	75,925
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		20,0	19,041
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,25	3,20	1			0,80	0,469		20,0	7,504
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	0,35	2			0,42	3,130		20,0	26,292
	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$	
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			20	0,25		13,250	
	Δ-29	Δ-29		3,20		1			20	0,15		9,600	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	0,35	2			20	0,60/0,60/0,25		17,900	
2	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Α	3,90	2,90	1	11,31	5,47	5,84	0,471	1	20,0	55,013
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		20	19,041
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		3,20	0,25	1			0,80	0,469		20	7,504
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	1			2,64	3,130		20	165,26

	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			20	0,25		13,250
	Δ-29	Δ-29		3,20		1			20	0,15		9,600
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	1			20	0,60/0,60/0,25		50,800

3	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	4	3,95	1	15,8	0	15,8	0,386	1	20	121,98
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													611,96

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	W/(m^2·K)		°C	W
4	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	4,00	3,95	1	15,80	0,00	15,8	0,552	0	20	62,796
Απώλειες δια μέσω εδάφους													62,796

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	675

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	45,82
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	0,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	22,91
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	5,50
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	22,91
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	7,79
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	171

Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	**A_i**	15,00
Συντελεστής αναθέρμανσης	**f_{RH}**	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	**$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$**	675,00

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	1521,1

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Δ

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	W/(m^2·K)		°C	W
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Α	4,80	2,90	1	13,92	6,43	7,50	0,471	1	20,0	70,603
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		20,0	19,041
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		4,10	0,25	1			1,03	0,469		20,0	9,615
	Κύρια Είσοδος	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 12mm		1,10	2,30	1			2,53	2,091		20,0	105,80
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,40	1,05	2			0,84	3,130		20,0	52,584
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**								**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**				**°C**	**W/(m·K)**		**W**
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2				20	0,25		13,250
	ΕΣΓ-12	ΕΣΓ-12		2,65		2				20	0,70		37,100
	Δ-29	Δ-29		4,10		1				20	0,15		12,300
	Κύρια Είσοδος	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 12mm		1,10	2,30	1				20	0,55/0,55/0,20		42,600

2	T1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	A	7,75	2,90	1	22,48	10,4	12,1	0,471	1	20,0	113,79
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,30	2,90	2			1,74	0,469		20,0	16,321
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,60	2,90	1			1,74	0,469		20,0	16,321
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		3,27	0,25	2			1,64	0,469		20,0	15,336
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	2			5,28	3,130		20,0	330,53
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**							**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**	
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**			**°C**	**W/(m·K)**		**W**	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		4			20	0,25		13,250	
	ΕΣΓ-12	ΕΣΓ-12		2,65		2			20	0,70		37,100	
	Δ-29	Δ-29		3,27		2			20	0,15		9,810	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	2			20	0,60/0,60/0,25		50,800	

3	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	7,5	4	1	30	0	30	0,386	1	20,0	231,60
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													1465,3

Α/Α	**ΚΩΔ.**	**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ**	**ΠΡΟ.**	**ΠΛΑΤΟΣ**	**ΥΨΟΣ**	**Αρ.**	**A**	**Αφ.**	**A_k**	**U_k**	**e_k**	**ΔΤ**	**$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$**
				m	**m**		**m^2**	**m^2**	**m^2**	**$W/(m^2 \cdot K)$**		**°C**	**W**
4	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	7,50	4,00	1	30,00	0,00	30	0,552	0	20,0	119,23
Απώλειες δια μέσω εδάφους													119,23

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	1584,6

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	87,00
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	0,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	43,50
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	10,44
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	43,50
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	14,79
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	325

Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	A_i	30,00
Συντελεστής αναθέρμανσης	f_{RH}	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$	1350,00

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	3260,0

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Β

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	ΒΔ	3,50	2,90	1	10,15	4,90	5,25	0,471	1	20,0	49,431
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,55	2,90	1			1,60	0,469		20,0	14,961
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		2,67	0,25	1			0,67	0,469		20,0	6,261
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	1			2,64	3,130		20,0	165,26
	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$	
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		1			20	0,25		13,250	
	Δ-29	Δ-29		2,67		1			20	0,15		8,010	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	1			20	0,60/0,60/0,25		50,800	
2	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Α	3,90	2,90	1	11,31	3,57	7,74	0,471	1	20,0	72,911
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,55	2,90	1			1,60	0,469		20	14,961
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	1			1,02	0,469		20	9,521
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		3,00	0,25	1			0,75	0,469		20	7,035
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			0,21	3,130		20	13,146

	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			20	0,25		13,250
	ΕΣΓ-12	ΕΣΓ-12		2,65		1			20	0,70		37,100
	Δ-29	Δ-29		3,00		1			20	0,15		9,000
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			20	0,60/0,60/0,25		14,400
3	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	3	3,79	1	11,37	0	11,4	0,386	1	20	87,776
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													587,08

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
4	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	3,00	3,79	1	11,37	0,00	11,4	0,552	0	20	45,189
Απώλειες δια μέσω εδάφους													45,189

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	632

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	32,97
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	0,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	16,49
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	3,96
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	16,49
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	5,61
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	123

Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	**A_i**	11,37
Συντελεστής αναθέρμανσης	**f_{RH}**	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	**$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$**	511,65

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	1267,2

ΕΠΙΠΕΔΟ	**ΙΣΟΓΕΙΟ**	**ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ**	
ΔΩΜΑΤΙΟ	**ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2**	**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ**	**ΒΑ**

Α/Α	**ΚΩΔ.**	**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ**	**ΠΡΟ.**	**ΠΛΑΤΟΣ**	**ΥΨΟΣ**	**Αρ.**	**Α**	**Αφ.**	**A_k**	**U_k**	**e_k**	**ΔΤ**	**$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$**
				m	**m**		**m^2**	**m^2**	**m^2**	**$W/(m^2 \cdot K)$**		**°C**	**W**
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	ΒΔ	5,05	2,90	1	14,65	3,86	10,8	0,471	1	20,0	101,62
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	1			1,02	0,469		20,0	9,521
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,55	2,90	1			1,60	0,469		20,0	14,961
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		4,15	0,25	1			1,04	0,469		20,0	9,732
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			0,21	3,130		20,0	13,146
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**							**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**	
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**			**°C**	**W/(m·K)**		**W**	
	Ε-Δ-3	Ε-Δ-3		2,65		2			20	0,25		13,250	
	Δ-29	Δ-29		4,15		1			20	0,15		12,450	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,36	1			20	0,60/0,60/0,25		12,000	

2	T1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	A	3,50	2,90	1	10,15	5,37	4,78	0,471	1	20,0	45,028
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	2			2,03	0,469		20	19,041
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		2,80	0,25	1			0,70	0,469		20	6,566
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		1,20	2,20	1			2,64	3,130		20	165,26
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**							**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**	
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**			**°C**	**W/(m·K)**		**W**	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			20	0,25		13,250	
	Δ-29	Δ-29		2,80		1			20	0,15		8,400	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			20	0,60/0,60/0,25		14,400	
3	T1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	A	5,25	2,90	1	15,23	2,78	12,4	0,471	1	20,0	######
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,35	2,90	1			1,02	0,469		20	9,521
	T2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		4,55	0,25	1			1,14	0,469		20	10,670
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	1,05	1			0,63	3,130		20	39,438
	ΚΩΔ.	**ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ**							**ΔΤ**	**Ψ_k**		**$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$**	
		ΤΥΠΟΣ		**m**		**Αρ.**			**°C**	**W/(m·K)**		**W**	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,65		2			20	0,25		13,250	
	Δ-29	Δ-29		4,55		1			20	0,15		13,650	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,60	1,05	1			20	0,60/0,60/0,25		24,900	

4	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	4,95	3	1	14,85	0	14,9	0,386	1	20	114,64
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													801,91

Α/Α	**ΚΩΔ.**	**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ**	**ΠΡΟ.**	**ΠΛΑΤΟΣ**	**ΥΨΟΣ**	**Αρ.**	**Α**	**Αφ.**	**A_k**	**U_k**	**e_k**	**ΔΤ**	**$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$**
				m	**m**		**m^2**	**m^2**	**m^2**	**$W/(m^2 \cdot K)$**		**°C**	**W**
5	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	4,95	3,00	1	14,85	0,00	14,9	0,552	0	20	59,020
Απώλειες δια μέσω εδάφους													59,020

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	861

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	**V_i**	43,07
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	**n_{min}**	0,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	**$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$**	21,53
Παροχή αέρα στα 50 Pa	**n_{50}**	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	**$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$**	5,17
Παροχή αέρα δωματίου	**V'_i**	21,53
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	**$H_v = 0,34 \cdot V'_i$**	7,32
Θερμικές απώλειες αερισμού	**$Q_H = H_v \cdot \Delta T$**	161
Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	**A_i**	14,85
Συντελεστής αναθέρμανσης	**f_{RH}**	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	**$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$**	668,25

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	1690,2

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΛΟΥΤΡΟ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Β

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
1	Τ1	Τούβλο με WALLMATE 5cm	Β	2,00	2,90	1	5,80	2,04	3,77	0,471	1	22,0	39,013
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		0,25	2,90	2			1,45	0,469		22,0	14,961
	Τ2	Οπλισμενο Σκυροδεμα με WALLMATE 5cm		1,50	0,25	1			0,38	0,469		22,0	3,869
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			0,21	3,130		22,0	14,461
	ΚΩΔ.	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ							ΔΤ	Ψ_k		$l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k \cdot \Delta T$	
		ΤΥΠΟΣ		m		Αρ.			°C	W/(m·K)		W	
	ΕΔΣ-3	ΕΔΣ-3		2,60		2			20	0,25		13,00	
	ΕΣΓ-12	ΕΣΓ-12		2,90					20	0,7		40,60	
	Δ-29	Δ-29		1,50		1			20	0,15		4,50	
	Wi	Ξύλινο πλαίσιο,Δίδυμος Υαλοπίνακας με διάκενο 6mm		0,35	0,60	1			20	0,60/0,60/0,25		14,40	
2	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	1,5	2,3	1	3,45	0	3,45	0,386	1	22	29,297
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													174,10

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
3	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	1,50	2,30	1	3,45	0,00	3,45	0,552	0	22	15,083
Απώλειες δια μέσω εδάφους													15,083

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	189

Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	10,01
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	1,5
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	15,01
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	1,20
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	15,01
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	5,10
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	112

Ικανότητα επαναθέρμανσης Φ_{RH}		
Επιφάνεια δωματίου	A_i	3,45
Συντελεστής αναθέρμανσης	f_{RH}	45
Ικανότητα επαναθέρμανσης ΦHR	$\Phi RH = A_i \cdot f_{RH}$	155,25

Συνολικό Θερμικό Φορτίο	456,7

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΧΩΛ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	-

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
2	R1	Δώμα με WALLMATE 5cm & Υγρομόνωση	-	1	1,5	1	1,5	0	1,5	0,386	1	20	11,580
Συνολικές απώλειες σε εξωτερικό αέρα													11,580

Α/Α	ΚΩΔ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΡΟ.	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	Αρ.	Α	Αφ.	A_k	U_k	e_k	ΔΤ	$A_k \cdot U_k \cdot \Delta T$
				m	m		m^2	m^2	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$		°C	W
3	FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση	-	1,00	1,50	1	1,50	0,00	1,50	0,552	0	20	5,962
Απώλειες δια μέσω εδάφους													5,962

