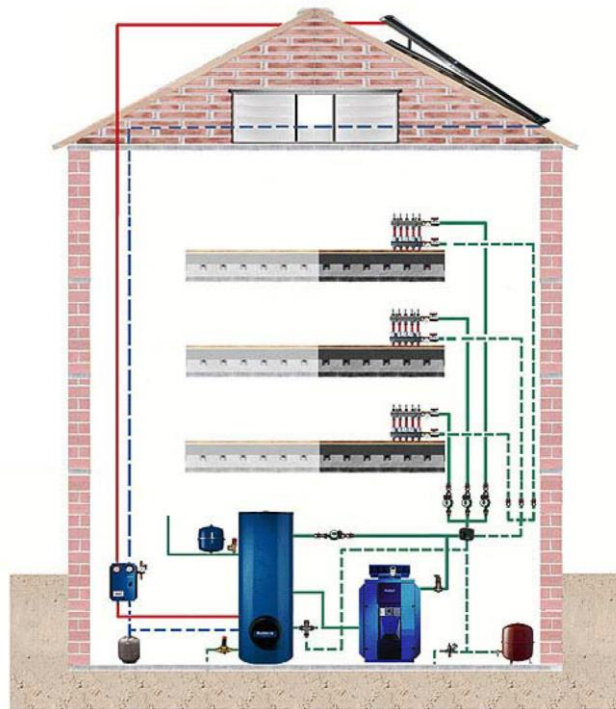




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΡΗΓΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 4502)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2014



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί τη Πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην σχεδίαση ενός συστήματος θέρμανσης σε κτίριο γραφείων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην αρχή αυτής της εργασίας αναλύεται το πρόβλημα της αυξημένης ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, οι επιπτώσεις που δημιουργούνται καθώς και η αναγκαιότητα λήψης μέτρων τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ελλάδα. Στην συνέχεια περιγράφονται οι αρχές λειτουργίας του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης και των ηλιοθερμικών συστημάτων. Ακολουθεί η μελέτη για τον σχεδιασμό συστήματος θέρμανσης με υποβοήθηση από ηλιακούς συλλέκτες. Τέλος παρουσιάζεται μια οικονομοτεχνική ανάλυση και αναλύονται τα αποτελέσματα.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αθανάσιο Γιανναδάκη, επιστημονικό συνεργάτη του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Ρήγος Γεώργιος  
2014

**Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή:** Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής  
(Ονοματεπώνυμο)

.....  
(Υπογραφή)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην μελέτη και τον σχεδιασμό ενός συστήματος θέρμανσης σε υφιστάμενο κτίριο με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Το υπό μελέτη κτίριο γραφείων βρίσκεται στον νομό Αχαΐας είναι διώροφο με υπόγειο και δώμα.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας σε Ευρώπη και Ελλάδα καθώς και η σημαντική συμβολή σε αυτήν του κτιριακού τομέα. Ακόμη παρουσιάζονται τα νομοθετικά μέτρα τα οποία πάρθηκαν στην Ευρώπη και στην Ελλάδα με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

Σε ένα από τα μέτρα αυτά η Ευρώπη προχώρησε στην αναθεώρηση της κοινοτικής οδηγίας περί αποδοτικότητας των κτιρίων 2002/91/EK, κατά την οποία εισήχθη ο όρος κτίρια μηδενικής κατανάλωσης. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαφορετικές προσεγγίσεις του όρου και οι επιλογές ενεργειακού εφοδιασμού των ΚΜΚ. Ακόμη αναφέρονται τα βασικά μέτρα για τον σχεδιασμό τους, τα πλεονεκτήματα αλλά και τα προβλήματα για την δημιουργία τους.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στα ηλιοθερμικά συστήματα. Αρχικά επισημάνεται η δυνατότητα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και ειδικότερα σε χώρες όπως η Ελλάδα που έχει έντονη ηλιοφάνεια. Στην συνέχεια περιγράφονται τα ηλιοθερμικά συστήματα (φυσικής και εξαναγκασμένη κυκλοφορίας) και αναφέρονται τα σημαντικότερα στοιχεία τους. Ακολουθεί μια περιγραφή των εφαρμογών τους: ζεστό νερό χρήσης, συνδυασμένης λειτουργίας ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης και ψύξης-κλιματισμού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη του, στην συνέχεια γίνεται μια περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Ακόμη αναλύονται τα κύρια στοιχεία του ενδοδαπέδιου συστήματος ενώ αναφέρονται και τα κυριότερα στοιχεία που λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τον σχεδιασμό του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται το υπό μελέτη κτίριο. Αναφέρονται η τοποθεσία, οι χώροι και η χρήση του κτιρίου. Παρουσιάζονται τα αρχιτεκτονικά και τοπογραφικά σχέδια και τέλος γίνεται αναφορά για το σύστημα θέρμανσης που θα σχεδιαστεί για το κτίριο αυτό.

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μελέτη θερμικών απωλειών με την χρήση λογισμικού προγράμματος. Αρχικά αναφέρονται οι παραδοχές και οι κανόνες των υπολογισμών και έπειτα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.

Ακολουθεί στο έβδομο κεφάλαιο ο σχεδιασμός για την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών. Αρχικά αναφέρεται η συνολική επιφάνεια των συλλεκτών και η κατάλληλη κλίση και προσανατολισμός τους. Στην συνέχεια υπολογίζεται το φορτίο

ηλιακού κέρδους με την βοήθεια πινάκων και τέλος παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές της εγκατάστασης.

Στο όγδοο κεφάλαιο πραγματοποιείται μελέτη του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης με την βοήθεια του λογισμικού 4m fine. Αναφέρονται παραδοχές και κανονισμοί και ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου γίνεται μια τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης.

Στο ένατο κεφάλαιο με την βοήθεια του λογισμικού Retscreen 4 γίνεται ένας οικονομικός έλεγχος της επένδυσης. Αρχικά υπολογίζεται το συνολικό κόστος της εγκατάστασης στην συνέχεια η εξοικονόμηση καυσίμου και τέλος παρουσιάζεται ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης μέσω της μείωσης κατανάλωσης πετρελαίου με την υποβοήθηση του ηλιακού συστήματος.

# Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	Σελ. i
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	Σελ. ii
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	Σελ. iv
<b>1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	
1.1 Γενικά .....	Σελ. 1
1.2 Κτιριακός τομέας .....	Σελ. 1
1.2.1 Κτιριακός τομέας στην Ε.Ε .....	Σελ. 1
1.2.2 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα .....	Σελ. 3
1.3 Νομοθεσία για την εξοικονόμηση ενέργειας .....	Σελ. 6
1.3.1 Νομοθεσία στην Ε.Ε .....	Σελ. 6
1.3.1.1 Directive 2002/91/EC .....	Σελ. 6
1.3.1.2 Directive 2010/31/EU .....	Σελ. 7
1.3.1.3 Directive 2004/8EC .....	Σελ. 8
1.3.2 Νομοθεσία στην Ελλάδα .....	Σελ. 8
1.3.2.1 Κ.Θ.Κ .....	Σελ. 9
1.3.2.2 Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. .....	Σελ. 9
1.3.2.3 Κ.ΕΝ.Α.Κ .....	Σελ. 9
<b>2. ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ZERO ENERGY BUILDINGS)</b>	
2.1 Εισαγωγή .....	Σελ. 11
2.2 Διαφορετικές προσεγγίσεις του όρου ΚΜΚ .....	Σελ. 13
2.2.1 Net zero Site energy .....	Σελ. 14
2.2.2 Net zero Source energy .....	Σελ. 14
2.2.3 Net zero energy Costs .....	Σελ. 14
2.2.4 Net zero energy Emissions .....	Σελ. 14
2.3 Επιλογές ενεργειακού εφοδιασμού ΚΜΚ .....	Σελ. 14
2.4 Διαχωρισμός ανάλογα την σύνδεση του ΚΜΚ στο δίκτυο .....	Σελ. 15
2.5 Βασικά μέτρα για την υλοποίηση ενός ΚΜΚ .....	Σελ. 16
2.5.1 Κέλυφος του κτιρίου .....	Σελ. 17
2.5.2 Χωροθέτηση, σχήμα και προσανατολισμός .....	Σελ. 19
2.5.3 Παροχή ενέργειας .....	Σελ. 19
2.5.4 Άλλα μέτρα .....	Σελ. 19
2.6 Πλεονεκτήματα ΚΜΚ .....	Σελ. 20
2.6.1 Περιβάλλον .....	Σελ. 20
2.6.2 Θερμική άνεση .....	Σελ. 20
2.6.3 Υγεία .....	Σελ. 21
2.6.4 Οικονομία .....	Σελ. 21
2.7 Κύρια προβλήματα πραγματοποίησης ενός ΚΜΚ .....	Σελ. 22
<b>3. ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>	
3.1 Εισαγωγή .....	Σελ. 22
3.2 Ηλιακή ακτινοβολία .....	Σελ. 22
3.3 Περιγραφή ηλιοθερμικών συστημάτων .....	Σελ. 23
3.3.1 Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας (θερμοσυφωνικά) .....	Σελ. 24

3.3.2	Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας	Σελ.25
3.4	Στοιχεία ηλιοθερμικών συστημάτων	Σελ.26
3.4.1	Ηλιακός συλλέκτης	Σελ.26
3.4.1.1	Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες	Σελ.27
3.4.1.2	Συλλέκτες σωλήνων κενού	Σελ.28
3.4.1.3	Ακάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες	Σελ.28
3.4.2	Μονάδα αποθήκευσης ενέργειας	Σελ.29
3.4.2.1	Αποθήκη ομοιόμορφης θερμοκρασίας	Σελ.30
3.4.2.2	Θερμικά διαστρωμένη αποθήκη	Σελ.30
3.4.3	Σύστημα ελέγχου	Σελ.30
3.4.4	Προστασία από το ψύχος	Σελ.31
3.4.5	Άλλα στοιχεία	Σελ.31
3.5	Εφαρμογές θερμικών ηλιακών συστημάτων	Σελ.32
3.5.1	Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	Σελ.32
3.5.2	Συνδυασμένη λειτουργία(Θέρμανση-ZNX)	Σελ.32
3.5.3	Ηλιακή ψύξη	Σελ.34
<b>4.ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>		
4.1	Εισαγωγή	Σελ.37
4.2	Περιγραφή συστήματος	Σελ.38
4.3	Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα	Σελ.39
4.3.1	Ομοιόμορφη θέρμανση χώρων	Σελ.39
4.3.2	Υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον	Σελ.39
4.3.3	Ελευθερία στην διαμόρφωση χώρων	Σελ.40
4.3.4	Εξοικονόμηση ενέργειας	Σελ.40
4.3.5	Ειδικές εφαρμογές	Σελ.41
4.3.6	Λειτουργία με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Σελ.41
4.3.7	Αδράνεια στις απότομες κλιματικές αλλαγές.	Σελ.41
4.3.8.	Ψύξη	Σελ.41
4.3.9	Κόστος κατασκευής	Σελ.41
4.3.10	Συντήρηση	Σελ.42
4.3.11	Συμβατότητα	Σελ.42
4.3.12	Τελική επίστρωση δαπέδου	Σελ.42
4.4	Στοιχεία ενδοδαπέδιας	Σελ.42
4.4.1	Πηγή θερμότητας	Σελ.42
4.4.2	Τρίοδη-Τετράοδη βάνα ανάμειξης	Σελ.45
4.4.3	Κυκλοφορητής	Σελ.47
4.4.4	Σταθμός διανομής	Σελ.49
4.4.5	Κύκλωμα διανομής	Σελ.50
4.4.5.1	Σχεδιασμός κυκλώματος	Σελ.51
4.4.5.2	Σχηματισμός κυκλώματος	Σελ.51
4.4.5.3	Σύστημα ενδοδαπέδιας τοποθέτησης κυκλώματος...	Σελ.52
4.4.6	Μόνωση	Σελ.54
4.5	Σχεδιασμός ενδοδαπέδιου συστήματος	Σελ.54
<b>5.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</b>		
5.1	Γενική περιγραφή κτιρίου	Σελ.56
5.2	Θέρμανση κτιρίου	Σελ.62
<b>6.ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>		
6.1	Εισαγωγή	Σελ.64
6.2	Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών	Σελ.64
6.3	Παρουσίαση αποτελεσμάτων	Σελ.66

## **7.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

7.1 Γενικά στοιχεία .....	Σελ.83
7.2 Υπολογισμός ηλιακού φορτίου .....	Σελ.85
7.3 Τεχνικές προδιαγραφές .....	Σελ.86
7.3.1 Ηλιακοί συλλέκτες .....	Σελ.87
7.3.2 Κιτ υδραυλικής σύνδεσης .....	Σελ.88
7.3.3 Μονάδα αποθήκευσης ενέργειας .....	Σελ.89

## **8.ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

8.1 Εισαγωγή .....	Σελ.90
8.2 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών .....	Σελ.90
8.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	Σελ.92
8.4 Τεχνική περιγραφή .....	Σελ.98
8.4.1 Γενικά .....	Σελ.98
8.4.2 Λέβητας .....	Σελ.98
8.4.3 Καυστήρας .....	Σελ.99
8.4.4 Κυκλοφορητής .....	Σελ.99
8.4.5 Δοχείο διαστολής .....	Σελ.100
8.4.6 Δεξαμενή πετρελαίου .....	Σελ.100
8.4.7 Καπνοδόχος .....	Σελ.100
8.4.8 Θερμαντικά κυκλώματα δαπέδου .....	Σελ.101
8.4.9 Σωλήνες τροφοδοσίας .....	Σελ.101
8.4.9.10 Διανομείς φορτίου .....	Σελ.101
8.4.8.11 Λεβητοστάσιο .....	Σελ.102
8.4.8.12 Δοκιμή .....	Σελ.102

## **9.ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

9.1 Κόστος συστήματος .....	Σελ.105
9.2 Εξοικονόμηση πετρελαίου .....	Σελ.107
9.2.1 Κατανάλωση πετρελαίου χωρίς τα ηλιακό σύστημα .....	Σελ.108
9.2.2 Κατανάλωση πετρελαίου με το ηλιακό σύστημα .....	Σελ.109
9.3 Απόσβεση επένδυσης .....	Σελ.111

## **10.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

.....	Σελ.113
-------	---------

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

.....	Σελ.115
-------	---------



# 1.ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αναμφίβολα στην εποχή μας η στροφή του ενδιαφέροντος τόσο ως προς την ενέργεια όσο και ως προς το περιβάλλον κρίνεται απαραίτητη. Συγκεκριμένα τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη σημαντικά προβλήματα έχουν προκληθεί στην ισορροπία του περιβάλλοντος λόγω της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας. Παράμετροι που οδήγησαν σε μια πιο ορθολογιστική αντίληψη για τον έλεγχο και την διαχείριση της ενέργειας αποτέλεσαν τα επιστημονικά στοιχεία που αφορούν την κλιματική αλλαγή, τις υψηλές τιμές της ενέργειας, την αυξανόμενη εξάρτηση από ενέργεια καθώς και τις γεωπολιτικές επιπτώσεις από την εξάρτηση αυτή.

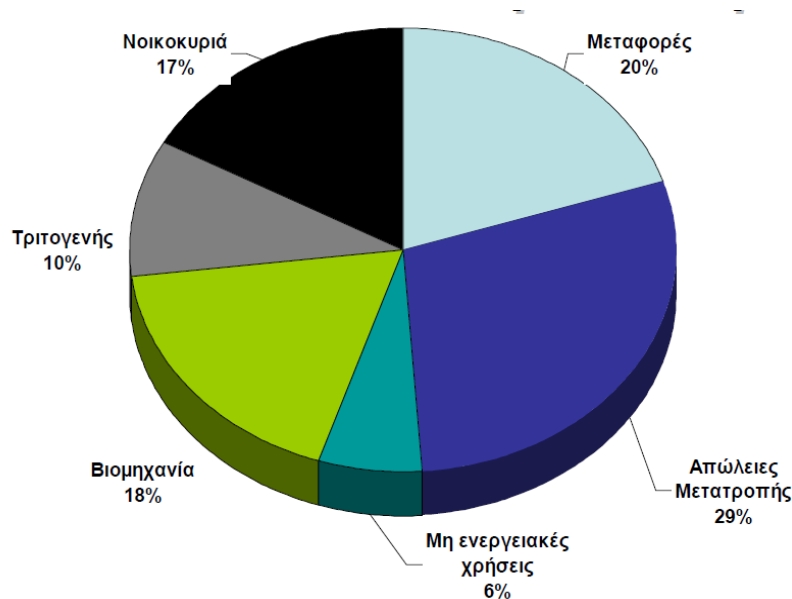
Το φαινόμενο αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η Ευρώπη να μην μπορεί να αντισταθμίσει τα ποσά ενέργειας που καταναλώνει με αυτά που είναι σε θέση να παράγει. Επιπλέον παρατηρείται ότι ο ρυθμός ζήτησης ενέργειας στα κράτη μέλη είναι ανοδικός από το 1986 κατά 1% με 2% ετησίως ενώ παράλληλα υπάρχει μια συνεχής εξάρτηση όσον αφορά τον εφοδιασμό σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο από πηγές εκτός των συνόρων της.

Ειδικότερα όσον αφορά τα εισαγόμενα προϊόντα η ΕΕ καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες σε ποσοστό 50% και αν δεν είχαν γίνει οι κατάλληλες ενέργειες το ποσοστό αυτό θα αυξανόταν σε 70% μέχρι το 2020. Πιο συγκεκριμένα οι ενεργειακές εισαγωγές αντιπροσωπεύουν το ποσοστό 6% των συνολικών εισαγωγών με αναλογία τα ποσοστά 45% εισαγωγής πετρελαίου από την Μέση Ανατολή και 40% εισαγωγής φυσικού αερίου από την Ρωσία. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η ΕΕ επικεντρώθηκε στην μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

## 1.2 ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

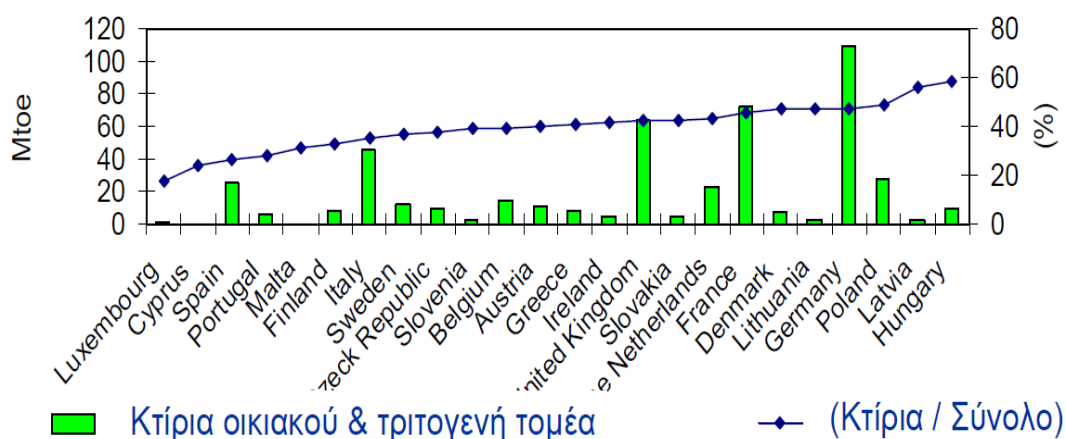
### 1.2.1 Κτιριακός τομέας στην ΕΕ

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη αποτελεί τον μεγαλύτερο χρήστη ενέργειας και την μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς ευθύνεται περίπου για το 30% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (σχήμα 1.1) και για το 40% των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η ύπαρξη νέων κτιρίων εντός της Ευρώπης τα τελευταία χρόνια αυξάνεται συνεχώς ενώ οι ρυθμοί απόσυρσης παλαιών κτιρίων είναι πολύ μικροί με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.



**Σχήμα 1.1:** Κατανομή της κατανάλωσης τελικής ενέργειας στην ΕΕ(Eurostat)

Στον κτιριακό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρατηρείται ότι η ενέργεια που απαιτείται για τα κτίρια προέρχεται από διάφορες πηγές ( πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια κ.α.). Στο τομέα των μεταφορών από την άλλη παρατηρείται σχεδόν αποκλειστική χρήση του πετρελαίου. Με βάση τα παραπάνω αντιλαμβανόμαστε οι επιλογές για τις επεμβάσεις στον κτιριακό τομέα είναι περισσότερες δεδομένου ότι υπάρχουν πολλοί τρόποι παροχής ενέργειας στο κτίριο. Όπως παρατηρείται στο σχήμα 1.2, οι χώρες με την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 είναι οι χώρες με την μεγαλύτερη βιομηχανία και τον περισσότερο πληθυσμό(Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Πολωνία).



**Σχήμα 1.2:** Τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ

Γενικότερα η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια κατοικιών κυμαίνεται μεταξύ 150 και 230 kWh/m<sup>2</sup>. Ειδικότερα στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη, η κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση χώρων κυμαίνεται μεταξύ 200 και 400 kWh/m<sup>2</sup>, κατανάλωση που συγκριτικά με αυτή στη δυτική Ευρώπη είναι δύο

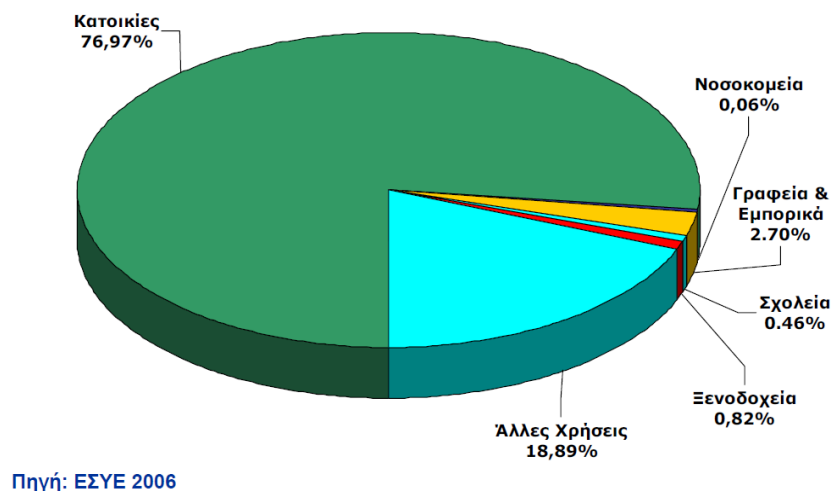
ή και τρεις φορές μεγαλύτερη. Στη νότια Ευρώπη από την άλλη σε ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 120-150 kWh/m<sup>2</sup>.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια στα κτίρια χρησιμοποιείται, κυρίως, για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων, την παραγωγή θερμού νερού, το μαγείρεμα, το φωτισμό και για τη χρήση διάφορων ηλεκτρικών συσκευών. Σύμφωνα με τις καταγραφές σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων σε ποσοστό 69% κατέχει η θέρμανση των κτιρίων, έπεται η παραγωγή ζεστού νερού και ακολουθούν οι ηλεκτρικές συσκευές και ο φωτισμός με ποσοστά 15% και 11% αντίστοιχα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα αντιλαμβανόμαστε πως αν καταφέρουμε να μειώσουμε τις ανάγκες μας για θέρμανση θα επιτύχουμε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον σωστό σχεδιασμό των κτιρίων, την χρήση Η/Μ εγκαταστάσεων υψηλής απόδοσης και ΑΠΕ. Μάλιστα ορισμένα κράτη μέλη της ΕΕ όπως η Γερμανία και η Δανία, οδηγήθηκαν με μεγάλη επιτυχία στην μείωση αναγκών ενέργειας για θέρμανση εφαρμόζοντας κάποια μέτρα, όπως αυστηρότερες κατασκευαστικές προδιαγραφές, κανονισμό θερμομόνωσης, ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις, φοροαπαλλαγές και επιδοτήσεις.

### 1.2.2 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα

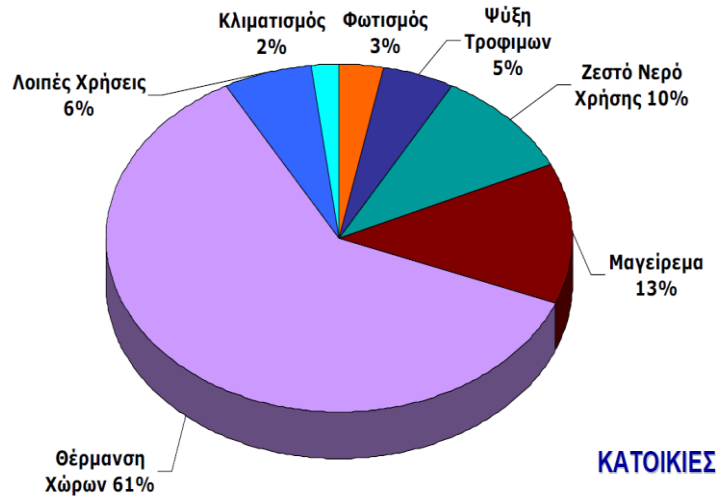
Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αποτελείται κατά 70% από κτίρια οικιακού τομέα και 30% από κτίρια του τριτογενή τομέα (αθλητικές εγκαταστάσεις, ξενοδοχεία, αεροδρόμια, σχολεία, εμπορικά καταστήματα κ.α.) όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 1.3.



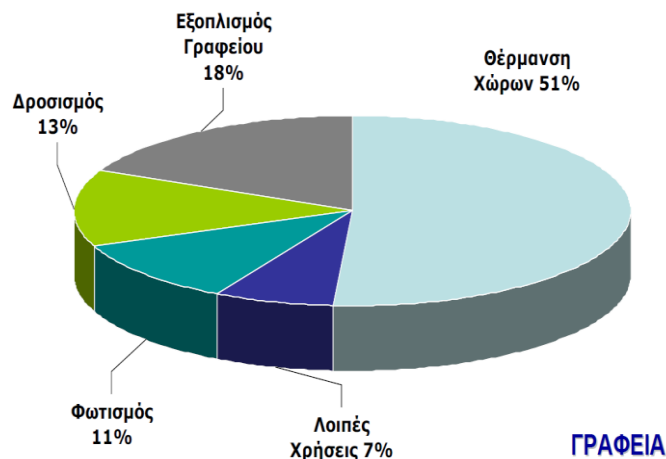
**Σχήμα 1.3:** Κατανομή ελληνικών κτιρίων ανά χρήση

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου το 40% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Μάλιστα η κατανάλωση θερμικής ενέργειας των κατοικιών κυμαίνεται από 35 ως 329 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 126 kWh/m<sup>2</sup> ενώ η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας στον τριτογενή τομέα κυμαίνεται από 9 ως 618 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή τα 145 kWh/m<sup>2</sup>. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα κυμαίνεται από 41 ως 409 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 167 kWh/m<sup>2</sup> ενώ στον

τριτογενή τομέα η κατανάλωση συνολικής ενέργειας κυμαίνεται από 17 ως 792 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 251 kWh/m<sup>2</sup>.



Σχήμα 1.4: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες



Σχήμα 1.5: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας στον ελληνικό τριτογενή τομέα

Από το σχήμα 1.4 διαπιστώνουμε πως το μεγαλύτερο μέρος ενέργειας καταναλώνεται για τις ανάγκες θέρμανσης, ενώ καταναλώνεται ένα σημαντικό κομμάτι στο μαγείρεμα και στο ζεστό νερό χρήσης. Στον τριτογενή τομέα το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κατέχουν οι ανάγκες θέρμανσης (σχήμα 1.5) ενώ παρατηρείται διαφορά στις ανάγκες για φωτισμό.

Στην Ελλάδα τα κτίρια, ιδιαίτερα όσα κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, στην πλειονότητα τους αντιμετωπίζουν πρόβλημα επαρκούς μόνωσης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα να απαιτείται έως και 30% περισσότερη ενέργεια. Ενώ ταυτόχρονα εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στον κτιριακό τομέα άλλωστε οφείλεται το 45% του CO<sub>2</sub> της χώρας. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ. στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών

αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει κτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 ότι από το σύνολο των κτιρίων:

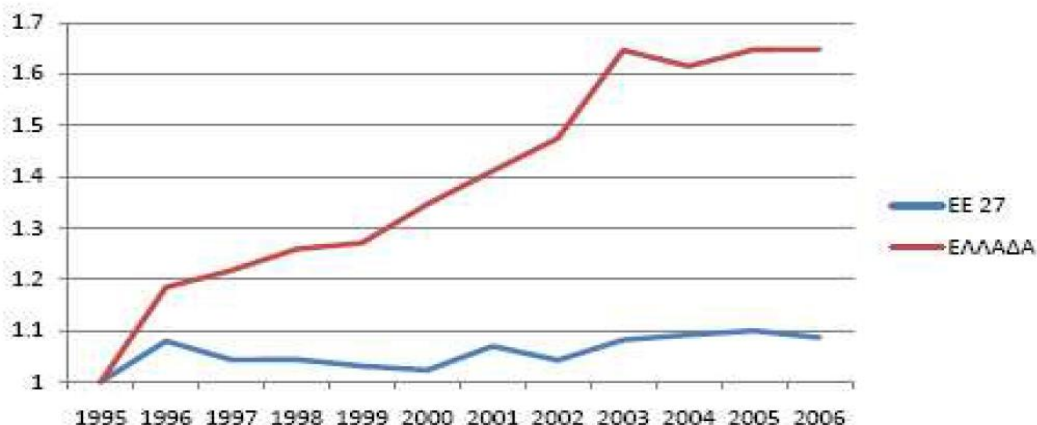
- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% κτίσθηκε μετά το 1981 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης)



Πηγή: ΕΣΥΕ 2006

**Σχήμα 1.6:** Κατανομή των ελληνικών κτιρίων με βάση την μόνωση τους

Συγκεκριμένα μόνο μέσα στην τελευταία πενταετία παρατηρείται μια αύξηση κατά 25% στην ενέργεια που χρειάζονται τα κτίρια μας για να θερμανθούν, να ψυχθούν και να ηλεκτροδοτηθούν. Άξιο προσοχής είναι ότι η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία, σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μεταξύ των κρατών μελών. Ενώ αντίθετα χώρες του βόρειου ημισφαιρίου που πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά 5%.



**Σχήμα 1.7:** Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας σε Ελλάδα και ΕΕ

Ο τομέας αυτός όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας έχει πολλά περιθώρια βελτίωσης καθώς με τα κατάλληλα μέτρα, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας το 2020 θα φτάσει το 11%. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για την επίτευξη του απώτερου στόχου της μείωσης της ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και της αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο 20%, η αναβάθμιση του τριτογενούς τομέα είναι ένα απαραίτητο και πολύ ουσιαστικό μέτρο. Επιπλέον οι σχετικές δραστηριότητες με τον τομέα κτιρίων αποτελούν σημαντικό μέρος της οικονομίας της ΕΕ, περίπου το 9% του ΑΕΠ της ΕΕ και το 7-8% της απασχόλησης στην ΕΕ αντιστοίχως. Έτσι η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων εκτός από τα περιβαλλοντολογικά οφέλη θα αποφέρει και νέες θέσεις εργασίας και αξιόλογα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Για τους παραπάνω λόγους, η ΕΕ για να δώσει την κύρια ώθηση στα κράτη μέλη θέσπισε οδηγίες για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

### **1.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η παροχή των πιο ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων της στους κατοίκους της, η κατασκευή κτιρίων με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και η εγκατάσταση των πιο ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Για τους λόγους αυτούς η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προχώρησε σε μια σειρά από μέτρα.

#### **1.3.1 Νομοθεσία στην ΕΕ**

##### *1.3.1.1 Directive 2002/91/EC (16 Δεκεμβρίου 2002)[Ενεργειακή απόδοση Κτιρίων]*

Η οδηγία αυτή αφορά την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού τομέα. Αποτελεί το νομικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με στόχο την ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Οι διατάξεις καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ΖΝΧ, ψύξης, αερισμού και φωτισμού για νέα αλλά και για υφιστάμενα κτίρια. Η οδηγία συνδυάζει διάφορα μέσα κανονιστικής και πληροφοριακής φύσης. Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι η EPBD δεν καθορίζει τα επίπεδα και την νομοθεσία για το κάθε μέλος της, αλλά τα μέλη πρέπει να θεσπίσουν τους αντίστοιχους μηχανισμούς καθώς και τις απαιτήσεις λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Το θετικό είναι ότι η EPBD έχει ενσωματωθεί στο πολιτικό θεματολόγιο, στους πολεοδομικούς νόμους στην πλειοψηφία των κρατών μελών της ΕΕ. Επίσης, θετική είναι και η ανταπόκριση που υπάρχει από τους πολίτες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Τα κύρια σημεία της EPBD είναι:

- Μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
- Για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων, αλλά και αυτών που πρόκειται να υποστούν σημαντική ανακαίνιση (πάνω από το 25 % της αξίας τους ή/και πάνω από 25 % της συνολικής έκτασης τους) θέσπιση ελάχιστων ορίων.

- Θέσπιση κανονισμών όσον αφορά στα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης των νέων και υφιστάμενων κτιρίων καθώς και τη δημοσιοποίηση αυτών των πιστοποιητικών στα δημόσια κτίρια. Τα πιστοποιητικά αυτά πρέπει να είναι το αργότερο ηλικίας 5 ετών.
- Στους λέβητες και στην κεντρική κλιματιστική μονάδα στα νέα και υφιστάμενα κτίρια τακτικές επιθεωρήσεις, καθώς και αξιολόγηση για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε κτίρια που το σύστημα τους είναι περισσότερο από 15 χρόνια.

Οι δημόσιες κατοικίες, καθώς και ο τριτογενής τομέας (γραφεία, κτίρια κλπ) αποτελούν το πεδίο δράσης της Οδηγίας Ενεργειακής Επίδοσης Κτιρίων. Στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται τα κτίρια με ιστορική σημασία, κτίρια μικρότερα από 50 m<sup>2</sup>, κτίρια που δεν είναι μόνιμες κατοικίες και έχουν μικρή κατανάλωση ενέργειας και εργοτάξια.

Όσον αφορά τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης πρέπει να είναι διαθέσιμα όταν τα κτίρια κατασκευαστούν, πουληθούν ή νοικιαστούν. Επιπλέον η οδηγία αναφέρει ότι οι χρήστες των κτιρίων πρέπει να είναι ικανοί ώστε να μπορούν να ρυθμίσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ΖΝΧ, σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Στόχος της οδηγίας 2002/91/ΕΚ είναι:

- Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας
- Η ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας
- Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Η μείωση των εκπομπών ρύπων και γενικά των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον

Προκειμένου να εφαρμοστούν τα παραπάνω θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικά χωρίσματα, κλπ.)
- Θέση και προσανατολισμός των κτιρίων, περιλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών
- Εσωτερικές κλιματικές συνθήκες στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης
- Εγκατάσταση κλιματισμού
- Αερισμός φυσικός και εξαναγκασμένος
- Ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού
- Παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία

#### 1.3.1.2 Directive 2010/31/EU [Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων-Αναθεώρηση]

Η παραπάνω οδηγία αποτελεί μια αναθεώρηση της προηγούμενης, η οποία ήρθε για να καλύψει κάποια κενά και αποσαφηνίσει κάποιες έννοιες. Οι ενστάσεις που εμφανίστηκαν εναντίον της προηγούμενης οδηγίας είναι :

- Υφιστάμενα Κτίρια (άρση του ορίου των 1000 m<sup>2</sup> )

- Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και εναρμονισμένες μεθοδολογίες
- Κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης και κτίρια μηδενικών εκπομπών
- Βελτίωση του μηχανισμού διαχείρισης των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης
- Η σημασία της ανεξάρτητης παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής της Οδηγίας 2002/91/EK

Τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις που πρέπει να εμφανίζει ένα κτίριο πρέπει να ορίσουν τα κράτη μέλη, καθώς και την μεθοδολογία όπου να θέτει την οικονομικά βέλτιστη λύση για την εφαρμογή της οδηγίας. Επιπλέον έχουν το δικαίωμα να τροποποιούν αυτά τα όρια, ανάλογα με το αν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή νέα, και επίσης ανάλογα με την λειτουργία του κτιρίου (γραφεία, εργοστάσια, νοσοκομεία κλπ). Η Οδηγία προτείνει ένθερμα και την εγκατάσταση έξυπνων μετρητικών διατάξεων σε νέα και υφιστάμενα κτίρια. Ένα πολύ ουσιαστικό σημείο που αναφέρεται στην EPBD είναι τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (Zero Energy Building ) για τα οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα στο δεύτερο κεφάλαιο.

#### *1.3.1.3 Directive 2004/8/EC [Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας]*

Η Συμπαραγωγή είναι η τεχνική που μπορεί να παραχθεί μέσω κατάλληλης διαδικασίας ηλεκτρισμού και θερμότητας. Οι εγκαταστάσεις ΣΗΘ μπορούν να επιτύχουν ενεργειακές αποδόσεις ως και 90%. Στόχος αυτής της οδηγίας είναι να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο δράσης που να προωθεί την χρήση συμπαραγωγής. Προσανατολίζεται σε δύο άξονες:

- Βραχυπρόθεσμος: Η οδηγία πρέπει να εδραιώσει τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις ΣΗΘ αλλά και να προωθήσει νέες.
- Μακροπρόθεσμος: Η οδηγία πρέπει να υποβάλλει το κατάλληλο πλαίσιο για την ΣΗΘ υψηλής αποδοτικότητας έτσι ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Ανά τέσσερα χρόνια οι αποδόσεις στις εγκαταστάσεις ΣΗΘ πρέπει να ελέγχονται από τα κράτη μέλη. Επίσης για να εξαλειφθούν οι οικονομικές αδυναμίες που εμποδίζουν την προώθηση των μονάδων ΣΗΘ, πρέπει να ενθαρρύνουν την δημιουργία νέων μονάδων ΣΗΘ καθώς και την ανάληψη κατάλληλων μέτρων.

### **1.3.2 Νομοθεσία στην Ελλάδα**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκανε σαφές ότι τα κράτη μέλη θα θεσπίσουν τις δικές τους οδηγίες λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Έτσι η Ελλάδα συμμετέχοντας στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα στην ΕΕ προχώρησε στην σύσταση του ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) με σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η πρώτη προσπάθεια της Ελλάδας για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα εμφανίστηκε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ) και στην



συνέχεια με την σύσταση του Κανονισμού Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

#### 1.3.2.1 ΚΘΚ

- Κύριος στόχος του ήταν η μείωση των απωλειών θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος, με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν οι απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου.
- Δεν διατύπωνε απαιτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια.
- Απαιτούσε υπολογισμούς με βάση:
  1. Το χωρισμό της χώρας σε 3 κλιματικές ζώνες
  2. Τη χρήση πίνακα θερμικής αγωγιμότητας υλικών
  3. Τη χρήση πίνακα κατηγοριών θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

#### 1.3.2.2 ΚΟΧΕΕ

- Για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων προσανατολίζεται στον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> με τον καθορισμό μέτρων και όρων.
- Περιείχε μέτρα πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και του μικροκλίματος.
- Εισηγάγε είννοιες και θεσμούς , που εντάσσονται στις αρχές του αειφόρου σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης θεσμούς για προαγωγή της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των ενεργειακών πόρων και της χρήσης των ΑΠΕ, τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής κλπ.

#### 1.3.2.3 ΚΕΝΑΚ

Ο νόμος Ν.3661 ο οποίος προβλέπει μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων θεσπίστηκε προκειμένου η Ελληνική Νομοθεσία να εναρμονιστεί με την οδηγία 2002/91/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να ακολουθήσει τον έννομο δρόμο των υπόλοιπων κρατών μελών. Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>, στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου.
- Για όλα τα νέα κτίρια με επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m<sup>2</sup> και ισχύ δέκα ετών έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
- Υποβολή μελέτης πριν από την κατασκευή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή με σκοπό την εγκατάσταση εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1000 m<sup>2</sup>
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Στην Ελλάδα πριν από την θέσπιση του παραπάνω νόμου οι απαραίτητες μελέτες για την πολεοδομία ήταν οι εξής:

- Αρχιτεκτονικής
- Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου
- Θέρμανσης
- Ψύξης
- Θερμομόνωσης
- Ζεστό Νερό Χρήσης
- Τεχνητού Φωτισμού

Μετά την ισχύ του Ν.3661, η μελέτη Θερμομόνωσης αντικαταστάθηκε από την μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων η οποία περιλαμβάνει:

- Ενεργειακό σχεδιασμό κτιριακού κελύφους
- Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις ( μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης, ψύξης, μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος ΖΝΧ, συστήματος τεχνητού φωτισμού)

Μάλιστα αν αναλύσουμε περισσότερο τον ΚΕΝΑΚ βλέπουμε ότι περιλαμβάνει:

- Την μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση/ψύξη
- Τις ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης
- Την ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης
- Το δυναμικό φυσικού φωτισμού
- Τη συγκέντρωση φωτιστικής ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων

Ταυτόχρονα, καθορίζονται ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ, φωτισμού (κυρίως κτιρίων τριτογενούς τομέα) ενώ δεν παραλείπονται οι προδιαγραφές για τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.

Τέλος, χωρίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σε κατηγορίες, καθίσταται απαραίτητη η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης για την κατάταξη στις κατηγορίες και προδιαγράφονται η μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. Στην ενεργειακή επιθεώρηση επιπλέον υποδεικνύονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το υπό μελέτη κτίριο και καθορίζονται οι βασικές αρχές και τα περιεχόμενά της.

## 2.ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ZERO ENERGY BUILDINGS)

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, έπειτα από απαίτηση του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου για μια αναπροσαρμογή της ευρωπαϊκής οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων (EPBD), το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποφάσισε την αναθεώρηση του στις 19 Μαΐου 2010. Ένα από τα κυριότερα σημεία της αναθεώρησης είναι μια ενίσχυση των απαιτήσεων ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων καθώς επίσης και υπαρχόντων κτιρίων σε ολόκληρη την ΕΕ.

