

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ
646



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΤΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΖΑΧΟΠΟΥΛΟΥ
Α.Μ.:33582

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

Τα ψυχρά θέρεται, θερμόν ψύχεται, υγρόν αυαίνεται, καρφαλέον νοτίζεται.

(τα ψυχρά θερμαίνονται, το θερμό ψύχεται, το υγρό ξεραίνεται, το στεγνό δροσίζεται.)

Ηράκλειτος, 544-484 π.Χ., Ίων φιλόσοφος

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στην κόρη μου Αγγελική που με καρτερία δεχόταν την μοιρασιά του χρόνου μου.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω.

Τον καθηγητή μου Δρ Γεώργιο Αλέξη για την βοήθεια και την συνδρομή που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνηση της εργασίας μου .

Τον Γεράσιμο Βασιλάτο Μηχανολόγο Ηλεκτρολόγο ΕΜΠ για την δυνατότητα που είχα να χρησιμοποιήσω τις προς έκδοση σημειώσεις του.

Τον Βασίλειο Παραθύρα Πολιτικό Μηχανικό για την απρόσκοπτη παροχή πληροφοριών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σύστημα δίνει στο κτίριο θερμική ζωή. Αποτελείται από πλέγματα πολυπροπυλενίου που εγκαθίστανται στις οροφές, δάπεδα, τοίχους. Τα πλέγματα τροφοδοτούνται με κρύο ή ζεστό νερό, καθιστώντας τις επιφάνειες ικανές για θερμική συναλλαγή και αποθήκευση θερμότητας.

Τα πλέγματα αποτελούνται από αγωγούς, με διάμετρο μόλις περίπου 2 χιλιοστά τροφοδοτούνται με νερό από τους συλλέκτες.

Η χρήση των πλεγμάτων αυτών επιτρέπουν την βέλτιστη οικονομική χρήση των οικοδομικών υλικών, καθιστώντας το σύστημα ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον. Παρόλο που τα πλέγματα, επιτρέπουν μια καλύτερη κατανομή της θερμότητας, σε σύγκριση με σωλήνες ενδοδαπέδιου που αποτελούνται από σωλήνες μεγάλης διαμέτρου, ταυτόχρονα είναι απαραίτητη η χρήση μόνο των μισών οικοδομικών υλικών.

Επιπλέον, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής, το πάχος του τοιχώματος μπορεί να μειωθεί ανάλογα με τη διάμετρο των σωλήνων, προκειμένου να λάβουμε το ίδιο ποσό θερμότητας.

Η αυτορρύθμιση του συστήματος μπορεί να περιγραφεί από το ακόλουθο παράδειγμα: Ο άνθρωπος έχει μια επιφανειακή θερμοκρασία περίπου 32°C . Εάν η θερμοκρασία της επιφάνειας οροφής είναι περίπου 20°C , η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ανθρώπων και της επιφάνειας είναι 12°C . Μόλις οι άνθρωποι εγκαταλείψουν το χώρο, η θερμοκρασία των υπόλοιπων επιφανειών είναι περίπου 20°C και η ψύξη απενεργοποιείται αυτόματα, επειδή δεν υπάρχει θερμότερη επιφάνεια που να ακτινοβολεί.

Η ψυκτική ικανότητα των επιφανειών δεν έχει περιορισμούς άνεσης. Ο μόνος περιορισμός για την ψύξη είναι το σημείο δρόσου για να μην υπάρχει υγραποίηση (συνήθως $16-17^{\circ}\text{C}$).

Οι άνθρωποι όμως αντιδρούν με ευαισθησία, κατά την ακτινοβολούμενη θερμότητα της οροφής, και η φυσιολογική θερμοκρασία της οροφής έχει μέγιστο όριο συνήθως 37°C ώστε το κεφάλι να ψύχεται επαρκώς. Όσο χαμηλότερος και μεγαλύτερος είναι ο χώρος, τόσο πιο έντονα η θερμή ακτινοβολούμενη ενέργεια επηρεάζει το κεφάλι ενός ατόμου.

Μέσα από δοκιμές και υπολογισμούς (Koll Mar), τα όρια άνεσης είναι σήμερα καθορισμένα και εξαρτώνται από τη γεωμετρία του χώρου.

SUMMARY

The system gives to building thermal life. A mesh of thin synthetic conduits filled with flowing water is installed into ceilings, floors, and walls, making these component parts capable of thermally exchanging and storing heat."

The capillary tube mat consists of conduits, with a diameter of just approximately 2mm, through which water is discharged into collecting pipes.

The uses of KaRo mats allow an optimally economical use of building materials, which make them very ecologically sound. Even though mats allow for a much better distribution of heat, in comparison to floor heaters with thick tubes, only about half of the building materials are needed when they are used. Furthermore, according to the laws of physics, the thickness of a wall can be proportionally reduced to the diameter of the tubes, in order to obtain the same amount of stability.

The self-regulating effect can be described by the following example: Human beings have a surface temperature of about $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. At a ceiling surface temperature of approximately $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, the temperature difference between people and the ceiling amounts to 12 degrees. As soon as the people leave the room, the temperature of the remaining surfaces in the room are at approximately $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ again and the cooling is turned off automatically, because the ceiling does not have warmer radiant surfaces.

The cooling capacity of the KaRo ceiling has no comfort limitations. The only limitation to cooling is the dew point temperature ($16\text{-}17\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Humans react sensitively, however, against radiant heat from the ceiling, if the physiological ceiling temperature is exceeded ($37\text{ }^{\circ}\text{C}$), and the head is not cooled sufficiently, i.e. "de-warmed".

Apart from the ceiling temperature, the curve of incoming rays is crucial for the comfort limitations. The lower and larger the room is, the more powerfully the warm radiant energy reaches the head of a person.

Through tests and calculations (Koll mar), the exact comfort limitations are known now. It is possible to calculate the maximum tolerable ceiling temperature on the basis of based on room geometry.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	7
Δεδομένα Εργασίας.....	8
Συνθήκες άνεσης.....	8
ΟΡΙΣΜΟΙ / ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	11
ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ - ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ.....	17
ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	19
ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ.....	19
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΣΧΕΧΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	24
ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	26
ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	26
ΕΙΔΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	32
Γενικά.....	40
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ.....	41
Γενικά.....	41
Στοιχεία συστήματος.....	42
Ανάλυση Ψύξης.....	42
Ανάλυση Θέρμανσης.....	43
Θερμική Άνεση.....	44
Ανώτερη Θερμαντική Αποδοτικότητα.....	45
Ελευθερία από Ρεύματα Αέρος.....	45
Έλεγχος Ζώνης.....	46
Αυτοματισμοί.....	46
Πλέγματα KaRo.....	47
Δυναμική ανάλυση της απόδοσης.....	50
Μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας.....	51
1η Φάση Χώρος - Επιφάνεια οροφής.....	52
Συνολική μεταφορά Χώρος - Νερού.....	56
Θερμική μόνωση ενός κτηρίου γραφείων.....	59
Θερμική ικανότητα τοίχου.....	60
Ενισχυτικός εξαερισμός.....	64
Ανοίγματα.....	64
Γενικά.....	65
Σύστημα δύο σωλήνων.....	66
Σύστημα τριών σωλήνων.....	69
Αυτοματισμοί.....	73
Παραγωγή ζεστού, κρύου νερού.....	73
ΓΕΝΙΚΑ.....	77
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΥΣΕΙΟΥ.....	77
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	77
Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων επιλέχτηκε.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	78
ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	78

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ.....	79
ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	79
ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-ΕΠΙΛΟΓΕΣ.....	80
Ψυχωμένες επιφάνειες - Εξωτερικά αισθητά φορτία χώρου.....	82
Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες - Λανθάνοντα φορτία - Εσωτερικά φορτία.....	84
Φορτία θέρμανσης.....	89
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.....	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	94

Εισαγωγή

Το αίσθημα της δροσιάς που αισθανόμαστε, όταν μια ζεστή μέρα του καλοκαιριού βρεθούμε σ' ένα σπήλαιο, όπως και η θαλπωρή του ήλιου σε μια κρύα ημέρα του χειμώνα, είναι σε όλους μας γνωστή.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιφάνειες του υπογείου που έρχονται σε επαφή με τη γη διατηρούν σταθερή θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ $12^{\circ} C - 14^{\circ} C$.

Ακριβώς ίδιο αίσθημα μας προσφέρει ο κλιματισμός (ψύξη - θέρμανση) με τη βοήθεια των ψυχρών - θερμών επιφανειών, δίνοντας στο κτήριο θερμική ζωή.

Το σύστημα των ψυχομένων οροφών εμφανίσθηκε στη δεκαετία του '80 και ο κύριος στόχος του ήταν:

- Η βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης
- Υψηλές συνθήκες άνεσης
- Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων

Ταυτόχρονα θα έπρεπε να αντιμετωπισθούν τα νέα διαμορφωμένα ζητήματα:

- Ποιότητα και επαρκής αερισμός των χώρων
- Ευέλικτη ρύθμιση των συνθηκών άνεσης (θερμοκρασία, υγρασία, θόρυβος, ρεύματα αέρα)
- Εύκολη εγκατάσταση χωρίς να επηρεάζει την αρχιτεκτονική του χώρου
- Απλή συντήρηση

Το 1986 έγινε η πρώτη επιτυχής προσπάθεια να διατηρηθούν οι θερμοκρασίες των τοίχων και των οροφών σε σταθερή θερμοκρασία ($17^{\circ} C$ κατά την περίοδο του καλοκαιριού και $35^{\circ} C$ κατά την περίοδο του χειμώνα).

Το 1987 το ίδρυμα Hermann Rietschel του τεχνικού πανεπιστημίου του Βερολίνου άρχισε την έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί η ικανότητα της μεθόδου και να καταγραφούν οι εξισώσεις που διέπουν το σύστημα.

Το 1988 η Lichtwer Pharma προγραμμάτισε να κλιματίσει κτήριο $4.000 m^2$ εκ των οποίων το 50% γραφεία και 50% χώροι παραγωγής.

Το 1998 η ASHRAE άρχισε τις πρώτες έρευνες και μελέτες του συστήματος .

Το 2007 η ASHRAE δημοσίευσε στο κεφάλαιο 6 του βιβλίου FUNDAMENTAL άρθρο με τον τίτλο PANEL HEATING AND COOLING

Δεδομένα Εργασίας

- Μουσείο όπου απαιτούνται σταθερές συνθήκες χειμώνα - καλοκαίρι για την προστασία των εκθεμάτων.
- Μέθοδος απαγωγής λανθανόντων φορτίων κατά τις ώρες προσέλευσης των επισκεπτών.
- Εκτίμηση κατανάλωσης
 - α) Για αντλία θερμότητας Νερού - Αέρος
 - β) Για αντλία θερμότητας Νερού - Νερού, γεωθερμία.

Συνθήκες άνεσης

Θερμική άνεση είναι η κατάσταση ισορροπίας του ανθρωπίνου σώματος, όταν αυτό αποβάλλει θερμότητα (με τις κατάλληλες προϋποθέσεις) με το περιβάλλον. Η αποβολή αυτή γίνεται με τους εξής κατά σπουδαιότητα 4 τρόπους (εικόνα 1).

1. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
2. ΜΕΤΑΦΟΡΑ
3. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
4. ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΔΙΑΠΝΟΗ.

Η ποσότητα που αποβάλλεται εξαρτάται από τις εξής παραμέτρους

- Θερμοκρασία επιφανειών που μας περιβάλλουν
- Θερμοκρασία του αέρα
- Σχετική υγρασία.

Τα είδη αποβολής θερμότητας για άτομο σε καθιστή στάση με συνήθη ενδυμασία και για θερμοκρασία περιβάλλοντος 18°C είναι:

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Ακτινοβολία στις περιβάλλουσες επιφάνειες	35%
Μεταφορά	20 %
Αγωγιμότητα	15 %
Εξάτμιση υγρασίας	18 %
Εκπνοή	6 %
Εκκρίσεις	6 %
ΣΥΝΟΛΟ	100 %



Εικόνα 1 Αποβολή θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος

Το αίσθημα άνεσης είναι βασικό κριτήριο για την καλή υγεία. Το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται συνεχώς σε θερμική συναλλαγή με το περιβάλλον με την βοήθεια της ακτινοβολίας, μεταφοράς, αγωγής και τη διαπνοή. Εάν η παραγόμενη θερμοκρασία από το ανθρώπινο σώμα είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταφέρεται θερμότητα προς το περιβάλλον και αντιστρόφως όταν είναι μικρότερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος απορροφάτε θερμότητα από το περιβάλλον.

Σύμφωνα με το ISO 7730 το αίσθημα άνεσης εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. Θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου °C
2. Σχετική υγρασία του χώρου RH %
3. Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των επιφανειών του χώρου °C
4. Σχετική ταχύτητα του αέρα του χώρου m/s
5. Θερμική αντίσταση μεταφοράς των ενδυμάτων m²K/W
6. Από την τιμή μεταβολισμού σε W/m² του ανθρώπου

Τα πιο γνωστά πρότυπα που καθορίζουν την ευεξία των ατόμων μέσα σε ένα ιδιωτικό περιβάλλον είναι της ASHRAE 55-92, το ISO 7730 και DIN 1946 μέρος 2. Σε στάδιο μελέτης υπάρχει ακόμη το ευρωπαϊκό πρότυπο CEN / TC 156 WG6.

Τα δύο πρώτα πρότυπα καθορίζουν τις συνθήκες περιβάλλοντος που είναι αποδεκτές από το 80% των ατόμων.

Συνθήκες δυσφορίας εντοπισμένες σε μια ορισμένη περιοχή δεν θα πρέπει να προκαλούν ένα ποσοστό ανικανοποίητων ατόμων (PPD) μεγαλύτερο του 5 -15%.

Τα κριτήρια που θα πρέπει να ικανοποιούνται είναι:

1. Περιοχή Άνεσης Θερμοκρασία ξηρού βολβού $T_{db} = 20 - 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Σχετική υγρασία $RH = 35 - 65 \%$
2. Μέση δρώσα θερμοκρασία δομικών στοιχείων ομοιογενής
3. Επαρκής αερισμός για την εξασφάλιση της επιθυμητής ποιότητας του αέρα στον χώρο (ASHRAE std 62a - 1999)
4. Οι θερμικές συναλλαγές μεταξύ περιβάλλοντος και κελύφους κτηρίου εξισορροπούνται από τη μεταφορά θερμότητας (+ ή -)
5. Βέλτιστη χρήση της ενέργειας που απαιτείται

Θερμότητα ονομάζεται η ενέργεια που μεταφέρεται μεταξύ δύο σωμάτων επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας.

Προσδίδοντας θερμότητα σε ένα σώμα αυξάνεται η μοριακή του διέγερση. Η θερμότητα μεταδίδεται από ένα περισσότερο θερμό σώμα προς ένα λιγότερο θερμό.

Μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με τρεις τρόπους:

- Με Αγωγιμότητα (μεταξύ στερεών). Τα μόρια του σώματος μεταδίδουν τη διέγερση τους, θερμικής προέλευσης, από το θερμαινόμενο σημείο προς τα άλλα ψυχρότερα μέρη του σώματος.
- Με Συναγωγή (Μεταφορά) μεταξύ ρευστών, υγρών, αερίων. Τα μόρια σε κατάσταση θερμικής διέγερσης, που μετακινούνται διαμέσου του περιβάλλοντος στο οποίο είναι περιορισμένο στο ρευστό.
- Με Ακτινοβολία είναι η μορφή μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου κυμάτων υπέρυθρου τύπου. Ο ήλιος για παράδειγμα θερμαίνει τη γη διαμέσου του αστρικού κενού με ακτινοβολία.

Στον κλιματισμό (ψύξη - θέρμανση) μας ενδιαφέρουν δύο είδη θερμότητας η ΑΙΣΘΗΤΗ και η ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ.

Η αισθητή θερμότητα έχει σαν αποτέλεσμα την θερμοκρασιακή αλλαγή του χώρου και γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο με το αίσθημα του ψυχρού η του ζεστού.

Η λανθάνουσα θερμότητα μεταβάλλει την υγρασία του χώρου και δεν γίνεται άμεσα να αντιληπτή από τους ανθρώπους αλλά έμμεσα (δυσφορία, το αίσθημα ότι κολλούν τα ρούχα).

Αισθητή θερμότητα ονομάζεται η θερμότητα που προσδίδεται η αφαιρείται από τον χώρο για να ανέβει η να μειωθεί η θερμοκρασία του χώρου χωρίς όμως να μεταβληθεί η υγρασία του.

Αισθητό φορτίο θέρμανσης ονομάζεται η θερμότητα που προστίθεται στον χώρο για να ανέβει η θερμοκρασία του χώρου και όχι η υγρασία του.

Αισθητό φορτίο ψύξης ονομάζεται η θερμότητα που αφαιρείται για να χαμηλώσει η θερμοκρασία του χώρου και όχι η υγρασία του.

Με τον όρο λανθάνουσα θερμότητα αναφερόμεθα στην λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης ή της συμπύκνωσης.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για τη μετατροπή του νερού σε ατμό χωρίς την αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου. Η διεργασία αυτή γίνεται με την βοήθεια υγραντήρων και συνήθως απαιτείται κατά το στάδιο θέρμανσης του χώρου.

Λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης είναι το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από του υδρατμούς του χώρου για τη μετατροπή του σε νερό χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας του χώρου. Η διεργασία αυτή γίνεται με την βοήθεια αφυγραντήρων ή κλιματιστικών μηχανημάτων και συνήθως απαιτείται κατά το στάδιο ψύξης του χώρου.