Συνολικές απώλειες μεταφοράς	18

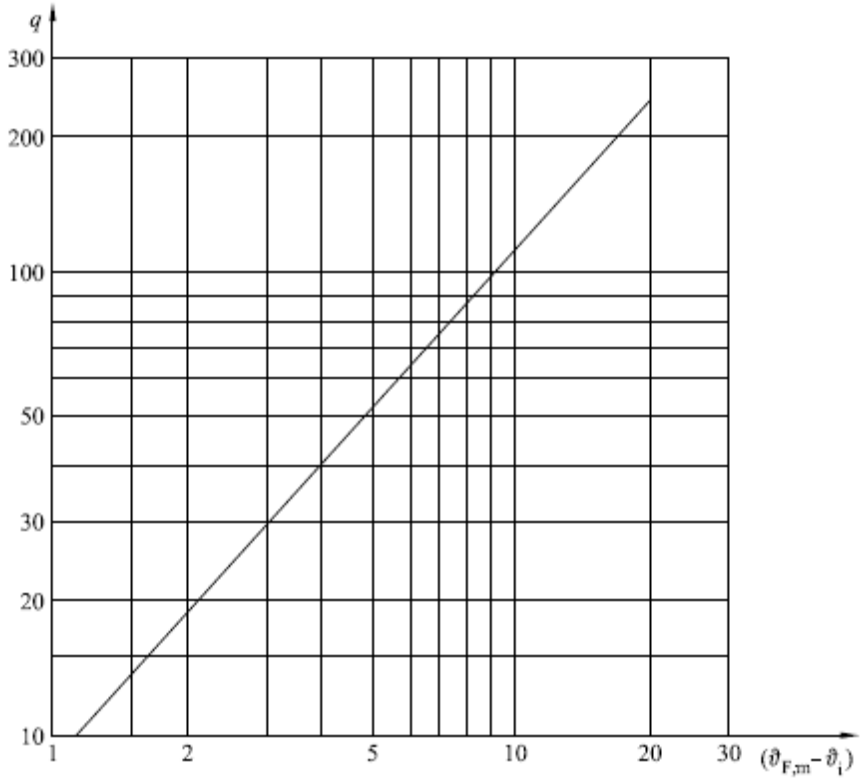
Συνολικές απώλειες αερισμού		
Εσωτερικός όγκος δωματίου	V_i	4,35
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών αέρα	n_{min}	0
Ελάχιστη παροχή αέρα	$V_{min} = Vi \cdot n_{min}$	0,00
Παροχή αέρα στα 50 Pa	n_{50}	6
Συντελεστής κελύφους	**e**	0,01
Συντελεστής ύψους	**ε**	1
Παροχή αέρα από χαραμάδες	$V = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	0,52
Παροχή αέρα δωματίου	V'_i	0,00
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_v = 0,34 \cdot V'_i$	0,00
Θερμικές απώλειες αερισμού	$Q_H = H_v \cdot \Delta T$	0

Συνολικό θερμικό φορτίο	18

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΚΑΤΑ ΕΝ 1264

6.1 Πρότυπο υπολογισμού ΕΝ 1264

Το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΝ1264 σύμφωνα με το οποίο γίνεται η μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης, καθορίζει τις οριακές συνθήκες και την θερμική απόδοση του συστήματος, η οποία έχει να κάνει με την συναλλαγή θερμότητας του εργαζόμενου μέσου (νερό) με το δάπεδο και στην συνέχεια με τον χώρο.
Η ειδική θερμική απόδοση και η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας η οποία είναι η διαφορά των θερμοκρασιών δαπέδου – χώρου συνδέονται με
την βασική χαρακτηριστική καμπύλη.



Η απόδοση **q** καθορίζεται από της εξής παραμέτρους:

- την σταθερή θερμοκρασία του χώρου $\boldsymbol{\theta_i}$
- την μέγιστη θερμοκρασία της επιφάνειας δαπέδου $\boldsymbol{\theta_{fmax}}$

Ο υπολογισμός της ειδικής θερμικής απόδοσης γίνεται με βάση:

- Το φορτίο θερμικών απωλειών το οποίο πρέπει να υπερκαλυφθεί για την θέρμανση του χώρου
- Την θερμότητα που άγεται από το δάπεδο προς τον χώρο σύμφωνα με την καμπύλη.
- Την θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στην θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής του εργαζόμενου μέσου στο κύκλωμα.

Από την χαρακτηριστική καμπύλη, προκύπτουν οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της ειδικής απόδοσης σε σχέση με την θερμοκρασία του χώρου και την μέγιστη θερμοκρασία δαπέδου και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Θ_{fmax}	Θ_i	q_{gmax}	ΖΩΝΕΣ
^{o} C	^{o} C	W/m^2	
29	20	100	Εσωτερική
33	22	125	Μπάνιο
35	20	175	Περιμετρική

Η ειδική θερμική απόδοση δίνεται από την σχέση:

$$q_N = \frac{Q_N}{A}$$

Όπου :

- Q_N : το θερμικό φορτίο του χώρου [W] ή [Kcal]
- A : η θερμαινόμενη επιφάνεια [m^2]

Στον σχεδιασμό και υπολογισμό του συστήματος λαμβάνουμε υπόψη τα θερμικά φορτία του κάθε χώρου και αν μπορούμε να τα καλύψουμε.
Τα φορτία αυτά προκύπτουν από την μελέτη Θερμικών Απωλειών του κτιρίου και η εγκατάσταση της θέρμανσης πρέπει να είναι σε θέση να τα αντισταθμίσει.

Ξεκινάμε λοιπόν από το εμβαδόν της επιφάνειας που θέλουμε να θερμάνουμε και σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα υπολογίζουμε την μέγιστη θερμική ισχύ που μπορεί να προσδώσει το σύστημα στον χώρο.
Όπως βλέπουμε στον πίνακα, για κάθε ζώνη ξεχωριστά έχουμε και διαφορετική ειδική θερμική απόδοση. Αυτό βοηθά ώστε να συνδυάσουμε μια εσωτερική και μια περιμετρική ζώνη για καλύτερη κάλυψη του φορτίου και καλύτερη κατανομή θέρμανσης στο χώρο.

Σχέση υπολογισμού αποδιδόμενης θερμικής ισχύος :

$$Q_{F.max} = q_{G.max} \cdot A_F \quad \text{- Εσωτερική ζώνη}$$

$$Q_{R.max} = q_{G.max} \cdot A_R \quad \text{- Περιμετρική ζώνη}$$

Υπάρχει όμως και το ενδεχόμενο να μην μπορεί να καλυφθεί πλήρως το θερμικό φορτίο του χώρου γιατί ίσως να μην μπορεί να υπάρξει περιμετρική ζώνη ή ακόμη και να υπάρξει συνδυασμός εσωτερικής – περιμετρικής το φορτίο να μην καλύπτεται.
Σε αυτή την περίπτωση επιλέγουμε την μερική κάλυψη του φορτίου.

Στο συγκεκριμένο έργο έχει μελετηθεί σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης
με κόμβους Vario (μορφόπλακα), με πλαστικό σωλήνα 16x2.0mm και δάπεδο με τσιμετοκονία και πλακάκι.

Στον υπολογισμό της θερμικής αγωγιμότητας του δαπέδου λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:

- η θερμική αντίσταση του δαπέδου προς το χώρο για τον υπολογισμό της ωφέλιμης θερμικής ισχύος.
- η θερμική αντίσταση του δαπέδου προς τα κάτω για τον υπολογισμό των απωλειών σε θερμική ισχύ

Τα παραπάνω υπολογίζονται με βάση την κατασκευή του δαπέδου (υλικά και θερμοφυσικές ιδιότητες αυτών) και με το είδος του χώρου που είναι σε επαφή (ΜΘΧ, ΘΧ, Πιλοτή, έδαφος).

Η αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας προς τα πάνω, υπολογίζεται με την παρακάτω σχέση:

$$R_O = \frac{1}{a} + R_B + R_E$$

- R_B : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας επικάλυψης προς τα πάνω
- R_E : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας τσιμετοκονίας προς τα πάνω
- α : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εσωτερικού φίλμ αέρα σε δάπεδο

Τα R_B , R_E δίνονται είτε από πίνακες είτε υπολογίζονται με τις παρακάτω σχέσεις :

$$R_B = \frac{d_B}{\lambda_B}$$

$$R_E = \frac{d_E}{\lambda_E}$$

Η αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας προς τα κάτω αντίστοιχα, υπολογίζεται από την σχέση :

$$R_U = R_{ins} + R_E + R_{pl} + R_a$$

- R_{ins} : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης
- R_E : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας οπλισμένου σκυροδέματος
- R_{pl} : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας επιχρίσματος ή μόνωσης (για επαφή με το έδαφος)
- R_a : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας του αέρα

Η αντίσταση R_a δίδεται από πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε και διαφέρει αναλόγως το είδος της επαφής που βρίσκεται το δάπεδο.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ		
Α/Α	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**	**ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ**
		R_a
		(m2.K)/W
1	Δάπεδο πάνω από πυλωτή	0,04
2	Δάπεδο πάνω από ΜΘΧ	0,17
3	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,00

Η αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας της μόνωσης υπολογίζεται από την σχέση:

$$R_{ins} = \frac{S_{ins}}{\lambda_{ins}}$$

- S_{ins} : το πάχος της θερμομονωτικής πλάκας [m]
- λ_{ins} : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού [W/m·K]

6.2 Θερμική Απόδοση Δαπέδου

Το τελικό ζητούμενο το οποίο μας ενδιαφέρει είναι η θερμική απόδοση του δαπέδου, την οποία υπολογίζουμε με μια σειρά εξισώσεων και βρίσκουμε την ισχύ που μπορεί να μας δώσει το σύστημα ανά μονάδα επιφάνειας.

Οι βασικοί παράμετροι για τους υπολογισμούς είναι:

- θερμοκρασία δωματίου Θi
- θερμοκρασία προσαγωγής Θν
- θερμοκρασία επιστροφής Θ_R
- τα χαρακτηριστικά του δαπέδου
- απόσταση σωληνώσεων T
- την εξωτερική διάμετρο των σωληνώσεων D

Η ειδική θερμική απόδοση του δαπέδου είναι ανάλογη του $\Delta\theta_H$ και δίδεται από την σχέση:

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{mt} \cdot a_U^{mu} \cdot a_D^{mD} \cdot \Delta\Theta_H$$

Όπου :

- B : εξαρτώμενος συντελεστής [$W/m^2 \cdot K$]
- a_B : συντελεστής κατασκευής δαπέδου
- a_T : συντελεστής απόστασης σωληνώσεων
- a_U : συντελεστής επικάλυψης δαπέδου
- a_D : συντελεστής εξωτερικής διαμέτρου σωλήνα
- $\Delta\Theta_H$: διαφορική θερμοκρασία (θερμαντικού μέσου – χώρου)

Το γινόμενο του B με τους υπόλοιπους συντελεστές πριν το $\Delta\Theta_H$ μας δίνει τον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής μεταφοράς K_H .

Η παραπάνω σχέση μπορεί να γραφεί και με αυτήν την μορφή:

$$q = K_H \cdot \Delta\Theta_H$$

με $\Delta\Theta_H$

$$\Delta\Theta_H = \frac{\Theta_\nu - \Theta_R}{\ln\frac{\Theta_\nu - \Theta_i}{\Theta_R - \Theta_i}}$$

Εξαρτώμενος συντελεστής B

Το B ισούται με B_0 = 6,7 $W/(m^2 \cdot K)$ για σωλήνα ο οποίος έχει συντελεστή αγωγιμότητας λ_R = 0.35 $W/(m^2 \cdot K)$ και πάχος σωλήνα s_R = 0.02m

Συντελεστής Κατασκευής Δαπέδου α_B

$$a_B = \frac{\frac{1}{a} + \frac{S_u}{\lambda_u}}{\frac{1}{a} + \frac{S_u}{\lambda_E} + R_B}$$

- S_u : πάχος δαπέδου πάνω από τους σωλήνες
- λ_u : 1 W/m2· K
- λ_E : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τσιμετοκονιάματος
- R_B : αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας επικάλυψης δαπέδου

Συντελεστής Απόστασης Σωληνώσεων α_T

Προκύπτει από πίνακα του προτύπου ΕΝ 1264 ως συνάρτηση του R_B .

$$a_T = f(R_B)$$

$$a_T = 1.23 - 0.94 \cdot R_B + 2 \cdot R_B^2$$

R_B (m^2.K/W)	0	0,05	0,10	0,15
a_T	1,23	1,18	1,15	1,13

Συντελεστής Επικάλυψης Δαπέδου α_u

Προκύπτει από πίνακα του προτύπου ΕΝ 1264 ως συνάρτηση του R_B και της απόστασης των σωληνώσεων Τ.

$$a_u = f(R_B, T)$$

R_B (m^2.K/W)	0	0,05	0,10	0,15
T(m)	**a_u**			
0,050	1,069	1,056	1,043	1,037
0,075	1,066	1,053	1,041	1,035
0,100	1,063	1,05	1,039	1,0335
0,150	1,057	1,046	1,035	1,0305

Συντελεστής Εξωτερικής Διαμέτρου Σωλήνα α_D

Προκύπτει από πίνακα του προτύπου ΕΝ 1264 ως συνάρτηση του R_B και της απόστασης των σωληνώσεων Τ.

$$a_D = f(R_B, T)$$

R_B (m^2.K/W)	0	0,05	0,10	0,15
T(m)	**a_D**			
0,050	1,013	1,013	1,012	1,011
0,075	1,021	1,019	1,016	10,14
0,100	1,029	1,025	1,022	1,018
0,150	1,04	1,034	1,029	1,024

Οι αντίστοιχοι εκθέτες προκύπτουν από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\mathrm{m_T} = 1 - \frac{\mathrm{T}}{0{,}075}$$

$$\mathrm{m_u} = 100 \cdot (0.045 - S_u)$$

$$\mathrm{m_u} = 250 \cdot (D - 0.020)$$

Όπου :

- T : απόσταση σωληνώσεων
- D : η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα
- S_u : το πάχος του θερμομπετού

Μπορούμε ακόμα να υπολογίσουμε την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ θερμαντικού μέσου (νερό) και του χώρου.