Ένα πολύ ουσιαστικό σημείο που αναφέρεται στην EPBD είναι τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης (Zero Energy Building). Ως τις 31 Δεκεμβρίου του 2020 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενώ τα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι δημόσιας ιδιοκτησίας να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας έως το τέλος του 2018. Τα κράτη μέλη πρέπει να εφαρμόσουν εθνικά σχέδια με σκοπό:

- Την εφαρμογή καθώς και τον ακριβή ορισμό του όρου 'Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης'
- Την δημιουργία ενδιάμεσων στόχων για την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των νέων κτιρίων ως το 2015
- Την παροχή πληροφοριών για τις πολιτικές καθώς και για τα οικονομικά μέτρα που πρέπει να παρθούν. Τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίσουν μια λίστα με ήδη υπάρχοντες οργανισμούς που να προωθούν την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων

Σύμφωνα με το άρθρο 2(1α) της αναδιατυπωμένης οδηγίας 2002/91/ΕΚ ο ορισμός του κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης είναι: «Σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κτίριο νοείται ένα κτίριο που έχει μια πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, η οποία μετράται σύμφωνα με το Παράρτημα Ι. Η μηδενική ή μικρή ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει στο μέτρο του δυνατού, να καλύπτεται από ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παράγεται επί τόπου (στην τοποθεσία του κτιρίου) ή από τοπικές πηγές».

**Παράρτημα Ι:** Η μεθοδολογία καθορίζεται λαμβανομένων υπόψη τουλάχιστον των ακόλουθων παραγόντων:

Α) Τα ακόλουθα πραγματικά θερμικά χαρακτηριστικά του i) κτιρίου (συμπεριλαμβανομένων των εσωτερικών χωρισμάτων του: Θερμοχωρητικότητα, ii) Μόνωση, iii) Παθητική θέρμανση, iv) Στοιχεία ψύξης και v) Θερμικές γέφυρες.

Β)Εγκατάσταση θέρμανσης και παροχή ζεστού νερού, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των μονώσεων τους.

Γ)Εγκαταστάσεις κλιματισμού.

Δ)Φυσικό και μηχανικό αερισμό, που μπορεί να περιλαμβάνει και την αεροστεγανότητα.

Ε)Ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού(κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία).

ΣΤ)Σχεδιασμό, θέση και προσανατολισμό του κτιρίου, περιλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών.

Ζ) Παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία.

Η)Κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες εσωτερικού κλίματος.

Θ) Εσωτερικά φορτία.

Αυτή τη στιγμή, οκτώ κράτη μέλη της Ε.Ε. έχουν θεσμοθετημένο ορισμό για τα κτίρια πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης(πίνακας 2.1) ενώ προσφέρουν οικονομικά και φορολογικά κίνητρα όπως:

- Μειώσεις ΦΠΑ
- Άλλες μειώσεις φόρων και φοροαπαλλαγές
- Επιδοτήσεις
- Επιχορηγήσεις
- Χαμηλότοκα δάνεια

Η συνειδητοποίηση της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι παρούσα σε πολλές χώρες αρκετά χρόνια πριν από το EPBD. Στην δεκαετία του '70 υπήρξαν πολλές πειραματικές πρωτοβουλίες για τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης σε χώρες όπως η Δανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Σουηδία, ο Καναδάς και η Γερμανία έως ότου το German Passivhaus Institut εισάγει τον όρο παθητικό κτίριο. Για να μπορεί ένα οίκημα να χαρακτηριστεί παθητικό, στην Γερμανία, έπρεπε η ανάγκη του για θέρμανση να είναι το μέγιστο 15 kWh/m<sup>2</sup> και λιγότερο από 120 kWh/m<sup>2</sup> για τις απαιτήσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ηλεκτρικής ενέργειας. Βέβαια κάθε κράτος έδωσε τους δικούς του περιορισμούς έτσι ώστε τα κτίρια του να χαρακτηρίζονται παθητικά.

Το επόμενο βήμα από τα παθητικά κτίρια είναι τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Αν και ακόμα δεν υπάρχει σαφής ορισμός του ΚΜΚ η κεντρική ιδέα είναι η παρακάτω :

- Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης είναι το κτίριο το οποίο είναι χτισμένο έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις και η εισερχόμενη ενέργεια από το δίκτυο με την εξερχόμενη ενέργεια να είναι ίσες κατά την διάρκεια ενός έτους.
- Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης είναι το κτίριο το οποίο έχει πολύ υψηλή ενεργειακή συμπεριφορά. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο, πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ που παράγονται επί τόπου ή κοντά στον χώρο που βρίσκεται το κτίριο.

**Πίνακας 2.1**

<b>ΚΡΑΤΗ</b>	<b>Όρια κατανάλωσης ενέργειας για κτίρια πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.</b>
<b>ΑΥΣΤΡΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης είναι τα κτίρια με ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας κάτω από 60-40 kWh/m<sup>2</sup> ακαθάριστη επιφάνεια (Gross area).</li> <li>Τα παθητικά κτίρια ορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο για passive houses= 15 kWh/m<sup>2</sup>, όπου η επιφάνεια αναφέρεται σε ωφέλιμη επιφάνεια στην Αυστρία γενικότερα.</li> </ul>
<b>ΔΑΝΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Οι ελάχιστες απαιτήσεις για κτίρια κατοικιών δίνεται από τον τύπο: 70 + 2200 / A kWh / m<sup>2</sup> ανά έτος (A είναι η θερμαινόμενη μικτή επιφάνεια δαπέδου).</li> <li>Για τα υπόλοιπα κτίρια οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι ίσες με: 95 + 2200 / A kWh / m<sup>2</sup> ανά έτος. Η ελάχιστη απαίτηση για μη οικιστικά κτίρια περιλαμβάνει και τον ηλεκτρισμό για τη δημιουργία ολοκληρωμένου φωτισμού.</li> </ul>
<b>ΓΑΛΛΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BBC - η σήμανση για «Κτίρια Χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης»: Για τις νέες κατοικίες: οι ετήσιες ανάγκες για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό και φωτισμό πρέπει να είναι μικρότερες από περίπου 50 kWh / m<sup>2</sup> (στην πρωτογενή ενέργεια) (40kWh / m<sup>2</sup> έως 65 kWh / m<sup>2</sup> (ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και το υψόμετρο).</li> <li>Για τα άλλα νέα κτίρια: οι ετήσιες ανάγκες για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό και φωτισμό πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% χαμηλότερο από ότι απαιτείται από τον ισχύοντα κανονισμό για τα νέα κτίρια.</li> <li>Για ανακαίνιση, η Grenelle del' Environment είναι πιθανό να υιοθετήσει μια ετικέτα του BBC 80 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό και φωτισμό, ξεκινώντας το 2009.</li> </ul>
<b>ΓΕΡΜΑΝΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης σε νέα κτίρια στην Γερμανία ορίζονται με βάση τον τύπο: <math>50,94 + 75,29 \frac{A}{V_e} + \frac{2600}{100 + A_N} \text{ kWh / m}^2</math> όπου A είναι η εξωτερική επιφάνεια, V<sub>e</sub> είναι ο όγκος, και AN η ωφέλιμη επιφάνεια</li> <li>Η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας περιορίζεται στα 60 kWh / (m<sup>2</sup> a), ή 40 kWh / (m<sup>2</sup> a) τότε δικαιούται επιχορήγηση.</li> <li>Επιπλέον, υπάρχει επίσης ένα πρόγραμμα επιδότησης για "Passiv-Häuser", το οποίο ορίζεται σύμφωνα με την Passiv-Haus-Ινστιτούτου ως "KfW-40-κτίρια με ετήσια ζήτηση θερμότητας κάτω από 15 kWh / m<sup>2</sup>».</li> </ul>
<b>ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ</b>	<p>Ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα για να γίνει κανονιστική απαίτηση:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2010 επιπέδου 3 (25% καλύτερα σε σχέση με τους ισχύοντες κανονισμούς).</li> <li>2013 το επίπεδο 4 (44% καλύτερα-παρόμοια με Passivhaus).</li> <li>2016 επίπεδο 6 (μηδενικού άνθρακα για όλα τα κτίρια - συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών συσκευών).</li> </ul>
<b>ΕΛΒΕΤΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Για νέα κτίρια από 01.01.2009 λιγότερο από 38 kWh / m<sup>2</sup>.</li> <li>Η κατανάλωση ενέργειας περιλαμβάνει θέρμανση, ζεστό νερό και ανάγκες αερισμού.</li> <li>Επιπλέον, οι ηλεκτρικές συσκευές πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις.</li> </ul>
<b>ΤΣΕΧΙΑ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης είναι τα κτίρια με ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας κάτω από 51 kWh/m<sup>2</sup>.</li> <li>Τα παθητικά κτίρια ορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο για passive houses= 15 kWh/m<sup>2</sup>.</li> </ul>

## **2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ ΚΜΚ**

Ο ορισμός του Κτιρίου Μηδενικής Κατανάλωσης μπορεί να καθοριστεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τους στόχους του έργου, τις προθέσεις του επενδυτή, την ανησυχία σχετικά με τις αλλαγές του κλίματος και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή τέλος το κόστος της ενέργειας. Έτσι εγείρεται το ζήτημα του τι πρέπει να ισούται με μηδέν στον ορισμό ΚΜΚ. Η πρωτογενής ενέργεια, η τελική

ενέργεια, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ή ίσως και το κόστος της ενέργειας; Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω σενάρια ο Torcellini (Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition 2006), πρότεινε τέσσερις ορισμούς οι οποίοι είναι οι πιο διαδεδομένοι στην διεθνή βιβλιογραφία.

### **2.2.1 Net Zero site Energy**

Ένα site ZEB παράγει όση ενέργεια χρειάζεται κατά την διάρκεια ενός έτους από ΑΠΕ εγκατεστημένες στην τοποθεσία του κτιρίου.

### **2.2.2 Net Zero Source Energy**

Ένα source ZEB παράγει όση πρωτογενή ενέργεια χρειάζεται κατά την διάρκεια ενός έτους. Για να υπολογίσουμε την συνολική πρωτογενή ενέργεια που χρησιμοποιεί ένα κτίριο πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την εισερχόμενη και εξερχόμενη ενέργεια με τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής της ενέργειας σε πρωτογενή για κάθε μορφή ενέργειας.

### **2.2.3 Net zero energy Costs**

Σε ένα cost ZEB το ποσό των χρημάτων που πληρώνει η εταιρεία παραγωγής ενέργειας στον ιδιοκτήτη για την εξερχόμενη ενέργεια από το κτίριο πρέπει να είναι ίσο με το ποσό που πληρώνει ο ιδιοκτήτης στην εταιρεία για την εξυπηρέτηση καθώς και για την ενέργεια που αγοράζει όλη την χρονιά.

### **2.2.4 Net Zero Energy Emissions**

Σε αυτή την περίπτωση, οι συνολικές εκπομπές ρύπων ενός κτιρίου πρέπει να είναι μηδενικές. Η χρήση των ΑΠΕ για παραγωγή ενέργειας αντικαθιστούν άλλους τρόπους παραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Συνεπώς το τελικό ισοζύγιο των ρύπων που παράγονται από την καύση συμβατικών καυσίμων με τους ρύπους που θα παραγότουσαν από τα συμβατικά καύσιμα τα οποία αντικαταστάθηκαν από ΑΠΕ, πρέπει να είναι μηδέν.

## **2.3 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΚΜΚ**

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ΚΜΚ. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των τεχνολογιών αυτών είναι τα φωτοβολταϊκά, οι ηλιακοί συλλέκτες, οι ανεμογεννήτριες, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και τα βιοκαύσιμα. Όλες αυτές οι πηγές ενέργειας είναι ευνοϊκότερες έναντι συμβατικών πηγών ενέργειας όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Ο Toricelli πρότεινε μια σειρά κατάταξης του προτεινόμενου τρόπου ανεφοδιασμού του κτιρίου σύμφωνα με τις παρακάτω αρχές.

- Την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

- Την μείωση των απωλειών ενέργειας που προέρχονται από την μεταφορά και διανομή της
- Αξιοποίηση των μορφών ενέργειας που :  
Α)Θα είναι διαθέσιμες στην περιοχή για όλη την διάρκεια ζωής του κτιρίου  
Β)Θα είναι ευρέως διαθέσιμες και θα έχουν έχουν μεγάλες δυνατότητες και μελλοντικά

Αυτή η ιεράρχηση είναι σταθμισμένη για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι διαθέσιμες πάνω στο κτίριο ή μέσα στο οικόπεδο και ονομάζονται on-site. Η χρήση των φωτοβολταϊκών πάνελ και των ηλιακών συλλεκτών είναι τα πιο δημοφιλή στις εφαρμογές των ΚΜΚ. Για την επίτευξη ενός ΚΜΚ όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που βρίσκονται εκτός του χώρου του κτιρίου και χαρακτηρίζονται ως off-site. Σε αυτήν την περίπτωση όμως υπάρχει επιπλέον σπατάλη ενέργειας για την μεταφορά της, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις πρέπει να αγοραστεί.

Επιλογή 0: Αυτή η επιλογή είναι το απαραίτητο βήμα για την δημιουργία ενός ΚΜΚ αφού είναι προτιμότερο να ξοδεύεται λιγότερη ενέργεια παρά να παράγεται επιπλέον. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού χρησιμοποιούνται τεχνικές που στοχεύουν στην εκμετάλλευση του φυσικού φωτός, του φυσικού δροσισμού, τον προσανατολισμό και άλλα. Επίσης, περιλαμβάνει την εγκατάσταση μόνωσης, αντικατάσταση κουφωμάτων και εγκαταστάσεις υψηλής απόδοσης ψύξης, θέρμανσης, φωτισμού.

Επιλογή 1: Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της επιλογής αυτής είναι ότι τα συστήματα ΑΠΕ είναι εγκαταστημένα πάνω στο κτίριο, στο δώμα ή ακόμη και στο κέλυφος. Έτσι δεν υπάρχουν οι απώλειες που προέρχονται από την μεταφορά και διανομή της ενέργειας. Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι φωτοβολταϊκά πάνελ, ηλιακοί συλλέκτες και ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος.

Επιλογή 2: Εδώ ισχύει ότι και στην επιλογή 1 αλλά οι ΑΠΕ δεν είναι εγκαταστημένες πάνω στο κτίριο, βρίσκονται όμως εντός του οικοπέδου. Στην επιλογή 2 μπορούν να χρησιμοποιηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ, ηλιακοί συλλέκτες, ανεμογεννήτριες και υδροηλεκτρικοί σταθμοί μικρής ισχύος.

Επιλογή 3: Στις επιλογές 3 και 4 οι ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται, χαρακτηρίζονται off-site γιατί δεν είναι διαθέσιμες εντός του χώρου του κτιρίου και πρέπει να αγοραστούν. Χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του κτιρίου ενδεχομένως και την παραγωγή ζεστού νερού. Οι κυριότερες μορφές ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την κατηγορία είναι : biodiesel, pellets, αιθανόλη, βιοκαύσιμα και βιομάζα.

Επιλογή 4: Στην τελευταία επιλογή έχουμε αγορά ενέργειας από εγκαταστάσεις εκτός του οικοπέδου όπως φωτοβολταϊκό πάρκο και ανεμογεννήτρια.

## **2.4 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΗΝ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΚΜΚ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ**

Μία ακόμη διάκριση ανάμεσα στα ΚΜΚ που συναντάται στην διεθνή βιβλιογραφία αφορά την σύνδεση τους ή όχι στο δίκτυο (on-grid, off-grid). Η κύρια διαφορά μεταξύ αυτών των δύο προσεγγίσεων είναι ότι το off-grid ΚΜΚ δεν έχει

καμία σύνδεση είτε με το εθνικό δίκτυο ηλεκτρισμού, είτε με δίκτυο φυσικού αερίου, έτσι αποφεύγεται η ανάγκη αγοράς ενέργειας από εξωτερικές πηγές. Έτσι το κτίριο καταφέρνει να καλύψει όλες τις ενεργειακές του ανάγκες μέσω της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Από την άλλη μεριά το on-grid ΚΜΚ παράγει επίσης ενέργεια μέσω ΑΠΕ αλλά υπάρχει η δυνατότητα να αγοράσει ενέργεια αλλά και να τροφοδοτήσει το δίκτυο.

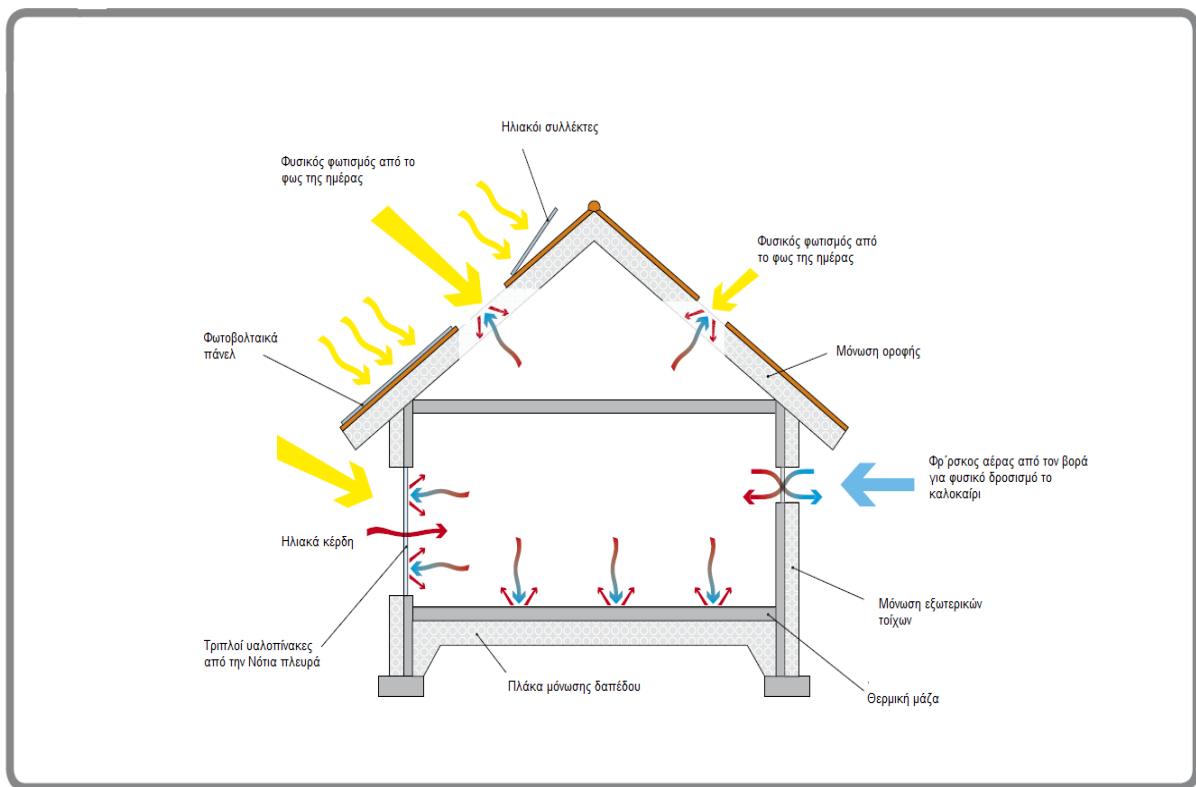
Το πρόβλημα με τα αυτόνομα (off-grid) κτίρια έγκειται στο γεγονός πως δεν έχουν την δυνατότητα να τροφοδοτήσουν στο δίκτυο την πλεονάζουσα ενέργεια που παράγουν έτσι ώστε να αντισταθμίσει τις ενεργειακές του ανάγκες. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχει ανάγκη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μεγάλου μεγέθους, κάτι που ανεβάζει το κόστος πολύ. Έτσι η επίτευξη ενός off-grid ΚΜΚ είναι πολύ δύσκολη αφού το κόστος ανεβαίνει ακόμη περισσότερο αν σκεφτούμε πως είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός συσσωρευτή ενέργειας, ώστε να τροφοδοτεί το κτίριο τα διαστήματα που η παραγωγή δεν είναι αρκετή(νύχτα, περίοδος συννεφιασμένου καιρού, κ.α.). Επιπλέον, οι υπάρχουσες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας είναι πολύ περιορισμένες κάνοντας την επίτευξη ενός off-grid ΚΜΚ ακόμα δυσκολότερη υπόθεση.

Ένα on-grid ΚΜΚ χρησιμοποιεί παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως το ηλεκτρικό και το φυσικό αέριο, όταν δεν επαρκεί η επιτόπια παραγωγή ενέργειας. Όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου τότε η περίσσια ενέργεια μπορεί να πωληθεί στο δίκτυο. Σε ακραίες περιπτώσεις όπου υπάρχει τόσο μεγάλη παραγωγή όπου δεν την χρειάζεται το δίκτυο τότε η ύπαρξη ενός συσσωρευτή ενέργειας είναι απαραίτητη. Ο Clark πρότεινε μια ενδιαφέρουσα μορφή on-grid ΚΜΚ όπου δεν αφορά ένα μεμονωμένο κτίριο αλλά μια γειτονιά. Αυτή η γειτονιά θα πρέπει να αποτελείται από κτίρια με πολύ μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις. Ακόμη θα πρέπει να υπάρχουν εγκαταστάσεις ΑΠΕ τόσο σε κάθε κτίριο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της γειτονιάς αυτής. Οι εγκαταστάσεις αυτές θα καθορίζονται από τις ιδιαιτερότητες του τόπου ώστε να επιλεγθεί η σωστή τεχνολογία ΑΠΕ(ηλιακή, βιομάζα, γεωθερμία, ανεμογεννήτριες) που θα αποδώσει τα μέγιστα.

## **2.5 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΜΚ**

Η άνεση και η υγεία των ανθρώπων εξαρτάται κατά πολύ από τις συνθήκες που επικρατούν εντός των κλειστών χώρων που περνούν πολλές ώρες καθημερινά, είτε είναι το σπίτι, είτε η εργασία, είτε το σχολείο. Σε αυτές τις συνθήκες περιλαμβάνονται η θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα του αέρα, ο φωτισμός και ο θόρυβος. Αυτά μπορούν να ρυθμιστούν λαμβάνοντας υπόψη τις βασικές αρχές σχεδιασμού ενός ΚΜΚ σε ένα νέο κτίριο ή σε κάποιο που ανακαινίζεται. Το σημαντικό είναι να γίνει ένας προσεκτικός σχεδιασμός ώστε να ικανοποιεί αυτές τις συνθήκες και φυσικά την αισθητική και τις κλιματολογικές ιδιαιτερότητες του τόπου. Παρακάτω γίνεται περιγραφή των βασικών μέτρων για τον σχεδιασμό ενός ΚΜΚ.





**Εικόνα 2.2: Βασικές λύσεις για τον σχεδιασμό ενός ΚΜΚ**

### 2.5.1 Κέλυφος του κτιρίου

Οι αυστηρές απαιτήσεις που έχει ο σχεδιασμός ενός ΚΜΚ, όσο αφορά τον περιορισμό των ενεργειακών του αναγκών, καθιστά απαραίτητο τον σωστό σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου. Η εξασφάλιση της αποδοτικότητας του κελύφους απαιτεί τον σωστό συνδυασμό της αρχιτεκτονικής, της ενεργειακής και της στατικής μελέτης.

**1)Θερμική μόνωση:** Η θερμική μόνωση των τοίχων, των δαπέδων και της οροφής είναι πολύ σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού του ΚΜΚ. Προστατεύει από τις αλλαγές της θερμοκρασίας, προσφέροντας ένα σπίτι πιο ζεστό και ξερό άρα και πιο αποδοτικό ενεργειακά. Θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη τα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά, ενώ στόχος πρέπει να είναι η επίτευξη της καλύτερης δυνατής μόνωσης. Τα οφέλη θα υπερκεράσουν το αρχικό κόστος. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη με πολύ χαμηλούς συντελεστές αγωγιμότητας. Η μόνωση μπορεί να γίνει είτε εσωτερικά, είτε εξωτερικά, είτε εντός του κελύφους. Είναι προτιμότερο η μόνωση να γίνει κατά το στάδιο της κατασκευής αφού η μετέπειτα παρεμβάσεις στο κέλυφος είναι δυσκολότερη ενώ κάποιες φορές και αδύνατη.

**2)Ανοίγματα:** Τα παράθυρα και οι πόρτες είναι απαραίτητα για τον φυσικό ηλιασμό του κτιρίου. Τοποθετούνται σε όλες τις επιφάνειες του κτιρίου ενώ είναι πολύ καλή επιλογή και η τοποθέτηση τους στην οροφή. Είναι πού σημαντικό να γίνει προσεκτικός σχεδιασμός των ανοιγμάτων ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση θερμογέφυρων. Η τεχνολογία των υαλοπινάκων είναι αρκετά εξελιγμένη και προσφέρει καλές επιλογές όπως τα διπλά και τριπλά τζάμια αλλά και πιο σύγχρονα

όπως τα ηλεκτροχρωμικά τζάμια. Σημαντικό ρόλο στην αποφυγή των θερμογέφυρων παίζουν και τα πλαίσια τα οποία κατασκευάζονται συνήθως από PVC, μέταλλο ή ξύλο.

3)Εξαερισμός: Η ενεργειακή απόδοση δεν πρέπει να θεωρείται λόγος για μείωση του ποσοστού εξαερισμού. Ένα κτίριο απαιτεί ένα καλό σύστημα εξαερισμού ώστε να διατηρείται η καλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Ο συνεχής εξαερισμός και η παροχή φρέσκου αέρα εξασφαλίζει την απομάκρυνση όλων των πιθανών στοιχείων που μολύνουν τον εσωτερικό αέρα. Από την άλλη η καλή αεροστεγανότητα του κτιρίου εξασφαλίζει τις χαμηλές απώλειες θερμότητας μέσω διάχυσης του αέρα. Έτσι η ανεξέλεγκτη διαρροή αέρα πρέπει να αποφευχθεί, διότι:

- Η αποτελεσματικότητα της μόνωσης επηρεάζεται
- Μειώνει την εσωτερική άνεση
- Ένα σύστημα ελεγχόμενου εξαερισμού απαιτεί καλή αεροστεγανότητα
- Ανεξέλεγκτος εξαερισμός μπορεί να μεταφέρει υγρασία στο εσωτερικό της κατασκευής

4)Ηλιακά συστήματα θέρμανσης: Πρόκειται για συστήματα που παρέχουν στο κτίριο θέρμανση και δροσισμό από την εκμετάλλευση των φυσικών πηγών ενέργειας καθώς και των στοιχείων εκμετάλλευσης ενέργειας. Τα ηλιακά συστήματα συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν, μεταδίδουν και διαχέουν θερμότητα και αποτελούν μέρη των αρχιτεκτονικών στοιχείων. Τα δομικά στοιχεία που ρυθμίζουν θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι:

- Τα γυάλινα ανοίγματα και ο εξοπλισμός τους
- Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης
- Τα προσαρτημένα θερμοκήπια
- Η δημιουργία ενεργειακής σκεπής
- Τα κατάλληλα δομικά υλικά(μόνωση, χρώμα, υαλοπίνακες, στοιχεία τοιχοποιίας)
- Ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου(βλάστηση)

Τα ηλιακά συστήματα συνεισφέρουν θετικά στις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και τον χειμώνα καθώς εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία ενώ το καλοκαίρι αποτρέπουν την διείσδυση του θερμού αέρα. Χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

A)Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους: Τα συστήματα αυτά απαιτούν σωστό προσανατολισμό των ανοιγμάτων με την κατάλληλη μόνωση και ηλιοπροστασία. Ακόμη χρησιμοποιούν κατάλληλη θερμική μάζα(χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας).

B)Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους: Σε αυτή την κατηγορία χρησιμοποιούνται ηλιακοί τοίχοι όπως τοίχοι Trombe, Τοίχοι νερού, οροφή νερού, κ.α. Τέλος χρησιμοποιούνται θερμοκήπια προσαρτημένα στη νότια όψη του κτιρίου και ηλιακά αίθρια.

Γ)Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους: Εδώ η συλλέκτρια επιφάνεια διαχωρίζεται από τον χώρο της θερμικής αποθήκευσης. Πρόκειται για μικτά συστήματα και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου ρευστού. Για την μεταφορά της θερμότητας χρησιμοποιούνται κάποια απλά μηχανικά μέσα όπως ανεμιστήρες.

5) Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών: Επειδή τους καλοκαιρινούς μήνες τα δώματα επιβαρύνονται από την ηλιακή ακτινοβολία συνιστάται ανοιχτό χρώμα βαφής του. Επίσης οι δυτικού προσανατολισμού τοίχοι πρέπει να έχουν ανοιχτό χρώμα.

### **2.5.2 Χωροθέτηση, σχήμα και προσανατολισμός του κτιρίου**

Κατά τον σχεδιασμό ενός ΚΜΚ πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη τον προσανατολισμό του, το σχήμα και την διαμόρφωση των χώρων του. Με των σωστό σχεδιασμό των παραπάνω επιτυγχάνουμε τα καλύτερα δυνατά ηλιακά κέρδη, φυσικό φωτισμό αλλά και τις λιγότερες θερμικές απώλειες. Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την τροχιά του ήλιου, την διάρκεια ηλιασμού και της θερμικής ακτινοβολίας. Οι νότιες προσόψεις είναι οι πιο αξιόλογες όσον αφορά την συλλογή ακτινοβολίας τον χειμώνα και την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Κάτι ακόμη που σχετίζεται με τον προσανατολισμό είναι ο φυσικός φωτισμός. Ένα σπίτι πρέπει να εκμεταλλεύεται τον φυσικό φωτισμό όσο το δυνατόν περισσότερο. Έτσι σημαντικό είναι να σχεδιαστεί ώστε να εκμεταλλεύονται περισσότερο τον φυσικό φωτισμό τα δωμάτια όπου υπάρχει μεγαλύτερη δραστηριότητα.

Πρέπει επίσης να προσεχτεί ιδιαίτερα το σχήμα του κτιρίου. Ο λόγος της συνολικής επιφάνειας του προς τον όγκο καθορίζει τα ηλιακά κέρδη και τις θερμικές απώλειες του κτιρίου. Ως βέλτιστο σχήμα θεωρείται το επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης. Με το σχήμα αυτό εξασφαλίζεται μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο για την συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα και τον ελάχιστο ηλιασμό το καλοκαίρι.

### **2.5.3 Παροχή ενέργειας**

Όπως αναφέρθηκε και σε παραπάνω κεφάλαιο βασικό μέτρο για την υλοποίηση ενός ΚΜΚ θα πρέπει να είναι η αντιστάθμιση των ενεργειακών αναγκών του με την παραγόμενη ενέργεια. Έτσι πολύ σημαντικό είναι η εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Εκτός από την τροφοδοσία του κτιρίου θα μπορούν σε κάποιες περιπτώσεις να τροφοδοτούν το δίκτυο. Ένα ακόμη σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού ενός ΚΜΚ είναι η κάλυψη των αναγκών για θέρμανση ψύξη αλλά και παραγωγή ζεστού νερού. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με τα ηλιοθερμικά συστήματα, αλλά και της γεωθερμίας με τις γεωθερμικές αντλίες. Τέλος για τις θερμικές ανάγκες μπορούν χρησιμοποιηθούν και καύσιμα βιομάζας(pellets κ.α.).

### **2.5.4 Άλλα μέτρα**

Αναγκαίο για την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας είναι και η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και λαμπτήρων είτε φθορισμού, είτε LED. Ένα ακόμη σύστημα που βοηθά σημαντικά στην μείωση των ενεργειακών αναγκών, είναι το σύστημα επίβλεψης BMS των ηλεκτρικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου. Τέλος είναι πολύ σημαντικό η σωστή συμπεριφορά των χρηστών, όσον

αφορά την ορθολογική χρήση ενέργειας. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης τους πάνω στο θέμα αυτό ώστε να μειωθεί η καταναλισκόμενη ενέργεια.

## **2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΜΚ**

### **2.6.1 Περιβάλλον**

Όλη η επιστημονική κοινότητα συμφωνεί στο γεγονός ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή επηρεάζεται από τον κτιριακό τομέα. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα(CO<sub>2</sub>) που προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων συνεισφέρει πολύ σε αυτό. Η διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος(IPCC) έχει προβλέψει ότι οι επιπτώσεις θα συνεχιστούν για πολλά χρόνια ακόμα. Ακόμα και αν οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> σταθεροποιηθούν στο εγγύς μέλλον, η παγκόσμια θερμοκρασία και η στάθμη της θάλασσας θα συνεχίσουν να αυξάνονται για εκατοντάδες χρόνια. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την καθημερινή μας ζωή και κατά συνέπεια και τον κτιριακό τομέα. Οι επιστήμονες προειδοποιούν για την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων όπως έντονες βροχοπτώσεις και ξηρασίες. Ακόμη η ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας αναμένεται να αυξηθεί από το 2015 βαθμιαία έως το 2030 κατά 6-7%, ενώ το 2070 θα φτάσει 10%.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, ο σχεδιασμός των κτιρίων πρέπει να αλλάξει. Τα κτίρια πρέπει να είναι δυνατόν να υποστούν βαρύτερες βροχοπτώσεις. Ακόμη πρέπει να σχεδιαστούν για πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες, ενώ πρέπει να προβλεφθεί το γεγονός ότι οι θερινές βροχοπτώσεις θα μειωθούν. Οι αλλαγές αυτές θα επηρεάσουν την θερμική άνεση στο εσωτερικό των κτιρίων. Τέλος η αύξηση της υγρασίας θα αυξήσει την ανάπτυξη της μούχλας και άλλα που θα επηρεάσουν την εσωτερική ποιότητα του αέρα.

Κατά την συνάντηση των G8 τον Ιούλιο του 2008 συμφωνήθηκε πως δεν πρέπει να αυξηθεί η παγκόσμια θερμοκρασία περισσότερο από 2 βαθμούς κελσίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της ταχείας και αυστηρής αλλαγής στην παραγωγή και κατανάλωση της ενέργειας. Επομένως η ανάγκη για την επίτευξη των κτιρίων μηδενικής ή σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης κρίνεται αναγκαία.

### **2.6.2 Άνεση**

Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι ένα σημαντικό μέρος της άνεσης μας εξαρτάται από την 'θερμική άνεση'. Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 7730, είναι σημαντικό:

1. Ο αέρας να μην είναι πολύ υγρός.
2. Η ταχύτητα του αέρα να παραμένει εντός των αποδεκτών ορίων.
3. Η διαφορά μεταξύ ακτινοβολίας και θερμοκρασίας του αέρα να παραμένει μικρή.
4. Η διαφορά της ακτινοβολούσας θερμοκρασίας ανάμεσα σε διαφορετικές κατευθύνσεις να παραμένει μικρή.
5. Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που αισθανόμαστε στο κεφάλι να μην είναι λιγότερο από 2° C από αυτήν που αισθανόμαστε στα πόδια.

### **2.6.3 Υγεία**

Με καλή θερμομόνωση μπορεί να αποφευχθεί το πρόβλημα τις καλλιέργειας μυκήτων, μούχλας και άλλων προβλημάτων που συμβάλουν στην κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα και τα οποία οφείλονται κυρίως στην υψηλή υγρασία.

### **2.6.4 Οικονομία**

Ο σχεδιασμός των κτιρίων ΚΜΚ περιλαμβάνει κάποια μέτρα(παρουσιάζονται σε άλλο κεφάλαιο) τα οποία προσφέρουν εξοικονόμηση χρημάτων. Μερικά από αυτά έχουν μικρό κόστος ενώ κάποια απαιτούν μεγάλο αρχικό κεφάλαιο αλλά το αντισταθμίζουν με την μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, άρα και των εξόδων. Ακόμα η χρήση των τοπικών συστημάτων ΑΠΕ προσφέρει μια ασφάλεια από την ραγδαία αύξηση της τιμής της ενέργειας. Έτσι η ευρεία είσοδο στην αγορά των ZEB θα είχε τεράστιες δημοσιονομικές επιπτώσεις. Έχει υπολογιστεί πως αν εφαρμοστούν αυτά τα μέτρα σε όλα τα κτίρια η Ευρώπη θα εξοικονομεί κάθε χρόνο 270 δισεκατομμύρια ευρώ. Ως εκ τούτου προκύπτει ότι η εφαρμογή των ZEB είναι απαραίτητη.

## **2.7 ΚΥΡΙΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΜΚ**

Παρατηρούμε ότι σε πολλές χώρες της Ευρώπης αλλά και στην Αμερική έχουν γίνει ήδη αρκετά βήματα, παρόλα αυτά όμως ακόμα παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα, τα πιο σημαντικά είναι:

- Το υψηλό αρχικό κόστος
- Έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού
- Έλλειψη ενημέρωσης
- Έλλειψη νομοθετικού πλαισίου και οικονομικά κίνητρα από πολλές χώρες

## **3.ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

### **3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η μεγαλύτερη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που υπάρχει είναι ο ήλιος. Ως ηλιακή ενέργεια θεωρούμε όλες τις διαφορετικές μορφές ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο, όπως το φως (φωτεινή ενέργεια), τη θερμότητα (θερμική ενέργεια) καθώς και άλλες μορφές ακτινοβολίας (ενέργεια ακτινοβολίας). Ειδικότερα για την Ελλάδα, η ηλιακή ενέργεια αποτελεί τη σημαντικότερη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας και το βασικό ενεργειακό πλούτο της χώρας, αφού διαθέτει υψηλή ηλιακή ακτινοβολία με μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας. Το άθροισμα της συνολικής ετήσιας ακτινοβολίας στη χώρα μας κυμαίνεται από 1400 έως 1800 (kWh/m<sup>2</sup>/έτος), και συγκεκριμένα το 70% αποτελεί άμεση ακτινοβολία και το 30% διάχυτη. Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο (στη δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της κυμαινόμενη από 2.200 ως 2.300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3.100 ώρες ετησίως). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι δυνατή η οικονομικά επωφελής εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για θερμικές εφαρμογές με χρήση ΘΗΣ, σε όλη την ελληνική επικράτεια.

Ένα μεγάλο μέρος των αναγκών ενός κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης φως και ηλεκτρισμό μπορεί να καλυφθεί από τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας αποφεύγοντας έτσι τις αρνητικές επιπτώσεις των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από τα συμβατικά καύσιμα. Ωστόσο θα ήταν ουτοπία, να φανταστεί κανείς ότι θα μπορούσαν να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες στο σύνολο τους με την άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας (θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), χωρίς τη συμβολή της έμμεσης (ορυκτά καύσιμα, φωτοσύνθεση κ.α.). Με βεβαιότητα όμως μπορούμε να πούμε πως ο ρόλος της ηλιακής ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, θα αυξάνεται διαρκώς στο ενεργειακό ισοζύγιο έναντι των συμβατικών καυσίμων και σε λίγα χρόνια θα καλύπτει ένα σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης στις διάφορες μορφές της.

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά θερμικά (ηλιοθερμικά) συστήματα με τα οποία θα ασχοληθούμε σε αυτό το κεφάλαιο, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά θερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

### **3.2 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

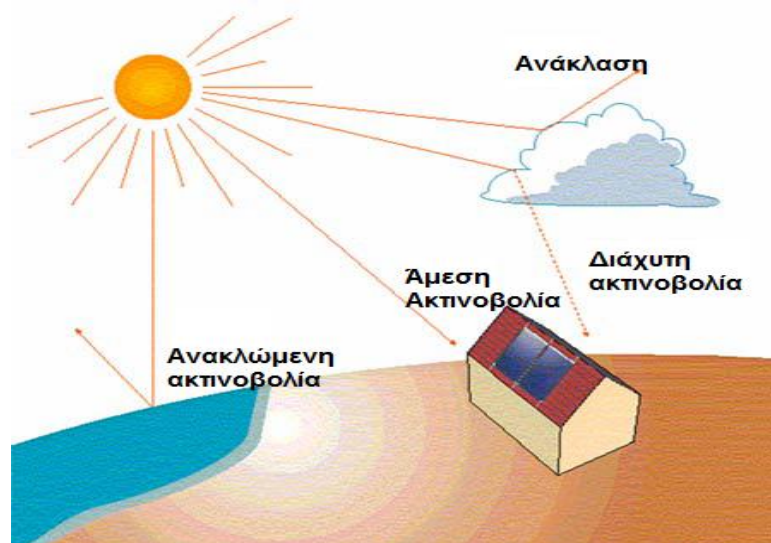
Η συνολική ενέργεια στη μονάδα του χρόνου (ισχύς) που προέρχεται από μια πηγή ακτινοβολίας και προσπίπτει σε μια μοναδιαία επιφάνεια, αποτελεί την

πυκνότητα ισχύος ή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και μετράται σε  $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ .

Συμβολίζεται γενικά με το γράμμα  $G$ . Η τιμή της σε ορισμένη ώρα και σημείο στην επιφάνεια της γης εξαρτάται έντονα από την θέση του ήλιου στον ουρανό, αλλά και τις μετεωρολογικές συνθήκες

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της γης, ένα μέρος της απορροφάται από τα μόρια του αέρα, τα σύννεφα κλπ., ένα άλλο διαχέεται εντός της ατμόσφαιρας και ένα τρίτο προσπίπτει απ' ευθείας στην επιφάνεια του συλλέκτη (άμεση ή ακτινική ακτινοβολία). Η συνολική ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια του συλλέκτη είναι το άθροισμα της ακτινικής ή άμεσης ακτινοβολίας) που προσπίπτει επί αυτού απ' ευθείας, και της διάχυτης ακτινοβολίας που προέρχεται από αυτήν που διαχέεται στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, όταν ο συλλέκτης εγκαθίσταται με κλίση προς το οριζόντιο επίπεδο, προστίθεται και ένα μικρό σχετικά ποσοστό προερχόμενο από ανάκλαση σε παρακείμενα αντικείμενα. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας, ιδίως σε όχι πολύ βόρειες περιοχές, προέρχεται από την άμεση ακτινοβολία, σημαντική όμως είναι και η συμβολή της διάχυτης. Η πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στο διάστημα κυμαίνεται σε μικρά όρια περί μέση τιμή

$G_{sc} = 1353 \left[ \frac{W}{m^2} \right]$  και ονομάζεται ηλιακή σταθερά.