Λανθάνουσα θερμότητα που εφαρμόζεται στον αέρα. Οι αλλαγές που συμβαίνουν έχουν σχέση με την περιεκτικότητα σε υγρασία του αέρα

- > Όταν λαμβάνει χώρα εξάτμιση χωρίς αλλαγή της θερμοκρασίας του αέρα, προστίθεται λανθάνουσα θερμότητα στον αέρα
- > Όταν λαμβάνει χώρα συμπύκνωση χωρίς αλλαγή της θερμοκρασίας του αέρα, αφαιρείται λανθάνουσα θερμότητα από τον αέρα

Λανθάνουσα θερμότητα κλιματισμού (ψύξη και θέρμανση), συμπεριλαμβάνει την εξάτμιση και τη συμπύκνωση.

Λανθάνον φορτίο ψύξης ονομάζεται η αφαίρεση της λανθάνουσας θερμότητας προκειμένου να συμπυκνωθούν οι υδρατμοί και να χαμηλώσει η υγρασία του χώρου (η θερμοκρασία παραμένει αμετάβλητη).

Η έννοια της ψύξης είναι η μεταφορά θερμότητας από ένα μέρος όπου υπάρχει σε πλεόνασμα, σε ένα άλλο όπου μπορεί ελεύθερα να διακινηθεί χωρίς να προκληθούν προβλήματα.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι ψυκτικές μηχανές δεν παράγουν «κρύο» αλλά αφαιρούν θερμότητα από το χώρο.

Θερμοκρασία είναι το μέτρο του ζεστού ή του κρύου σε κάποια κλίμακα. Ορίζεται συνεπώς σαν τη στάθμη ή την ένταση της θερμότητας ενός σώματος

Υγρασία ονομάζεται ο υδρατμός ο αναμειγμένος στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Η υγρασία μετράται με την κλίμακα της σχετικής υγρασίας (RH).

Η σχετική υγρασία είναι η σχέση μεταξύ της πραγματικής περιεκτικότητας υδρατμού του αέρα, σε μια καθορισμένη θερμοκρασία, και την μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού, που μπορεί ο αέρας να περιέχει στην ίδια θερμοκρασία.

Για παράδειγμα, σε θερμοκρασία 25°C σχετική υγρασία 50% σημαίνει ότι ο αέρας περιέχει το μισό ποσό υγρασίας από το μέγιστο που μπορούσε να υπάρξει.

Για την απλοποίηση της μέτρησης της υγρασίας χρησιμοποιείται ο όρος της ειδικής υγρασίας.

Ειδική υγρασία του αέρα είναι τα g υδρατμού ανά Kg ξηρού αέρα.

Στο Αγγλοσαξονικό σύστημα χρησιμοποιείται ο όρος grain (κόκκος) του εξατμιζόμενου νερού. Ένας κόκκος είναι τόσο μικρός ώστε σε 1Kg νερού περιέχονται 15.560 κόκκοι.

Πίεση ατμού ονομάζεται η πίεση μιας ουσίας σε κατάσταση αέριας φάσης (π.χ. υδρατμός), όταν αυτή βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρή φάση της.

Σχετική υγρασία (RH) είναι το πηλίκο της μερικής πίεσης των υδρατμών των περιεχομένων στον αέρα, προς τη μερική πίεση την οποία θα είχε το μίγμα στη δεδομένη θερμοκρασία εάν ήταν κεκορεσμένο.

Για παράδειγμα, 50% σχετική υγρασίας σημαίνει ότι ο αέρας περιέχει το μισό ποσό της υγρασίας που είναι δυνατόν να περιέχει.

$$\varphi = \left(\frac{P_s}{P_d} \right)_{td}$$

Όπου: φ = σχετική υγρασία

P_s = μερική πίεση του ατμού στον αέρα (Pa) για θερμοκρασία t_d (°C)

P_d = πίεση κεκορεσμένου ατμού στον αέρα (Pa) για θερμοκρασία t_d (°C)

Ειδικά στην περίπτωση όπου $t_d < 65,5$ °C τότε:

$$V = \frac{P_s}{P_d} = \frac{d_s}{d_d} \quad \text{όπου: } d_s = \text{πυκνότητα του ατμού στον αέρα}$$

d_d = πυκνότητα κεκορεσμένου ατμού.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αντλίες Θερμότητας εμφανίσθηκαν δειλά στις αρχές του 1950. Όπως ήταν φυσικό η σύγκρουση τους με τις υπάρχουσες μεθόδους θέρμανσης ήταν αναπόφευκτη.

Στα πρώτα τους βήματα υπήρχαν πολλά προβλήματα παραγωγής και η μέτρια ποιότητα τους οδήγησε στην αποτυχία επιβολής τους στην αγορά παρόλα τα πλεονεκτήματα εξοικονόμησης ενέργειας που είχαν.

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1973: EMBARGO

Στα μέσα του 1970, όταν άρχισε η ενεργειακή κρίση, πολλές εταιρείες ξαναγύρισαν στην παλιά ιδέα της αντλίας Θερμότητας. Η πείρα που αποκτήθηκε κατά την δεκαετία 1950 - 1960 οδήγησε στην αντιμετώπιση των διαφόρων προβλημάτων κατασκευής τους.

Ένας ανασχεδιασμένος συμπιεστής έκανε τις αντλίες Θερμότητας ασυναγώνιστες στην αξιοπιστία της απόδοσης και στην οικονομική λειτουργία τους.

2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το όνομά τους δημιουργεί την εντύπωση ότι η αντλία Θερμότητας είναι μόνο σύστημα θέρμανσης. Στην πραγματικότητα όμως είναι και ένα εξαιρετο σύστημα ψύξης. Το σύστημα παίρνει το όνομά του από το γεγονός ότι μετακινεί, «αντλεί», Θερμότητα από μια χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μια υψηλότερη στάθμη θερμοκρασίας.

Σαν συμπέρασμα, που θα δείξουμε στις επόμενες παραγράφους, μπορούμε να πούμε ότι η αντλία Θερμότητας μπορεί να πετύχει ιδανικές συνθήκες θέρμανσης με πραγματικά χαμηλό κόστος ενέργειας. Το πλεονέκτημα της το αντλεί από το γεγονός ότι κατά την διάρκεια του χειμώνα χρησιμοποιεί ποσά Θερμότητας από τον εξωτερικό (ψυχρό) αέρα τα οποία μεταφέρει και θερμαίνει τον χώρο που θέλουμε.

Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, το σύστημα αντιστρέφεται και έτσι ποσά Θερμότητας μεταφέρονται από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου στο εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι η συσκευή ατμοποιητής (evaporator) και ο συμπυκνωτής (condenser) αλλάζουν θέση σε κάθε εποχή.

Ένα άλλο πράγμα που έχει μεγάλη σημασία είναι το γεγονός ότι όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και του εξωτερικού χώρου τόσο ο βαθμός απόδοσης (δηλ. η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε σχέση με το απολαμβανόμενο ποσό Θερμότητας) βελτιώνεται σημαντικά.

Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για την χώρα μας για τους εξής λόγους:

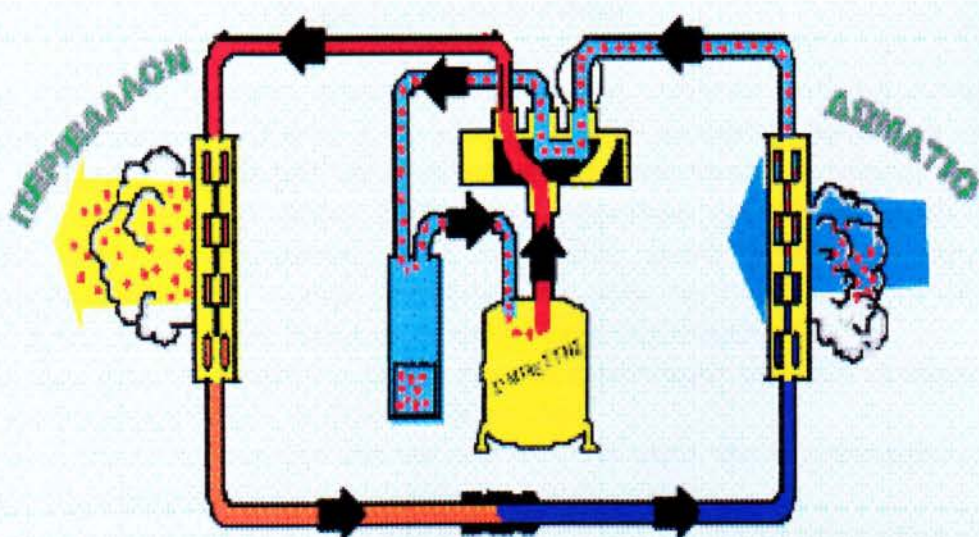
1. Λόγω του ήπιου χειμερινού κλίματος με τις υψηλές σχετικά θερμοκρασίες εξωτερικού χώρου

2. Λόγω της δυνατότητας που έχουμε να χρησιμοποιούμε επιβληθητικά στην αντλία θερμότητας την ηλιακή θερμότητα που άφθονα διαθέτουμε κατά την διάρκεια του χειμώνα.
3. Την χρήση γεωθερμίας. Όπως είναι γνωστό η θερμοκρασία του εδάφους σε μεγαλύτερο των 2 m διατηρείται σταθερά, κατά την περίοδο του έτους (13°C - 15°C)

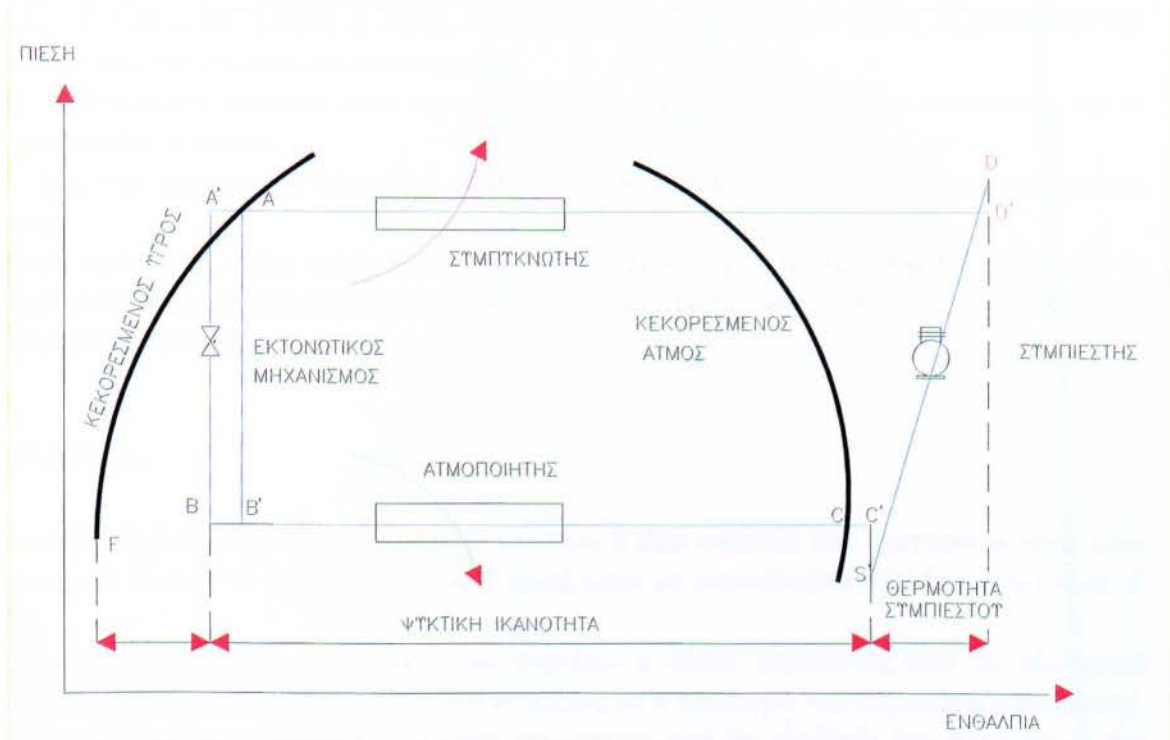
ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ - ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο ψυκτικός κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:

1. Απορρόφηση θερμότητας κατά την ατμοποίηση του υγρού ψυκτικού μέσου.
2. Συμπύεση του αερίου ψυκτικού μέσου και μετατροπή του σε υψηλής πίεσης - υψηλής θερμοκρασίας αέριο.
3. Απόδοση θερμότητας κατά την συμπύκνωση του αερίου ψυκτικού μέσου.
4. Ελάττωση της πίεσης του υγρού ψυκτικού μέσου στο επίπεδο ατμοποίησης του και επανάληψη του κύκλου



Σχήμα 1 Διάγραμμα Αερόψυκτης Αντλίας Θερμότητας



Σχήμα 2 Ψυκτικός Κύκλος

Η είσοδος του υγρού ψυκτικού μέσου στον ατμοποιητή ελέγχεται από ένα αυτόματο θερμοεκτονωτικό μηχανισμό (Σχήμα 2 και 6) που καλείται εκτονωτική βαλβίδα, η οποία ελαττώνει την πίεση του υγρού από την πίεση υγροποίησης στην πίεση ατμοποίησης.

Η ελάττωση της πίεσης του υγρού βοηθά στην ατμοποίηση του σε χαμηλή σχετικά θερμοκρασία. Κατά την ατμοποίηση, ποσά θερμότητας κινούνται από τον αέρα, ή οποιαδήποτε άλλη ουσία που θέλουμε να ψύξουμε, και μέσω της επιφάνειας ατμοποίησης προσδίδονται στο υγρό το οποίο βρίσκεται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία.

Το ψυκτικό υγρό κατά την κίνησή του από το στοιχείο ατμοποίησης συνεχίζει να απορροφά «λανθάνουσα θερμότητα» μέχρι να ατμοποιηθεί εντελώς.

Κατά την φάση της «αναρρόφησης» από τον συμπιεστή, το αέριο που έχει παραχθεί μέσω της γραμμής αναρρόφησης οδηγείται στον κύλινδρο του συμπιεστή.

Η προς τα κάτω κίνηση του εμβόλου προκαλεί την πλήρωση του κυλίνδρου με αέριο. Στην συνέχεια το έμβολο κινούμενο προς τα πάνω συμπιέζει το αέριο και αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία του.

Το ήδη συμπιεσμένο αέριο οδηγείται στον επόμενο κύλινδρο. Η δε νέα συμπίεση βοηθά το «καυτό» αέριο να φθάσει στο συμπυκνωτή.

Όταν το αέριο εισέλθει στο συμπυκνωτή μεταφέρεται θερμότητα από το «καυτό αέριο» στο μέσο συμπύκνωσης (αέρας ή νερό), έτσι ψύχεται το συμπιεσμένο αέριο, υγροποιείται και συγκεντρώνεται στο δοχείο αποθήκευσης.

Το υγροποιημένο ψυκτικό μέσο της γραμμής υγρού φθάνει στη βαλβίδα εκτόνωσης για να επαναληφθεί ο κύκλος.

Ο θερμικός κύκλος (αντίστροφος κύκλος) περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με τον ψυκτικό κύκλο.

Στην περίπτωση όμως αυτή το εσωτερικό στοιχείο εργάζεται ως συμπυκνωτής και το εξωτερικό στοιχείο σαν ατμοποιητής. Η αντιστροφή από τον ψυκτικό κύκλο γίνεται από την τετράοδο βαλβίδα (Σχήμα 1).

ΑΠΟΨΥΞΗ

Η αντλία θερμότητας εργάζεται ακόμη και όταν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι κάτω από τους 0°C . Οι σημερινές Α.Θ εργάζονται με ικανοποιητική απόδοση και στους -5°C .

Στις συνθήκες αυτές ο υδρατμός που περιέχει ο αέρας περνώντας από το εξωτερικό στοιχείο δημιουργεί στρώμα πάγου. Όταν αυξάνεται η ποσότητα του δημιουργημένου πάγου, τόσο ελαττώνεται η παροχή του αέρα που περνά από το στοιχείο και αυτό χάνει την απόδοσή του. Επίσης ο πάγος εμποδίζει και την μετάδοση θερμότητας.

Η πιο παλιά μέθοδος απόψυξης χρησιμοποιεί ηλεκτρικές αντιστάσεις για να λειώσουν τον πάγο. Αλλά η πιο γνωστή μέθοδος σήμερα είναι με αντιστροφή του κύκλου. Με την μέθοδο αυτή, όταν χρειαστεί απόψυξη, ενεργοποιείται η τετράοδος βαλβίδα και θέτει το σύστημα στον ψυκτικό κύκλο, οπότε το «καυτό» αέριο οδηγείται στο εξωτερικό στοιχείο και λιώνει τον πάγο.

Κατά την απόψυξη ο εξωτερικός ανεμιστήρας σταματά. Με τον τρόπο αυτό έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας και τούτο γιατί εάν ο ανεμιστήρας συνέχιζε να παρέχει παγωμένο αέρα, ο συμπιεστής θα είχε όχι μόνο τα φορτία του πάγου αλλά και τα επιπρόσθετα φορτία του κρύου αέρα.

Τέλος, επειδή κατά την απόψυξη εργάζεται ο ψυκτικός κύκλος, για να μην παρέχεται στον χώρο κρύος αέρας, ενεργοποιούνται ηλεκτρικές αντιστάσεις.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Ένα από τα πλεονεκτήματα που έκανε τις αντλίες θερμότητας ασυναγώνιστες είναι ο πολύ καλός βαθμός συμπεριφοράς που έχουν.

Συντελεστή συμπεριφοράς (COP) σε μια αντλία θερμότητας ονομάζουμε το πηλίκο της ισχύος εξόδου (κέρδος) δια της ισχύος εισόδου (κατανάλωσης).