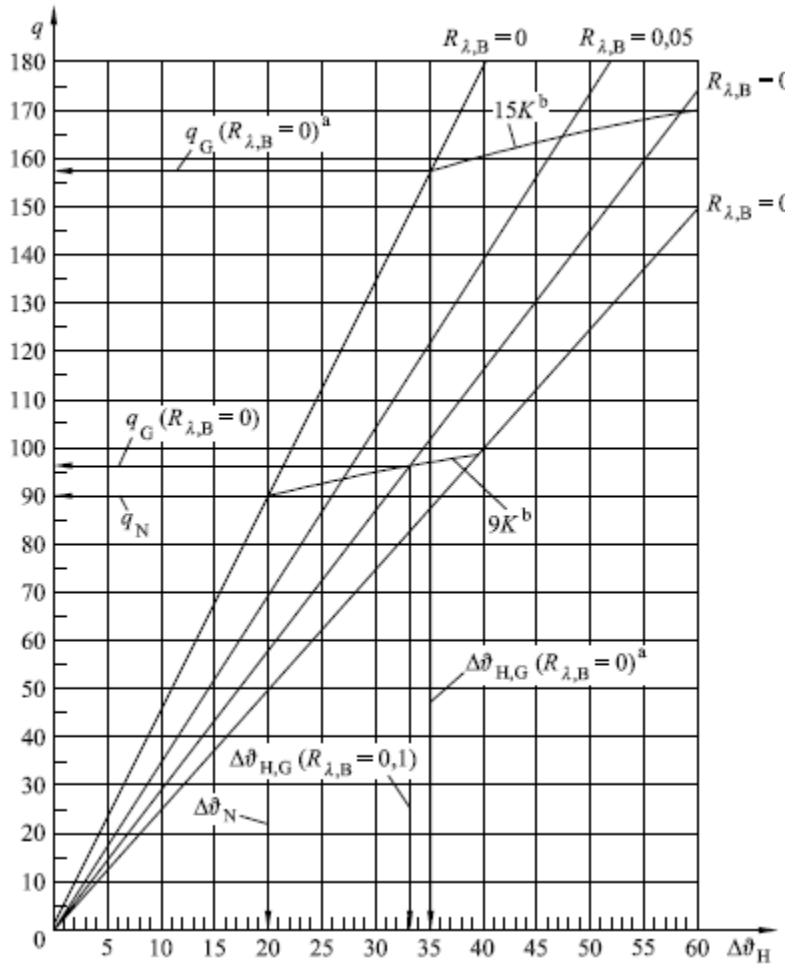
$$\Delta\theta_{\mathrm{H}} = \frac{\mathrm{q}}{\mathrm{K_H}}$$

Ο γενικότερος συλλογισμός είναι ότι το δάπεδο λειτουργεί ως θερμαντικό σώμα και προσδίδει θερμική ενέργεια στον χώρο με μεταφορά και ακτινοβολία. Έτσι με βάση την θερμική απαίτηση του χώρου, υπολογίζουμε την απόδοση του δαπέδου εντός των επιτρεπτών ορίων θερμοκρασίας της επιφάνειας του.

6.3 Όρια ειδικής θερμικής απόδοσης

Τα όρια της ειδικής θερμικής απόδοσης θέτονται έτσι, ώστε η θερμοκρασία στους θερμοσωλήνες να μην υπερβαίνει τα μέγιστα επίπεδα ούτως ώστε οι θερμοκρασίες επιφάνειας δαπέδου να μην υπερβαίνουν με την σειρά τους τις μέγιστες επιτρεπτές τιμές όπως τις ορίζει το πρότυπο για την ζώνη παραμονής και την περιμετρική ζώνη αντίστοιχα.
Αυτό γίνεται αφενός για λόγους υγιεινής και θερμικής άνεσης και αφετέρου για τεχνικούς λόγους που έχουν να κάνουν με το δάπεδο.

Έτσι, έχουμε το διάγραμμα της οριακής καμπύλης, το οποίο περιγράφει την σχέση μεταξύ της ειδικής θερμικής απόδοσης και της διαφορικής θερμοκρασίας μεταξύ του θερμαντικού μέσου και του χώρου.



- q – ειδική θερμική απόδοση
- $\Delta\Theta_H$ – θερμοκρασιακή διαφορά
- a – περιμετρική ζώνη
- b – οριακή καμπύλη

Η παρακάτω σχέση εκφράζει την οριακή καμπύλη :

$$q_G = K_H \cdot \Delta\theta_{HG}$$

Όπου:

- K_H : ο ισοδύναμος συντελεστής θερμικής μεταφοράς
- $\Delta\Theta_{HG}$: η οριακή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ θερμαντικού μέσου και χώρου

6.4 Θερμοκρασία προσαγωγής

Η τιμή της θερμοκρασίας προσαγωγής καθορίζεται με βάση τον χώρο με την υψηλότερη ειδική θερμική απαίτηση. Η πτώση της θερμοκρασίας μέσα στους αγωγούς καθορίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\sigma_F = \theta_\nu - \theta_R$$

Η πτώση της θερμοκρασίας για τον δυσμενέστερο κλάδο δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 5 °C , σ≤5 . °C

Η διαφορά θερμοκρασίας θερμαντικού μέσου και χώρου επιλέγεται με βάση τον χώρο με την μεγαλύτερη θερμική απαίτηση.

$$\Delta\Theta_{H,des} = \Delta\Theta_H$$

Οι επιτρεπόμενες τιμές διαφοράς θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης και του χώρου για τον χώρο με την μεγαλύτερη ειδική θερμική απαίτηση, δίνονται από την παρακάτω σχέση :

$$\Delta\Theta_{\nu,des} \leq \Delta\Theta_{H,des} + 2{,}5°C$$

Η μέγιστη επιτρεπόμενη διαφορά θερμοκρασίας δίνεται από την επόμενη σχέση :

$$\Delta\Theta_{\nu,des} = \Delta\Theta_{H,des} + \frac{\sigma_F}{2}$$

Η θερμοκρασία προσαγωγής δίνεται από την σχέση:

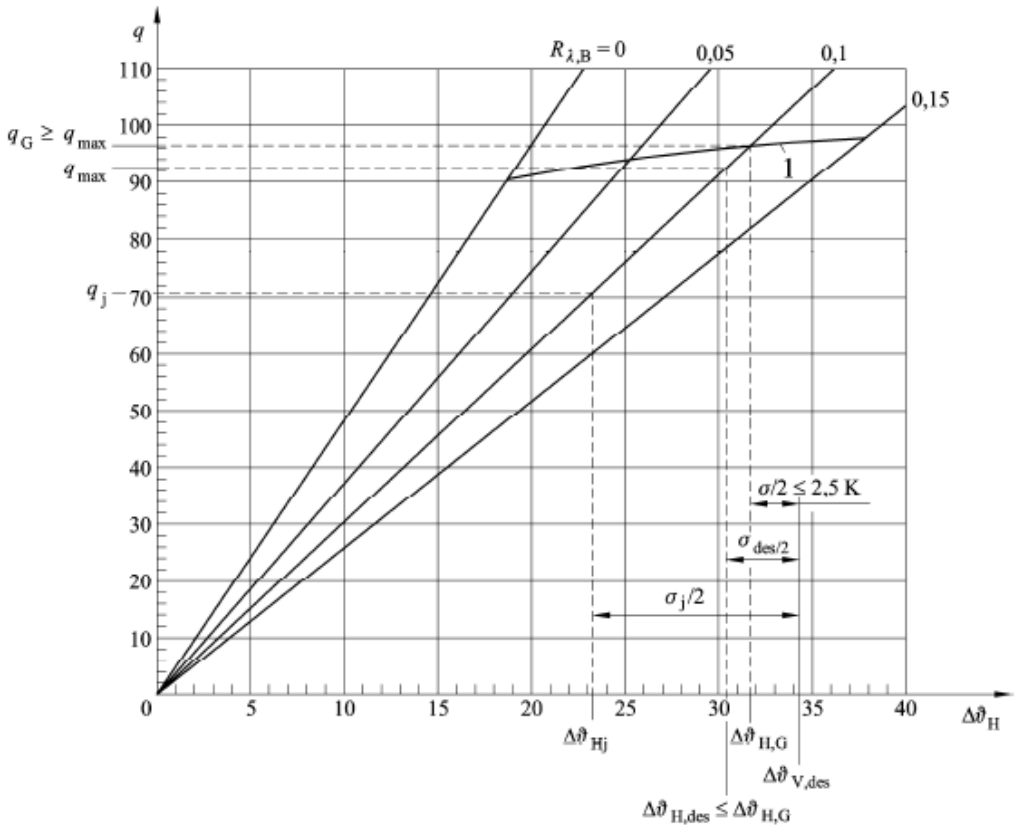
$$\Theta_\nu = \Theta_i + \Delta\Theta_{\nu,des}$$

Όπου :

- Θ_ν : η θερμοκρασία προσαγωγής
- Θ_i : η θερμοκρασία χώρου
- $\Delta\Theta_{\nu,des}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη διαφορά θερμοκρασίας(ροής – χώρου)

6.5 Θερμοκρασιακή πτώση

Το παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνει την διαφορά θερμοκρασίας ΔΘν,des και την ειδική θερμική απαίτηση και μας βοηθάει να βρούμε την πτώση θερμοκρασίας στην ροή.



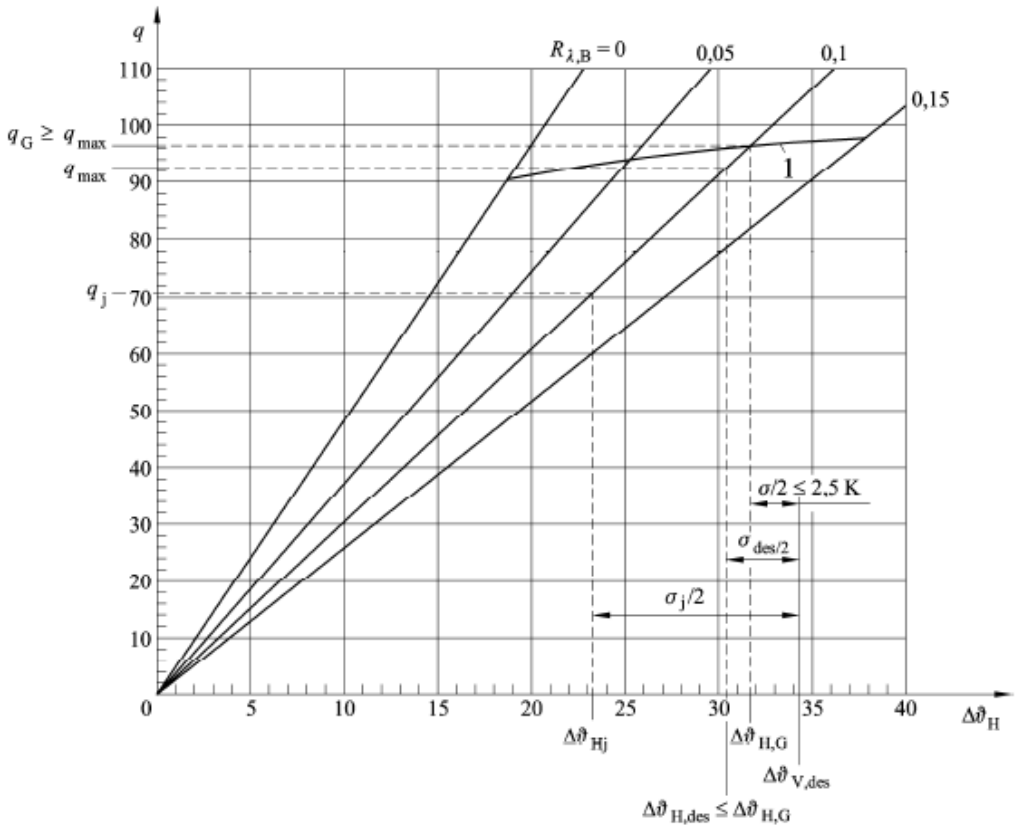
Η πτώση θερμοκρασίας του θερμού νερού υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$\frac{\sigma_j}{2} = \Delta\Theta_v - \Delta\Theta_{H,j}$$

Όπως γνωρίζουμε το πρότυπο EN1264 ορίζει μέγιστη τιμή ειδικής θερμικής απόδοσης $q_{max} = 100\ W/m^2$.

