

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης σε κατοικία



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΤΑΧΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΤΑΣΣΗΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εγκατάσταση ενός οποιουδήποτε συστήματος θέρμανσης, πέρα από τεχνικό, είναι και ένα οικονομικό γεγονός. Ειδικά κατά την εγκατάσταση ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης, που κατά κανόνα είναι ακριβότερο από ένα συμβατικό, τουλάχιστον ως αρχική επένδυση, πρέπει να γίνουν ορισμένοι βασικοί υπολογισμοί, που θα αποδείξουν την ορθότητα της επένδυσης από οικονομικής σκοπιάς. Το πρώτο ερώτημα που τίθεται αφορά στο επιπλέον κόστος του ηλιακού συστήματος σε σχέση με το συμβατικό, ερώτημα που γεννά και το αμέσως επόμενο. Σε πόσο χρόνο θα αποπληρωθεί η εγκατάσταση από το όφελος που θα υπάρξει με την εξοικονόμηση ενέργειας, γιατί από οικονομικής σκοπιάς τα ηλιακά δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία επένδυση σήμερα για να μειωθούν οι λογαριασμοί ενέργειας αύριο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι μία μεταβλητή, που ο ακριβής υπολογισμός της προϋποθέτει την εκτίμηση της τιμής άλλων μεταβλητών στο μέλλον, μεταξύ των οποίων και η τιμή των καυσίμων. Η εξέλιξη της τιμής των ανταγωνιστών της ηλιακής ενέργειας πηγών που είναι κυρίως το πετρέλαιο θέρμανσης και η ηλεκτρική ενέργεια, είναι μη προβλέψιμη. Αυτό έστρεψε το ενδιαφέρον στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές
(Ονοματεπώνυμο)
.....

(Ονοματεπώνυμο)
.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης – ψύξης με την χρήση αντλιών θερμότητας και με υποβοήθηση ηλιακών συλλεκτών μιας κατοικίας 117 m². Αρχικά στο κεφάλαιο 1 γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια περιγραφή του ενδοδαπέδιου συστήματος και των αντλιών θερμότητας. Αναφέρονται τα βασικά μέρη μιας αντλίας θερμότητας και ο τρόπος λειτουργίας τους. Επίσης στο κεφάλαιο 2 αναφέρεται ο τρόπος λειτουργίας της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και ψύξης και τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα τους. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται εφαρμογή του συστήματος, γίνονται οι υπολογισμοί των θερμικών και ψυκτικών φορτίων καθώς επίσης και ο υπολογισμός του ζεστού νερού χρήσης που αιτείται για τις ανάγκες της κατοικίας, φαίνονται οι σχέσεις με τις οποίες κάναμε τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε πίνακες. Στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια περιγραφή σχετικά με την ηλιακή κάλυψη, γίνεται αναφορά στις βασικές αρχές λειτουργίας, υπολογισμός ποσοστιαίας κάλυψης των θερμικών φορτίων και εμφάνιση των σχέσεων και των αποτελεσμάτων σε πίνακες. Στο κεφάλαιο 5 αναφέρονται οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της μελέτης και η αναλυτική περιγραφή όλων των σχέσεων, ακόμα εμφανίζονται και οι πίνακες αποτελεσμάτων των υδραυλικών υπολογισμών. Τέλος, στο κεφάλαιο 6 γίνεται περιγραφή της οικονομοτεχνικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε για την διεκπεραίωση της μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iii

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
----------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Γενική περιγραφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	3
1.2 Είδη ήπιων μορφών ενέργειας	4
1.3 Ηλιακή ενέργεια	5
1.4 Ηλιακή τεχνολογία	6
1.5 Ηλιακή θέρμανση	6
1.6 Ηλιακή ενέργεια και περιβάλλον	8
1.7 Ήλιος και Ελλάδα	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1 Ενδοδαπέδια θέρμανση	10
2.1.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης	11
2.2 Ενδοδαπέδια ψύξη	14
2.3 Ενδοδαπέδιο δίκτυο	16
2.4.1 Βασικά Μέρη ενός ενδοδαπέδιου συστήματος	17
2.4 Αντλία θερμότητας	22
2.4.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας	28
2.4.2 Βασικά Μέρη μιας αντλίας θερμότητας	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.1 Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ...	37
3.1.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	39
3.1.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	40

3.2 Υπολογισμός θερμικών φορτίων	43
3.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	43
3.2.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	43
3.3 Υπολογισμός ψυχτικών φορτίων	54
3.3.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	54
3.3.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	54
3.4 Ζεστό νερό χρήσης	64
3.4.1 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	64
3.4.1.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	64
3.4.1.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	65
3.4.2 Μεταφορά ζεστού νερού χρήσης	65
3.4.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	66
3.4.2.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	67
3.5 Λοιπά θερμικά φορτία	67
3.6 Συνολικά φορτία κτηρίου	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΛΥΨΗ

4.1 Βασικές αρχές λειτουργίας	73
4.2 Υπολογισμός ποσοστιαίας κάλυψης των θερμικών φορτίων	74
4.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί	75
4.2.2 Πίνακες αποτελεσμάτων	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΥΔΡΑΒΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.1 Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους	79
5.2 Σχέσεις Υπολογισμών	80
5.3 Πίνακες αποτελεσμάτων	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 Οικονομοτεχνική Ανάλυση	87
-----------------------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91
---------------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	92
------------------------	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενδοδαπέδια θέρμανση, με θερμό νερό χαμηλής θερμοκρασίας, έχει κατακτήσει την τελευταία 10ετία στην Ελλάδα ένα σημαντικό μερίδιο στην θέρμανση των σύγχρονων κτιρίων. Τα πολλά της πλεονεκτήματα ειδικά σε χώρους με υψηλές απαιτήσεις ανέσεως την κάνουν να ξεχωρίζει και να κερδίζει ολοένα και περισσότερους "οπαδούς". Μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης αποτελείται από δύο ξεχωριστά κομμάτια:

- Την εγκατάσταση του οριζοντίου δικτύου που περιλαμβάνει τα υλικά (σωλήνας, μονωτικές πλάκες, περιμετρικοί αρμοί διαστολής, κολλεκτέρ και το ειδικό υγρό πρόσμιξης του μπετόν) και την εργασία υδραυλικής εγκατάστασης των υλικών καθώς και του μπετόν που θα καλύψει τον σωλήνα με συγκεκριμένο πάχος και τελική επιφάνεια ανάλογα τον επιλεγμένο τύπο δαπέδου (μάρμαρο ή πλακάκι, παρκέ).
- Την εγκατάσταση του λεβητοστασίου η οποία περιλαμβάνει την αντλία θερμότητας, κυκλοφορητές, μπόιλερ και κεντρικές στήλες.

Η ποιότητα και η αξιοπιστία των επιμέρους υλικών ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι σίγουρα ένα σημαντικό στοιχείο επιλογής του από κάποιο ανταγωνιστικό. Ωστόσο, θα πρέπει να δίνει κανείς μεγαλύτερη βαρύτητα στο εάν τα υλικά αυτά είναι μελετημένα να συνεργάζονται μεταξύ τους χωρίς προβλήματα.

Στην ιδανική περίπτωση όλα τα υλικά ενός ολοκληρωμένου συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης (οριζόντιο δίκτυο & λεβητοστάσιο) πρέπει να είναι μελετημένα, κατασκευασμένα και εγγυημένα από μια εταιρεία. Τότε δεν θα υπάρχουν ασυμβατότητες μεταξύ τους και το όλο σύστημα θα είναι ρυθμισμένο να επιτυγχάνει την βέλτιστη απόδοση και οικονομία.

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις ενδοδαπέδιου δικτύου είναι :

- Ενδοδαπέδια θέρμανση (κλασσική ενδοδαπέδια θέρμανση σε κάθε χώρο με χαμηλή θερμοκρασία προσαγωγής ζεστού νερού θέρμανσης μέχρι 45 °C).
- Ενδοδαπέδια ψύξη (δροσισμός χώρων με μέση ημερήσια θερμοκρασία 25 °C κατά την διάρκεια του καλοκαιριού με διοχέτευση κρύου νερού θερμοκρασίας 15-17 °C στο προϋπάρχον ενδοδαπέδιο σύστημα).

- Συνδυασμένη θέρμανση (για πολύ κρύα κλίματα με $T_m < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ταυτόχρονη εφαρμογή θερμαντικών σωμάτων και ενδοδαπέδιας θέρμανσης με τον ίδιο σωλήνα και επομένως μια κατακόρυφη στήλη προσαγωγής ζεστού νερού θέρμανσης και θερμοκρασία προσαγωγής μέχρι $70 \text{ }^\circ\text{C}$).
- Μικτή θέρμανση (οικονομική λύση που προσφέρει την ελεύθερη επιλογή θερμαντικών σωμάτων ή ενδοδαπέδιας θέρμανσης κάποιους χώρους με δύο διαφορετικές θερμοκρασίες προσαγωγής νερού θέρμανσης και μια ή δύο ξεχωριστές κατακόρυφες στήλες).
- Θέρμανση βιομηχανικών χώρων (μοναδική λύση για ταυτόχρονη θέρμανση βιομηχανικών χώρων μεγάλου ύψους και γραφειακών χώρων με ενδοδαπέδια θέρμανση σε συνδυασμό με θερμαντικά σώματα με μια θερμοκρασία προσαγωγής μέχρι $70 \text{ }^\circ\text{C}$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσία στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται. Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρεπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας. Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απαντωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής

παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2010 το 25% της ενέργειας προήλθε από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα).

1.2 ΕΙΔΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΙΑΣ

- Αιολική ενέργεια. Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές (π.χ. την άλεση στους ανεμόμυλους). Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως για ηλεκτροπαραγωγή.
- Ηλιακή ενέργεια. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Υβριδικό αυτόνομο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελούμενο από φωτοβολταϊκή συστοιχία, ανεμογεννήτρια, εφεδρικό Η/Ζ και συσσωρευτές.
- Υδατοπτώσεις. Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.
- Βιομάζα. Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βίο-αιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο

φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.

- Γεωθερμική ενέργεια. Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, με γεωθερμική ενέργεια.

- Ενέργεια από παλίρροιες. Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανά κατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

- Ενέργεια από κύματα. Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.

- Ενέργεια από τους ωκεανούς. Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας.

1.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια εννοούμε όλες τις μορφές ενέργειας που πηγάζουν από τον ήλιο. Οι πιο γνωστές μορφές Ηλιακής Ενέργειας είναι η Φωτεινή και η Θερμική. Υπάρχουν όμως και οι λιγότερο γνωστές μορφές, που συμπεριλαμβάνονται στο γενικό χαρακτηρισμό Ηλεκτρομαγνητική Ενέργεια. Ο Ήλιος ως πηγή ενέργειας θεωρείται ανεξάντλητος και κατ' επέκταση ανεξάντλητη είναι και η ενέργεια που προέρχεται απ' αυτόν. Επίσης, η Ηλιακή Ενέργεια ως φυσική ενέργεια κατατάσσεται στις Ήπιες Μορφές Ενέργειας υπό την έννοια ότι δεν είναι καταστροφική στην

επιφάνεια της γης εφόσον βέβαια οι φυσικές διαδικασίες που δρουν στην ατμόσφαιρα της γης και εξουμενίζουν την Ηλιακή Ακτινοβολία, εξακολουθούν και λειτουργούν απρόσκοπτα και πέρα από οποιαδήποτε φυσική ή ανθρώπινη επίδραση. Επιπροσθέτως, η Ηλιακή Ενέργεια είναι και κοινόκτητη-κοινόχρηστη για τον ανθρώπινο πληθυσμό εφόσον η ροή της προς καθέναν από εμάς είναι αδιάκριτη, αδιαχείριστη και κυρίως είναι ΔΩΡΕΑΝ.

1.4 ΗΛΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η ενεργητική χρήση της Ηλιακής Ενέργειας για την εξυπηρέτηση των ανθρώπινων αναγκών ανάγεται στην αυγή της ανθρώπινης ιστορίας όπου με άμεσο ή έμμεσο τρόπο γινόταν η εκμετάλλευση κυρίως της θερμικής ενέργειας για την υποστήριξη καθημερινών δραστηριοτήτων. Σήμερα, είναι ευρέως διαδεδομένη η χρήση των γνωστών ηλιακών συλλεκτών για την θέρμανση νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες) ενώ με ταχείς ρυθμούς εξελίσσονται τα συστήματα μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα (Φωτοβολταϊκά). Λιγότερο γνωστές είναι οι εφαρμογές εκμετάλλευσης της Ηλιακής Ενέργειας που περιλαμβάνουν τα συστήματα Φυσικού Φωτισμού (Φωτοσωλήνες), η Συμπύκνωση της Ηλιακής Ενέργειας (συστήματα CSP), η Φωτοκατάλυση (παραγωγή καυσίμων σε ενεργειακές κυψέλες).

1.5 ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης χώρων και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Combi solar systems) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα εδώ και 10 τουλάχιστον χρόνια σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Γαλλία κ.α. Σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ το 2001 η συνολική επιφάνεια συλλεκτών που αφορούσε ηλιακά συστήματα Combi στην Ευρώπη ήταν περίπου 340.000 m². Στο διάστημα από 12/1998 - 12/2002 η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας (IEA –International Energy Agency) εκπόνησε ένα ιδιαίτερα φιλόδοξο πρόγραμμα με σκοπό την μελέτη, την βελτίωση και την προώθηση των ηλιακών συστημάτων Combi. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος (Task 26 –Solar Combi systems) έλαβαν μέρος 7 Ευρωπαϊκές χώρες (Αυστρία, Γερμανία, Γαλλία, Ολλανδία, Σουηδία,

Δανία και Ιταλία) και εγκαταστάθηκαν προς μελέτη 200 νέα συστήματα Combi. Στην χώρα μας, αν και είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τις καιρικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα γνωστά και μόνο τα τελευταία χρόνια, και κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου γίνονται κάποια βήματα για την αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας. Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν από 10% - 60% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες). 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 –αερίου- βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils) και ένα σύστημα ελέγχου. Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fan coils), ενώ για θέρμανση με θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10%-15%. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος είναι ίδια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης. Η ενέργεια των ηλιακών συλλεκτών μεταφέρεται σε ένα καλά μονωμένο θερμοδοχείο και θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας 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. Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του. Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.



Σχήμα 1.1

1.6 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

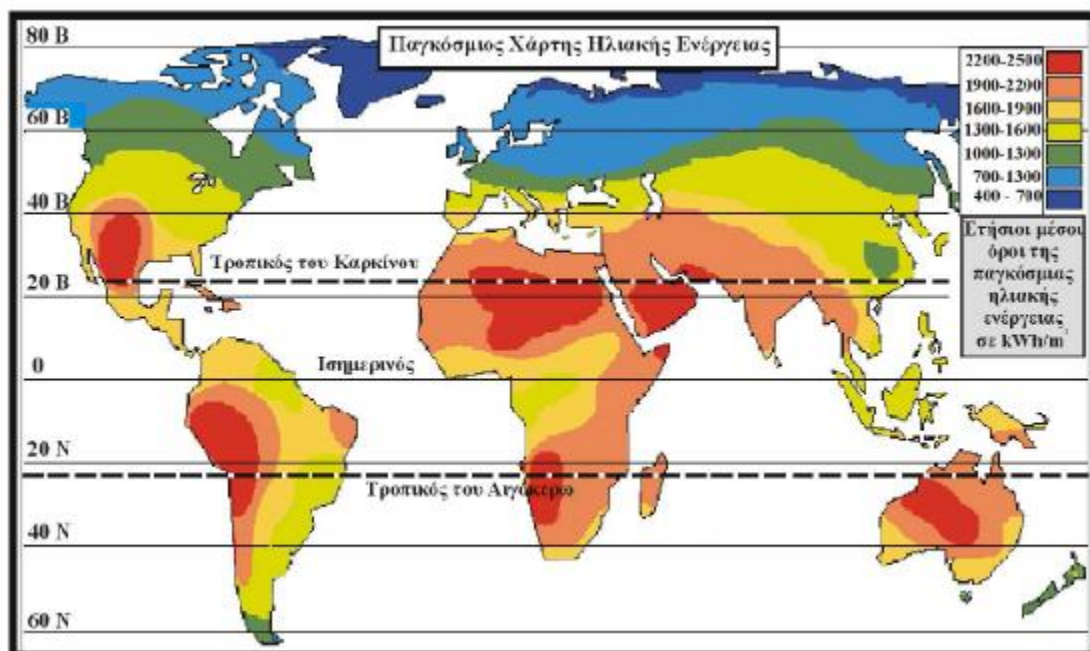
Ο Ήλιος είναι η Πηγή Ζωής για την Γη και η χρήση της ενέργειάς του από τους ανθρώπους δεν θα μπορούσε παρά να είναι η πιο υγιής και φιλική δραστηριότητα για τους ίδιους και για το περιβάλλον. Μέχρι σήμερα δεν έχει εφευρεθεί κάποιος επιβλαβής τρόπος χρήσης της Ηλιακής Ενέργειας και το ίδιο μάλλον, θα εξακολουθήσει να ισχύει και στο μέλλον. Η χρήση της Ηλιακής Ενέργειας άρει την ανάγκη χρήσης ορυκτών καυσίμων, η επεξεργασία, η διαχείριση και κατανάλωση των οποίων οδηγεί στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ρύπους και υποπροϊόντα, με ηχορύπανση και υποβάθμιση περιοχών και 'βιοτόπων'. Επιπλέον, η οικονομία και η εξοικονόμηση των φυσικών και μη ανανεώσιμων πόρων αποτελεί την ευγενική παρακαταθήκη του σημερινού αδυσώπητου τεχνολογικού πολιτισμού στις επερχόμενες γενιές – αρκεί να γίνει αντιληπτή και να καλλιεργηθεί μια τέτοια συμπεριφορά από τον άνθρωπο είτε ως άτομο, είτε ως επιχειρηματίας, είτε ως κοινωνία.



Σχήμα 1.2

1.7 ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα είναι από τις πιο φωτεινές και ηλιόλουστες χώρες του κόσμου. Με μέση ημερήσια ηλιοφάνεια 4,9 – 5,2 kWh/m², αποτελεί παράδεισο ανάπτυξης και χρήσης Ηλιακών Συστημάτων. Με πολύ μετριοπαθείς μελέτες έχει υπολογισθεί ότι οι ενεργειακές ανάγκες για παραγωγή οικιακού ζεστού νερού μπορούν να καλυφθούν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90%, ενώ αυτές της θέρμανσης σε ποσοστό μεγαλύτερο του 60%. Περαιτέρω, ειδικές ανάγκες όπως λ.χ. θέρμανση πισίνας ή εφαρμογές σε θερμοκήπια, μπορούν να καλυφθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό με παροχή ενέργειας από τον ήλιο. Σε ότι αφορά την Ηλεκτρική Ενέργεια, επί θεωρητικού επιπέδου θα μπορούσαν να καλυφθούν πλήρως όλες οι οικιακές ανάγκες της χώρας υπό την έννοια ότι κάθε σπίτι θα μπορούσε με την ατομική του Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση να καλύψει αθροιστικά την ετήσια ιδιοκατανάλωσή του.



Σχήμα 1.3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

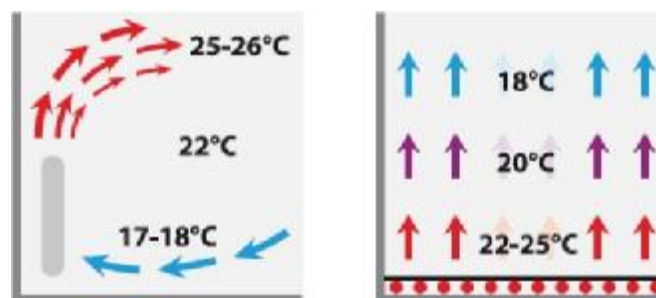
Η ενδοδαπέδια θέρμανση λειτουργεί επιτυχώς στην ηπειρωτική Ευρώπη τα τελευταία 50 χρόνια και οδεύουμε προς την συμπλήρωση 25ετίας από τότε που ξεκίνησε να εφαρμόζεται η θέρμανση δαπέδου στην Ελληνική επικράτεια. Έχουμε φτάσει σήμερα λοιπόν στο σημείο, το σύστημα αυτό της θέρμανσης να έχει γίνει ευρύτερα αποδεκτό. Η θέρμανση δαπέδου με θερμό νερό, είναι αυτή που έχει επικρατήσει με ποσοστό που αγγίζει το 95% στην χώρα μας έναντι άλλων συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης (π.χ. ηλεκτρικής αντίστασης). Η διαδικασία της λειτουργίας της δαπεδοθέρμανσης είναι πολύ απλή και έχει ως εξής: Το θερμό νερό προπαρασκευασμένο στην κατάλληλη θερμοκρασία από κάποια πηγή θερμότητας (π.χ. λεβητοστάσιο, αντλία θερμότητας, ηλιακό συγκρότημα κ.τ.λ.) διαρρέοντας το σύστημα των σωληνώσεων του δαπέδου θερμαίνει το θερμομπετόν, το οποίο θερμοσυσσωρεύει, υψώνει την θερμοκρασία του και θερμαίνει το χώρο. Μια δαπεδοθέρμανση θερμαίνει ένα χώρο κυρίως ακτινοβολώντας θερμότητα (65%) και κατά δεύτερο λόγο με μεταφορά (35%).