Εικόνα 3.1

### 3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα ενεργητικά θερμικά ηλιακά συστήματα είναι ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και δεν αποτελούν απαραίτητο δομικό στοιχείο του συστήματος στο οποίο αυτή θα προσφερθεί.

Για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διανομή της ενέργειας χρησιμοποιούν βοηθητικές συσκευές όπως ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και αυτοματισμούς, παρουσιάζοντας έτσι υψηλότερο κόστος από αυτό των παθητικών, αλλά γενικά μεγαλύτερη απόδοση.

Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Μάλιστα η παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης αποτελεί την πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών. Βέβαια οπουδήποτε απαιτείται θερμότητας χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα συστήματα αυτά. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση χώρων, αφαλάτωση, παραγωγή ψύξης, κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές. Συγκεκριμένα στην χώρα μας υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων και τα οποία αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

Το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για να αντληθεί η θερμική ενέργεια, είναι είτε αέριο είτε υγρό και θερμαίνει άμεσα ή έμμεσα:

- Νερό ή αέρα για θέρμανση χώρων
- Νερό για οικιακές εφαρμογές
- Νερό ή αέρα για βιομηχανικές εφαρμογές
- Αέρα σε εφαρμογές ψύξης

Τα συστήματα αυτά είναι από τα σημαντικότερα ηλιακά συστήματα και παρέχουν μακροπρόθεσμα «καθαρή θερμική ενέργεια», η οποία μπορεί να αντικαταστήσει το 20–80% των θερμικών απαιτήσεων που καλύπτονται από συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο). Είναι οικονομικά με βάση την ανάλυση κύκλου ζωής τους (20-30 χρόνια), ενώ αποπληρώνονται σε 3-10 χρόνια. Τέλος, παρέχουν πολύ καλή ενεργειακή ασφάλεια και έτσι ενδυναμώνουν την τοπική και εθνική αγορά τόσο σε ιδιωτικό όσο και σε δημόσιο επίπεδο. Ωστόσο για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και έχοντας ως στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του ηλιακού συστήματος, είναι πολύ σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός του και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης.

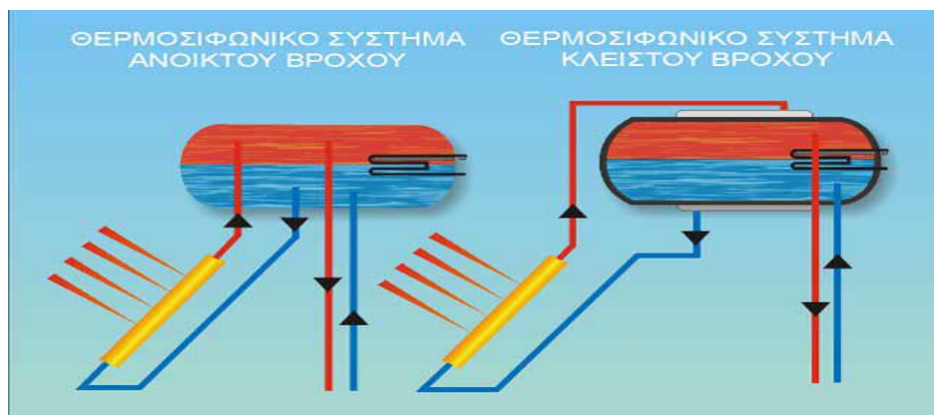
Τα θερμικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν, το μέγεθός τους, την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, το κλίμα της περιοχής κ.α. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν μεγάλη ποικιλία στις διατάξεις τους λόγω των διαφορετικών τρόπων που προστατεύονται από τον παγετό. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε δύο τύπους: στα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας και στα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας.

### **3.3.1 Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας (θερμοσιφωνικά).**

Στην χώρα μας η πιο διαδεδομένη συσκευή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας. Στο σύστημα της εικόνας 3.2 το κρύο νερό προσάγεται στο κάτω μέρος της δεξαμενής, το οποίο ως ειδικά βαρύτερο, κατεβαίνει στο μονωμένο σωλήνα και φθάνει στο συλλέκτη. Καθώς το νερό μέσα στο συλλέκτη θερμαίνεται, γίνεται ελαφρύτερο (μικρότερο ειδικό βάρος) και ανέρχεται με φυσικό τρόπο στη δεξαμενή αποθήκευσης απ' όπου και οδεύει για χρήση, όποτε χρειαστεί. Στη δεξαμενή συνεχίζουν να ρέουν οι ψυχρότερες μάζες (άρα και βαρύτερες) μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη, όπου σταδιακά θερμαίνονται και η αυθόρμητη αυτή διαδικασία επαναλαμβάνεται. Αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι η αυτορρύθμιση του ρυθμού κυκλοφορίας του νερού, ανάλογα με την ωφέλιμη ενέργεια. Έτσι, η κυκλοφορία του νερού είναι φυσική,



στηριζόμενη στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ κρύου και θερμού νερού, ενώ η δεξαμενή τοποθετείται λίγο υψηλότερα από τους συλλέκτες για να εξασφαλίζει φυσική κυκλοφορία. Μάλιστα, όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (νυχτερινές ώρες, παρατεταμένη συννεφιά), υπάρχει περίπτωση αντιστροφής της κυκλοφορίας του νερού. Για το λόγο αυτό, επιβάλλεται η τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης σε υψηλότερη στάθμη από το συλλέκτη (30–60cm) και η σύνδεση του σωλήνα προσαγωγής του νερού στα 2/3 του ύψους της δεξαμενής. Μπορεί όμως να τοποθετηθεί και στο ύψος του ηλιακού συλλέκτη, αρκεί να τοποθετηθεί μία βαλβίδα αντεπιστροφής πριν την εισαγωγή του θερμού νερού στη δεξαμενή. Κλειστό θερμοσιφωνικό κύκλωμα χρησιμοποιείται για να αποφευχθεί ο κίνδυνος παγώματος του νερού στο συλλέκτη, σε βόρειες και ορεινές περιοχές όπου κάτι τέτοιο είναι πιθανόν. Τέλος, για να αντιμετωπισθούν οι μεγάλες αλλαγές θερμοκρασίας και η περίπτωση βρασμού το καλοκαίρι, το κλειστό σύστημα πρέπει να εφοδιασθεί με αυτόματο εξαεριστικό, δοχείο διαστολής και βαλβίδα ασφαλείας.



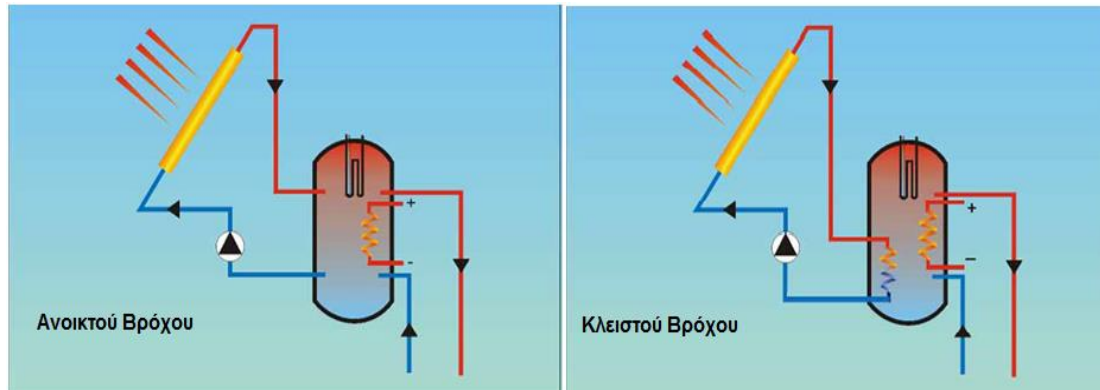
**Εικόνα 3.2:** Θερμοσιφωνικά συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόχου

### 3.3.2 Σύστημα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Στα συστήματα αυτά ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας, είναι εμφανής η ανάγκη ενός αυτοματισμού που θα θέτει σε εντός ή εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή. Ο διαφορικός διακόπτης δίνει εντολή στην αντλία να λειτουργήσει όταν η θερμοκρασία στην έξοδο από τους συλλέκτες είναι μερικούς βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία μέσα στη δεξαμενή. Η θερμοκρασιακή διαφορά που είναι ικανή ώστε ο κυκλοφορητής να τεθεί σε λειτουργία καλείται  $\Delta T_{on}$ . Από την άλλη, η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των ίδιων σημείων ονόματι  $\Delta T_{off}$  μπορεί να θέσει εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή. Συγκριτικά η  $\Delta T_{on}$  είναι προφανώς μεγαλύτερη από την  $\Delta T_{off}$ . Τέλος όπως έχει γίνει αντιληπτό, σε αυτά τα συστήματα δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης υψηλότερα από το συλλέκτη, προσφέροντας έτσι υψηλότερη αισθητική καθώς αποφεύγεται η παρουσία του εξωτερικού boiler, το οποίο τοποθετείται στο εσωτερικό.

Οι κατηγορίες ταξινόμησης των συστημάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας είναι δύο, τα συστήματα ανοιχτού βρόχου και κλειστού. Τα συστήματα ανοιχτού βρόχου, είναι κατάλληλα για περιοχές όπου δεν υπάρχει παγετός για μεγάλες

περιόδους και που δεν έχουν σκληρό ή όξινο νερό, και χρησιμοποιούν αντλίες για να κυκλοφορεί το νερό χρήσης στους συλλέκτες. Από την άλλη τα συστήματα κλειστού βρόχου, αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες, και η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό νερό αποθηκεύεται στις δεξαμενές.



**Εικόνα 3.3:** Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας ανοικτού και κλειστού

### 3.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### 3.4.1 Συλλέκτης

Η μονάδα αυτή αποτελεί την καρδιά του ηλιακού συστήματος και επιτελεί το σημαντικότερο έργο της συλλογής της ηλιακής ενέργειας και την απ' ευθείας μετατροπή της σε θερμική. Η σχέση που διέπει τη λειτουργία της είναι η :

$$Q_u = F_R \times A_c \times [G_T \times (\tau\alpha) - U_L \times (T_{f,i} - T_a)] [W]$$

$F_R$  = Συντελεστής απομάκρυνσης θερμότητας από τον συλλέκτη

$A_c$  = Επιφάνεια του συλλέκτη

$\tau\alpha$  = Γινόμενο διάβασης-απορρόφησης

$U_L$  = Ολικός συντελεστής απωλειών προς το περιβάλλον του συλλέκτη

$T_{f,i}$  = Μέση θερμοκρασία του συλλέκτη

$T_a$  = Θερμοκρασία περιβάλλοντος

και η οποία μας δίνει τη συνολική ωφέλιμη θερμική ισχύ που μπορεί να απορροφήσει το ρευστό από το συλλέκτη.

Η ηλιακή ενέργεια (ηλιακή ακτινοβολία) συλλέγεται από την πλάκα απορρόφησης του ηλιακού συλλέκτη. Για την βελτίωση της αποδοτικότητας συλλογής εφαρμόζονται συχνά επιλεκτικά στρώματα βαφής στην πλάκα απορρόφησης. Ένα ρευστό (με καλές θερμικές ιδιότητες) απορροφά την ενέργεια που συλλέχθηκε.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να θερμάνουν τα υγρά. Η επιλογή ενός τύπου ηλιακού συλλέκτη θα εξαρτηθεί από τη θερμοκρασία της εφαρμογής καθώς και από την εποχή κατά την οποία προορίζεται να χρησιμοποιηθεί το σύστημα (ή αλλιώς από το του κλίμα της περιοχής εφαρμογής). Οι πιο κοινοί τύποι ηλιακών συλλεκτών είναι:

- Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες
- Οι συλλέκτες σωλήνων κενού
- Ακάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες

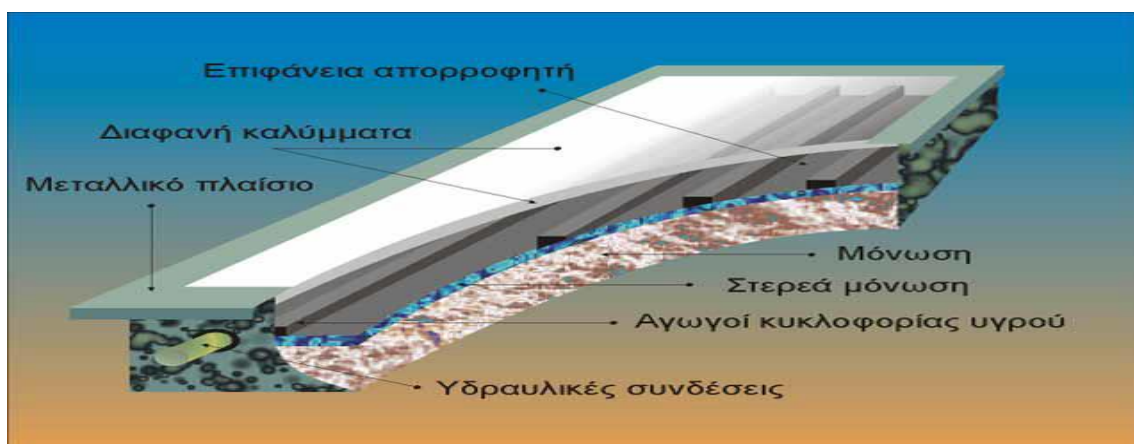
#### 3.4.1.1 Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες

Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης αποτελεί την πλέον διαδεδομένη συσκευή εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην ουσία είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας ο οποίος μετατρέπει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Η θερμοκρασία εξόδου του ρευστού από έναν επίπεδο ηλιακό συλλέκτη είναι της τάξεως μέχρι 100 °C. Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης εκμεταλλεύεται την άμεση, την διάχυτη και την ανακλώμενη από το έδαφος ηλιακή ακτινοβολία, χρειάζεται δε μικρή μόνο συντήρηση. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.4 τα βασικά στοιχεία ενός επίπεδου ηλιακού συλλέκτη είναι:

- Το κάλυμμα, συνήθως από γυαλί αλλά και από διαφανές πλαστικό.
- Η μαύρη απορροφητική επιφάνεια, η οποία μπορεί να είναι και από ειδική, επιλεκτικά απορροφούσα ουσία.
- Το δίκτυο μεταφοράς του ρευστού, που συνήθως είναι ενσωματωμένο με την μαύρη απορροφητική επιφάνεια.
- Η θερμομόνωση στο πίσω μέρος, και τα πλάγια.
- Το περίβλημα που συγκρατεί την κατασκευή και προσφέρει προστασία από το περιβάλλον : βροχή, υγρασία, σκόνη.

Το εξωτερικό κάλυμμα διατίθεται σε διάφορους τύπους: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια και επιλεκτική επιφάνεια. Όσον αφορά την επιλεκτική επιφάνεια διακρίνεται από μεγάλη απορροφητικότητα στα μικρά μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας και από ελάχιστη ανάκλαση στα μεγαλύτερα μήκη κύματος. Αυτό σημαίνει ότι απορροφά την ενέργεια του Ήλιου χωρίς να την ανακλά.

Οι συλλέκτες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για ζεστό νερό χρήσης, για θέρμανση χώρου, για ηλιακό κλιματισμό(επιλεκτικοί συλλέκτες) και βιομηχανικές εφαρμογές



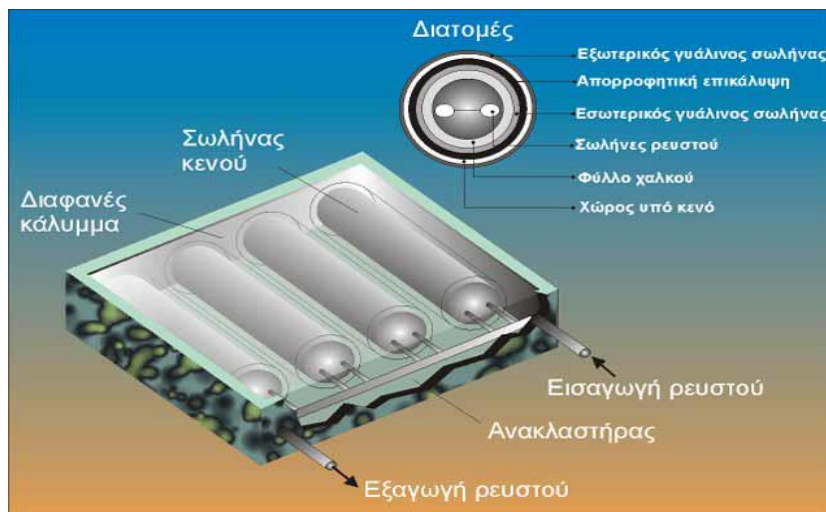
**Εικόνα 3.4:** Τυπική διάταξη επίπεδου συλλέκτη με νερό

### 3.4.1.2 Συλλέκτες σωλήνων κενού

Οι ηλιακοί συλλέκτες σωλήνων κενού, έχουν μια απορροφητική επιφάνεια με ένα εκλεκτικό επίστρωμα που εσωκλείεται σε έναν γυάλινο σωλήνα που βρίσκεται σε κενό ( έχει αφαιρεθεί ο αέρας). Οι παραπάνω συλλέκτες είναι καλοί στην συλλογή της ενέργειας από τον ήλιο και οι θερμικές απώλειές τους προς το περιβάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλές. Οι συλλέκτες αυτοί είναι καλοί για τις εφαρμογές που απαιτούν «ενεργειακή συναλλαγή» σε μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες ( εφαρμογές ζεστού νερού χρήσης, θέρμανσης χώρων και διάφορες άλλες διαδικασίας θέρμανσης σε 60°C - 80°C ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία), ιδιαίτερα στα κρύα κλίματα.

Επιπλέον εξακολουθούν να παρέχουν άριστα αποτελέσματα ακόμα και τις συννεφιασμένες μέρες. Αυτό γίνεται επειδή οι σωλήνες είναι ικανοί να απορροφούν την ενέργεια από τις υπέρυθρες ακτίνες που μπορούν να διαπεράσουν τα σύννεφα. Ο άνεμος και οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν λιγότερη επίδραση στη λειτουργία των αεροστεγών σωλήνων σε σύγκριση με τους ηλιακούς συλλέκτες επίπεδου πλαισίου, χάρη στις μονωτικές ικανότητες του κενού. Το σχήμα των σωλήνων παρέχει ανώτατη απορρόφηση σε σύγκριση με τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, καθώς ο σωλήνας είναι στρογγυλός και έτσι οι ηλιακές ακτίνες πέφτουν στην επιφάνεια του πάντα σε ορθή γωνία, μειώνοντας την αντανάκλαση.

Το γεγονός ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό των συλλεκτών το καλοκαίρι ξεπερνά τους 300 °C έχει ως αποτέλεσμα οι συλλέκτες κενού να μην συνιστώνται για οικιακή χρήση. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές όπου απαιτείται θερμοκρασία άνω των 80 °C.

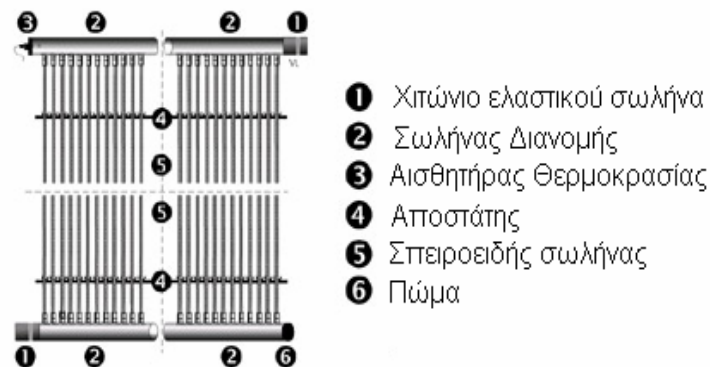


**Εικόνα 3.5:** Τυπική διάταξη συλλέκτη σωλήνων κενού

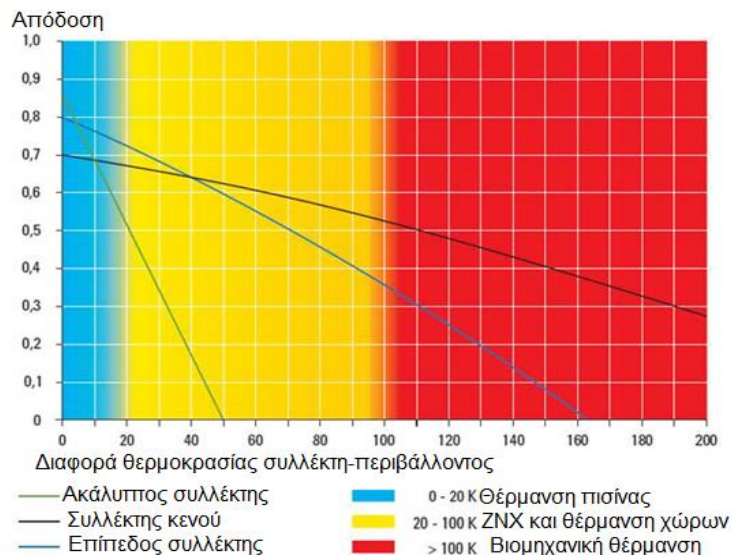
### 3.4.1.3 Ακάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες

Όπως απεικονίζονται στην εικόνα 3.6, είναι κατασκευασμένοι συνήθως από ένα μαύρο πολυμερές σώμα. Αυτοί οι συλλέκτες είναι χαμηλότερου κόστους είναι καλοί στη συλλογή της ενέργειας από τον ήλιο, αλλά οι θερμικές απώλειες στο περιβάλλον αυξάνονται σημαντικά σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του νερού και ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονους ανέμους. Κατά συνέπεια, συνήθως οι ακάλυπτοι συλλέκτες χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται «ενεργειακή συναλλαγή» σε χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. θέρμανση πισινών, ιχθυοκαλλιέργειες, βιομηχανικές διεργασίες

χαμηλών θερμοκρασιών κ.λπ.). Στα πιο κρύα κλίματα χρησιμοποιούνται τυπικά μόνον κατά την θερινή περίοδο λόγω των υψηλών απωλειών του συλλέκτη .



**Εικόνα 3.6:** Ακάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες



**Εικόνα 3.7:** Χαρακτηριστικές καμπύλες διαφορετικών τύπων συλλέκτη

### 3.4.2 Μονάδα αποθήκευσης της ενέργειας

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, τόσο η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια όσο και οι ενεργειακές ανάγκες που αυτή καλείται να καλύψει, είναι μεταβαλλόμενες συναρτήσεις του χρόνου. Με στόχο την εξομάλυνση των διακυμάνσεων στον εφοδιασμό ενός ενεργειακού συστήματος και την επάρκεια κάλυψης των αναγκών και των διακυμάνσεων της κατανάλωσης, είναι αναγκαία η δημιουργία και η ύπαρξη της θερμικής αποθήκης.

Για να αποφασισθεί το υλικό μέσο αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας, πολλοί είναι οι παράγοντες που πρέπει να εξετασθούν. Ωστόσο, κάποια από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του είναι η υψηλή ειδική θερμοχωρητικότητα, η χημική σταθερότητα, η ικανοποιητική μηχανική αντοχή, το ευρύ φάσμα θερμοκρασιών λειτουργίας, το χαμηλό κόστος και τέλος να μην είναι εύφλεκτο, τοξικό και να μη διαβρώνεται. Στα περισσότερα θερμικά συστήματα το νερό, έχοντας σε μέγιστο

βαθμό τις παραπάνω ιδιότητες αλλά και για άλλους λειτουργικούς λόγους, φαίνεται να αποτελεί ένα ιδανικό μέσο αποθήκευσης, ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η δεξαμενή αποθήκευσης είναι τις περισσότερες φορές ένα κυλινδρικό χαλύβδινο δοχείο, μονωμένο εξωτερικά για τη μείωση των θερμικών απωλειών. Τα δύο βασικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα ηλιακά θερμικά συστήματα είναι:

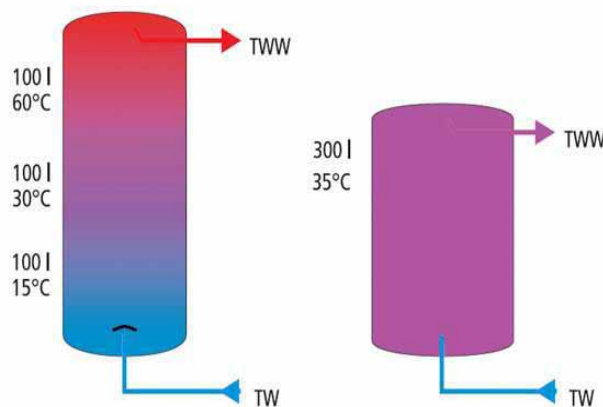
- Αποθήκη ομοιόμορφης θερμοκρασίας
- Θερμικά διαστρωμένη αποθήκη

#### 3.4.2.1 Αποθήκη ομοιόμορφης θερμοκρασίας

Αποθήκη ομοιόμορφης θερμοκρασίας ονομάζεται η υδάτινη αποθήκη στην οποία η θερμοκρασία σε οποιοδήποτε σημείο της είναι η ίδια. Κάτι τέτοιο γίνεται πρακτικά δυνατό με χρήση υγρού ως αποθηκευτικό μέσο. Όταν σε μία υδάτινη αποθήκη ομοιόμορφης θερμοκρασίας προσδίδεται ενέργεια, η θερμοκρασία της ανεβαίνει σχετικά αργά αλλά πρακτικά ομοιόμορφα για όλο το υγρό μέσο.

#### 3.4.2.2 Θερμικά διαστρωμένη αποθήκη

Αυτό πρακτικά επιτυγχάνεται όταν η εισαγωγή του θερμού νερού γίνεται από το πάνω μέρος της αποθήκης και η εξαγωγή προς την πηγή θέρμανσης από το κάτω. Ωστόσο, η ταχύτητα του νερού πρέπει να είναι αρκετά μικρή, έτσι ώστε το θερμό νερό εισαγωγής στην αποθήκη να μην αναμιγνύεται με το κρύο νερό που εξέρχεται για την πηγή θέρμανσης (συλλέκτης). Αυτό συμβαίνει βέβαια γιατί το θερμό νερό, έχοντας μικρότερο ειδικό βάρος από το κρύο, παραμένει στην κορυφή της δεξαμενής, ενώ το κρύο στον πυθμένα της.



**Εικόνα 3.8** Θερμοδοχεία ομοιόμορφης θερμοκρασίας και διαστρωμένης θερμοκρασίας

#### 3.4.3 Σύστημα ελέγχου

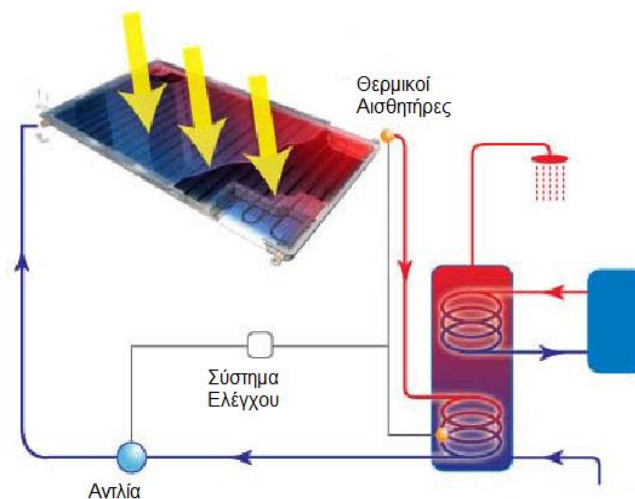
Μία ηλιακή εγκατάσταση συνοδεύεται συνήθως από ένα πίνακα αυτοματισμών και κάποιους αισθητήρες, κυρίως θερμοκρασίας. Οι αισθητήρες λαμβάνουν ορισμένες τιμές, τις μεταβιβάζουν στον κεντρικό έλεγχο και ο τελευταίος δίδει κατάλληλες εντολές σε ηλεκτροκίνητους διακόπτες, βαλβίδες, κυκλοφορητές,

ανεμιστήρες κ.τ.λ., με στόχο την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος και την προφύλαξή του από κινδύνους.

Στις περισσότερες θερμικές ηλιακές εφαρμογές συναντώνται δύο τύποι συστημάτων ελέγχου:

- Με κριτήριο την ύπαρξη ή όχι διαθέσιμης ωφέλιμης ενέργειας από τους συλλέκτες, το σύστημα ελέγχου ανοίγει ή κλείνει αντίστοιχα τους κυκλοφορητές του ρευστού.
- Με στόχο τη διατήρηση μιας προκαθορισμένης θερμοκρασίας στην έξοδο του συλλέκτη, το σύστημα ελέγχου ρυθμίζει κατάλληλα την ταχύτητα του κυκλοφορητή.

Η πιο συνηθισμένη διάταξη για το σκοπό αυτό αποτελείται από έναν αισθητήρα θερμοκρασίας στον πυθμένα της δεξαμενής αποθήκευσης και έναν δεύτερο αισθητήρα θερμοκρασίας στην έξοδο του συλλέκτη, οι οποίοι μετρούν τις θερμοκρασίες (εικόνα 3.9).



**Εικόνα 3.9**

#### **3.4.4 Προστασία από το ψύχος**

Η προστασία αυτή απαιτείται κατά τη διάρκεια που επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, δια μέσου της χρήσης ενός ειδικού αντιψυκτικού ρευστού με μια χαμηλή τοξικότητα. Το ρευστό αυτό του ηλιακού συλλέκτη χωρίζεται από το ζεστό νερό στη δεξαμενή αποθήκευσης με έναν εναλλάκτη θερμότητας.

#### **3.4.5 Άλλα στοιχεία**

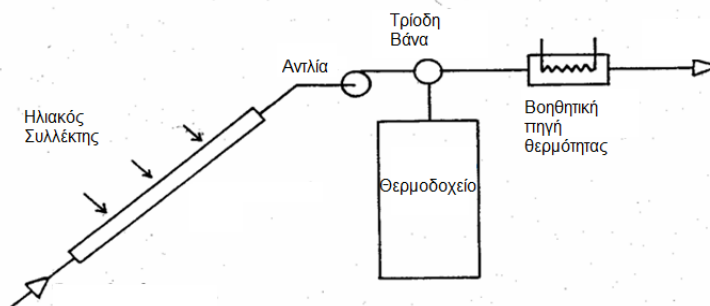
Άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχουν να κάνουν κυρίως με την ασφάλεια, όπως η προστασία υπερθέρμανσης, η προστασία ψύχους ή την πρόληψη επανεκκίνησης μεγάλου συστήματος μετά από μια περίοδο στασιμότητας, κ.α.

### 3.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

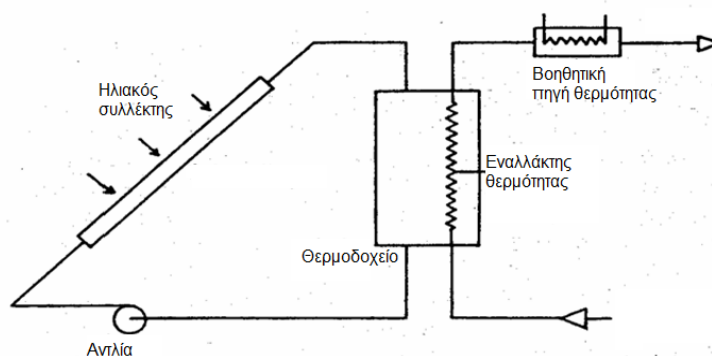
#### 3.5.1 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Σε δύο μεγάλες κατηγορίες διακρίνονται τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης:

- Ανοιχτού κυκλώματος: το νερό που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιείται απ' ευθείας ως ζεστό νερό χρήσης. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την απλή κατασκευή της δεξαμενής αποθήκευσης, ενώ υπάρχει ο κίνδυνος παγώματος και καταστροφής του συλλέκτη κατά τους χειμερινούς μήνες.
- Κλειστού κυκλώματος: υπάρχει χωριστό κύκλωμα με αντιψυκτικό υγρό (π.χ. προπυλενογλυκόλη) που κυκλοφορεί στο συλλέκτη. Η θερμότητα μεταφέρεται στο νερό προς χρήση μέσω εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι βρίσκονται είτε εντός της δεξαμενής αποθήκευσης, είτε ως εξωτερικός μανδύας αυτής, είτε τέλος, λειτουργούν ως εξωτερική συσκευή(εναλλάκτες ροής).



Εικόνα 3.10: Σύστημα παραγωγής ZNX ανοιχτού κυκλώματος



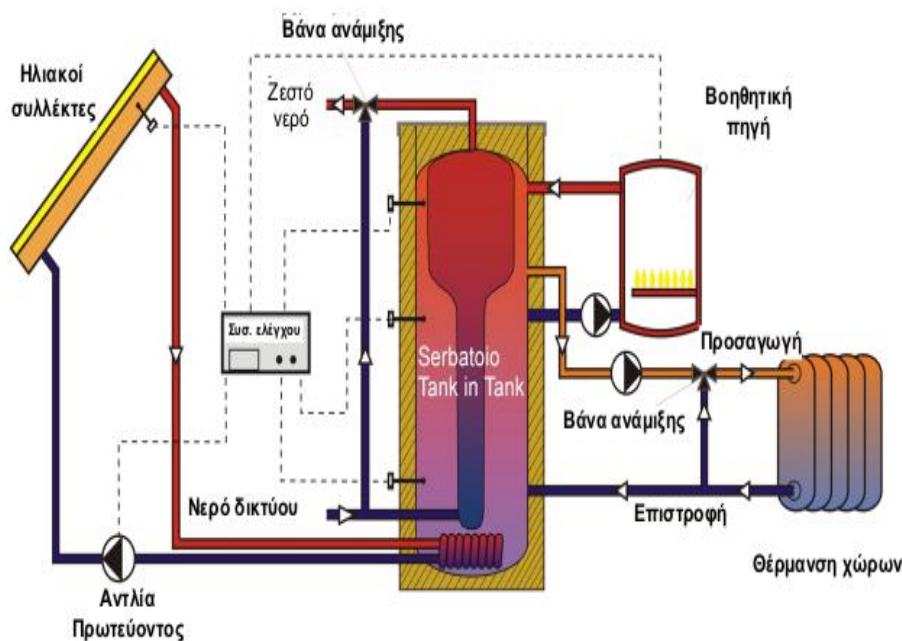
Εικόνα 3.11 Σύστημα παραγωγής ZNX κλειστού κυκλώματος

#### 3.5.2 Συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας(Θέρμανση χώρων-ZNX)

Για την υποβοήθηση θέρμανσης χώρου και παράλληλα για την παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης χρησιμοποιούνται τα θερμικά ηλιακά συστήματα. Τα ηλιακά αυτά συστήματα, για τα οποία έχει επικρατήσει ο όρος “solar combisystems” ή



απλά “combi”, παρότι δεν είναι ακόμη ιδιαίτερα γνωστά στη χώρα μας, αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία και η Γερμανία.



**Εικόνα 3.12:** Ηλιακό σύστημα συνδυασμένης λειτουργίας

Γενικά, τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου, βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils) και ένα σύστημα ελέγχου. Τα γενικά χαρακτηριστικά του, λοιπόν, είναι τα ίδια με αυτά ενός κοινού κεντρικού ηλιακού συστήματος. Βέβαια, στη συγκεκριμένη διάταξη χρησιμοποιούνται δύο δοχεία αποθήκευσης. Αυτό του ζεστού νερού χρήσης είναι εμβαπτισμένο στο μεγαλύτερο δοχείο, στο οποίο κυκλοφορεί το ίδιο υγρό (νερό) με αυτό του δικτύου θέρμανσης, δηλαδή των καλοριφέρ.

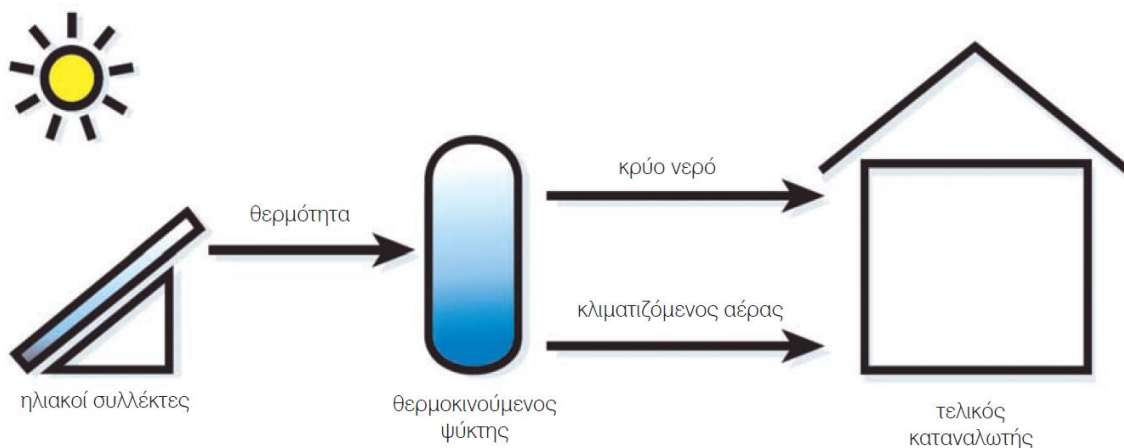
Η ιδανική εφαρμογή, όμως, του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fan coils), ενώ για θέρμανση με συμβατικά θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10–15% (αντιμετωπίζεται με υπερδιαστασιολόγηση της εγκατάστασης). Δεδομένου ότι κατά τις περιόδους νεφελώδους καιρού το ηλιακό σύστημα μπορεί να έχει μηδενική ή πολύ μικρή συμβολή στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, το εφεδρικό σύστημα θέρμανσης θα πρέπει να είναι ικανό να παράσχει το 100% των απαιτήσεων θέρμανσης.

Μια πολύ μεγάλη πιθανή αγορά για τη χώρα μας αποτελεί η ηλιακή θέρμανση χώρων. Τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο παρελθόν σε ορισμένα τέτοια συστήματα μπορούν πια να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με σωστό σχεδιασμό. Οι προσομοιώσεις για τον Ελληνικό χώρο έδειξαν ότι τα συστήματα combi μπορούν να συνδυαστούν με συμβατικά συστήματα θέρμανσης, δίνοντας αξιόλογα ενεργειακά αποτελέσματα και καλύψεις του συνολικού θερμικού φορτίου που φτάνουν το 40–50%

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο συνδυασμός ενός συστήματος combi με ένα σύστημα ηλιακού κλιματισμού είναι ιδανικός, δεδομένου ότι αίρει το πρόβλημα της περίσσειας ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και συνεπώς μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλα ποσοστά κάλυψης για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης των κατοικιών ή άλλων κτιρίων.

### 3.5.3 Ψύξη-Κλιματισμός

Ένα τυπικό Σύστημα Ηλιακού Κλιματισμού (ΣΗΚ) αποτελείται από ένα απλό ηλιοθερμικό σύστημα, το οποίο απαρτίζεται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης, τη μονάδα ελέγχου, σωληνώσεις, αντλίες και ένα θερμοκινούμενο ψύκτη - όπως φαίνεται στην εικόνα 3.14. Οι περισσότεροι από τους συλλέκτες ηλιακής ενέργειας, που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές ΣΗΚ και είναι διαθέσιμοι σήμερα στην αγορά, είναι συλλέκτες υψηλής απόδοσης (επίπεδοι συλλέκτες με διπλό τζάμι ή συλλέκτες σωλήνων κενού).

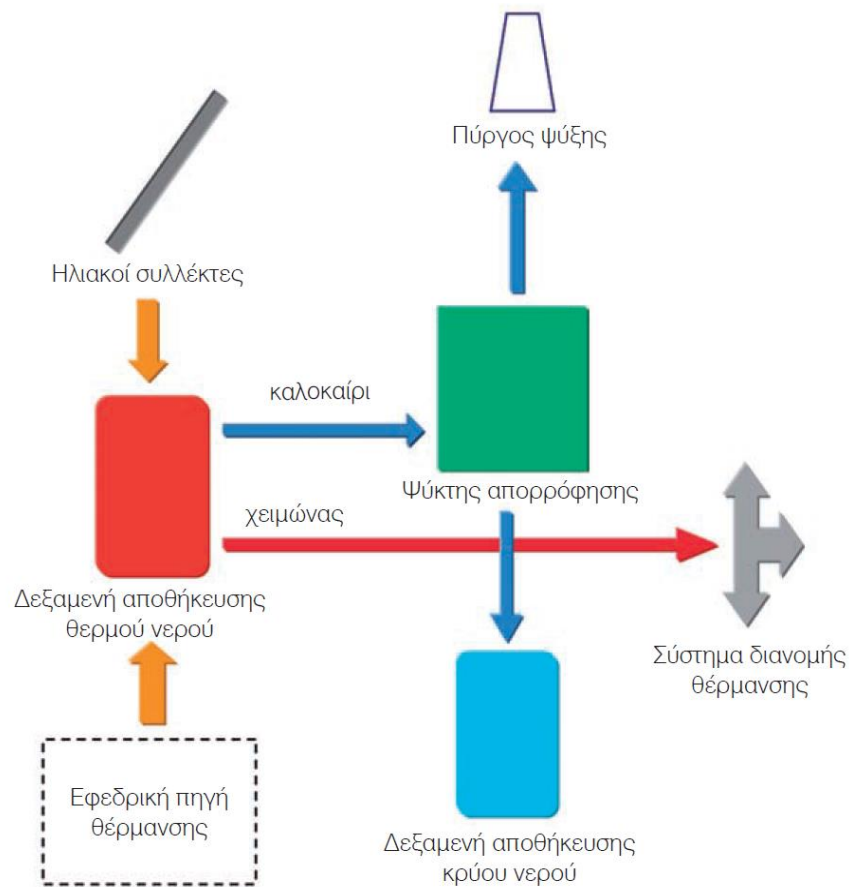


**Εικόνα 3.13:** Σύστημα ηλιακού κλιματισμού

Η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια - με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται από ηλιακούς συλλέκτες με σκοπό την παραγωγή υγρού υψηλής θερμοκρασίας (συνήθως νερού), το οποίο είναι αποθηκευμένο σε δεξαμενή. Ο ψύκτης ο οποίος αποτελεί τον πυρήνα της διαδικασίας χρησιμοποιεί το θερμό υγρό της δεξαμενής για παραγωγή ψυχρού υγρού. Το υγρό αυτό μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε τυπική εγκατάσταση κλιματισμού, η οποία έχει λειτουργία παρεμφερή με αυτή ενός ηλεκτρικού ψυγείου. Κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης ημέρας, η θερμική δεξαμενή αποθήκευσης λειτουργεί ως ρυθμιστής, ο οποίος βοηθά στη βελτιστοποίηση της ασύγχρονης θερμικής απορρόφησης κατά τις ώρες της ηλιακής ακτινοβολίας και του δροσισμού -που πιθανόν να απαιτείται σε διαφορετική χρονική περίοδο- γεγονός που κάνει την ύπαρξη της απολύτως αναγκαία.