Ισχύς εξόδου είναι η ολική θερμική ικανότητα που μας δίνει ο συμπυκνωτής και είναι προφανώς μεγαλύτερη από την ψυκτική ικανότητα (Σχήμα 2 το D' A'). Ισχύς εισόδου είναι η ισχύς του συμπιεστού.

$$COP = \frac{D' A'}{S' D'} = \frac{B' S' + S' D'}{S' D'} = \frac{\PsiΥΚΤ. ΙΚΑΝ. + ΙΣΧΥΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ}{ΙΣΧΥΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ}$$

Ο συντελεστής COP κυμαίνεται από 2,5 έως 5 ανάλογα την τεχνολογία.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

- **Ενθαλπία** σε ένα υγρό είναι το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας και της εξωτερικής ενέργειας η έργου που απαιτείται για την φάση του υγρού.
- **Θερμική Μηχανή** ονομάζεται οποιαδήποτε διάταξη που μετατρέπει μέρος της θερμότητας σε μηχανική ενέργεια.
- **Ψυκτική Μηχανή** ονομάζεται οποιαδήποτε διάταξη που παίρνει θερμότητα από ψυχρή δεξαμενή και την αποδίδει σε θερμή δεξαμενή
- **Ενεργό υλικό της μηχανής** ονομάζεται η ποσότητα της ύλης στο εσωτερικό της μηχανής που υποβάλλεται σε "προσθήκη" και "απαγωγή" θερμότητας σε εκτόνωση και συμπίεση και μερικές φορές σε αλλαγή φάσης .
- Το απλούστερο είδος μηχανής είναι εκείνο, στο οποίο το ενεργό υλικό υποβάλλεται σε μια **κυκλική μεταβολή** δηλαδή μια σειρά μεταβολών που τελικά επαναφέρουν το υλικό στην αρχική του κατάσταση.
Όταν ένα σύστημα υπόκειται σε μια κυκλική μεταβολή η αρχική του εσωτερική (θερμοδυναμική) ενεργεία (U_1) είναι ίση με την τελική (U_2) . Σε οποιαδήποτε κυκλική μεταβολή το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα απαιτεί να ισχύει.

$$U_1 - U_2 = \Delta U = 0 = Q - W \text{ άρα } Q = W \quad (1) \text{ όπου}$$

U_1 = αρχική εσωτερική ενέργεια

U_2 = τελική εσωτερική ενέργεια

Q = το προσφερόμενο ποσό θερμότητας

W = το παραγόμενο έργο στο περιβάλλον

Δηλαδή το τελικό πόσο θερμότητας που αξιοποιείται από μια μηχανή σε μια κυκλική μεταβολή είναι ίσο προς το τελικό έργο, που παράγεται από την μηχανή (Αρχή διατήρησης ενέργειας).

- **Εσωτερική Ενέργεια - 1ο Θερμοδυναμικό αξίωμα**

Εσωτερική ενέργεια ονομάζουμε το άθροισμα των κινητικών και δυναμικών ενεργειών των σωματιδίων που αποτελούν το σύστημα (συμβολισμός U)

Εάν ένα σύστημα έχει εσωτερική ενέργεια U_1 και αλλάξουμε την εσωτερική του ενέργεια σε μια τελική U_2 προσφέροντας ποσό θερμότητας Q η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας συμβολίζεται με $\Delta U = U_2 - U_1$

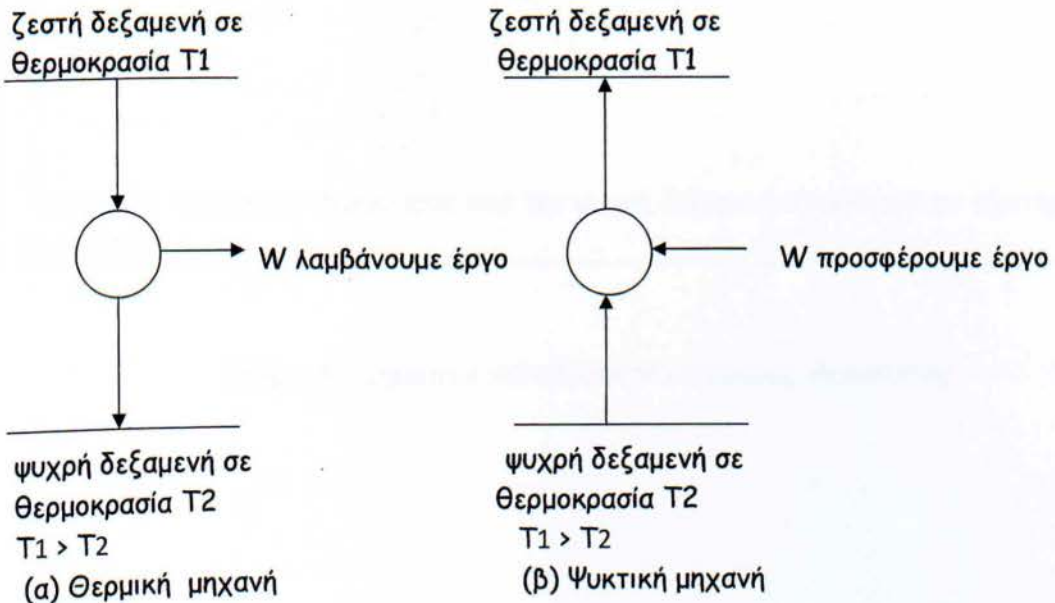
Ισχύει $Q = \Delta U = U_2 - U_1$

Όταν όμως παράγεται έργο W ισχύει η σχέση (2)

$$U_1 - U_2 = \Delta U = Q - W \quad (2)$$

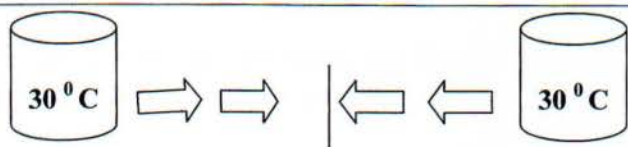
- 2ο Θερμοδυναμικό αξίωμα

- Δεν υπάρχει σύστημα που υφίσταται μεταβολή κατά την οποία απορροφά θερμότητα από μια δεξαμενή σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία την μετατρέπει εξ ολοκλήρου σε μηχανικό έργο και καταλήγει στη ίδια αρχική του κατάσταση.
- Είναι συνεπώς αδύνατο οποιαδήποτε μεταβολή να έχει σαν αποκλειστικό αποτέλεσμα την μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρότερο σώμα σε ένα θερμότερο.

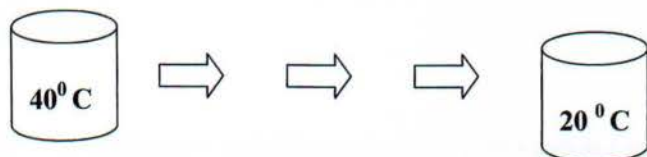


Σχήμα.3 (α) Θερμική μηχανή και (β) Ψυκτική μηχανή

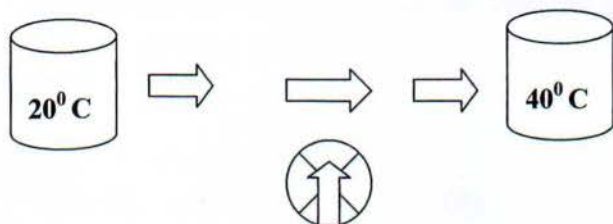
Παράδειγμα 6



Σχήμα 4α Οι δεξαμενές έχουν ίδια θερμοκρασία. Δεν μεταφέρεται θερμότητα



Σχήμα 4β Μεταφορά θερμότητας από την θερμή δεξαμενή στην ψυχρή δεξαμενή



Σχήμα 4γ Μεταφορά θερμότητας από την ψυχρή δεξαμενή στην θερμή με εξωτερική παρέμβαση

Σχήμα 4 Σχηματικά παραδείγματα μεταφοράς θερμότητας

Εφαρμόζοντας τον 1ο Νόμο της Θερμοδυναμικής πρέπει το άθροισμα των ενεργειών που λαμβάνει το σύστημα να είναι ίσο με την ενέργεια που αποδίδει

$$Q_L + W = Q_H \quad (3)$$

Όπου

Q_L : Η ενέργεια που απορροφά από το περιβάλλον το ψυκτικό μέσο για να ατμοποιηθεί - (δωρεάν).

W : Η ενέργεια - συνήθως ηλεκτρική που απορροφά ο συμπιεστής για να λειτουργήσει - (την πληρώνουμε).

Q_H : Η ενέργεια που αποδίδει το ψυκτικό υγρό για να υγραποιηθεί.

Προφανώς

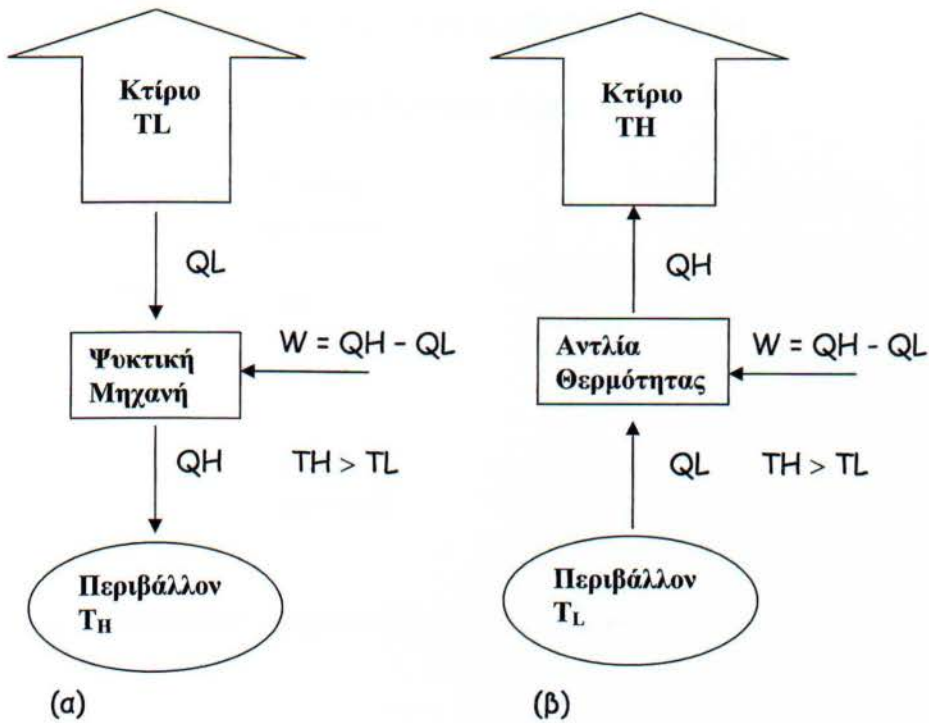
$$Q_H > Q_L \quad \text{και} \quad Q_H > W \quad (4)$$

Η σχέση 3 μας δείχνει ότι κάθε ψυκτικός κύκλος μπορεί να εργαστεί είτε σαν ψυκτικό είτε σαν αντλία θερμότητας.

Το ψυκτικό συγκρότημα απορροφά θερμότητα Q_L από περιβάλλον χαμηλής θερμοκρασίας και το αποδίδει σε περιβάλλον υψηλής θερμοκρασίας.

Συνεπώς στο ψυκτικό μηχάνημα ο ατμοποιητής που απορροφά θερμότητα βρίσκεται μέσα στον χώρο που θέλουμε να ψύξουμε ενώ στην αντλία θερμότητας ο συμπυκνωτής βρίσκεται μέσα στον χώρο και αποδίδει θερμότητα.

Στο σχήμα φαίνονται σχηματικά οι λειτουργίες των κύκλων.



Σχήμα 5 Ψυκτικός κύκλος (α) Θερμικός κύκλος (β)

Ο βαθμός συμπεριφοράς των δυο συστημάτων είναι

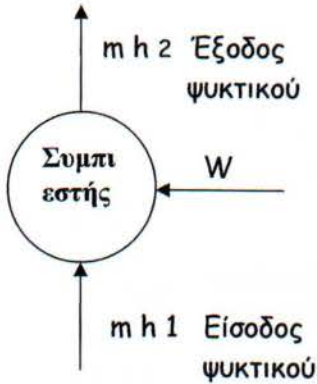
$$COP = \frac{\text{Αποδοσόμενη ενέργεια}}{\text{Καταναλισκόμενη ενέργεια}}$$

$$\text{Ψυκτικός κύκλος} = COP_c = \frac{Q_L}{W} > 1, (Q_L > W) \quad (5)$$

$$\text{Θερμικός κύκλος} = COP_h = \frac{Q_H}{W} = \frac{Q_L + W}{W} = 1 + \frac{Q_L}{W} > 1 \quad (6)$$

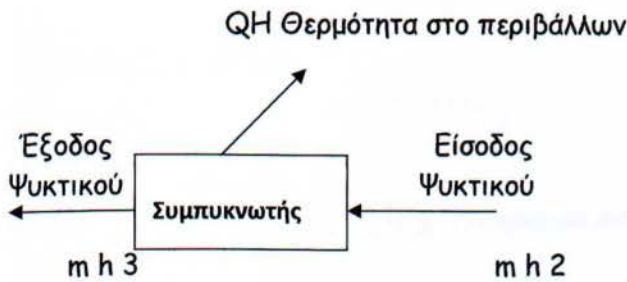
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΣΧΕΧΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- Συμπιεστής - Συμπύεση Ψυκτικού Μέσου



$$m \cdot h_1 + w = m h_2 \Rightarrow W = m (h_2 - h_1) \quad (7)$$

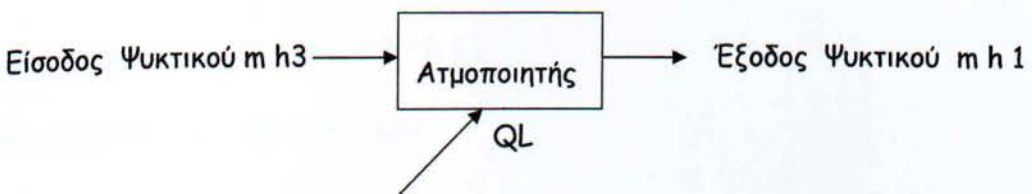
- Συμπυκνωτής - Υγροποίηση Ψυκτικού Μέσου



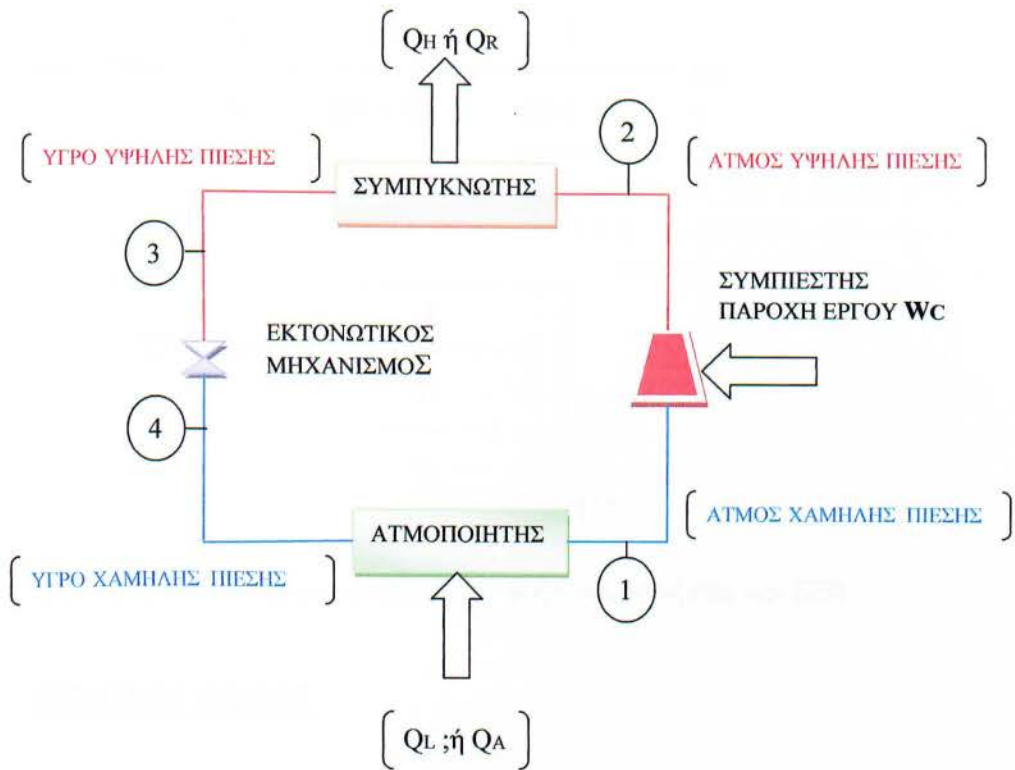
$$m \cdot h_2 = m h_3 + Q_H \Rightarrow Q_H = m (h_2 - h_3) \quad (8)$$

Εκτονωτική βαλβίδα - Δεν παράγεται έργο ούτε απορροφάται η αποδίδεται θερμότητα (πέφτει η πίεση)

Ατμοποιητής - ατμοποίηση του ψυκτικού μέσου



$$m \cdot h_3 + Q_L = m h_1 \Rightarrow Q_L = m (h_1 - h_3) \quad (9)$$



Σχήμα 6 Διάγραμμα αντλίας θερμότητας

Συμπιεστής	$W = m (h_1 - h_2)$
Συμπυκνωτής	$Q_H = m (h_2 - h_3)$
Εκτονωτική	$Q_E = 0 \Rightarrow h_3 = h_4$
Ατμοποιητής	$Q_L = m (h_3 - h_1)$
Ολική ενέργεια	$Q_L + W = Q_H$

ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

$$K_{\psi} = COP_{\psi} = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1} \quad \text{και}$$

$$COP_{\psi} \max (EER) = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1}$$

(10)

Ο βαθμός αποτελεσματικότητας στην ψύξη συμβολίζεται και EER

ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

$$K_{\theta} = COP_{\theta} = \frac{Q_H}{W} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}} \quad \text{και}$$

$$COP_{\theta} (\max) = \frac{1}{1 - \frac{T_L}{T_H}}$$

(11)

ΕΚΛΟΓΗ ΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι κλιματολογικές συνθήκες έχουν μεγάλη σημασία στην επιλογή του τύπου και του μεγέθους μιας αντλίας θερμότητας.