Σχήμα 2.1

Η ενδοδαπέδια θέρμανση λειτουργεί με νερό χαμηλής θερμοκρασίας, από 30 °C έως 45 °C, που κυκλοφορεί σε σωλήνες εγκιβωτισμένους στο δάπεδο. Η θέρμανση διαχέεται ομοιόμορφα στο χώρο μέσω ακτινοβολίας ζεσταίνοντάς τον και προσφέροντας μια αίσθηση θερμικής θαλπωρής, με χαμηλότερο λειτουργικό κόστος. Η χρήση του δαπέδου σα θερμαντικό σώμα είναι το χαρακτηριστικό που προσδίδει

στη δαπεδοθέρμανση τη πλειοψηφία των πλεονεκτημάτων που εμφανίζει. Στην πραγματικότητα, η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί ένα διαφορετικό είδος απόδοσης θερμότητας στον χώρο από αυτό που μπορεί να χρησιμοποιείται ήδη. Κατά την λειτουργία του θερμαντικού σώματος λόγω ακτινοβολίας θερμαίνεται ο αέρας στους 50 °C. Το πρόβλημα με αυτό είναι ότι ο καυτός αέρας αυξάνεται και η θερμότητα συσσωρεύεται στο ανώτερο μέρος του χώρου. Έτσι η θερμοκρασία σε ύψος 1,6 m από το δάπεδο που βρίσκεται το κεφάλι η θερμοκρασία είναι 24 °C, ενώ στο δάπεδο η θερμοκρασία είναι περίπου 17 °C. Αντίθετα, η αρχή λειτουργίας του ενδοδαπέδιου συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που έχει το δάπεδο ως ένα τεράστιο θερμαντικό σώμα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα να ακτινοβολεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη ροή ζεστού νερού σε χαμηλή θερμοκρασία κάτω από το τελικό δάπεδο. Έτσι, η θερμοκρασία στο δάπεδο είναι 25 °C, ενώ σε ύψος 1,6 m η θερμοκρασία είναι 18 °C. Κατά αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ιδανική κατανομή θερμοκρασίας για το ανθρώπινο σώμα, όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα, σε αντίθεση με τον συμβατικό τρόπο θέρμανσης:



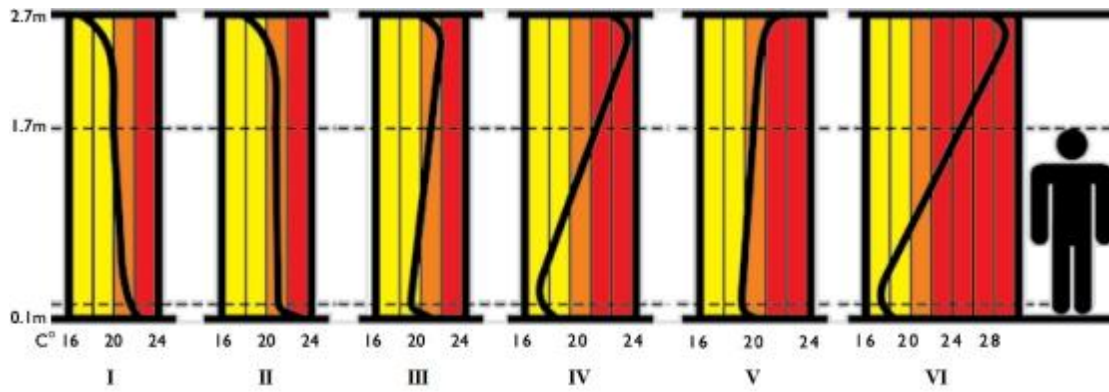
Σχήμα 2.2

2.1.1 Πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Πλεονεκτήματα

- Άνετη και ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο χώρο.

Στην ενδοδαπέδια θέρμανση, η θερμότητα διαχέεται στο χώρο μέσω ακτινοβολίας (60%-65%) και μεταφοράς (35% -40%). Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται οι θερμοκρασιακές διαφορές, αφού οι σωληνώσεις καλύπτουν όλη την επιφάνεια.



Σχήμα 2.3

I: Ιδεώδης θεωρητικά κατανομή

II: Θέρμανση δαπέδου

III: Θερμαντικά σώματα στους εξωτερικούς τοίχους

IV: Θερμαντικά σώματα στους εσωτερικούς τοίχους

V: Θέρμανση οροφής

VI: Θέρμανση με ζεστό αέρα

- Χαμηλό λειτουργικό κόστος.

Εξαιτίας της ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας, των σχεδόν μηδενικών απωλειών δαπέδου και της σημαντικής μείωσης των απωλειών οροφής, λόγω της κλιμάκωσης της θερμοκρασίας κατά ύψος, έχουμε τη δυνατότητα να πετύχουμε συνθήκες άνεσης στο χώρο με θερμοκρασία χαμηλότερη τουλάχιστον κατά 2 °C.

- Φιλική προς το περιβάλλον.

Λιγότερες ώρες λειτουργίας της αντλίας θερμότητας ή του λέβητα συνεπάγονται χαμηλότερη απελευθέρωση καυσαερίων, μικρότερη επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος και μεγαλύτερη οικονομία ενέργειας(λιγότερα καύσιμα).Μπορούμε λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε ζεστό νερό προσαγωγής χαμηλότερης θερμοκρασίας (35 °C – 48 °C) από αυτό των κοινών θερμαντικών σωμάτων (70 °C – 80 °C), με συνέπεια λιγότερες ώρες λειτουργίας της οποιασδήποτε πηγής ενέργειας και επομένως χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου.

- Υγιεινότερες συνθήκες.

Η οριζόντια και έμμεση θέρμανση του χώρου, λόγω ακτινοβολίας θερμότητας, έχει σαν συνέπεια την επίτευξη της ιδανικής κατανομής θερμότητας για το ανθρώπινο

σώμα, δηλαδή, ζεστά πόδια - κρύο κεφάλι. Όσον αφορά τη θερμική σταθερότητα του ανθρώπινου ποδιού, που κινείται σε θερμαινόμενο δάπεδο, λαμβάνονται υπόψη τα όρια θερμοκρασιών επιφάνειας δαπέδου που καθορίζει ο Ευρωπαϊκός κανονισμός για την εκπόνηση μελετών ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Η αποτροπή ρευμάτων αέρα, που δημιουργούνται από τα κοινά θερμαντικά σώματα, και κατά συνέπεια η έλλειψη σκόνης και η διατήρηση της υγρασίας του αέρα στο χώρο, δημιουργεί ιδανικές συνθήκες ειδικά για πάσχοντες από άσθμα ή αλλεργίες.

- Ασφάλεια.

Με την ενδοδαπέδια θέρμανση αποφεύγεται ο πιθανός τραυματισμός από καυτά και αιχμηρά σώματα, ειδικά εάν στο χώρο ζουν μικρά παιδιά ή ηλικιωμένοι.

- Οικονομία ωφέλιμου χώρου.

Η αποδέσμευση ωφέλιμου χώρου (δεν υπάρχουν θερμαντικά σώματα στους τοίχους) λόγω χρήσης του δαπέδου ως θερμαντικό σώμα, όχι μόνο μας επιτρέπει την εκμετάλλευση όλων των χώρων με τον πιο λειτουργικό τρόπο, αλλά μας δίνει και ένα επιπλέον καλαίσθητο αρχιτεκτονικά αποτέλεσμα.

- Απόσβεση κόστους βραχυπρόθεσμα.

Ορισμένοι από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην απόσβεση του κόστους μιας εγκατάστασης ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι:

-Η μειωμένη κατανάλωση καυσίμων, που προαναφέρθηκε(πάνω από 30% στην περίπτωση που πηγή ενέργειας είναι ο λέβητας και πάνω από 60% αν χρησιμοποιηθεί αντλία θερμότητας).

-Το μειωμένο κόστος κτιριακής συντήρησης, αφού δεν έχουμε να αντιμετωπίσουμε μαυρίσματα στους τοίχους και στις κουρτίνες.

-Το μηδενικό κόστος συντήρησης και αντικατάστασης θερμαντικών σωμάτων.

-Αύξηση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού του μηχανοστασίου, ο οποίος λειτουργεί λιγότερες ώρες.

- Δυνατότητα συνδυαστικής λειτουργίας με άλλα θερμαντικά συστήματα.

Με μία μόνο αντλία θερμότητας, ή ένα μόνο λέβητα, μπορούμε να θερμάνουμε παράλληλα χώρους με ενδοδαπέδια θέρμανση και με θερμαντικά σώματα ή fan coils. Από την ίδια πηγή ενέργειας τροφοδοτούμε και τα ζεστά νερά χρήσης του κτιρίου.

Μειονεκτήματα

- Μεγάλο κόστος εγκατάστασης.
- Μεγάλη αδράνεια συστήματος.
- Σχετικά νέο προϊόν στην αγορά.

2.2 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ

Ο ψυκτικός μηχανισμός τροφοδοτεί με δροσερό νερό (15 - 17 °C) τα ενδοδαπέδια κυκλώματα των σωλήνων, εξασφαλίζοντας μια χαμηλή θερμοκρασία δαπέδου (20 - 22 °C). Πολύ σύντομα επηρεάζονται και τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του σπιτιού (τοίχοι, οροφή) τα οποία σταδιακά αποκτούν μια σταθερή θερμοκρασία αρκετά χαμηλότερη από την εξωτερική (24 – 25 °C). Επειδή το σύστημα είναι σε συνεχή λειτουργία και λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται μια δροσερή ατμόσφαιρα με θερμοκρασίες κοντά στους 25 °C, χωρίς να υπάρχουν μεταβολές ακόμα και στους μεγαλύτερους καύσωνες. Σε εφαρμογές που έχουν γίνει, είναι αξιοσημείωτο ότι η επιφάνεια που έχει τη χαμηλότερη θερμοκρασία μετά το δάπεδο, ήταν εκείνη της οροφής. Προφανώς η ομοιομορφία των μεγεθών και ο παραλληλισμός ανάμεσα στο δάπεδο και την οροφή είχαν ως αποτέλεσμα την συνεχή ανταλλαγή ακτινοβολίας ανάμεσα τους όπως και με όλες τις επιφάνειες του χώρου. Έτσι επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο, που είναι εξαιρετικά σημαντική για την άνεση .

Ψύξη με αφυγραντή

Συνδυάζοντας την ψύξη δαπέδου με αφυγραντή έχουν παρατηρηθεί τα εξής: Προκύπτει πως η θερμότητα που έρχεται στο περιβάλλον από τον αφυγραντή δεν καθορίζει την κύρια μεταβολή της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Η μείωση της υγρασίας επιτρέπει μια περαιτέρω μείωση της θερμοκρασία προσαγωγής του νερού. Έτσι προκύπτει μια αύξηση της απόδοσης του δαπέδου ικανοποιητική ώστε να συμψηφίζει την εισαγωγή της απαιτούμενης θερμότητας από τον αφυγραντή. Ο

συνδυασμός με τον αφυγραντή έχει εφαρμογή με τιμές υγρασίας 60-65 % κάτω από αυτές τις τιμές, στην πράξη δεν είναι απαραίτητος.

Απόδοση του δαπέδου

Αν θέλει κανείς να παρακολουθήσει μια δοκιμή προσέχοντας τους υπολογισμούς της απόδοσης της ψύξης, μπορεί να βγάλει ένα συμπέρασμα για τη λύση του προβλήματος. Η δοκιμή αποτελείται από τη μέτρηση της μεταφοράς σκέτου νερού και από τη θερμότητα $\Delta T_m \times G/S (0,86)=q_1+q_2 =Q$ όπου $\Delta T_m=(T_{\text{προσ}}+T_{\text{επιστρ}})/2$
 $G =$ καθαρή ολική παροχή (...)

$Q =$ ολική απόδοση ενέργειας στο υψηλότερο και χαμηλότερο σημείο (Wh)

Η ολική απόδοση είναι $29,3 \text{ W/m}^2$, το δάπεδο κρατάει μια απόδοση ίση με $0,43 \text{ W/m}^2$ στο χαμηλότερο σημείο και δίνει στο ένα ημιυπόγειο σχετική δροσιά ($T_i = 25^\circ \text{C}$). Η απόδοση στο υψηλότερο σημείο μπορεί να είναι μειωμένη κατά 5% άρα $27,8 \text{ W/m}^2$.

Αυτή η τιμή παρουσιάζει τη μέση απόδοση του πατώματος συμπεριλαμβανομένου και ενός μέρους ίσο με 25% που αφορά την κάλυψη από την επίπλωση και τα χαλιά και ως εκ τούτου η απόδοση του ελεύθερου δαπέδου είναι γύρω στο $37-38 \text{ W/m}^2$.

Η απόδοση της επιθυμητής ψύξης στο περιβάλλον έχει σχέση και με την άνεση. Όπου άνεση είναι μια κατάσταση με πολλές παραμέτρους όπως η απουσία του θορύβου, η μη μετακίνηση σκόνης στη δροσερή ατμόσφαιρα, η θερμική ομοιογένεια, η ομαλή ανταλλαγή σωματικής ενέργειας, η εξάτμιση και η ακτινοβολία να συνδυάζονται με τρόπο φυσιολογικό. Συμπερασματικά, η ενδοδαπέδια ψύξη υπερτερεί έναντι των συμβατικών τρόπων ψύξης στα εξής :

- Ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στο χώρο
- Αποφυγή ρευμάτων αέρα
- Αθόρυβη λειτουργία
- Οικονομία στην κατανάλωση ρεύματος

Εφαρμογή της εδοδαπέδιας ψύξης στην μονοκατοικία

Στην υπάρχουσα εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα προστεθούν τα εξής.

- Ηλεκτροβάνες αυτονομίας για ανεξαρτησία των κυκλωμάτων του κάθε χώρου.
- Πίνακας ελέγχου, θερμοστάτης χώρου.

2.3 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΔΙΚΤΥΟ

Σε πολλές περιπτώσεις, όπως ύπαρξη πέτρινου πατώματος, χρήση μεγάλων γυάλινων επιφανειών, χώροι όπου λόγοι διαμόρφωσης δεν επιτρέπουν τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων, η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί την ιδανική λύση. Οι σημαντικές της ιδιότητες είναι η πολύ χαμηλή θερμοκρασία δαπέδου (ανεξαρτήτως υλικού) και η συνεπαγόμενη έτσι υψηλή απόδοση θερμότητας με ακτινοβολία που προσδίδεται από την εξ' ολοκλήρου ενσωμάτωση του συστήματος στην δομή του κτιρίου. Η θερμοκρασία δαπέδου μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης υψηλής ποιότητας δεν ξεπερνά ποτέ το ανώτατο όριο των 29 °C ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι η χαμηλότερη. Σε κανονικές συνθήκες η θερμοκρασία δαπέδου είναι ακόμα πιο χαμηλή. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία εξασφαλίζει, σε συνδυασμό με την πολύ μεγάλη θερμαντική επιφάνεια, την βέλτιστη κλιματιστική κατάσταση του χώρου. Το σημαντικότερο τμήμα της θερμότητας στην ενδοδαπέδια θέρμανση μεταδίδεται με ακτινοβολία. Έτσι η θερμοκρασία του αέρα σε χώρους με ενδοδαπέδια θέρμανση είναι αρκετά χαμηλότερη απ' ό,τι σε συνηθισμένες θερμάνσεις παρόλο που η αισθητή θερμοκρασία είναι η ίδια. Η ενσωμάτωση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης στην κατασκευή του κτιρίου, εξασφαλίζει την διακριτική θέρμανση με μη-ορατές θερμαινόμενες επιφάνειες. Ένα θερμαινόμενο δάπεδο δεν έχει καμία εμφανή διαφορά από ένα μη θερμαινόμενο. Η μεγάλη διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι με την ενδοδαπέδια θέρμανση υπάρχει μεγάλη ελευθερία διαμόρφωσης χώρων. Οι θερμαινόμενες επιφάνειες δεν φαίνονται και δεν ακούγονται. Οι πλάκες του συστήματος εξασφαλίζουν την ακριβή και προκαθορισμένη απόσταση τοποθέτησης του σωλήνα, οπότε επιτυγχάνεται ένα ομοιόμορφο προφίλ θερμοκρασιών του δαπέδου. Στην διαμόρφωση των χώρων το σύστημα δίνει απόλυτη ελευθερία. Αν η τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης R παραμένει μικρότερη της μέγιστης τιμής $R_{\max} = 0,15$ [m^2K/W] κατά την εκλογή δαπέδου (τιμή για μοκέτα μεγάλου πάχους), τότε κανένας περιορισμός δεν υφίσταται όσον αφορά το επιλεγμένο δάπεδο

(πλακάκια, μάρμαρο, πλαστικό, παρκέ, φελλός) και η λειτουργία του συστήματος είναι εγγυημένη.

2.3.1 Βασικά Μέρη ενός ενδοδαπέδιου συστήματος

Κυκλοφορητής

Είναι αντλία νερού. Το κέλυφος τους είναι κατασκευασμένο από χυτό χάλυβα ή πλαστικό ενώ σε κατάλληλη θέση φέρουν κιβώτιο όπου γίνεται η ηλεκτρολογική σύνδεση.



Σχήμα 2.5: Κυκλοφορητής

Αυτόματος πλήρωσης

Ο αυτόματος πλήρωσης τροφοδοτεί τον λέβητα με νερό από το δίκτυο ύδρευσης. Διαθέτει ενσωματωμένη αποφρακτική βάνα και βαλβίδα αντεπιστροφής. Στην είσοδο του αυτόματου επικρατεί η πίεση του δικτύου ενώ στην έξοδο η επιθυμητή την οποία ρυθμίζουμε από κατάλληλο ρυθμιστικό κοχλίας που υπάρχει στο επάνω μέρος της. Για τον υπολογισμό της πίεσης ρύθμισης λαμβάνουμε πάντοτε υπ' όψιν το ύψος της εγκατάστασης. Η πίεση πλήρωσης πρέπει να είναι κάπως μεγαλύτερη από το στατικό ύψος της εγκατάστασης (συνήθως ρυθμίζεται τουλάχιστον 0,8 bar παραπάνω). Ο αυτόματος πλήρωσης κατά την λειτουργία της εγκατάστασης δεν πρέπει να είναι ποτέ κλειστός. Ο έλεγχος του αυτόματου πλήρωσης πρέπει να γίνεται συχνά διότι εάν κολλήσει και παραμείνει κλειστός, η ασφάλεια της εγκατάστασης τίθεται υπό αμφισβήτηση.



Σχήμα 2.6: Αυτόματος πλήρωσης

Βαλβίδα αντεπιστροφής

Τοποθετείται στον αγωγό τροφοδοσίας του λέβητα νερό από το δίκτυο ύδρευσης και δεν επιτρέπει την επιστροφή του νερού από το λέβητα στο δίκτυο.



Σχήμα 2.7: Βαλβίδα αντεπιστροφής

Συλλέκτης

Συλλέκτης ονομαστικής διαμέτρου 1" με σπειρώμα 3/4". Ο συλλέκτης προσαγωγής φέρει ροόμετρο (flowmeter) για τις ρυθμίσεις των παροχών των κυκλωμάτων, ενώ ο συλλέκτης επιστροφής διαθέτει βαλβίδες θερμοηλεκτρικών κινητήρων παρέχοντας τη δυνατότητα προσαρμογής θερμοηλεκτρικών κινητήρων (actuators), οι οποίοι, με εντολή των θερμοστατών κάθε χώρου, επιτρέπουν την αυτόνομη λειτουργία των αντίστοιχων κυκλωμάτων κάθε χώρου.



Σχήμα 2.8: Συλλέκτης

Βαλβίδα ασφαλείας

Οι βαλβίδες ασφαλείας δεν επιτρέπουν να ανέβει η πίεση του νερού σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης πάνω από μια προκαθορισμένη τιμή πίεσης. Οι βαλβίδες ασφαλείας ανοίγουν και αφαιρούν νερό από την εγκατάσταση αν η πίεση ξεπεράσει την καθορισμένη τιμή.



Σχήμα 2.9: Βαλβίδα ασφαλείας

Δοχείο διαστολής

Τα δοχεία αυτά χωρίζονται σε δυο μέρη από μια κατάλληλη μεμβράνη. Στον έναν χώρο βρίσκεται αέριο (άζωτο) κατάλληλης πίεσης ενώ στον άλλο εισέρχεται το νερό το οποίο διαστέλλεται. Στο επάνω μέρος του δοχείου υπάρχει βαλβίδα από την οποία μπορούμε να αυξήσουμε την πίεση του αερίου που βρίσκεται μέσα στο δοχείο. Εάν η μεμβράνη που διαχωρίζει τους δυο θαλάμους έχει διαρροή, το δοχείο καθίσταται ανενεργό και θα πρέπει να αλλαχθεί. Αυτό όμως μπορεί εύκολα να ελεγχθεί εφόσον ανοίξουμε στιγμιαία την βαλβίδα του δοχείου. Εάν εκρεύσει νερό, η μεμβράνη έχει καταστραφεί. Ο έλεγχος αυτός δεν πρέπει να γίνεται συνεχώς και αλόγιστα καθώς σταδιακά η πίεση του αερίου θα μειωθεί και το δοχείο θα καταστεί αναποτελεσματικό.



Σχήμα 2.10: Δοχείο διαστολής

Σωλήνας ενδοδαπέδιας

Τον σωλήνα χαρακτηρίζει η ιδιαίτερη ευκαμψία του και κυρίως το γεγονός ότι υπερκαλύπτει τις θερμοκρασιακές απαιτήσεις λειτουργίας (95 °C - 10 bar). Η δε φραγή οξυγόνου, προστατεύει και αυξάνει τον χρόνο ζωής των μεταλλικών μερών της εγκατάστασης (π.χ. λέβητας).



Σχήμα 2.11: Σωλήνας ενδοδαπέδιας

Μονωτική Ταινία

Η περιμετρική μονωτική ταινία τοίχου, κατασκευάζεται από αφρώδες πολυαιθυλένιο πάχους 8 mm και ύψους 15 cm, φέρει φιλμ (το οποίο τοποθετείται πάνω στις μορφόπλακες για στεγανότητα σε σχέση με το μπετόν) και αυτοκόλλητο για την στήριξη της. Χρησιμεύει κυρίως στην προστασία των δομικών στοιχείων από τις συστολές-διαστολές του θερμαινόμενου δαπέδου.



Σχήμα 2.12: Μονωτική Ταινία

Μονωτική πλάκα

Η μονωτική πλάκα από διογκωμένη πολυστερίνη με φραγή υδρατμών (φιλμ PE) για θερμομόνωση, ηχομόνωση, υγρό-προστασία και στήριξη του σωλήνα (δεν απαιτείται άλλη μόνωση ή προστασία).