6.5 Θερμοκρασιακή πτώση

Το παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνει την διαφορά θερμοκρασίας ΔΘν,des και την ειδική θερμική απαίτηση και μας βοηθάει να βρούμε την πτώση θερμοκρασίας στην ροή.



Η πτώση θερμοκρασίας του θερμού νερού υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$\frac{\sigma_j}{2} = \Delta\Theta_v - \Delta\Theta_{H,j}$$

Όπως γνωρίζουμε το πρότυπο EN1264 ορίζει μέγιστη τιμή ειδικής θερμικής απόδοσης $q_{max} = 100\ W/m^2$.

6.7 Περιμετρική Ζώνη

Δημιουργούμε περιμετρική ζώνη κατά μήκος των εξωτερικών τοίχων και κυρίως αυτών που έχουν τα μεγαλύτερα ανοίγματα. Αυτό γίνεται, γιατί τα σημεία αυτά του κτιρίου είναι εκείνα με τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες.

Η περιμετρική ζώνη έχει μέγιστο πλάτος 1m και η μέγιστη θερμοκρασία του δαπέδου σε αυτήν είναι 35 ℃ σύμφωνα με το πρότυπο.

Η μέγιστη επιτρεπτή ειδική θερμική απόδοση q_a υπολογίζεται από την σχέση:

$$q_a = \frac{Q_N - (q_G \cdot A_F)}{A_R}$$

Όπου :

- Q_N : η θερμική απαίτηση του χώρου
- q_G : η μέγιστη ειδική θερμική απαίτηση της εσωτερικής ζώνης
- A_F : το εμβαδόν εσωτερικής ζώνης
- A_R : το εμβαδόν περιμετρικής ζώνης

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΝΑ ΧΩΡΟ						
Α/Α	**ΔΩΜΑΤΙΟ**	**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**	**ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ**	**ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ**	**ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ**	**ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ**
		Θi	**A_r**	**A_f**	**Q_N**	**Q_F**
		°C	**m^2**	**m^2**	**W**	**W**
1	ΛΟΥΤΡΟ ΜΑΣΤΕΡ	22	6,40	4,01	1.070	484
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	20	15,80	12,41	1.527	1.144
3	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	20	30,00	25,26	3.261	2.562
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	20	11,37	8,00	1.250	731
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	20	14,85	12,90	1.710	1.249
6	ΛΟΥΤΡΟ	22	3,45	0,00	451	0
7	ΧΩΛΛ	20	1,50	0,00	54	0
ΣΥΝΟΛΑ :			83,37	62,58	9.323	6.170

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΛΟΥΤΡΟ ΜΑΣΤΕΡ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C1

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	5	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	4,01	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	69,7	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	22	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**Θ_R**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$\Delta\Theta_H$**	20,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**Θ_{fm}**	32,9	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	120,7	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πανω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	484,0	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	72,6	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	160,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	16,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			716,6	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	720,00	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	123,00	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	11,63	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	85,70	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	1,05	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C2

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	20	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	8	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	40,32	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ. δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	701,6	**W**
Απόδοση θερμ. δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	105,0	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	97,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	9,7	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			903,6	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	903,60	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	180,72	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	18,13	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	50,02	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,98	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C3

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**(m²·K)/W**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	15	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ. Θερμ. Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ. Θερμ. Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	8	**m²**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	40,32	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m²**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πανω		**$Q_o = q·A_f$**	701,6	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15·Q_o$**	105,2	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a·10$**	97,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	9,7	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			903,8	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	903,84	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	180,77	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	18,13	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	50,02	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,98	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C4

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	10	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ. Θερμ. Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ. Θερμ. Αγωγιμότητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	4,8	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	57,17	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	30,4	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	115	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	552,0	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	82,8	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	106,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	10,6	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			740,8	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	740,80	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	148,16	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	12,91	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	67,77	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,98	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	10	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	7,88	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	61,31	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	30,4	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	115	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πανω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	906,2	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	135,9	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	80,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	8,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			1122,1	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	1122,13	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	224,43	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	23,00	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	69,31	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	1,50	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C6

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**(m²·K)/W**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	20	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	5,85	**m²**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	28,22	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m²**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q·A_f$**	513,0	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15·Q_o$**	77,0	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a·10$**	50,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	5,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			640,0	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	640,00	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	128,00	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,25	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	8,70	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	33,22	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,28	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΚΟΥΖΙΝΑ	ΚΥΚΛΩΜΑ	C7

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**(m²·K)/W**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	20	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	6,74	**m²**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	34,82	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m²**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πανω		**$Q_o = q·A_f$**	591,1	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15·Q_o$**	88,7	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a·10$**	50,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	5,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			729,8	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	729,76	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	145,95	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,30	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	11,00	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	39,82	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,43	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΚΥΚΛΩΜΑ	C8

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	20	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	1,76	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	12,61	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**Θ_R**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$\Delta\Theta_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**Θ_{fm}**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	154,4	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0{,}15 \cdot Q_o$**	23,2	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	80,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	8,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			257,5	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	257,50	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	51,50	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,07	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	1,10	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	20,61	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,02	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΚΥΚΛΩΜΑ	C9

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	10	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	1,07	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	8,25	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	30,4	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	115	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πανω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	123,1	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	18,5	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	80,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	8,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			221,5	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	221,51	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	44,30	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,07	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	0,73	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	16,25	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,01	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΚΥΚΛΩΜΑ	C10	

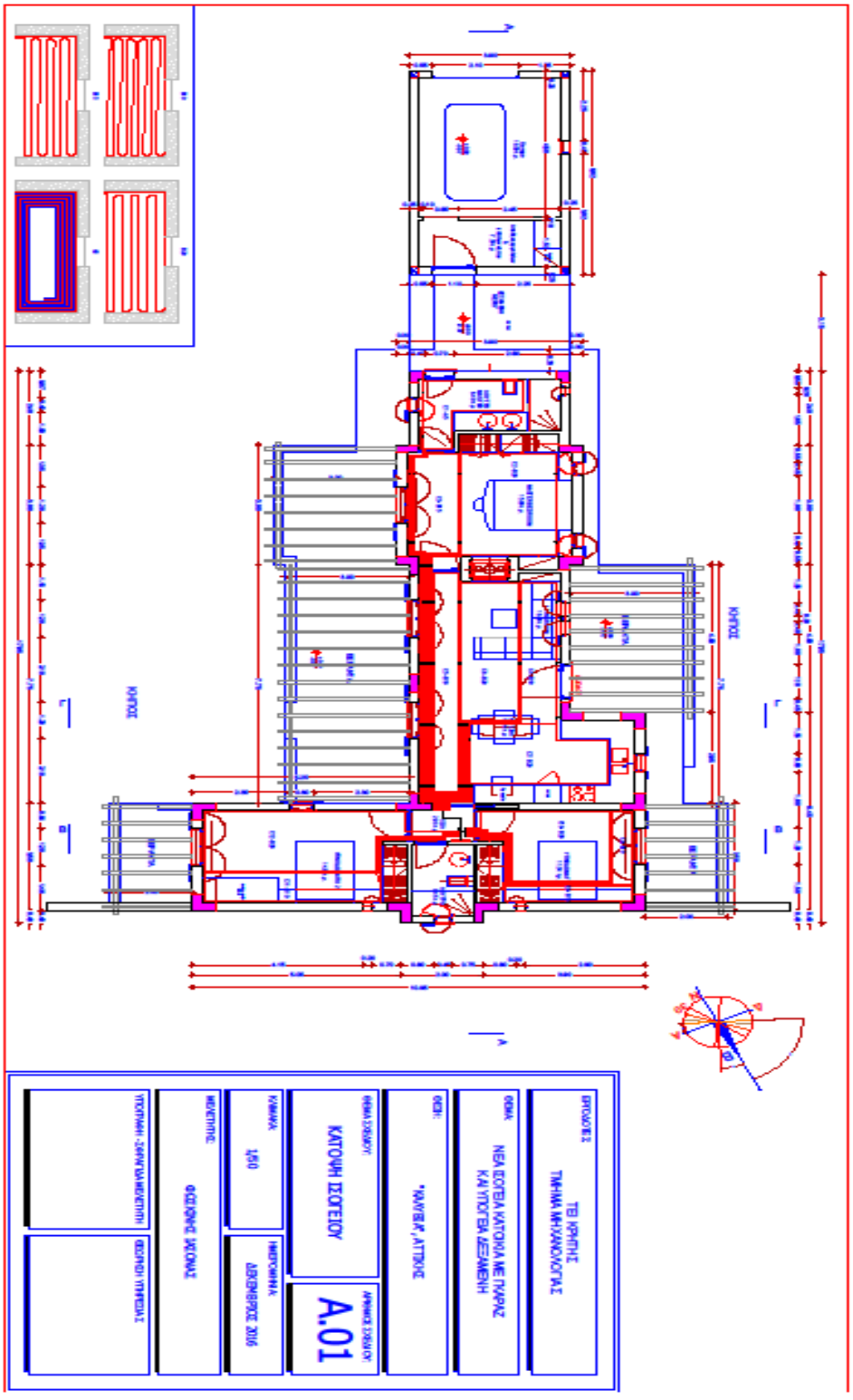
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**(m²·K)/W**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	10	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	5,17	**m²**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	24,5	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m²**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q·A_f$**	453,4	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15·Q_o$**	68,0	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a·10$**	80,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	8,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			601,4	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	601,42	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	120,28	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,22	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	7,00	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	32,50	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,20	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	ΚΥΚΛΩΜΑ	C11

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**$(m^2 \cdot K)/W$**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	10	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	4,3	**m^2**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	35	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	30,4	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	115	**W/m^2**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q \cdot A_f$**	494,5	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15 \cdot Q_o$**	74,2	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a \cdot 10$**	80,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	8,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			648,7	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	648,68	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	129,74	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,22	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	8,02	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	43,00	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,31	**m.WS**

ΔΩΜΑΤΙΟ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	ΚΥΚΛΩΜΑ	C12	

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΟΥ				
Δάπεδο	Τσιμετοκονία με κεραμμικά πλακίδια	**Rλb**	0,011	**(m²·K)/W**
Σωλήνας	VPE 16x2			
Πύκνωση σωληνώσεων		**VA**	20	**cm**
Πάχος τσιμετοκονίας		**S_u**	5,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμότητας τσιμετοκονίας		**λ_E**	0,89	**W/(m·K)**
Πάχος μόνωσης		**S_{ins}**	2,5	**cm**
Συντ.Θερμ.Αγωγιμοτητας μόνωσης		**λ_{ins}**	0,035	**W/(m·K)**
Επιφάνεια κυκλώματος		**A_f**	8,6	**m²**
Μήκος σωλήνα κυκλώματος		**L_{HR}**	44,5	**m**
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΡΟΗΣ				
Θερμοκρασία δωματίου		**Θint**	20	**ºC**
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής		**Θv**	45	**ºC**
Θερμοκρασία νερού επιστροφής		**$Θ_R$**	40	**ºC**
Διαφορική θερμοκρασία		**$ΔΘ_H$**	22,4	**ºC**
Μέση θερμοκρασία δαπέδου		**$Θ_{fm}$**	28,2	**ºC**
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ				
Πυκνότητα θερμικής ροής		**q**	87,7	**W/m²**
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ				
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα πάνω		**$Q_o = q·A_f$**	754,2	**W**
Απόδοση θερμ.δαπέδου προς τα κάτω		**$Q_u = 0,15·Q_o$**	113,1	**W**
Απόδοση σωλήνα σύνδεσης		**$Q_a = L_a·10$**	100,0	**W**
Μήκος σωλήνα σύνδεσης		**L_a**	10,0	**m**
Συνολική θερμική απόδοση			967,4	**W**
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ				
Θερμικό φορτίο		**Q**	967,35	**W**
Πτώση θερμοκρασίας νερού		**σ**	5,00	**ºC**
Παροχή νερού		**G=Q/σ**	193,47	**lit/h**
Ταχύτητα νερού		**V**	0,37	**m/s**
Απώλειες τριβών		**r**	16,00	**mmWS/m**
Μήκος σωλήνα (συνολικά)		**L**	54,50	**m**
Συνολική πτώση πίεσης κυκλώματος		**Δp**	0,80	**m.WS**


ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ
ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΘΕΜΑ
ΝΕΑ ΙΣΟΓΕΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΜΕ ΓΚΑΡΑΖ
ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ
ΘΕΣΗ:
ΜΑΝΔΡΑ, ΑΤΤΙΚΗΣ
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ
A.01
ΚΛΙΜΑΚΑ
1/50
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2016
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
ΦΩΣΤΗΡΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ
ΤΥΧΟΝ ΠΑΝΕΠ. ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΟΦΟΡΟΙ
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ
ΤΥΧΟΝ ΠΑΝΕΠ. ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΟΦΟΡΟΙ
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ
ΚΗΠΟΣ
ΚΗΠΟΣ

Α/Α	ΚΥΚΛΩΜΑ	ΔΩΜΑΤΙΟ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	DN	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΠΤΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
			Rλb	**VA**		**A_f**	**Θ_i**	**$\Theta_{f,max}$**	**$\Theta_{f,m}$**	**σ**
			$(m^2 \cdot K)/W$	**cm**		**m^2**	**^oC**	**^oC**	**^oC**	**^oC**
1	C1	ΛΟΥΤΡΟ ΜΑΣΤΕΡ	0,011	5	VPE 16X2	4,01	22	35	32,9	5
2	C2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	0,011	20	VPE 16X3	7,99	20	29	28,2	5
3	C3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	0,011	15	VPE 16X4	4,42	20	35	29,2	5
4	C4	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	0,011	10	VPE 16X5	4,80	20	35	30,4	5
5	C5	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	0,011	10	VPE 16X6	7,88	20	35	30,4	5
6	C6	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	0,011	20	VPE 16X7	5,85	20	29	28,2	5
7	C7	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	0,011	20	VPE 16X8	6,74	20	29	28,2	5
8	C8	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	0,011	20	VPE 16X9	1,76	20	35	28,2	5
9	C9	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	0,011	10	VPE 16X10	1,07	20	35	30,4	5
10	C10	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	0,011	20	VPE 16X11	5,17	20	29	28,2	5
11	C11	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	0,011	10	VPE 16X12	4,30	20	35	30,4	5
12	C12	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	0,011	20	VPE 16X12	8,60	20	29	28,2	5

Α/Α	ΚΥΚΛΩΜΑ	ΔΩΜΑΤΙΟ	ΔΙΑΦ.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΟΗ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	ΘΕΡΜ.ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ	ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ
			$\Delta\Theta_H$	q	L_{HK}	Q_o	G	V	Δp
			^oC	W/m2	m	W	lt/h	m/s	m WS
1	C1	ΛΟΥΤΡΟ ΜΑΣΤΕΡ	20,4	120,7	85,20	484	123	0,3	1,047
2	C2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	22,4	87,7	50,00	701	155	0,38	0,982
3	C3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΜΑΣΤΕΡ	22,4	100,2	43,06	443	107	0,26	0,431
4	C4	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	22,4	115	67,80	552	127	0,31	0,925
5	C5	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	22,4	115	91,70	906	179	0,44	1,507
6	C6	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	22,4	87,7	32,50	513	101	0,25	0,278
7	C7	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΚΟΥΖΙΝΑ	22,4	87,7	37,30	591	116	0,29	0,426
8	C8	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	22,4	87,7	6,45	154	30,5	0,07	0,017
9	C9	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	22,4	115	26,40	123	24,5	0,06	0,008
10	C10	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	22,4	87,7	28,05	453	90	0,22	0,198
11	C11	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	22,4	115	44,50	495	98	0,24	0,312
12	C12	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	22,4	87,7	45,00	754	150	0,37	0,796

8. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΚΤΥΟ

Όλα τα κυκλώματα ξεκινάνε κι επιστρέφουν από τον συλλέκτη προσαγωγής και επιστρέφουν στον συλλέκτη επιστροφής .
Ανάλογα με τον αριθμό των κυκλωμάτων, επιλέγουμε και το μέγεθος του συλλέκτη. Στο εμπόριο υπάρχουν συλλέκτες από (3) έως και (12) θέσεις.

Στο συγκεκριμένο σύστημα έχουμε 12 κυκλώματα τα οποία αναλύονται παρακάτω σε πίνακα.
Για κάθε κύκλωμα σύμφωνα με την μελέτη του ενδοδαπεδίου, έχουν υπολογιστεί τα παρακάτω στοιχεία:

- αποδιδόμενη θερμική ισχύς δαπέδου (ωφέλιμη)
- θερμική ισχύς που χάνεται προς τα κάτω
- θερμική ισχύς που φέρεται στον σωλήνα σύνδεσης
- θερμοκρασία προσαγωγής
- θερμοκρασία επιστροφής
- μέση θερμοκρασία δαπέδου
- παροχή νερού ανά κύκλωμα
- ταχύτητα νερού ανά κύκλωμα
- πτώση πίεσης

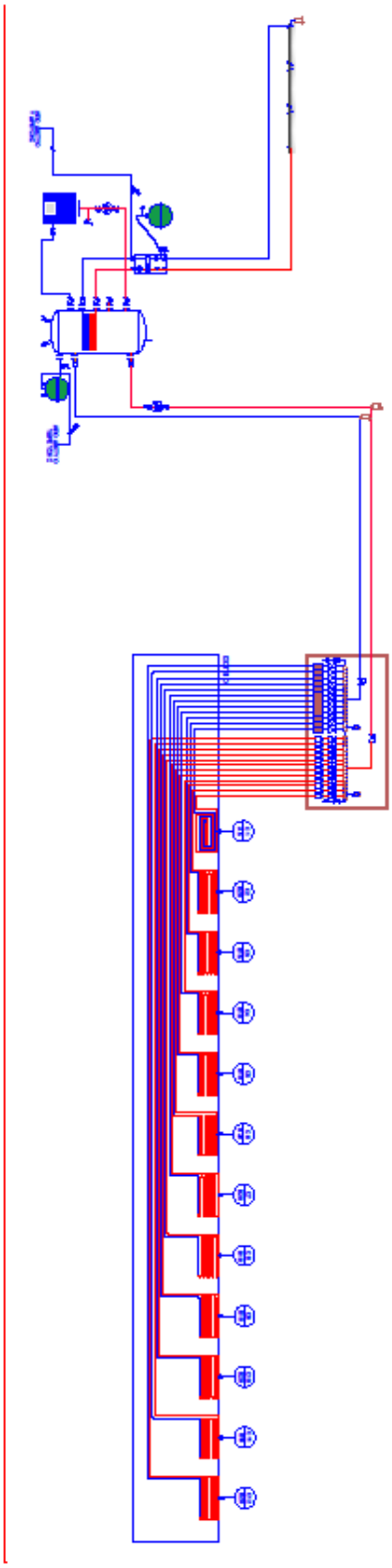
Για να διαστασιολογίσουμε και να σχεδιάσουμε σωστά το κατακόρυφο διάγραμμα και τον κυκλοφορητή μας πρέπει να λάβουμε υπ’ όψιν μας τα εξής:

- Την συνολική παροχή των κυκλωμάτων
- Την πτώση πίεσης στις σωληνώσεις (τριβές)
- Την πτώση πίεσης λόγω εξαρτημάτων (αντιστάσεις)

Αρχικά η επιλογή διαμέτρου σωλήνα γίνεται σύμφωνα με το διάγραμμα υπολογισμού τριβών ροής σε ευθύγραμμο σωλήνα.

Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε χαλκοσωλήνα για το δίκτυο, από την πηγή θέρμανσης μέχρι τα κολλεκτέρ του δαπέδο

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ



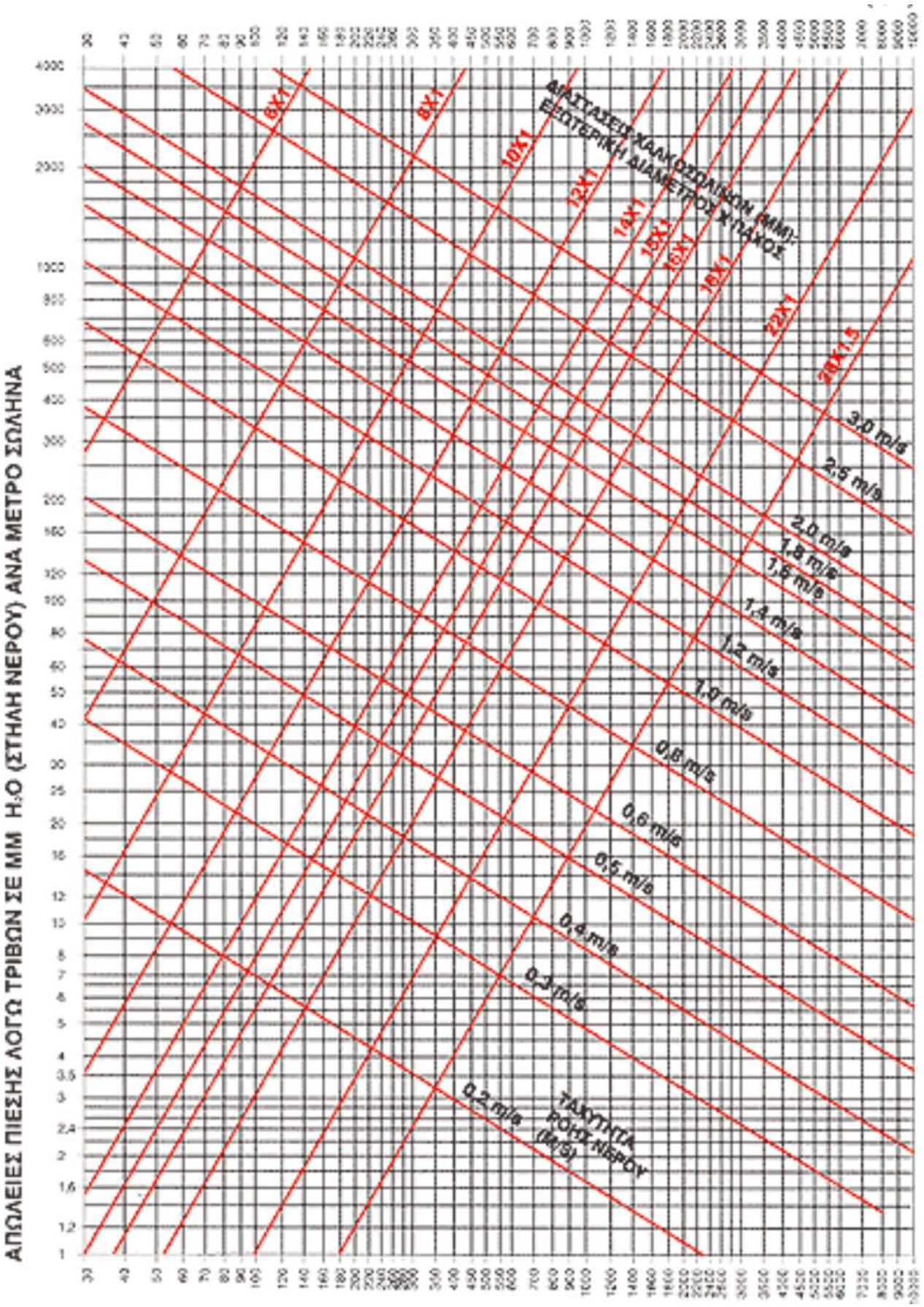
Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η επίλυση του κατακόρυφου διαγράμματος από το λογισμικό της Ti-Soft,

Το θερμικό φορτίο Q και η παροχή όγκου νερού G καθώς και οι απώλειες τριβών υπολογίζονται μέχρι το σημείο του κολλεκτέρ.