Μια άλλη διάταξη, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις που λειτουργούν τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (για θέρμανση) όσο και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (για δροσισμό), παρουσιάζεται στην εικόνα 3.15. Στη διάταξη αυτή είναι απαραίτητη η ύπαρξη δύο δεξαμενών: η 1η για την αποθήκευση του θερμού νερού που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες και η 2η για το ψυχρό νερό που παράγεται από τον ψύκτη (chiller) απορρόφησης. Επιπλέον

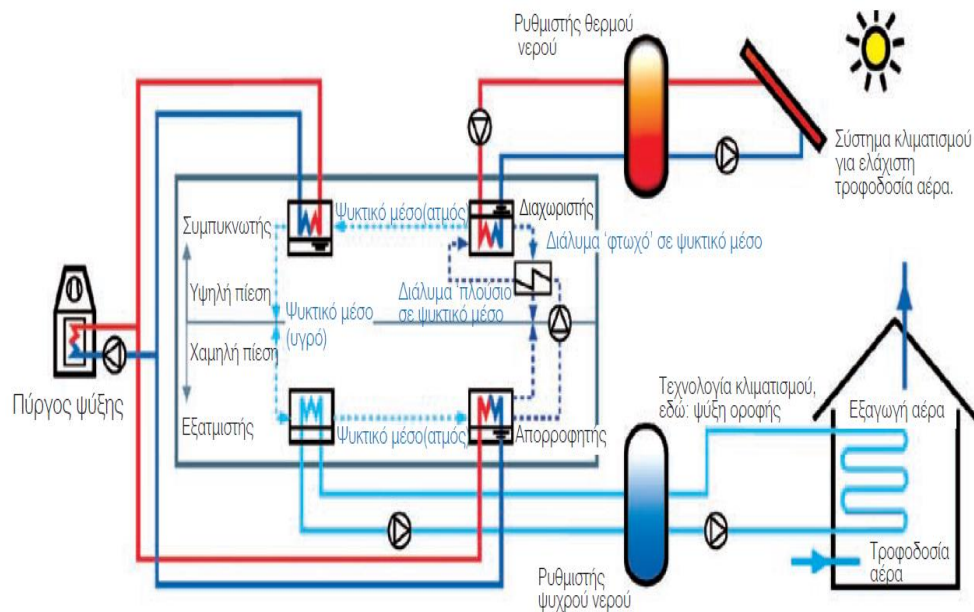
απαιτείται συμβατική εφεδρική πηγή θέρμανσης (π.χ. λέβητας φυσικού αερίου), η οποία καθιστά τη λειτουργία της εγκατάστασης ηλιακού κλιματισμού ανεξάρτητη από τη διαθεσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας.



**Εικόνα 3.14:** Βασική διάταξη εγκατάστασης ηλιακού κλιματισμού με χρήση χειμώνα-καλοκαίρι

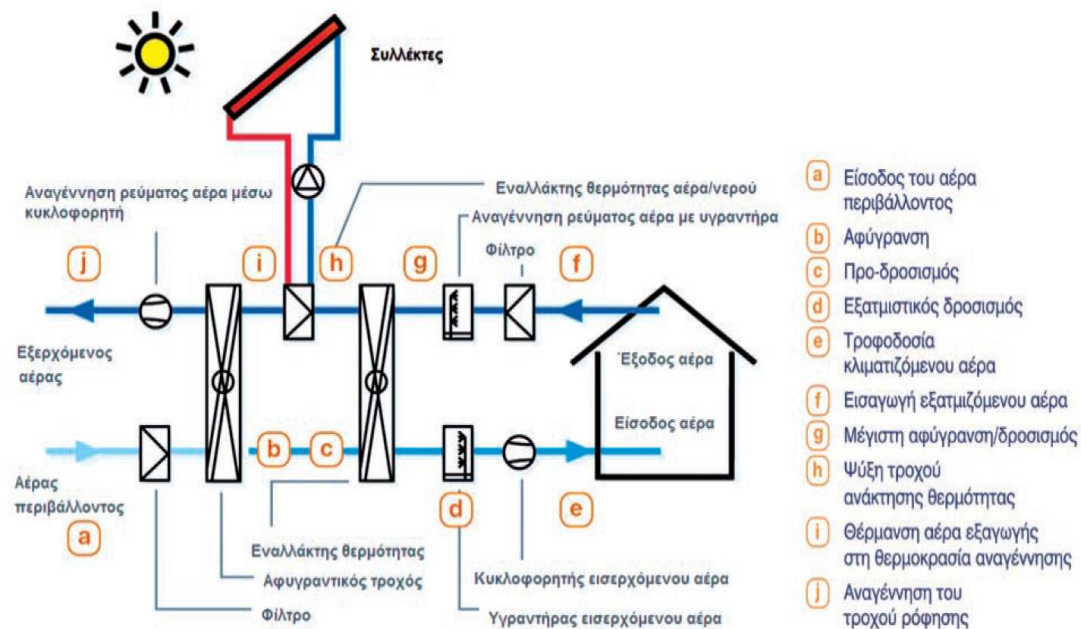
Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού μπορούν να ταξινομηθούν σε:

α)Κλειστά συστήματα: αυτά είναι θερμοκίνητοι ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα (ψυχρό, ξηρό), είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να ενεργοποιήσει τις τοπικές μονάδες των δωματίων (π.χ. fan coils). Στην αγορά σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμοι οι *ψύκτες απορρόφησης* (πιο κοινί) και *ψύκτες προσρόφησης*



**Εικόνα 3.15:** Κλειστά συστήματα ηλιακού κλιματισμού

**β) Ανοικτά συστήματα:** επιτρέπουν πλήρη κλιματισμό παρέχοντας ψυχρό και ξηρό αέρα σύμφωνα με τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης. Το ψυκτικό μέσο είναι πάντα νερό, δεδομένου ότι είναι σε άμεση επαφή με τον αέρα. Τα πιο κοινά συστήματα είναι συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου, που χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με στερεό πορώδες απορροφητικό υλικό.



**Εικόνα 3.16:** Ανοικτά συστήματα ηλιακού κλιματισμού

## 4.ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενδοδαπέδια θέρμανση που θεωρείται από πολλούς καινοτομία στο πεδίο των εφαρμογών θέρμανσης, αποτελεί τεχνική που εμφανίζεται στην αρχαιότητα με βασική καύσιμη ύλη τα καυσόξυλα και μέσο μετάδοσης τον αέρα που διαχεόταν σε υπόγεια κανάλια κάτω από το δάπεδο. Το συγκεκριμένο σύστημα θα μπορούσε να πει κάποιος ότι έχει τις ρίζες του στα κλασικά χρόνια όπου οι Έλληνες είχαν την δυνατότητα για ζεστό μπάνιο σε δημόσια λουτρά.

Όμως η εφεύρεση ενός ολοκληρωμένου συστήματος θέρμανσης των λουτρών, των χώρων και του νερού, ανήκει στους Ρωμαίους, έναν λαό που λάτρευε τις ανέσεις και επεδίωκε την πολυτέλεια. Έτσι επινόησαν ένα προηγμένο σύστημα, τα υπόκαυστα(Εικόνα 4.1). Οι πηγές, αναφέρουν τον Γάιο Σέργιο Οράτα ως τον εμπνευστή των υποκαύστων, γύρω στο 80 Π.Χ. Σύμφωνα με τον Βιτρούβιο, που στο έργο του *De architectura* περιγράφει ένα ρωμαϊκό λουτρό, τα υπόκαυστα (Εικόνα 4.1) δημιουργούνταν με την υπερύψωση των δαπέδων και την έδρασή τους πάνω σε στυλίσκους, των οποίων το ιδανικό ύψος ήταν τα 0,60μ. Τα υπόκαυστα, ήταν χαμηλοί και συνήθως υπόγειοι χώροι κάτω από τα δάπεδα των δωματίων του λουτρού όπου κυκλοφορούσαν τα καυτά αέρια που παραγόταν από την φωτιά που έκαιγε στην εστία.



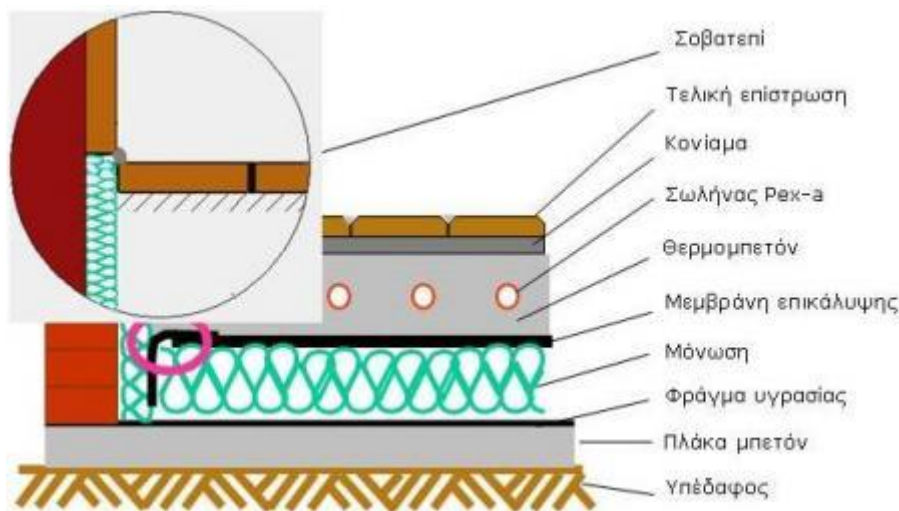
Εικόνα 4.1

Το σύστημα θέρμανσης των δωματίων συμπλήρωσαν στο 2ο μισό του 1ου Π.Χ. αιώνα οι θερμαινόμενοι τοίχοι και οι θερμαινόμενοι θόλοι, όπου τα θερμά αέρια κυκλοφορούσαν μέσα σε πήλινους σωλήνες κυκλικής ή τετράγωνης διατομής, που εφάπτονταν στους τοίχους ή μέσα από κενά που δημιουργούνταν με πήλινα πλακίδια στερεωμένα σε ανάλογη απόσταση εμπρός από τους τοίχους. Η κατασκευή καλυπτόταν συνήθως από ορθομαρμάρωση, ενώ με μάρμαρο ήταν στρωμένα και τα δάπεδα.

Οι πρώτες προσπάθειες για επαναφορά του ενδοδαπέδιου συστήματος συναντιούνται στις αρχές του προηγούμενου αιώνα όταν ο Arthur H Barker, Βρετανός καθηγητής, ανακάλυψε ότι μικροί σωλήνες ζεστού νερού καλυμμένοι από κονίαμα ή τσιμέντο, αποτελούν ένα πολύ αποδοτικό θερμικό σύστημα. Απέτυχε όμως αρχικά καθώς οι σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μεταλλικοί και διαβρώνονταν εύκολα. Στη δεκαετία του 1970 η ανάπτυξη της βιομηχανίας των πλαστικών σωλήνων και των μονωτικών υλικών επιτρέπουν την επιτυχημένη εφαρμογή του συστήματος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης με την σημερινή μορφή της.

## 4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στην σημερινή μορφή της λειτουργεί επιτυχώς στην ηπειρωτική Ευρώπη τα τελευταία 50 έτη, ενώ στην Ελλάδα ήδη οι πρώτες εγκαταστάσεις λειτουργούν εδώ και 25-30 χρόνια



**Εικόνα 4.2:** Μία τυπική τομή του δαπέδου σε ενδοδαπέδια θέρμανση στη σημερινή της μορφή

Στο σύστημα αυτό, το ζεστό νερό που μεταφέρει την θερμότητα από τον λέβητα, προσάγεται σε χαμηλή θερμοκρασία ( $35^{\circ}\text{C}$ - $55^{\circ}\text{C}$ ) μέσα στο δάπεδο μέσω σωληνώσεων, μετατρέποντας το δάπεδο σε μεγάλο θερμαντικό σώμα χαμηλής θερμοκρασίας, που ακτινοβολεί ομοιόμορφα σε όλον τον χώρο. Η μέγιστη θερμοκρασία στην επιφάνεια του δαπέδου είναι  $26\text{C}$ - $29\text{C}$ , δηλαδή χαμηλότερη από την θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος, εξασφαλίζοντας ένα αίσθημα ευεξίας και άνεσης. Η θέρμανση δαπέδου πλησιάζει περισσότερο από κάθε άλλο σύστημα την κατανομή αυτή, πραγματοποιώντας την παλιότερη επιθυμία "ζεστά πόδια - κρύο κεφάλι".

Η παραγόμενη θερμότητα ακτινοβολείται από το πάτωμα προς τα λοιπά αντικείμενα του χώρου για να τα ζεστάνει. Επίσης, θεωρείται πως υφίσταται και ένα μικρό ποσό θερμότητας που κινείται με συναγωγή (μεταφορά) από το δάπεδο και θερμαίνει τον αέρα του χώρου.

Ο ρυθμός της ροής της θερμότητας από το σύστημα καθορίζεται από:

- Τη μέση θερμοκρασία του νερού

- Τη μεταξύ απόσταση και τη διάμετρο των σωληνώσεων
- Το φινίρισμα του δαπέδου
- Την κατασκευή του δαπέδου

Η μέση θερμοκρασία του νερού και το διάκενο των σωληνώσεων μπορούν να ποικίλουν έτσι ώστε να παρέχουν την απαιτούμενη θερμοκρασία του χώρου υπερνικώντας θέματα όπως, η υπερβολική θερμική απώλεια ή το μη επιθυμητό φινίρισμα πατώματος, και πρέπει να καθορίζονται με προσοχή από το σχεδιαστή.

## **4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

### **4.3.1 Ομοιόμορφη θερμική άνεση**

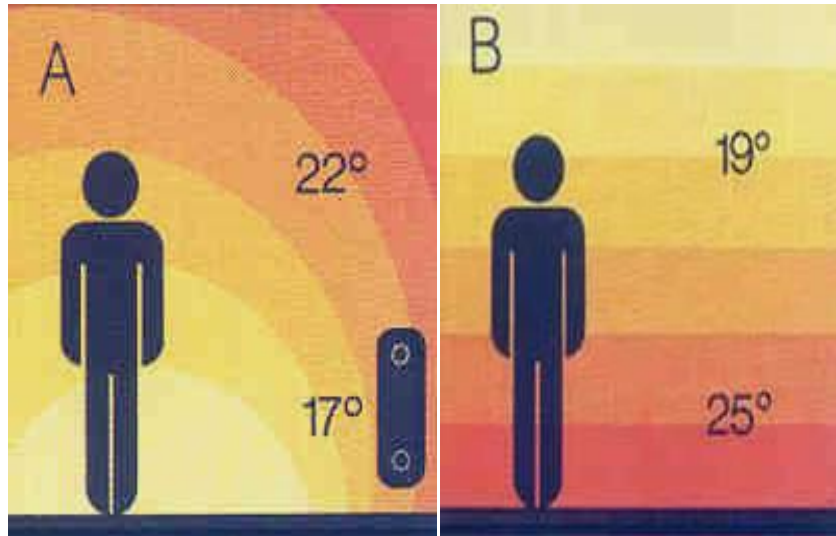
Ο βαθμός θερμικής άνεσης σε ένα δωμάτιο διαδραματίζει έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για το εάν αισθανόμαστε άνετα. Αυτό καθορίζεται πρώτιστα από την θερμοκρασία του αέρα καθώς επίσης και από την θερμοκρασία της επιφάνειας των στοιχείων που υπάρχουν στο δωμάτιο: τοίχοι, οροφή, πάτωμα και τα παράθυρα. Ένα άνετο κλίμα δωματίων υπάρχει όταν οι θερμοκρασίες αέρα και επιφάνειας είναι ίσες και κυμαίνονται μεταξύ 20-22°C. Οι άριστες ιδιότητες ρύθμισης της θερμότητας και της υγρασίας έχουν θετική επίδραση και στο κλίμα δωματίων και στη θερμική άνεση. Το κλίμα των δωματίων και ο βαθμός θερμικής άνεσης βελτιώνονται καταφανώς. Αυτό είναι μια επίδραση που μπορεί πραγματικά να γίνει αισθητή, δεδομένου ότι έχει επιπτώσεις άμεσα στον τρόπο που νιώθουμε την θερμότητα.

Τα συστήματα θέρμανσης δαπέδου θερμαίνουν, εκμεταλλευόμενα τις χαμηλές θερμοκρασίες της επιφάνειας του δαπέδου και την ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας, με ήπια ακτινοβολία ενέργειας εξασφαλίζοντας έτσι την θερμική θαλπωρή. Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης, μ' αυτό τον τρόπο αποκαθίσταται η ισορροπία ακτινοβολούμενης θερμότητας μεταξύ ανθρώπου και του χώρου που τον περικλείει και επιτυγχάνεται η ιδανική αίσθηση θαλπωρής. Επειδή λοιπόν η ενέργεια της ακτινοβολίας ταξιδεύει στο χώρο χωρίς να θερμαίνει τον ίδιο τον αέρα, αλλά αντίθετα απορροφάται από τα αντικείμενα του χώρου, τα υδρονικά συστήματα θέρμανσης με ακτινοβολία μπορούν να διαχωρίσουν τον εξερισμό από τον κλιματισμό, παρέχοντας έτσι φρέσκο αέρα και ταυτόχρονα κλιματισμένο δίχως να συσχετίζονται αυτές οι δύο διεργασίες.

### **4.3.2 Υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον**

Μελέτες που έχουν γίνει από Διεθνείς Οργανισμούς Υγείας έχουν αποδείξει ότι ο ανθρώπινος οργανισμός δέχεται με ευχαρίστηση θερμοκρασία δαπέδου από 20°C έως και 33°C και ενοχλείται όταν αυτή η θερμοκρασία είναι κάτω από 17°C ή πάνω από 36°C. Σε μια καλά ρυθμισμένη εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης η μέση θερμοκρασία του νερού στους σωλήνες είναι 45°C, ενώ η θερμοκρασία των δαπέδων κυμαίνεται μεταξύ 26°C και 29°C. Αν δε αναλογιστεί κανείς ότι η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι 36,6°C, τότε είναι μάλλον απίθανο να καταλάβουμε ότι καίνε τα δάπεδα. Από την άλλη πλευρά, τα πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας σ' ότι αφορά την υγιεινή είναι πολλά.

Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του νερού προσαγωγής ο αέρας δε ζεσταίνεται πέραν των 25°C και έτσι δε χάνει την υγρασία του, με αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα να μη γίνεται αποπνικτική. Στην ενδοδαπέδια θέρμανση το δάπεδο ακτινοβολεί τη θερμότητα, συνεπώς δεν καίγεται ούτε αιωρείται η σκόνη, δεν μετακινούνται αέριες μάζες με βακτηρίδια, μικρόβια, δεν παρατηρούνται ρεύματα αέρα και δεν μαυρίζουν οι τοίχοι. Επομένως, είναι ιδανική για άτομα με αλλεργίες, αναπνευστικά προβλήματα κ.α.. Άλλωστε σύμφωνα με το USEPA οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν το 90% του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους και συνεπώς η ποιότητα του αέρα ενός εσωτερικού χώρου αποκτά ζωτική σημασία για ένα πιο υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον.



**Εικόνα 4.3:** A)Θέρμανση με θερμαντικό σώμα, B)Ενδοδαπέδια θέρμανση

#### 4.3.3 Ελευθερία στην διαμόρφωση χώρων

Η θέρμανση δαπέδου προσφέρει οικονομία ελεύθερου χώρου και περισσότερες επιλογές στην εσωτερική αρχιτεκτονική διακόσμηση και ενδείκνυται για κατοικίες, καταστήματα, γραφεία στα οποία δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ή δεν είναι επιθυμητή η τοποθέτηση εμφανών θερμαντικών σωμάτων. Λόγω έλλειψης πάσης φύσεως εμποδίων στους χώρους, αποφεύγονται οι πιθανοί τραυματισμοί, ειδικά εάν στον χώρο ζουν μικρά παιδιά ή ηλικιωμένοι.

#### 4.3.4 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι κατά 35% οικονομικότερη στη λειτουργία από μια συμβατική θέρμανση. Κάτι τέτοιο εξηγείται από το ότι η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής στους σωλήνες φτάνει τους 45°C, ενώ στο καλοριφέρ τους 80°C. Είναι γνωστό ότι όσο χαμηλότερη θερμοκρασία έχει το νερό τροφοδοσίας ενός συστήματος θέρμανσης, τόσο πιο αποδοτικά δουλεύουν οι λέβητες ενώ έχουμε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης λόγω μικρότερων καταπονήσεων άρα και μικρότερο κόστος συντήρησης. Αν δε αναλογιστεί κανείς ότι για κάθε 1°C μείωσης της θερμοκρασίας προσαγωγής, έχουμε οικονομία καυσίμου 3%, τότε γίνεται



αντιληπτό το όφελος να διατηρούμε την θερμοκρασία νερού λειτουργίας όσο το δυνατόν χαμηλότερα. Επίσης, παρατηρούνται λιγότερες απώλειες στις σωληνώσεις και στους χώρους της οροφής, των τοίχων και του αερισμού, καθώς δε χρειάζεται να θερμανθεί ο αέρας.

#### **4.3.5 Ειδικές εφαρμογές**

Η θέρμανση δαπέδου είναι η μόνη μορφή θέρμανσης που μπορεί να εφαρμοστεί σε ανοικτούς χώρους (όπως σε ημιυπαίθριους χώρους, πεζοδρόμια, αεροδρόμια, γήπεδα κλπ.), καθώς και σε χώρους που απαιτείται προστασία από παγετό (π.χ. πάρκινγκ, ράμπες).

#### **4.3.6 Λειτουργία με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

Η ενδοδαπέδια θέρμανση μπορεί να τροφοδοτηθεί με οποιαδήποτε πηγή ενέργειας, όπως το φυσικό αέριο. Όμως, εκτός από λέβητες πετρελαίου ή αερίου, η ενδοδαπέδια μπορεί να συνδυαστεί και με εναλλακτικές πηγές θερμότητας, όπως ηλιακή ενέργεια, θερμοσυσσωρευτές, ηλεκτρική ενέργεια, αποδεικνύοντας ότι είναι ένα «ευέλικτο» σύστημα θέρμανσης, που συνδυάζεται και με φθηνότερες πηγές καυσίμου.

#### **4.3.7 Αδράνεια στις απότομες κλιματικές αλλαγές**

Η ενδοδαπέδια θέρμανση θερμαίνει δομικά στοιχεία του χώρου με αποτέλεσμα να παρουσιάζει αδράνεια σε γρήγορες κλιματικές εναλλαγές. Για αυτό το λόγο προτιμάται σε ορεινά και ψυχρά κλίματα όπου οι κλιματικές εναλλαγές είναι αργές και η θέρμανση απαιτείται συνεχώς. Και για το λόγο αυτό δεν είναι επίσης κατάλληλο για εξοχικές κατοικίες.

#### **4.3.8 Ψύξη**

Αν πρωταρχικός στόχος είναι η ψύξη του κτιρίου, τότε η ενδοδαπέδια θέρμανση δεν αποτελεί την καλύτερη λύση. Με την ενδοδαπέδια σωλήνωση, όταν χρησιμοποιηθεί για την ψύξη του χώρου, επιτυγχάνεται μερικός δροσισμός του κτιρίου. Αλλά κι γι' αυτόν χρειάζεται μεγάλη προσοχή στον σχεδιασμό, στην εγκατάσταση και τους αυτοματισμούς που θα την ελέγχουν, γιατί μπορεί, αν δεν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί σωστά να υπάρξει υγρασία του δαπέδου, ενώ μπορεί να προκαλέσει υγρασία και στο σκυρόδεμα του κτιρίου.

#### **4.3.9 Κόστος κατασκευής**

Το κόστος κατασκευής είναι ακριβότερο, καθώς στην τιμή περιλαμβάνεται στρώση θερμομπετόν και μόνωσης, κάτι που παραλείπεται στο κόστος του καλοριφέρ.

#### **4.3.10 Συντήρηση και επισκευή**

Οι πιθανότητες να προκληθεί κάποια βλάβη είναι μικρή, καθώς οι σωλήνες είναι κατασκευασμένοι από ειδικό πλαστικό ώστε να μη σπάνε στις καμπυλώσεις από τις συστοδιαστολές και να μη διαβρώνονται ούτε εσωτερικά ούτε εξωτερικά. Ωστόσο, στην απίθανη περίπτωση που τρυπήσει ένας σωλήνας, υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός που μας επιτρέπει να εντοπίσουμε και να επισκευάσουμε τη ζημιά στο σημείο ακριβώς που εκδηλώνεται. Επομένως, δεν χρειάζεται να ξηλωθεί όλο το δάπεδο, παρά μόνο μια επιφάνεια μικρότερη από ένα τετραγωνικό μέτρο. Παρόλα αυτά δεν παύει να απαιτούνται πιο χρονοβόρες διαδικασίες.

#### **4.3.11 Συμβατότητα**

Μπορεί να συνεργαστεί με άλλα συστήματα. Η ενδοδαπέδια θέρμανση μπορεί να συνεργαστεί με το καλοριφέρ, αφού δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα εξής:

- Τα δυο συστήματα πρέπει να είναι ανεξάρτητα, εφόσον λειτουργούν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Το λεβητοστάσιο είναι κοινό.
- Προκειμένου να κατανεμηθούν σωστά οι δαπάνες για πετρέλαιο (και εφόσον κάτι τέτοιο είναι επιθυμητό), θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με κατάλληλο συντελεστή τα ποσοστά συμμετοχής στις δαπάνες θέρμανσης.

#### **4.3.12 Τελική επίστρωση του δαπέδου**

Ενώ η ενδοδαπέδια μπορεί να συνδυαστεί με οποιοδήποτε υλικό: πλακάκι, μάρμαρο, ξύλο(κολλητό ή καρφωτό), πλαστικό δάπεδο κλπ. ωστόσο, πρέπει να έχει εκ των προτέρων αποφασιστεί τι τελικό δάπεδο θα στρωθεί σε κάθε χώρο, ώστε να προσαρμόσουμε τη μελέτη σε συνδυασμό με την θερμική αγωγιμότητα κάθε υλικού.

### **4.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Τα πιο βασικά στοιχεία ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι:

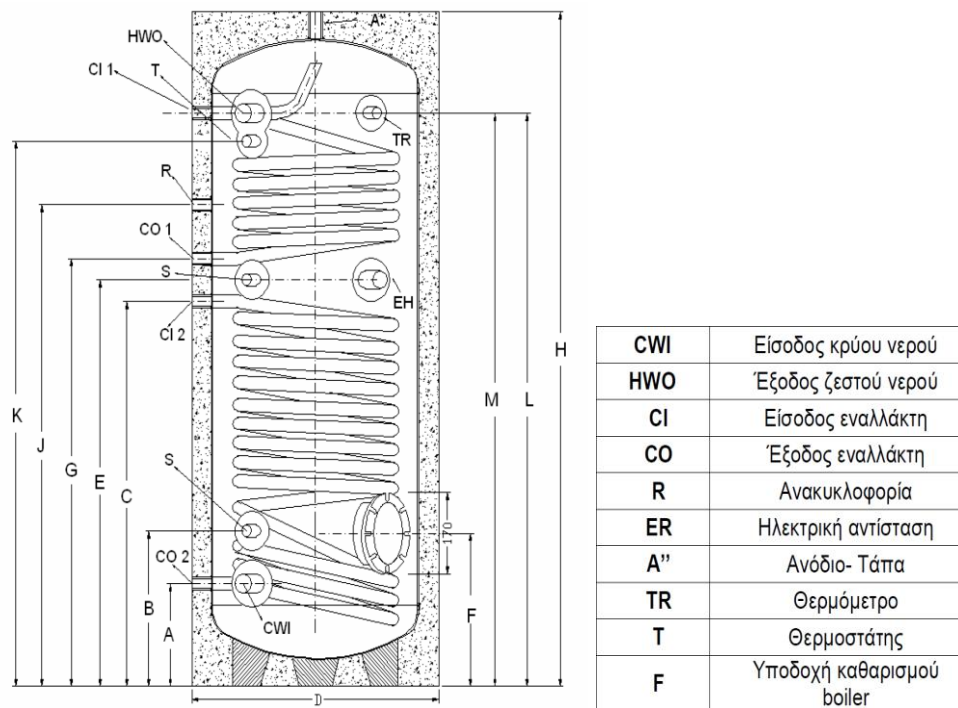
- 1) Η πηγή της θερμότητας
- 2) Τρίοδη ή τετράοδη βάνια ανάμειξης
- 3) Η αντλία κυκλοφορίας του μέσου (κυκλοφορητής)
- 4) Οι συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής(Σταθμός διανομής)
- 5) Το κύκλωμα των σωληνογραμμών
- 6) Η μόνωση

#### **4.4.1 Πηγή θερμότητας**

Παραδοσιακά η πηγή θερμότητας είναι ένα θερμό-μπόιλερ το οποίο παράγει το ζεστό νερό χαμηλής θερμοκρασίας για το σύστημα. Μάλιστα, τα μοντέρνα μπόιλερ με υψηλή απόδοση συμπυκνώσεως είναι ιδανικά για την ενδοδαπέδια θέρμανση, καθώς η χαμηλή θερμοκρασία του νερού επιτρέπει στην πηγή να λειτουργεί στην

κατάσταση συμπυκνώσεως τον περισσότερο χρόνο, αυξάνοντας έτσι την αποδοτικότητα ακόμη πιο πολύ.

Παρόλα αυτά όμως, θα πρέπει να γίνεται με προσοχή η επιλογή του μπόιλερ καθώς δεν είναι όλες οι μονάδες συμβατές. Μερικοί λέβητες δε μπορούν να αντέξουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα τις χαμηλές θερμοκρασίες νερού, εμφανίζοντας διάβρωση και από τις μικρές θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στη ροή και την επιστροφή, έτσι δύναται να προκληθούν προβλήματα ελέγχου και πολύ μεγάλοι κύκλοι.



**Εικόνα 4.4:** Boiler τριπλής ενέργειας, κατάλληλο για ενδοδαπέδια θέρμανση

Μία ακόμη πηγή θερμότητας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ενδοδαπέδιο σύστημα είναι οι αντλίες θερμότητας. Από την αντλία θερμότητας πηγάζει η θερμότητα που διοχετεύεται στο σύστημα με μέσο μεταφοράς το νερό που οδεύει στις σωληνώσεις της ενδοδαπέδιας. Η αρχή λειτουργίας της είναι ο ψυκτικός κύκλος μέσω της συμπίεσης του ψυκτικού υγρού (Freon ) από τον συμπιεστή με τελικό σκοπό την μεταφορά της θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο και αντίστροφα .

Όπως ακριβώς το γνωστό μας κλιματιστικό τοίχου μεταφέρει την θερμότητα με την διάφορα ότι εδώ η θερμότητα δεν αποδίδεται στον αέρα του δωματίου μέσω ενός ανεμιστήρα αλλά αποδίδεται μέσω ενός χάλκινου εναλλάκτη στο νερό του συστήματος θέρμανσης. Εξ αυτού του λόγου τα γνωστά μας κλιματιστικά λέγονται αέρος-αέρος ενώ η αντλίες θερμότητας αυτές αέρος-νερού.

Σε κάθε περίπτωση οι αντλίες θερμότητας αέρος νερού δεν παράγουν θερμότητα αλλά μεταφέρουν σε αντίθεση με τους πάσης φύσεως λέβητες πετρελαίου ή αερίου ,και ενώ για έναν λέβητα η επιτυχία είναι να πλησιάσει σε μια ενεργειακή απόδοση κοντά στην μονάδα (0,93 ή 0,94 ) είναι κορυφαίες τιμές οι αντλίες θερμότητας που καταφέρνουν να έχουν μια ενεργειακή απόδοση 3 με 3,3 και αυτές με συμπιεστές inverter να φτάνουν το εκπληκτικό νούμερο 4,5.



**Εικόνα 4.5:** Αντλία θερμότητας αέρος-νερού

Η άφθονη ηλιακή ενέργεια σε συνδυασμό με τις μειωμένες απαιτήσεις της ενδοδαπέδιας θέρμανσης μας επιτρέπουν να χρησιμοποιήσουμε τον ήλιο όχι μόνο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) αλλά και για την θέρμανση της κατοικίας.

Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ZNX και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν σε ετήσια βάση από 10%-50% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας που θα εγκατασταθεί, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες). Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι σε κατοικίας με καλή μόνωση και σε θέρμανση χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια).

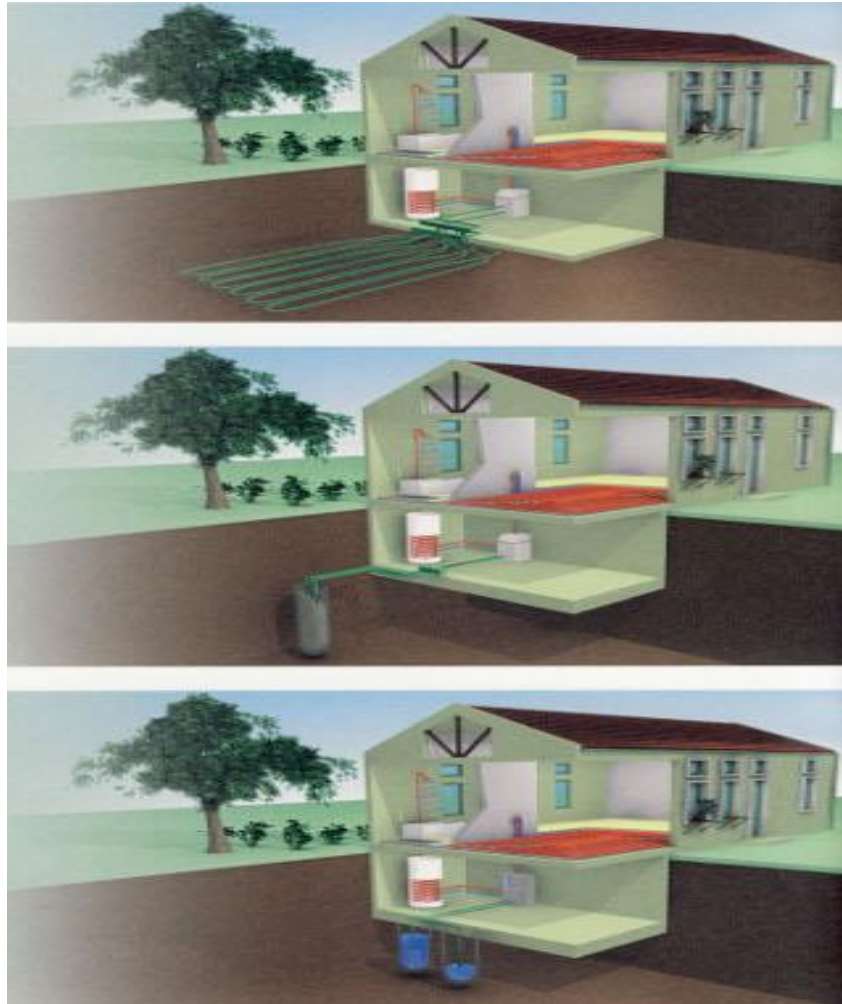
Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι ιδιαίτερα απλή και παρόμοια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται στους ηλιακούς συλλέκτες, μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται σε ένα ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για το σκοπό αυτό θερμοδοχείο, όπου θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε μόνο τίθεται σε λειτουργία η βοηθητική πηγή ενέργειας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων και η θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης επιτυγχάνεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον και ιδιαίτερα σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, όπου η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική.

Κατά αντίστοιχο τρόπο με την ηλιακή υποβοήθηση μπορούμε να πάρουμε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των απαιτούμενων ημερήσιων Kw και από ένα ενεργειακό τζάκι με σερπαντίνα νερού (τζάκι ,καλοριφέρ ) το οποίο θα διοχετεύει και αυτό θερμότητα στο δοχείο αδρανείας ανεξάρτητα και παράλληλα με τις υπόλοιπες πηγές θερμότητας ( αντλία θερμότητας ή και ηλιακά κάτοπτρα ).

Η ενδοδαπέδια θέρμανση καθώς και ο δροσισμός, μπορούν να τροφοδοτηθούν από την αποθηκευμένη στη γη ενέργεια. Ο γεωθερμικός κλιματισμός βασίζεται σε μια απλή αρχή σύμφωνα με την οποία λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή. Συνεπώς αν εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας εδάφους-επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους δροσίσουμε το καλοκαίρι. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την τοποθέτηση μιας αντλίας θερμότητας και ενός δικτύου σωληνώσεων.

Οι μέθοδοι εγκατάστασης ενός γεωθερμικού συστήματος ποικίλουν ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους, το διαθέσιμο χώρο του οικοπέδου, την ύπαρξη ή όχι υπογείων υδάτων, τις απαιτήσεις των χώρων κλιματισμού και άλλων παραγόντων και

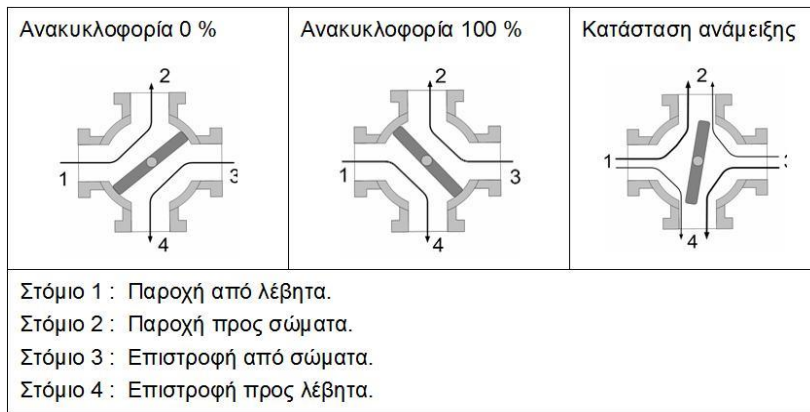
κατά συνέπεια θα πρέπει να καθορίζεται και να σχεδιάζεται κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Ο βασικός διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων γίνεται σε γεωθερμικά συστήματα κλειστού τύπου (Οριζόντιο σύστημα χαμηλού βάθους ή Κατακόρυφο σύστημα με τη βοήθεια γεωτρήσεων) και σε γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού τύπου (άντληση και επαναφορά υπογείων υδάτων με τη βοήθεια γεωτρήσεων).



**Εικόνα 4.6:** Συστήματα γεωθερμίας

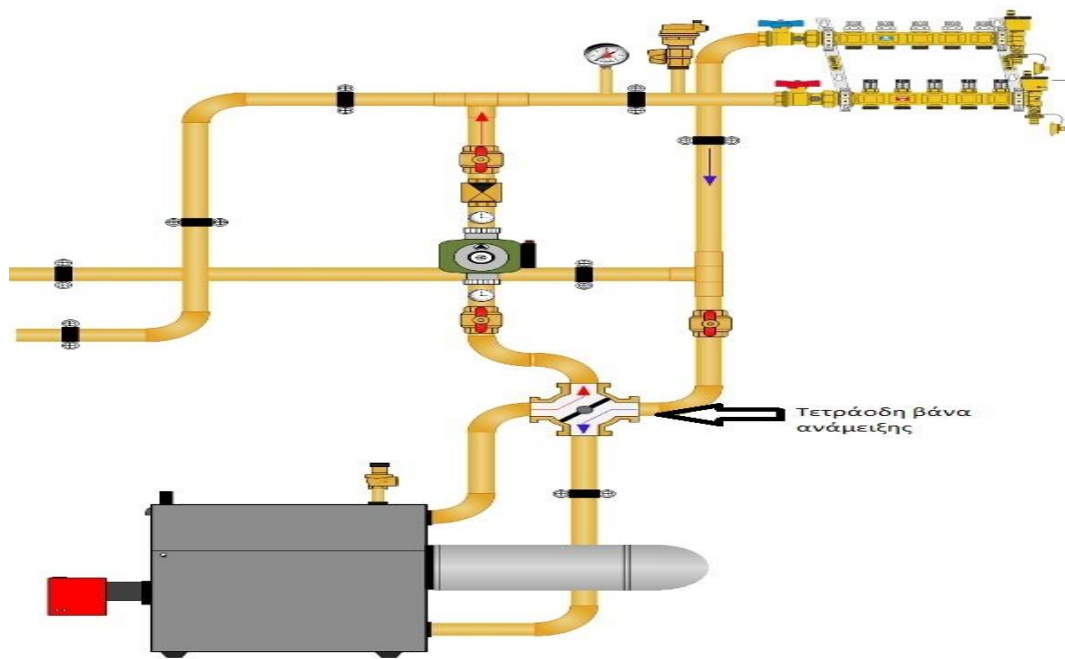
#### **4.4.2 Τρίοδη ή Τετράοδη βάνα ανάμειξης**

Για την ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού που οδηγείται από τον λέβητα στα κυκλώματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης αλλά και για την ομαλή λειτουργία του συστήματος χρησιμοποιούνται τρίοδες ή τετράοδες βάνες ανάμειξης ή και οι δύο μαζί(ανάλογα το σύστημα που θέλουμε να εγκαταστήσουμε). Η βάνα ανάμειξης αναλόγως την εξωτερική θερμοκρασία (ελέγχεται με εξωτερικό αισθητήριο) και την εσωτερική θερμοκρασία (ελέγχεται από θερμοστάτη χώρου) αφήνει να περνάει νερό κατάλληλης θερμοκρασίας. Έτσι πραγματοποιείται μια πρώτη ρύθμιση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού που τροφοδοτεί ο λέβητας.