Σχήμα 2.13: Μονωτική πλάκα

Πίνακας διανομής

Πίνακας μεταλλικός, κατάλληλος για εντοιχισμό, κατασκευασμένος από γαλβανιζέ λαμαρίνα πάχους 1 mm και βαμμένος με ηλεκτροστατική βαφή. Ρυθμίζεται σε ύψος έως και τα 815 mm. Έχει ρυθμιζόμενο αποσπώμενο πλαίσιο για προστασία από σοβά, το οποίο διαμορφώνει το βάθος του πίνακα από 115 έως 165 mm.



Σχήμα 2.14: Πίνακας διανομής

Υδροστάτης επαφής

Διακόπτει τη λειτουργία του κυκλοφορητή σε περίπτωση που υπερβεί η θερμοκρασία νερού τη μέγιστη επιθυμητή ρύθμιση.



Σχήμα 2.15: Υδροστάτης επαφής

Ενεργοποιητής κυκλοφορητή

Εκκινεί ή σταματά τον κυκλοφορητή της θέρμανσης με την απαραίτητη χρονοκαθυστέρηση, όταν οι θερμοστάτες δίνουν εντολή εκκίνησης ή τερματισμού της θέρμανσης στους ηλεκτροθερμικούς κινητήρες.



Σχήμα 2.16: Ενεργοποιητής κυκλοφορητή

2.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Αντλία θερμότητας ονομάζουμε τη μηχανολογική διάταξη που μας επιτρέπει να μεταφέρουμε ενέργεια από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας, σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας.



Σχήμα 2.17

Ήδη από τον ορισμό, γίνεται φανερό ότι οι αντλίες θερμότητας σχεδιάζονται για να μεταφέρουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) με φορά αντίθετη από αυτήν της φυσικής ροής. Για την μεταφορά αυτή, απαιτείται κατανάλωση ενέργειας.

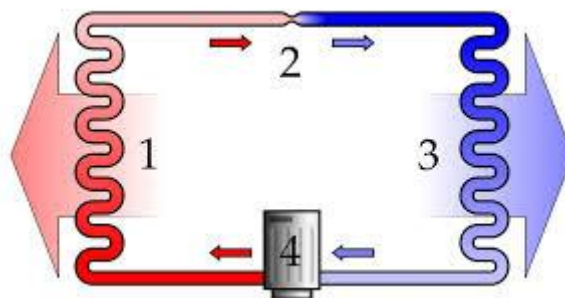
Όπως ακριβώς στην υδραυλική, το νερό πηγαίνει μόνο του (ρέει) από το ψηλό σημείο στο χαμηλό (λόγω βαρύτητας) και χρειαζόμαστε μια αντλία νερού για να μεταφέρουμε το νερό αντίθετα με την φυσική του ροή (να το ανεβάσουμε ψηλότερα), έτσι και η θερμική ενέργεια "ρέει" από μόνη της από το σώμα υψηλής θερμοκρασίας

(ζεστό) στο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας (κρύο) και χρειαζόμαστε μια "αντλία θερμότητας" για να αντιστρέψουμε την κίνηση της ενέργειας και να την μεταφέρουμε από την χαμηλή θερμοκρασία (κρύο) στην υψηλή (ζεστό).

Αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και η λειτουργία τους βασίζεται στις ίδιες αρχές που εφαρμόζονται στα ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά μηχανήματα κ.λ.π. Η λειτουργία τους βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο, που είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού (εργαζόμενο μέσο) σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:

Ψυκτικός κύκλος



Σχήμα 2.18

Το ρευστό (ψυκτικό μέσο) που ρέει μέσα στις σωλήνες, στη θέση 1, είναι υγρό σε μεγάλη πίεση και θερμοκρασία, μετά το συμπίεστή. Στη θέση 1, αποβάλλεται η θερμότητα που απέδωσε κατά την συμπίεση ο συμπίεστής. Στη συνέχεια, το ψυκτικό μέσο εκτονώνεται (μειώνεται η πίεση του) στην εκτονωτική βαλβίδα (2), και εξατμίζεται (λόγω της πτώσης της πίεσης) στον εξατμιστή στη θέση 3, όπου ψύχεται και προσλαμβάνει θερμότητα. Στη συνέχεια το κρύο ψυκτικό μέσο, σε αέρια ακόμη μορφή, συμπιέζεται στον συμπίεστή, υγροποιείται, θερμαίνεται, αποβάλλει θερμότητα και ούτω κάθε εξής.

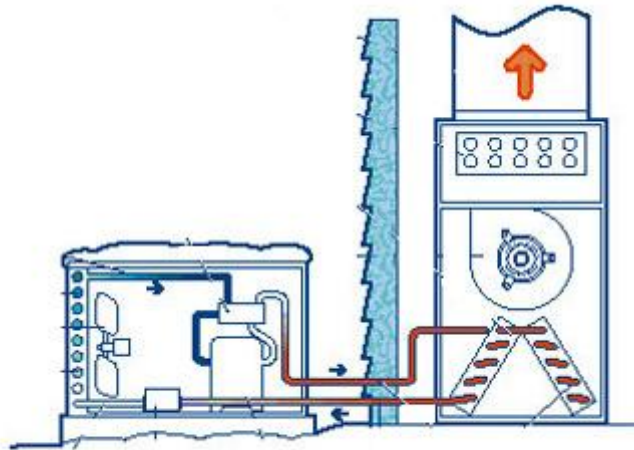
Το σημαντικό είναι ότι σε κάθε κύκλο, αποβάλλεται θερμότητα (ενέργεια) στη θέση 1 και προσλαμβάνεται (ενέργεια) στη θέση 3, άρα εφόσον ο κύκλος είναι διαρκής υπάρχει μια διαρκής μεταφορά θερμότητας από το σημείο 3 στο σημείο 1 και

συνεπώς με τον ψυκτικό κύκλο μπορούμε να μεταφέρουμε θερμότητα (ενέργεια) μεταξύ δυο σημείων.

Η λειτουργία αυτή (η μεταφορά θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο) είναι που έδωσε το όνομα "αντλίες θερμότητας" στις συσκευές που λειτουργούν με βάση τον ψυκτικό κύκλο.

Είδη αντλιών θερμότητας

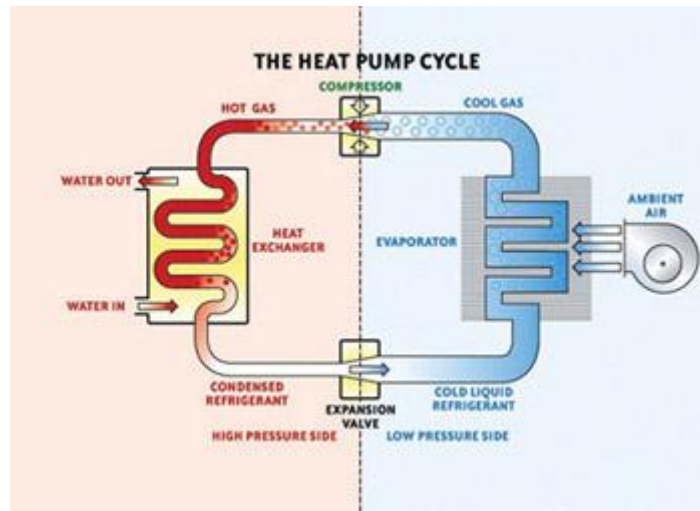
Ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει (ή από το οποίο προσλαμβάνει) την ενέργεια η αντλία στα σημεία (1) και (3) του ψυκτικού κύκλου, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:



Σχήμα 2.19

· Αντλίες θερμότητας αέρος / αέρος

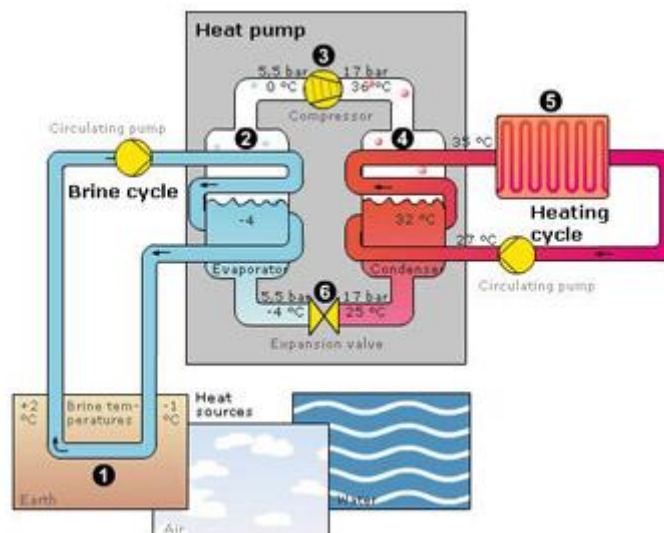
Είναι αντλίες που διαθέτουν και στο σημείο 1 και στο σημείο 3 εναλλάκτη θερμότητας αέρα / ψυκτικού. Είναι τα γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου (split type). Ειδικά στον διαιρούμενο τύπο το ένα στοιχείο (εναλλάκτης στη θέση 3) βρίσκεται μέσα στο σπίτι μας και προσλαμβάνει ενέργεια (αφαιρεί θερμότητα / ψύχει τον χώρο) , και το άλλο σημείο (1) είναι επίσης εναλλάκτης ψυκτικού μέσου / αέρα και αποβάλλει θερμότητα έξω από το σπίτι μας.



Σχήμα 2.20

- **Αντλίες θερμότητας αέρος / νερού.**

Οι αντλίες αυτές στην μια πλευρά (σημείο 3) αντί για στοιχείο έχουν εναλλάκτη ψυκτικού μέσου / νερού και αφαιρούν θερμότητα (ψύχουν νερό) αντί για αέρα. Με τις αντλίες αυτές δηλαδή, μπορούμε να αντλούμε θερμότητα (και άρα να ψύχουμε νερό) και να την αποβάλλουμε στο περιβάλλον (όπως γίνεται και στα κλιματιστικά μηχανήματα της προηγούμενης κατηγορίας).



Σχήμα 2.21

- **Αντλίες θερμότητας νερού / νερού.**

Στις αντλίες αυτές και οι δύο εναλλάκτες είναι εναλλάκτες νερού, και το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη. Τέτοιες αντλίες, είναι οι

υδροψυκτες αντλίες θερμότητας με πύργο ψύξης και οι αντλίες νερού / νερού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με γεωναλλάκτη (γεωθερμικές) .

Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων στοιχείων τους, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

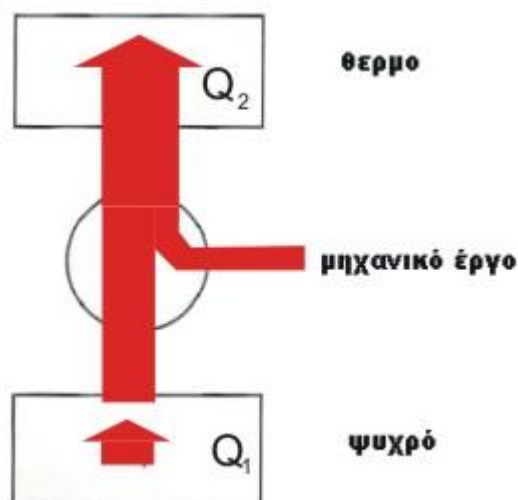
- Ενιαίες ή αυτόνομες (Compact) όπου όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος.
- Διαιρούμενες ή διμερούς τύπου (Split units). Ο ατμοποιητής (ή ο συμπυκνωτής) είναι ανεξάρτητος του υπολοίπου συστήματος.

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Αντλίες με ηλεκτροκίνητους συμπιεστές
- Αντλίες με συμπιεστές κινούμενους από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο κλπ)
- Αντλίες με συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).

Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας

Η ροή ενέργειας σε μια αντλία θερμότητας που λειτουργεί σε κατάσταση θέρμανσης, έχει όπως στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2.22

Η αντλία αντλεί από το ψυχρό περιβάλλον μια ποσότητα θερμότητας (ενέργειας) Q_1 , προσθέτει μηχανικό έργο (W) στο συμπιεστή, και αποδίδει ποσό ενέργειας Q_2 στον ψυχρό χώρο.

Όταν η αντλία λειτουργεί σε κατάσταση θέρμανσης, το "θερμό" είναι ο χώρος, το "ψυχρό" το περιβάλλον, και το ζητούμενο είναι το Q_2 , ενώ όταν αυτή λειτουργεί σε κατάσταση ψύξης, το "ψυχρό" είναι ο χώρος, το "θερμό" είναι το περιβάλλον και το ζητούμενο είναι το Q_1 .

Ο ενεργειακός ισολογισμός στο σχήμα, απαιτεί

$$Q_2 = Q_1 + W.$$

- Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία θέρμανσης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο (Q_2 / W σε θέρμανση), ονομάζεται ειδικός βαθμός απόδοσης της αντλίας (COP, coefficient of performance).

- Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία ψύξης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο (Q_1 / W σε ψύξη), ονομάζεται βαθμός ενεργειακής απόδοσης της αντλίας (EER, energy efficiency ratio).

Τόσο ο ειδικός βαθμός απόδοσης COP όσο και ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER εξαρτώνται από:

- τη θερμοκρασία της "πηγής" (T_{Q1})
- τη θερμοκρασία του "αποδέκτη" (T_{Q2})
- τα μηχανικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας
- τις ιδιότητες του εργαζόμενου μέσου.

και μεταβάλλονται διαρκώς, αφού τόσο η θερμοκρασία του ψυχρού (περιβάλλοντος στη θέρμανση - χώρου στην ψύξη) όσο και η θερμοκρασία θερμού (χώρου στη θέρμανση - περιβάλλοντος στην ψύξη) δεν είναι σταθερές, αλλά διαρκώς μεταβάλλονται.

Για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των αντλιών θερμότητας έχει καθιερωθεί η μέτρηση του COP και του EER σε τυποποιημένες συνθήκες (συνθήκες Eurovent) που είναι:

- Για τη θέρμανση:

§ Θερμοκρασία θερμού = 20 °C

§ Θερμοκρασία εισόδου εξωτερικού αέρα 7 °C / 6 °C WB

· Για την ψύξη

§ Θερμοκρασία θερμού = 27 °C

§ Θερμοκρασία εισόδου εξωτερικού αέρα 35 °C / 36 °C WB

Οι βαθμοί απόδοσης σε συνθήκες Eurovent χαρακτηρίζουν την ποιότητα κατασκευής μιας αντλίας θερμότητας, αφού ο υπολογισμός τους αναφέρεται στις ίδιες συνθήκες για όλες τις αντλίες .

Επειδή όμως σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας οι θερμοκρασίες δεν ισούνται με τις θερμοκρασίες που καθορίζονται στο πρότυπο Eurovent, ορίζουμε και τον μέσο ή ετήσιο ειδικό βαθμό απόδοσης SCOP (για την θέρμανση) και τον μέσο ή ετήσιο βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER (για λειτουργία ψύξης) οι οποίοι είναι στην ουσία οι μέσοι βαθμοί απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας σε ετήσια λειτουργία και αυτοί οι βαθμοί αποτελούν το καλύτερο κριτήριο αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας.

Στις σύγχρονες αντλίες θερμότητας συναντάμε τιμές COP και EER μεγαλύτερες του 3.0, γεγονός που τις κατατάσσει στις συσκευές αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών .

Τιμή COP (ή EER) ίση με 3.0 σημαίνει ότι για κάθε μονάδα ενέργειας που καταναλώνει μια αντλία θερμότητας, μεταφέρει (αποδίδει) τρεις (3) μονάδες θερμικής ενέργειας.

2.4.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας

Πλεονεκτήματα:

- Αξιόπιστο, φιλικό προς το χρήστη.
- Χαμηλά επίπεδα θορύβου.
- Δεν χρειάζεται να προπληρώνετε για τα έξοδα λειτουργίας και δεν δεσμεύετε χρήματα από τον οικογενειακό προϋπολογισμό.
- Τα τιμολόγια της ηλεκτρικής ενέργειας δεν υπόκεινται σε έντονες μεταβολές τιμών όπως αυτές των στερεών και υγρών καυσίμων. Έτσι, αποφεύγετε τις δυσάρεστες εκπλήξεις που πιθανόν να σας βγάλουν εκτός προγραμματισμού.

- Η εγκατάσταση των αντλιών θερμότητας γίνεται γρήγορα και εύκολα. Δεν απαιτείται δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμου, καπνοδόχος ή εντοιχισμός επιμέρους τμημάτων και αποφεύγετε πρόσθετες εργασίες στο χώρο σας. Επίσης, δεν απαιτείται ειδικός χώρος τοποθέτησης καθώς η εξωτερική μονάδα είναι συμπαγής και μπορεί εύκολα να τοποθετηθεί εξωτερικά ακόμα και στο μπαλκόνι σας.
 - Δεν εκπέμπονται καυσαέρια (δεν απαιτείται καμινάδα).
 - Απαλλαγή από επιπλέον υποχρεώσεις και κόστη, γιατί απλά δεν απαιτούνται σύνθετες και ακριβές διαδικασίες συντήρησης.
 - Τυχόν επιχορηγήσεις ή φορολογικές ελαφρύνσεις υπολογίζονται με βάση τον εποχιακό βαθμό απόδοσης για τη συγκεκριμένη θερμοκρασιακή ζώνη του ακινήτου.
 - Η χρήση της τεχνολογίας μεταβλητών στροφών (Inverter) επιτρέπει την ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας καθώς αυξάνει βαθμιαία την ισχύ που απαιτείται για να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία. Οι αντλίες θερμότητας είναι ειδικά σχεδιασμένες για να ανταποκρίνονται με τον καλύτερο τρόπο στις πολλαπλές ανάγκες της σύγχρονης κατοικίας. Είτε πρόκειται για νέα οικοδομή είτε για σπίτι με εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης, οι αντλίες θερμότητας παρέχουν θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης εξασφαλίζοντας μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας.

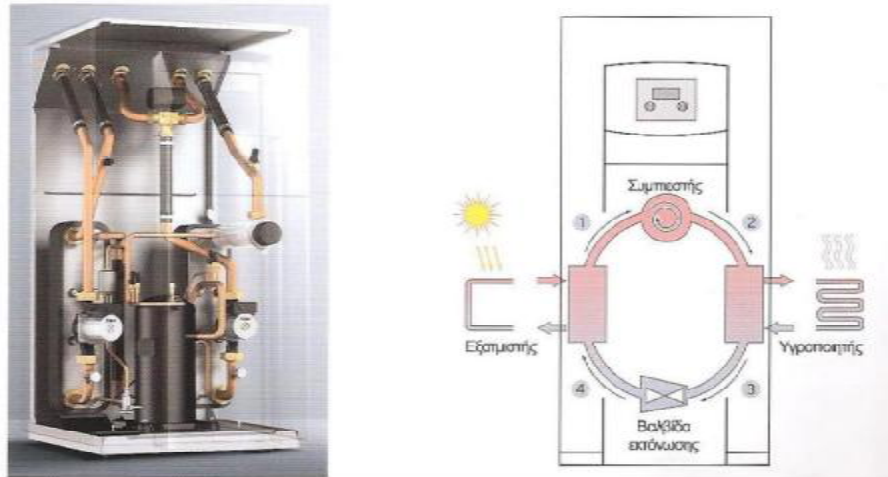
Μειονεκτήματα:

- Μειωμένη απόδοση σε ακραίες συνθήκες (θερμοκρασίες κάτω του μηδενός)
- Υψηλότερο αρχικό κόστος κτήσης.

2.4.2 Βασικά μέρη μιας αντλίας θερμότητας

Το τμήμα ανεμιστήρα-εξατμιστή, που απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο ή το περιβάλλον είναι ένα από τα κύρια μέρη μιας αντλίας θερμότητας. Ένα άλλο είναι το τμήμα συμπιεστή-συμπυκνωτή που απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον. Ο μηχανισμός αντιστροφής, αποτελείται από μία τετράοδη βαλβίδα, η οποία

μετατρέπει τον ψυκτικό κύκλο, σε «θερμαντικό» και αντίστροφα. Ακόμα η συμπληρωματική ηλεκτρική αντίσταση, που αυξάνει τη θερμική απόδοση του συστήματος όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ μικρή. Τέλος, οι αυτοματισμοί για τον έλεγχο και την λειτουργία του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης είναι τα πέντε κύρια μέρη μιας αντλίας θερμότητας.



Σχήμα 2.23: Τυπική μορφή αντλίας θερμότητας

Ψυκτικό μέσο

Το ψυκτικό ρευστό που κυκλοφορεί σε κάθε ψυκτική μονάδα παραλαμβάνει τη θερμότητα από το χώρο που θέλουμε να ψύξουμε και με την βοήθεια των επιμέρους διατάξεων της ψυκτικής μηχανής, την απορρίπτει στο περιβάλλον. Γενικά το ψυκτικό μέσο είναι το “εργαζόμενο μέσο” των ψυκτικών θερμοδυναμικών κύκλων το οποίο παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από χώρους με χαμηλότερη θερμοκρασία και τα απορρίπτει σε χώρους με υψηλότερη θερμοκρασία. Το ψυκτικό υγρό είναι ένα ειδικό υγρό που εξατμίζεται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος. Στην εξωτερική μονάδα, ειδικά χάλκινα στοιχεία φέρνουν τον εξωτερικό αέρα σε επαφή με το ψυκτικό υγρό. Αυτό απορροφά τη θερμική ενέργεια του εξωτερικού αέρα. Έτσι, συντελείται η πρώτη εναλλαγή θερμότητας. Στη συνέχεια, το ψυκτικό υγρό μετατρέπεται σε αέριο και αποβάλλει θερμότητα.