Υπάρχουν δύο τύποι αερόψυκτων αντλιών θερμότητας.

1. Αυτόνομη μονάδα αντλίας θερμότητας (PACKAGED UNIT HEAT PUMP)

Στον τύπο αυτό όλα τα στοιχεία της μονάδας (συμπιεστής, ατμοποιητής, συμπυκνωτής, ανεμιστήρες και αυτοματισμοί) βρίσκονται εντός ενιαίου κελύφους και τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον.

2. Διαιρούμενου τύπου αντλία θερμότητας (SPLIT UNIT HEAT PUMP)

Αποτελείται από το εξωτερικό τμήμα όπου βρίσκονται το στοιχείο (ατμοποιητής - συμπυκνωτής), ο ανεμιστήρας, ο συμπιεστής και οι αυτοματισμοί.

Στο εσωτερικό τμήμα βρίσκονται το στοιχείο (συμπυκνωτής - ατμοποιητής), και ο ανεμιστήρας.

Στην αυτόνομη μονάδα (PACKAGED UNIT) το «εσωτερικό» στοιχείο βρίσκεται στο περιβάλλον και προφανώς ο COP, συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο σε διαιρούμενη μονάδα (SPLIT), είναι μικρότερος. Για τον λόγο αυτό, στις βόρειες περιοχές, όπου η θερμοκρασία τον χειμώνα είναι πολύ χαμηλή, συνίσταται η χρησιμοποίηση συστημάτων διαιρούμενου τύπου.

Η επιλογή του μεγέθους γίνεται συνήθως (και ιδιαίτερα στα μεσογειακά κλίματα) με βάση το ψυκτικό φορτίο.

Για την κάλυψη του θερμικού φορτίου ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- Σχεδιάζουμε σε άξονες εξωτερική θερμοκρασία (°C) -θερμική απόδοση (kW), το διάγραμμα απόδοσης της αντλίας θερμότητας και τις θερμικές απώλειες.
- Το σημείο τομής των δύο καμπυλών ορίζει το «σημείο ισορροπίας» (χειμώνας) όπου η απόδοση της αντλίας και οι θερμικές απώλειες είναι ισοσκελισμένες. Για μεγαλύτερες εξωτερικές θερμοκρασίες η αντλία θερμότητας αποδίδει περισσότερη θερμότητα, ενώ για χαμηλότερες αποδίδει λιγότερο.
- Για τις χαμηλότερες θερμοκρασίες απαιτείται συνεπώς πρόσθετη εξωτερική ενέργεια για την κάλυψη των θερμικών αναγκών (π.χ αντιστάσεις, μικρός λέβητας κ.λ.π για την συμπλήρωση της θέρμανσης).

Εάν η επιλογή του μεγέθους γίνει με βάση το θερμικό φορτίο θα εκλεγεί μηχάνημα μεγαλύτερο κατά 25 - 40% από εκείνο της προηγούμενης περίπτωσης. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια και μεγαλύτερο αρχικό κόστος εγκατάστασης και μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας.

Όπως ήδη αναφέραμε η εκλογή του μεγέθους της αντλίας θερμότητας γίνεται από το ψυκτικό φορτίο. Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι ο χώρος που θέλουμε να κλιματίσουμε έχει για παράδειγμα:

- Θερμοκρασία θέρους ξηρού θερμομέτρου 35°C
- Ολικό ψυκτικό φορτίο 7.8 kW
- Αισθητικό ψυκτικό φορτίο 5.9 kW
- Θερμοκρασία εισόδου στο στοιχείο 29°C DB και 19°C WB
- Θερμοκρασία χειμώνα 2°C
- Θερμικό φορτίο 8.5 kW

Επιλογή βάση του Ψυκτικού Φορτίου

Από τον πίνακα 1, για εξωτερική θερμοκρασία 35°C η αντλία θερμότητας Α.Θ 1 αποδίδει

Ολικό ψυκτικό φορτίο $TC = 7,9 \text{ kW} > 7,8 \text{ kW}$ (Ολικό φορτίο χώρου)
 Αισθητό ψυκτικό φορτίο $SC = 6,5 \text{ kW} > 5,9 \text{ kW}$ (Αισθητό φορτίο χώρου)
 Απορροφημένη ισχύς $P = 4,2 \text{ kW}$

Καλύπτει τις απαιτήσεις το καλοκαίρι

Πίνακας 1 Ψυκτικές Αποδόσεις Αντλίας Θερμότητας Α.Θ 1

ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ Νο 1			
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΞΘ °C	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	
29	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	8,2
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	6,5
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,0
35	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	7,9
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	6,5
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,2
41	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	7,4
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	6,2
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,4
46	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	6,8
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	5,9
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,6
52	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	6,2
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	5,6
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,7

Από τον πίνακα 3, για την Α.Θ1 που επιλέξαμε, η θερμική απόδοση για εξωτερική θερμοκρασία 2 °C η θερμική απόδοση είναι

$$Q_{\theta} = 6,20 \text{ kW} < 8,5 \text{ kW} \text{ (Θερμικό φορτίο χώρου)}$$

Δεν καλύπτει το ζητούμενο θερμικό φορτίο, συνεπώς απαιτείται πρόσθετη θερμική ενέργεια.

Για να υπολογίσουμε την πρόσθετη ενέργεια, κατασκευάζουμε σε διάγραμμα θερμική ικανότητας kW (άξονας ψ) συναρτήσεως της θερμοκρασίας (άξονας χ) τις καμπύλες αφενός των θερμικών αποδόσεων του μηχανήματος (οι τιμές λαμβάνονται από τον πίνακα 3) και αφετέρου των απωλειών του χώρου (κατά προσέγγιση ευθεία) για τις διάφορες εξωτερικές θερμοκρασίες (Διάγραμμα 1).

Η τομή των δύο γραμμών μας δίνει το σημείο «ισορροπίας» δηλαδή την εξωτερική θερμοκρασία για την οποία η απώλειες και η απόδοση του μηχανήματος είναι ίσες (στην περίπτωσή μας 6,5°C. Για μεγαλύτερες εξωτερικές θερμοκρασίες η ΑΘ μας ικανοποιεί αλλά για μικρότερες απαιτείται πρόσθετη θερμική ικανότητα.

Από το Διάγραμμα 1 παρατηρούμε ότι, όταν η εξωτερική θερμοκρασία γίνει 0°C θα χρειαστεί πρόσθετη αντίσταση 3kW ενώ για εξωτερική θερμοκρασία - 6 °C απαιτείται αντίσταση 4,5 kW.

Τοποθετούμε τριφασική αντίσταση 3 βημάτων που ελέγχεται από εξωτερικό θερμοστάτη.

Για την Αθήνα που κάτω των 6,5 °C και μέχρι 0°C εξωτερική θερμοκρασία υπολογίζεται ότι έχουμε περίπου 150 ώρες η λύση αυτή είναι αποδεκτή.

Επιλογή βάση του Θερμικού Φορτίου

Από τον πίνακα 3 για εξωτερική θερμοκρασία 2 °C η Α.Θ 2 αποδίδει

$$Q_{\theta} = 8,50 \text{ kW} = 8.5 \text{ kW} \text{ (Θερμικό φορτίο χώρου)} \text{ καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης.}$$

Στην περίπτωση αυτή το σημείο «ισορροπίας» της Α.Θ 2 και των απωλειών του χώρου συμπίπτει.

Από τον πίνακα 1, για εξωτερική θερμοκρασία 35°C η αντλία θερμότητας Α.Θ 2 αποδίδει

Ολικό ψυκτικό φορτίο	$T_C = 11,20 \text{ kW} > 7,8 \text{ kW}$ (Ολικό φορτίο χώρου)
Αισθητό ψυκτικό φορτίο	$S_C = 8,80 \text{ kW} > 5,9 \text{ kW}$ (Αισθητό φορτίο χώρου)
Απορροφημένη ισχύς	$P = 5,10 \text{ kW}$

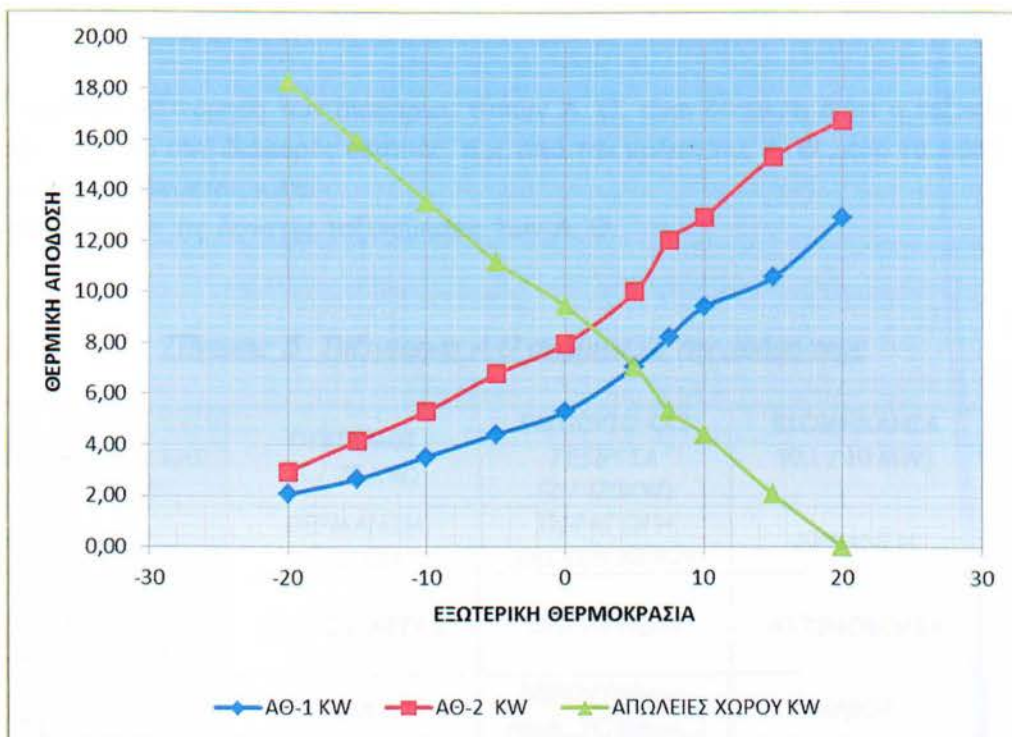
Καλύπτει τις απαιτήσεις το καλοκαίρι .

Πίνακας 2 Ψυκτικές Αποδόσεις Αντλίας Θερμότητας Α.Θ 2

ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ Νο 2			
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΞΘ °C	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	
29	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	11,8
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	8,8
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	4,8
35	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	11,2
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	8,8
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	5,1
41	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	10,3
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	8,5
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	5,3
46	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	9,7
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	8,2
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	5,4
52	ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	TC (kW)	8,8
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	SHC (kW)	8,2
	ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	P (kW)	5,6

Πίνακας 3 Θερμικές Αποδόσεις Αντλιών Θερμότητας Α.Θ 1 & Α.Θ 2 & Χώρου

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΘ-1 KW	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΘ-2 KW	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ KW
-20	2,06	2,94	18,24
-15	2,65	4,12	15,88
-10	3,53	5,29	13,53
-5	4,41	6,76	11,18
0	5,29	7,94	9,41
2	6,2	8,5	8,5
5	7,06	10,00	7,06
7,5	8,24	12,06	5,29
10	9,41	12,94	4,41
15	10,59	15,29	2,06
20	12,94	16,76	0,00



Διάγραμμα 1 Θερμικές Απόδοσεις Αντλιών Θερμότητας Α.Θ 1 & Α.Θ 2 & Χώρου

Στον πίνακα 4 συγκρίνονται τα μεγέθη των δύο Α.Θ.

Όπως παρατηρούμε η επιλογή της Α.Θ σύμφωνα με το θερμικό φορτίο συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενεργειακή (κατά 21%) και κατασκευαστική (μεγαλύτερο δίκτυο αεραγωγών 10%).

Η τελική επιλογή ανήκει στον μελετητή όμως συνιστάται στα ήπια και θερμά κλίματα η επιλογή να πραγματοποιείται με βάση τα ψυκτικά φορτία.

Πίνακας 4 Σύγκριση των μεγεθών των Αντλιών Θερμότητας Α.Θ 1 & Α.Θ 2

	A.Θ 1	A.Θ 2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ
ΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	7,9 kW	11,2 kW	+42%
ΑΙΣΘΗΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	6,5 kW	8,8 kW	+35%
ΙΣΧΥΣ	4,2 kW	4,10 kW	+21%
ΠΑΡΟΧΗ	590	650	+10%

ΕΙΔΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Μια συστηματική ταξινόμηση των διαφόρων τύπων Α. Θ. είναι δύσκολη διότι η ταξινόμηση αυτή μπορεί να γίνει από διάφορες σκοπιές, π.χ. από την χρήση της Α. Θ., από το είδος της πηγής που εκμεταλλεύεται, κ.λπ.

Στον πίνακα δίνουμε τις δυνατές ταξινομήσεις των Α. Θ.

Πίνακας 5 Ταξινόμηση Α.Θ ανάλογα με την χρήση τους

ΕΙΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΟΙΚΙΣΜΟΙ (1 / 70 KW)	ΕΜΠΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ (2 / 120KW)	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ (0,1 / 10 MW)
ΧΡΗΣΗ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	ΞΗΡΑΝΣΗ
ΕΙΔΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
ΠΗΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ (Υπόγειο, Λίμνη...) (Πόσιμο...)	ΗΛΙΟΣ
ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Α. Θ.	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΔΙΕΣΕΛ	ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΤΟΡΡΟΦΗΣΕΩΣ

Στις Η.Π.Α. συνηθίζουν να ταξινομούν τις Α. Θ. από το είδος της πηγής που αντλείται η θερμότητα και από τον τύπο που αποβάλλεται η θερμότητα.

Την ταξινόμηση αυτή υιοθέτησαν και οι Γερμανικοί κανονισμοί DIN 8900 Μέρος 1, οι οποίοι σήμερα βρίσκονται στο στάδιο της επεξεργασίας. Σε αντίθεση όμως με τις Η.Π.Α. γίνεται επιπλέον διάκριση μεταξύ των όρων.

- ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT PUMP): Καλύπτει μόνο το μηχάνημα.
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT PUMP PLANT), στο οποίο εκτός από την Α. Θ. εξετάζεται και η πηγή από την οποία αντλείται η θερμότητα.

Αυτή η διάκριση είναι αναγκαία διότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου η θερμότητα που αντλείται από την πηγή θερμότητας μεταφέρεται στην κύρια πλευρά της Α. Θ. (ατμοποιητής) με την βοήθεια κυκλώματος, τον ψυχρό μεταφορέα.

Με τις υποδιαίρεσεις που αναφέραμε φτάνουμε στις ταξινομήσεις που δείχνουμε στον (πίνακα 6).

Πίνακας 6 Ταξινόμηση Α.Θ ανάλογα με την Πηγή Θερμότητας

ΠΗΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΨΥΧΡΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ	ΘΕΡΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ	ΤΥΠΟΣ Α. Θ.	ΤΥΠΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕ ΩΣ Α. Θ.
ΝΕΡΟ		ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΝΕΡΟ/ΝΕΡΟ	ΝΕΡΟ/ΝΕΡΟ
ΝΕΡΟ		ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ/ΑΕΡΑ	ΝΕΡΟ/ΑΕΡΑ
ΑΕΡΑΣ		ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΕΡΑ/ΝΕΡΟ	ΑΕΡΑ/ΝΕΡΟ
ΑΕΡΑΣ		ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΑΕΡΑ/ΑΕΡΑ	ΑΕΡΑ/ΑΕΡΑ
ΑΕΡΑΣ	ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΛΜΗ/ΝΕΡΟ	ΑΕΡΑ/ΝΕΡΟ
ΑΕΡΑΣ	ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΑΛΜΗ/ΑΕΡΑ	ΑΕΡΑ/ΝΕΡΟ
ΕΔΑΦΟΣ		ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΕΔΑΦΟΣ/ΝΕΡΟ	ΕΔΑΦΟΣ/ΝΕΡΟ
ΕΔΑΦΟΣ		ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΕΔΑΦΟΣ/ΑΕΡΑ	ΕΔΑΦΟΣ/ΑΕΡΑ
ΕΔΑΦΟΣ	ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΛΜΗ/ΝΕΡΟ	ΕΔΑΦΟΣ/ΝΕΡΟ
ΕΔΑΦΟΣ	ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΑΛΜΗ/ΑΕΡΑ	ΕΔΑΦΟΣ/ΑΕΡΑ
ΗΛΙΟΣ	ΝΕΡΟ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΝΕΡΟ/ΝΕΡΟ	ΗΛΙΟΣ/ΝΕΡΟ
ΗΛΙΟΣ	ΝΕΡΟ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ/ΑΕΡΑ	ΗΛΙΟΣ/ΑΕΡΑ
ΗΛΙΟΣ	ΑΕΡΑ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΕΡΑ/ΝΕΡΟ	ΗΛΙΟΣ/ΝΕΡΟ
ΗΛΙΟΣ	ΑΕΡΑ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΑΕΡΑ/ΑΕΡΑ	ΗΛΙΟΣ/ΑΕΡΑ
ΗΛΙΟΣ	ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	ΑΛΜΗ/ΝΕΡΟ	ΗΛΙΟΣ/ΝΕΡΟ
ΗΛΙΟΣ	ΑΛΜΗ	ΖΕΣΤΟΣ ΑΕΡΑΣ	ΑΛΜΗ/ΑΕΡΑ	ΗΛΙΟΣ/ΑΕΡΑ

Η πείρα έδειξε ότι οι Α. Θ. νερό/νερό είναι ένα σύστημα χωρίς πολλά προβλήματα. Οι δυσκολίες που υπάρχουν στην σύνδεση με νερό φτωχής ποιότητας (περιέχει σίδηρο πάνω από 0,2 MG), από την απόθεση αλάτων ή την διάβρωση, αντιμετωπίζονται με την σημερινή τεχνολογική εξέλιξη.