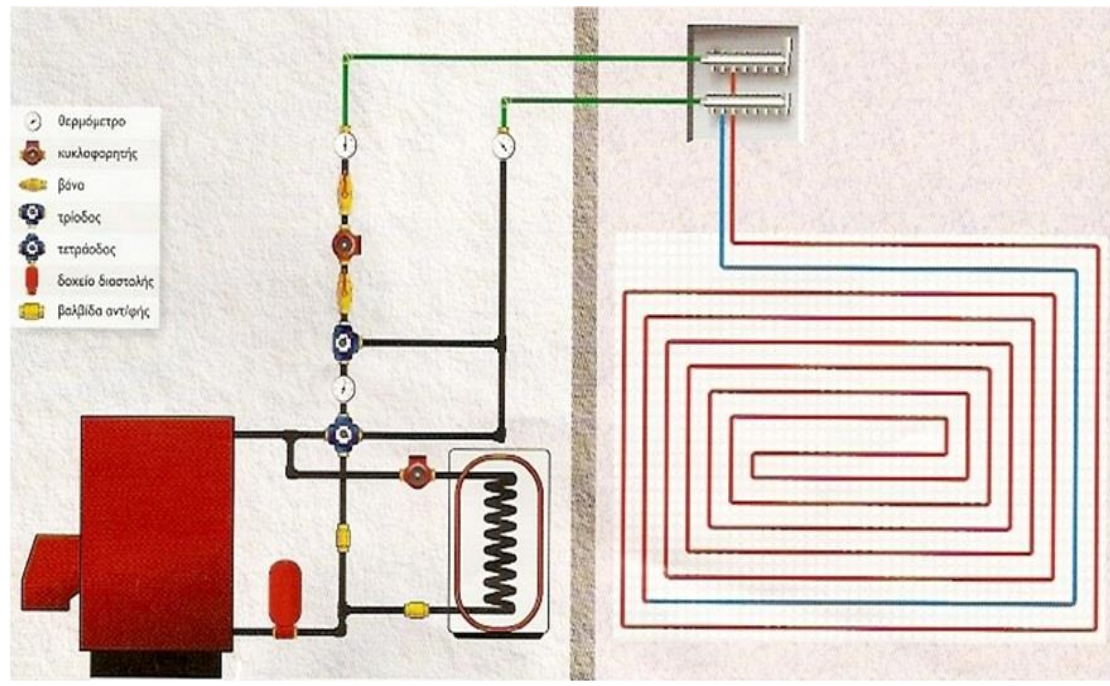


**Εικόνα 4.7:** Τρόπος λειτουργίας τετράοδης

Στην γραμμή προσαγωγής κάθε γκρουπ συλλεκτών μπορεί να τοποθετηθεί μια τρίοδη βάνα ανάμειξης, ρυθμίζοντας σε δεύτερο βαθμό και διαφορετικά για κάθε συλλέκτη τη θερμοκρασία του νερού που διοχετεύουμε στο δάπεδο. Ένας ηλεκτροκινητήρας βανών τοποθετείται στη τρίοδη βάνα ανάμειξης όπου με τη βοήθεια αισθητηρίου καθορίζουμε την επιθυμητή θερμοκρασία προσαγωγής των κυκλωμάτων. Παράλληλα ρυθμίζουμε τον χρόνο που το αισθητήριο δίνει εντολή στον ηλεκτροκινητήρα για να εξισορροπεί την θερμοκρασία προσαγωγής.



**Εικόνα 4.8:** Διάταξη με τετράοδη βάνα ανάμειξης



**Εικόνα 4.9:** Διάταξη με τετράοδη και τριοδη βάνα ανάμειξης

#### 4.4.3 Κυκλοφορητής

Η αντλία κυκλοφορίας του μέσου ή κυκλοφορητής ωθεί το θερμό νερό που παράγεται από την πηγή θερμότητας να κινηθεί προς όλη την εγκατάσταση και είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται στα γνωστά συστήματα κεντρικής θέρμανσης. Δηλαδή χρησιμεύει για την κυκλοφορία του νερού στο κλειστό κύκλωμα εξασφαλίζοντας αφενός την αναγκαία παροχή και αφετέρου την κάλυψη των αντιστάσεων του δικτύου στο πιο δυσμενέστερο κύκλωμα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του κυκλοφορητή όπως και των αντλιών είναι:

- Η παροχή του ύδατος σε  $(m^3/h)$ , ή  $(lit/h)$ , ή  $(gpm)$
- Το μανομετρικό ύψος  $H$  σε  $(mm\Sigma Y)$ , ή  $(ft\Sigma Y)$
- Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα σε  $(HP)$ , ή  $(KW)$
- Η διάμετρος των άκρων συνδέσεως του με το δίκτυο σε  $(mm)$ , ή  $(in)$

Η τοποθέτηση του κυκλοφορητή γίνεται στην προσαγωγή του κυκλώματος διότι η εγκατάσταση βρίσκεται σε υπερπίεση και έτσι αποκλείεται η αναρρόφηση αέρα από ενδεχόμενα σημεία μη στεγανά, όπως συνδέσεις, όργανα και λοιπά.



**Εικόνα 4.10:** Συνήθης μορφή ενός κυκλοφορητή

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ: Ο υπολογισμός του κυκλοφορητή συνίσταται βασικά στον προσδιορισμό της παροχής  $G(m^3/h)$  και το μανομετρικό ύψος  $H(m)$ . Η παροχή του κυκλοφορητή με προσαύξηση 33% για να είναι δυνατή η λειτουργία του και σε  $\Delta t = 15(^{\circ}C)$  υπολογίζεται από τον τύπο:

$$G = 1.33 \cdot \frac{Q_{\Pi}}{1000\Delta t} (m^3/h)$$

όπου:  $\Delta t \rightarrow$  η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού (εξόδου – επιστροφής) στη θερμική πηγή σε  $^{\circ}C$ .  
 $Q_{\Pi} \rightarrow$  η θερμική ισχύς της πηγής σε  $(kcal/h)$ .

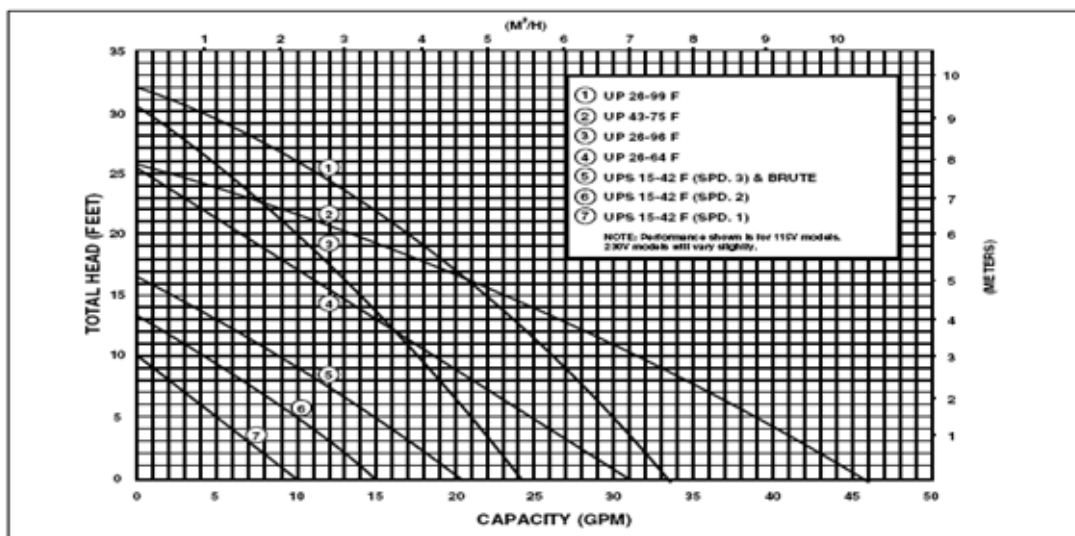
- Για τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους του κυκλοφορητή υπολογίζονται:
- Η πτώση πίεσης ( $H_1$ ) στο δυσμενέστερο κλάδο του οριζόντιου ενδοδαπέδιου κυκλώματος.
  - Η πτώση πίεσης ( $H_2$ ) στον κατακόρυφο κλάδο μέχρι το συλλέκτη του δυσμενέστερου ενδοδαπέδιου κυκλώματος, η οποία μπορεί να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση στις συνήθεις περιπτώσεις  $1 \div 1.5(m)$ .
  - Η πτώση πίεσης ( $H_3$ ) στη θερμική πηγή.
  - Η πτώση πίεσης ( $H_4$ ) στην τρίοδο ή τετράοδο βάννα, αν υπάρχει.

Το μανομετρικό ύψος  $H$  του κυκλοφορητή λαμβάνεται ίσο προς το άθροισμα των παραπάνω πτώσεων πίεσης προσαυξημένο κατά ένα συντελεστή της τάξεως του 50%.

$$H = 1.5 \cdot (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)$$

Η επιλογή της αντλίας κυκλοφορίας του μέσου γίνεται από τις καμπύλες παροχής – μανομετρικού ( $G - H$ ) των διαφόρων εργοστασίων.





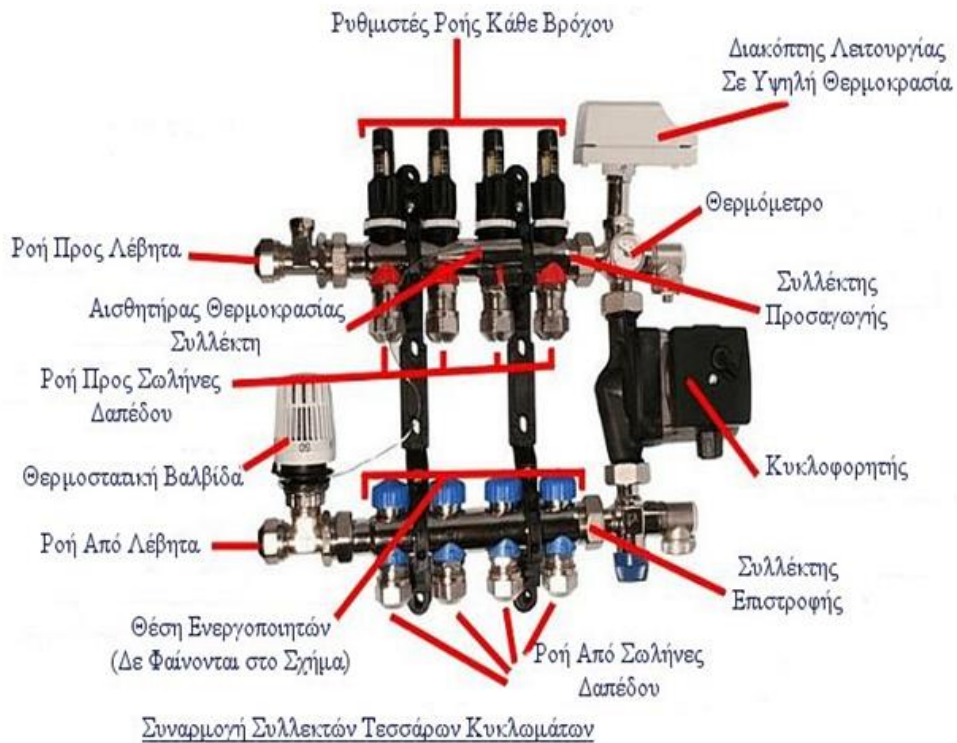
**Εικόνα 4.11:** Χαρακτηριστικές καμπύλες κυκλοφορητών από την Grundfos

#### 4.4.4 Σταθμός διανομής

Το θερμό νερό που εξέρχεται από τη θερμική πηγή και αφού γίνει η πρώτη ρύθμιση του από τις βάνες ανάμειξης μεταφέρεται στους συλλέκτες διανομής μέσω χάλκινων, ή ασφάλινων ή πλαστικών σωλήνων. Σε κάθε σύνδεση διακρίνονται ο συλλέκτης προσαγωγής και ο συλλέκτης επιστροφής, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι είτε παραπλεύρως ο ένας στον άλλο είτε σε κατακόρυφη διάταξη. Φέρουν ρακόρ για τη σύνδεση και προς το κεντρικό δίκτυο και προς την πλευρά των αναχωρήσεων και καθορίζονται από το πλήθος των κυκλωμάτων τα οποία εξυπηρετούν, καθώς και από τη διατομή αυτών.

Ο συλλέκτης της διανομής μπορεί να τοποθετηθεί με ή χωρίς ερμάριο σε ουδέτερο συνήθως χώρο (καλό είναι να αποφεύγεται η τοποθέτηση συλλέκτη σε υπαίθριο χώρο ενώ ενδείκνυται σε κάποιο διάδρομο ή κεντρικό σημείο του χώρου ) σε στάθμη +0,4m έως +0,6m από το δάπεδο. Σε κάθε θερμαινόμενο επίπεδο πρέπει να τοποθετείται ξεχωριστός συλλέκτης (π.χ. ο συλλέκτης του 1ου ορόφου πρέπει να τοποθετείται στον 1ο όροφο και όχι στο ισόγειο ή στο υπόγειο) για αποφυγή σιφωνισμού.

Στους συλλέκτες τοποθετούνται ρυθμιστικοί διακόπτες για την ρύθμιση της παροχής του νερού το οποίο θα διατρέξει το βρόχο καθώς και για να υπάρχει δυνατότητα να διακοπεί εντελώς η ροή. Μαζί με την κεντρική τοποθετημένη ρύθμιση θερμοκρασίας προσαγωγής μέσω αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας, δύναται η απαίτηση θερμοκρασίας να ρυθμίζεται στον κάθε μεμονωμένο χώρο. Έτσι ο κάθε χώρος εφοδιάζεται με ηλεκτρονική ρύθμιση. Το θερμικό κύκλωμα του συγκεκριμένου χώρου έχει ηλεκτρικό ρυθμιστή στο συλλέκτη πάνω στην προσαγωγή του κυκλώματος. Έτσι σ' ένα κτίριο δύναται να ρυθμιστεί η θερμοκρασία του κάθε χώρου ανάλογα με τη χρήση του και ανεξάρτητα από τους άλλους χώρους.



**Εικόνα 4.12:** Συλλέκτες ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης

#### 4.4.5 Κύκλωμα των σωληνογραμμών

Το θερμαντικό μέσο μετά τους συλλέκτες προσαγωγής και αφού έχουν ρυθμιστεί κατάλληλα η παροχή και η θερμότητα του οδηγείται σε σωλήνες που βρίσκονται εντός του πατώματος.

Υλικό σωλήνων: Χρησιμοποιούνται κυρίως πλαστικοί σωλήνες από Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο ( VPE ), Πολυβουτένιο ( PB ), Πολυπροπυλένιο ( PP ) και Πολυμερισμένο πολυπροπυλένιο ( PP-C ) αλλά και χάλκινοι οι οποίοι μας δίνουν κάποια πλεονεκτήματα ,όπως:

1. Μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, 342 Kcal / m °C.
2. Δυνατότητα μείωσης του μήκους του δικτύου.
3. Δυνατότητα μείωσης της θερμοκρασίας του νερού.
4. Δυνατότητα χρήσης μικρότερης διαμέτρου σωλήνας.
5. Καλή μηχανική αντοχή.
6. Δοκιμασμένο υλικό στο χρόνο.
7. Έχει συντελεστή διαστολής ίδιο με το μπετόν και έτσι δεν καταστρέφεται η επαφή των δύο υλικών.
8. Διπλώνεται εύκολα χωρίς να παρουσιάζει φαινόμενα επαναφοράς όπως οι πλαστικές σωλήνες.
9. Μπορούμε να έχουμε πολύ μικρές ακτίνες καμπυλότητας, ( ελάχιστη ακτίνα έξι φορές τη διάμετρό του ).

#### 4.4.5.1 Σχεδιασμός κυκλώματος

Η μορφή που θα τοποθετηθεί η σωλήνα μπορεί να διαφέρει από εγκατάσταση σε εγκατάσταση και καθορίζεται από τη μελέτη. Η μελέτη ακόμη καθορίζει:

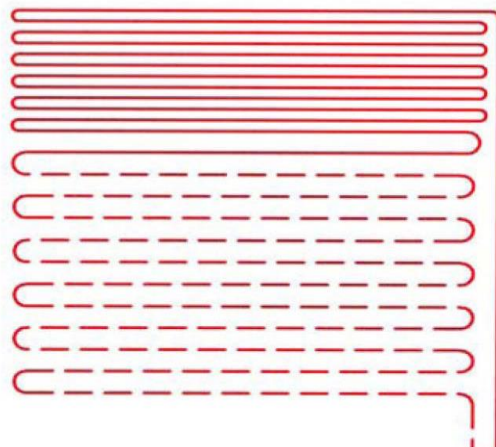
- Τη διάμετρο της σωλήνας. Αυτή είναι από 15 – 20 mm, καθοριζόμενη από τα θερμικά φορτία που πρέπει να μεταφέρει ( δηλαδή από την παροχή του νερού που πρέπει να διέλθει ).
- Το πάχος του τοιχώματος της σωλήνας, 1 – 2,5 mm. Όσο αυξάνεται το πάχος, αυξάνεται η μηχανική αντοχή και ελαττώνεται η ταχύτητα μετάβασης της θερμότητας.
- Τον αριθμό των βρόχων που θα εξυπηρετήσουν το χώρο. Μεγάλοι χώροι με σημαντικές απώλειες απαιτούν περισσότερους του ενός βρόχους.
- Την απόσταση που θα έχουν μεταξύ τους οι σωλήνες. Η απόσταση αυτή μπορεί να κυμανθεί από 8 – 50 cm. Η απόσταση αυτή μπορεί να είναι μικρότερη όταν βρίσκονται οι σωλήνες κοντά σε κρύα σημεία του χώρου, προς επίτευξη ομοιόμορφης θέρμανσης.
- Τον τρόπο τροφοδοσίας. Το νερό ερχόμενο από το λέβητα οδηγείται πρώτα στο τμήμα της σωλήνας που βρίσκεται στην πιο κρύα περιοχή του χώρου, όπως κοντά σε εξωτερικούς τοίχους και ανοίγματα.
- Τη θερμοκρασία εισόδου και τη θερμοκρασία εξόδου του νερού.
- Τον τρόπο ανάπτυξης του δικτύου.

#### 4.4.5.2 Σχηματισμός κυκλώματος

Οι σωλήνες μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορες σχηματικές μορφές. Η πιο συνηθισμένη μορφή είναι σε σχήμα σαλιγκαριού, όπου τοποθετούμε τους σωλήνες υπό μορφή διπλών ομοκεντρικών σπειρών. Αυτή η μορφή παρουσιάζει ως πλεονέκτημα την κατανομή της ζέστης με, με ομοιογενή τρόπο, σε όλη την επιφάνεια του δαπέδου.

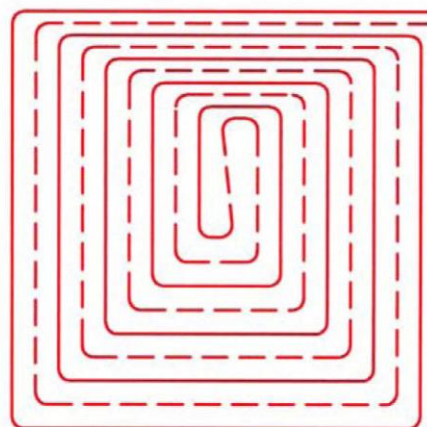
Ακόμη υπάρχουν και άλλοι τρόποι τοποθέτησης, όπως το σύστημα σε μορφή απλού μαιάνδρου ή διπλού μαιάνδρου. Αυτά ανταποκρίνονται σε χώρους όπου η ανάγκη θέρμανσης δεν είναι ίδια σε όλο το δωμάτιο(π.χ. εξωτερικοί τοίχοι ή ανοίγματα). Ο απλός μαιάνδρος είναι ιδανικός όταν οι μεγαλύτερες απώλειες προέρχονται από ένα εξωτερικό τοίχο. Ο διπλός μαιάνδρος χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν σημαντικές απώλειες από δύο συνορεύοντες τοίχους.

Η απόσταση ανάμεσα στους σωλήνες κυμαίνεται από 8 έως 50cm. Αυτή η απόσταση καθορίζεται από τη μελέτη όπως αναφέρεται και πιο πάνω και μπορεί να διαφέρει από χώρο σε χώρο αλλά και ακόμη και στον ίδιο τον χώρο όπου δεν θα υπάρχουν οι ίδιες ανάγκες θέρμανσης σε όλες τις πλευρές του.



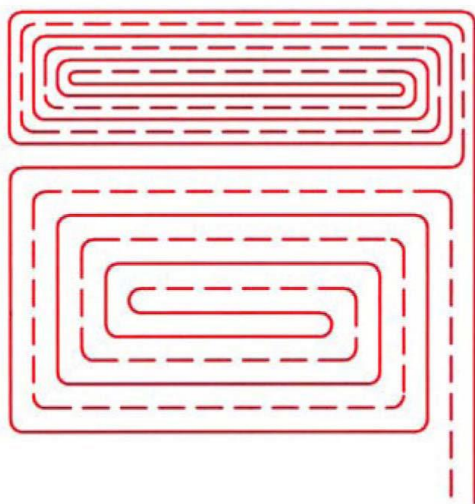
Σχήμα τοποθέτησης απλού μαιάνδρου με συμπιεσμένη περιμετρική ζώνη

**Εικόνα 4.13**



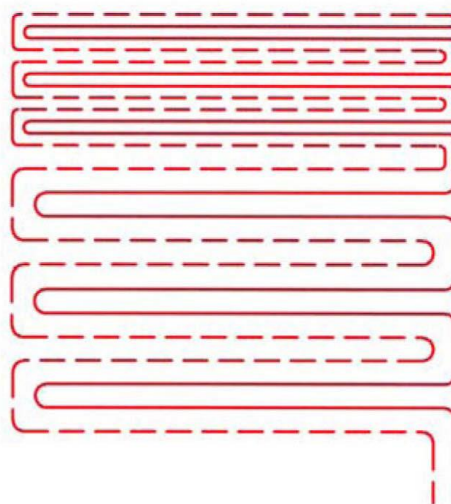
Σχήμα σαλιγκαριού με περιμετρική ζώνη

**Εικόνα 4.14**



Σχήμα σαλιγκαριού με ενσωματωμένη συμπιεσμένη περιμετρική ζώνη

**Εικόνα 4.15**



Σχήμα διπλού μαιάνδρου με συμπιεσμένη περιμετρική ζώνη

**Εικόνα 4.16**

#### 4.4.5.3 Σύστημα ενδοδαπέδιας τοποθέτησης σωλήνων

Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την τοποθέτηση των σωλήνων στην ενδοδαπέδια θέρμανση, συνήθως χρησιμοποιούνται τα παρακάτω:



**Εικόνα 4.17:** Σύστημα πλάκας κόμβων



**Εικόνα 4.18:** Σύστημα στερέωσης με μεταλλικό πλέγμα



**Εικόνα 4.19:** Σύστημα στεγνής τοποθέτησης



**Εικόνα 4.20:** Σύστημα ραγών στερέωσης

#### 4.4.6 Μόνωση

Πριν τοποθετηθεί το κύκλωμα των σωλήνων σε κάποιο χώρο είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μόνωσης κάτω από τις σωληνώσεις και περιμετρικά στο δωμάτιο που γίνεται η εγκατάσταση.

Η περιμετρική μόνωση γίνεται για την αποφυγή της μεταφοράς της θερμότητας προς την κάθετη δομή και μακριά από την περιοχή που επιζητείται να θερμανθεί και κατά κάποιο τρόπο επιτρέπει την επέκταση της πλάκας. Ακόμη είναι πολύ σημαντικό οι μηχανικές ιδιότητες της μόνωσης να είναι κατάλληλες για την ενδοδαπέδια θέρμανση έτσι ώστε να προσφέρει απορρόφηση της διαστολής των διαιρούμενων επιστρωμάτων της πλάκας. Συνήθως συναντάται σε μορφή αυτοκόλλητης ταινίας. Αποτελείται από αφρώδης πολυουρεθάνη σε μορφή κλειστών κυψελών πάχους 8-10 χιλιοστών. Το φάρδος της εξαρτάται από το πάχος της επίστρωσης και κυμαίνεται από 10 έως 20 εκατοστά.

Η μόνωση του δαπέδου τοποθετείται στην πλάκα στήριξης των σωληνώσεων και προσφέρουν θερμομόνωση ώστε να αποφευχθεί η μεταφορά της θερμότητας προς τα κάτω. Το μονωτικό υλικό συνήθως αποτελείται από ενισχυμένη πολυστερίνη. Το πάχος της μόνωσης το καθορίζει ο μελετητής της εγκατάστασης. Συνήθεις τιμές είναι:

- Σε δάπεδα μεταξύ θερμαινόμενων χώρων της ίδιας ιδιοκτησίας: πάχος μόνωσης 2cm.
- Δάπεδα μεταξύ θερμαινόμενων χώρων διαφορετικής ιδιοκτησίας: 4 cm.
- Δάπεδα πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους ή επί εδάφους: πάχος 6 cm.
- Δάπεδα πάνω από πιλοτές: πάχος μόνωσης 8 cm.

Ακόμη προσφέρει ηχομόνωση ενώ η άνω επιφάνεια του μονωτικού δαπέδου αποτελείται από μια ενισχυμένη μεμβράνη συνήθως από πολυαιθυλένιο που λειτουργεί σαν φράγμα υδρατμών και έχει πάχος από 0,15 έως 0,20 χιλιοστά.

#### 4.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης πρέπει να υπάρχει συνεργασία μεταξύ του μελετητή και του εγκαταστάτη του συστήματος. Πριν από την έναρξη της εγκατάστασης, οι λεπτομερείς σχεδιαστικές πληροφορίες που έχουν παραχθεί από τους ειδικούς εγκαταστάτες πρέπει να ελεγχθούν με τις πληροφορίες ή τα κριτήρια που παρέχονται αρχικά από το σχεδιαστή, ώστε να εξασφαλιστεί ότι αυτό που εγκαθίσταται θα εκπληρώσει το σκοπό για τον οποίο προορίζεται.

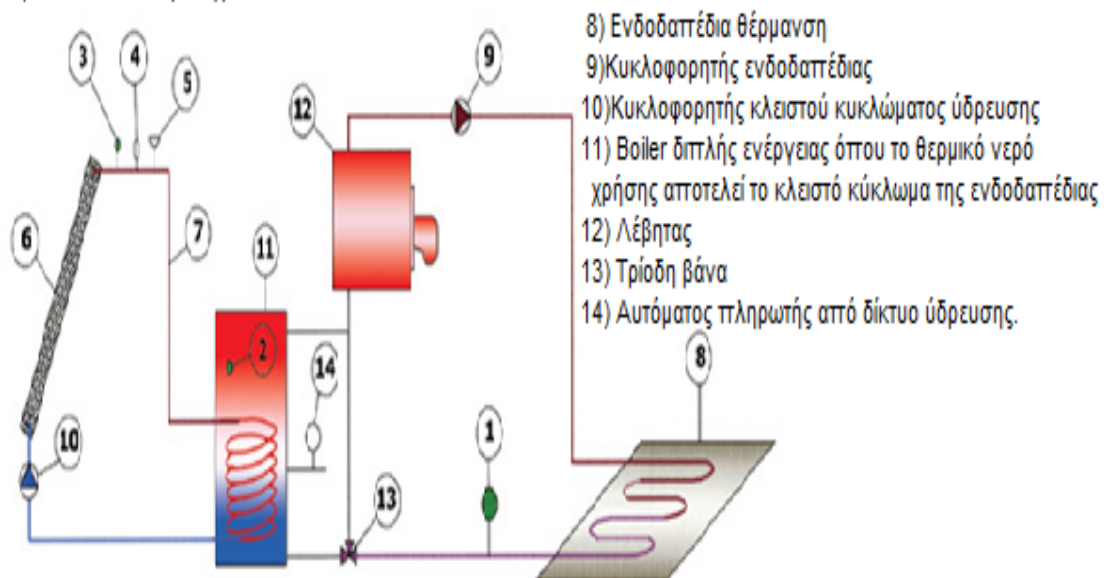
Έτσι η σχεδιαστική ομάδα πρέπει να πιστοποιήσει ποια είναι τα κριτήρια που έχουν υιοθετηθεί κατά τη διάρκεια του λεπτομερούς σχεδιασμού, και το προσωπικό επιθεώρησης πρέπει να ελέγξει το καταστατικό έλεγχο για να δει ότι αυτό έχει γίνει. Μερικά από τα κυριότερα κριτήρια είναι:

- Οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες
- Οι τιμές του συντελεστή μεταφοράς U
- Τα ποσοστά εξαερισμού
- Οι μεμονωμένες ζώνες
- Οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια των πατωμάτων
- Το διάστημα των σωλήνων

- Το φινίρισμα του πατώματος
- Οι θερμοκρασίες του κυκλοφορούν ύδατος
- Οι παροχές του νερού του συστήματος

Πέρα από τα λεπτομερή σχεδιαγράμματα του τρόπου έδρασης των σωληνώσεων στο πάτωμα, θα πρέπει να παρέχονται λεπτομερή σχέδια της εγκατάστασης, όπως μεμονωμένα κυκλώματα σωληνώσεων, τη θέση των συλλεκτών προσαγωγής επιστροφής και όλων των υπόλοιπο εξοπλισμό καθώς επίσης και τις θέσεις τοποθέτησης των θερμοστατών. Τέτοια σχέδια λοιπόν, πρέπει να σχεδιαστούν από τον αρμόδιο μηχανικό που είναι υπεύθυνος για το λεπτομερές σχέδιο του συστήματος.

- 1) Αισθητήριο διαφορικού θερμοστάτη που δίνει εντολή στην ηλεκτροβάννα 13 ανάλογα με τη θερμοκρασία των επιστρεφόμενων από την ενδοδαπέδια, να παρακάμψει ή όχι τον λέβητα 12
- 2 και 3) Αισθητήρια διαφορικού θερμοστάτη τριών επαφών - δύο εντολών. Ρυθμίζονται σ'ένα  $\Delta t = 5 \text{ C}$  μεταξύ εξόδου θερμών υγρών κλειστού κυκλώματος συλλεκτών και Boiler δίνοντας εντολή στον κυκλοφορητή 10
- 4) Δοχείο διαστολής προστασίας Boiler Λεβητοστασίου.
- 5) Σύστημα πλήρωσης υγρών συλλεκτών
- 6) Συστοιχία συλλεκτών
- 7) Κλειστό κύκλωμα υγρών συλλεκτών - Boiler



**Εικόνα 4.32: Τυπική διάταξη ενδοδαπέδιας θέρμανσης με boiler και τη βοήθεια ηλιακής ενέργειας**

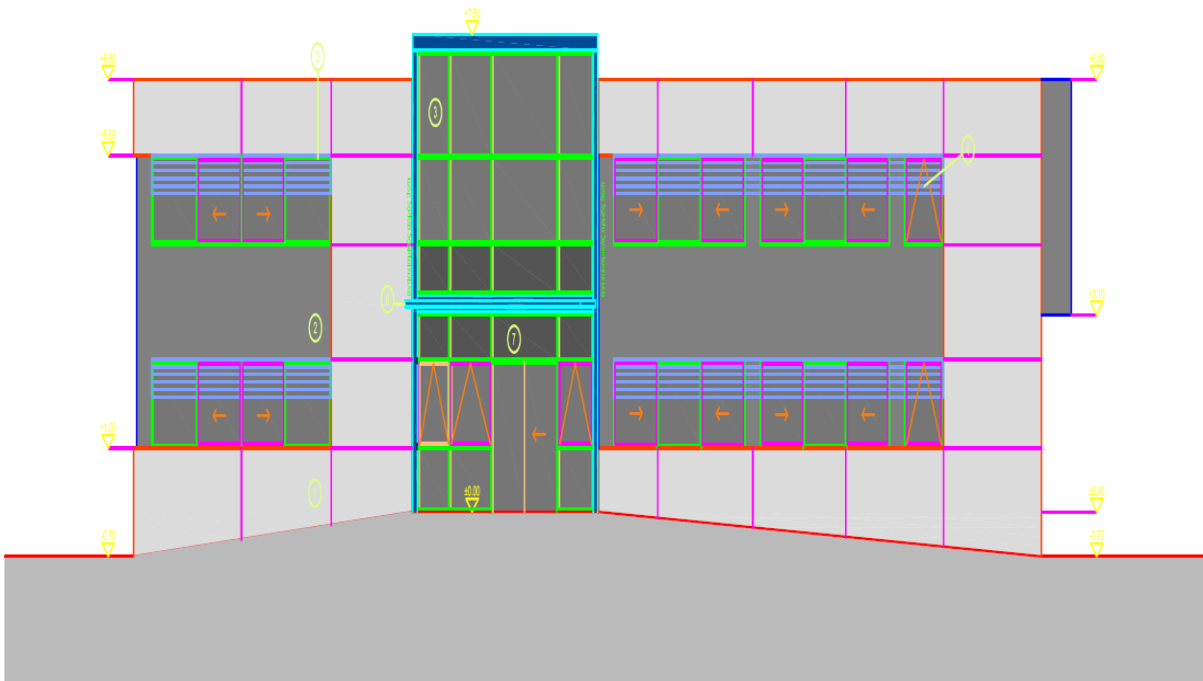
## 5.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στην περιοχή του Βελβιτσίου του Νομού Αχαΐας. Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο με υπόγειο. Αποτελείται από ένα τμήμα υπογείου, ένα τμήμα ισόγειου και ένα τμήμα ορόφου, με δώμα και η χρήση του θα είναι γραφεία.

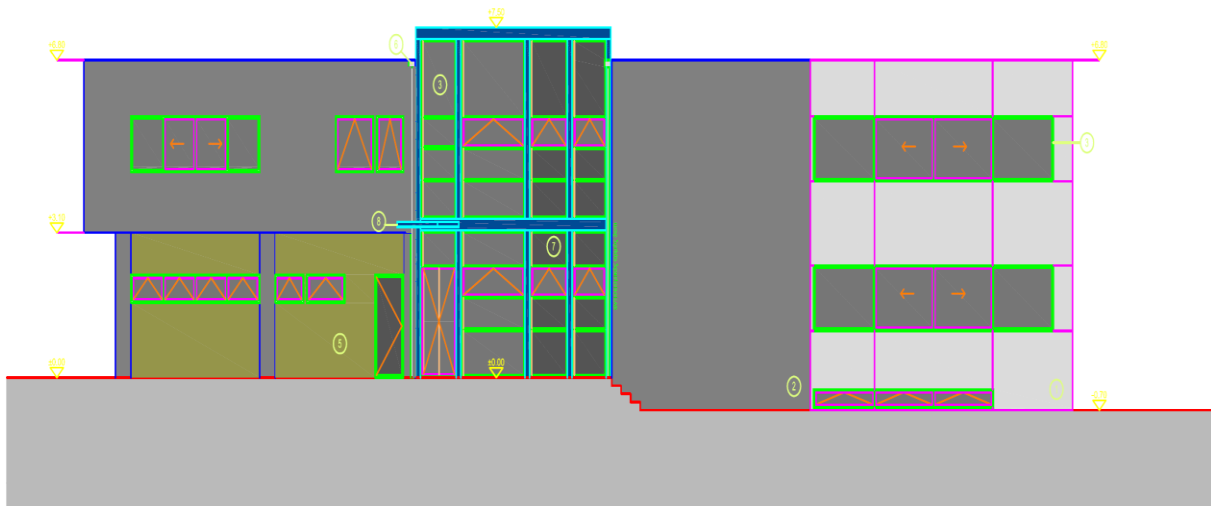
Στο υπόγειο υπάρχουν αρχείο, μηχανοστάσιο, αποθήκες και χώροι στάθμευσης και λειτουργεί ως μη θερμαινόμενος χώρος. Όλοι οι χώροι του ισόγειου και του ορόφου όπου υπάρχουν γραφεία είναι θερμαινόμενοι χώροι και έχουν συνολικό εμβαδόν 483.12 m<sup>2</sup>.

Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου είναι 10 ώρες ανά ημέρα, 5 μέρες ανά εβδομάδα σε περίοδο λειτουργίας 12 μηνών. Στα σχέδια 1-7 βλέπουμε τις κατόψεις και τις όψεις του κτιρίου.