Συμπιεστής

Το τμήμα με την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση το οποίο είναι και το σπουδαιότερο είναι ο συμπιεστής. Οι συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αυξάνουν την πίεση τους, κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα και αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή. Σκοπός του συμπιεστή είναι η διατήρηση μιας διαφοράς ΔP που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της ψυκτικής μονάδας. Με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο πετυχαίνουμε την αύξηση της πίεσης. Το σύστημα μπορεί να παρέχει την ακριβή θερμική ισχύ που απαιτείται σε κάθε δεδομένη στιγμή με έναν έλεγχο inverter που χρησιμοποιεί ο συμπιεστής της Α.Θ. Έτσι το σύστημα γίνεται ιδιαίτερα αποδοτικό και οικονομικό. Οι συμπιεστές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η μία κατηγορία είναι οι παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι (Reciprocating) και η άλλη είναι οι περιστροφικοί (Scroll ή Rotary).

Συμπυκνωτής

Στο συμπυκνωτή εισέρχεται το υπέρθερμό ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης. Εντός του αποβάλλεται θερμότητα προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό, αέρας ή και τα δύο) και συμπυκνώνεται. Αυτό κάνει το συμπιεστή ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα μιας ψυκτικής εγκατάστασης. Δηλαδή ο συμπυκνωτής είναι στην πραγματικότητα ένας θερμικός εναλλάκτης, όπου θερμότητα Q_H αφαιρείται από το ψυκτικό αέριο προς το περιβάλλον το οποίο είναι συνήθως κάποιο σώμα νερού ή αέρος. Με την αφαίρεση της θερμότητας από το σύστημα προς το περιβάλλον πραγματοποιείται η υγροποίηση (συμπύκνωση) του ψυκτικού αερίου. Οι συμπυκνωτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ως προς το χρησιμοποιούμενο μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου:

- Στους Αερόψυκτους
- Στους Υδρόψυκτους
- Στους Ατμοποίησης ή Εξατμιζόμενου τύπου

Εξατμιστής

Ο εξατμιστής ή ψυκτικό στοιχείο είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η εξάτμιση του ψυκτικού μέσου . Είναι όμοια διάταξη με τον συμπυκνωτή, μόνο που εργάζεται αντίθετα. Βρίσκεται πάντα στο χώρο που θέλουμε να ψύξουμε . Το ψυκτικό υγρό που διέρχεται από την εκτονωτική διάταξη μεταβάλλεται από υγρό σε αέριο (ατμοποιείται) απορροφώντας θερμότητα από τον χώρο. Αφαιρώντας όμως θερμότητα από τον χώρο μειώνεται η θερμοκρασία του (ο χώρος ψύχεται). Λόγω των ποικίλων απαιτήσεων στις εφαρμογές της ψύξης και προς αντιμετώπιση τους οι εξατμιστές κατασκευάζονται και λειτουργούν κατά διάφορους τρόπους. Έτσι τους εξατμιστές τους κατατάσσουμε στις εξής βασικές κατηγορίες αναλόγως του χρησιμοποιούμενου εκτονωτικού μέσου (βαλβίδας) σε:

- Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης
- Στοιχεία υπερχειλιστικά (υγρής εκτόνωσης)

Αναλόγως της κατασκευαστικής μορφής της εσωτερικής τους επιφάνειας σε:

- Στοιχεία με γυμνούς σωλήνες
- Στοιχεία με πρόσθετα μεταλλικά πτερύγια
- Στοιχεία τύπου πλάκας

Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου μέσου ψύξης, χώρου και προϊόντων, σε:

- Στοιχεία αέρα (φυσικής ή βιασμένης κυκλοφορίας)
- Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτιζόμενου τύπου

Εκτονωτική βαλβίδα

Η εκτονωτική βαλβίδα συμβάλλει στον έλεγχο της ακριβούς ποσότητας του διερχόμενου ψυκτικού ώστε ο εξατμιστής να μην παρουσιάζει έλλειψη ή υπερχειλίση ψυκτικού. Είναι το εξάρτημα στο οποίο το ψυκτικό υγρό εκτονώνεται. Στο εσωτερικό της εκτονωτικής διάταξης, το ψυκτικό μέσο μεταβάλλεται από υγρό υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας σε διφασικό μίγμα (υγρού – αερίου) χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Η εκτονωτική βαλβίδα έχει διπλό ρόλο, στραγγαλίζει την πίεση και

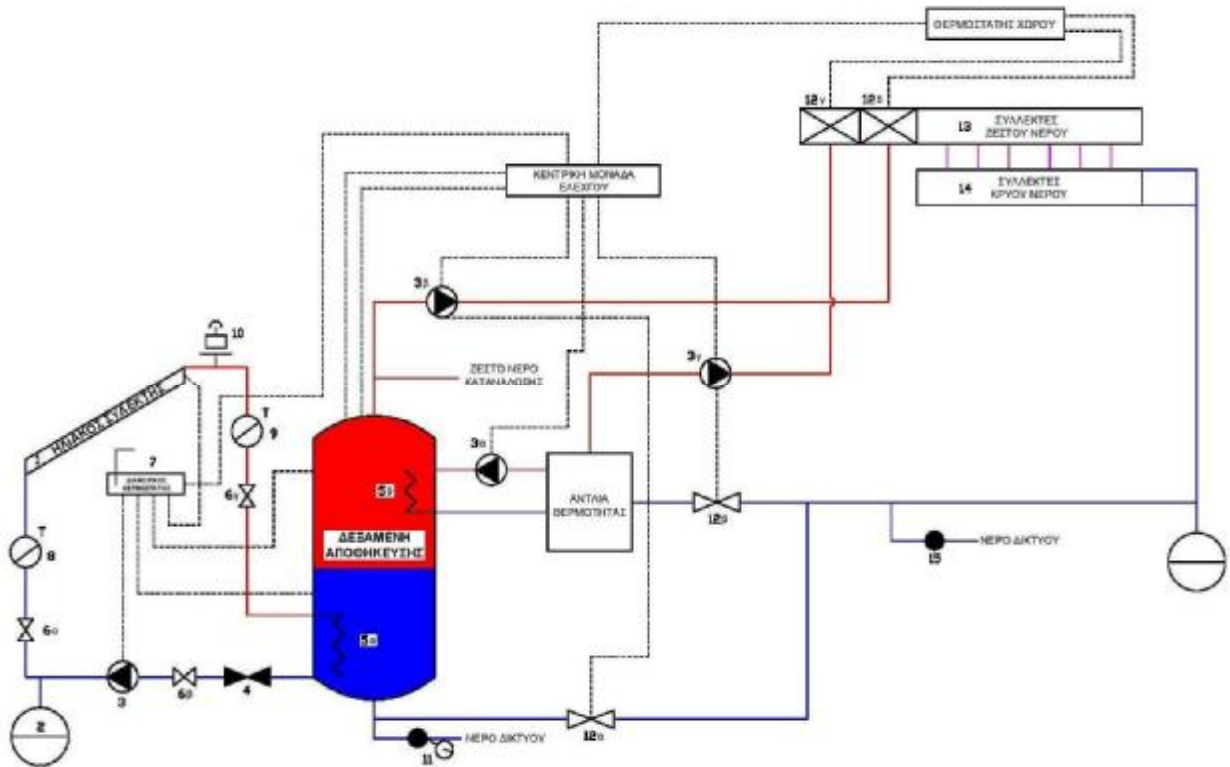
ρυθμίζει την παροχή μάζας του ψυκτικού μέσου από το συμπυκνωτή προς το στοιχείο ατμοποίησης (εξατμιστής). Καθιστώντας το ως βασικό εξάρτημα για κάθε ψυκτική εγκατάσταση. Υπάρχουν πέντε ήδη εκτονωτικής βαλβίδας:

- Ο τριχοειδής σωλήνας
- Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής πίεσης
- Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης
- Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς
- Η βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η απαίτηση προς τον μελετητή να σχεδιάσει μια εγκατάσταση θέρμανσης πρέπει να εκπληρωθεί απέναντι στον ιδιοκτήτη της οικοδομής όχι μόνο σύμφωνα με τεχνικά κριτήρια αλλά και οικονομικά κριτήρια. Δηλαδή η μελέτη, η επιλογή, η κατασκευή και ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης πρέπει να συντονισθούν ώστε να εξασφαλιστεί μια λειτουργία που να εξοικονομεί ενέργεια. Η αναμφισβήτητη αναγκαιότητα για βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας προκύπτει από τον νόμο για εξοικονόμηση ενέργειας (En EG). Κατά κανόνα μια θέρμανση κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η θαλπωρή, ακόμα και όταν επικρατούν ελάχιστες εξωτερικές συνθήκες. Ο σχεδιασμός αυτός οδηγεί πάντως σε έναν τέτοιο καθορισμό του μεγέθους της ισχύος της εγκατάστασης, η οποία μετρημένη στην συνολική περίοδο θέρμανσης θα χρειαστεί πολύ σπάνια. Διότι κατά την διάρκεια περίπου του 70% της περιόδου θέρμανσης απαιτούνται 30% της εγκατεστημένης ισχύος. Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών κατά DIN 4701 και τελικά ο καθορισμός του μεγέθους της εγκατάστασης διενεργείται συνήθως για ακραίες δηλαδή το χειμώνα για τη χαμηλότερη θερμοκρασία (1 °C). Για την διεκπεραίωση των αναγκαίων υπολογισμών απαιτείται η γνώση ορισμένων βασικών δεδομένων, τα οποία είναι τα εξής:

- Είδος κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.λπ.)
- Τοπογραφικό σχέδιο
- Αρχιτεκτονικό σχέδιο (κάτοψη και τομές)
- Κατασκευή δομικών στοιχείων (υλικά, επιφάνειες)
- Επιθυμητή θερμοκρασία του κάθε χώρου
- Προβλεπόμενη στρώση δαπέδου (ήτοι αντίσταση θερμικής μετάβασης)
- Θέση συλλέκτη



Αρίθμηση των επιμέρους εξαρτημάτων της εγκατάστασης .

- 1) Ηλιακοί συλλέκτες
- 2) Δοχείο διαστολής
- 3) & 3α) & 3β) & 3γ) Κυκλοφορητής
- 4) Βαλβίδα αντεπιστροφής
- 5α) & 5β) Σερπαντίνα
- 6α) & 6β) & 6γ) Βάνες
- 7) Διαφορικός θερμοστάτης
- 8) & 9) Μετρητής θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου από τους συλλέκτες
- 10) Αυτόματος εξαεροτής
- 11) Αυτόματος πλήρωσης
- 12α) & 12β) & 12γ) & 12δ) Ηλεκτροβάνες

13) &14) Συλλέκτες νερού

15) Βαλβίδα ασφαλείας

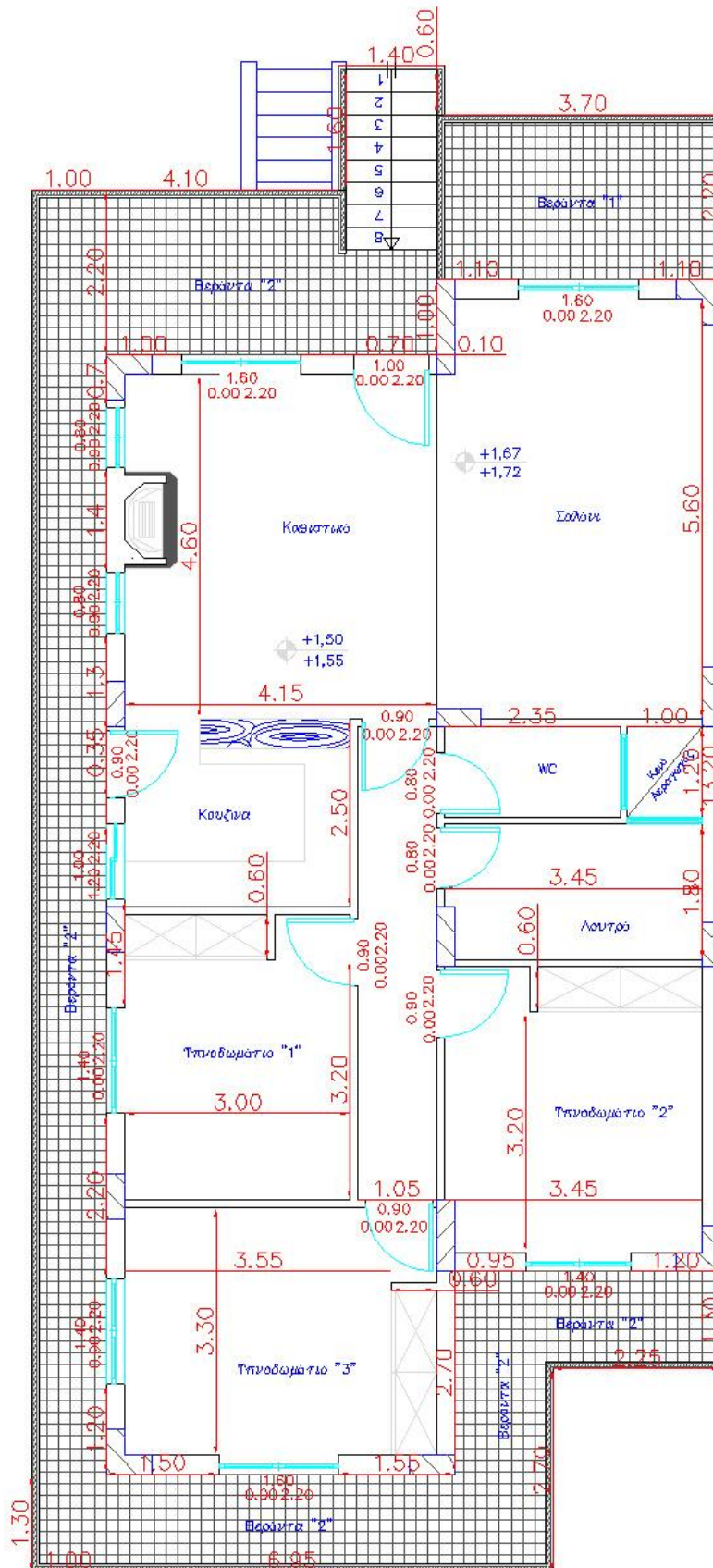
Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται το γραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης μας .Η ενδοδαπέδια θέρμανση γίνεται με υποβοήθηση ηλιακών συλλεκτών και με αντλία θερμότητας ,όταν μέσα στο κεντρικό μπόιλερ η θερμοκρασία του νερού υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή ανάμεσα στην θερμοκρασία στο μπόιλερ και τους ηλιακούς συλλέκτες τότε ο διαφορικός θερμοστάτης θα ενεργοποιήσει τον κυκλοφορητή 3 ώστε να μειωθεί η διαφορά θερμοκρασίας και επομένως να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού μέσα στο μπόιλερ. Όταν, η προκαθορισμένη θερμοκρασία νερού για την ενδοδαπέδια θέρμανση από τους ηλιακούς συλλέκτες δεν είναι η κατάλληλη, τότε θα ενεργοποιείται η αντλία θερμότητας για να αυξήσει την θερμοκρασία του νερού έως την επιθυμητή, μέσω του κυκλοφορητή 3α.

Το κεντρικό μπόιλερ κατά την χειμερινή περίοδο θα χρησιμοποιείται και για την υποβοήθηση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης της κατοικίας και για ζεστό νερό χρήσης για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της κατοικίας. Την χειμερινή περίοδο θα λειτουργεί ο κυκλοφορητής 3β ο οποίος θα ενεργοποιεί και τις ηλεκτροβάνες 12α και 12δ. Κατά την θερινή περίοδο η ενδοδαπέδια ψύξη θα γίνεται με την αντλία θερμότητας, η οποία θα διοχετεύει κρύο νερό μέσω του κυκλοφορητή 3γ και με ενεργοποιημένες τις ηλεκτροβάνες 12β και 12γ την εγκατάσταση προκειμένου να πετύχει δροσισμό της κατοικίας. Δεν μπορούμε να διοχετεύσουμε πολύ χαμηλής θερμοκρασίας νερό διότι θα εμφανιστούν σοβαρά προβλήματα υγρασίας στο δάπεδο.

Όλα τα καλώδια από τους κυκλοφορητές θα καταλήγουν σε μια κεντρική μονάδα ελέγχου η οποία ανάλογα με την περίπτωση θα ενεργοποιεί τον κατάλληλο κυκλοφορητή για να λειτουργήσει η εγκατάσταση.

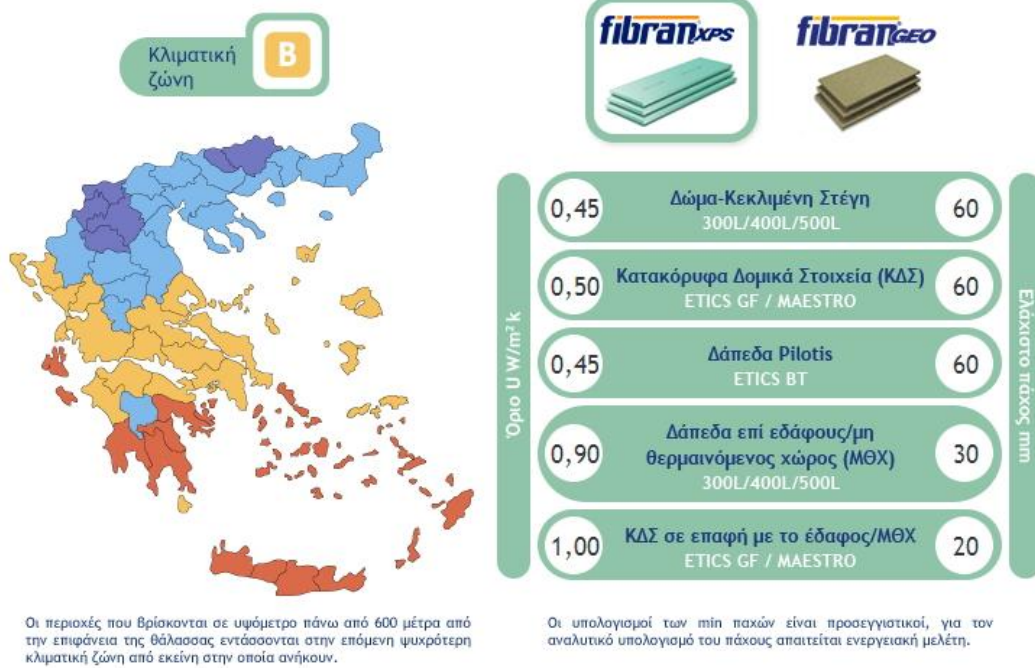
Οι κυκλοφορητές 3α και 3γ είναι πανομοιότυποι όπως επίσης και ο 3 με τον 3β.

3.1 Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων



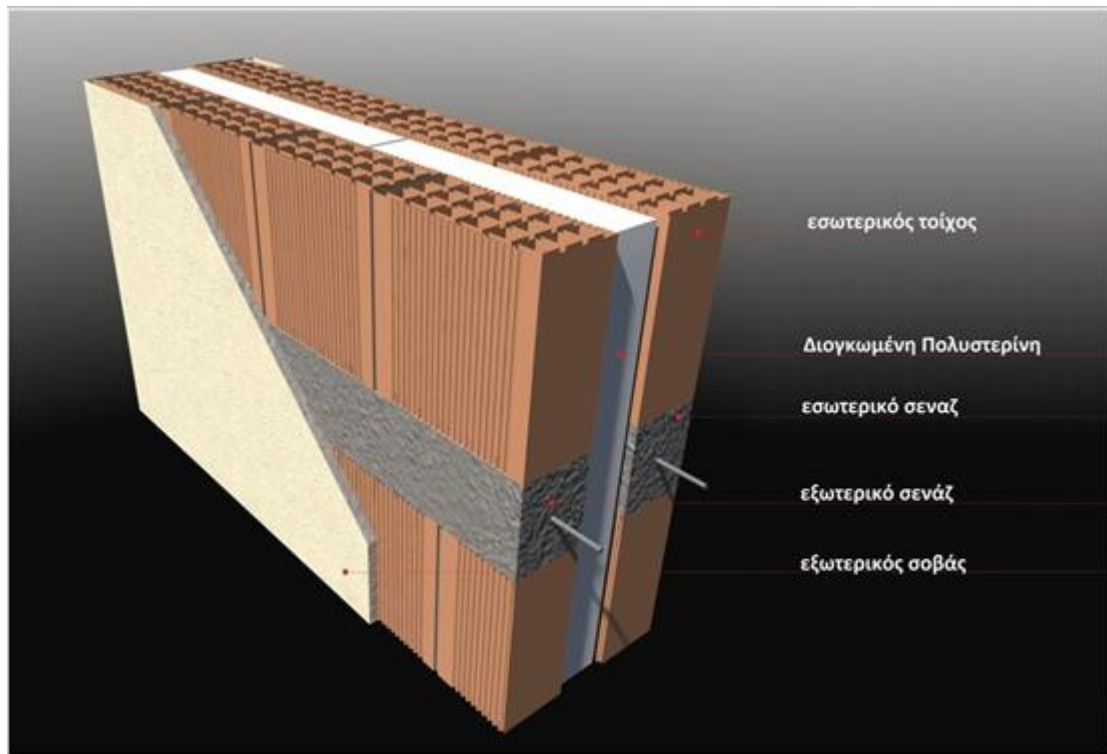
Σχήμα 3.2: Το αρχιτεκτονικό σχέδιο του κτηρίου σε κάτοψη.

Οδηγός Θερμομόνωσης - FibranXPS



Σχήμα 3.3

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τα όρια του συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε δομικό στοιχείο στην κλιματική ζώνη Β.



Σχήμα 3.4

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε την τρισδιάστατη τομή του τοίχου του υπό μελέτη κτηρίου.