Α/Α	ΚΟΜΒΟΣ 1	ΚΟΜΒΟΣ 2	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΜΗΚΟΣ	ΦΟΡΤΙΟ	ΠΑΡΟΧΗ	DN	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
				L	Q	G		V
				m	Kw	m3/h		m/s
1	ΚΥΚΛΟΦ	ΚΟΛ	ΙΣΟΓΕΙΟ	3,00	9,29	1,30	DN20	0,62
2	ΚΟΛ	Σ1.1	ΙΣΟΓΕΙΟ	1,00	9,29	1,30	DN20	0,62
3	Σ1.1	1	ΙΣΟΓΕΙΟ	1,00	9,29	1,30	DN20	0,62

Α/Α	ΚΟΜΒΟΣ 1	ΚΟΜΒΟΣ 2	ΕΠΙΠΕΔΟ	Δp ΤΡΙΒΩΝ		Δp ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ		ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΩΛΗΝΑ
				r	R = r*L	Σζ	Z	ΔρΤΑ
				mmWS/m	mWs		mWs	mWs
1	ΚΥΚΛΟΦ	ΚΟΛ	ΙΣΟΓΕΙΟ	21,9	0,066	22,20	0,431	0,497
2	ΚΟΛ	Σ1.1	ΙΣΟΓΕΙΟ	21,9	0,022	71,30	1,385	1,407
3	Σ1.1	1	ΙΣΟΓΕΙΟ	21,9	0,022	0,00	0,000	0,022

Για τις κεντρικές στήλες έχει επιλεγεί αγωγός διαμέτρου DN 20 ο οποίος προκύπτει από τα διαγράμματα απωλειών τριβών – ταχύτητας νερού.
Ανάλογα με το είδος του αγωγού σιδηροσωλήνας ,χαλκοσωλήνας πλαστικός υπάρχουν και αντίστοιχα διαγράμματα.
Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση έχει επιλεγεί ευθύγραμμος χαλκοσωλήνας.


ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΡΙΒΩΝ ΣΕ ΜΜ H₂O (ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ) ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ ΣΩΛΗΝΑ
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ (MM)- ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ Χ ΠΑΧΟΣ
6X1
8X1
10X1
12X1
14X1
15X1
16X1
18X1
22X1
28X1.5
3,0 m/s
2,5 m/s
2,0 m/s
1,8 m/s
1,6 m/s
1,4 m/s
1,2 m/s
1,0 m/s
0,8 m/s
0,6 m/s
0,5 m/s
0,4 m/s
0,3 m/s
0,2 m/s
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΝΕΡΟΥ (m/s)

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα και τους περιορισμούς που έχουμε για μέγιστη ταχύτητα νερού στον αγωγό και μέγιστη αντίσταση τριβών,
γίνεται η επιλογή της κατάλληλης διαμέτρου του αγωγού.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές είναι:

- V = 0.4 - 0.8 m/s
- R = 10 – 20 mmΥΣ/m

Υπάρχει επίσης και ο εμπειρικός πίνακας με τις διαμέτρους ανά μεταφερόμενη θερμική ισχύ από το βιβλίο των θερμουδραϋλικών εγκαταστάσεων.

ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	**ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΑ**	**ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ**	**ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ R**	**ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ G**
Kcal/h	mm	m/s	mmYS	lt/h
εως 5.500	15	έως 0,40	< 20	< 360
12.000	18	0,50	< 20	< 800
22.000	22	0,55	< 20	< 1.200
45.000	28	0,60	< 20	< 2.600
60.000	35	0,70	< 20	< 3.500
100.000	42	0,70	< 10	< 6.000

Έτσι για παροχή G = 1,3 m^3/h και ταχύτητα V = 0,62 m/s από το διάγραμμα επιλέγεται αγωγός με εξωτερική διάμετρο 28mm και πάχος 0,9mm DN26.

Το σύνολο των υπόλοιπων αντιστάσεων λόγω εξαρτημάτων, το έχει υπολογίσει αναλυτικότερα το λογισμικό σύμφωνα με πίνακες για τους διάφορους τύπους εξαρτημάτων.

9. ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Ένα από τα τελικά στάδια της μελέτης για ένα σύστημα θέρμανσης είναι ο σχεδιασμός του λεβητοστασίου.
Εδώ υπολογίζονται και επιλέγονται τα εξής:

- μονάδα παραγωγής θερμού νερού (μονάδα βάσης)
- μονάδα υποβοήθησης παραγωγής θερμού νερού (μονάδα Α.Π.Ε)
- θερμοδοχείο ανάμειξης των 2 μορφών ενέργειας
- δοχείο διαστολής εγκατάστασης
- κυκλοφορητής
- διάφορα εξαρτήματα

Μονάδα Βάσης

Ξεκινάμε από την επιλογή της κατάλληλης μονάδας βάσης για παραγωγή θερμού νερού.
Θα επιλέξουμε 2 διαφορετικά συστήματα, το 1^{ο} με λέβητα και καυστήρα πετρελαίου και το 2^{ο} με αντλία θερμότητας.

Υπολογισμός Λέβητα

Έχοντας υπολογίσει την συνολική θερμική απαίτηση του κτιρίου $Q_{ΟΛ}$ επιλέγουμε την ισχύ του λέβητα με προσαύξηση στο συνολικό φορτίο 10 με 30%.

Έτσι έχουμε :

$$Q_{Λ} = Q_{ΟΛ} * 1{,}3$$

$$Q_{Λ} = 9.290 \cdot 1{,}3 = 12.077\ W$$

Θέλουμε λοιπόν ένα λέβητα με θερμική ισχύ 12,08 KW.

Τύπος Λέβητα		
Buderous Logano G125 WS/25		
Ονομ.Θερμαντική ισχύς	**kw**	17 - 25
Ονομ.Θερμικο φορτίο	**kw**	17,9 - 27,7
Καθαρό βάρος	**kg**	150
Περιεκτικότητα νερού	**lt**	33

Τύπος Καυστήρα		
MAN DE 1.1VH		
Απόδοση καυστήρα	**kw**	17,5
Απόδοση λέβητα	**kw**	15,5 - 19
Προτεινόμενο μπεκ		0,40 / 60°
Πίεση καυσίμου	**bar**	15

Δοχείο Διαστολής

Ο υπολογισμός του δοχείου διαστολής για το σύστημα
λέβητα – ενδοδαπεδίου γίνεται με βάση τον συνολικό όγκο νερού που εμπεριέχεται μέσα στο κύκλωμα της θέρμανσης, νερό που υπάρχει (σωληνώσεις, κατακόρυφο, λέβητας) και τις μέγιστης θερμοκρασίας.

Δεδομένα		
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ		
Περιεκτικότητα νερού κυκλώματος	**lt**	56,1
Περιεκτικότητα νερού κατακόρυφου	**lt**	9,7
Περιεκτικότητα νερού λέβητα	**lt**	33
ΣΥΝΟΛΟ		98,8
Μέγιστη θερμοκρασία ° C		45

Παρακάτω παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός:

Ελάχιστος Όγκος Δοχείου V_i

$$\frac{(P_e + 1) \cdot V_a}{P_e - P_a}$$

Όπου :

- P_e : τελική πίεση $P_e = P_a + \Delta P \quad [bar]$
- V_a : διαστολή νερού $V_a = V_s \cdot A_f \quad [lt]$
- P_a : στατική πίεση $P_a = \rho \cdot g \cdot h_{geo} \ [bar]$
- h_{geo} : υψομετρική διαφορά (3m)
- V_s : συνολικός όγκος νερού
- A_f : συντ.διαστολής νερού (0,0079) στους 45 °C
- ΔP : 0,10 [bar]

Από τα παραπάνω ο ελάχιστος όγκος του δοχείου διαστολής πρέπει να είναι

$$P_a = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}81 \frac{m}{sec^2} \cdot 3m = 29.400 \text{ Pa} , 0.29 \text{ bar}$$

$$V_a = 98{,}8lt \cdot 0{,}0079 = 0{,}78 \text{ lt}$$

$$V_i = \frac{(0.39 + 1) \cdot 0.78}{0.39 - 0.29} = 10{,}8lt$$

Συνεπώς το δοχείο διαστολής θα είναι 12 λίτρων.

Κυκλοφορητής

Η επιλογή του κυκλοφορητή γίνεται με βάση τα παρακάτω:

- Απαιτούμενη παροχή εγκατάστασης
- Μανομετρικό εγκατάστασης

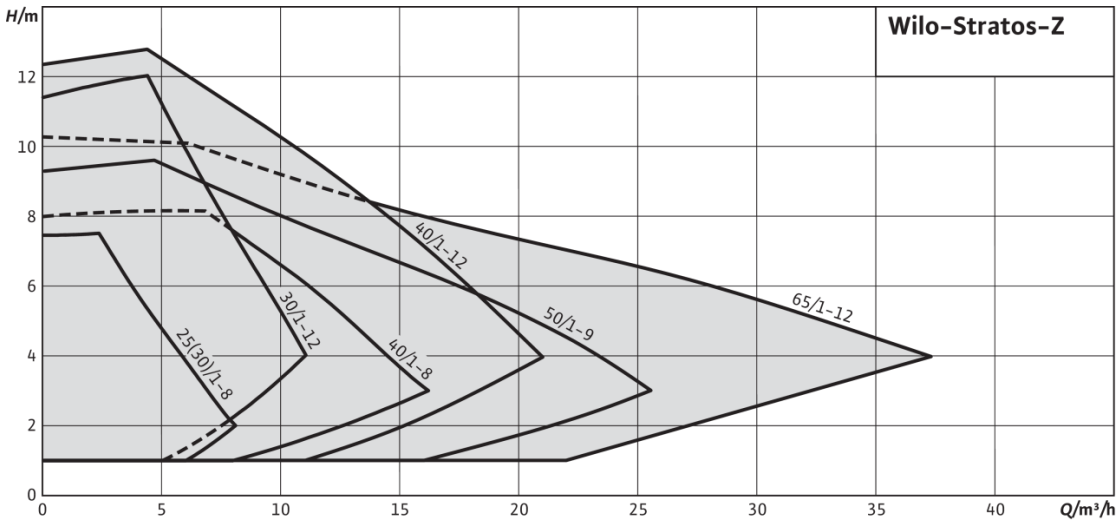
Όπου, στο μανομετρικό της εγκατάστασης, περιγράφονται οι απώλειες ροής από το σημείο του κυκλοφορητή μέχρι το κολλεκτέρ και από το κολλεκτέρ μέχρι τον δυσμενέστερο κλάδο.

Οι απώλειες ροής έχουν υπολογιστεί προηγουμένως για το σύστημα των σωληνώσεων της θέρμανσης καθώς και για το κατακόρυφο δίκτυο.

Έτσι έχουμε:

Συνολική παροχή κυκλώματος : 1.3 m3/h

Συνολικό μανομετρικό : 1,90 m.Υ.Σ μέχρι το κολλεκτέρ + 3,98 m.Υ.Σ μέχρι τον δυσμενέστερο κλάδο



Σύμφωνα με το διάγραμμα για παροχή 1,3 m3/h και μανομετρικό 5,88 m.Υ.Σ επιλέγω τον 25(30)/1-8. Ο κυκλοφορητής πρακτικά θέλουμε να είναι και λίγο μεγαλύτερος.

8. ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ – ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟ

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης συλλεκτικής επιφάνειας για το σύστημα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης γίνεται είτε με βάση τις ανάγκες του κτιρίου, σε ενέργεια δηλαδή βάση του φορτίου θερμικών απωλειών, είτε χονδρικά με βάση την επιφάνεια του κτιρίου όπου θα υπάρχει θέρμανση. Εδώ θα δείξουμε και τους 2 τρόπους και θα δούμε αν υπάρχει ταύτιση.