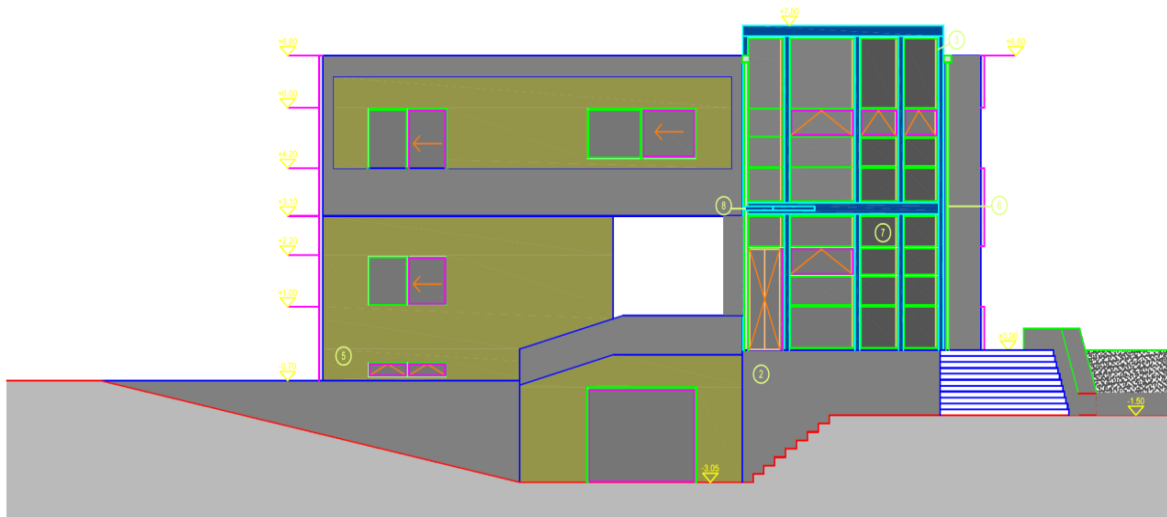


Σχέδιο 5.1: Βόρεια όψη κτιρίου

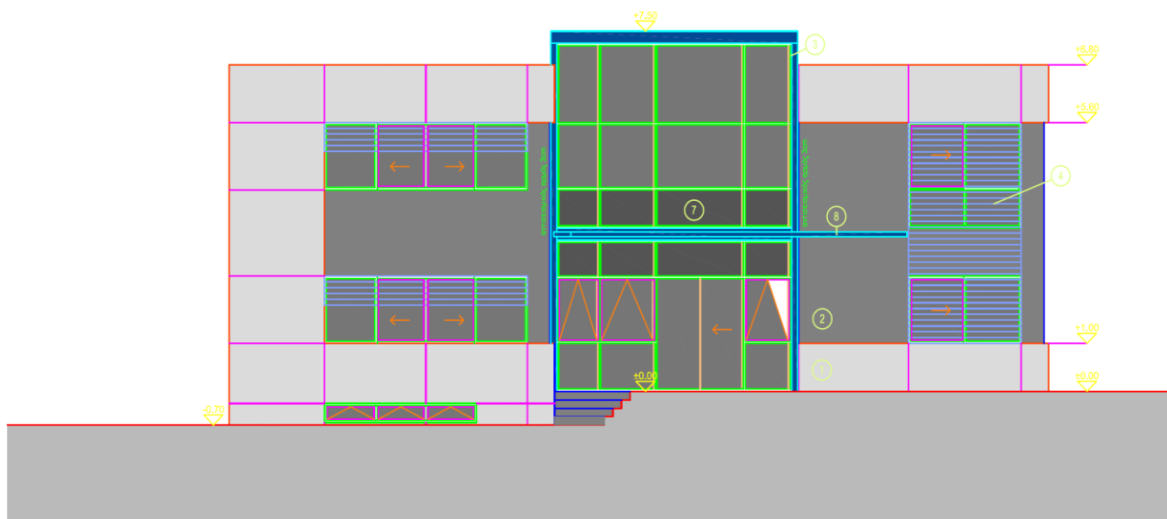




Σχέδιο 5.2: Νότια όψη

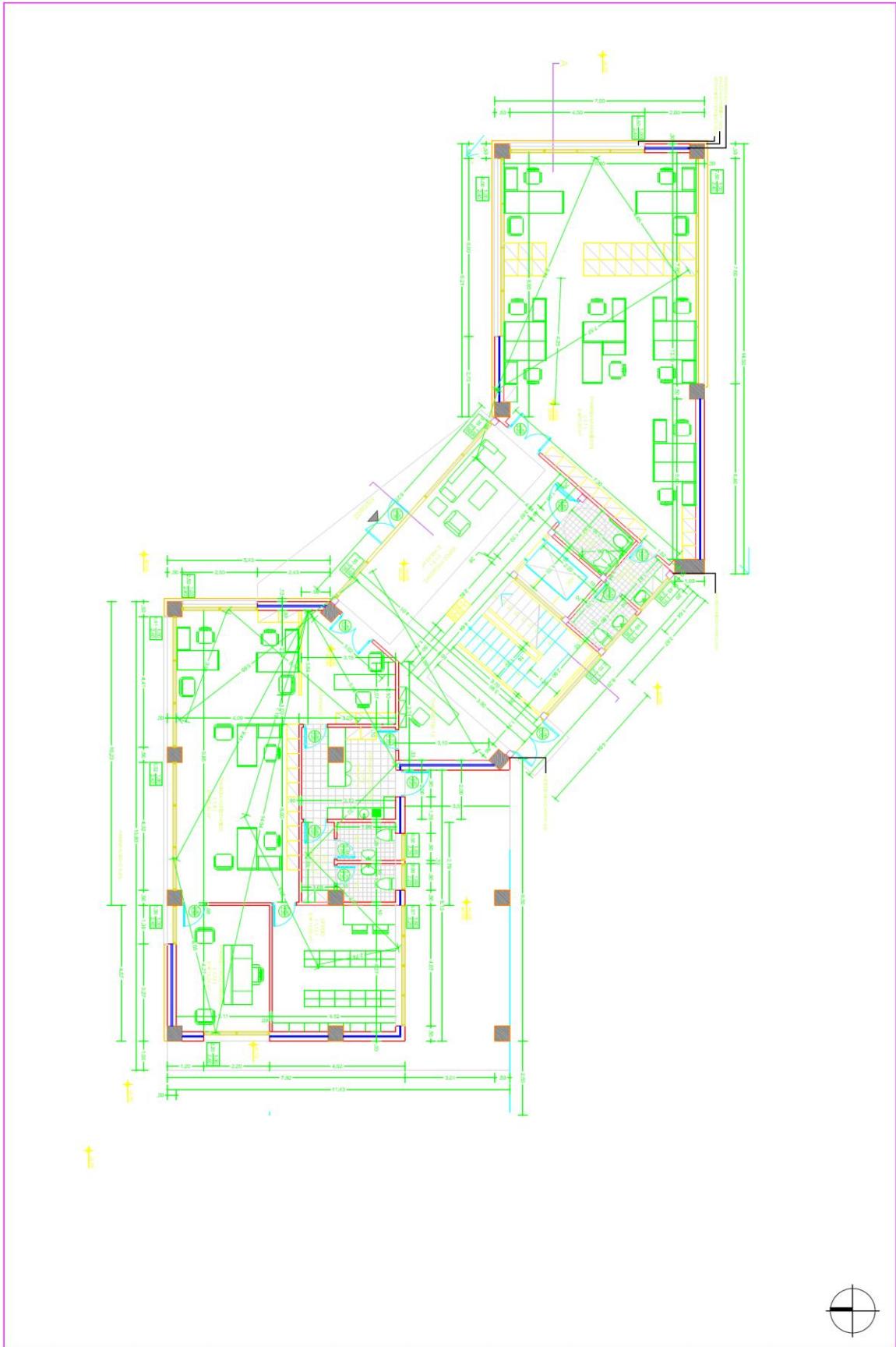


Σχέδιο 5.3: Δυτική όψη

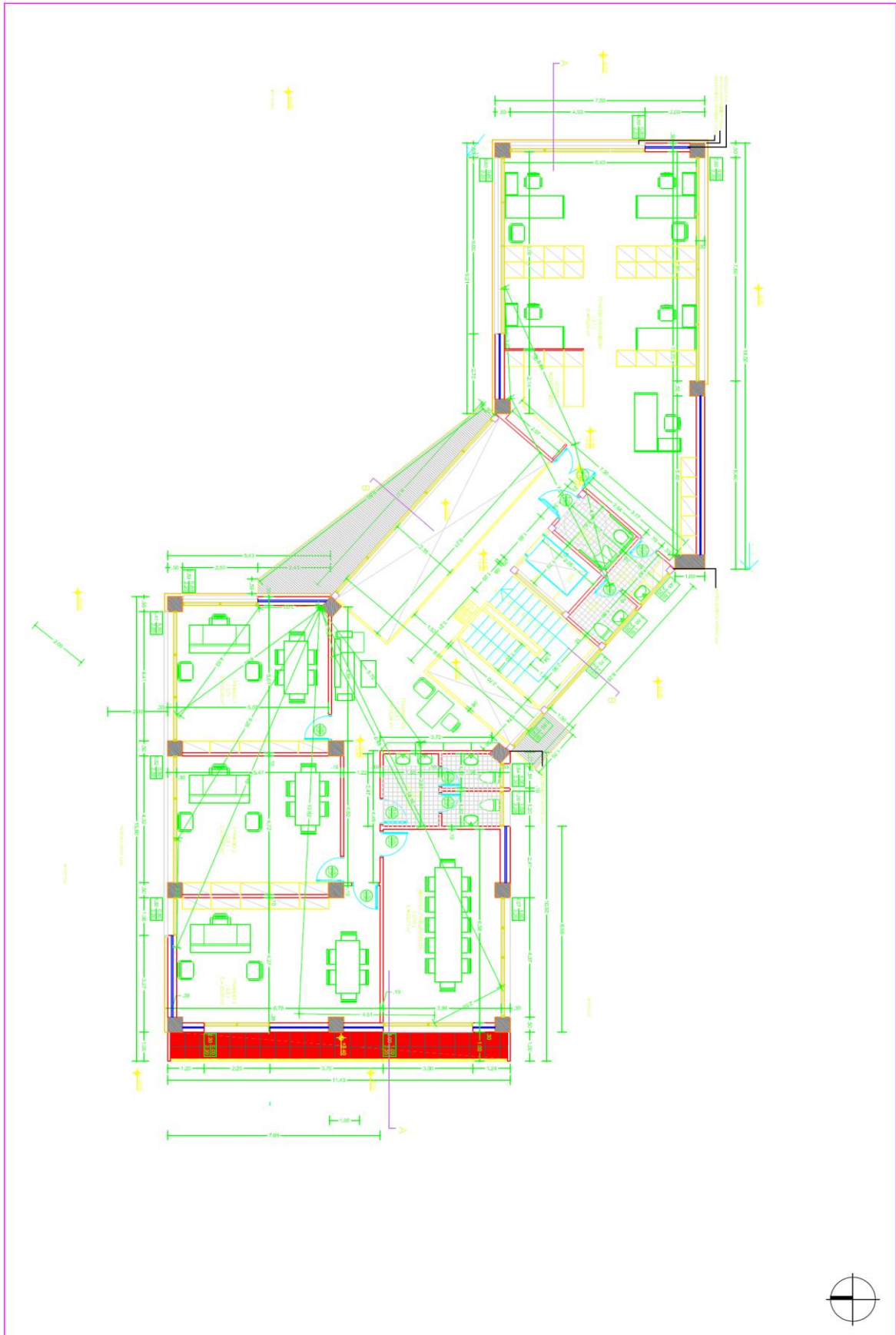


Σχέδιο 5.4: Ανατολική όψη



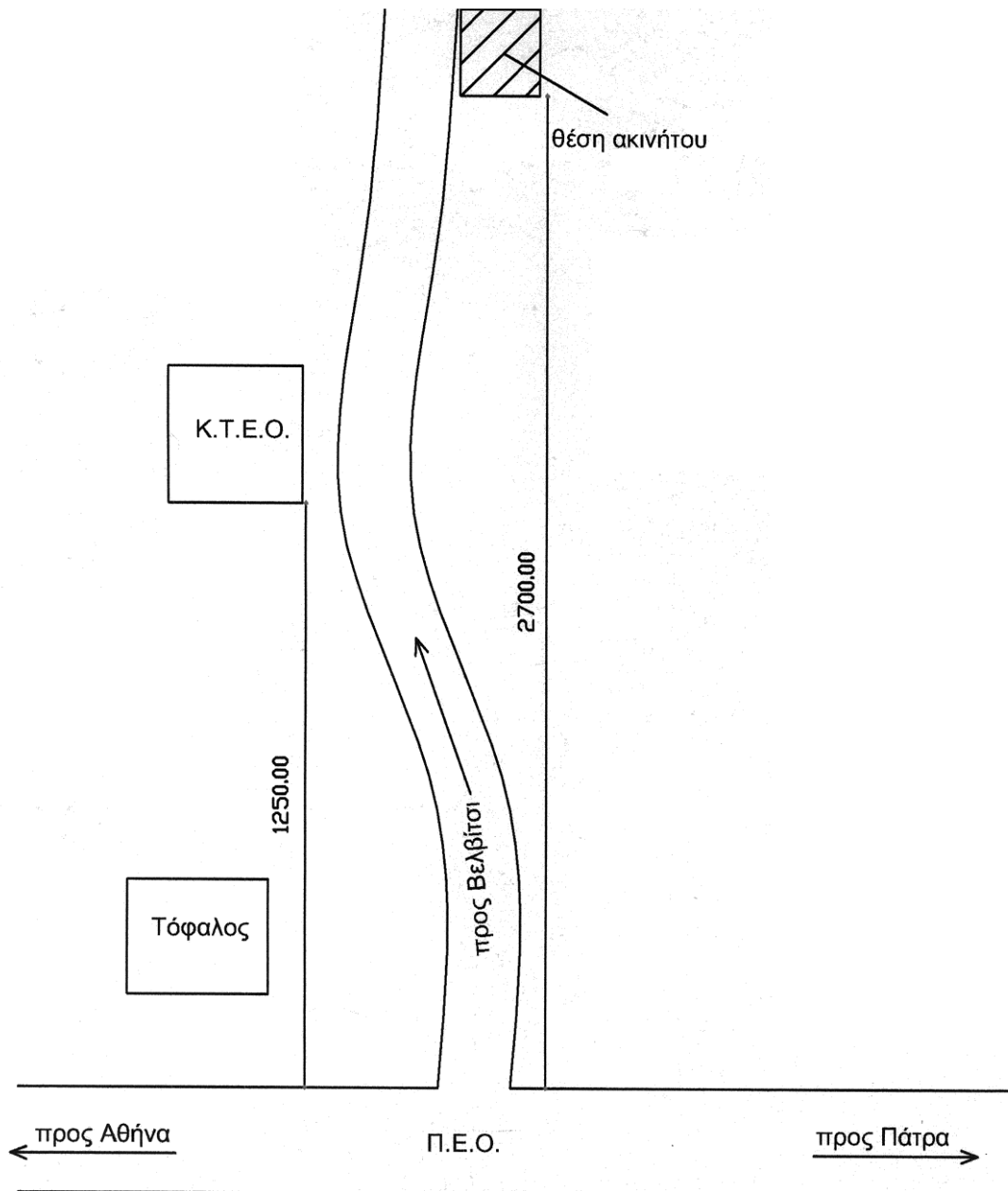


Σχέδιο 5.6: Κάτοψη ισογείου

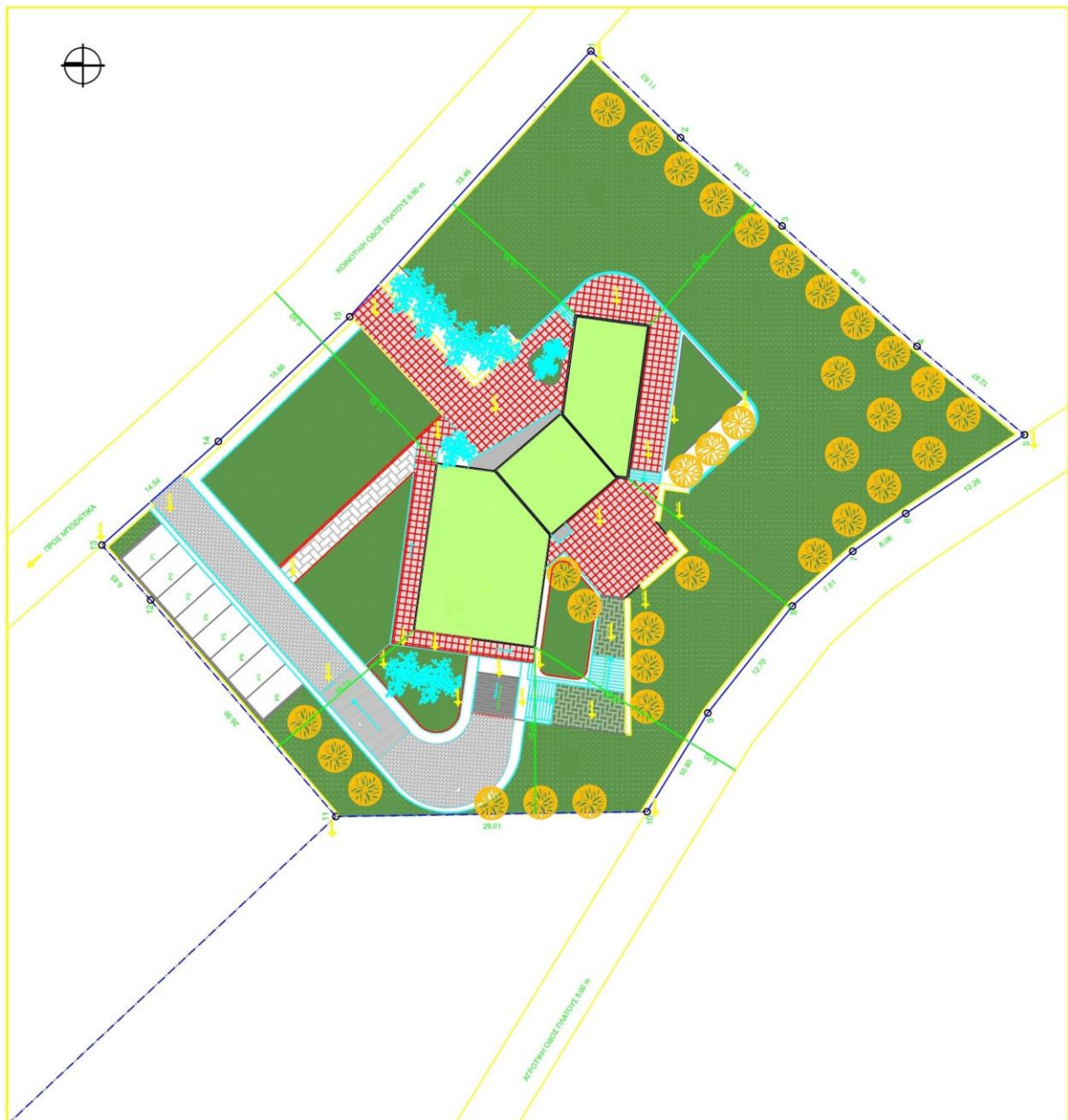


Σχέδιο 5.7: Κάτοψη ορόφου

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο βρίσκεται στην αγροτική περιοχή Βελβιτσίου Αχαΐας. Στον περιβάλλοντα χώρο δεν υπάρχουν κτίρια και έτσι ευνοείται η χρήση ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι θα βρίσκονται στο δώμα, για υποβοήθηση της θέρμανσης του κτιρίου. Στο σχέδιο 5.8 βλέπουμε ένα οδοιπορικό σκαρίφημα και στο σχέδιο 5.9 το τοπογραφικό σχέδιο του υπό μελέτη κτιρίου.



**Σχέδιο 5.8:** Οδοιπορικό σκαρίφημα



**Σχέδιο 5.9:** Τοπογραφικό διάγραμμα

## 5.2 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου θα σχεδιαστεί με στόχο την μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας. Θα χρησιμοποιήσουμε ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης το οποίο όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο προσφέρει την δυνατότητα μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τα κοινά θερμαντικά σώματα.

Για την λειτουργία της εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια όπου με την βοήθεια ηλιακών συλλεκτών θα τροφοδοτεί το ενδοδαπέδιο σύστημα. Για την κάλυψη των επιπλέον φορτίων και με την βοήθεια των κατάλληλων αυτοματισμών θα ενεργοποιείται λέβητας πετρελαίου.

Στα παρακάτω κεφάλαια θα γίνουν οι απαιτούμενες μηχανολογικές μελέτες για τον σχεδιασμό αυτού του συστήματος με την βοήθεια του λογισμικού Fine της 4M.

## 6. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

### 6.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

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

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

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

όπου:

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

β) Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

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

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



**β2.1) Z<sub>D</sub> για DIN77**

Τιμή D

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

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

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

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

**γ)** Οι απώλειες αερισμού Q<sub>L</sub> υπολογίζονται εναλλακτικά:

**γ1)** από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

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

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m<sup>3</sup>/s

c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε kJ/g K

ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m<sup>3</sup>

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

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

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

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r)

H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ε<sub>GA</sub>)

Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Z<sub>Γ</sub>: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

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

$Q_L$ , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

### 6.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

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

0)Είδος στοιχείου (πχ. **T**= τοίχος, **A**= Άνοιγμα, **O**= οροφή **Δ**= Δάπεδο)

1)Προσανατολισμός

2)Πάχος

3)Μήκος

4)Ύψος ή πλάτος

5)Επιφάνεια

6)Αριθμός όμοιων επιφανειών

7)Συνολική Επιφάνεια

8)Συντελεστής  $k$

9)Διαφορά Θερμοκρασίας  $\Delta t$

10)Καθαρές Θερμικές Απώλειες

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

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Πάτρα
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN83
Σύστημα Μονάδων	Kcal/h

## ΚΤΙΡΙΟ 1

### Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί Τοίχοι Οροφές	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Τοίχων Οροφών	Εσωτερικοί Τοίχοι Δάπεδα	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Εσ.Τοίχων Δαπέδων	Ανοίγματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Ανοιγμάτων
T1	0.477	E1	0.5	A1	6.00	1.40	2.8
T2	0.56	E2		A2	7.60	1.40	2.8
T3	0.5	E3		A3	4.50	1.40	2.8
T4		E4		A4			
T5		E5		A5			
T6		E6		A6			
T7		E7		A7			
T8		E8		A8			
T9		Δ1	0.4	A9			
T10		Δ2		A10			
T11		Δ3		A11			
O1	0.4	Δ4		A12			
O2		Δ5		A13			
O3		Δ6		A14			
O4		Δ7		A15			
O5		Δ8		A16			

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			9.21	3.1	28.55	1	28.55	11.50	17.05	0.477	21.00	170.8
T2	B	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A1	B	α		6.00	1.40	8.40	1	8.40		8.40	2.8	21.00	493.9
T1	N			14.50	3.1	44.95	1	44.95	15.29	29.66	0.477	21.00	297.1
T2	N	A		1.5	3.1	4.65	1	4.65		4.65	0.56	21.00	54.68
A2	N	α		7.60	1.40	10.64	1	10.64		10.64	2.8	21.00	625.6
T1	A			7	3.1	21.70	1	21.70	3.10	18.60	0.477	21.00	186.3
T2	A	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A3		α		4.50	1.40	6.30	1	6.30		6.30	2.8	21.00	370.4
T1	E			7.30	3.1	22.63	1	22.63		22.63	0.477	5	53.97
Δ1	E			10	7.5	75.00	1	75.00		75.00	0.4	10.00	300.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub>

2626

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %

525

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

3151

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) =

758.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=VxρxcxΔt =

2124

Όγκος Χώρου V = 7.5x10x3.1=

233

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

1.5

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

**6033**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 1  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			9.21	3.1	28.55	1	28.55	11.50	17.05	0.477	21.00	170.8
T2	B	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A1	B	α		6.00	1.40	8.40	1	8.40		8.40	2.8	21.00	493.9
T1	N			14.50	3.1	44.95	1	44.95	15.29	29.66	0.477	21.00	297.1
T2	N	A		1.5	3.1	4.65	1	4.65		4.65	0.56	21.00	54.68
A2	N	α		7.60	1.40	10.64	1	10.64		10.64	2.8	21.00	625.6
T1	A			7	3.1	21.70	1	21.70	3.10	18.60	0.477	21.00	186.3
T2	A	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A3		α		4.50	1.40	6.30	1	6.30		6.30	2.8	21.00	370.4
T1	E			7.30	3.1	22.63	1	22.63		22.63	0.477	5	53.97
O1	E			10	7.5	75.00	1	75.00		75.00	0.4	21.00	630.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 2956  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 591  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 3547  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 758.6  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 2124  
 Όγκος Χώρου V = 7.5x10x3.1= 233  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1.5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 6429**

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : 1  
 ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ : 6033  
 Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 6033  
  
 Επίπεδο : 2  
 ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ : 6429  
 Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 6429  
  
 Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 12463

## ΚΤΙΡΙΟ 2

### Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί Τοίχοι Οροφές	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Τοίχων Οροφών	Εσωτερικοί Τοίχοι Δάπεδα	Συντ. Κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Ανοίγμ.	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Ανοιγμάτων	Συντ. α	Φύλλα
T1	0.477	E1	0.5	A1	4.41	1.40	2.8		
T2	0.56	E2		A2	4.32	1.40	2.8		
T3	0.5	E3		A3	2.50	1.40	2.8		
T4		E4		A4	1.30	1.40	2.8		
T5		E5		A5	2.20	1.40	2.8		
T6		E6		A6	4.07	0.60	2.8		
T7		E7		A7	0.90	0.60	2.8		
T8		E8		A8	0.90	2.2	3.2		
T9		Δ1	0.4	A9	2.20	2.20	2.8		
T10		Δ2		A10	4.07	1.20	2.8		
T11		Δ3		A11	3.00	1.20	2.8		
O1	0.4	Δ4		A12	0.84	1.20	2.8		
O2		Δ5		A13	1.20	1.20	2.8		
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1  
Ονομασία Χώρου ΑΡΧΕΙΟ

### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			4.57	3.1	14.17	1	14.17	2.44	11.73	0.477	21.00	117.5
A6	N	α		4.07	0.60	2.44	1	2.44		2.44	2.8	21.00	143.5
T1	Δ			4.52	3.1	14.01	1	14.01	1.55	12.46	0.477	21.00	124.8
T2	Δ	A		0.50	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
Δ1	E			1.75	10	17.50	1	17.50		17.50	0.4	10.00	70.00

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	474
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	95
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	569
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> ZΓ) =	158.9
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ <sub>χ</sub> c <sub>χ</sub> Δt =	495.6
Όγκος Χώρου V = 1.75x10x3.1=	54
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>122</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 2  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΑ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			10.23	3.1	31.71	1	31.71	13.77	17.94	0.477	21.00	179.7
A1	B	α		4.41	1.40	6.17	1	6.17		6.17	2.8	21.00	362.8
A2	B	α		4.32	1.40	6.05	1	6.05		6.05	2.8	21.00	355.7
T2	B	A		0.5	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
T1	A			5.43	3.1	16.83	1	16.83	5.05	11.78	0.477	21.00	118.0
A3	A	α		2.50	1.40	3.50	1	3.50		3.50	2.8	21.00	205.8
T2	A	A		0.5	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
Δ1				5.05	10	50.50	1	50.50		50.50	0.4	10.00	202.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 1460  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 292  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1753  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxRxHxΔtxZΓ) = 524.9  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt = 1430  
 Όγκος Χώρου V = 5.05x10x3.1= 157  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1.5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 3707**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 3  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΥ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			4.57	3.1	14.17	1	14.17	3.37	10.80	0.477	21.00	108.2
A4	B	A		1.30	1.40	1.82	1	1.82		1.82	2.8	21.00	107.0
T2	B	A		0.5	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
T1	Δ			3.40	3.1	10.54	1	10.54	4.63	5.91	0.477	21.00	59.20
A5	Δ	A		2.20	1.40	3.08	1	3.08		3.08	2.8	21.00	181.1
T2	Δ	A		0.5	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
Δ1				1.324	10	13.24	1	13.24		13.24	0.4	10.00	52.96

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 545  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 109  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 654  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxRxHxΔtxZΓ) = 214.3  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t =$	374.9
Όγκος Χώρου $V = 10 \times 1.324 \times 3.1 =$	41
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ <math>Q_{ολ} = Q_T + Q_L =</math></b>	<b>1243</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 4  
Ονομασία Χώρου ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ

#### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			2	3.1	6.20	1	6.20	1.98	4.22	0.477	21.00	42.27
A8	N	α		0.90	2.2	1.98	1	1.98		1.98	3.2	21.00	133.1
Δ1				9.71	1	9.71	1	9.71		9.71	0.4	10.00	38.84

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	214
Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 20 \%$	43
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	257
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z \Gamma$ ) =	105.5
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου $H =$	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου $R$ (ή $r$ ) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων $Z \Gamma =$	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t =$	275.0
Όγκος Χώρου $V = 9.71 \times 1 \times 3.1 =$	30
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ <math>Q_{ολ} = Q_T + Q_L =</math></b>	<b>638</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 5  
Ονομασία Χώρου ΠΛΗΡΩΜΕΣ

#### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	A			0.96	3.1	2.98	1	2.98	0.77	2.21	0.477	21.00	22.14
T2	A	A		0.25	3.1	0.77	1	0.77		0.77	0.56	21.00	9.06
Δ1				10.2	1	10.20	1	10.20		10.20	0.4	10.00	40.80

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	72
Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 20 \%$	14
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	86
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z \Gamma$ ) =	
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου $H =$	
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου $R$ (ή $r$ ) =	
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων $Z \Gamma =$	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t =$	279.5
Όγκος Χώρου $V = 10.2 \times 1 \times 3 =$	31
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ <math>Q_{ολ} = Q_T + Q_L =</math></b>	<b>366</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 6  
 Ονομασία Χώρου WC-1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			1.29	3.1	4.00	1	4.00	0.54	3.46	0.477	16	26.41
A7	N	α		0.90	0.60	0.54	1	0.54		0.54	2.8	16	24.19
Δ1				1.29	1.96	2.53	1	2.53		2.53	0.4	5	5.06

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	56
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	11
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	67
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣlxRxHxΔtxZΓ) =	38.88
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt =	238.7
Όγκος Χώρου V = 1.29x1.96x3.1=	8
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>344</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 7  
 Ονομασία Χώρου WC-2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			1.29	3.1	4.00	1	4.00	0.54	3.46	0.477	16	26.41
A7	N	α		0.90	0.60	0.54	1	0.54		0.54	2.8	16	24.19
Δ1				1.29	1.96	2.53	1	2.53		2.53	0.4	5	5.06

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	56
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	11
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	67
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣlxRxHxΔtxZΓ) =	38.88
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt =	238.7
Όγκος Χώρου V = 1.29x1.96x3.1=	8
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>344</b>



Επίπεδο : 2 Χώρος : 1  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	E			5.05	3.1	15.65	1	15.65		15.65	0.477	10.00	74.65
T1	E			8	3.1	24.80	1	24.80		24.80	0.477	10.00	118.3
T2	E			1	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	10.00	17.36
O1				1.584	10	15.84	1	15.84		15.84	0.4	21.00	133.1

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 343  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 69  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 412  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔtxZΓ) =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 598.1  
 Όγκος Χώρου V = 1.584x10x3.1= 49  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 2  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 1010**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 2  
 Ονομασία Χώρου ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			6.98	3.1	21.64	1	21.64	7.98	13.66	0.477	21.00	136.8
T2	N	A		1	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A10	N	α		4.07	1.20	4.88	1	4.88		4.88	2.8	21.00	286.9
T1	Δ			4.24	3.1	13.14	1	13.14	3.60	9.54	0.477	21.00	95.56
A11	Δ	α		3.00	1.20	3.60	1	3.60		3.60	2.8	21.00	211.7
O1				2.571	10	25.71	1	25.71		25.71	0.4	21.00	216.0
Δ1				2.571	10	25.71	1	25.71		25.71	0.4	21	216.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 1199  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 240  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1439  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔtxZΓ) = 322.2  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 728.1  
 Όγκος Χώρου V = 2.571x10x3.1= 80  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1.5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 2490**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 3  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ 1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			5.41	3.1	16.77	1	16.77	9.27	7.50	0.477	21.00	75.13
T2	B	A		1	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A1	B	α		4.41	1.40	6.17	1	6.17		6.17	2.8	21.00	362.8
T1	A			5.43	3.1	16.83	1	16.83	5.83	11.00	0.477	21.00	110.2
T2	A	A		0.75	3.1	2.33	1	2.33		2.33	0.56	21.00	27.40
A3	A	α		2.50	1.40	3.50	1	3.50		3.50	2.8	21.00	205.8
O1				2.330	10	23.30	1	23.30		23.30	0.4	21.00	195.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	1013
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	203
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	1216
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> ZΓ) =	330.3
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ <sub>ρ</sub> c <sub>χ</sub> Δt =	659.8
Όγκος Χώρου V = 2.330x10x3.1=	72
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>2206</b>

Επίπεδο : 2 Χώρος : 4  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ 2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			4.32	3.1	13.39	1	13.39	6.05	7.34	0.477	21.00	73.52
A2	B	α		4.32	1.40	6.05	1	6.05		6.05	2.8	21.00	355.7
O1				2.365	10	23.65	1	23.65		23.65	0.4	21.00	198.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	628
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	126
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	754
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> ZΓ) =	194.6
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ <sub>ρ</sub> c <sub>χ</sub> Δt =	669.7
Όγκος Χώρου V = 2.365x10x3.1=	73
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	1.5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>1618</b>

Επίπεδο : 2 Χώρος : 5  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ 3

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B			5.57	3.1	17.27	1	17.27	3.10	14.17	0.477	21.00	141.9
T2	B	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
T1	Δ			7.09	3.1	21.98	1	21.98	7.94	14.04	0.477	21.00	140.6
T2	Δ	A		1.00	3.1	3.10	1	3.10		3.10	0.56	21.00	36.46
A9	Δ	α		2.20	2.20	4.84	1	4.84		4.84	2.8	21.00	284.6
O1				2.936	10	29.36	1	29.36		29.36	0.4	21.00	246.6

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 887  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 177  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1064  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 149.7  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 831.4  
 Όγκος Χώρου V = 2.936x10x3.1= 91  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1.5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 2045**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 6  
 Ονομασία Χώρου WC-1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			1.17	3.1	3.63	1	3.63	1.01	2.62	0.477	16	20.00
A12	N	α		0.84	1.20	1.01	1	1.01		1.01	2.8	16	45.25
O1				1.17	1.96	2.29	1	2.29		2.29	0.4	16	14.66

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 80  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 16  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 96  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 52.88  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 216.5  
 Όγκος Χώρου V = 1.17x1.96x3.1= 7  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 365**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 7  
 Ονομασία Χώρου WC-2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N			1.20	3.1	3.72	1	3.72	1.44	2.28	0.477	16	17.40
A13	N	α		1.20	1.20	1.44	1	1.44		1.44	2.8	16	64.51
O1				1.20	1.96	2.35	1	2.35		2.35	0.4	16	15.04

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 97  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 19  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 116  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 62.21  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 216.5  
 Όγκος Χώρου V = 1.17x1.96x3.1= 7  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 395**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 8  
 Ονομασία Χώρου WC-3

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
O1				1.85	1.47	2.72	1	2.72		2.72	0.4	16	17.41

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 17  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 3  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 21  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 248.4  
 Όγκος Χώρου V = 1.85x1.47x3= 8  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 269**

## ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : 1

1ΑΡΧΕΙΟ	:	1223
2ΓΡΑΦΕΙΑ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ	:	3707
3ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΥ	:	1243
4ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ	:	638
5ΠΛΗΡΩΜΕΣ	:	366
6WC-1	:	344
7WC-2	:	344

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 7866

Επίπεδο : 2

1ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	:	1010
2ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ	:	2490
3ΓΡΑΦΕΙΟ 1	:	2206
4ΓΡΑΦΕΙΟ 2	:	1618
5ΓΡΑΦΕΙΟ 3	:	2045
6WC-1	:	365
7WC-2	:	395
8WC-3	:	269

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 10399

**Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 18265**

## ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ

### Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί Τοίχοι Οροφές	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Τοίχων Οροφών	Εσωτερικοί Τοίχοι Δάπεδα	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> h c) Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Ανοίγμ.	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντελεστής k (Kcal/m <sup>2</sup> hc) Ανοιγμάτων	Συντ. α	Φύλλα
T1	0.477	E1	0.5	A1	3.35	1.30	2.8		
T2	0.56	E2		A2	1.50	2.35	5		
T3	0.5	E3		A3	1.60	1.30	2.8		
T4		E4		A4	2.70	0.60	2.8		
T5		E5		A5	1.50	2.35	2.8		
T6		E6		A6	1.45	0.60	2.8		
T7		E7		A7	1.60	0.60	2.8		
T8		E8		A8	1.45	0.70	2.8		
T9		Δ1	0.4	A9	1.60	0.70	2.8		
T10		Δ2		A10					
T11		Δ3		A11					
O1	0.4	Δ4		A12					
O2		Δ5		A13					
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ

### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	ΒΔ			8.77	3.1	27.19	1	27.19	11.50	15.69	0.477	21.00	157.2
T2	ΒΔ	Α		0.50	3.1	1.55	1	1.55		1.55	0.56	21.00	18.23
A1	ΒΔ	α		3.35	1.30	4.35	1	4.35		4.35	2.8	21.00	255.8
A2	ΒΔ	α		1.50	2.35	3.52	1	3.52		3.52	5	21.00	369.6
A3	ΒΔ	α		1.60	1.30	2.08	1	2.08		2.08	2.8	21.00	122.3
T1	ΝΔ			2.90	3.1	8.99	1	8.99	1.62	7.37	0.477	21.00	73.83
A4	ΝΔ	α		2.70	0.60	1.62	1	1.62		1.62	2.8	21.00	95.26
T1	Ε			2.20	3.1	6.82	1	6.82		6.82	0.477	10.00	32.53
Δ1				4.39	10	43.90	1	43.90		43.90	0.4	10.00	175.6

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	1300
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 %	260
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	1560
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> ZΓ) =	500.1
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ <sub>α</sub> cxΔt =	1658
Όγκος Χώρου V = 4.39x10x3.1=	136
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	2
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =</b>	<b>3719</b>

Επίπεδο : 1 Χώρος : 2  
 Ονομασία Χώρου ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	Δ			3.10	3.1	9.61	1	9.61		9.61	0.477	21.00	96.26
T1	ΝΔ			1.74	3.1	5.39	1	5.39	3.52	1.87	0.477	21.00	18.73
A5	ΝΔ	A		1.50	2.35	3.52	1	3.52		3.52	2.8	21.00	207.0
Δ1				1.19	10	11.90	1	11.90		11.90	0.4	10.00	47.60

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 370  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 74  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 444  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔtxZΓ) = 131.0  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VχρxcxΔt = 449.3  
 Όγκος Χώρου V = 1.19x10x3.1= 37  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 2  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 1024**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 3  
 Ονομασία Χώρου WC-1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	ΝΔ			1.67	3.1	5.18	1	5.18	1.49	3.69	0.477	16	28.16
A6	ΝΔ	α		1.45	0.60	0.87	1	0.87		0.87	2.8	16	38.98
T2	ΝΔ	A		0.20	3.1	0.62	1	0.62		0.62	0.56	16	5.56
Δ1				1.67	1.52	2.54	1	2.54		2.54	0.4	5	5.08

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 78  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 16  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 93  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔtxZΓ) = 53.14  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VχρxcxΔt = 239.6  
 Όγκος Χώρου V = 1.67x1.52x3.1= 8  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 386**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 4  
 Ονομασία Χώρου WC-2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	ΝΔ			1.80	3.1	5.58	1	5.58	1.58	4.00	0.477	16	30.53
A7	ΝΔ	α		1.60	0.60	0.96	1	0.96		0.96	2.8	16	43.01
T2	ΝΔ	A		0.20	3.1	0.62	1	0.62		0.62	0.56	16	5.56
T1	E			3.22	3.1	9.98	1	9.98		9.98	0.477	5	23.80
Δ1				1.80	1.52	2.74	1	2.74		2.74	0.4	5	5.48

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 108  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 22  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 130  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 57.02  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 239.6  
 Όγκος Χώρου V = 1.67x1.52x3.1= 8  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 427**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 5  
 Ονομασία Χώρου WC-AMK

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	E			2.30	3.1	7.13	1	7.13	1.24	5.89	0.477	5	14.05
T2	E	A		0.40	3.1	1.24	1	1.24		1.24	0.56	5	3.47
Δ1				2.30	1.67	3.84	1	3.84		3.84	0.4	5	7.68

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 25  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 5  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 30  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>α</sub>cxΔt = 350.9  
 Όγκος Χώρου V = 2.30x1.67x3= 12  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 381**



Επίπεδο : 2 Χώρος : 1  
 Ονομασία Χώρου WC-1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	ΝΔ			1.67	3.1	5.18	1	5.18	1.63	3.55	0.477	16	27.09
A8	ΝΔ	α		1.45	0.70	1.01	1	1.01		1.01	2.8	16	45.25
T2	ΝΔ	A		0.20	3.1	0.62	1	0.62		0.62	0.56	16	5.56
O1				1.67	1.52	2.54	1	2.54		2.54	0.4	16	16.26

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 94  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 19  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 113  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 55.73  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt = 239.6  
 Όγκος Χώρου V = 1.67x1.52x3.1= 8  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 408**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 2  
 Ονομασία Χώρου WC-2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	ΝΔ			1.80	3.1	5.58	1	5.58	1.74	3.84	0.477	16	29.31
A9	ΝΔ	α		1.60	0.70	1.12	1	1.12		1.12	2.8	16	50.18
T2	ΝΔ	A		0.20	3.1	0.62	1	0.62		0.62	0.56	16	5.56
T1	E			3.22	3.1	9.98	1	9.98		9.98	0.477	5	23.80
O1				1.80	1.52	2.74	1	2.74		2.74	0.4	16	17.54

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 126  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 25  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 152  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 59.62  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt = 239.6  
 Όγκος Χώρου V = 1.67x1.52x3.1= 8  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 45**

Επίπεδο : 2 Χώρος : 3  
 Ονομασία Χώρου WC-AMK

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφ.	Προσ.	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συνολ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντελ. κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	E			2.30	3.1	7.13	1	7.13	1.24	5.89	0.477	5	14.05
T2	E	A		0.40	3.1	1.24	1	1.24		1.24	0.56	5	3.47
O1				2.30	1.67	3.84	1	3.84		3.84	0.4	16	24.58

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 42  
 Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 8  
 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 51  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=α<sub>x</sub>Σl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =  
 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt = 350.9  
 Όγκος Χώρου V = 2.30x1.67x3= 12  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 5  
**ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 401**

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : 1

1ΧΩΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ: 3719  
 2ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ: 1024  
 3WC-1 : 386  
 4WC-2 : 427  
 5WC-AMK : 381

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου: 5936

Επίπεδο : 2

1WC-1 : 408  
 2WC-2 : 451  
 3WC-AMK : 401

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου: 1261

**Συνολικές Απώλειες Κτιρίου: 7197**

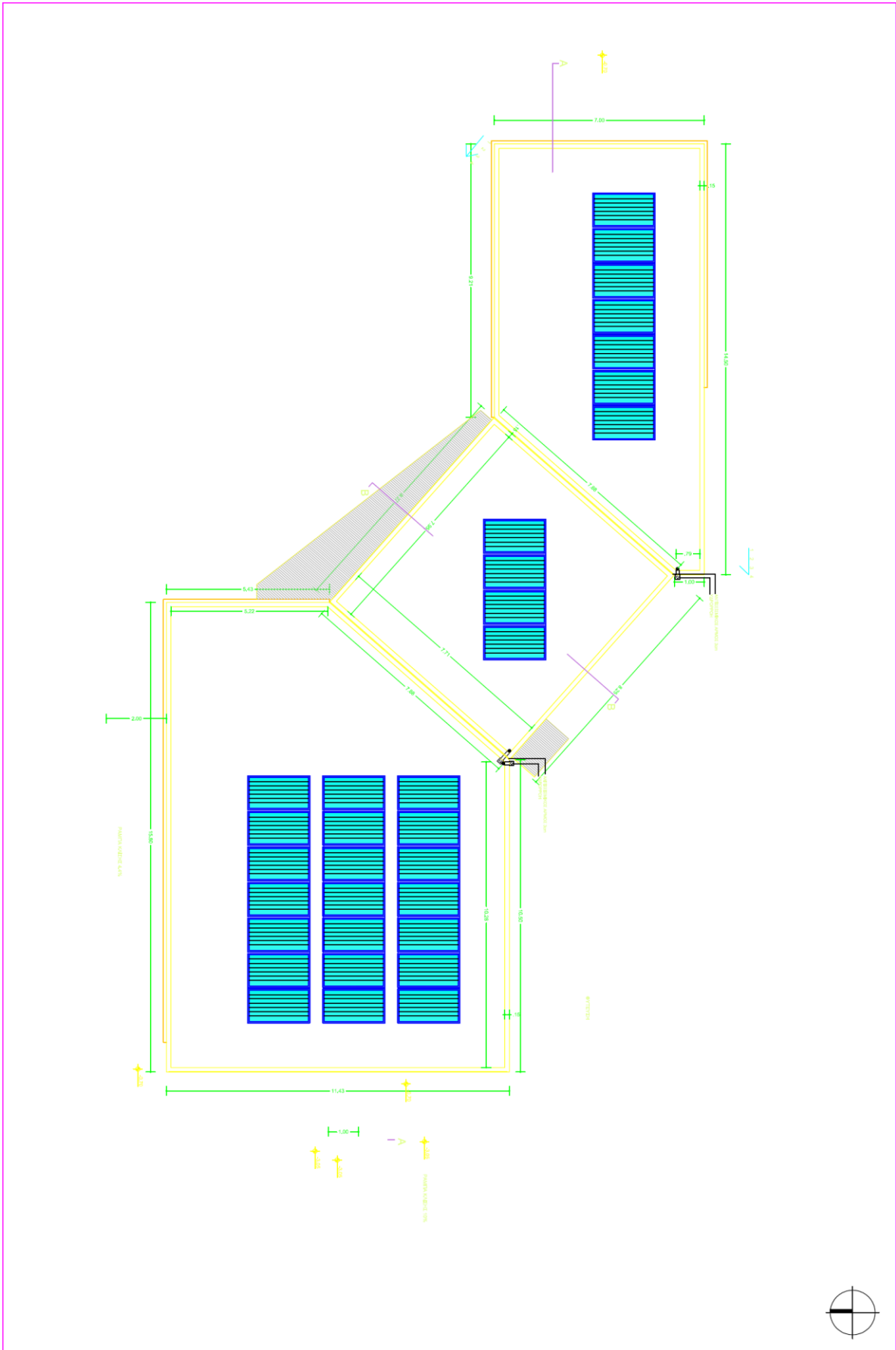
## 7.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο δώμα του κτιρίου θα τοποθετηθούν 32 ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας απορρόφησης 75.84 m<sup>2</sup>. Οι ηλιακοί συλλέκτες θα τοποθετηθούν με προσανατολισμό προς το Νότο όπου προσφέρει το μεγαλύτερο δυνατό ηλιακό φορτίο. Η βέλτιστη κλίση των ηλιακών συλλεκτών για χρήση τον χειμώνα είναι +10° από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Το γεωγραφικό πλάτος της Πάτρας είναι 38.2500°, έτσι θα επιλέξουμε κλίση 45°. Στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου δεν υπάρχει κάποιο τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό της στέγης. Στο σχέδιο 7.1 φαίνεται η διάταξη των ηλιακών συλλεκτών.