Στην Ευρώπη σήμερα και μάλιστα σε χώρες ψυχρές (Γερμανία, Ολλανδία κ.λπ.) χρησιμοποιούνται Α. Θ. από το 1974 με εξαιρετική επιτυχία.

Οι εγκαταστάσεις αυτές έδωσαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν χρειάστηκε πρόσθετη θέρμανση (π.χ. από ηλεκτρικές αντιστάσεις, λέβητα.)
- Επικράτησε η χρήση του ενδοδαπέδιου συστήματος ,και στην συνέχεια ψύξη θέρμανση επιφανειών, επιτυγχάνοντας δύο μεγάλα ενεργειακά πλεονεκτήματα αφ ενός την χρήση της Α.Θ και σαν ψυκτικό και αφ ετέρου κέρδος από την νυχτερινή συσσώρευση. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι στην πατρίδα μας, που η θερμοκρασία το καλοκαίρι ξεπερνά τους 35°C ενώ ο χειμώνας είναι σχετικά ήπιος, οι Α. Θ. θα πρέπει να λειτουργούν και σε ψύξη και σε θέρμανση.
- Ο βαθμός συμπεριφοράς (COP) κυμάνθηκε μεταξύ 3,2 και 4,5 με αξιοσημείωτη οικονομία ενέργειας (της τάξης του 20 με 35%) έναντι του λέβητα στην περίοδο θέρμανσης.

Στον πίνακα 7 φαίνονται οι μέσες τιμές των βαθμών συμπεριφοράς (ψύξη ή θέρμανση) για αερόψυκτες και υδρόψυκτες Α.Θ.

Στους (πίνακες 8,9,10 και 11) φαίνονται οι αποδόσεις διαφόρων τύπων αντλιών θερμότητας.

Παρατηρούμε ότι για τις αερόψυκτες αντλίες ο βαθμός αποτελεσματικότητας είναι

Πίνακας 7 Βαθμός συμπεριφοράς σε Ψύξη και Θέρμανση διαφόρων τύπων Α.Θ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΨΥΞΗ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ	EER = 2.8	COP =2.9
ΥΔΡΟΨΥΚΤΕΣ	EER = 3.5	COP = 3.2

Για τις υδρόψυκτες Α.Θ έχουμε συνεπώς για την περίοδο ψύξης οικονομία της τάξης των 25 % και για την θέρμανση της τάξης του 10 %.

Πίνακας Β Αποδόσεις Α. Θ. Αέρος/νερού (αερόψυκτη) της εταιρείας LENNOX

LENNOX ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ					
ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΞΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΞΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
kW	EER	kW	kW	COP	kW
8,84	2,86	3,09	8,96	2,66	3,37
11,2	2,96	3,78	11	2,47	4,45
13,4	2,72	4,93	13,1	2,48	5,28
17,4	2,74	6,35	17,4	2,55	6,82
19,4	2,72	7,13	19,8	2,56	7,73
22,1	2,9	7,62	23,6	3	7,87
25,9	2,85	9,09	27,6	3	9,20
32	2,86	11,19	33,6	3	11,20
37,6	2,81	13,38	37,8	2,91	12,99
44,1	2,9	15,21	47,8	3	15,93
50,7	2,79	18,17	54,7	2,94	18,61
63,4	2,83	22,40	68	3	22,67
75,4	2,82	26,74	75,7	2,92	25,92
88,2	2,83	31,17	95	3,05	31,15
102	2,9	35,17	108	3	36,00
112	2,79	40,14	118	3	39,33
126	2,86	44,06	130	2,92	44,52
139	2,87	48,43	143	2,97	48,15
149	2,76	53,99	159	3	53,00
174	2,9	60,00	180	2,95	61,02
191	2,75	69,45	219	3,21	68,22
215	2,54	84,65	252	3,13	80,51
271	2,79	97,13	312	3,2	97,50
295	2,65	111,32	346	3,13	110,54

Πίνακας 9 Αποδόσεις Α. Θ. αέρος /νερού (αερόψυκτη) της εταιρείας CARRIER

CARRIER ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ					
ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
kW	EER	kW	kW	COP	
6,3	2,49	2,53	7,5	2,56	2,93
7,2	2,47	2,91	8,5	2,51	3,39
9,5	2,93	3,24	9,9	2,67	3,71
11,4	2,53	4,51	11,4	2,28	5,01
16,1	3,27	4,92	16,8	3,23	5,2
20,4	3,24	6,3	21,4	3,34	6,41
27	3,13	8,62	29,6	3,27	9,04
33	3,35	9,84	33	3,26	10,13
38,4	2,96	12,97	41,6	3,12	13,33
43,7	2,77	15,78	46,4	3,09	15,02
49,9	2,71	18,41	53	3,07	17,26
58,4	2,8	20,86	61	3,08	19,81
63,9	2,77	23,07	69,1	3,1	22,29
73,9	2,63	28,10	77	2,91	26,46
77,7	2,84	27,36	79,2	3,11	25,47
85,8	2,76	31,09	92,3	3,06	30,16
96,2	2,76	34,86	100,3	3,12	32,15
113,2	2,74	41,31	116,2	3,1	37,48
131,6	2,82	46,67	136,9	3,1	44,16
149,7	2,63	56,92	157	3,01	52,16
174	2,90	60	189	3,00	63
189	2,63	72	212	2,86	74
219	2,88	76	229	2,97	77
254	2,57	99	280	2,92	96
278	2,65	105	301	2,74	110
307	2,48	124	333	2,80	119
331	2,63	126	364	2,84	128
366	2,51	146	405	2,74	148
389	2,59	150	442	2,78	159
430	2,61	165	502	2,79	180
465	2,42	192	548	2,73	201

Πίνακας 10 Αποδόσεις Α. Θ. Νερού/νερού (υδρόψυκτη) της εταιρείας **LENNOX**

LENNOX ΥΔΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ					
ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
kW	EER	kW	kW	COP	kW
17,5	3,83	4,57	19,4	3,29	5,90
22,6	3,48	6,49	26	3,21	8,10
32,2	3,48	9,25	37	3,19	11,60
39,3	3,56	11,04	45,2	3,23	13,99
45,9	3,53	13,00	52,4	3,21	16,32
64,9	3,47	18,70	74,4	3,18	23,40
70,7	3,4	20,79	81,9	3,14	26,08
80,1	3,61	22,19	91	3,24	28,09
95,7	3,4	28,15	110	3,13	35,14
103	3,45	29,86	119	3,16	37,66
130	3,53	36,83	147	3,18	46,23
154	3,41	45,16	177	3,12	56,73

Πίνακας 11 Αποδόσεις Γεωθερμικής Α. Θ. (υδρόψυκτη) της εταιρείας **AERMEC**

AERMEC ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ					
ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
kW	EER	kW	kW	COP	kW
6,3	4,01	1,57	7,7	3,87	1,99
8,1	4,31	1,88	9,5	4,11	2,31
10,4	4,03	2,58	12,5	4,06	3,08
13,4	4,09	3,28	16,3	4,13	3,95
17,7	4,19	4,22	20,9	4,14	5,05
20,2	4,08	4,95	24,1	4,06	5,94
26,9	4,09	6,58	32,6	4,13	7,9
35,3	4,18	8,45	41,9	4,14	10,12
40,3	4,07	9,91	48,2	4,05	11,9

Βασικές εξισώσεις

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΕΡΑ

Αισθητή Ψυκτική Ικανότητα	$Q_s \text{ (kW)} = 1,21 \times \dot{V} \left(\frac{\ell}{s} \right) \cdot \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}$
Λανθάνουσα Ψυκτική Ικανότητα	$Q_L \text{ (kW)} = 3,0 \times \dot{V} \left(\frac{\ell}{s} \right) \times \Delta w \left(\frac{gH_2O}{kg \text{ dryair}} \right)$
Ολική Ψυκτική Ικανότητα	$Q_o \text{ (kW)} = 1,27 \cdot \dot{V} \left(\frac{\ell}{s} \right) \cdot \Delta h \left(\frac{kJ}{kg \text{ dryair}} \right)$
Ολική Ψυκτική Ικανότητα	$Q_o = Q_s + Q_L$

Όπου: \dot{V} = Παροχή αέρα $\frac{\ell}{s}$

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας $^\circ\text{C}$

Δw = Διαφορά λόγου υγρασίας $\frac{gH_2O}{kg \text{ dryair}}$

Δh = Διαφορά ενθαλπίας $\frac{kJ}{kg \text{ dryair}}$

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ

Μεταφορά θερμότητας	$Q \text{ (kW)} = 4190 \times \dot{m} \left(\frac{m^3}{s} \right) \times \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}$
Ισχύς Νερού	$W_p \text{ (kW ή W)} = 0,1020 \cdot \dot{m} \times H \text{ (kPa)} \cdot d \left(\frac{kg}{m^3} \right)$

Όπου: \dot{m} = Παροχή νερού = $\frac{\text{όγκος}}{\text{χρονο}} = \frac{m^3}{s}$

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας $^\circ\text{C}$

H = Μανομετρικό kPa

d = Πυκνότης = $\frac{\text{μάζα}}{\text{όγκος}} = \frac{kg}{m^3}$

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΕΡΑ

Αισθητή Ψυκτική Ικανότητα	$Q_s (BTU/HR) = 1,1 \times \dot{V}(CFM) \cdot \Delta t (^{\circ}F)$
Λανθάνουσα Ψυκτική Ικανότητα	$Q_L (BTU/HR) = 4840 \times \dot{V}(CFM) \times \Delta w \left(\frac{lbH_2O}{lb dryair} \right)$
Ολική Ψυκτική Ικανότητα	$Q_o (BTU/HR) = 4,5 \cdot \dot{V}(CFM) \cdot \Delta h \left(\frac{BTU}{lb dryair} \right)$
Ολική Ψυκτική Ικανότητα	$Q_o = Q_s + Q_L$

Όπου: \dot{V} = Παροχή αέρα (CFM)

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας $^{\circ}F$

Δw = Διαφορά λόγου υγρασίας $\frac{lbH_2O}{lb dryair}$

Δh = Διαφορά ενθαλπίας $\frac{BTU}{lb dryair}$

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ

Μεταφορά θερμότητας	$Q (kW) = 500 \times \dot{m}(gpm) \times \Delta t (^{\circ}F)$
Ισχύς Νερού	$W_p (hp) = \frac{\dot{m} \cdot H \cdot d}{3960}$

Όπου: \dot{m} = Παροχή νερού = $\frac{\text{όγκος}}{\text{χρονο}} = gpm$

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας $^{\circ}F$

H = Μανομετρικό ft wg (feet water gage)

d = Πυκνότης = $\frac{\text{μάζα}}{\text{όγκος}} \cong 1 \frac{lb}{ft^3}$

Γενικά

Το ψυκτικό (κυρίως) αλλά και το θερμικό φορτίο ενός χώρου εξαρτάται από τρεις παράγοντες :

- Εξωτερικά φορτία : Αφορούν τις επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και επηρεάζονται από τον προσανατολισμό και την ηλιακή ακτινοβολία

Προσανατολισμός	Ψυκτικά φορτία	Θερμικά φορτία
Δυτικός	Αυξημένα	Μειωμένα
Ανατολικός	Αυξημένα	Μέτρια
Βορεινός	Μειωμένα	Αυξημένα
Νότιος	Μειωμένα	Αυξημένα

Στον Νότιο προσανατολισμό η ηλιακή ένταση ακτινοβολίας κατά τους μήνες Σεπτέμβριο έως Φεβρουάριο είναι μεγαλύτερη από τους μήνες Μάρτιος έως Αύγουστο. Για τον λόγο αυτό είναι βέλτιστος για Βιοκλιματικά κτίσματα.

- Εσωτερικά Φορτία : Αφορούν όλους τους χώρους και περιλαμβάνουν άτομα, φώτα, διάφορες καταναλώσεις πχ ηλεκτρικές.
- Φορτία Αερισμού : Αφορούν όλους τους χώρους και περιλαμβάνουν τα φορτία νωπού (φρέσκου) αέρα που επιβάλλεται να προστεθούν στον χώρο για την επίτευξη του κατάλληλου αερισμού.

Γενικά

Βασικό κριτήριο για την καλή υγεία αποτελεί για τον άνθρωπο, η **Θερμική άνεση**. Αυτό συμβαίνει επειδή το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε συνεχή ανταλλαγή θερμότητας (με αγωγή και ακτινοβολία) με τις επιφάνειες που το περιβάλλει.

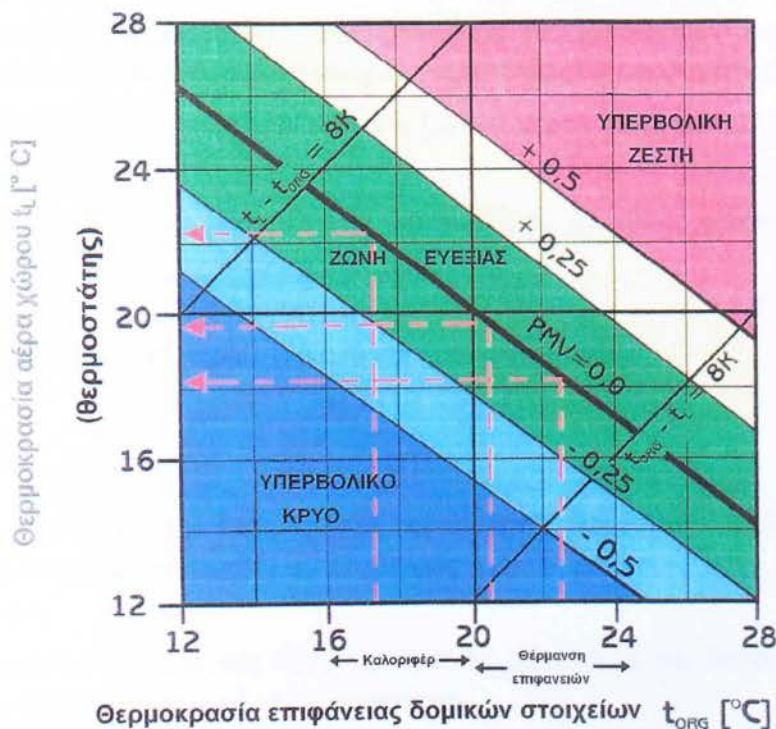
Το πλεονέκτημα του εξεταζόμενου συστήματος είναι ότι δίνει «θερμική ζωή» στο κτήριο.

Αποτελείται από ένα πλέγμα συνθετικών αγωγών που τοποθετούνται στην οροφή - τοίχους - δάπεδο. Μέσα από τους σωλήνες διέρχεται κρύο ή ζεστό νερό, καθιστώντας τις επιφάνειες αυτές ικανές να ανταλλάσσουν και να αποθηκεύουν θερμότητα.

Συγκεκριμένα την θερινή περίοδο απομακρύνει την ανεπιθύμητη θερμότητα, ενώ την χειμερινή περίοδο αποθηκεύει την θερμότητα.

Ο έλεγχος της διαδικασίας αυτής ελέγχεται από έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος λειτουργεί σαν «εγκέφαλος».

Λαμβανομένου υπόψη την καμπύλης ευεξίας του FANGER διάγραμμα 2 την χειμερινή περίοδο παρατηρούμε τα εξής :



Διάγραμμα 2 Καμπύλη ευεξίας του ατόμου κατά Fanger

- Εάν η θερμοκρασία των τοίχων είναι 17,5 °C (σύστημα κεντρικής θέρμανσης), ο θερμοστάτης χώρου πρέπει ρυθμιστεί στους 22° C.
- Εάν η θερμοκρασία των τοίχων είναι 20,5 °C, ο θερμοστάτης χώρου πρέπει ρυθμιστεί στους 20 °C.
- Ενώ για θερμοκρασία τοίχου 22,5 °C (σύστημα θερμαινόμενων επιφανειών) ο θερμοστάτης χώρου μπορεί να ρυθμιστεί στους 17° C.

Συνεπώς ο χώρος ζεσταίνεται με σημαντική οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας.

Έχει υπολογισθεί ότι κάθε βαθμός στον θερμοστάτη ισοδυναμεί με οικονομία 5 % στην κατανάλωση ενέργειας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας παρουσιάσθηκε σ' ένα πρόγραμμα στο Βερολίνο το οποίο προωθήθηκε από την Ε.Ο.Κ. Ένα κτήριο γραφείων μετατράπηκε από σύστημα θέρμανση με αέρα σε σύστημα ψυχόμενης - θερμαινόμενης οροφής με αέρα μόνο για τον εξαερισμό. Η μείωση της ενέργειας για δύο έτη υπολογίσθηκε στο 15%.

Στοιχεία συστήματος

Το σύστημα αποτελείται:

- Από τους τριχοειδείς συλλεκτήριους αγωγούς που τοποθετούνται στην οροφή, τους τοίχους (κάτω από τον σοβά ή μέσα σε γυψοσανίδες) η και στο δάπεδο.
- Από το δίκτυο διανομής του κρύου ή ζεστού νερού που αποτελείται από σωλήνες πολυπροπυλενίου (PP).
- Από το σύστημα παραγωγής ζεστού - κρύου νερού. Συνήθως χρησιμοποιούνται:
 - Λέβητας (πετρελαίου - αερίου) και ψύκτης
 - Αντλία Θερμότητας Νερού - Αέρος
 - Αντλία Θερμότητας Νερού - Νερού και χρήση γεωθερμίας.