1ος τρόπος

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε χρειαζόμαστε 1m^2 συλλεκτικής επιφάνειας ανά 700 W θερμικού φορτίου.
Συνεπώς για το φορτίο του κτιρίου μας το οποίο είναι 9.290 W χρειαζόμαστε
9.290/700 = 13,27 m^2 συλλεκτικής επιφάνειας.

2ος τρόπος

Σύμφωνα με έναν πιο χονδρικό υπολογισμό που μας λέει ότι χρειαζόμαστε
0,2m^2 συλλεκτικής επιφάνειας για κάθε 1m^2 θερμαινόμενου χώρου
έχουμε ότι:

Για τα 90m^2 που είναι το κτίριο το οποίο θερμαίνεται σχεδόν σε όλη την επιφάνειά του θα χρειαστούμε 90x0.2 = 18m^2 επιφάνειας συλλεκτών.

Όπως βλέπουμε η απόκλιση των αποτελεσμάτων κυμαίνεται στο :

$$\frac{18-13}{18}\cdot 100\% = 27{,}7\%$$

Η απόκλιση είναι μεγάλη στην συγκεκριμένη περίπτωση κι αυτό γίνεται γιατί στην 2η περίπτωση έχουμε ηλιακά για κάλυψη 40-50% σε ανάγκες θέρμανσης. Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ο υπολογισμός του θερμοδοχείου το οποίο θα είναι ένα Boiler Buffer γίνεται με βάση την εγκατεστημένη ισχύ λέβητα. Η αναλογία σε Kw/lt είναι 1/25 .
Δηλαδή για κάθε Kw εγκατεστημένης ισχύος χρειαζόμαστε 25lt νερού.

Συνεπώς το θερμοδοχείο που θα χρησιμοποιηθεί λαμβάνοντας την μέση ισχύ του λέβητα 20kw, θα είναι : 20x25 = 500lt.

Απόδοση ηλιακών συλλεκτών

Οι υπολογισμοί που έγιναν προηγουμένως είναι εμπειρικοί.
Η συλλεκτική επιφάνεια υπολογίζεται ανάλογα με το ποσό του θερμικού φορτίου που θα καλυφθεί, τα χαρακτηριστικά του συλλέκτη, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κ. α.

Ο βαθμός απόδοσης n% κατά την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε υπολογίζεται από την σχέση :

$$n = n_o - a_1 \cdot \frac{t_m - t_A}{G_t} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_A)^2}{G_t}$$

Όπου:

- t_m : μέση θερμοκρασία εργαζόμενου μέσου (νερό-γλυκόλη) [℃]
- t_A : μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος [℃]
- G_t : ένταση ολικής ηλιακής ακτινοβολίας [W/m^2]
- n, a_1, a_2 : χαρακτηριστικά του συλλέκτη

Ο παρακάτω πίνακας της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε μας δίνει κάποιες μέσες τιμές των χαρακτηριστικών του συλλέκτη.

ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	**n_o**	**a_1**	**a_2**
ΑΠΛΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΣ	0,73	5,51	0,006
ΕΠΙΠΕΔΟΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΣ	0,77	3,75	0,015
ΚΕΝΟΥ	0,70	1,80	0,020

Αυτό που είναι σημαντικό σε ένα ηλιακό σύστημα για παραγωγή θερμού νερού είναι η ωφέλιμη ενέργεια που μπορεί να δώσει ο συλλέκτης ανά μονάδα επιφανείας του. Έτσι γνωρίζοντας το ποσό της θερμότητας που χρειάζεται μπορεί να διαστασιολογηθεί η απαιτούμενη επιφάνεια συλλεκτών.

Η ωφέλιμη θερμική ισχύς δίνεται από την σχέση:

$$Q = A_c \cdot G_t \cdot F_R ta_n - A_c \cdot F_R U_L \cdot (T_m - T_A)$$

με :

- Ac : επιφάνεια συλλέκτη [m^2]
- $F_R ta_n$: γινόμενο θερμικής απολαβής
- $F_R U_L$: γινόμενο απωλειών
- $T_m = \frac{T_{\varepsilon\iota\sigma} + T_{\varepsilon\xi}}{2}$
- T_A : μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος

Πίνακας χαρακτηριστικών τιμών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	$F_R t_a$	$F_R U_L$
Μαύρο Χρώμα, ένα τζάμι	0,82	7,5
Μαύρο Χρώμα, δύο τζάμια	0,75	5
Σωλήνες κενού	0,45	1,25
Πλαστικός χωρίς τζάμι και μόνωση	0,86	21,5

Ο υπολογισμός τις επιφάνειας των συλλεκτών θα γίνει με βάση την μέθοδο των καμπύλων f που παρουσιάζεται παρακάτω.

9. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ f

Για τον υπολογισμό της απόδοσης ενός ηλιακού συστήματος ύστερα από μια σειρά προσομοιώσεων, έχουν αναπτυχθεί μαθηματικές σχέσεις οι οποίες, δίνουν την απόδοση του συστήματος συναρτήσει κάποιων παραμέτρων.
Η μέθοδος αυτή υπολογίζει το ποσοστό του αποδιδόμενου θερμικού φορτίου από τους ηλιακούς συλλέκτες για ένα συγκεκριμένο σύστημα θέρμανσης.

Παράμετροι της μεθόδου

- επιφάνεια συλλεκτών
- τύπος συλλεκτών
- δυνατότητα αποθήκευσης
- ρυθμός ροής μάζας
- επιφάνεια εναλλακτών συλλέκτη-φορτίου

Η τελική σχέση που προκύπτει από μια σειρά υπολογισμών, δίνει το ετήσιο συνολικό φορτίο που μπορεί να καλύψει ο συλλέκτης.

$$Q_{\omega\varphi} = \sum (f_i \cdot L_i)$$

Από την παραπάνω σχέση υπολογίζεται ο μέσος ετήσιος συντελεστής κάλυψης από ηλιακά “F”.

$$F = \frac{\sum (f_i \cdot L_i)}{\sum L_i}$$

Όπου :

- f_i : το πηλίκο του μηνιαίου φορτίου για την θέρμανση χώρων και ΖΝΧ προς την ηλιακή ενέργεια
- L_i : το μηνιαίο φορτίο της εγκατάστασης

Το μηνιαίο φορτίο της εγκατάστασης Li είναι είτε οι θερμικές απώλειες του κτιρίου (μόνο για θέρμανση του χώρου), είτε το άθροισμα του φορτίου για παραγωγή ΖΝΧ και του φορτίου για την κάλυψη σε θέρμανση του κτιρίου. Το μέγεθος αυτό υπολογίζεται βάση του προτύπου ΕΝ 12831 για την θέρμανση και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε και τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ για τα ΖΝΧ.

Για τον υπολογισμό του πηλίκου f_i διακρίνονται δυο περιπτώσεις.

1. Σύστημα με υγρό θερμοαπαγωγό ρευστό
2. Σύστημα με αέρα ως θερμοαπαγωγό ρευστό

Για κάθε μια περίπτωση υπολογίζεται το f_i συναρτήσει δυο αδιάστατων παραμέτρων.

Περίπτωση 1

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3$$

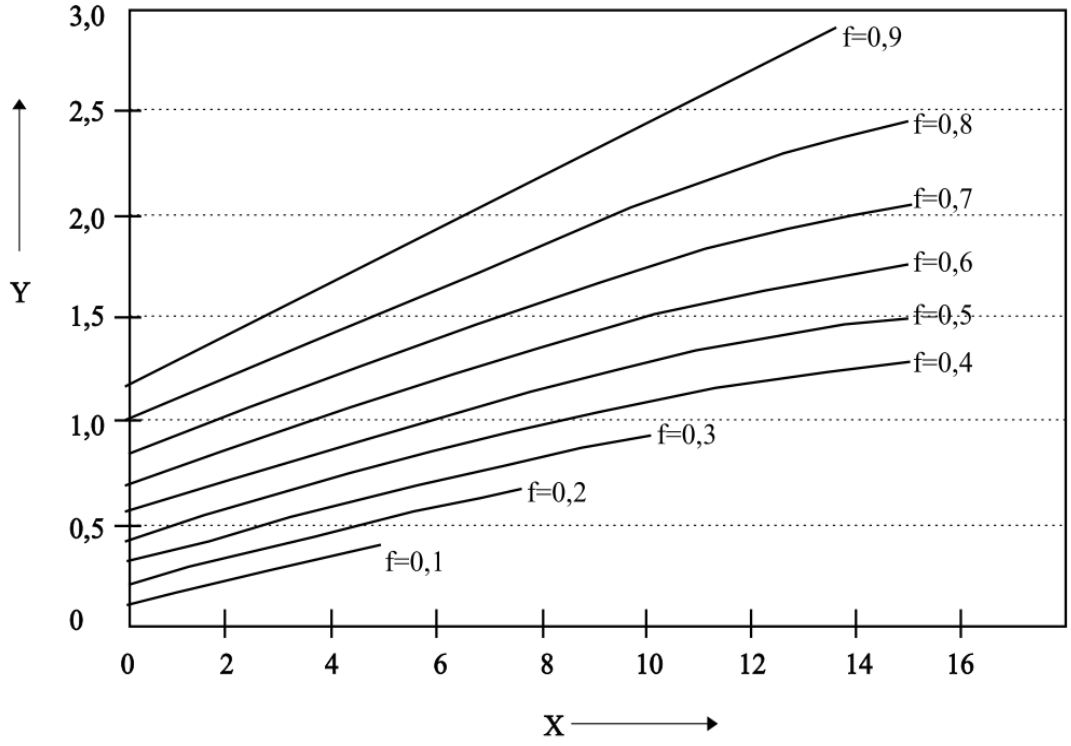
με $0 < X < 18\,, 0 < Y < 3$

Περίπτωση 2

$$f = 1.040Y - 0.065X - 0.159Y^2 + 0.00187X^2 - 0.0095Y^3$$

με $0 < X < 18\,, 0 < Y < 3$

Από τις σχέσεις αυτές για κάθε τιμή του X και του Y αντίστοιχα προκύπτει το συγκεκριμένο διάγραμμα.



Η παράμετρος X εκφράζει το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο και δίνεται από την σχέση:

$$\mathrm{X} = \frac{\mathrm{A_C}}{\mathrm{L}} \cdot \mathrm{F_R} \cdot \mathrm{U_L} \cdot \frac{\mathrm{F_R}'}{\mathrm{F_R}} \cdot (\mathrm{T_{REF}} - \mathrm{T_A}) \cdot \Delta\mathrm{t} \cdot \mathrm{K_1} \cdot \mathrm{K_2}$$

Όπου :

- A_c : εμβαδόν συλλεκτικής επιφάνειας [m^2]
- L : μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο για ZNX και θέρμανση χώρων [Joule]
- T_{REF} : θερμοκρασία αναφοράς $(100℃)$
- T_A : μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος [℃]
- Δt : χρονική περίοδος ενός μήνα εκφρασμένη σε sec $(\Delta t = 24h \cdot 3600\frac{sec}{h} \cdot N)$ με N οι ημέρες του μήνα
- F_R'/F_R : Διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη – εναλλάκτη
- K_1: διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής
- K_2: διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού ή παροχής άερα

Το L δίνεται ως το άθροισμα των φορτίων θέρμανσης L_P και ζεστού νερού χρήσης L_W.

$$\mathrm{L} = \mathrm{L_P} + \mathrm{L_W}$$

Το F_R'/F_R κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0-1 και δείχνει την ωφέλιμη ισχύ ως ποσοστό. Δίνεται από την σχέση:

$$\frac{\mathrm{F_R}'}{\mathrm{F_R}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{A_c \cdot F_R \cdot U_L}{C_c}\right) \cdot \left(\frac{C_c}{\varepsilon \cdot C_{min}} - 1\right)}$$

Όπου :

- A_c : εμβαδόν συλλεκτικής επιφάνειας [m^2]
- U : συντελεστής εναλλαγής θερμότητας στον εναλλάκτη $[W/m^2 \cdot ℃]$
- C_c : θερμοχωρητική παροχή του ρευστού του συλλέκτη $[W/m^2 \cdot ℃]$
- C_{min} : ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή του ρευστού στο συλλέκτη $[W/m^2 \cdot ℃]$
- ε : βαθμός εκμετάλλευσης εναλλάκτη