3.1.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

λ : Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας [$W/m \cdot K$] (Από βιβλιογραφία)

d : Το πάχος υλικού [m]

α_i : Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης προς τα έσω [$W/m^2 \cdot K$]

α_o : Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης προς τα έξω [$W/m^2 \cdot K$]

U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]

U_d : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της πόρτας [$W/m^2 \cdot K$]

U_w : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος [$W/m^2 \cdot K$]

U_f : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος [$W/m^2 \cdot K$] (Από τον πίνακα 2 του Παραρτήματος)

U_g : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα [$W/m^2 \cdot K$] (Από τον πίνακα 2 του Παραρτήματος)

A_f : Το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος [m^2]

A_g : Το συνολικό εμβαδόν του υαλοπίνακα [m^2]

I_g : Το συνολικό περιμετρικό μήκος του υαλοπίνακα [m]

Ψ_g : Η γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή του πλαισίου με τον υαλοπίνακα [$W/m \cdot K$] (Από τον πίνακα 1 του Παραρτήματος)

A_w : Το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του κουφώματος [m^2]

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_o}}$$

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

$U_d = 1,3$ [$W/m^2 \cdot K$] (Από τον κατασκευαστή)

$\alpha_i = 8,14$ [$W/m^2 \cdot K$]

$\alpha_o = 23,26$ [$W/m^2 \cdot K$]

3.1.2 Πίνακες αποτελεσμάτων

Τοίχος			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Τελ. Πάχος (m)	=		0,30

d/λ	=	2,54
U	=	0,37

Κολώνα			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Τελ. Πάχος (m)	=		0,30
d/λ	=		2,28
U	=		0,41

Οροφή			
Υλικά	λ	d	d/λ
Τσιμεντοκονίαμα	1,39	0,015	0,0108
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Τελ. Πάχος (m)	=		0,30
d/λ	=		2,28
U	=		0,41

Δάπεδο			
Υλικά	λ	d	d/λ
Τσιμεντοκονίαμα	1,39	0,015	0,0108
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000

Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,015	0,0172
Τελ. Πάχος (m)	=		0,30
d/λ	=		2,28
U	=		0,41

Παράθυρα και Μπαλκονόπορτες												
α/α	Uf	Ug	Af	Ag	Aw	Ig	Ψg	Xg	Yg	Xw	Yw	Uw
A1	2,50	1,00	0,93	2,59	3,52	10,00	0,11	1,28	2,02	1,60	2,20	1,71
A2	2,50	1,00	0,44	0,56	1,00	10,00	0,11	0,68	0,82	1,00	1,00	2,76
A3	2,50	1,00	0,44	0,56	1,00	10,00	0,11	0,68	0,82	1,00	1,00	2,76
A4	2,50	1,00	0,90	2,18	3,08	10,00	0,11	1,08	2,02	1,40	2,20	1,79
A5	2,50	1,00	0,93	2,59	3,52	10,00	0,11	1,28	2,02	1,60	2,20	1,71
A6	2,50	1,00	0,90	2,18	3,08	10,00	0,11	1,08	2,02	1,40	2,20	1,79
A7	2,50	1,00	0,90	2,18	3,08	10,00	0,11	1,08	2,02	1,40	2,20	1,79
A8	2,50	1,00	0,44	0,56	1,00	10,00	0,11	0,68	0,82	1,00	1,00	2,76
A9	2,50	1,00	0,50	0,54	1,04	10,00	0,11	0,48	1,12	0,80	1,30	2,78
A10	2,50	1,00	0,50	0,54	1,04	10,00	0,11	0,48	1,12	0,80	1,30	2,78
A11	2,50	1,00	0,93	2,59	3,52	10,00	0,11	1,28	2,02	1,60	2,20	1,71

3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

3.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m²*°C)] (Από το κεφάλαιο 3.1.2)

L : Μήκος επιφάνειας [m]

W : Πλάτος επιφάνειας [m]

A : Επιφάνεια [m²]

Δθ : Διαφορά εξωτερικής με εσωτερική θερμοκρασία [°C]

Q : Θερμικές απώλειες [W]

I: Μήκος χαραμάδων των ανοιγμάτων [m]

Q_A : Θερμικές απώλειες λόγω ανανέωσης του αέρα [W]

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$A = L * W$$

$$Q = A * \Delta\theta * U$$

$$\Delta\theta = 20 - 1 = 19 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$Q_A = 15 * I$$

3.2.2 Πίνακες αποτελεσμάτων

Σαλόνι

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)					(W)
K	N	1	3	3	0	3	0,41	19	23,26	- 0,05	0,25	0,15	1,35	31,40
K	Δ	0,25	2	0,5	0	0,5	0,41	19	3,88	0	0,25	0,15	1,4	5,43
T	Δ	2,95	3	8,85	3,52	5,33	0,37	19	37,42	0	0,25	0,15	1,4	52,39
A1	Δ	1,6	2,2	3,52	0	3,52	1,71	19	114,41	0	0,25	0,15	1,4	160,17
K	Δ	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0	0,25	0,15	1,4	19,54
K	B	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0,05	0,25	0,15	1,45	20,23
T	B	4,55	3	13,65	0	13,65	0,37	19	95,84	0,05	0,25	0,15	1,45	138,96
K	B	0,8	3	2,4	0	2,4	0,41	19	18,61	0,05	0,25	0,15	1,45	26,98
T	A	1	3	3	0	3	0,37	10	11,09	0	0,25	0,15	1,4	15,52
Δ	O	5,6	3,8	21,28	0	21,28	0,41	10	87,06	0	0,25	0,15	1,4	121,88
O	O	5,6	3,8	21,28	0	21,28	0,41	19	165,41	0	0,25	0,15	1,4	231,58
Σύνολο									584,88					824,09

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
9,8	15	170,96

WC

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος (m)	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αφ. Επιφάνεια (m ²)	Τελ. Επιφάνεια (m ²)	Συντ. Θερμοπερατότητας (W/(m ² ·°C))	Διαφ. Θερμοκρασίας (°C)	Ισχύς (W)	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς (W)
Τ	B	1,2	3	3,6	1	2,6	0,37	10	9,61	0,05	0,25	0,15	1,45	13,93
A2	B	1	1	1	0	1	2,76	10	27,64	0,05	0,25	0,15	1,45	40,07
Δ	O	1,2	2,35	2,82	0	2,82	0,41	10	11,54	0	0,25	0,15	1,4	16,15
O	O	1,2	2,35	2,82	0	2,82	0,41	19	21,92	0	0,25	0,15	1,4	30,69
Σύνολο									70,70					100,84

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
5	15	87,23

Λουτρό

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² .°C))	(°C)	(W)					(W)
T	Δ	1	3	3	1	2	0,37	10	7,39	0	0,25	0,15	1,4	10,35
A3	Δ	1	1	1	0	1	2,76	10	27,64	0	0,25	0,15	1,4	38,69
T	B	1,3	3	3,9	0	3,9	0,37	19	27,38	0,05	0,25	0,15	1,4	39,70
K	B	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0,05	0,25	0,15	1,4	20,23
Δ	O	3,45	1,8	6,21	0	6,21	0,41	10	25,41	0	0,25	0,15	1,4	35,57
O	O	3,45	1,8	6,21	0	6,21	0,41	19	48,27	0	0,25	0,15	1,4	67,58
Σύνολο									150,04					212,12

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
5	15	87,23

Υπνοδωμάτιο 2

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² . °C))	(°C)	(W)					(W)
Τ	Β	3,45	3	10,35	0	10,35	0,37	19	72,67	0,05	0,25	0,15	1,45	105,37
Κ	Β	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0,05	0,25	0,15	1,45	20,23
Κ	Α	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0	0,25	0,15	1,4	19,54
Τ	Α	2,95	3	8,85	3,08	5,77	0,37	19	40,51	0	0,25	0,15	1,4	56,72
Α4	Α	1,4	2,2	3,08	0	3,08	1,79	19	105,02	0	0,25	0,15	1,4	147,03
Δ	Ο	3,45	3,2	11,04	0	11,04	0,41	10	45,17	0	0,25	0,15	1,4	63,23
Ο	Ο	3,45	3,2	11,04	0	11,04	0,41	19	85,82	0	0,25	0,15	1,4	120,14
Σύνολο									377,09					532,26

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
9,4	15	163,98

Υπνοδωμάτιο 3

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)					(W)
T	B	3,45	3	10,35	0	10,35	0,37	19	72,67	0,05	0,25	0,15	1,45	105,3
K	A	0,25	3	0,75	0	0,75	0,41	19	5,81	0	0,25	0,15	1,4	8,14
T	A	3,45	3	10,35	3,52	6,83	0,37	19	47,95	0	0,25	0,15	1,4	67,14
A5	A	1,6	2,2	3,52	0	3,52	1,71	19	114,41	0	0,25	0,15	1,4	160,1
K	A	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0	0,25	0,15	1,4	19,54
K	N	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	- 0,05	0,25	0,15	1,35	18,84
T	N	2,8	3	8,4	1,82	6,58	0,37	19	46,20	- 0,05	0,25	0,15	1,35	62,37
A6	N	1,4	1,3	1,82	0	1,82	1,79	19	62,06	- 0,05	0,25	0,15	1,35	83,78

Κ	N	0,15	3	0,45	0	0,45	0,41	19	3,49	- 0,05	0,25	0,15	1,35	4,71
Δ	O	3,3	3,55	11,715	0	11,715	0,41	10	47,93	0	0,25	0,15	1,4	67,10
Ο	O	3,3	3,55	11,715	0	11,715	0,41	19	91,06	0	0,25	0,15	1,4	127,48
Όλο									519,49					724,67

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
16,5	15	287,84

Υπνοδωμάτιο 1

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)					(W)
K	N	0,35	3	1,05	0	1,05	0,41	19	8,14	-0,05	0,25	0,15	1,35	10,99
T	N	2,95	3	8,85	3,08	5,77	0,37	19	40,51	-0,05	0,25	0,15	1,35	54,69
A7	N	1,4	2,2	3,08	0	3,08	1,79	19	105,02	-0,05	0,25	0,15	1,35	141,78
K	N	0,5	3	1,5	0	1,5	0,41	19	11,63	-0,05	0,25	0,15	1,35	15,70
Δ	O	3,2	3	9,6	0	9,6	0,41	10	39,27	0	0,25	0,15	1,4	54,98
O	O	3,2	3	9,6	0	9,6	0,41	19	74,62	0	0,25	0,15	1,4	104,47
Σύνολο									279,20					382,62

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
9,4	15	163,98

Κουζίνα

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² .°C))	(°C)	(W)					(W)
Τ	N	2,4	3	7,2	2,98	4,22	0,37	19	29,63	- 0,05	0,25	0,15	1,35	40,00
Π	N	0,9	2,2	1,98	0	1,98	1,3	19	48,91	- 0,05	0,25	0,15	1,35	66,02
A8	N	1	1	1	0	1	2,76	19	52,51	- 0,05	0,25	0,15	1,35	70,89
Δ	O	3,2	3	9,6	0	9,6	0,41	10	39,27	0	0,25	0,15	1,4	54,98
Ο	O	3,2	3	9,6	0	9,6	0,41	19	74,62	0	0,25	0,15	1,4	104,47
Σύνολο									244,94					336,36

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
11,2	15	195,38

Καθιστικό

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)					(W)
Κ	N	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,84
Τ	N	3,75	3	11,25	2,08	9,17	0,37	19	64,38	-0,05	0,25	0,15	1,35	86,92
A9	N	0,8	1,3	1,04	0	1,04	2,78	19	54,98	-0,05	0,25	0,15	1,35	74,22
A10	N	0,8	1,3	1,04	0	1,04	2,78	19	54,98	-0,05	0,25	0,15	1,35	74,22
Κ	N	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,84
Κ	Δ	0,6	3	1,8	0	1,8	0,41	19	13,95	0	0,25	0,15	1,4	19,54
Τ	Δ	3,8	3	11,4	5,72	5,68	0,37	19	39,88	0	0,25	0,15	1,4	55,83
A11	Δ	1,6	2,2	3,52	0	3,52	1,71	19	114,41	0	0,25	0,15	1,4	160,17
Π	Δ	1	2,2	2,2	0	2,2	1,30	19	54,34	0	0,25	0,15	1,4	76,08
Δ	Ο	4,6	4,15	19,09	0	19,09	0,41	10	78,10	0	0,25	0,15	1,4	109,34
Ο	Ο	4,6	4,15	19,09	0	19,09	0,41	19	148,39	0	0,25	0,15	1,4	207,75
Σύνολο									651,32					901,74

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
27,2	15	474,50

Διάδρομος

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² .°C))	(°C)	(W)					(W)
Δ	0	4,6	4,15	19,09	0	19,09	0,41	10	78,10	0	0,25	0,15	1,4	109,34
Ο	0	4,6	4,15	19,09	0	19,09	0,41	19	148,39	0	0,25	0,15	1,4	207,75
Σύνολο									226,49					317,08

3.3 Υπολογισμός ψυχτικών φορτίων

3.3.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

Q : Ψυκτικό φορτίο [BTU/h]

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας [BTU/(h*ft²*F)] (Από το κεφάλαιο 3.1.2)

A : Εμβαδόν επιφάνειας [ft²]

CLTD : Διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας [F]
(Από τους πίνακες 5 και 6, για τους τοίχους, και 8, για τα τζάμια, του Παραρτήματος)

CLTD_c : Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας [F]

LM : Διόρθωση για γεωγραφικό πλάτος και μήνα (Από τον πίνακα 7 του Παραρτήματος)

K : Διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας

t_R : Θερμοκρασία δωματίου [F]

t_o : Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος [F]

TD : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου [F]

SHGF : Μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους [BTU/(h*ft²)] (Από τον πίνακα 9 του Παραρτήματος)

SC : Συντελεστής σκίασης

CLF : Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι (Από τους πίνακες 10 και 11 του Παραρτήματος)

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$CLTD_C = (CLTD + LM) * K + (78 - t_R) + (t_o - 85)$$

$$K = 1 \text{ (Λευκό χρώμα)}$$

$$Q = U * A * CLTD_C \text{ (Για τους τοίχους, τις κολώνες, το δάπεδο και την οροφή)}$$

$$Q = U * A * TD \text{ (Για τα ανοίγματα μέσω συναγωγής)}$$

$Q = SHGF * A * SC * CLF$ (Για τα ανοίγματα μέσω άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας)
 $SC = 1$ (Χωρίς σκίαση)

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων είναι η μέθοδος της ASHRAE. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί το αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων μέτρησης και για αυτό θα χρησιμοποιηθούν διάφορες μετατροπές των μονάδων μέτρησης από το διεθνές σύστημα (S.I.) στο αγγλοσαξονικό και αντίστροφα, για να υπάρχει αντιστοιχία με τους υπολογισμούς οι οποίοι έγιναν πιο πάνω.

Παρακάτω δίδονται οι μετατροπές των μονάδων που χρησιμοποιήθηκαν:

$$1 \text{ Watt} = 3,41 \text{ BTU/h}$$

$$1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ ft}^2$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} * 1,8 + 32$$

3.3.2 Πίνακες αποτελεσμάτων

Σαλόνι

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
K	N	0,072	32,29	-1	12,1	28,08	15
K	Δ	0,072	5,38	1	15,35	5,94	18
T	Δ	0,065	57,37	1	15,35	57,31	18
A1	Δ	0,301	37,89	-	17	194,05	14
K	Δ	0,072	19,38	1	15,35	21,37	18
K	B	0,072	19,38	1	10,15	14,13	10
T	B	0,065	146,93	1	10,15	97,05	10
K	B	0,072	25,83	1	10,15	18,84	10
T	A	0,065	32,29	1	12,6	26,48	23
Δ	O	0,072	229,06	2	45	742,64	40
O	O	0,072	229,06	2	45	742,64	40
ΣΥΝΟΛΟ						1948,53	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A1	Δ	216	37,89	0,5	0,82	3355,45
ΣΥΝΟΛΟ						3355,45

ΣΥΝΟΛΟ						5303,98
---------------	--	--	--	--	--	----------------

WC

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
T	B	0,065	27,99	1	4,15	7,56	10
A2	B	0,487	10,76	-	11	57,63	14
Δ	O	0,072	30,35	2	45	98,41	40
O	O	0,072	30,35	2	45	98,41	40
ΣΥΝΟΛΟ						262,01	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A2	B	48	10,76	0,5	0,85	219,58
ΣΥΝΟΛΟ						219,58

ΣΥΝΟΛΟ	481,60
---------------	---------------

Λουτρό

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
T	Δ	0,065	21,53	1	9,35	13,10	18
A3	Δ	0,487	10,76	-	11	57,63	14
T	B	0,065	41,98	1	10,15	27,73	10
K	B	0,072	19,38	1	10,15	14,13	10
Δ	O	0,072	66,84	2	45	216,72	40
O	O	0,072	66,84	2	45	216,72	40
ΣΥΝΟΛΟ						546,03	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A3	Δ	216	10,76	0,5	0,82	953,25
ΣΥΝΟΛΟ						953,25

ΣΥΝΟΛΟ						1499,28
---------------	--	--	--	--	--	----------------

Υπνοδωμάτιο 2

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
T	B	0,065	111,41	1	10,15	73,59	10
K	B	0,072	19,38	1	10,15	14,13	10
K	A	0,072	19,38	1	18,6	25,90	23
T	A	0,065	62,11	1	18,6	75,18	23
A4	A	0,316	33,15	-	17	178,13	14
Δ	O	0,072	118,83	2	45	385,28	40
O	O	0,072	118,83	2	45	385,28	40
ΣΥΝΟΛΟ						1137,48	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A4	A	216	33,15	0,5	0,17	608,69
ΣΥΝΟΛΟ						608,69

ΣΥΝΟΛΟ						1746,17
---------------	--	--	--	--	--	----------------

Υπνοδωμάτιο 3

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
T	B	0,065	111,41	1	10,15	73,59	10
K	A	0,072	8,07	1	18,6	10,79	23
T	A	0,065	73,52	1	18,6	88,99	23
A5	A	0,301	37,89	-	17	194,05	14
K	A	0,072	19,38	1	18,6	25,90	23
K	N	0,072	19,38	-1	12,1	16,85	15
T	N	0,065	70,83	-1	12,1	55,77	15
A6	N	0,316	19,59	-	17	105,26	14
K	N	0,072	4,84	-1	12,1	4,21	15
Δ	O	0,072	126,10	2	45	408,84	40
O	O	0,072	126,10	2	45	408,84	40
ΣΥΝΟΛΟ						1393,07	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A5	A	216	37,89	0,5	0,17	695,64
A6	N	95	19,59	0,5	0,35	325,69
ΣΥΝΟΛΟ						1021,33

ΣΥΝΟΛΟ

2414,40

Υπνοδωμάτιο 1

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
K	N	0,072	11,30	-1	12,1	9,83	15
T	N	0,065	62,11	-1	12,1	48,91	15
A7	N	0,316	33,15	-	17	178,13	14
K	N	0,072	16,15	-1	12,1	14,04	15
Δ	O	0,072	103,33	2	45	335,03	40
O	O	0,072	103,33	2	45	335,03	40
ΣΥΝΟΛΟ						920,95	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A7	N	95	33,15	0,5	0,35	551,17
ΣΥΝΟΛΟ						551,17

ΣΥΝΟΛΟ						1472,12
---------------	--	--	--	--	--	----------------

Κουζίνα

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
T	N	0,065	45,42	-1	12,1	35,77	15
Π	N	0,229	21,31	-	-	48,79	-
A8	N	0,487	10,76	-	17	89,06	14
Δ	O	0,072	103,33	2	45	335,03	40
Ο	O	0,072	103,33	2	45	335,03	40
ΣΥΝΟΛΟ						843,67	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A8	N	95	10,76	0,5	0,35	178,95
ΣΥΝΟΛΟ						178,95

ΣΥΝΟΛΟ						1022,62
---------------	--	--	--	--	--	----------------

Καθιστικό

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
Κ	N	0,072	19,38	-1	12,1	16,85	15
Τ	N	0,065	98,71	-1	12,1	77,72	15
A9	N	0,490	11,19	-	17	93,25	14
A10	N	0,490	11,19	-	17	93,25	14
Κ	N	0,072	19,38	-1	12,1	16,85	15
Κ	Δ	0,072	19,38	1	15,35	21,37	18
Τ	Δ	0,065	61,14	1	15,35	61,07	18
A11	Δ	0,301	37,89	-	17	194,05	14
Π	Δ	0,229	23,68	-	-	54,21	-
Δ	Ο	0,072	205,48	2	45	666,21	40
Ο	Ο	0,072	205,48	2	45	666,21	40
ΣΥΝΟΛΟ						1961,05	

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
A9	N	95	11,19	0,5	0,35	186,11
A10	N	95	11,19	0,5	0,35	186,11
A11	Δ	216	37,89	0,5	0,82	3355,45
ΣΥΝΟΛΟ						3727,66

ΣΥΝΟΛΟ						5688,71
---------------	--	--	--	--	--	----------------

Διάδρομος

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	CLTDc	Q	CLTD
Δ	0	0,072	205,48	2	45	666,21	40
Ο	0	0,072	205,48	2	45	666,21	40
ΣΥΝΟΛΟ						1332,43	

3.4 ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

3.4.1 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στην περίπτωση παραγωγής ζεστού νερού το ολικό θερμικό φορτίο L ισούται με το θερμικό φορτίου L_w που απαιτείται για να θερμανθεί το νερό από τη θερμοκρασία T_m του δικτύου στην επιθυμητή θερμοκρασία T_w , συνήθως στους 50 – 60 °C, συν το θερμικό φορτίο L_p που έχουμε στις σωληνώσεις μεταφοράς του ζεστού νερού λόγω απωλειών θερμικής ενέργειας. Η επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού εξαρτάται από τις διάφορες εφαρμογές και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 40 – 60 °C. Επί πλέον, η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου ζεστού νερού εξαρτάται από το είδος εφαρμογής, το μέγεθος του κτηρίου και τον τρόπο ζωής αυτών που χρησιμοποιούν το ζεστό νερό (λίτρα ανά άτομο).