Ανάλυση Ψύξης

Το σύστημα επιτυγχάνει την απομάκρυνση της αισθητής θερμότητας κυρίως με συναγωγή και δευτερευόντως με ακτινοβολία. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει στην οροφή, ψύχεται, κατεβαίνει κ.ο.κ.

Η απομάκρυνση της λανθάνουσας θερμότητας επιτυγχάνεται με την βοήθεια κλιματιστικών μονάδων (κεντρικών η τοπικών) ή αφυγρανητήρων.

Η αποφυγή της ανεπιθύμητης υγραποίησης στις ψυχόμενες επιφάνειες γίνεται με τον έλεγχο της θερμοκρασίας τους. Σύστημα αυτοματισμού ρυθμίζει την θερμοκρασία των επιφανειών ώστε να είναι μικρότερη του «Σημείου Δρόσου» του αέρα.

Ανάλυση Θέρμανσης

Η θέρμανση του χώρου επιτυγχάνεται κυρίως με ακτινοβολία και δευτερευόντως με συναγωγή.

Ακτινοβολία είναι η ενέργεια που εκπέμπει η ύλη με την μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (η φωτονίων) λόγω των μεταβολών στην ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων ή των μορίων. Σε αντίθεση με την αγωγή και τη συναγωγή, η μεταφορά ενέργειας με ακτινοβολία δεν απαιτεί την ύπαρξη υλικού μέσου.

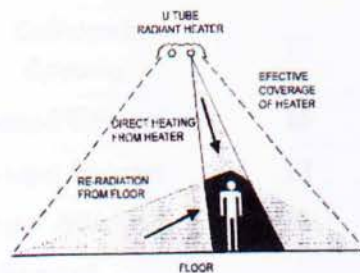
Στην πραγματικότητα, η μεταφορά ενέργειας με ακτινοβολία είναι γρηγορότερη (ίση με την ταχύτητα του φωτός) και δεν υφίσταται απώλειες στο κενό.

Η θερμική ακτινοβολία αποτελεί τη μορφή ενέργειας που εκπέμπουν τα σώματα λόγω της θερμοκρασίας τους. Όλα τα σώματα σε θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Διαφέρει από τις άλλες μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπως οι ακτίνες α , οι ακτίνες γ , τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα, και τα τηλεοπτικά κύματα, τα οποία δεν σχετίζονται με την θερμοκρασία.

Η ενέργεια που εκπέμπουν οι θερμές επιφάνειες σε ακτίνες απορροφάται με ασφάλεια από τις υπόλοιπες κρύες επιφάνειες τον εξοπλισμό και τα άτομα. Εξαιτίας της αγωγιμότητας μεταφέρεται μέρος αυτής της θέρμανσης βαθύτερα στις επιφάνειες δημιουργώντας ένα απόθεμα θέρμανσης. Τα υλικά που θερμαίνονται από την ακτινοβολούσα θέρμανση με τη σειρά τους επαναακτινοβολούν.

Ένα άτομο μέσα σε ένα χώρο που θερμαίνεται με ακτινοβολία από τις επιφάνειες πλεονεκτεί από την άμεση ακτινοβολία που εκπέμπεται από το κλασικό θερμαντικό σώμα.

Δευτερευόντως οι θερμαινόμενες επιφάνειες του κτιρίου και του εξοπλισμού θερμαίνουν τον αέρα του χώρου με συνέπεια την κυκλοφορία ζεστού αέρα στον χώρο (μεταφορά με συναγωγή) και περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας για την επίτευξη θερμικής άνεσης.



Σχήμα 6 Αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της θέρμανσης υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Θερμική Άνεση

Υπάρχουν αρκετοί δείκτες άνεσης. Ο δείκτης άνεσης που έχει υιοθετηθεί από CIBSE είναι ο δείκτης της προκύπτουσας θερμοκρασίας.

Η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της μέσης ακτινοβολούσας θερμοκρασίας η οποία είναι ικανή να διατηρήσει ένα άνετο περιβάλλον ενσωματώνεται στην αρχή της προκύπτουσας θερμοκρασίας (dry resultant temperature drt) όπου:

$$T_{drt} = 0,5 t_{ai} + 0,5 t_r$$

T_{drt} = ξηρή προκύπτουσα θερμοκρασία (συνισταμένη θερμοκρασία) °C

t_{ai} = εσωτερική θερμοκρασία του αέρα °C

t_r = μέση ακτινοβόλος θερμοκρασία °C

η απλοποιημένη αυτή σχέση ισχύει για ταχύτητα του αέρα 0,1 m/s.

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι ένας δείκτης της ενεργειακής ακτινοβολίας που δέχεται σε ένα συγκεκριμένο μέρος ένας θερμοστάτης.

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται πειραματικά οι απαιτούμενες προκύπτουσες θερμοκρασίες (συνισταμένη θερμοκρασία θερμοστάτη) για μια σειρά εφαρμογών θέρμανσης με ακτινοβολία.

Πίνακας 12 Προκύπτουσες θερμοκρασίες για διάφορες εφαρμογές

Εφαρμογή	Προκύπτουσα Θερμοκρασία (°C)
Εκκλησίες	18
Εργοστάσια	17
Καθιστική Εργασία	19
Ελαφρά Εργασία	16
Σκληρή Εργασία	13
Χώροι Άθλησης	16
Εκθεσιακά Κέντρα	18
Αποθήκες	16

Θερμική Άνεση

Υπάρχουν αρκετοί δείκτες άνεσης. Ο δείκτης άνεσης που έχει υιοθετηθεί από CIBSE είναι ο δείκτης της προκύπτουσας θερμοκρασίας.

Η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της μέσης ακτινοβολούσας θερμοκρασίας η οποία είναι ικανή να διατηρήσει ένα άνετο περιβάλλον ενσωματώνεται στην αρχή της προκύπτουσας θερμοκρασίας (dry resultant temperature drt) όπου:

$$T_{drt} = 0,5 t_{ai} + 0,5 t_r$$

T_{drt} = ξηρή προκύπτουσα θερμοκρασίας (συνισταμένη θερμοκρασία) °C

t_{ai} = εσωτερική θερμοκρασία του αέρα °C

t_r = μέση ακτινοβόλος θερμοκρασία °C

η απλοποιημένη αυτή σχέση ισχύει για ταχύτητα του αέρα 0,1 m/s.

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι ένας δείκτης της ενεργειακής ακτινοβολίας που δέχεται σε ένα συγκεκριμένο μέρος ένας θερμοστάτης.

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται πειραματικά οι απαιτούμενες προκύπτουσες θερμοκρασίες (συνισταμένη θερμοκρασία θερμοστάτη) για μια σειρά εφαρμογών θέρμανσης με ακτινοβολία.

Πίνακας 12 Προκύπτουσες θερμοκρασίες για διάφορες εφαρμογές

Εφαρμογή	Προκύπτουσα Θερμοκρασία (°C)
Εκκλησίες	18
Εργοστάσια	17
Καθιστική Εργασία	19
Ελαφρά Εργασία	16
Σκληρή Εργασία	13
Χώροι Άθλησης	16
Εκθεσιακά Κέντρα	18
Αποθήκες	16

Παρατηρώντας την παραπάνω σχέση σε συνδυασμό με τις τιμές του πίνακα γίνεται φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία τόσο μικρότερη θερμοκρασία απαιτείται να ρυθμιστή ο θερμοστάτης για την επιθυμητή θερμική άνεση. Με άλλα λόγια:

Η ακτινοβολούσα θερμότητα παράγει ένα θερμικά άνετο περιβάλλον σε θερμοκρασία αέρος σημαντικά μικρότερη από αυτή που απαιτείται με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης αέρος.

Ανώτερη Θερμαντική Αποδοτικότητα

Η θερμαντική άνεση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρος είναι το κλειδί για την ανώτερη θερμαντική αποδοτικότητα της ακτινοβολούσας θερμότητας.

Όταν η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εξωτερικό και το εσωτερικό του κτιρίου είναι μικρή, τότε το ποσό της μεταφοράς του αέρα διαμέσου των υλικών του κτιρίου και οι απώλειες της ποσότητας αέρος που διαφεύγει είναι αντιστοίχως μικρότερη.

Μικρότερες ποσότητες απώλειας θερμότητας ισοδυναμούν άμεσα με χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση. Θέτοντας την εσωτερική θερμοκρασία αέρος 3 °C χαμηλότερα, κάτι το οποίο είναι πλήρως αποδεκτό σε σχέση με την θέρμανση ακτινοβολίας, μπορούμε να μειώσουμε το κόστος θέρμανσης για μία σεζόν έως 70%.

Ένα επί πλέον αποτέλεσμα της θερμαντικής άνεσης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρος είναι το γεγονός ότι η θέρμανση ακτινοβολίας είναι μοναδικά κατάλληλη για χώρους με μεγάλες και συνεχώς ανοιχτές πόρτες, ή ακόμα και για εξωτερικούς χώρους, χώρους φόρτωσης, σταθμούς οχημάτων, υπόστεγα αεροσκαφών και σταθμούς τρένων για παράδειγμα, όπου οι θερμαντικές απώλειες του εξαερισμού μπορούν εύκολα να ελαχιστοποιήσουν την δυναμικότητα και την ισχύ των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης με αέρα.

Και φυσικά, η ακτινοβολούσα θέρμανσης, είναι ιδανική για πολύ υψηλούς χώρους. Η συμβατική θέρμανση με αέρα σε τέτοιες εφαρμογές καταρχήν δημιουργεί ένα στρώμα πολύ υψηλής θερμοκρασίας στο υψηλότερο επίπεδο, έτσι ώστε τα άμεσα ενδιαφερόμενα άτομα που κινούνται στο δάπεδο να μην επωφελούνται κανενός πλεονεκτήματος, ενόσω η υπερβολική θερμότητα βαθμιαία προκαλεί σημαντικές αλλοιώσεις στα υλικά και απώλειες στην κυκλοφορία του αέρα, κάνοντας την θέρμανση με ακτινοβολία μια ακόμα περισσότερο αποτελεσματική επιλογή.

Ελευθερία από Ρεύματα Αέρος

Τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης με αέρα έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό τους ένα στρώμα χαμηλής θερμοκρασίας κοντά στο δάπεδο και στα χαμηλότερα τοιχώματα του χώρου να θερμανθεί με συναγωγή θερμότητας, στην συνέχεια άνοδος του θερμού αέρα με ταυτόχρονη κάθοδο του ψυχρού αέρα.

Η κίνηση αυτή του αέρα έχει αναπόφευκτη συνέπεια της αίσθησης κρύου στα άτομα που κινούνται σε διαφορετικά θερμό περιβάλλον.

Ανεβάζοντας την θερμοκρασία του θερμοστάτη, αυξάνεται η ταχύτητα ροής του αέρα με συνέπεια ακόμη μεγαλύτερη ανισοκατανομή θερμοκρασίας στα επίπεδα ρεύματος αέρα. Αντίθετα, η θέρμανση με ακτινοβολία θερμαίνει απευθείας το πάτωμα έτσι ώστε να παράγει επιπλέον θέρμανση στα χαμηλότερα επίπεδα και να βοηθήσει στην αποφυγή κρύων ρευμάτων αέρος.

Και εξαιτίας της ελευθερίας από ρεύματα αέρος, και χωρίς να περιλάβουμε την υποχρεωτική συναγωγή θερμότητας, τα συστήματα θέρμανσης με ακτινοβολία δεν προκαλούν ανάδευση κυκλοφορία της σκόνης. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για πολλές εφαρμογές.

Έλεγχος Ζώνης

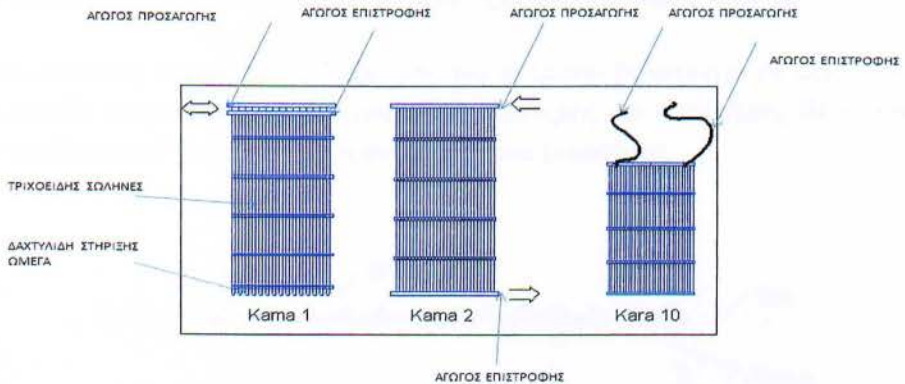
Η θέρμανση με ακτινοβολία είναι ιδανική για εστιασμένη θέρμανση καθώς και για θέρμανση ανά ζώνες σε μεγάλες και μη διαχωρίσιμες περιοχές. Η θέρμανση με ακτινοβολία δεν βασίζεται στις συμβατικές μορφές μετάδοσης θερμότητας με ροή αέρα και έτσι είναι πρακτικότερη για να παρέχει εστιασμένη θέρμανση εκεί και μόνο όπου τα άτομα έχουν την δραστηριότητα τους. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αξιοσημείωτη μείωση του κόστους θέρμανσης.

Αυτοματισμοί

Η θέρμανση ακτινοβολίας είναι συμβατή με τα αισθητήρια και εξοπλισμούς ελέγχου τα οποία βοηθούν και προάγουν την ενεργειακή αποτελεσματικότητα

Ο έλεγχος του συστήματος επιτυγχάνεται με κεντρικό σταθμό που μπορεί να συνδεθεί και με B.M.S.

Το βασικό συστατικό του συστήματος ΚαRo είναι τα πλέγματα των τριχοειδών σωλήνων. Τα πλέγματα αποτελούνται από αγωγούς διαμέτρου περίπου 2mm, τα οποία τροφοδοτούνται με κρύο ή ζεστό νερό, που οδηγείται από τους συλλέκτες.



Εικόνα 2 Τυπικά πλέγματα KARO

Τα πλέγματα ΚαRo μπορούν να ενσωματωθούν στους τοίχους (κάτω από τον σοβά), τις οροφές (κάτω από το σοβά, μέσα στην γυψοσανίδα ή ενσωματωμένα σε μεταλλικές ψευδοροφές), και τα πατώματα κοντά στις επιφάνειες. Με την μέθοδο αυτή μετασχηματίζονται τα συστατικά μέρη του κτηρίου σε επιφάνειες θέρμανσης και ψύξης, οι οποίες μπορούν να ρυθμιστούν εύκολα και να απαιτούν μόνο μια μικρή αλλαγή στη θερμοκρασία.

Τα πλέγματα ΚαRo που αποτελούνται από τους τριχοειδείς σωλήνες που είναι εξαιρετικά λεπτοί, τους δίνουν ένα μεγάλο θερμοδυναμικό πλεονέκτημα σε σύγκριση των παρόμοιων συστημάτων με τους σωλήνες μεγαλύτερης διαμέτρου.

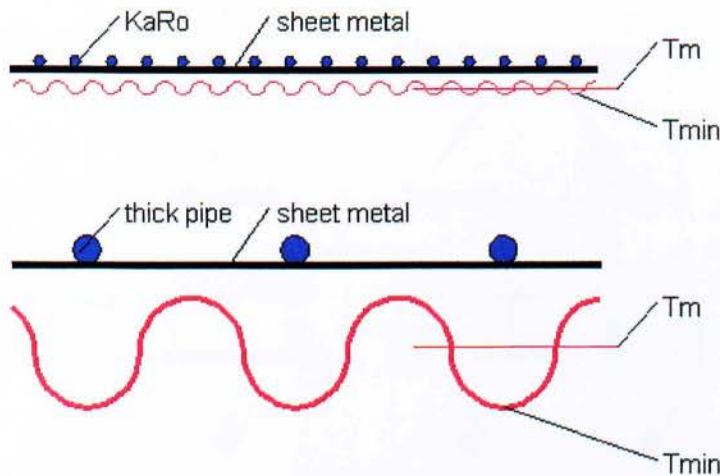
Επειδή οι τριχοειδείς σωλήνες βρίσκονται σε μικρή απόσταση, η εκπομπή θερμότητας των πλεγμάτων ΚαRo αποτελεί προϋπόθεση μιας υψηλής ικανότητας ψύξης. Η ικανότητα αυτή περιορίζεται από τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου, δηλαδή την θερμοκρασία ώστε να μη

υπάρχει υγραποίηση που όπως έχουμε αναφέρει δεν πρέπει για τις περισσότερες των περιπτώσεων να είναι μικρότερη των 16°C . Το επίπεδο της ικανότητας ψύξης καθορίζεται, εντούτοις, από τη μέση θερμοκρασία.

Οι υψηλότεροι κυματισμοί ή οι ταλαντώσεις δημιουργούν μικρότερη ικανότητα ψύξης

Στην εικόνα ζάνω εφαρμογή παρατηρούμε ότι λόγω της λεπτής διανομής των τριχοειδών σωλήνων στα πλέγματα KaRo, έχουμε τους μικρούς κυματισμούς.- Η χαμηλότερη θερμοκρασία T_{min} και η ανώτερη θερμοκρασία είναι σχεδόν ίδια με την μέση θερμοκρασία T_M και θεωρητικά έχουμε την βέλτιστη απόδοση. Τα πλέγματα KaRo που ενσωματώνονται στο ασβεστοκονίαμα έχουν μια θερμική αποτελεσματικότητα πάνω από 98%.