Ο βαθμός εκμετάλλευσης εναλλάκτη είναι το πηλίκο της πραγματικής ισχύος που μεταφέρεται προς την μέγιστη δυνάμενη. Η μέγιστη δυνάμενη ισχύς δίνεται από την σχέση :

$$C_{min} \cdot (T_h - T_c)$$

Η παράμετρος Y εκφράζει το πηλίκο της απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας προς το θερμικό φορτίο και δίνεται από την σχέση:

$$\mathrm{Y} = \frac{\mathrm{A_C}}{\mathrm{L}} \cdot \mathrm{F_R} \cdot (\mathrm{ta_n}) \cdot \left(\frac{\mathrm{F_R}'}{\mathrm{F_R}}\right) \cdot \left(\frac{ta'}{ta_n}\right) \cdot \bar{H}_T \cdot \mathrm{K_3}$$

Όπου :

- $F_R(ta_n)$: χαρακτηριστικό μέγεθος του συλλέκτη
- ta/ta_n : διορθωτικός συντελεστής λόγω θέσης του συλλέκτη
- H_T : μέση μηνιαία προσπίπτουσα ακτινοβολία (ενέργεια) στο επίπεδο του συλλέκτη [J/m^2]

<u>Μέθοδος Βαθμοημερών</u>

Η μέθοδος των βαθμοημερών θέρμανσης βασίζεται στο ότι οι ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου εξαρτώνται από την διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού-εξωτερικού περιβάλλοντος. Το κατά προσέγγιση μηνιαίο φορτίο είναι ανάλογο των βαθμοημερών και δίνεται από την σχέση:

$$\mathrm{L} = 24 \cdot 3.600 \cdot \mathrm{UA} \cdot \mathrm{D} \cdot \mathrm{K}$$

Όπου :

- U : ο μέσος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας [$W/m^2 \cdot ℃$]
- A : η συνολική περιβάλλουσα επιφάνεια του κτιρίου [m^2]
- D : οι βαθμοημέρες
- K : συντ.εξοικονόμησης ενέργειας (0,7-0,85)

Οι βαθμοημέρες D δίνονται από την σχέση :

$$DD = \sum_{i=0}^{12} \left(N_m \cdot (T_{\alpha v} - T_\alpha)\right)$$

- N_m: ημέρες του μήνα
- $T_{αν}$: θερμοκρασία αναφοράς 18℃
- $T_α$: θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εφαρμογή της μεθόδου καμπυλών f και βαθμοημερών και παρουσίαη των αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες.

Δεδομένα:

Συνολική Παροχή στο πρωτεύων	2000	lt/h
Συνολική Παροχή στο δευτερεύων	2000	lt/h
Παροχή μάζας στο πρωτεύων	0,56	kg/sec
Παροχή μάζας στο δευτερεύων	0,56	kg/sec
Ειδικη Θερμοχωρητικότητα νερου	4200	J/kg.K
Θερμοχωρητική Παροχη Cc	2333	$W/m^2.^OC$
Θερμοχωρητική Παροχη C_{min}	2900	$W/m^2.^OC$
K1	0,35	
K2	1	
K3	1	

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	**F_Rt_a**	**F_RU_L**
Μαύρο Χρώμα, ένα τζάμι	0,82	7,50
Μαύρο Χρώμα, δύο τζάμια	0,75	5,00
Σωλήνες κενού	0,45	1,25
Πλαστικός χωρίς τζάμι και μόνωση	0,86	21,50

Πίνακες:

ΜΗΝΑΣ	**ΗΜΕΡΕΣ**	**ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ**	**ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ Ht**	**ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ Ht**	**ΠΟΣΟΣΤΟ ΩΡΩΝ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ Ω %**
		ΑΘΗΝΑ	(KWh/m2)	j/m2	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	239	63,00	226.800.000	41%
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	207	79,00	284.400.000	44%
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	177	117,70	423.720.000	49%
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	60	154,30	555.480.000	54%
ΜΑΙΟΣ	31	-	195,40	703.440.000	58%
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	-	214,00	770.400.000	60%
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	-	222,40	800.640.000	59%
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	-	202,70	729.720.000	56%
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	-	152,60	549.360.000	51%
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	-	109,00	392.400.000	46%
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	78	70,70	254.520.000	42%
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	186	55,70	200.520.000	40%

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΗΝΑ Δt	**$U_{av}A$**	**ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΦΟΡΤΙΟ L**	**ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΦΟΡΤΙΟ L**	**ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ T_a**	**ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΗΛΙΑΚΩΝ P**	**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ T_c**
(sec)		KWh	Joule	^{O}C	(kW)	^{O}C
2.678.400	688	2.763	9.945.635.194	11,30	1,89	35
2.419.200	688	2.393	8.614.002.030	11,70	1,67	37
2.678.400	688	2.046	7.365.595.939	13,40	2,03	37
2.592.000	688	694	2.496.812.183	17,10	2,50	42
2.678.400	688	-	-	21,80	2,84	-
2.592.000	688	-	-	26,50	3,10	-
2.678.400	688	-	-	29,20	3,17	-
2.678.400	688	-	-	29,20	3,08	-
2.592.000	688	-	-	25,50	2,62	-
2.678.400	688	-	-	20,70	2,01	-
2.592.000	688	902	3.245.855.837	16,40	1,48	37
2.678.400	688	2.150	7.740.117.766	13,00	1,19	35

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ T_h	**ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΗΛΙΑΚΩΝ P_{max}**	**ΒΑΘΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗΣ ε**	**ΠΡΩΤΗ ΠΑΡΕΝΘΕΣΗ**	**ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΑΡΕΝΘΕΣΗ**	**FR'/FR**	**ta/ta_n**
^{O}C	(kW)	%				ΚΛΙΣΗ 45^{o}
40	15	13%	0,03	5,17	87%	0,94
43	17	10%	0,03	7,37	82%	0,94
44	20	10%	0,03	7,03	83%	0,93
50	23	11%	0,03	6,47	84%	0,93
-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	0,03	-	-	-
43	17	9%	0,03	8,43	80%	0,94
40	15	8%	0,03	8,80	79%	0,94

ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	X	Y	f	ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΛΥΨΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ
					KWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	0,13	0,12	0,11	301
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	0,12	0,16	0,15	360
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	0,16	0,28	0,26	527
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	0,44	1,09	0,83	576
ΜΑΙΟΣ	31	-	-	-	-
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	-	-	-	-
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	-	-	-	-
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	-	-	-	-
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	-	-	-	-
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	-	-	-	-
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	0,33	0,37	0,33	296
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	0,15	0,12	0,11	241

Το είδος του συλλέκτη που έχει επιλεγεί είναι επίπεδος με σκούρα επιφάνεια και οι υπολογισμοί έχουν γίνει, για εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών 14 m^2 στο δώμα του κτιρίου.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία ασχοληθήκαμε με το σχεδιασμό ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης μιας μονοκατοικίας, το οποίο σαν μονάδα παραγωγής θα συνδυάζει έναν κλασικό χαλύβδινο λέβητα η λειτουργία του οποίου θα συμπληρώνεται / υποβοηθείται από ένα πεδίο ηλιακών συλλεκτών, το οποίο θα αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια.

Προκειμένου να υλοποιηθεί ο παραπάνω σχεδιασμός, πραγματοποιήσαμε όλες τις επιμέρους μελέτες που απαιτούνται για τη σωστή και ολοκληρωμένη διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης.

Πραγματοποιήσαμε έτσι αρχικά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του κτηρίου, σύμφωνα με τη μεθοδολογία (νέο τρόπο) που επιβάλλει το πρότυπο ΕΝ 12831. Παράλληλα γίνεται αναφορά και στον παλαιότερο τρόπο υπολογισμού ο οποίος βασιζόταν στο DIN 4701/1979-83.

Αρχικά αντλούνται δεδομένα από τις αρχιτεκτονικές κατόψεις και άλλα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου, σύμφωνα με αυτά που έχει προβλέψει ο μελετητής αρχιτέκτονας κ.λπ. Μελετώνται αναλυτικά οι απώλειες λόγω μεταφοράς (που οφείλονται τόσο στα αδιαφανή, όσο και στα διαφανή στοιχεία του κτηρίου δηλ. κέλυφος, τοιχοποιία,, οροφή, δάπεδο κουφώματα), συνεκτιμώντας τόσο τα στοιχεία που αφορούν τις μονώσεις του κτηρίου, όσο και την ύπαρξη θερμογεφυρών, κλπ . Οι απώλειες λόγω μεταφοράς θερμότητας προσαυξάνονται με τις απώλειες που οφείλονται στον αερισμό, ενώ συνυπολογίζεται και η ικανότητα επαναθέρμανσης, προκειμένου να προκύψει το συνολικό θερμικό φορτίο του κάθε χώρου.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται και υπολογίζεται αναλυτικά η υδραυλική εγκατάσταση και δίκτυο σωληνώσεων της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, ενώ δίνονται αναλυτικοί τύποι και σχέσεις υπολογισμού, πίνακες και διαγράμματα με βάση τα οποία θα γίνει η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης. Παράλληλα δίνονται και τα σχετικά σχέδια (κατόψεις, κατακόρυφα διαγράμματα κ.λ.π) στα οποία απεικονίζονται οι συλλέκτες και η διαδρομή των σωληνώσεων στο δάπεδο.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο υπολογισμός των μονάδων βάσης παραγωγής ζεστού νερού, αποκλειστικά για την θέρμανση των χώρων του κτιρίου και των μονάδων ΑΠΕ (ηλιακών συλλεκτών). Έτσι υπολογίζονται

- μονάδα παραγωγής θερμού νερού (μονάδα βάσης)
- μονάδα υποβοήθησης παραγωγής θερμού νερού (μονάδα Α.Π.Ε)
- θερμοδοχείο ανάμειξης των 2 μορφών ενέργειας
- δοχείο διαστολής εγκατάστασης
- κυκλοφορητής
- διάφορα εξαρτήματα

Επιπλέον, για τους ηλιακούς συλλέκτες, αναλύεται η μέθοδος με την οποία υπολογίζεται το ποσοστό κάλυψης για τις ανάγκες θέρμανσης κατά την χειμερινή περίοδο. Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται σε πίνακες και διαγράμματα.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τρουλλινάκης, Ν., Τριβελλάς, Σ. (2009). Θερμουδραυλικές Εγκαταστάσεις. Αθήνα: Ιών.

Σελλούντος, Β.Η. (2013). Θέρμανση & Κλιματισμός. Αθήνα: ΤεκΔΟΤΙΚΗ /ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ.

Κατσαπρακάκης, Δ.Α. Ηλιακή Ενέργεια. [πανεπιστημιακές σημειώσεις]. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Μηχανολογίας. Κρήτη.

Σιατάρα, Μ., (2012). Ανάπτυξη λογισμικού για τον υπολογισμό θέρμανσης δαπέδου σύμφωνα με το πρότυπο ΕΝ 1264. [ανέκδοτη διπλωματική εργασία]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης: Θεσσαλονίκη.

Έππος, Η., (2009). Μελέτη και σχεδιασμός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης με τη βοήθεια προγράμματος Η/Υ. [ανέκδοτη πτυχιακή εργασία]. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών: Σέρρες.

Ξυδάκης, Ι. Ι., (2015). Διαστασιολόγηση ηλιακού πεδίου σε μονοκατοικία με σκοπό την υποβοήθηση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης . [ανέκδοτη πτυχιακή εργασία]. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ιδρυμα Κρήτης: Κρήτη.

Μονιάκης, Μ. Ε. Θέρμανση –Ψύξη- Κλιματισμός 1 (Θ.Ψ.Κ.-1). [πανεπιστημιακές σημειώσεις]. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης: Κρήτη.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 201-205. Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 22-29.Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 38-42. Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 86-117. Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 138-142. Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 267. Φ.Ε.Κ.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (τεύχος δεύτερο). (2014). *Αρ. φύλλου 2945,* 292. Φ.Ε.Κ.

http://www.buderus.gr/products/boilers/cast-iron-boilers (τελευταία πρόσβαση στις 29-8-2017).

http://www.wilo.gr/home/proionta-efarmoges/thermansi-klimatismos-psyxi/endodapedia-thermansi (τελευταία πρόσβαση στις 20-8-2017).

Τεχνικό λογισμικό πρόγραμμα Ti-Soft. http://www.ti-soft.com