3.4.1.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

L_w : Θερμικές απώλειες για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης [J]

N : οι ημέρες ανά μήνα (Δεκέμβριος)

C_p : Η ειδική θερμότητα του ρευστού [J/kg°C]

ρ : Η πυκνότητα του ρευστού [kg/lt]

T_w : Θερμοκρασία του θερμού νερού που επιθυμούμε να έχουμε στη δεξαμενή [°C]

T_m : Θερμοκρασία του νερού που παίρνουμε από το δίκτυο [°C] (Από τον πίνακα 12 του Παραρτήματος)

\bar{V}_w : Όγκος του νερού προς θέρμανση [lt] (Από τον πίνακα 4 του Παραρτήματος)

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$L_w = N \cdot \bar{V}_w \cdot \rho \cdot C_p (T_w - T_m)$$

$$1 \text{ Joule} = 0,000278 \text{ Wh}$$

3.4.1.2 Πίνακες αποτελεσμάτων

Φορτία κατά την χειμερινή περίοδο

N (da/mo)	Vw (lt)	ρ	Cp	Tw (°C)	Tm (°C)	Lw (J)	Lw (Wh)
31	200	1	4190	45	5	1039120000	288644,4

Φορτία κατά την καλοκαιρινή περίοδο

N (da/mo)	Vw (lt)	ρ	Cp	Tw (°C)	Tm (°C)	Lw (J)	Lw (Wh)
31	200	1	4190	45	15	779340000	216483,3

3.4.2 Μεταφορά ζεστού νερού χρήσης

Το θερμικό φορτίο L_p που οφείλεται στις απώλειες μέσα στο δίκτυο διανομής του θερμού νερού το οποίο πρέπει να κυκλοφορεί συνεχώς στο κλειστό κύκλωμα, ώστε να έχουμε θερμό νερό αμέσως με το άνοιγμα της βρύσης. Το μήκος του δικτύου των σωληνώσεων υπολογίζεται από τα σχέδια των υδραυλικών εγκαταστάσεων που

αναφέρονται στους συλλέκτες. Για τα ξενοδοχεία λαμβάνεται ίσο με 8-10 m ανά δωμάτιο, ενώ για τα διαμερίσματα 20-30 m είναι μια αποδεκτή τιμή. Για περισσότερη ακρίβεια στο μήκος πρέπει να χρησιμοποιήσει κανείς το σχέδιο των υδραυλικών εγκαταστάσεων. Για την υπό μελέτη κατοικία θεωρούμε ένα συνολικό μήκος 50 m.

3.4.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

N : οι ημέρες ανά μήνα (Δεκέμβριος)

t : η ημερήσια λειτουργία του δικτύου των επιστροφών [sec]

l : το μήκος του δικτύου σωληνώσεων επιστροφών [m]

\bar{U} : ο μέσος συντελεστής απωλειών των σωληνώσεων [W/m]

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$L_p = N \cdot t \cdot \bar{U} \cdot l$$

$$t = 43200 \text{ [sec]} = 12 \text{ [h]}$$

$$1 \text{ Joule} = 0,000278 \text{ Wh}$$

Υπολογισμός του \bar{U} :

Έστω σωλήνες $\Phi \frac{3}{4}$ [in] με εξωτερική μόνωση και ότι η θερμοκρασία του ζεστού νερού είναι 45 °C. Οι σωλήνες θεωρούμε ότι ευρίσκονται σε χώρο μέσης θερμοκρασίας 10 °C και 20 °C αντίστοιχα, τότε: (Από τον πίνακα 3 του Παραρτήματος)

$$\bar{U} = 0,42 \text{ [W/mK]} \cdot (45-10) \text{ [K]} = 0,42 \cdot 35 \text{ [W/m]} = 14,7 \text{ [W/m]}$$

$$\bar{U} = 0,42 \text{ [W/mK]} \cdot (45-20) \text{ [K]} = 0,42 \cdot 25 \text{ [W/m]} = 10,5 \text{ [W/m]}$$

3.4.2.2 Πίνακες αποτελεσμάτων

Φορτία κατά την χειμερινή περίοδο

N (da/mo)	t (sec)	U	I (m)	Lp (J)	Lp (Wh)
31	43200	14,7	50	984312000	273420

Φορτία κατά την καλοκαιρινή περίοδο

N (da/mo)	t (sec)	U	I (m)	Lp (J)	Lp (Wh)
31	43200	10,5	50	703080000	195300

3.5 ΛΟΙΠΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Όπως είναι φυσιολογικό ένα κτήριο που προορίζεται για χρήση του ως κατοικία, μέσα σε αυτό υπάρχουν εγκατεστημένες διάφορες ηλεκτρικές συσκευές. Η κάθε μία από αυτές τις ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνει κατά τη λειτουργία της ένα ποσό ηλεκτρικής ενέργειας, από το οποίο ένα μικρότερο ποσό ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια η οποία αποβάλλεται στο χώρο.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα υπολογίσουμε τη θερμική ισχύ που αποβάλλεται από τις ηλεκτρικές συσκευές, η οποία όμως δε θα ληφθεί υπόψη στην μελέτη του ενδοδαπέδιου συστήματος καθώς τα φορτία αυτά:

- έχουν μικρή τιμή και θεωρούνται αμελητέα, εκτός από ορισμένα
- είναι περιοδικά με μικρό χρόνο λειτουργίας
- θεωρούμε ότι καλύπτονται από τις διάφορες προσαυξήσεις που έχουν γίνει στους προηγούμενους υπολογισμούς.

Τα φορτία αυτά είναι θερμικά κέρδη και αποτελούν πρόβλημα μόνον κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Ο υπολογισμός τους θα γίνει με βάση:

- τη μέγιστη ηλεκτρική ισχύ της συσκευής

- τη διάρκεια λειτουργίας ανά 24ωρο
- το χώρο που βρίσκεται η συσκευή

Σαλόνι

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς (W)	Διάρκεια (h/day)
Τηλεόραση	100	4
Ηλ. Υπολογιστής	100	2
Στ. ραδιόφωνο	50	0,5
Σύνολο (Wh/day)		625

WC

Δεν υπάρχουν ηλεκτρικές συσκευές.

Λουτρό

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς (W)	Διάρκεια (h/day)
Στεγν. Μαλλιών	1500	0,08
Σύνολο (Wh/day)		120

Υπνοδωμάτιο 2

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς (W)	Διάρκεια (h/day)
Τηλεόραση	50	2
Σύνολο (Wh/day)		100

Υπνοδωμάτιο 3

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς	Διάρκεια
-------------	-------	----------

	(W)	(h/day)
Τηλεόραση	50	2
Σύνολο (Wh/day)		100

Υπνοδωμάτιο 1

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς (W)	Διάρκεια (h/day)
Τηλεόραση	50	2
Σύνολο (Wh/day)		100

Κουζίνα

Ηλ. Συσκευή	Ισχύς (W)	Διάρκεια (h/day)
Ηλ. Φούρνος	2000	2
Ηλ. Εστία	1500	2
Φ. μικροκυμάτων	750	0,15
Καφετιέρα	1000	0,08
Τοστιέρα	1000	0,08
Πλ. Πιάτων	2000	0,2
Ψυγείοκαταψύκτης	250	8
Σύνολο (Wh/day)		9672,5

Καθιστικό

Δεν υπάρχουν ηλεκτρικές συσκευές

Στους παραπάνω υπολογισμούς δεν έχουν υπολογιστεί οι διάφορες μικροσυσκευές, ο κύριος φωτισμός με λαμπτήρες LED και η ηλεκτρική σκούπα των 750 [Watt] με 325 [Wh/day] που βρίσκονται σε κάθε χώρο της κατοικίας. Επίσης, το πλυντήριο ρούχων, το στεγνωτήριο ρούχων με αντλία θερμότητας και το ατμοσίδηρο βρίσκονται στο πλυσταριό, το οποίο είναι ένας χώρος εκτός της κατοικίας.

3.6 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Φορτία κατά την χειμερινή περίοδο

Χώρος	Ισχύς (W)
Σαλόνι	995,05
WC	188,07
Λουτρό	299,35
Υπνοδωμάτιο 2	696,25
Υπνοδωμάτιο 3	1012,48
Υπνοδωμάτιο 1	546,60
Κουζίνα	531,75
Καθιστικό	1376,24
Σύνολο	5645,79

Z. Νερό Χρήσης	387,96
Απώλειες Σωλ.	735,00
Σύνολο	6768,75

Φορτία κατά την καλοκαιρινή περίοδο

Χώρος	Ισχύς (W)
Σαλόνι	1554,44
WC	141,14
Λουτρό	439,39
Υπνοδωμάτιο 2	511,75
Υπνοδωμάτιο 3	707,59
Υπνοδωμάτιο 1	431,44
Κουζίνα	299,70
Καθιστικό	1667,20
Σύνολο	5752,66

Z. Νερό Χρήσης	290,97
Απώλειες Σωλ.	525,00
Σύνολο	6043,63

Επεξήγηση των παραπάνω αποτελεσμάτων:

- Στο κεφάλαιο 3.2 υπολογίσαμε το θερμικό φορτίο σε W.
- Στο κεφάλαιο 3.3 υπολογίσαμε το ψυκτικό φορτίο σε BTU/h και το μετατρέψαμε σε W.
- Στο κεφάλαιο 3.4 υπολογίσαμε το θερμικό φορτίο για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε Joule και το μετατρέψαμε σε Wh για ολόκληρο τον μήνα Δεκέμβριο. Για να το μετατρέψουμε σε W θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα μας με το πλήθος των ημερών του μήνα (31) και με το πλήθος των ωρών λειτουργίας (24).
- Στο κεφάλαιο 3.5 υπολογίσαμε το θερμικό φορτίο για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε Joule και το μετατρέψαμε σε Wh για ολόκληρο τον μήνα

Δεκέμβριο. Για να το μετατρέψουμε σε W θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμά μας με το πλήθος των ημερών του μήνα (31) και με το πλήθος των ωρών λειτουργίας (12).

Όπως βλέπουμε στα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν στα προηγούμενα κεφάλαια, τα φορτία για τον κάθε εκάστοτε χώρο διαφέρουν ανάμεσα στην χειμερινή και στην καλοκαιρινή περίοδο. Για να υπάρξει τουλάχιστον 100 % κάλυψη του θερμικών και ψυκτικού φορτίου σε κάθε εκάστοτε χώρο, τότε θα πρέπει να γίνει σύγκριση μεταξύ των φορτίων και εύρεση του μέγιστου εκ των δύο, το οποίο θα επιλεγεί ως το μέγεθος προς υλοποίηση. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα μέγιστα φορτία σε Watt για τον κάθε χώρο.

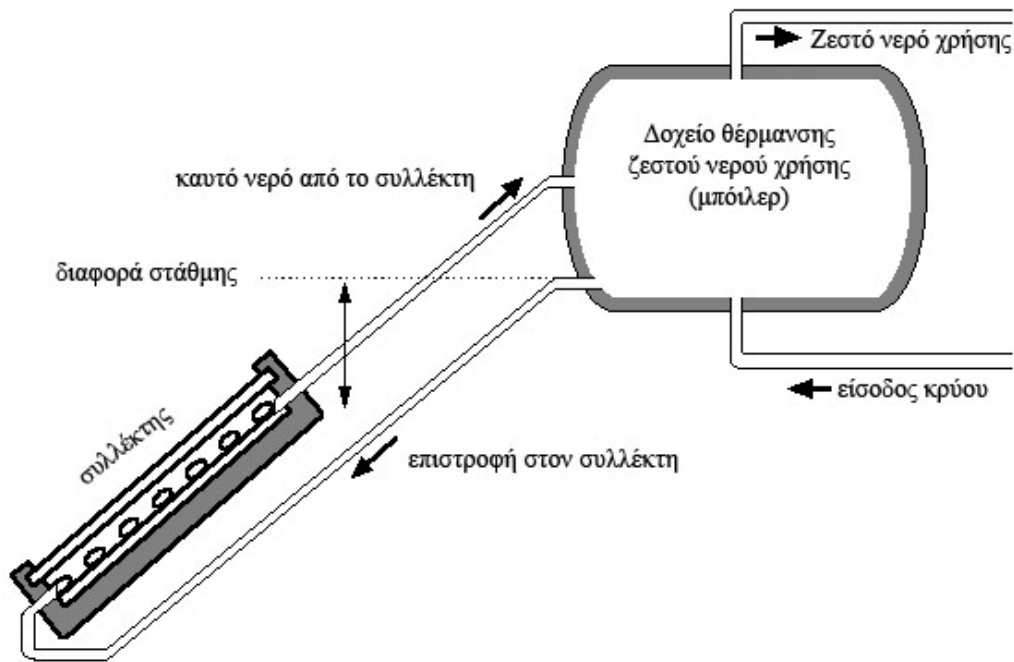
Μέγιστα Τελικά Φορτία

Χώρος	Ισχύς (W)
Σαλόνι	1554,44
WC	188,07
Λουτρό	439,39
Υπνοδωμάτιο 2	696,25
Υπνοδωμάτιο 3	1012,48
Υπνοδωμάτιο 1	546,60
Κουζίνα	531,75
Καθιστικό	1667,20
Σύνολο	6636,18

Ζ. Νερό Χρήσης	387,96
Απώλειες Σωλ.	735,00
Σύνολο	7759,14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΛΥΨΗ

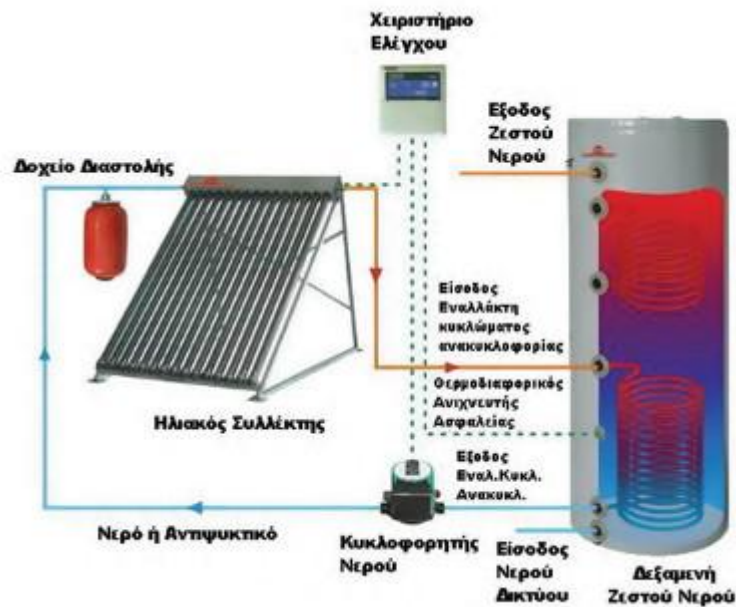
4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



Σχήμα 4.1

Το κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι σημαντικό για την λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα αλλά το πιο βασικό είναι η θερμοσιφωνική ροή. Με βάση την αρχή του θερμοσίφωνα λειτουργεί ο ηλιακός θερμοσίφωνας δηλ. αυξάνοντας η θερμοκρασία στο συλλέκτη ζεστές μάζες νερού γίνονται ελαφρύτερες ανεβαίνουν προς τα επάνω λόγω της διαφοράς πυκνότητας ζεστού και κρύου νερού και αντίστοιχα κρύες μάζες νερού οδηγούνται προς την είσοδο του συλλέκτη. Έτσι έχουμε ένα σύστημα φυσικής κυκλοφορίας με τη δεξαμενή αποθήκευσης υψηλότερα από τη συλλεκτική επιφάνεια. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για οικιακή χρήση και είναι απλά σε κατασκευή. Σε αντίθεση με τα ηλιακά συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας στα οποία η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται χαμηλότερα και είναι απαραίτητη η χρήση κυκλοφορητή και διαφορικού διακόπτη και

χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις εκτός από παραγωγή ζεστού νερού αλλά και για θέρμανση χώρων.



Σχήμα 4.2

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Ο υπολογισμός του ποσοστού των θερμικών φορτίων που θα καλύπτονται από τους ηλιακούς συλλέκτες πραγματοποιείται με την μέθοδο f-chart. Τα αποτελέσματα τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα είναι υπολογισμένα με βάση την επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη που έχει επιλεγεί προς χρήση.

Η μέση μηνιαία ακτινοβολία στο κεκλιμένο επίπεδο ισούται με:

$$\overline{H_T} = \overline{R} \cdot \overline{H}$$

όπου, \overline{R} είναι η μέση μηνιαία τιμή του συντελεστή μετατροπής της ολικής ακτινοβολίας από το οριζόντιο επίπεδο στο κεκλιμένο επίπεδο που είναι τοποθετημένοι οι ηλιακοί συλλέκτες. Για έναν ηλιακό συλλέκτη που είναι τοποθετημένος στο Βέλο Κορινθίας (Ζώνη 3) με κλίση 30° ως προς το οριζόντιο επίπεδο η τιμή του \overline{R} δίδεται από τον πίνακα 16 του Παραρτήματος.

Η μέση μηνιαία ακτινοβολία \bar{H} στο οριζόντιο επίπεδο για το Βέλο Κορινθίας δίδεται από τον πίνακα 15 του Παραρτήματος. Για να χρησιμοποιηθούν όμως αυτά τα δεδομένα για τον μήνα Δεκέμβριο θα πρέπει να μετατραπούν από Wh σε Joule, οπότε για να γίνει αυτό θα πρέπει να γίνει πολλαπλασιασμός με 31 ημέρες ανά μήνα και 3600 δευτερόλεπτα ανά ώρα.

Επιπλέον, για να χρησιμοποιήσουμε τις θερμικές απώλειες που υπολογίσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια θα πρέπει τα αποτελέσματα να μετατραπούν και αυτά σε Joule, οπότε για να γίνει αυτό θα πρέπει να γίνει πολλαπλασιασμός με 31 ημέρες ανά μήνα, 24 ώρες ανά ημέρα και 3600 δευτερόλεπτα ανά ώρα.

4.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

A_C : Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών [m^2]

K_2 : Διορθωτικός συντελεστής, λόγω του μεγέθους χωρητικότητας της δεξαμενής αποθήκευσης θερμού νερού, σε σύγκριση με την επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη.

K_3 : Διορθωτικός συντελεστής λόγω παραγωγής θερμού νερού καθώς η μέθοδος f-chart έχει αναπτυχθεί για θέρμανση χώρου.

K_4 : Διορθωτικός συντελεστής λόγω του μεγέθους εναλλάκτη φορτίου.

M : Η χωρητικότητα της δεξαμενής ανά m^2 επιφάνειας συλλεκτών [lt]

T_m : Η θερμοκρασία του νερού του δικτύου που θα θερμανθεί [$^{\circ}C$] (Από τον πίνακα 12 του Παραρτήματος)

T_w : Η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού [$^{\circ}C$]

T_a : Η θερμοκρασία περιβάλλοντος [$^{\circ}C$]

\bar{T}_a : Η μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος [$^{\circ}C$] (Από τον πίνακα 15 του Παραρτήματος)

F'_R / F_R : Ο λόγος φανερώνει το ποσοστό της συλλεγόμενης θερμότητας που μεταφέρεται στην δεξαμενή με την παρεμβολή του εναλλάκτη θερμότητας σε

σύγκριση με την περίπτωση που ο συλλέκτης συνδεόταν απ' ευθείας, αποθηκεύοντας θερμότητα, στη δεξαμενή.