Αντίθετα σε σωλήνες μεγαλύτερης διαμέτρου και οι οποίοι βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους η διαφορά θερμοκρασίας ανώτερης και κατώτερης θερμοκρασίας διαφέρουν αισθητά από την μέση και η απόδοση είναι μικρότερη.



Εικόνα 3 Κυματισμοί σε ψύξη οροφής σε σύστημα τριχοειδών σωλήνων και σωλήνων μεγαλύτερης διαμέτρου

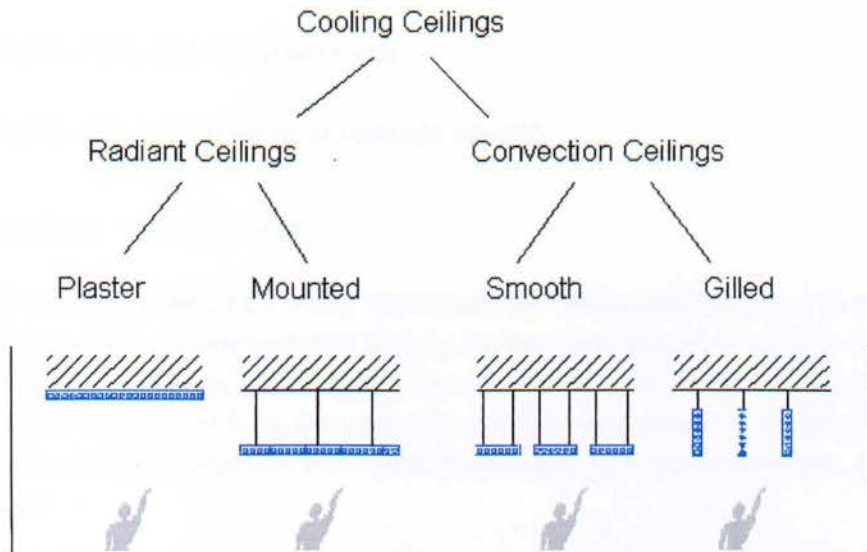
Η χρήση της ψύξης -θέρμανσης οροφής επιτρέπει μια εξαιρετική οικονομική και οικολογική λύση λόγω του ότι αφ ενός επιτυγχάνεται καλύτερη διανομή θερμότητας και αφ' ετέρου ορθολογική αποταμίευση.

Η ψύξη -θέρμανση οροφής επιτρέπει καλύτερη διανομή της θερμότητας, σε σύγκριση με την θέρμανση -δροσίμο του ενδοδαπέδιου με τους σωλήνες μεγάλης διαμέτρου και με τα θερμαντικά σώματα.

Πρόσθετο πλεονέκτημα στην θέρμανση συγκρινόμενο με το ενδοδαπέδιο είναι το γεγονός ότι λόγω του ότι χρησιμοποιεί λιγότερο τα οικοδομικά υλικά (δεν απαιτείται θερμομπετόν) έχει μικρότερη αδράνεια που αποτελεί το σημαντικό μειονέκτημα του ενδοδαπέδιου και μάλιστα όταν οι εξωτερικές συνθήκες μεταβάλλονται την ημέρα (22 °C το πρωί 12 °C το βράδυ).

Το Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (ειδικευμένο ίδρυμα για βιοκλιματικά κτίρια) ήταν το πρώτο ίδρυμα που αναγνώρισε τη σημασία των ψυχομένων θερμαινόμενων οροφών για την τεχνολογία κλιματισμού και προσπάθησε να κωδικοποιήσει τις πληροφορίες . Το 1992 οι εμπειρογνώμονες διατύπωσαν τους πρώτους ορισμούς για κλιματισμό επιφανειών και ταξινόμησαν το είδος κλιματισμού οροφών σαν ακτινοβολία και συναγωγή.

Στην εικόνα 4 φαίνεται η ταξινόμηση.



Εικόνα 4 Ταξινόμηση σύμφωνα με FGK /1

Αναλύοντας την ταξινόμηση αυτή θα πρέπει να επισημανθεί:

- Η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία απαιτεί μια συνεχή εκτεθειμένη επιφάνεια, για την ανταλλαγή θερμότητας.
- Η μετάδοση με συναγωγή απαιτεί ανοίγματα, μέσω των οποίων πραγματοποιείται ανταλλαγή θερμότητας με την βοήθεια του αέρα.

Με την μέθοδο αυτή μπορεί να επιτευχθεί ένας υψηλότερος βαθμός απόδοσης, δεδομένου ότι οι επιφάνειες ανταλλαγής θερμότητας στο δημιουργούμενο κενό μπορεί να είναι θεωρητικά οποιοδήποτε μεγέθους.

Εντούτοις, μόνο σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη. Αυτό οφείλεται πιθανώς στο γεγονός ότι ο κίνδυνος αυξάνεται με την αυξανόμενη απόδοση της θερμότητας με συναγωγή. Επίσης, οι επιφάνειες ψύξης είναι δύσκολο να καθαρισθούν και επομένως να δημιουργείται ανθυγιεινό περιβάλλον.. Επιπλέον στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση με ακτινοβολία που δεν έχει το αναφερόμενο μειονέκτημα είναι εντελώς ικανοποιητική.

Τα υπάρχοντα συστήματα ψύξης θέρμανσης οροφής είναι

- Πλέγματα εντός του σοβά
- Πλέγματα πάνω από την γυψοσανίδα
- Πλέγματα ενσωματωμένα σε μεταλλικές οροφές.

Δυναμική ανάλυση της απόδοσης

Η ψύξη-θέρμανση οροφής έχει όπως προαναφέραμε πολύ μικρή αδράνεια. Η ανταπόκριση του συστήματος κατά την διάρκεια μιας θερμής ημέρας είναι άμεση. Μετά απο λίγα λεπτά, το σύστημα αρχίζει να δροσίζει το δωμάτιο αποτελεσματικά. Αυτό οφείλεται στην πολύ μικρή ποσότητα νερού που διέρχεται από στους τριχοειδείς σωλήνες και ταυτόχρονα την μεγάλη επιφάνεια των πλεγμάτων. Επιπλέον, το σύστημα έχει την δυνατότητα να αυτορυθμιστεί

Το πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης με την βοήθεια thermo-graphic φωτογραφιών (εικόνα 5) επιβεβαίωσε ότι το σύστημα μπορεί να φθάσει στην πλήρη απόδοση ψύξης σε λίγα λεπτά.

Οι φωτογραφίες δείχνουν ότι η απόδοση ψύξης είναι διαθέσιμη λίγα λεπτά αφότου το σύστημα τίθεται σε λειτουργία. Στην (εικόνα 5(1))το σύστημα βρίσκεται εκτός λειτουργίας και ο χώρος δεν προστατεύεται από την ζέστη. Μετά από τρία λεπτά η επιφάνεια ψύχεται ικανοποιητικά (εικόνα 5(2))ενώ στα 30 λεπτά η απόδοση έχει λάβει την μεγίστη τιμή (εικόνα 5(3)).

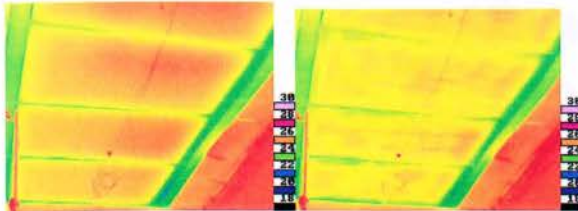
Ανακεφαλαιώνοντας, η αιτία για την γρήγορη απόδοση του συστήματος είναι, ότι πάνω από 50% της απόδοσης του συστήματος πραγματοποιείται με ακτινοβολία και της δυνατότητας αυτορρύθμισης του συστήματος.

Η αυτορρύθμιση του συστήματος μπορεί να περιγραφεί με το ακόλουθο παράδειγμα:

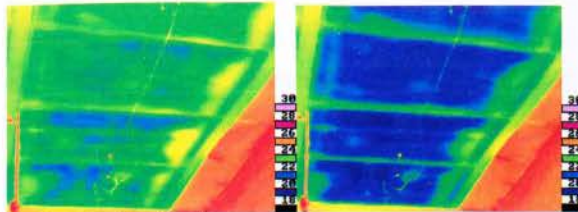
Ο άνθρωπος έχει μια θερμοκρασία περίπου $T_a = 32\text{ }^\circ\text{C}$.

Η θερμοκρασία της επιφάνειας ψύξης είναι περίπου $T_\psi = 20\text{ }^\circ\text{C}$, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ανθρώπων και επιφάνειας ανέρχεται σε $T_a - T_\psi = 12\text{ }^\circ\text{C}$ βαθμούς και γίνεται η συναλλαγή θερμότητας.

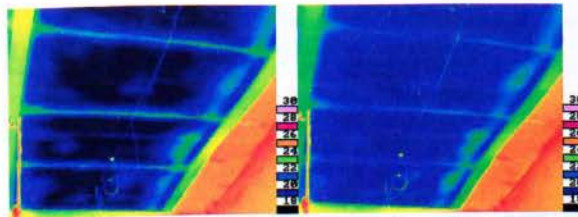
Μόλις οι άνθρωποι αποχωρήσουν, οι θερμοκρασίες των υπόλοιπων επιφανειών στο χώρο παραμένουν στους $20\text{ }^\circ\text{C}$ και η ψύξη σταματά αυτόματα, λόγω του ότι, η ψυχομένη επιφάνεια δεν έχει θερμότερες επιφάνειες για να δεχθεί την ακτινοβολία τους. Προφανώς Δεν είναι δυνατό "να ψυχθεί" το δωμάτιο σε θερμοκρασία μικρότερη από την αντίστοιχη του ύδατος προσαγωγής.



Start 1 minute



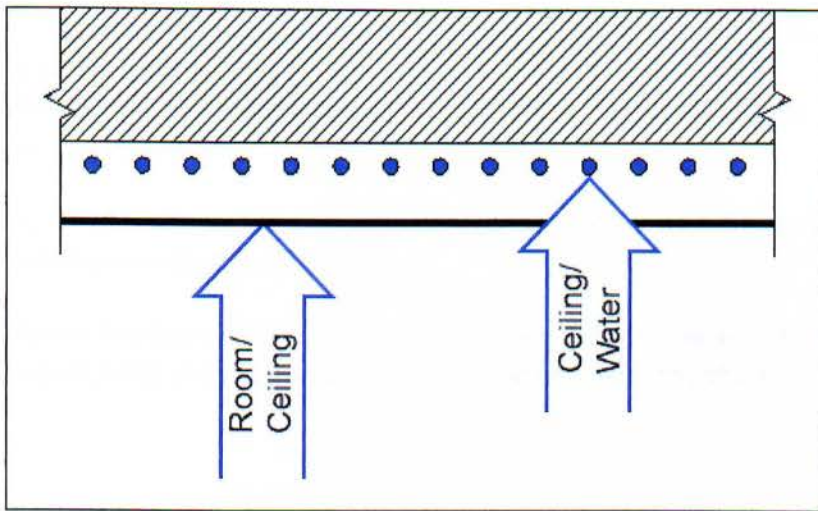
2 minutes 3 minutes



Εικόνα 5 thermo-graphic φωτογραφία επιφάνειας ψύξης

Μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας

Η ανάλυση και ο υπολογισμός της παραγωγής ψύξης και θέρμανσης των επιφανειών γίνονται ευκολότερος, εάν η ροή θερμότητας εξεταστεί σε δύο φάσεις,



Εικόνα 6 Μεταφορά θερμότητας από τη οροφή

1η Φάση Χώρος - Επιφάνεια οροφής

Η μεταφορά θερμότητας μεταξύ του δωματίου και του κάτω μέρους της επιφάνειας οροφής πραγματοποιείται με ακτινοβολία και συναγωγή.

Η συναγωγή οφείλεται στην διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του χώρου και της θερμοκρασίας της επιφάνειας που δημιουργούν την κίνηση του αέρα. Για την επίτευξη σταθερής ποσότητας θερμότητας ανα μονάδα επιφάνειας q (W/m^2), η απαιτούμενη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυξάνεται όσο μεγαλώνει η αντίσταση μεταφοράς της επιφάνειας R_a . Δηλαδή η αντίσταση μεταφοράς της θερμότητας της επιφάνειας λειτουργεί ως "φρένο".

$$DT_1 = R_a \cdot q \rightarrow q = DT_1 / R_a$$

Όπου

DT_1 = διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ επιφάνειας και χώρου

$$DT_1 = T_R - T_D \text{ } ^\circ C$$

T_R = θερμοκρασία δωματίου $^\circ C$

T_D = μέση θερμοκρασία επιφάνειας $^\circ C$

R_a = αντίσταση μεταφοράς θερμότητας (m^2/W) $^\circ C$

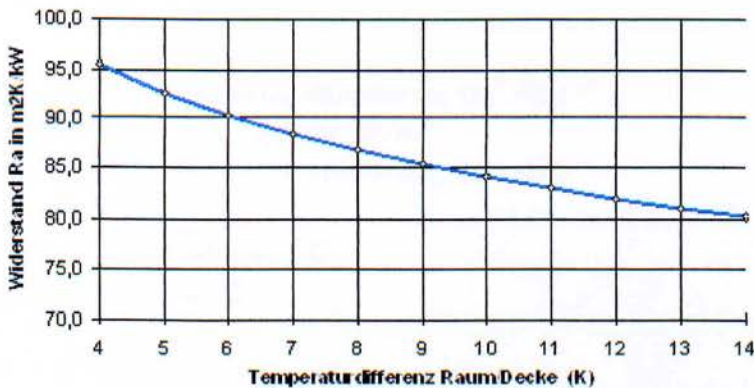
q = ικανότητα ψύξης (θέρμανσης) οροφής W/m^2

Η αντίσταση της μεταφοράς θερμότητας R_a

- ✓ είναι ανεξάρτητη από την τυχόν είσοδο νωπού αέρα (εξαερισμός) που οφείλεται σε ανοίγματα ή σε δίκτυο αεραγωγών
- ✓ εξαρτάται μόνο από τη διαμόρφωση της επιφάνειας ,τις συνθήκες και τον τύπο των φορτίων του χώρου.

Παρατηρώντας την πιο πάνω εξίσωση διαπιστώνουμε ότι η αντίσταση R_a μειώνεται με την αύξηση του αποδιδόμενου ψυκτικού φορτίου

Το 1987 στο ίδρυμα Hermann Rietschel τεχνικού πανεπιστημίου του Βερολίνου, μέτρησε τις τιμές της εξωτερικής αντίστασης μεταφοράς R_a συναρτήσεως της θερμοκρασιακής διαφοράς.



Διάγραμμα 3 Τιμές της αντίστασης μεταφοράς συναρτήσεως της διαφοράς θερμοκρασίας σύμφωνα με τις μετρήσεις του τεχνικού πανεπιστημίου του Βερολίνου σε χώρο που έχει εγκατασταθεί μηχανικός εξαερισμός.

Το διάγραμμα μας πληροφορεί ότι στην περίπτωση του εξαερισμού μέσω των στομιών εξαερισμού που βρίσκονται πλησίον της θερμαινόμενης επιφάνειας, η θερμική αντίσταση R_a επηρεάζεται έντονα.

Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς DIN εξετάστηκε από το τεχνικό πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης η επίδραση εξαερισμού ενός χώρου που κλιματίζεται από ψυχομένη οροφή.

Οι δοκιμές έδειξαν ότι μέσω εισαγωγής νωπού αέρα από ένα άνοιγμα με ποσό αέρα $10 \text{ m}^3/\text{m}^2$ με τη κίνηση του αέρα στην οροφή, αντίσταση μεταφοράς χώρου - οροφής μειώθηκε τόσο πολύ, ώστε ικανότητα ψύξης της επιφάνειας αυξήθηκε από 13 %.

2α Ψάση Επιφάνεια Οροφής - Νερό

Η μεταφορά θερμότητας μεταξύ του κάτω μέρους της επιφάνειας οροφής και του νερού των πλεγμάτων πραγματοποιείται μέσω συναγωγής.

Η συναγωγή οφείλεται στην διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφάνειας και του νερού. Η εσωτερική αντίσταση μεταφοράς της θερμότητας της επιφάνειας και του νερού λειτουργεί ως "φρένο".

Σε σύστημα σωληνώσεων λεπτής διαμέτρου η αντίσταση μεταφοράς θερμότητας μεταξύ τοιχώματος σωλήνα και νερού είναι αμελητέα.

$$DT_2 = R_i * q \rightarrow q = DT_2 / R_i$$

R_i = εσωτερική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας (m^2/W) * $^{\circ}C$

q = ικανότητα ψύξης (θέρμανσης) οροφής W/m^2

DT_2 = διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ επιφάνειας και νερού.

$DT_2 = T_D - T_w$ $^{\circ}C$

T_D = μέση θερμοκρασία επιφάνειας $^{\circ}C$

T_w = μέση θερμοκρασία νερού $^{\circ}C$

Η εσωτερική αντίσταση R_i είναι ανεξάρτητη από την απόδοση της επιφάνειας στο χώρο και εξαρτάται μόνο από την κατασκευή της .

Η εσωτερική αντίστασης R_i πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη, έτσι ώστε η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και του νερού να παραμένει όσο το δυνατόν μικρότερη. Όταν τα πλέγματα αποτελούνται από τριχοειδείς σωλήνες, η απόσταση μεταξύ τους είναι πολύ μικρή και συνεπώς προσφέρουν τους ευνοϊκότερους όρους για την καλή θερμική αγωγιμότητα.

Το χαρακτηριστικό αυτό των τριχοειδών σωλήνων ήταν ο λόγος για τη χρήση τους, το σύστημα τριχοειδών σωλήνων αναπτύχθηκε στην αρχή της δεκαετίας του '80. Μεγάλη ικανότητα ψύξης δεν μπόρεσε να πραγματοποιηθεί με συστήματα σωλήνων μεγάλης διαμέτρου διότι δημιουργούνται μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των σωλήνων τους.