**Σχέδιο 7.1:** Πρόσοψη Νότιας όψης



Σχέδιο 7.2: Διάταξη ηλιακών συλλεκτών

## 7.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Από τον παρακάτω πίνακα 7.1 λαμβάνουμε την ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή μας για κάθε τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη. Επίσης από τον πίνακα 7.2 λαμβάνουμε τον συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τους εν λόγω επιλεκτικούς συλλέκτες για την εν λόγω ευρύτερη περιοχή.

**Πίνακας 7.1:** Ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας

ΠΑΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m <sup>2</sup> )											
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
		B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	55	18	19	37	64	80	22	27	51	76	88
ΦΕΒ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
ΜΑΡ	124	38	49	76	95	102	53	78	109	134	144
ΑΠΡ	147	50	66	87	92	85	92	106	128	141	143
ΜΙΑ	200	70	94	114	108	90	145	154	172	178	176
ΙΟΥΝ	215	78	102	119	107	86	166	170	183	184	179
ΙΟΥΛ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
ΑΥΓ	197	63	89	116	116	101	128	144	172	184	185
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	107	30	36	64	94	112	37	57	93	125	141
ΝΟΕ	66	20	22	45	75	95	24	32	61	91	105
ΔΕΚ	53	16	18	38	69	88	20	24	50	79	93

**Πίνακας 7.2:** Συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15°	45°	65°	15°	45°	65°	15°	45°	65°
Αλεξαν/πολη	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325
Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369
Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
Μέσος όρος	0,316	0,318	0,328	0,331	0,334	0,339	0,341	0,344	0,352

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε τους συγκεντρωτικούς υπολογισμούς μας σχετικά με το εκμεταλλεόμενο θερμικό φορτίο από τον ήλιο.

**Πίνακας 7.3:** Εκμεταλλεόμενο θερμικό φορτίο από τον ήλιο

ΜΗΝΑΣ	ΝΟΤΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ (m <sup>2</sup> )	ΣΥΝΟΛΟ ΗΛΙΑΚΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΗΣ
	ΠΑΤΡΑ	ΝΟΤΟΣ	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	88	75,84	6673,92	2315,85024
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	97	75,84	7356,48	2552,69856
ΜΑΡΤΙΟΣ	144	75,84	10920,96	3789,57312
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	143	75,84	10845,12	3763,25664
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	141	75,84	10693,44	3710,62368
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	105	75,84	7963,2	2763,2304
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	93	75,84	7053,12	2447,43264
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ(KW/m<sup>2</sup>)</b>				<b>21342,66528</b>

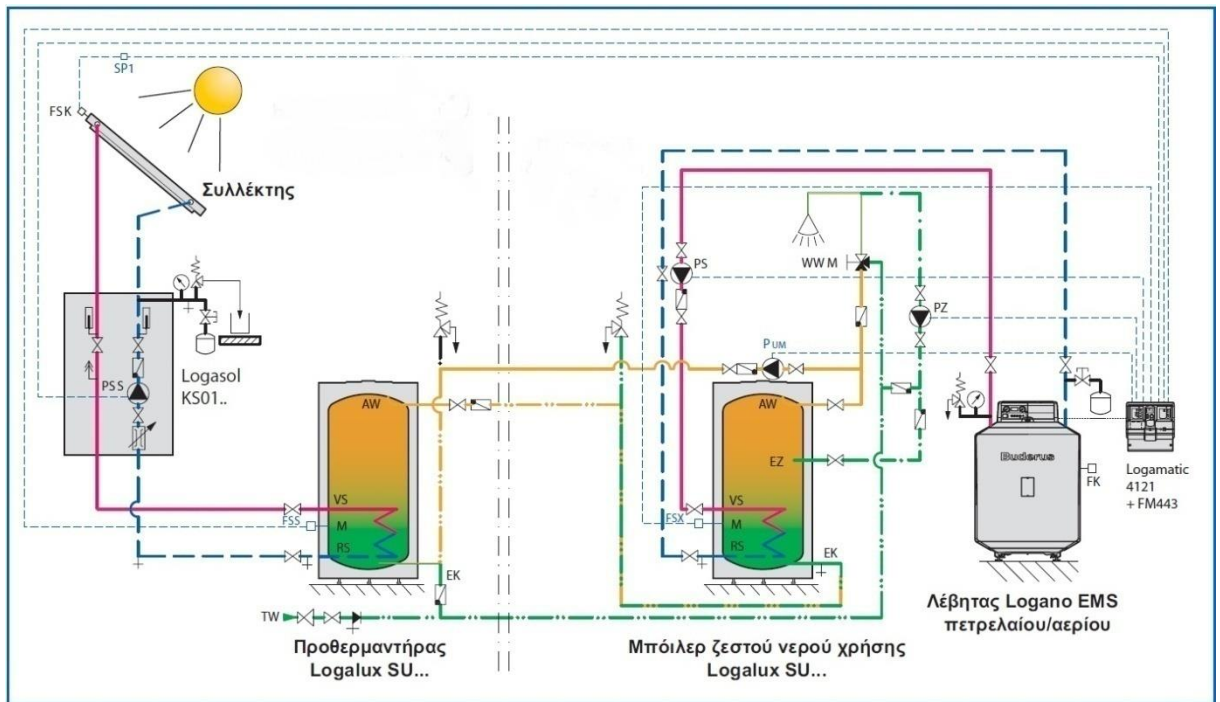
### 7.3 ΤΕΧΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Το ηλιοθερμικό σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί για υποστήριξη της θέρμανσης είναι κλειστού βρόγχου με εξαναγκασμένη λειτουργία καθώς η αποθήκευση του ζεστού θα βρίσκεται στον χώρο του μηχανοστασίου.

Στο σχέδιο 7.3 φαίνεται η διάταξη του συστήματος. Ο προθερμαντήρας θερμαίνεται από το ηλιακό σύστημα. Το ηλιακά προθερμασμένο νερό μεταφέρεται μέσω της εξόδου ζεστού νερού του προθερμαντήρα στην κρύα είσοδο του δεύτερου μπόιλερ και κατά περίπτωση θερμαίνεται συμπληρωματικά από τον λέβητα.

Όταν υπάρχει μεγάλη απόδοση ηλιακής ενέργειας, ο προθερμαντήρας μπορεί να έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από το μπόιλερ. Για να καταστεί εφικτή η εκμετάλλευση ολόκληρου του όγκου των μπόιλερ από το ηλιακό σύστημα, τοποθετείται ένας αγωγός από την έξοδο ζεστού νερού του δεύτερου μπόιλερ προς την είσοδο κρύου νερού του προθερμαντήρα. Για την μεταφορά του νερού χρησιμοποιείται κυκλοφορητής

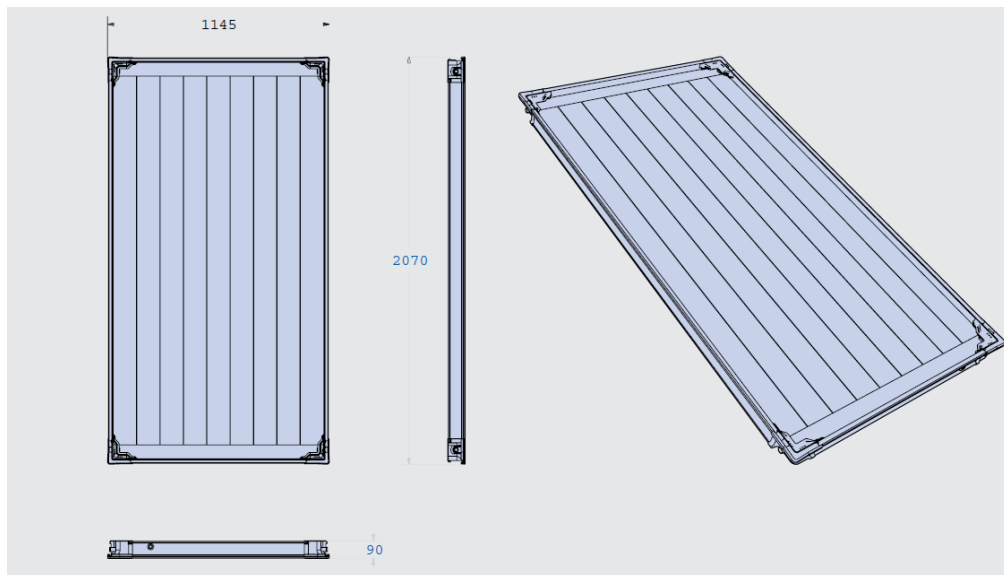
Το σύστημα έλεγχου παρακολουθεί τις θερμοκρασίες μέσω των αισθητήρων που βρίσκονται στον προθερμαντήρα. Αν η απαιτούμενη θερμοκρασία των 35°C στον προθερμαντήρα δεν επιτυγχάνεται με την ηλιακή φόρτιση, ο κυκλοφορητής ανάμεσα στην έξοδο ζεστού νερού του μπόιλερ και την είσοδο κρύου νερού του προθερμαντήρα ενεργοποιείται σε χρόνο που δεν γίνεται λήψη, κυρίως τη νύκτα. Ο κυκλοφορητής παραμένει ενεργοποιημένος μέχρις ότου η απαιτούμενη θερμοκρασία επιτευχθεί και στους δύο αισθητήρες του προθερμαντήρα.



**Σχέδιο 7.3: Διάταξη εγκατάστασης**

### 7.3.1 Ηλιακοί συλλέκτες

Θα χρησιμοποιήσουμε 32 επιλεκτικούς συλλέκτες Logasol SKN 3.0 (Εικόνα 7.4) συνολικής αξίας 17.920 €.



**Εικόνα 7.1: Ηλιακός συλλέκτης Logasol SKN 3.0**

Τα γενικά του χαρακτηριστικά είναι:

- Ηλιακός συλλέκτης υψηλής απόδοσης
- Χάλκινος απορροφητής συγκολλημένος με υπερήχους

- Ειδική επιλεκτική επίστρωση με μαύρο χρώμιο
- Ηλιακό κρύσταλλο με μεγάλο συντελεστή διαπερατότητας 91,5%
- Ισχυρή μόνωση 55 mm υαλοβάμβακα (χωρίς χλωροφθοράνθρακες)
- Πλάτη συλλέκτη από γαλβανιζέ χαλυβδοέλασμα
- Πλαίσιο από ενισχυμένο με Fiberglass πλαστικό
- Κρύσταλλο ασφαλείας 3,2 mm
- Οικολογικό αντιψυκτικό υγρό (-37ο C έως +170ο C)

#### Πίνακας 7.4

Τοποθέτηση	Κάθετη
Επιφάνεια συλλέκτη (μικτή) (m <sup>2</sup> )	2,37
Επιφάνεια συλλέκτη (καθαρή) (m <sup>2</sup> )	2,23
Περιεχόμενο απορροφητήρα (lt)	0,86
Επιλεκτικότητα	96
Βαθμός απορροφητικότητας α %	
Βαθμός εκπομπής ε %	12
Βάρος kg	41
Μέγιστη πίεση λειτουργίας (πίεση δοκιμής) (bar)	6
Διαστάσεις Υ/ Π/ Β (mm)	2070x1145x90

Για την τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών θα χρειαστούν και τα υλικά που παρουσιάζονται στον πίνακα 7.5

#### Πίνακας 7.5

Βάση τaráσσας για κάθετους συλλέκτες	6 τεμάχια	2.592€
Σετ σύνδεσης σωλήνων	6 τεμάχια	348€
Σετ εξαεριστικού	6 τεμάχια	576€
Σετ σύνδεσης πολλαπλών σειρών	5 τεμάχια	342€

#### 7.3.2 Κιτ υδραυλικής σύνδεσης

Με το υδραυλικό κιτ η υδραυλική εξισορρόπηση, η μέτρηση ροής και ο εξαερισμός μπορούν να διεκπεραιωθούν άμεσα στο κιτ. Το υδραυλικό κιτ που επιλέξαμε είναι το Logasol KS0120 αξίας 860 € και περιλαμβάνει:

- Κυκλοφορητής ηλιακού UPS 25-80
- Βαλβίδα ασφαλείας 6 bar
- Μανόμετρο
- 2 Βάνες
- 2 Θερμόμετρα
- 1 βάνα πλήρωσης/εκκένωσης
- αναμονή σύνδεσης δοχείου διαστολής
- ροόμετρο



Για την σύνδεση του υδραυλικού κιτ θα χρειαστεί και ο παρακάτω εξοπλισμός που φαίνεται στον πίνακα 7.6.

**Πίνακας 7.6**

<b>Logafix Solar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δοχείο διαστολής 35 Lt ηλιακού κυκλώματος</li> <li>• Προπίεση: 2,5 bar</li> <li>• Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 120° C</li> <li>• Μέγιστη θερμοκρασία στη μεμβράνη: 110° C</li> <li>• Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 6 bar</li> </ul>	95€
<b>ASS/ Αγωγός σύνδεσης δοχείου διαστολής</b>	Εύκαμπτος ανοξειδωτος σωλήνας DN 20, μήκος 600 mm	70€
<b>Θερμοστατική βάνα R 3/4"</b>	Θερμοστατική βάνα ανάμιξης και προστασίας ζεστού νερού χρήσης, ρύθμιση από 38 έως 60°C	80€

### 7.3.3 Μονάδα αποθήκευσης ενέργειας

Για την αποθήκευση ενέργειας επιλέγεται ο ηλιακός θερμαντήρας Flamco Ps 2000 κατάλληλος για παραγωγή ζεστού νερού και υποστήριξη θέρμανσης αξίας 4000 € με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ηλιακό θερμοδοχείο συνδυασμένης λειτουργίας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και υποστήριξης θέρμανσης.
- Χωρητικότητα 1500L
- Εσωτερικό κωνικό δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης (300L) με γυάλινη επίστρωση «DuoClean MKT» και ανοδική προστασία μαγνησίου.
- Ειδικός εναλλάκτης ηλιακής ενέργειας ενσωματωμένος σε ένα θερμοσωλήνα ταχείας θέρμανσης στο κέντρο του εσωτερικού δοχείου.
- Αποθήκευση του θερμού νερού για την υποστήριξη της θέρμανσης στον εξωτερικό κύλινδρο.
- Μόνωση απο αφρώδες υλικό άριστης ποιότητας χωρίς χλωροφθοράνθρακες (CFC) πάχους 100mm που ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες
- Εισαγωγή νερού χρήσης και σύνδεση εναλλάκτη ηλιακού στο κάτω μέρος του δοχείου.

## 8. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

- α) *Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag*
- β) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,*
- γ) *Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag*
- δ) *Θέρμανση δαπέδου με ζεστό νερό στα κτίρια, Μ. Παπαδόπουλος (ΤΕΕ)*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)*
- στ) *Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN*

### 8.2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Ακολουθείται η μέθοδος της μη σταθερής και ίδιας για όλα τα κυκλώματα θερμοκρασιακής πτώσης του νερού, η οποία είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Η εξισορρόπηση των τριβών στα κυκλώματα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών βαλβίδων.

β) Οι υπολογισμοί στα κυκλώματα γίνονται αναλυτικά με την βοήθεια των σχέσεων:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (\text{εξίσωση συνέχειας})$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (\text{εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds})$$

όπου:

- Q: Παροχή σε m<sup>3</sup>/h  
 D: Εσωτερική διάμετρος σε m  
 V: Μέση ταχύτητα σε m/s  
 J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m  
 Δh: Απώλειες πίεσης σε m  
 L: Μήκος αγωγού σε m  
 λ: Συντελεστής τριβής  
 k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm  
 Re: Αριθμός Reynolds  
 v: Ιξώδες νερού σε m<sup>2</sup>/sec

γ) Οι υπολογισμοί των μεγεθών των κυκλωμάτων δαπεδοθέρμανσης γίνονται με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$q_{fb} = Q_n / A_{fb}$$

$$t_{fb} = (q_{fb} / a_{ges}) + t_i$$

$$R_A = d_a + \left( \frac{2}{m} \operatorname{ar} \cosh z \right)$$

$$z = \frac{2}{3 (a_c / k_c) (t_{fb} - t_i) + 2 K_b (t_i - t_a) - (t_h - t_i)}$$

$$m = 0.45 v ( (k_b + k_c) / \lambda_b d_a )$$

$$K_b = \frac{k_b}{k_b + k_c}$$

$$K_c = \frac{k_c}{k_b + k_c}$$

$$I = \frac{100}{(R_A 100)} A_{fb}$$

$$q_{de} = (t_h - t_a) K_b$$

όπου:

- q<sub>fb</sub>: Πυκνότητα θερμοροής προς τα πάνω (W/m<sup>2</sup>)  
 Q<sub>n</sub>: Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)  
 A<sub>fb</sub>: Επιφάνεια δαπέδου (m<sup>2</sup>)

$t_{fb}$ : Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $a_{ges}$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ )  
 $l$ : Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)  
 $d_a$ : Διάμετρος σωλήνα (m)  
 $a_c$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ )  
 $a_k$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ )  
 $k_b$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ )  
 $t_a$ : Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινόμενου ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $t_h$ : Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $t_i$ : Θερμοκρασία χώρου ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $\lambda_b$ : Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού μεταξύ των σωλήνων ( $\text{W}/\text{m K}$ )  
 $R_A$ : Απόσταση σωλήνων (m)

δ) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταφ, κρουνοί κλπ) κάθε κυκλώματος δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \sum \zeta \rho V^2$$

όπου:

$\sum \zeta$ : Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου  
 $\rho$ : Πυκνότητα νερού

### 8.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών στα κυκλώματα και τις κεντρικές στήλες παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Αριθμός Κυκλώματος
- Μήκος Σωλήνα Κυκλώματος (m)
- Συνολικό Μήκος (m)
- Φορτίο Κυκλώματος (Mcal/h ή w)
- Πτώση Θερμοκρασίας ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Παροχή Νερού ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)
- Στραγγαλισμός (mΥΣ)
- Τριβές Σωληνώσεων (mΥΣ)
- Ολική Τριβή (mΥΣ)

**α)** Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε κύκλωμα κάποιας στήλης και συμβολίζεται με τον α/α της στήλης και του κυκλώματος, παρεμβάλλοντας τελεία "." (πχ. 1.2 σημαίνει στήλη 1, κύκλωμα 2).

**β)** Οι κεντρικές στήλες συμβολίζονται απλά με έναν α/α, πχ. 1 για την στήλη 1, 2 για την στήλη 2 κ.ο.κ.

**γ)** Τμήματα σωλήνων που συνδέουν δύο στήλες δίνονται με τους αριθμούς των στηλών παρεμβάλλοντας παύλα (-), πχ.1-2.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των κυκλωμάτων παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Χώρος που θερμαίνεται
- Φορτίο χώρου
- Επιφάνεια δαπέδου (m<sup>2</sup>).
- Θερμοκρασία χώρου (°C).
- Θερμοκρασία κάτω χώρου (°C).
- Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνω (w/m<sup>2</sup>K)
- Συντελεστής θερμοπερατότητας κάτω (w/m<sup>2</sup>K)
- Θερμοροής (Mcal/hm<sup>2</sup>)
- Θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου (°C)
- Υπολειπόμενη θερμική ισχύς (Mcal/h)
- Απόσταση σωλήνων RA (cm)
- Πυκνότητα θερμοροής προς τα κάτω (Mcal/hm<sup>2</sup>)

#### Στοιχεία δικτύου

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής (°C)	35
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Χαλυβδοσωλήνας
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	45
Τύπος Σωλήνων Κυκλωμάτων	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	6
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	15
Σζ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	2
Σύστημα Μονάδων	Mcal/h

Επίπεδο : 1

Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλωμ.	Μήκος Σωλήνων στο Κύκλωμα m	Μήκος Σωλήνων Πρ.&Επι στ.στο Κύκλ. (m)	Μήκος Σωλήνα m	Φορτίο Κυκλώμ. (Mcal/h)	Πτώση Θερμ. °C	Παροχή Νερού m³/h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στραγγαλισμός mΥΣ	Τριβές Σωλ. mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	16.92	7.4	24.32	0.207	6.558	0.032	Φ26	0.023	0.000	0.805	0.002	0.807
1.2	16.92	5.65	22.57	0.207	6.558	0.032	Φ26	0.023	0.000	0.805	0.002	0.807
1.3	100.0	6.77	106.8	1.255	5.949	0.211	Φ26	0.154	0.007	0.580	0.220	0.807
1.4	133.3	6.5	139.8	1.675	5.934	0.282	Φ26	0.206	0.013	0.319	0.475	0.807
1.5	133.3	5.3	138.6	1.675	5.934	0.282	Φ26	0.206	0.013	0.323	0.471	0.807
1.6	133.3	2.7	136.0	1.675	5.934	0.282	Φ26	0.206	0.013	0.331	0.463	0.807
1.7	146.3	1.5	147.8	1.393	11.77	0.118	Φ26	0.086	0.002	0.691	0.114	0.807
1.8	109.8	4.5	114.3	1.392	9.160	0.152	Φ26	0.111	0.004	0.669	0.134	0.807
1.9	79.33	6.6	85.93	1.038	4.937	0.210	Φ26	0.154	0.007	0.624	0.176	0.807
1.10	25.61	0.9	26.51	0.313	6.558	0.048	Φ26	0.035	0.000	0.802	0.004	0.807
2.1	126.3	0.3	126.6	1.929	4.894	0.394	Φ26	0.288	0.025		0.770	0.795
2.2	34.00	6.33	40.33	0.534	7.008	0.076	Φ26	0.056	0.001	0.779	0.015	0.795
2.3	48.55	3.2	51.75	0.664	7.534	0.088	Φ26	0.064	0.001	0.770	0.024	0.795
2.4	16.85	11	27.85	0.206	6.558	0.031	Φ26	0.023	0.000	0.792	0.002	0.795
2.5	16.85	12	28.85	0.206	6.558	0.031	Φ26	0.023	0.000	0.792	0.002	0.795
2.6	126.3	0.2	126.4	1.929	4.894	0.394	Φ26	0.288	0.025	0.001	0.769	0.795
2.7	116.7	4.6	121.3	1.273	9.094	0.140	Φ26	0.102	0.003	0.668	0.124	0.795
2.8	88.27	3.75	92.02	1.138	5.305	0.215	Φ26	0.157	0.008	0.592	0.195	0.795
1				17.84		2.836	2"	0.357	0.010		0.000	0.010
2				17.19		3.048	2"	0.384	0.011		0.000	0.011
1-2				17.19		3.048	2"	0.384	0.011		0.000	0.011
1				35.03		5.884	2"	0.741	0.042		0.000	0.042

Επίπεδο : 2

Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλωμ.	Μήκος Σωλήνων στο Κύκλωμα m	Μήκος Σωλήνων Πρ.&Επι στ.στο Κύκλ. (m)	Μήκος Σωλήνα m	Φορτίο Κυκλώμ. (Mcal/h)	Πτώση Θερμ. °C	Παροχή Νερού m³/h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στραγγαλισμός mΥΣ	Τριβές Σωλ. mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	100.0	3.4	103.4	1.157	7.473	0.155	Φ26	0.113	0.004	0.653	0.125	0.782
1.2	133.3	1.05	134.4	1.674	5.599	0.299	Φ26	0.218	0.015	0.263	0.505	0.782
1.3	133.3	1.93	135.3	1.674	5.599	0.299	Φ26	0.218	0.015	0.259	0.508	0.782
1.4	133.3	3.2	136.5	1.674	5.599	0.299	Φ26	0.218	0.015	0.255	0.513	0.782
1.5	16.92	3.5	20.42	0.207	6.208	0.033	Φ26	0.024	0.000	0.780	0.002	0.782
1.6	16.92	5.1	22.02	0.207	6.208	0.033	Φ26	0.024	0.000	0.780	0.002	0.782
1.7	76.82	1.35	78.17	0.417	6.000	0.069	Φ26	0.051	0.001	0.757	0.025	0.782
2.1	116.5	1.5	118.0	1.781	4.526	0.394	Φ26	0.288	0.025	0.009	0.715	0.750
2.2	105.6	1.45	107.0	1.051	10.58	0.099	Φ26	0.073	0.002	0.687	0.061	0.750
2.3	45.86	3.85	49.71	0.294	1.691	0.174	Φ26	0.127	0.005	0.672	0.073	0.750
2.4	45.86	4.45	50.31	0.294	1.691	0.174	Φ26	0.127	0.005	0.671	0.074	0.750
2.5	61.41	6.2	67.61	0.679	8.477	0.080	Φ26	0.059	0.001	0.722	0.027	0.750
2.6	127.2	5.1	132.3	1.400	8.562	0.164	Φ26	0.119	0.004	0.570	0.176	0.750
2.7	62.40	4.25	66.65	0.679	8.812	0.077	Φ26	0.056	0.001	0.724	0.025	0.750
2.8	100.0	7.3	107.3	1.449	5.835	0.248	Φ26	0.181	0.010	0.447	0.293	0.750
2.9	118.3	2.95	121.2	1.683	6.257	0.269	Φ26	0.197	0.012	0.359	0.379	0.750
1				7.010		1.187	1"	0.567	0.025		0.000	0.025
2				9.310		1.679	1.25"	0.461	0.016		0.000	0.016
1-2				9.310		1.679	1.25"	0.461	0.016		0.000	0.016

Επίπεδο : 1

Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλωμ.	Θερμ. Χώρος	Φορτίο Χώρου (Mcal/h)	Επιφάνεια Δαπέδου m <sup>2</sup>	Θερμ. Χώρου °C	Θερμ.Χ. Κάτ. Θερμ. °C	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m <sup>2</sup> K/W	Συντ. Θερ. Πρ. Κάτω W/m <sup>2</sup> K	Πυκνότητα Θ/ροής (Mcal/h/m <sup>2</sup> )	Μέση Θ. Επίπεδου Δαπέδου °C	Υπολ. Θερ.Ισχ. (Mcal/h)	Απόστ. Σωλ. RA cm	Πυκν.Θ. Πρ.Κάτω (Mcal/h/m <sup>2</sup> )
1.1	1.2	0.280	2.538	20	20	0.02	0.40	0.110	31.45	0.081	15	0.003
1.2	1.3	0.280	2.538	20	20	0.02	0.40	0.110	31.45	0.081	15	0.003
1.3	1.1	1.206	15	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.4	1.1	1.609	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.5	1.1	1.609	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.6	1.1	1.609	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.7	1.4	1.859	21.95	20	20	0.02	0.40	0.085	29.07	0.521	15	0.002
1.8	1.4	1.859	21.95	20	20	0.02	0.40	0.085	29.07	0.521	20	0.002
1.9	1.6	0.997	11.9	20	20	0.02	0.40	0.084	28.98		15	0.003
1.10	1.5	0.381	3.841	20	20	0.02	0.40	0.099	30.41	0.080	15	0.003
2.1	1.8	1.854	25.25	20	20	0.02	0.40	0.073	28.00		20	0.003
2.2	1.7	0.513	10.20	20	20	0.02	0.40	0.050	25.70		30	0.002
2.3	1.9	0.638	9.71	20	20	0.02	0.40	0.066	27.25		20	0.003
2.4	1.10	0.322	2.528	20	20	0.02	0.40	0.127	33.01	0.124	15	0.003
2.5	1.11	0.322	2.528	20	20	0.02	0.40	0.127	33.01	0.124	15	0.003
2.6	1.8	1.854	25.25	20	20	0.02	0.40	0.073	28.00		20	0.003
2.7	1.13	1.223	17.5	20	20	0.02	0.40	0.070	27.66		15	0.003
2.8	1.12	1.093	13.24	20	20	0.02	0.40	0.083	28.87		15	0.003

Επίπεδο : 2

Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλωμ.	Θερμ. Χώρος	Φορτίο Χώρου (Mcal/h)	Επιφάνεια Δαπέδου m <sup>2</sup>	Θερμ. Χώρου °C	Θερμ.Χ. Κάτ. Θερμ. °C	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m <sup>2</sup> K/W	Συντ. Θερ. Πρ. Κάτω W/m <sup>2</sup> K	Πυκνότητα Θ/ροής (Mcal/h/m <sup>2</sup> )	Μέση Θ. Επίπεδου Δαπέδου °C	Υπολ. Θερ.Ισχ. (Mcal/h)	Απόστ. Σωλ. RA cm	Πυκν.Θ. Πρ.Κάτω (Mcal/h/m <sup>2</sup> )
1.1	2.1	1.112	15	20	20	0.02	0.40	0.074	28.07		15	0.003
1.2	2.1	1.608	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.3	2.1	1.608	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.4	2.1	1.608	20	20	20	0.02	0.40	0.080	28.67		15	0.003
1.5	2.2	0.324	2.538	20	20	0.02	0.40	0.128	33.03	0.125	15	0.003
1.6	2.3	0.324	2.538	20	20	0.02	0.40	0.128	33.03	0.125	15	0.003
1.7	2.4	0.401	3.841	20	20	0.02	0.40	0.104	30.90		15	0.004
2.1	2.7	1.712	23.30	20	20	0.02	0.40	0.073	28.01		20	0.003
2.2	2.5	1.010	15.84	20	20	0.02	0.40	0.064	27.06		15	0.003
2.3	2.6	0.283	2.293	20	20	0.02	0.40	0.123	32.65		15	0.005
2.4	2.6	0.283	2.293	20	20	0.02	0.40	0.123	32.65		15	0.005
2.5	2.10	0.652	9.212	20	20	0.02	0.40	0.071	27.75		15	0.003
2.6	2.10	1.345	19.08	20	20	0.02	0.40	0.070	27.72		15	0.003
2.7	2.9	0.652	9.36	20	20	0.02	0.40	0.070	27.64		15	0.003
2.8	2.9	1.393	20	20	20	0.02	0.40	0.070	27.64		20	0.003
2.9	2.8	1.618	23.65	20	20	0.02	0.40	0.068	27.52		20	0.003

### Εκλογή Λέβητα

Επιλογή Λέβητα	
Συνολικό Θερμικό Φορτίο $Q_{ολ}$ (Mcal/h)	35.03
Θερμικό Φορτίο Boiler ή Άλλο Θερμικό Φορτίο (Mcal/h)	0
Συντελεστής Προσαύξησης Λέβητα ΖΛ	0.25
Θερμική Ισχύς Λέβητα $Q_L=(1 + Z_L) Q_{ολ}$ (Mcal/h)	43.7875
Τύπος Λέβητα που Επιλέγεται	BUDERUS Logano plus GB225 55
Θερμαντική Ικανότητα Λέβητα (Mcal/h)	47.300
Περιεκτικότητα σε Νερό	
Διαστάσεις Λέβητα (mm)	998 X 684 X 1563

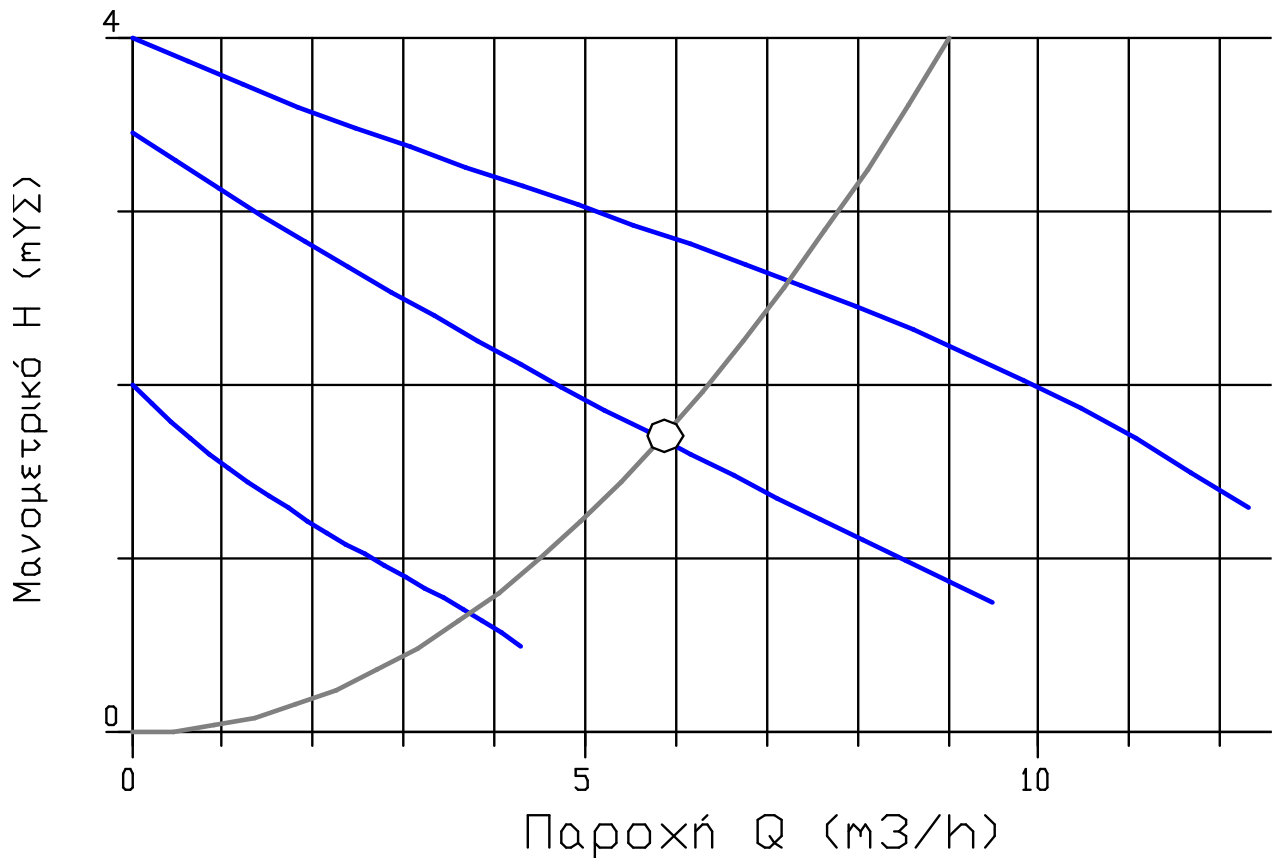
### Υπολογισμός Καυστήρα - Δεξαμενής Καυσίμων

Επιλογή Καυστήρα	
Θερμική Ισχύς Λέβητα $Q_L$ (Mcal/h)	43.7875
Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου $q$ (Mcal/h/Kg)	10
Βαθμός Απόδοσης $\eta$	0.9
Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου $W=Q_L/q\eta$ (Kg/h)	4.865278
Τύπος Καυστήρα που Επιλέγεται	Logatop BE 2,00-5,5 kg/h
Επιλογή Δεξαμενής Καυσίμου	
Ώρες Λειτουργίας (h)	10
Ημερήσια Κατανάλωση $G$ (Kg/d)	48.65278
Ειδικό Βάρος Καυσίμου (Kg/l)	0.83
Επάρκεια επί Ημέρες	15
Απαιτούμενος Όγκος Δεξαμενής $V$ (l)	879.2671
Μήκος Δεξαμενής (m)	1
Πλάτος (m)	1
Ύψος (m)	1
Υπολογιζόμενος Όγκος Δεξαμενής $V$ (l)	1000

### Υπολογισμός Κυκλοφορητή

Επιλογή Κυκλοφορητή	
Παροχή Νερού ( $m^3/h$ )	5.884
Τριβές Δικτύου	0.859
Τριβές Λέβητα (~0.1)	0.1
Τριβές Διόδου (~0.25)	0.25
Τριβές Βαλβίδας Αντεπιστροφής (~0.2)	0.2
Λοιπές Τριβές	0.3
Μανομετρικό Ύψος Μ.Υ.Σ.	1.709
Τύπος Κυκλοφορητή που Επιλέγεται	WILO TOP-S 40/4
Μέγεθος	198x220x253 (mm)
Παροχή	12.4 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό Ύψος	4 ΜΥΣ
Ισχύς Κινητήρα	90 W
Ηλεκτρικά Δεδομένα	0.9A - 230V - 2550n





#### Υπολογισμός Ασφαλιστικού - Καπνοδόχου

Επιλογή Κλειστού Δοχείου Διαστολής	
Θερμοκρασία Προσαγωγής Νερού $t_v$ (°C)	35
Θερμοκρασία Επιστροφής Νερού $t_r$ (°C)	29.04657
Μέση Θερμοκρασία Λειτουργίας $t_m=(t_v+t_r)/2$ (°C)	32.02328
Στατική Πίεση Εγκατάστασης $P_A$ (bar)	0.9
Τελική Πίεση Εγκατάστασης $P_E=P_A+0.7$ (bar)	1.65
Συντελεστής Διαστολής $A_f$	0.0079
Συντελεστής Προσαύξησης Περιεχόμενου Νερού (%)	
Περιεχόμενο Νερό στο Σύστημα $V_s$ (l)	1256.689
Η Διαστολή του Νερού είναι $V_A = A_f \times V_s$ (l)	9.927846
Ελάχιστος Όγκος Δοχείου Διαστολής $V_N=(P_E+1) \times V_A / (P_E-P_A)$ (l)	35.07839
Εκλέγεται Κλειστό Δοχείο Διαστολής	REFLEX N 50
Χωρητικότητα Δοχείου Διαστολής (l)	50lt/3bar
Επιλογή Καπνοδόχου	
Ολικό Ύψος Καπνοδόχου (m)	11
Ελάχιστη Εσωτερική Διατομή Καπνοδόχου (cm <sup>2</sup> )	330.0607
Επιλέγεται Καπνοδόχος Διαστάσεων (cm)	15
Επιλογή Βαλβίδας Ασφαλείας	
Επιλέγεται Βαλβίδα Ασφαλείας	1/2"
Ονομαστική Πίεση Βαλβίδας Ασφαλείας $P_{BA}=P_A+1.6$ (bar)	

## 8.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 8.4.1. Γενικά

Για την παραπάνω μελέτη λήφθηκε υπόψη η επιθυμητή θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων ίση με 20 °C, με αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος 0° C. Οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου ανέρχονται σε  $Q_{tot} = 35.030 \text{ Mcal/h}$ .

Κατά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών δεν ελήφθησαν υπόψη οι απώλειες από τα δάπεδα. Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού θα είναι ίση με  $t = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

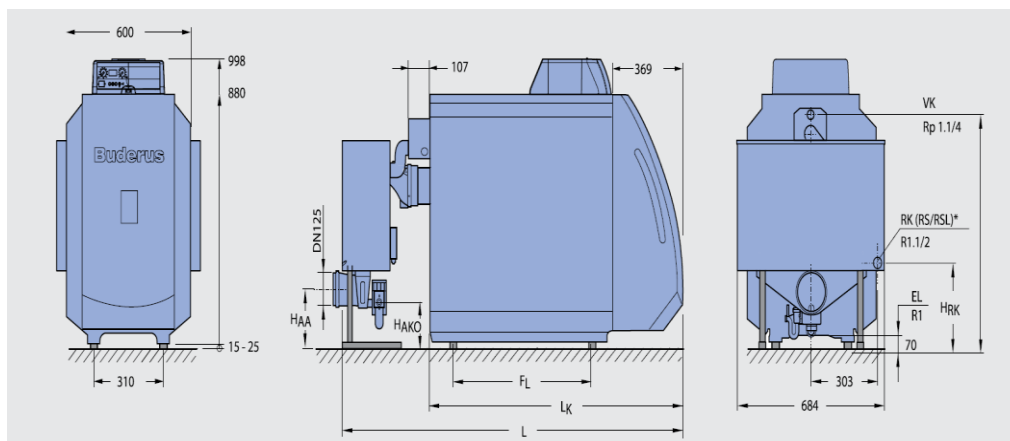
Η Θέρμανση των χώρων γίνεται με το σύστημα της κεντρικής θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία ζεστού νερού (μέσω κυκλοφορητή). Η διανομή του φορέα θερμότητας γίνεται από κάτω με διπλή γραμμή. Για την λειτουργία της εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθεί ελαφρό πετρέλαιο (Diesel Oil) με θερμογόνο δύναμη 10.200 Kcal/kg. Για την τέλεια καύση του πετρελαίου θα πρέπει να γίνεται συντήρηση και σωστή ρύθμιση του καυστήρα, λέβητα και καπνοδόχου τουλάχιστον μία φορά το χρόνο.