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$K_2 = (M / 75)^{-1/4}$$

$$M = 75 \text{ [lt]}$$

$$K_3 = (11,6 + 1,18 \cdot T_W + 3,86 \cdot T_m - 2,32 \cdot \bar{T}_a) / (100 - \bar{T}_a)$$

$$K_4 = 1$$

$$\left(\frac{F'_R}{F_R}\right) = 0,95$$

$$F_R \cdot U_L = 5 \text{ (Από τον πίνακα 13 του Παραρτήματος)}$$

$$F_R \cdot (\tau\alpha)_n = 0,75 \text{ (Από τον πίνακα 13 του Παραρτήματος)}$$

$$\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} = 1$$

$$X_A = \frac{X}{A_c} = \frac{\left(\frac{F'_R}{F_R}\right) \cdot F_R \cdot U_L \cdot (T_{ref} - T_a) \cdot \Delta t \cdot K_2 \cdot K_3}{L}$$

$$Y_A = \frac{X}{A_c} = \frac{\left(\frac{F'_R}{F_R}\right) \cdot F_R \cdot (\tau\alpha)_n \cdot \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{H}_T \cdot K_4}{L}$$

Η θερμοκρασία θέρμανσης χώρων με ηλιακούς συλλέκτες νερού ορίστηκε στους 20 °C για την ανάπτυξη των καμπύλων f-chart και τον προσδιορισμού της τιμής του f από το πολυώνυμο:

$$f(x,y) = 1,029y - 0,065x - 0,245y^2 + 0,0018x^2 + 0,0215y^3$$

4.2.2 Πίνακας αποτελεσμάτων

Ac (m ²)	Xa	Ya	x	y	f(x,y)	f(x,y) (%)
2,5	0,071277	0,014159	0,178191	0,0353964	0,024592	2,5
5	0,071277	0,014159	0,356383	0,0707928	0,048689	4,9
7,5	0,071277	0,014159	0,534574	0,1061892	0,072299	7,2
10	0,071277	0,014159	0,712765	0,1415856	0,095426	9,5
12,5	0,071277	0,014159	0,890956	0,176982	0,118076	11,8
15	0,071277	0,014159	1,069148	0,2123784	0,140256	14,0
17,5	0,071277	0,014159	1,247339	0,2477748	0,16197	16,2
20	0,071277	0,014159	1,42553	0,2831712	0,183224	18,3
22,5	0,071277	0,014159	1,603722	0,3185676	0,204025	20,4
25	0,071277	0,014159	1,781913	0,3539639	0,224377	22,4
27,5	0,071277	0,014159	1,960104	0,3893603	0,244287	24,4
30	0,071277	0,014159	2,138295	0,4247567	0,263761	26,4
32,5	0,071277	0,014159	2,316487	0,4601531	0,282803	28,3
35	0,071277	0,014159	2,494678	0,4955495	0,30142	30,1
37,5	0,071277	0,014159	2,672869	0,5309459	0,319618	32,0
40	0,071277	0,014159	2,851061	0,5663423	0,337402	33,7
42,5	0,071277	0,014159	3,029252	0,6017387	0,354778	35,5
45	0,071277	0,014159	3,207443	0,6371351	0,371751	37,2
47,5	0,071277	0,014159	3,385635	0,6725315	0,388328	38,8
50	0,071277	0,014159	3,563826	0,7079279	0,404514	40,5
52,5	0,071277	0,014159	3,742017	0,7433243	0,420315	42,0
55	0,071277	0,014159	3,920208	0,7787207	0,435736	43,6
57,5	0,071277	0,014159	4,0984	0,8141171	0,450783	45,1
60	0,071277	0,014159	4,276591	0,8495135	0,465463	46,5
62,5	0,071277	0,014159	4,454782	0,8849099	0,47978	48,0
65	0,071277	0,014159	4,632974	0,9203063	0,49374	49,4
67,5	0,071277	0,014159	4,811165	0,9557027	0,50735	50,7

Όπως βλέπουμε στα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών, για να επιτύχουμε την κάλυψη του 50% (για ακρίβεια του 50,7%) των θερμικών αναγκών του κτηρίου με τη χρήση ηλιακής ενέργειας τότε απαιτούνται 67,5 m² ηλιακών

συλλεκτών. Επειδή όμως οι ηλιακοί συλλέκτες που έχουν επιλεγεί προς χρήση έχουν μέγεθος 2 m^2 τότε είναι αναγκαία η στρογγυλοποίηση του μεγέθους σε ένα συμβατό μέγεθος. Η καλύτερη επιλογή μεγέθους της επιφάνειας είναι τα 68 m^2 , δηλαδή 34 τμχ. ηλιακών πάνελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί που αφορούν τα κυκλώματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης έχουν πραγματοποιηθεί εξολοκλήρου αυτόματα με τη χρήση του προγράμματος 4μ της εταιρείας 4M Consulting Engineers. Για τη μελέτη του ενδοδαπέδιου συστήματος δε λαμβάνεται υπόψη ο χώρος του διαδρόμου καθώς θεωρείται ότι οι ενεργειακές ανάγκες του καλύπτονται από τις θερμικές απώλειες των σωληνώσεων προσαγωγής των υπόλοιπων κυκλωμάτων. Από το πρόγραμμα μας ζητήθηκαν τα εξής δεδομένα:

- Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου
- Μέγιστη θερμοκρασία δαπέδου
- Θερμοκρασία νερού προσαγωγής
- Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινόμενου
- Είδος χώρου
- Εμβαδόν χώρου
- Είδος και υλικό σωληνώσεων
- Διάμετρος σωληνώσεων
- Μέγιστη ταχύτητα νερού στο κύκλωμα
- Θερμικό φορτίο χώρου
- Πυκνότητα θερμοροής του δαπέδου

5.1 ΣΥΒΟΛΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ

Q : Παροχή [m^3/h]

D : Εσωτερική διάμετρος [m]

V : Μέση ταχύτητα [m/s]

J : Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους [m/m]

Δh : Απώλειες πίεσης [m]

L : Μήκος αγωγού [m]

λ : Συντελεστής τριβής

k : Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα [mm]

Re : Αριθμός Reynolds

ν : Ιξώδες νερού [m^2/s]

q_{fb} : Πυκνότητα θερμοροής προς τα πάνω [W/m^2]

Q_n : Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου [W]

A_{fb} : Επιφάνεια δαπέδου [m^2]

t_{fb} : Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου [$^{\circ}C$]

a_{ges} : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών [$W /m^2 K$]

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 [$W /m^2 K$]

k_c : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου [$W /m^2 K$]

k_b : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου [$W /m^2 K$]

t_a : Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινόμενου [$^{\circ}C$]

t_h : Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου [$^{\circ}C$]

t_i : Θερμοκρασία χώρου [$^{\circ}C$]

λ_b : Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού μεταξύ των σωλήνων [$W/m \cdot K$]

A : Απόσταση σωλήνων [m]

ΣZ : Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

ρ : Πυκνότητα νερού [kg/m^3]

5.2 ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

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

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

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

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

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

$$q_{fb} = \frac{Q_n}{A_{fb}}$$

$$t_{fb} = \frac{q_{fb}}{a_{ges}} + t_i$$

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

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

$$m = 0,45 v \left(\frac{k_b + k_c}{\lambda_b d_a}\right)$$

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

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

$$l = \frac{100 A_{fb}}{R_A 100}$$

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

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

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

5.3 ΠΙΝΑΚΕΣ 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 [W]
- Πτώση Θερμοκρασίας [°C]
- Παροχή Νερού [m³/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 [W]
- Επιφάνεια δαπέδου [m²]
- Θερμοκρασία χώρου [°C]

- Θερμοκρασία κάτω χώρου [°C]
- Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνω [W/m²K]
- Συντελεστής θερμοπερατότητας κάτω [W/m²K]
- Πυκνότητα θερμορροής [Mcal/h*m²]
- Θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου [°C]
- Απόσταση σωλήνων RA [cm]

Αριθμός Κυκλ.	Μήκος Σωλ.	Μήκος Προσ.	Συν. Μήκος	Διάμετρος Σωλ.	Ταχύτητα Νερού	Τριβές Εξ.	Τριβές Σωλ.	Στραγγαλισμός
1.1	53,2	5,8	59	Φ16	0,289	0,023	0,75	0
1.2	7,05	2,4	9,45	Φ16	0,026	0	0,002	0,771
1.3	15,52	2,4	17,92	Φ16	0,074	0,002	0,022	0,749
1.4	25,98	5,6	31,58	Φ16	0,122	0,004	0,091	0,678
1.5	33,49	10,6	44,09	Φ16	1,165	0,007	0,213	0,553
1.6	21,33	2	23,33	Φ16	0,115	0,004	0,061	0,709
1.7	18,75	2,4	21,15	Φ16	0,091	0,002	0,037	0,733
1.8	54,54	3	57,54	Φ16	0,283	0,022	0,704	0,047

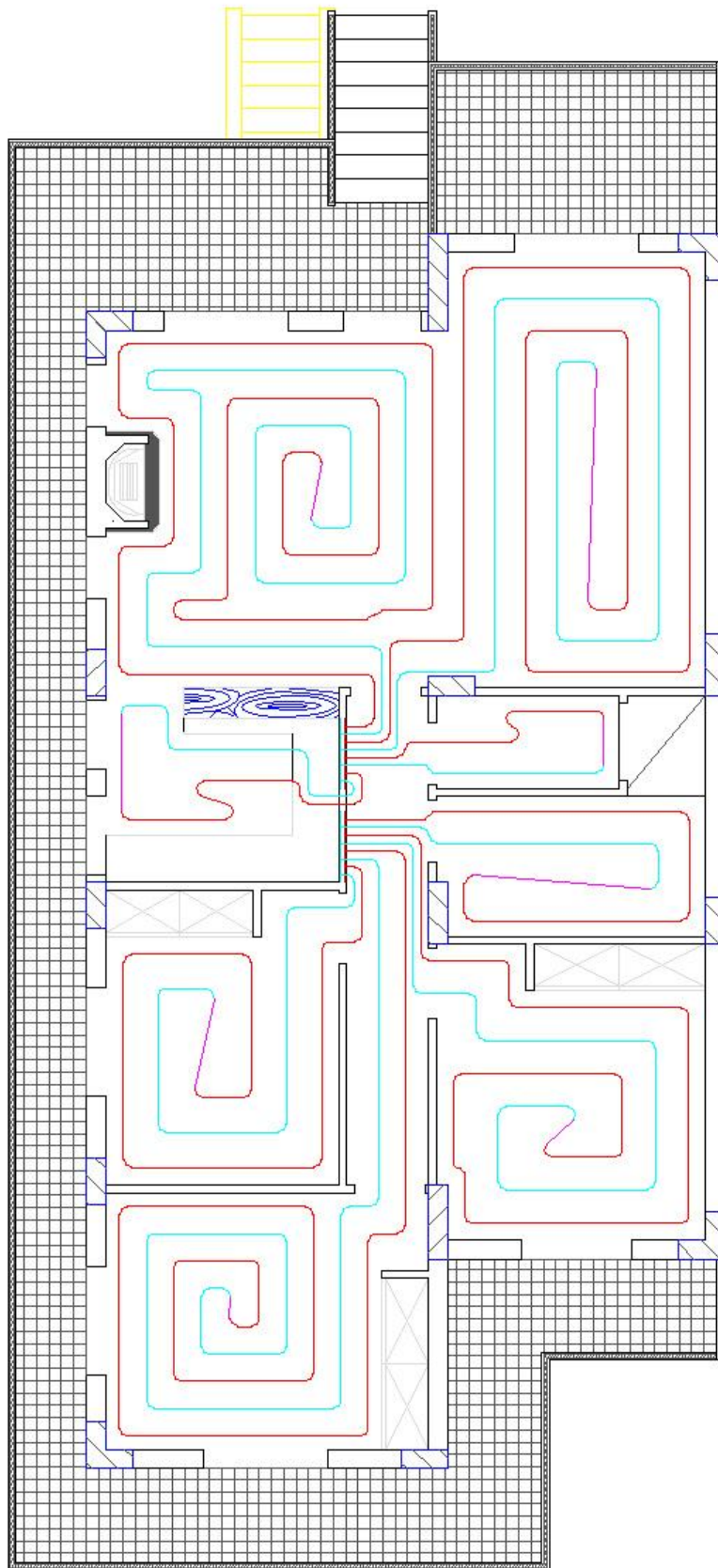
Αριθμός Κυκλ.	Φορτίο Χωρ.	Φορτίο Κυκλ.	Θερμ. Χώρου	Θερμ. Κάτω Χώρου	Σύντ. Θερμ. Προς Κάτω	Σύντ. Θερμ. Προς Πάνω	Πυκν. Θ/ροής	Πτώση Θερμ.
1.1	1,544	1,549	20	10	0,02	0,02	0,073	11,34
1.2	0,188	0,189	20	10	0,02	0,02	0,067	15,29
1.3	0,439	0,44	20	10	0,02	0,02	0,071	12,59
1.4	0,696	0,698	20	10	0,02	0,02	0,063	12,13
1.5	1,012	1,015	20	10	0,02	0,02	0,086	13,05
1.6	0,547	0,549	20	10	0,02	0,02	0,057	10,14
1.7	0,532	0,534	20	10	0,02	0,02	0,071	12,43
1.8	1,667	1,672	20	10	0,02	0,02	0,087	12,52

Αριθμός Κυκλ.	Ολική Τριβή	Παροχή Νερού	Απόσταση Σωλ.	Επιφάνεια Δαπ.	Μέση Θερμ. Δαπ.
1.1	0,773	0,118	40	21,28	26,94
1.2	0,773	0,011	40	2,82	26,44
1.3	0,773	0,03	40	6,21	26,78
1.4	0,773	0,05	42,5	11,04	26,12
1.5	0,773	0,067	35	11,72	28,1
1.6	0,773	0,047	45	9,6	25,58
1.7	0,773	0,037	40	7,5	26,8
1.8	0,773	0,115	35	19,09	28,18

Στους παραπάνω πίνακες αποτελεσμάτων, ο κάθε αριθμός κυκλώματος αντιστοιχεί σε ένα χώρο του κτηρίου. Η αντιστοιχία αυτή φαίνεται παρακάτω.

Αριθμός Κυκλώματος	Ονομασία Κυκλώματος
1.1 =	Σαλόني
1.2 =	WC
1.3 =	Λουτρό
1.4 =	Υπνοδωμάτιο 2
1.5 =	Υπνοδωμάτιο 3
1.6 =	Υπνοδωμάτιο 1
1.7 =	Κουζίνα
1.8 =	Καθιστικό

Στο παρακάτω σχέδιο βλέπουμε πως, περίπου, θα είναι η τελική εγκατάσταση του ενδοδαπέδιου συστήματος στο κτήριο μας. Το σχέδιο αυτό δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού AutoCAD 2012 MEP και έχουν τηρηθεί η αποστάσεις μεταξύ των σωληνώσεων (RA) στο κάθε επιμέρους κύκλωμα. Με κόκκινο χρώμα φαίνονται οι υδραυλικοί συλλέκτες και οι σωλήνες που προσάγουν ζεστό νερό στα κυκλώματα και με κυανό χρώμα φαίνονται οι υδραυλικοί συλλέκτες και οι σωλήνες που επιστρέφουν το νερό από τα κυκλώματα.



Σχήμα 5.1: Ενδοδαπέδιο σύστημα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει σύγκριση του εκτιμώμενου συνολικού κόστους (αγοράς και λειτουργίας) μεταξύ ενός συστήματος αντλίας θερμότητας σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες και ενός συστήματος λέβητα πετρελαίου. Για την σύγκριση αυτή θα χρησιμοποιήσουμε ως δεδομένα τα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μας, τα προϊόντα που καλύπτουν τις ανάγκες του κτηρίου μας είναι τα εξής:

Υπολογισμός κόστους αγοράς:

1^ο Σύστημα:

- Αντλία θερμότητας: Daikin Altherma ERHQ011BAW1 {3500 €}



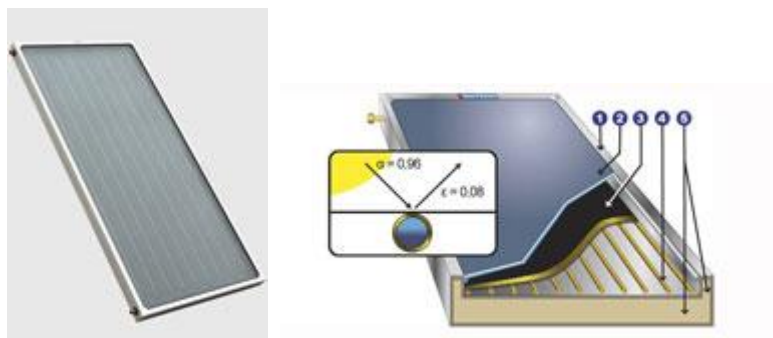
Σχήμα 6.1

2° Σύστημα:

- Λέβητας πετρελαίου: Thermostahl Enersave EN 23 20.000 kcal {500 €}
- Καυστήρας πετρελαίου {400 €}
- Δεξαμενή καυσίμου πλαστική παραλληλόγραμμη 1000 lt {200 €}

Τα δυο αυτά συστήματα θα έχουν ως κοινά στοιχεία τα παρακάτω μέρη:

- Ηλιακοί συλλέκτες: MALTEZOS Επιλεκτικοί συλλέκτες τύπου NCS 2 m²/τμχ. 34 τμχ. {150 €/τμχ.}
 - § Ειδικά σχεδιασμένο πλαίσιο, από ανοδειωμένο αλουμίνιο.
 - § Ειδικό κρύσταλλο ασφαλείας TEMPERED LOW-IRON για καλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.
 - § Συλλεκτική επιφάνεια από επιλεκτικό χαλκό. Επικαλυμένος χαλκός με μαύρο χρώμιο πάνω σε ειδικό υπόστρωμα νικελίου, κολλημένο στους σωλήνες χαλκού με τεχνολογία υπερήχων (ULTRASONIC).
 - § Σωλήνες χαλκού.
 - § Μόνωση πετροβάμβακα με επικάλυψη μαύρου υαλοβάμβακα.



Σχήμα 6.2

- Σωληνώσεις για ηλιακούς συλλέκτες: Petiflex Σωλήνας δικτυωμένου πολυαιθυλενίου 50 m {1,35 €/m}
- Μονώσεις για σωληνώσεις 50 m : {1 €/m}
- Ηλεκτροβάνες 12 τμχ. {29,36 €/τμχ.}
- Κυκλοφορητές:
 - § Ενδοδαπέδιο σύστημα: Wilo-Yonos PICO 30/1-8 2 τμχ. {250 €/τμχ.}
 - § Κεντρικός εναλλάκτης θερμότητας: Wilo-Stratos ECO 25/1-5-BMS {325 €}
 - § Ηλιακοί συλλέκτες: Wilo-Stratos 25/1-12 {300 €}
- Κεντρικοί σωλήνες χαλκού ¾ inch 20 m {10 €/m}
- Υδραυλικοί συλλέκτες: REHAU-Συλλέκτες με παροχόμετρο HKV-D4 2 τμχ. {159,85 €/τμχ.}
- Ερμάρια συλλεκτών: REHAU-Ερμάριο UP-Τύπ 2 2 τμχ. {140,80 €/τμχ.}
- Ρυθμιστές συλλεκτών: REHAU-Ρυθμιστής συλλεκτών RV-HK 2 τμχ. {179,00 €/τμχ.}
- Σωλήνες κυκλωμάτων: REHAU-RAUTHERM S 300 m {1,53 €/m}
- Μονωτική πλάκα: REHAU-Πλάκα κόμβων vario με PST 17-2 150 m² {12,98 €/m²}
- Ταινία μόνωσης: REHAU-Ταινία μόνωσης 100 m {0,62 €/m}
- Αρμοί διαστολής: REHAU-Αρμός διαστολής 24 m {8,39 €/m}
- Δοχεία διαστολής 100 lt 1 τμχ. {150 €/τμχ.}
- Δοχείο διαστολής 50 lt 1 τμχ. {100 €/τμχ.}
- Κεντρικός εναλλάκτης θερμότητας διπλής ενέργειας με διπλή σερπαντίνα 750 lt {800 €}
- Θερμοστάτες χώρων: REHAU-Μεμονωμένος ελεγκτής ρύθμισης θερμοκρασίας ER-HK 8 τμχ. {73,50 €/τμχ.}
- Ενεργοποιητής κυκλοφορητή: REHAU-Αντλία-/Μονάδα ισχύος {72,50 €}
- Διάφορα υδραυλικά εξαρτήματα {100 €}
- Διάφορα ηλεκτρικά εξαρτήματα {100 €}

Συνολικό κόστος κοινού συστήματος: 12433,98 €

Συνολικό κόστος 1ου συστήματος: 15933,98 €

Συνολικό κόστος 2ου συστήματος: 13533,98 €

Υπολογισμός κόστους λειτουργίας

1° Σύστημα:

Για να γίνει ο υπολογισμός το κόστους λειτουργίας θεωρούμε ότι το σύστημά μας δουλεύει στο 100% της δυνατότητας του και γίνεται συντήρησή του κάθε 2 έτη λειτουργίας.

Το σύστημα για το μήνα Δεκέμβριο θα λειτουργεί περίπου για 4 ώρες ανά ημέρα, οπότε με την τωρινή χρέωση του ηλεκτρικού ρεύματος έχουμε: 4 ώρες/ημέρα * 11,0 kWh * 0,09 €/ώρα = 3,96 €/ημέρα

Συντήρηση 25 €

2° Σύστημα:

Για να γίνει ο υπολογισμός το κόστους λειτουργίας θεωρούμε ότι το σύστημά μας δουλεύει στο 100% της δυνατότητας του και γίνεται συντήρησή του κάθε 2 έτη λειτουργίας.

Το σύστημα για το μήνα Δεκέμβριο θα λειτουργεί περίπου για 4 ώρες ανά ημέρα, οπότε με την τωρινή χρέωση του πετρελαίου θέρμανσης έχουμε: 4 ώρες/ημέρα * 2,0 lt/ώρα * 0,75 €/ώρα = 6 €/ημέρα

Συντήρηση 50 €

Όπως βλέπουμε στους παραπάνω υπολογισμούς, το σύστημα με την αντλία θερμότητας επιτυγχάνει διαφορά σε κόστος λειτουργίας περίπου 2,04 €/ημέρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Από βιβλία

- Μελέτες Συστημάτων Κεντρικής Θέρμανσης, Συλλογικό έργο
- Ήπιες Μορφές Ενέργειας II, Σ. Ν. Καπλάνης
- Εργαστηριακές σημειώσεις Θ.Ψ.Κ I, Ιωάννης Καλογήρου
- Εργαστηριακές σημειώσεις Θ.Ψ.Κ II, Ιωάννης Καλογήρου
- Τεχνικά Υλικά τόμος 2, Αιμ. Γ. Κορωναίος & Γ. Ι. Πουλάκος
- Erlaeterungenzur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- Recknagel-Sprenger, Taschenbuchfuer Heizung und Klimatechnik
- Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- Θέρμανση δαπέδου με ζεστό νερό στα κτίρια, Μ. Παπαδόπουλος (ΤΕΕ)
- Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)
- Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN

Από το Διαδίκτυο

- <http://el.wikipedia.org/>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- <http://www.daikin.gr/>
- <http://www.wilo.gr/>
- <http://www.maltezos.gr/>
- <http://www.ieashc.org/task26/index.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες Δεδομένων

Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου υαλοπίνακα				
Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους διπλών υαλοπινάκων με αποστάτη αλουμινίου $\Psi_g \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$		Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους διπλών υαλοπινάκων με αποστάτη από θερμομονωτικό υλικό $\Psi_g \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής με πλήρωση αέρα ή αέριο αργό	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής με πλήρωση αέρα ή αέριο αργό	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής με πλήρωση αέρα ή αέριο αργό	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής με πλήρωση αέρα ή αέριο αργό
Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή	0,08	0,11	0,06	0,08
Πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05	0,01	0,04

Πίνακας 1: Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα.

Υλικό	U
Πλαίσιο με συμβατικό προφίλ αλουμινίου	7
Πλαίσιο με θερμοδιακοπτόμενο προφίλ αλουμινίου	2,2~4,3
Τζάμι μονό πάχους 5mm	5,8
Τζάμι μονό πάχους 10mm	5,6
Τζάμι διπλό απλό (5mm - 12mm - 4mm)	2,8
Τζάμι διπλό απλό (5mm - 16mm - 4mm)	2,7
Τζάμι διπλό ενεργειακό (5mm - 12mm - 4mm)	1,6
Τζάμι διπλό ενεργειακό (5mm - 16mm - 4mm)	1,3
Τζάμι διπλό ενεργειακό (5mm - 16mm - 4mm) με argon	1

Πίνακας 2: Συντελεστές θερμοπερατότητας προφίλ αλουμινίου και τζαμιών.