### 8.4.2 Λέβητας

Για την τροφοδοσία της εγκαταστάσεως κεντρικής θέρμανσης προβλέπεται η τοποθέτηση λέβητα θερμού νερού, κατάλληλου για καύση πετρελαίου. Η προσαύξηση για την κάλυψη των απωλειών του λέβητα, σωληνώσεων και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας πάρθηκε ίση με:  $Z = 0.25$

Έτσι, απαιτείται λέβητας συνολικής θερμικής ισχύος ίσης με  $Q = 43.788 \text{ Mcal/h}$ . Επιλέγεται ο λέβητας BUDERUS Logano plus GB225-55(μαντεμένιος) συμπύκνωσης χαμηλών θερμοκρασιών με ενσωματωμένο καυστήρα πετρελαίου, ο οποίος έχει τα παρακάτω στοιχεία:

- Ονομαστική θερμική ισχύς: 55 kW /47.300 kcal/h
- Βάρος: 291 kg
- Ύψος/ Πλάτος/ Βάθος : 998/ 684/ 1563 mm



Εικόνα 8.1 Λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου BUDERUS Logano plus GB225 55

### 8.4.3 Καυστήρας

Ο Λέβητας θα θερμαίνεται με καυστήρα πετρελαίου Diesel αυτόματης λειτουργίας κατάλληλο για λειτουργία με εναλλασσόμενο ρεύμα 220 V/ 50 Hz και προοδευτική ρύθμιση φλόγας σύμφωνα με το απαιτούμενο θερμικό φορτίο.

Ο καυστήρας πληροί τα σχέδια ΕΛΟΤ 276-386, είναι υπερπίεσης, και επιτυγχάνει όσο το δυνατόν τελειότερη διασκόρπιση και ανάμιξη του πετρελαίου με τον αέρα. Επίσης, θα περιλαμβάνει τα παρακάτω εξαρτήματα και συσκευές:

- α) Αντλία πετρελαίου που αναρροφά το καύσιμο από την δεξαμενή
- β) Φίλτρο πετρελαίου που καθαρίζεται εύκολα
- γ) Φυγοκεντρικό Ανεμιστήρα
- δ) Ηλεκτροκινητήρα
- ε) Σύστημα αυτόματης έναυσης με σπινθηριστή
- στ) Φωτοαντίσταση για τον έλεγχο της φλόγας
- ζ) Υδροστάτη ασφαλείας
- η) Τους απαραίτητους ηλεκτρονόμους

Θα τοποθετηθεί καυστήρας πετρελαίου ικανότητας:  
 $W = 4.865 \text{ Kg/h}$

Επιλέγεται Καυστήρας με τα παρακάτω στοιχεία:  
Logator BE-5,5 kg/h

### 8.4.4 Κυκλοφορητής

Στο λεβητοστάσιο για την αναγκαστική κυκλοφορία του ζεστού νερού τοποθετείται στον κεντρικό σωλήνα προσαγωγής νερού κυκλοφορητής. Αυτός αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία ζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα, μέσω ελαστικού συνδέσμου. Ο Ηλεκτροκινητήρας είναι στεγανού τύπου μονοφασικός 220 V/50 Hz. Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαθίσταται δε στους σωλήνες με την βοήθεια φλαντζών. Ακόμα, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 120 °C και πίεση 6 bar.

Ο κυκλοφορητής πρέπει να έχει παροχή ίση με:  
5.884 m<sup>3</sup>/h

Επίσης θα πρέπει να έχει μανομετρικό ύψος H ίσο με:  
1.709 Μ.Υ.Σ.

Επιλέγεται κυκλοφορητής WILO TOP-S 40/4, αξίας 528 € με τα παρακάτω στοιχεία:

198x220x253 (mm)  
12.4 m<sup>3</sup>/h  
4 ΜΥΣ

90 W  
0.9A - 230V - 2550n

#### **8.4.5 Δοχείο διαστολής**

Το δίκτυο κεντρικής θέρμανσης ασφαρίζεται με κλειστό δοχείο διαστολής, τοποθετούμενο στην επιστροφή του ζεστού νερού. Αυτό θα τοποθετηθεί με κατάλληλα στηρίγματα στο δάπεδο του Λεβητοστασίου.

Το δοχείο διαστολής που εκλέγεται είναι REFLEX N 50 αξίας 55 € και έχει χωρητικότητα ίση με 50lt/3bar.

#### **8.4.6 Δεξαμενή πετρελαίου**

Η δεξαμενή του πετρελαίου θα κατασκευαστεί από μαύρη λαμαρίνα πάχους 4 mm με ηλεκτροσυγκόλληση και εσωτερικές ενισχύσεις από μορφοσίδηρο. Μετά την κατασκευή της θα βαφτεί εξωτερικά με μίνιο και στην συνέχεια με ελαιόχρωμα. Στο πάνω μέρος θα έχει ανθρωποθυρίδα επίσκεψης και καθαρισμού, διαστάσεων 50 x 60 cm με κάλυμμα στεγανό, προσαρμοσμένο με βίδες και παρέμβαση από λαμαρίνα του ίδιου πάχους.

Η δεξαμενή του πετρελαίου θα έχει χωρητικότητα: 1000.00 lt και διαστάσεις 1 x 1 x 1 (m). Η δεξαμενή αυτή θα αρκεί για αποθήκευση πετρελαίου για διάστημα 15 ημερών.

Η δεξαμενή θα είναι εφοδιασμένη: με κρουνό κένωσης, με δείκτη στάθμης, με θυρίδα καθαρισμού και σωλήνα εξαερισμού 1". Ακόμα, θα τοποθετηθεί σε στάθμη που δεν θα είναι χαμηλότερη από τον καυστήρα. Ο σωλήνας πλήρωσης της δεξαμενής θα κατασκευαστεί από σιδηροσωλήνα διαμέτρου 1 και 1/4", και το άκρο του θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται στο στόμιο του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου.

Η δεξαμενή θα είναι εφοδιασμένη:

- α) με κρουνό κένωσης 1.5" στο κατώτερο σημείο του πυθμένα
- β) με δείκτη στάθμης
- γ) με σωλήνα εξαερισμού 2"
- δ) με σωλήνα πλήρωσης, ο οποίος θα κατασκευαστεί από σιδηροσωλήνα διαμέτρου 1.5", και το άκρο του θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται στο στόμιο του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου.
- ε) με παροχή 1/2" με βάνα για την τροφοδότηση του καυστήρα

#### **8.4.7 Καπνοδόχος**

Η καπνοδόχος του Λέβητα θα γίνει με προκατασκευασμένα κομμάτια από κισσηρομπετόν, εσωτερικών διαστάσεων όπως φαίνονται στα σχέδια. Η καπνοδόχος θα προεκταθεί κατά 1 m πάνω από το δάπεδο του δώματος. Στο κατώτατο σημείο της καπνοδόχου και προς την πλευρά του Λέβητα θα κατασκευαστεί θυρίδα καθαρισμού αεροστεγής. Τέλος, στο πάνω μέρος θα προσαρμοστεί κάλυμμα από

γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 2 mm.

Οι διαστάσεις της καπνοδόχου που επιλέγεται θα είναι ίσες με 15cm.

Το στόμιο εξόδου των καυσαερίων από τον λέβητα θα συνδεθεί με την καπνοδόχο με καπναγωγό από μαύρη λαμαρίνα ηλεκτροσυγκολλητό. Για την προσαρμογή της κυκλικής διατομής εξόδου των καυσαερίων από τον λέβητα προς τον ορθογωνικής διατομής καπναγωγό, θα κατασκευαστεί ειδικό τεμάχιο μετάπτωσης με το οποίο εξασφαλίζεται η ομαλή πορεία των καυσαερίων.

#### **8.4.8 Θερμαντικά κυκλώματα δαπέδου**

Για την τοποθέτηση των σωλήνων της δαπεδοθέρμανσης θα ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία :

Πάνω στη (μπετονένια) πλάκα του δαπέδου απλώνεται μορφόπλακα στήριξης του κυκλώματος HIRSCH 35/32 TS με ονομαστικό πάχος μόνωσης 32mm και συνολικό ύψος 57/54 mm.

Στη συνέχεια και προς τα πάνω τοποθετούνται :

- ένα φύλλο πολυαιθυλενίου πάχους 0.4 mm για φράγμα υδρατμών,
- κατάλληλα στηρίγματα για να στερεωθεί σε αυτό ο σωλήνας,
- ο σωλήνας "πλεγμένος" σε σχήμα κοχλία (σαλιγκαριού όπως συνηθίζεται να λέγεται),
- ένα γαρμπιλόδεμα ορισμένης σύνθεσης χονδρόκοκκης άμμου (0-4mm) λεπτόκοκκου γαρμπιλιού (έως 8mm), τσιμέντου, νερού και ενός πρόσθετου πλαστικοποιητή (γαλακτώματος).
- και τέλος επένδυση με την επιθυμητή δαπεδόστρωση του χώρου, πχ. (πλακάκι, μάρμαρο, ξύλινο παρκέτο κλπ.)

Το μέγεθος και η απόσταση τοποθέτησης των σωλήνων δαπεδοθέρμανσης φαίνεται στα σχέδια 9.1 και 9.2.

#### **8.4.9 Σωλήνες τροφοδοσίας**

Οι σωλήνες του δικτύου θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τα σχέδια. Τα οριζόντια τμήματά τους θα παρουσιάζουν κλίση 1/100 έως 5/100. Τα τμήματα των σωλήνων που βρίσκονται μέσα στο δάπεδο, ή αυτά που διέρχονται από τις πλάκες των ορόφων θα περιτυλιχθούν με ειδικό ρυτιδωτό χαρτί.

Στην αρχή κάθε κατακόρυφης στήλης θα τοποθετηθεί βάνο με κρουνό κένωσης ανάλογης διαμέτρου.

Όλες οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ζεστού νερού που βρίσκονται σε μη θερμαινόμενους χώρους, θα μονωθούν για την αποφυγή απωλειών θερμότητας. Η μόνωση των σωλήνων θα γίνει με μονωτικούς σωλήνες τύπου Armaflex, πάχους εξαρτωμένου από την θερμοκρασία του νερού και την διάμετρο του σωλήνα.

#### **8.4.10 Διανομείς φορτίου**

Στο πρώτο επίπεδο θα τοποθετηθούν δύο διανομείς Buelco με παροχόμετρα

,ένας 12 ζευγών και ένας 6 ζευγών.Στο δεύτερο επίπεδο του κτιρίου θα τοποθετηθούν δύο διανομείς φορτίου, ένας 12 ζευγών και ένας 4 ζευγών. Οι θέσεις των διανομίων φαίνονται στα σχέδια 8.1 και 8.2.

#### **8.4.11 Λεβητοστάσιο**

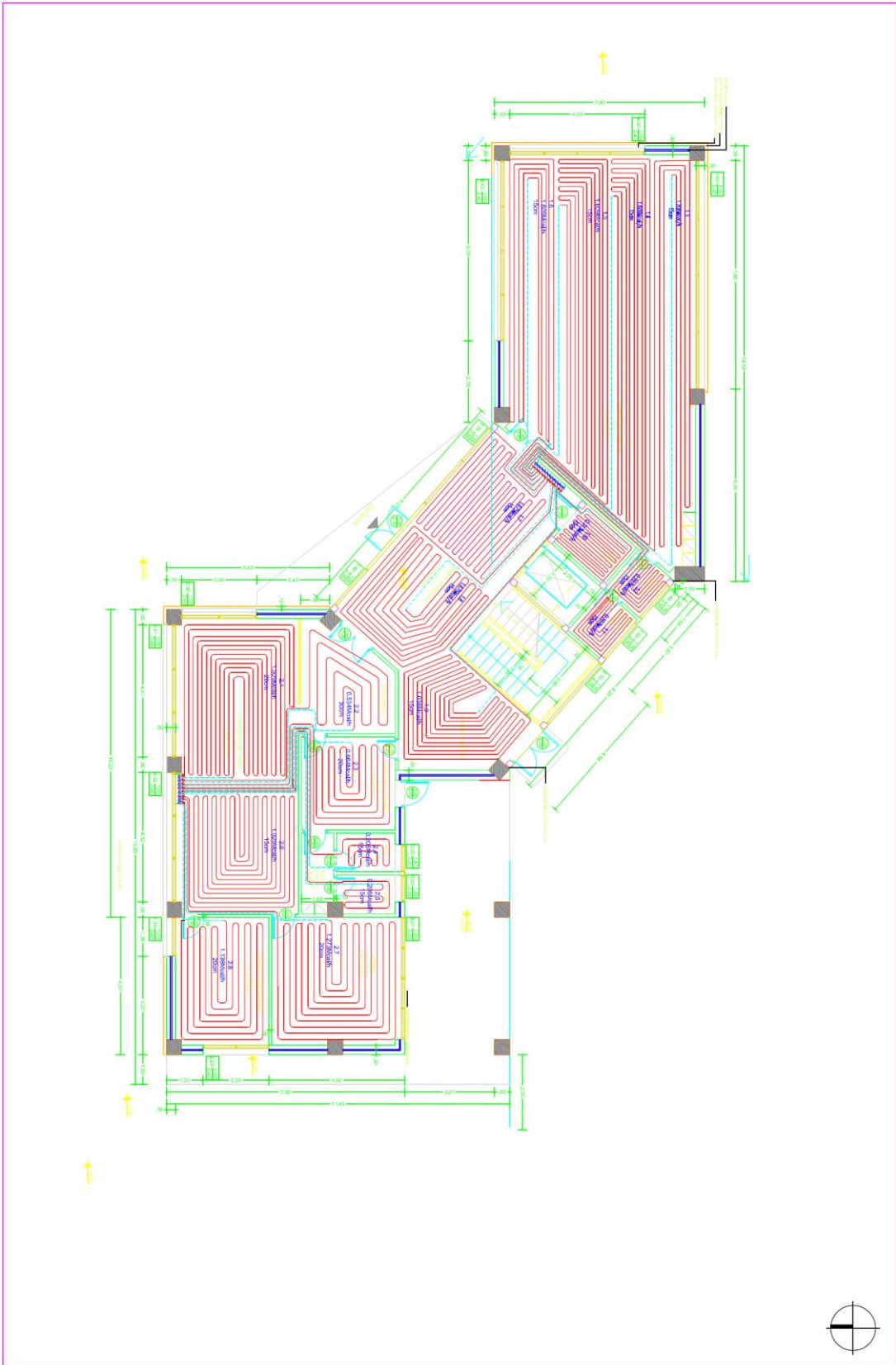
Οι διαστάσεις του λεβητοστασίου θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις προδιαγραφές. Ακόμα, για την επάρκεια λήψης αέρα, απαιτείται για το λεβητοστάσιο παράθυρο ή άνοιγμα κατάλληλων διαστάσεων. Θα φωτίζεται επαρκώς και τα νερά θα αποχετεύονται.

#### **8.4.12 Δοκιμή**

Μετά την αποπεράτωση του δικτύου των σωληνώσεων και πριν από την τοποθέτηση των σωλήνων δαπεδοθέρμανσης θα τεθεί το δίκτυο υπό υπερπίεση 8 ατμοσφαιρών για τρεις συνεχείς ώρες.

Εφόσον δεν παρουσιαστεί καμία διαρροή, θα τοποθετηθούν οι σωλήνες δαπεδοθέρμανσης. Θα γεμίσει με νερό, θα κλείσουν τα ελεύθερα άκρα των σωλήνων και θα τεθεί το δίκτυο με υπερπίεση 4 ατμοσφαιρών μετρουμένων στο Λεβητοστάσιο επί δύο συνεχείς ώρες. Σε περίπτωση κάποιας διαρροής, η οποία μπορεί να διαπιστωθεί εύκολα από την πτώση πίεσης που σημειώνεται στο μανόμετρο, θα επισκευαστεί η σχετική ατέλεια, θα αντικατασταθούν τα ελαττωματικά εξαρτήματα και η δοκιμή θα επαναληφθεί.

Στη συνέχεια θα τεθεί η εγκατάσταση σε λειτουργία υπό συνθήκες πλήρους θέρμανσης, θα ρυθμιστούν οι βαλβίδες ρύθμισης για την εξισορρόπηση των πτώσεων πίεσης των θερμαντικών κυκλωμάτων, και κατόπιν θα αφηθεί να ψυχρανθεί με παράλληλο έλεγχο της στεγανότητας των ενώσεων και παρεμβασμάτων κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.



Σχέδιο 8.1: Κυκλώματα δαπεδοθέρμανσης ισογείου





## 9. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μια οικονομική ανάλυση του συστήματος θέρμανσης που μελετήσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια. Η οικονομική ανάλυση έγινε με την βοήθεια του λογισμικού Retscreen 4, χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα της τοποθεσίας Άραξου όπου ήταν η κοντινότερη στην Πάτρα από τις διαθέσιμες στο εν λόγω λογισμικό.

### 9.1. ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αρχικά θα υπολογίσουμε το συνολικό κόστος του συστήματος θέρμανσης. Το συνολικό κόστος του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης με ηλιακή υποβοήθηση ανέρχεται στις 52324 € χωρίς να υπολογίσουμε το κόστος μελέτης και εγκατάστασης. Παρακάτω βλέπουμε τα κόστη, αναλυτικά των κυριότερων μονάδων του συστήματος.

Στον πίνακα 9.1 παρατίθενται τα κόστη των κυριότερων μονάδων του βασικού συστήματος παραγωγής θέρμανσης.

**Πίνακας 9.1.** Κόστος λεβητοστάσιου

	<b>Είδος</b>	<b>Μοντέλο</b>	<b>Τεμάχια</b>	<b>Κόστος €</b>
1	Λέβητας	BUDERUS Logano plus GB225-55	1	9460
2	Θερμοδοχείο	Ps 2000	2	2000
3	Κυκλοφορητής	Wilo Top 40/4	3	1584
4	Δοχείο διαστολής	Reflex N50	1	55
5	Σύνολο			13099

Στον πίνακα 9.2 βλέπουμε τα κόστη του κυκλώματος διανομής θερμότητας στο κύκλωμα του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης.

**Πίνακας 9.2** Κόστος ενδοδαπέδιου συστήματος

	<b>Είδος</b>	<b>Μοντέλο</b>	<b>Τεμάχια</b>	<b>Κόστος €</b>
1	Συλλέκτες ενδοδαπέδιας	Buelco	4	1175
2	Σωληνογραμμή ενδοδαπέδιας	Multibeton	3125(m)	6093
3	Μορφόπλακα στήριξης κυκλώματος	HIRSCH 35/32	480(m2)	7104
4	Σύνολο			14372

Παρακάτω στον πίνακα 9.3 παρουσιάζονται τα κόστη των μονάδων που χρειάστηκαν για την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτιρίου

**Πίνακας 9.3** Κόστος εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

	<b>Είδος</b>	<b>Μοντέλο</b>	<b>Τεμάχια</b>	<b>Κόστος €</b>
1	Ηλιακοί συλλέκτες	Logasol SKN 3.0	32	17920
2	Βάση τaráτσας για συλλέκτες		6	2592
3	Σετ σύνδεσης σωλήνων		6	348
4	Σετ εξαεριστικού		6	576
5	Σετ πολλαπλών σειρών		5	342
6	Σύνολο			21778

Στον πίνακα 9.4 αναγράφονται τα κόστη των κυριότερων μονάδων για την λειτουργία του βοηθητικού ηλιακού συστήματος θέρμανσης.

**Πίνακας 9.4.** Κόστος ηλιακού συστήματος

	<b>Είδος</b>	<b>Μοντέλο</b>	<b>Τεμάχια</b>	<b>Κόστος €</b>
1	Κιτ υδραυλικής σύνδεσης	Logasol KS0120	1	860
2	Θερμοδοχείο	Ps 2000	2	2000
3	Δοχείο διαστολής	Logafix solar	1	95
4	Αγωγός σύνδεσης δοχείου διαστολής		1	70
5	Θερμοστατική βάνα		1	80
6	Σύνολο			3105

## 9.2. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ο υπολογισμός του πετρελαίου που ξοδεύθηκε σε χρονική διάρκεια ενός έτος έγινε με την βοήθεια του λογισμικού Retscreen 4 το οποίο χρησιμοποίησε τα κλιματικά δεδομένα που παρουσιάζονται στους πίνακες 9.5 και 9.6.

**Πίνακας 9.5**

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	38,2	38,2
Γεωγραφικό μήκος	°A	21,4	21,4
Υψόμετρο	m	12	12
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	2,9	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,1	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	22,0	

**Πίνακας 9.6**

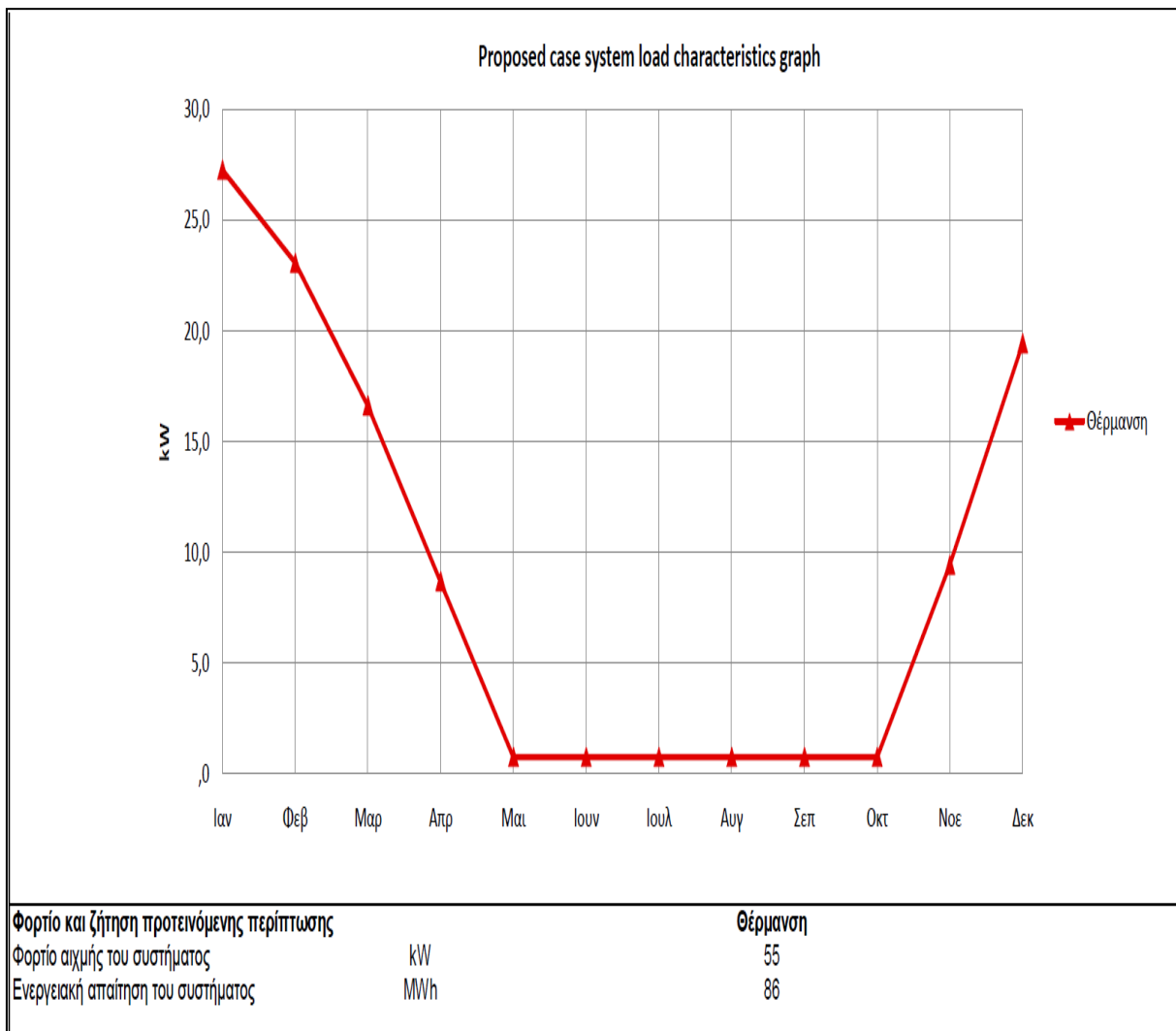
Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ
Ιανουάριος	10,0	76,6%	2,16	97,9	2,3	5,6	248
Φεβρουάριος	10,2	74,7%	2,83	97,8	2,3	6,9	218
Μάρτιος	11,8	74,3%	3,97	97,7	2,3	10,9	192
Απρίλιος	14,6	73,3%	4,95	97,5	1,9	16,3	102
Μαΐος	19,4	71,2%	6,03	97,6	1,9	22,6	0
Ιούνιος	23,5	66,8%	7,27	97,6	1,7	27,8	0
Ιούλιος	26,1	63,1%	7,15	97,4	1,7	30,8	0
Αύγουστος	26,4	65,1%	6,30	97,5	1,7	29,9	0
Σεπτέμβριος	22,9	69,4%	4,91	97,7	1,8	24,7	0
Οκτώβριος	19,0	72,7%	3,41	98,0	1,9	18,6	0
Νοέμβριος	14,4	77,2%	2,14	97,9	2,1	11,7	108
Δεκέμβριος	11,3	77,8%	1,72	97,9	2,4	6,7	208
<b>Ετήσιο</b>	17,5	71,8%	4,41	97,7	2,0	17,8	1.076

### 9.2.1 Κατανάλωση πετρελαίου χωρίς το ηλιακό σύστημα

Σύμφωνα με την μέθοδο των βαθμομερών θέρμανσης που χρησιμοποιεί το Retscreen 4 το σύστημα θέρμανσης χωρίς συνεισφορά του ηλιακού συστήματος θα ξοδέψει 9375 λίτρα πετρέλαιο. Ο υπολογισμός αυτός έγινε με δεδομένη την θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ίση με 10,4 Kwh/1kg πετρελαίου. Το συνολικό κόστος του καυσίμου θέρμανσης για χρονική διάρκεια ενός έτος, είναι ίση με 13125€ θεωρώντας την τιμή του πετρελαίου ίση με 1,40 €/λίτρο. Στις παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι υπολογισμοί του λογισμικού για το μελετώμενο σύστημα.

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας		
Έργο παραγωγής θερμότητας	Μονάδα	
<b>Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης</b>	<b>Μεμονωμένο κτίριο - θέρμανση χώρων</b>	
Θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του κτιρίου	m <sup>2</sup>	483
Τύπος Καυσίμου		Πετρέλαιο (#6) - L
Εποχιακή απόδοση	%	85%
<b>Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης</b>		
Φορτίο θέρμανσης για κτίριο	W/m <sup>2</sup>	113,8
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	10%
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	86
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	55,0
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	L	9.375
Τιμή Καυσίμου	€/L	1,400
Κόστος καυσίμου	€	13.125
<b>Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης</b>		
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	0%
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	55,0
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	86

**Εικόνα 9.1** Υπολογισμοί του Retscreen για το βασικό σύστημα θέρμανσης



**Γράφημα 9.1** Ενεργειακή ζήτηση συστήματος ανά μήνα

### 9.2.2 Κατανάλωση πετρελαίου με την συνεισφορά του ηλιακού συστήματος

Για τον υπολογισμό της απόδοσης του ηλιακού συστήματος με την βοήθεια του Retscreen λάβαμε ως δεδομένο ότι το σύστημα θέρμανσης δουλεύει 10 ώρες την ημέρα και 6 μέρες την εβδομάδα, αφού είναι κτίριο γραφείων. Ακόμη θεωρήθηκε ότι στα γραφεία εργάζονται 24 άτομα.

Η θερμοκρασία προσαγωγής του συστήματος θέρμανσης είναι 35 °C αφού χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα. Η θερμοκρασία νερού δικτύου ελήφθη 14,9 ως ελάχιστη τιμή και 20,6 ως μέγιστη.

Η διάταξη των ηλιακών συλλεκτών είναι σταθεροποιημένη με γωνία κλίσης 45° και αζιμούθιο 0°, νότια κλίση. Χρησιμοποιήθηκαν συλλέκτες Buderus Logasol SKN 3, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων πάρθηκαν από την βάση δεδομένων του λογισμικού. Στην εικόνα 9.2 βλέπουμε τους βασικούς υπολογισμούς για το ηλιακό σύστημα.

**Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας**

Εργο παραγωγής θερμότητας		
Τεχνολογία		
<b>Χαρακτηριστικά φορτίου</b>		
Εφαρμογή		
	<b>Μονάδα</b>	<b>Βασική περίπτωση</b>
Τύπος φορτίου		Γραφείο
Αριθμός μονάδων	Ατομο	24
Ποσοστό κατοίκησης	%	40%
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	36
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	58.840
Θερμοκρασία	°C	35
Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6
<input type="checkbox"/> Ποσοστό χρήσης μήνα		
Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής		Τύπος
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	14,9
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	20,6
<b>Αξιολόγηση πηγών</b>		
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου		Σταθεροποιημένα
Κλίση	°	45,0
Αζιμούθιο	°	0,0
<input type="checkbox"/> Δείξε δεδομένα		
<b>Ηλιακός θερμαντής νερού</b>		
Τύπος	Υαλοκάλυπτος	
Κατασκευαστής	Buderus	
Μοντέλο	Logasol SKS 3.0	
Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	m <sup>2</sup>	2,37
Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη	m <sup>2</sup>	2,23
Συντελεστής Fr (τα)		0,73
Συντελεστής Fr UL	(W/m <sup>2</sup> )/°C	4,35
Συντελεστής θερμοκρασίας για Fr UL	(W/m <sup>2</sup> )/°C <sup>2</sup>	0,000
Αριθμός συλλεκτών		32
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	m <sup>2</sup>	75,84
Ισχύς	kW	49,95
Λοιπές απώλειες	%	3,0%
<b>Ισοζύγιο συστήματος &amp; διάφορα</b>		
Αποθήκευση		Ναι
Χωρητικότητα αποθήκευσης / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	L/m <sup>2</sup>	55
Χωρητικότητα αποθήκευσης	L	3.924,8
Εναλλάκτης θερμότητας	ναι/όχι	Οχι
Λοιπές απώλειες	%	4,0%
Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	W/m <sup>2</sup>	3,50
Τιμή Ηλεκτρισμού	€/kWh	0,070
<b>Σύστημα θέρμανσης</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Διακρίβωση έρνου		Βασική περίπτωση
Θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του κτηρίου	m <sup>2</sup>	483
Φορτίο θέρμανσης για κτήριο	W/m <sup>2</sup>	114
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	10%
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	86
<b>Σύστημα θέρμανσης</b>		
Τύπος Καυσίμου		Πετρέλαιο (#6) - L
Εποχιακή απόδοση		85%
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	L	9.374,7
Τιμή Καυσίμου	€/L	1,400
Κόστος καυσίμου	€	13.125

**Εικόνα 9.2** Υπολογισμοί Retscreen για το ηλιακό σύστημα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην εικόνα 9.2 αλλά και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που φαίνονται στον πίνακα 9.2 έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα, πίνακας 9.7

**Πίνακας 9.7**

		ΣΥΝΟΛΟ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ
1	Βαθμομέρες θέρμανσης	<b>974,00</b>	108,00	208,00	248,00	218,00	192,00
2	"Βαθμομέρες θέρμανσης" %	<b>100,00</b>	11,09	21,36	25,46	22,38	19,71
3	kwh / m2 / ημέρα	<b>12,82</b>	2,14	1,72	2,16	2,83	3,97
4	Απόδοση συλλέκτη % * kwh / m2 / μήνα	<b>307,68</b>	51,36	41,28	51,84	67,92	95,28
5	Πετρέλαιο που ξοδεύεται	<b>9375,00</b>	1039,53	2002,05	2387,06	2098,31	1848,05
6	kwh που αποδίδονται	<b>82875,00</b>	9189,43	17698,15	21101,64	18549,02	16336,76
7	Απαιτούμενα m2 συλλεκτών για πλήρη κάλυψη φορτίου	<b>428,73</b>	178,92	428,73	407,05	273,10	171,46
8	Παραγόμενες από τους συλλέκτες kwh	<b>23334,45</b>	3895,14	3130,68	3931,55	5151,05	7226,04
9	kwh που θα χρειαστούν	<b>59540,55</b>	5294,28	14567,48	17170,10	13397,97	9110,72
#	Πετρέλαιο που θα χρειαστεί (kg)	<b>4050,38</b>	360,16	990,98	1168,03	911,43	619,78

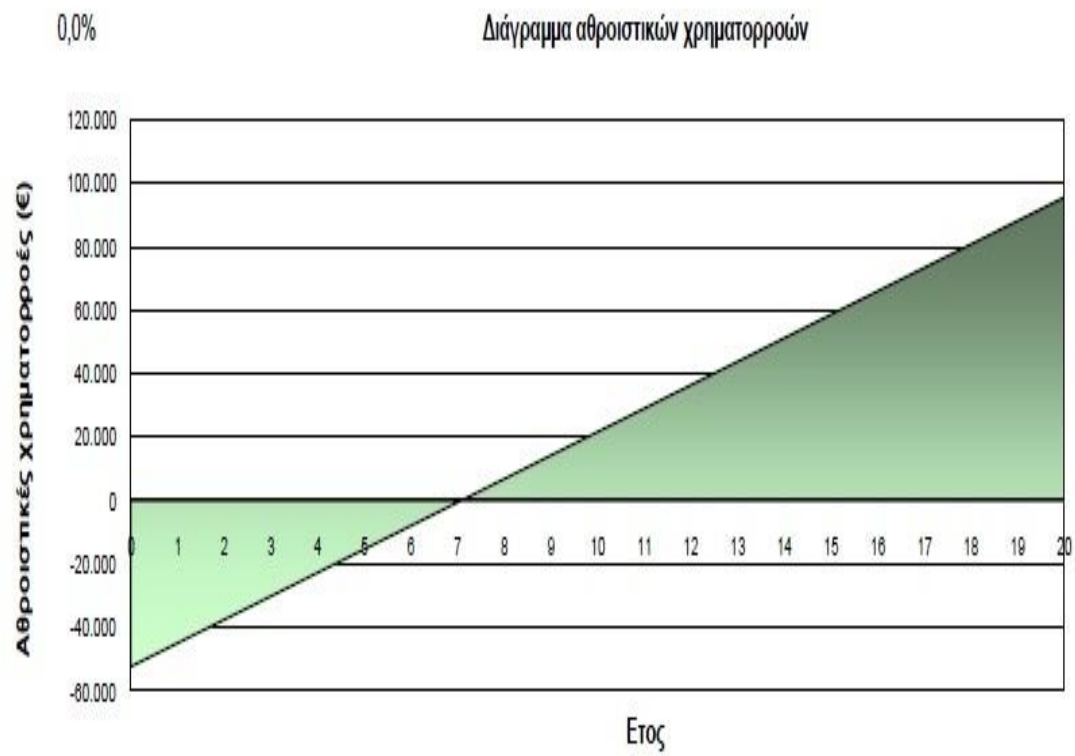
Με την υποβοήθηση του ηλιακού συστήματος θέρμανσης η κατανάλωση του πετρελαίου πέφτει στα 4050,377 λίτρα με κόστος 5670€. Επομένως η συμμετοχή του ηλιακού συστήματος φθάνει στο 56,8% της συνολικής λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης κατά την διάρκεια ενός έτους ενώ το ζεστό νερό χρήσης καλύπτεται πλήρως.

### 9.3 ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Για την οικονομική ανάλυση θεωρήσαμε ως διάρκεια ζωής της εγκατάστασης τα 20 χρόνια. Ενώ το κόστος καλύφθηκε χωρίς κάποιο δάνειο ή επιχορήγηση.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω το κόστος του καυσίμου που καταναλώνεται σε χρονική διάρκεια ενός έτους φθάνει τα 13125 €. Αν υπολογίσουμε και άλλα 150-200 € που αφορούν το κόστος συντήρησης και κάποιας βλάβης ενδεχομένως πάμε στα 1335 €/έτος.

Με την χρήση του ηλιακού συστήματος το κόστος καυσίμου ετησίως είναι ίσο με 5670 € άρα εξοικονομείται το ποσό των 7455 € ανά έτος. Επομένως με τις σημερινές οικονομικές συνθήκες η απόσβεση της επένδυσης θα γίνει σε 7,1 έτη(Γράφημα 9.2).



**Γράφημα 9.2**



## 10.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο κτιριακός τομέας απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία του (θέρμανση, δροσισμός, φωτισμός, ζεστό νερό, λειτουργία συσκευών). Υπολογίζεται ότι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 40% περίπου της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται στον κτιριακό τομέα.

Η άυξηση της κατανάλωσης ενέργειας και συγχρόνως οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα που αναπόφευκτα συνοδεύουν την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και θεωρούνται υπεύθυνες για την ρύπανση του περιβάλλοντος και για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, συνηγορούν στην εξεύρεση λύσεων για την ορθολογικότερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και την αξιοποίηση των ήπιων μορφών ενέργειας, οι οποίες στην Ελλάδα, λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες.

Η συνεχής αύξηση της τιμής των ορυκτών καυσίμων, σε συνδυασμό με την ανησυχία για την εξάντληση των αποθεμάτων, καθώς και η αυξανόμενη μόλυνση του περιβάλλοντος θέτουν τις βάσεις για την αναθεώρηση του τρόπου σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων.

Από το 1975 περίπου έχουν γίνει προσπάθειες ώστε να γίνει πραγματικότητα το ενεργειακά αυτόνομο κτίριο. Στα πρώτα χρόνια 21<sup>ου</sup> αιώνα ωστόσο, ο στόχος είναι πιο ρεαλιστικός. Η ευρωπαϊκή κοινότητα με οδηγίες της ωθεί τα κράτη μέλη στην εύρεση τρόπων για την μείωση κατανάλωσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα (θέρμανση – ψύξη – ηλεκτρισμός) εκμεταλευόμενοι τις ήπιες μορφές ενέργειας και τον σωστό σχεδιασμό των κτιρίων (π.χ βελτίωση του κελυφους του κτιρίου).

Έτσι λοιπόν στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται ένα σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου υποβοηθούμενο από την ηλιακή ενέργεια με την βοήθεια ηλιακών συλλεκτών. Το αντικείμενο της εργασίας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και το κατά πόσο είναι οικονομικά δυνατόν και συμφέρον ένα τέτοιο έργο.

Σύμφωνα με τις ηλεκτρο-μηχανολογικές μελέτες που εκπονήθηκαν με το λογισμικό 4m Fine αλλά και την οικονομοτεχνική μελέτη του έργου με την χρήση του Retscreen 4, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το ηλιακό σύστημα υποβοήθησης της θέρμανσης μπορεί να φτάσει σε συμμετοχή το 56,89% της συνολικής λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης. Ενώ το ζεστό νερό χρήσης το οποίο στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι λίγο, αφού το υπό εξέταση κτίριο αφορά χώρο γραφείων, καλύπτεται πλήρως. Το ετήσιο οικονομικό κέρδος ανέρχεται στο ποσό των 7.455 € , επομένως η απόσβεση του έργου θα γίνει έπειτα από 7,1 έτη.

Στο συνολικό κόστος του έργου δεν συμπεριλήφθηκε το κόστος της μελέτης αλλά και της τοποθέτησης του συστήματος θέρμανσης. Έτσι ο χρόνος απόσβεσης μεγαλώνει. Ακόμη πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν πως η οικονομοτεχνική μελέτη που πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Retscreen 4 μας δίνει μόνο μια εκτίμηση καθώς δεν μπορεί να υπολογισθεί με ακρίβεια η απόδοση του συστήματος. Ο ακριβής υπολογισμός της εξοικονόμησης της ενέργειας που προσφέρει η ηλιακή υποβοήθηση μπορεί να γίνει μόνο μετα από κάποιο χρόνο λειτουργίας του συστήματος.

Επομένως φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι ένα ηλιοθερμικό σύστημα είναι μια καλή λύση για υποβοήθηση του συστήματος θέρμανσης, ειδικότερα αν συνδυασθεί με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης το οποίο απαιτεί χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με συμβατικά συστήματα θέρμανσης (καλοριφέρ). Είναι πολύ δύσκολο όμως να αποτελεί την κύρια πηγή θερμότητας. Άλωςτε κατά την χειμερινή περίοδο υπάρχουν συχνά μεγάλα χρονικά διαστήματα με περιορισμένη ηλιοφάνεια, επομένως όσο μεγάλη μονάδα αποθήκευσης ενέργειας και να υπάρχει εγκατεστημένη στο σύστημα είναι αδύνατον να διατηρηθεί για πολλές ημέρες ζεστό νερό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σελλούντος.Β.Η., Θέρμανση-κλιματισμός, Γ' έκδοση ΣΕΛΚΑ-4Μ ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2002.
2. Περιοδικό 3-TECH, Ηλιακά συστήματα και θέρμανση με ηλιακή ενέργεια, Παρουσίαση σελ. 20-21, Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2010.
3. Λαδόπουλος Γ., Εξοικονόμηση ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις κτιρίων-πρακτικές εφαρμογές, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009.
4. Αργυρόπουλος Σ. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, Αθήνα, 2010.
5. P. Torcellini, S. Pless, and M. Deru ,Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, ,2006
6. Μπαλαράς Κ., Οδηγός για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα, 2001
7. Κ. Α. Αντωνόπουλος, Θερμικά - Ηλιακά συστήματα – μέρος πρώτο, Αθήνα 2008.
8. Chartered Institution of Building Services Engineers , Underfloor Heating: Design and Installation Guide , 2004
9. Παπαϊωάννου Πέτρος, Ενδοδαπέδια θέρμανση και ξύλινο δάπεδο, 1998
10. Σταμάτης Δ. Περδίοσ, Ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις, 2009

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. <http://www.econ3.gr/>
2. [www.michanikos.gr](http://www.michanikos.gr)
3. <http://www.4m.gr/>
4. <http://www.retscreen.net/>
5. [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
6. <http://www.zeb.gr/>
7. <http://www.zeroenergybuildings.org/>
8. <http://www.rehau.com/>
9. [www.monachos.gr](http://www.monachos.gr)
10. <http://www.interplast.gr/>
11. [www.tee.gr](http://www.tee.gr)
12. <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>