Εξωτερική διάμετρος σε (in)	Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών σε (W/m*K)	
	Σωλήνες γυμνοί	Σωλήνες μονωμένοι με μόνωση πάχους 0,013 m και συντελεστή αγωγιμότητας $\lambda=0,035$ (W/m*K)
1/2	0,66	0,37
3/4	0,81	0,42
1	0,98	0,49
1 1/4	1,2	0,57
1 1/2	1,34	0,62
2	1,62	0,73
2 1/2	1,99	0,87
3	2,28	0,98
4	2,84	1,21

Πίνακας 3: Απώλειες σωλήνων ανά μονάδα μήκους σε δίκτυα διανομής θερμού νερού (W/m*K)

Είδος Κτηρίου		Μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού ανά άτομο (lt)
Οικοτροφεία		50
Σχολεία		5
Κατοικίες	Στάθμη μέση	50
	Στάθμη υψηλή	100
Νοσοκομεία		60
Ξενοδοχεία	LUX	100
	A' και B'	80
	Γ'	60
Γραφεία		6
Αθλοπαιδιές		40
Κουζίνες	Πλήρη γεύματα	9 lt/γεύμα

	Πρόχειρο γεύμα	2,5 lt/γεύμα
--	-------------------	--------------

Πίνακας 4: Ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης ανάλογα το είδος του κτηρίου.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ												
ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8
BA	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17
A	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22
NA	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19
N	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10
ND	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11
Δ	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12
BD	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10

Πίνακας 5: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (CLTD) για ηλιαζόμενους τοίχους, για ώρες από 01:00 έως 12:00. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ												
ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16
BA	19	20	21	22	22	23	23	23	23	20	21	20
A	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24
NA	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24
N	11	14	17	20	22	24	24	26	25	25	24	22
ND	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31
Δ	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33
BD	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26

Πίνακας 6: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (CLTD) για ηλιαζόμενους τοίχους, για ώρες από 13:00 έως 24:00. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΟΡΘΩΣΗ CLTD ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΟΡΟΦΕΣ, ΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ 40°										
		BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA		
ΜΗΝΑΣ	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	ΟΡΙΖ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
ΙΑΝ./ΝΟΕΜΒ.	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
ΦΕΒ./ΟΚΤ.	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
ΜΑΡΤ./ΣΕΠΤΕΜ.	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
ΑΠΡΙΛ./ΑΥΓΟΥΣΤ.	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
ΜΑΙΟΣ/ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
ΙΟΥΝΙΟΣ	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2

Πίνακας 7: Διόρθωση του CLTD για κάθε μήνα και προσανατολισμό. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ												
Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Πίνακας 8: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικών φορτίων για συναγωγή μέσω γυαλιού. Σε βαθμούς °F.

ΜΕΓΙΣΤΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΑΛΙ, ΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ 40°										
		BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA		
	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

Πίνακας 9: Μέγιστοι συντελεστές κέρδους ηλιακής θερμότητας για το γυαλί (SHGF). Σε BTU/(h*ft²)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ												
ΠΡΟΣ/ΜΟΣ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ											
ΤΖΑΜΙΟΥ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,73	0,8	0,86	0,89
BA	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27
A	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,8	0,76	0,62	0,41	0,27
NA	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,36	0,56	0,74	0,81	0,79	0,68	0,46
N	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,09	0,16	0,22	0,38	0,58	0,75	0,83
NA	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38
Δ	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17
BA	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,22	0,27
ΟΡΙΖ	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85

Πίνακας 10: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση. Για βόρειο πλάτος και για ώρες από 01:00 έως 12:00.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ												
ΠΡΟΣ/ΜΟΣ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ											
ΤΖΑΜΙΟΥ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	0,89	0,86	0,82	0,85	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09
BA	0,26	0,24	0,22	0,2	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
A	0,24	0,22	0,2	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03

NA	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
N	0,8	0,68	0,5	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
NAΔ	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,15	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06
Δ	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06
BAΔ	0,22	0,3	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06
OPIZ	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06

Πίνακας 11: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση. Για βόρειο πλάτος και για ώρες από 13:00 έως 24:00.

ΖΩΝΗ	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
1, 2	12	12	14	16	19	22	24	24	22	19	16	14
3, 4	10	10	12	15	19	21	24	24	22	19	15	12
5, 6	8	8	10	13	17	19	22	22	20	17	13	10

Πίνακας 12: Θερμοκρασία του ψυχρού νερού στο δίκτυο διανομής για διάφορες κλιματολογικές ζώνες σε βαθμούς °C.

Τύπος Συλλέκτη	Περιγραφή	$F_R(\tau\alpha)_n$	$F_{RU_L}(W/m^2\text{ }^\circ\text{C})$
I	Μαύρο χρώμα με 1 τζάμι	0.82	7.5
II	Μαύρο χρώμα με 2 τζάμια ή 1 τζάμι και επιλεκτική επιφάνεια	0.75	5.0
III	Σωλήνες κενού	0.45	1.25
IV	Συλλέκτης χωρίς τζάμι και μόνωση	0.86	21.5

Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά στοιχεία ηλιακών συλλεκτών.

1 ^η Ζώνη	2 ^η Ζώνη	3 ^η Ζώνη	4 ^η Ζώνη	5 ^η Ζώνη	6 ^η Ζώνη
Ηράκλειο Ιεράπετρα Ρόδος Σητεία Χανιά	Αθήνα Καλαμάτα Νάξος Σάμος Σύρος	Αργοστόλι Κόρινθος Μυτιλήνη Πάτρα Χίος	Άρτα Κέρκυρα Λαμία Λήμνος	Θεσσαλονίκη Καβάλα Κατερίνη Λάρισα	Ιωάννινα Κομοτηνή Κόνιτσα Σέρρες

Πίνακας 14: Πόλεις των κλιματικών ζωνών της Ελλάδος (με βάση τα ηλιακά δεδομένα).

Μήνας	H	TD	T24h	NDD
Ιανουάριος	2150	10,2	9	271
Φεβρουάριος	2930	10,8	9,6	224
Μάρτιος	4220	12,6	11,3	180
Απρίλιος	5690	15,9	14,5	43
Μάιος	6830	21,2	19,6	0
Ιούνιος	7760	25,9	24,1	0
Ιούλιος	7980	28	26,2	0
Αύγουστος	7210	27,9	26,2	0
Σεπτέμβριος	5270	24,2	22,5	0
Οκτώβριος	3620	20,1	18,4	52
Νοέμβριος	2460	15,4	14	153
Δεκέμβριος	2030	11,6	10,5	239

Πίνακας 15: Περιβαλλοντικά δεδομένα για κάθε μήνα για το Βέλο Κορινθίας.

H : Ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο ($Wh/m^2/day$)

TD : Μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας ($^{\circ}C$)

T24h : Μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του 24ώρου ($^{\circ}C$)

NDD : Αριθμός των βαθμοημερών (-)

ΖΩΝΗ 3										
ΚΛΙΣΗ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
I	1.00	1.20	1.37	1.51	1.62	1.69	1.71	1.69	1.63	1.53
Φ	1.00	1.13	1.24	1.32	1.37	1.39	1.38	1.33	1.25	1.15
M	1.00	1.08	1.13	1.17	1.17	1.15	1.11	1.03	0.94	0.83
A	1.00	1.03	1.04	1.03	0.99	0.94	0.87	0.78	0.68	0.56
M	1.00	1.00	0.98	0.94	0.88	0.81	0.72	0.62	0.52	0.41
I	1.00	0.98	0.95	0.90	0.83	0.75	0.66	0.55	0.45	0.34
I	1.00	0.99	0.96	0.92	0.85	0.77	0.68	0.58	0.47	0.36
A	1.00	1.02	1.02	1.00	0.95	0.89	0.81	0.71	0.60	0.48
Σ	1.00	1.07	1.11	1.13	1.12	1.09	1.03	0.95	0.85	0.72
O	1.00	1.12	1.23	1.30	1.35	1.36	1.33	1.28	1.20	1.08
N	1.00	1.19	1.35	1.48	1.58	1.63	1.65	1.62	1.56	1.45
Δ	1.00	1.21	1.39	1.55	1.66	1.74	1.77	1.70	1.70	1.60

Πίνακας 16: Οι τιμές του συντελεστή \bar{R} για την ζώνη 3.

Πίνακες Χαρακτηριστικών

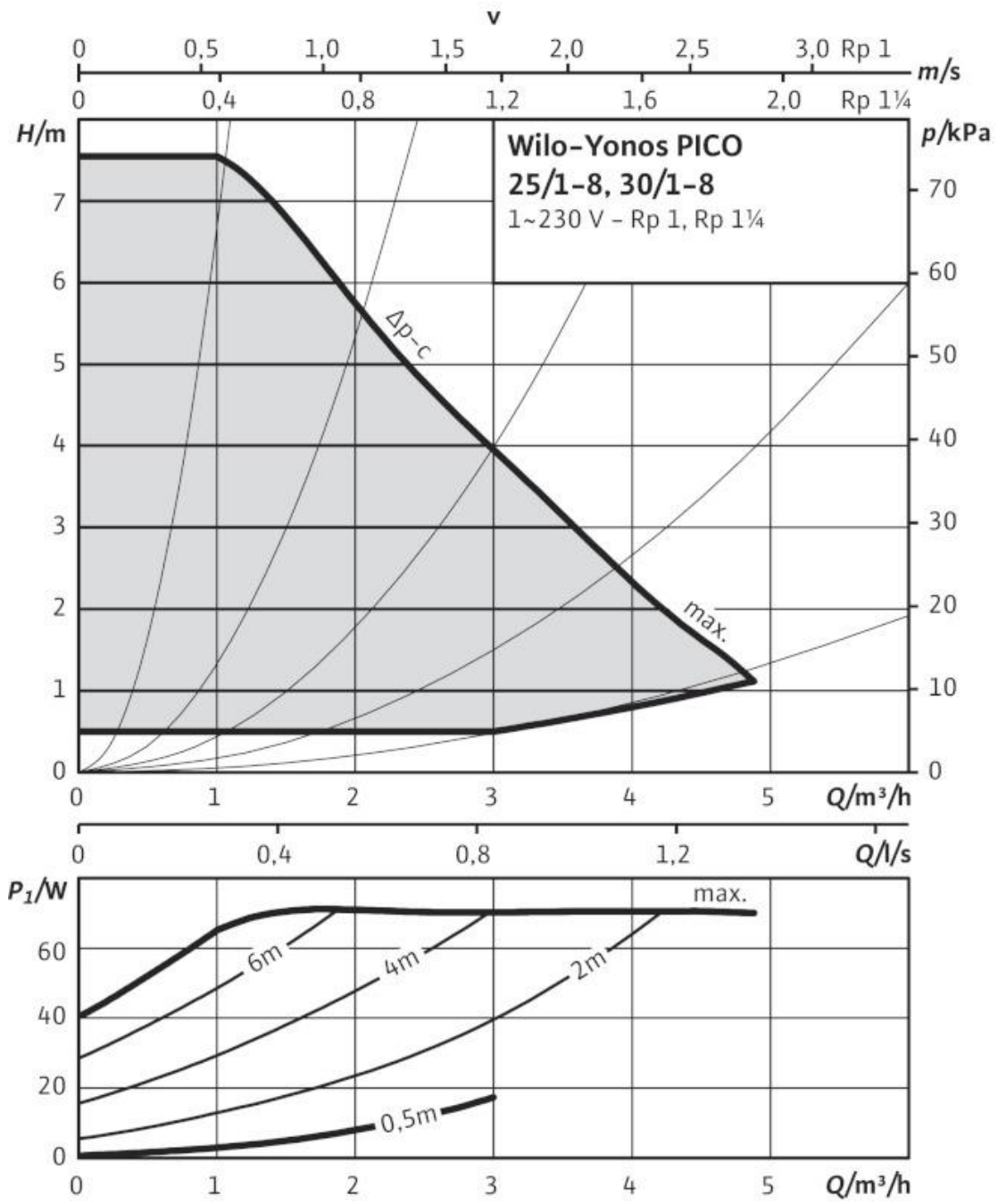
Τεχνικά Χαρακτηριστικά	Μονάδα Μέτρησης	Πρότυπο EN	400-L	
Διαμόρφωση ακμών			L	
Επιφάνεια			Επιφάνεια εξέλασης	
Διαστάσεις	mm	EN 822	1250/600	
Ανοχές Πάχους		EN 823	T1	
Δηλωμένη τιμή αντοχής σε 10% συμπίεση	kPa	EN 826	400	
Δηλωμένη τιμή Θερμικής αγωγιμότητας(μετά από 25 χρόνια)	20mm≤d≤60mm	W/(m*K)	EN 12667	0,033
	>60mm			0,034
Μακροχρόνια απορρόφηση νερού με ολική εμβάπτιση	Επιφάνεια εξέλασης	vol. %	EN 12087	0,7
Απορρόφηση νερού με διάχυση		vol. %	EN 12088	3
Αντίσταση διάχυσης υδρατμών		-	EN 12086	150-50
Θερμοκρασία λειτουργίας		°C		Από -50 μέχρι +75
Κατηγορία ακουστότητας		Κλάση	EN 13501-1	E

Πίνακας 17: Τεχνικά χαρακτηριστικά της μόνωσης από εξηλασμένη πολυστερίνη της εταιρίας Fibran.

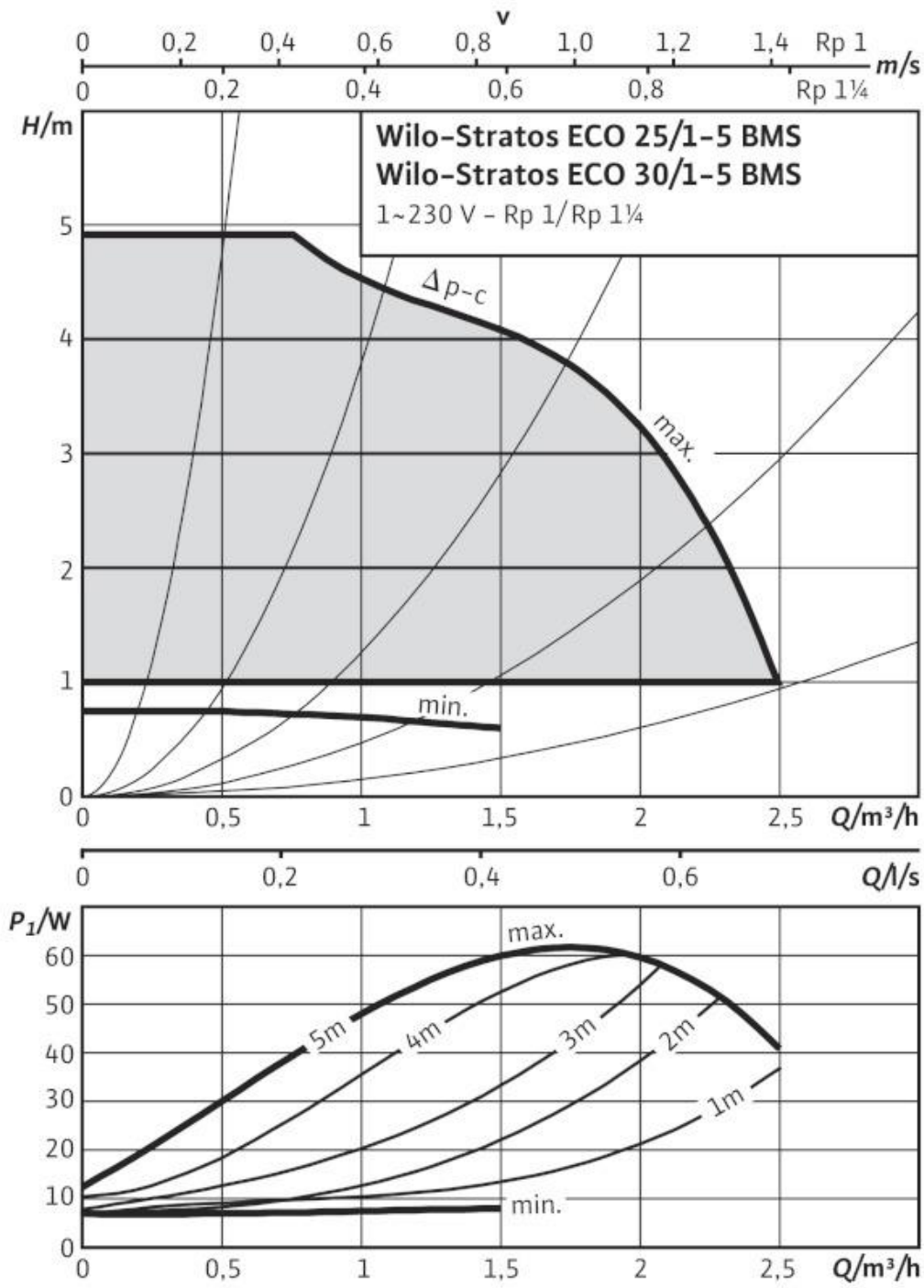


Ζώνη		A	B	Γ	Δ
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες, μπαλκονιών, κτλ)	U_w	3,20	3,00	2,80	2,60

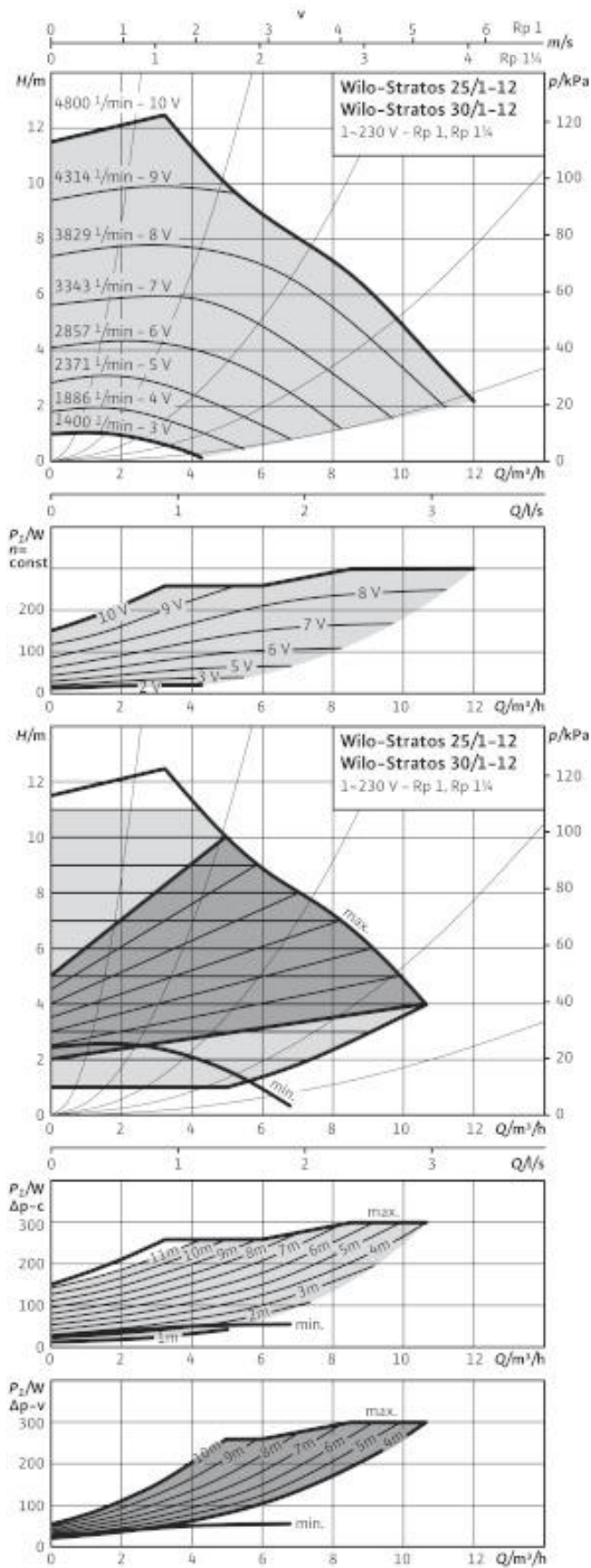
Πίνακας 18: Τα όρια του συντελεστή θερμοαγωγιμότητας για τα ανοίγματα σε κάθε κλιματική ζώνη.



Σχέδιο 1: Ενδοδαπέδιο σύστημα: Wilo-Yonos PICO 30/1-8



Σχέδιο 2: Κεντρικός εναλλάκτης θερμότητας; Wilo-Stratos ECO 25/1-5-BMS



Σχέδιο 3: Κυκλοφορητής για ηλιακούς συλλέκτες: Wilo-Stratos 25/1-12

ERHQ011BAW1				
Διαστάσεις	Μονάδα	Ύψος	mm	1.345
		Πλάτος	mm	900
		Βάθος	mm	320
Βάρος			kg	108
Εύρος λειτ.	Ψύξη	Ελάχ.	°CDB	10.0
		Μέγ.	°CDB	46.0
	Ζεστό νερό χρ.	Min.	°CDB	-20 (2.000)
		Μέγ.	°CDB	35 (2)
Στάθμη ηχητικής ισχύος	Θέρμανση	Ονομ.	dBA	64 (3)
	Ψύξη	Ονομ.	dBA	64 (4)
Στάθμη ηχ. πίεσης	Θέρμανση	Ονομ.	dBA	51 (5)
	Ψύξη	Ονομ.	dBA	50 (6)
Ψυκτικό μέσο	Τύπος			R-410a
	Φορτίο		kg	3.0
	Φορτίο		TCO2Eq	6.3
	GWP			2,087.5
Συνδέσεις σωληνώσεων	Υγρού	Εξ.Διάμ.	mm	9,52
	Αερίου	Εξ.Διάμ.	mm	15.90
	Συμπυκνωμάτων	Εξ.Διάμ.	mm	26
	Υψομετρική διαφορά	ΕΣ.- ΕΞ.	Μέγ.	m
	Θερμομόνωση			Σωληνώσεις υγρού και σωληνώσεις αερίου
Τροφοδοσία ισχύος	Όνομα			W1
	Φάση			3N~
	Συχνότητα		Hz	50
	Τάση		V	400
Ρεύμα	Συνιστώμενες ασφάλειες		A	20

Πίνακας 19: Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.