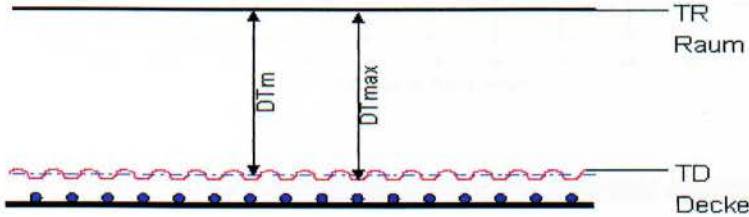
Για την σύγκριση την αποδοτικότητας της ψύξης των επιφανειών χρησιμοποιείται ο συντελεστής αποδοτικότητας των διαφόρων επιφανειών.

Ο συντελεστής περιγράφει τις αυξομειώσεις θερμοκρασίας των επιφανειών κατά την ψύξη και ορίζεται ως το πηλίκο της διαφοράς της θερμοκρασίας δωματίου μείον της μέσης

Θερμοκρασίας της επιφάνειας δια την διαφορά της θερμοκρασίας του δωματίου μείον την θερμοκρασία του νερού .

$$\eta = \frac{T_R - T_D}{T_R - T_W}$$

T_R = θερμοκρασία δωματίου
 T_D = μέση θερμοκρασία επιφάνειας
 T_W = μέση θερμοκρασία νερού

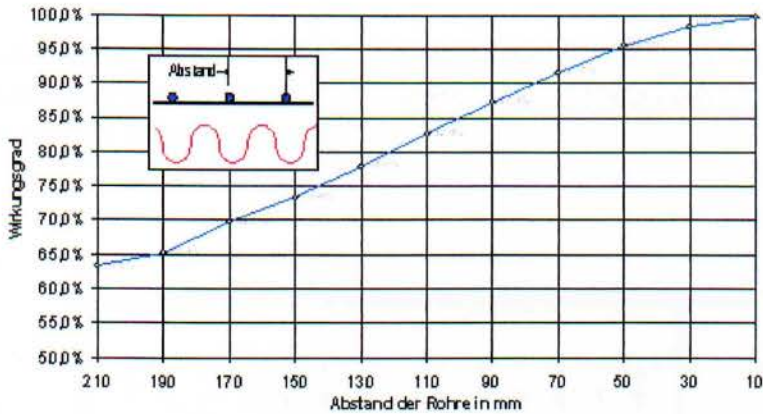


Εικόνα 7 Πορεία της θερμοκρασίας οροφής λόγω των μικρών αποστάσεων μεταξύ των τριχοειδών σωλήνων.

Οι κυματισμοί των θερμοκρασιών αποτελούν ένα από τους το βασικότερους παράγοντες για την ικανότητα ψύξης της επιφάνειας.

- Επειδή η θερμοκρασία της επιφάνειας δεν μπορεί να είναι μικρότερη από την θερμοκρασία δρόσου η μέγιστη επιτρεπόμενη ικανότητα ψύξης έχει ανώτατο όριο.
- Η μέση θερμοκρασία επιφάνειας είναι καθοριστική για την πραγματική ικανότητα ψύξης.

Στο διάγραμμα 4, φαίνεται η απόδοση μιας μεταλλικής επιφάνειας συναρτήσει της απόστασης των σωλήνων. Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση τόσο μικρότερη είναι η απόδοση.



Διάγραμμα 4 Απόδοση λόγω κυματισμών οροφής για διάφορες αποστάσεις σωλήνων.

Για απόσταση σωλήνων 10 mm η απόδοση είναι 99,6 % δηλαδή πολύ κοντά στην θεωρητική απόδοση. Για απόσταση σωλήνων 110 mm η απόδοση είναι 82,85 % ενώ για απόσταση 190 mm η απόδοση αγγίζει μόνο το 65%

Συνολική μεταφορά Χώρος - Νερού

Η συνολική αντίσταση της οροφής είναι το ποσό της εσωτερικής και εξωτερικής αντίστασης των φάσεων 1 και 2 προαναφέραμε. Καθορίζει την θερμοκρασία που πρέπει να έχει το νερό, για να απορροφήσει τα θερμικά φορτία για μια δεδομένη θερμοκρασία δωματίου.

$$DT = R * q \rightarrow q = DT / R$$

R = Ολική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας $R_a + R_i$ (m^2/W) *° C

q = ικανότητα ψύξης (θέρμανσης) οροφής W/m^2

DT = διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ χώρου και νερού.

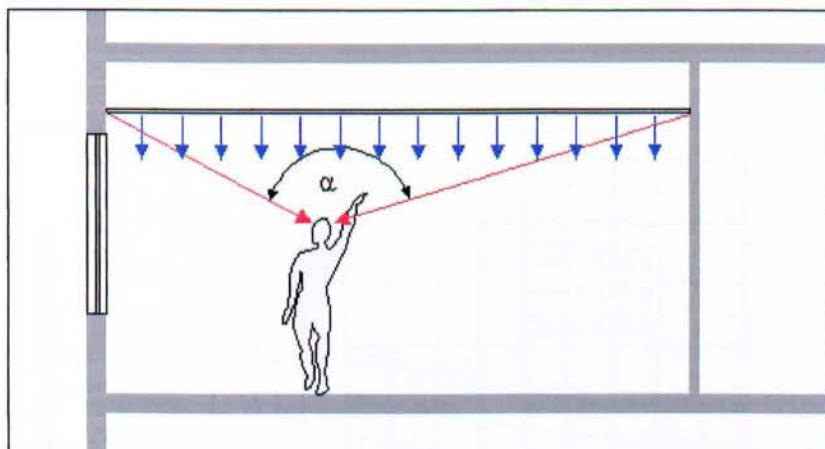
$$DT = T_R - T_w \text{ } ^\circ C$$

T_R = μέση θερμοκρασία χώρου ° C

T_w = μέση θερμοκρασία νερού ° C

Σημαντικό στοιχείο για τους υπολογισμούς είναι γνώση των μεμονωμένων αντιστάσεων δηλαδή των αντιστάσεων της εσωτερικής και εξωτερικής αντίστασης των επιφανειών.

Όπως προαναφέραμε η ικανότητα ψύξης από την οροφή δεν έχει κανέναν περιορισμό ως προς την θερμοκρασία που πρέπει να έχει η οροφή . Ο μόνος περιορισμός στην ψύξη είναι η θερμοκρασία σημείου δρόσου.



Εικόνα 8 Η μέγιστη θερμοκρασία της θέρμανσης οροφής κατά τη διάρκεια της θέρμανσης καθορίζεται από την καμπύλη των εισερχόμενων ακτίνων της ενεργού ανώτατης επιφάνειας στο κεφάλι.

Στην θέρμανση όμως υπάρχει περιορισμός ως προς την θερμοκρασία που πρέπει να έχει η οροφή .

Οι άνθρωποι αντιδρούν με ευαισθησία στην μετάδοση θέρμανσης με ακτινοβολία εάν η ανώτατη θερμοκρασία της οροφής ξεπερνά ένα όριο, επειδή το κεφάλι δεν δροσίζεται αρκετά.

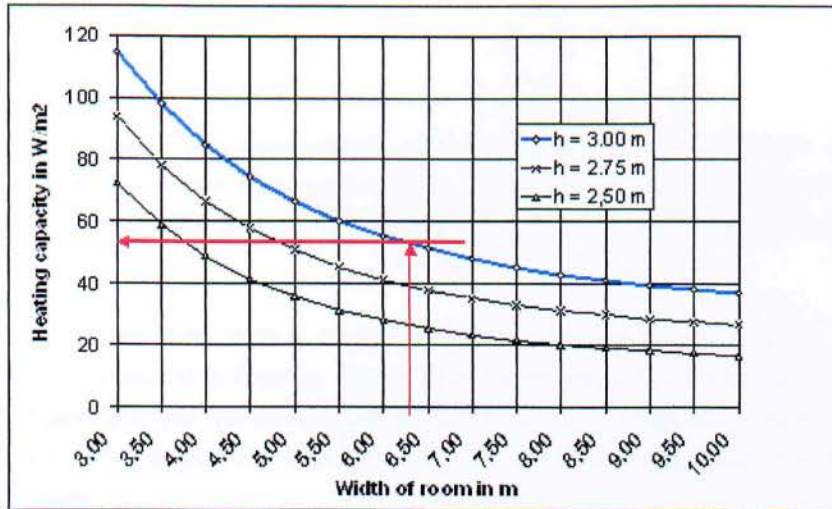
Εκτός όμως από την ανώτατη θερμοκρασία, και η καμπύλη των εισερχόμενων ακτίνων είναι κρίσιμη για τους περιορισμούς άνεσης.

Το ύψος και το μέγεθος του χώρου (πλάτος Χ μήκος) καθορίζει την δύναμη της θερμής με ακτινοβολίας ενέργειας που φθάνει στο κεφάλι ενός ατόμου. Με την βοήθεια δοκιμών και υπολογισμών, οι ακριβείς περιορισμοί της θερμοκρασίας οροφής για τη άνεση των ατόμων είναι πλέον γνωστοί

Βασιζόμενοι στους υπολογισμούς Kollmar, είναι δυνατό να υπολογισθεί η μέγιστη ανεκτή ανώτατη θερμοκρασία ανάλογα της γεωμετρίας του χώρου

Στο διάγραμμα 5 υπολογίζεται η μέγιστη ανεκτή ικανότητα θέρμανσης της οροφής, για διαφορετικά ύψη και τα πλάτη των χώρων.

Θεωρώντας το μήκος ενός χώρου σταθερό 6 m και για ύψος 2,5 m -2.7 m-3.0 m παρατηρούμε ότι όσο το πλάτος του χώρου μικραίνει, αυξάνονται οι ανεκτές τιμές θερμοκρασίας. Από το διάγραμμα φαίνεται σαφώς, ότι η ανεκτή ικανότητα θέρμανσης ελαττώνεται, όσο μεγαλώνουν οι διαστάσεις του χώρου και το ύψος είναι μικρό.



Διάγραμμα 5 Μέγιστη ανεκτή ικανότητα θέρμανσης οροφής, σύμφωνα με Kollmar συνάρτησε του πλάτους και του ύψους του χώρου.

Παράδειγμα:

Έστω χώρος πλάτους 6,3 m και ύψους σε 3,0 m με μέγιστη ικανότητα θέρμανσης της οροφής $q = 54 \text{ W/m}^2$.

Ελέγχουμε εάν τιμή $q = 54 \text{ W/m}^2$ είναι αποδεκτή δηλαδή εάν ενοχλεί τους ενοίκους.

Από το διάγραμμα 5 για πλάτος χώρου 6,3 m (άξονας X), και για ύψος χώρου 3 m (καμπύλη 1) η μέγιστη ανεκτή ικανότητα (από τα άτομα που χρησιμοποιούν το χώρο) θέρμανσης οροφής είναι μεταξύ $55 \text{ W/m}^2 > 54 \text{ W/m}^2$ «αποδεκτή».

Παρατήρηση:

- ✓ Σε περίπτωση που ο χώρος ανάλογα με την χρήση του (π.χ γραφεία) εκτός από την απαίτηση για θέρμανση χώρου απαιτεί και εξαερισμό (προσαγωγή φρέσκου αέρα και απαγωγή), η απαίτηση θερμότητας εξαερισμού συνήθως υπερβαίνει την απόδοση θέρμανσης ακόμα και για καλά μονωμένο και σφραγισμένο χώρο και συνεπώς υπάρχει, επιπλέον απαίτηση θερμότητας εξαερισμού που καλύπτεται μέσω προθέρμανσης του αέρα προσαγωγής.
- ✓ Η επιπλέον θερμική ικανότητα που οφείλεται στη διείσδυση μέσω των ανοιγμάτων πρέπει να υπολογίζεται και να καλύπτεται από την θέρμανση οροφής.

Ανοίγματα

Για τις εξωτερικές επιφάνειες των χώρων, επιβάλλονται πρόσθετα κριτήρια άνεσης. Το ερώτημα που δημιουργείται είναι ποια πρέπει να είναι η ανώτατη θερμοκρασία που πρέπει να έχει το κέντρο του χώρου εάν υπάρχει ένα άνοιγμα από όπου εισέρχεται κρύος αέρας.

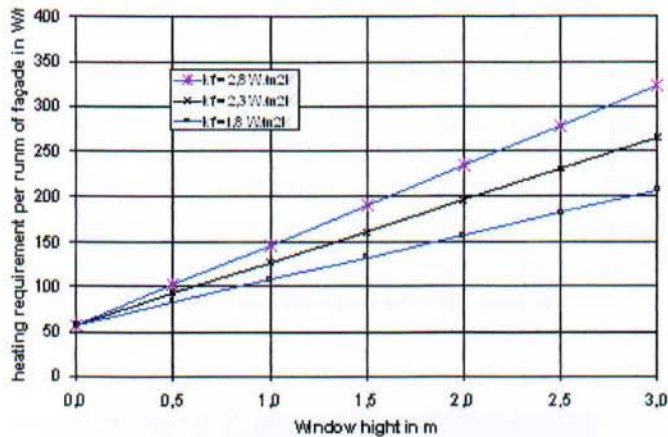
Κρίσιμη στην περίπτωση αυτή είναι η απώλεια θερμότητας ανά το μέτρο μήκους του ανοίγματος. Αυτή η απώλεια καθορίζει και τη μέση θερμοκρασία που επιβάλλεται να έχει η επιφάνεια της πρόσοψης για την αντιμετώπιση των δροσερών ρευμάτων αέρα στο άνοιγμα. Η εμπειρία έδειξε ότι για περίπου 100 έως 150 W/m^2 , δεν επιβάλλεται η λήψη προσθέτων μέτρων.

Σε περιοχές ανοιγμάτων που οι απώλειες θερμότητας είναι μεγαλύτερες από 150 W/m^2 είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στον τοίχο θερμαινόμενη επιφάνεια σαν ανεξάρτητη ομάδα. Η επιφάνεια αυτή δεν θα ρυθμιστεί μέσω της θερμοκρασίας δωματίου αλλά με διαφορετικό θερμοστάτη που θα λαμβάνει εντολή από την εξωτερική θερμοκρασία. Επίσης ακόμη και κατά την περίοδο ψύξης η επιφάνεια αυτή θα ρυθμιστεί σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία λαμβάνοντας υπ όψη και την ηλιακή ακτινοβολία. Το τμήμα της ψυχομένης οροφής απορροφά τα υπόλοιπα φορτία ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία του δωματίου.

Θερμική μόνωση ενός κτηρίου γραφείων

Το μέγιστο απαιτούμενο φορτίο σε ένα κτηρίων γραφείων, ακόμη και με πολλά ανοίγματα κυμαίνεται να μεταξύ 100 και 200 W ανά μέτρο μήκους της πρόσοψης και 20 έως 30 W/m^2 του εσωτερικού χώρου..

Σχεδόν όλα τα σύγχρονα κτήρια γραφείων σωστά μονωμένων όπου εξασφαλίζεται και ο απαιτούμενος εξαερισμός η θέρμανση οροφής καλύπτει τις απαιτήσεις χωρίς την ανάγκη για τα πρόσθετα μηχανήματα.



Διάγραμμα 6 Μετάδοση των απαραίτητων απαιτήσεων θέρμανσης των εξωτερικών προσόψεων συμπεριλαμβανομένης της θερμότητας εξαερισμού σε ποσοστό 20% από τα ανοίγματα.

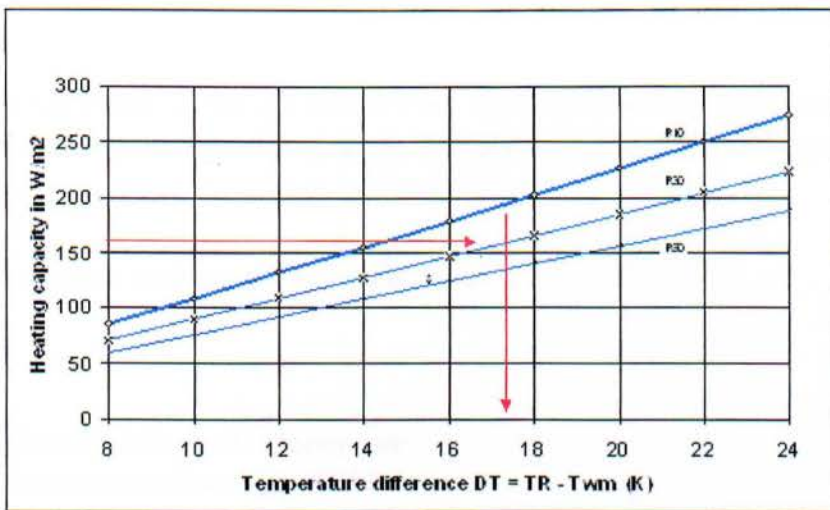
Το διάγραμμα βασίζεται για $K = 0,50 \text{ W/m}^2$ και ένα ύψος χώρου 3,0 m

Θερμική ικανότητα τοίχου

Η απόδοση των επιφανειών που τοποθετούνται σε τοίχους είναι διαφορετική από την απόδοση των επιφανειών που τοποθετούνται στην οροφή.

Ενώ η οροφή έχει διαφορετικές καμπύλες θέρμανσης (που εξετάσαμε πιο πάνω) και ψύξης (που θα εξετάσουμε στην συνέχεια), ο τοίχος έχει την ίδια απόδοση σε ψύξη και θέρμανση.

Ο τοίχος έχει μόνο μία καμπύλη απόδοσης, η οποία ισχύει για τη θέρμανση και την ψύξη. Στο διάγραμμα 7 φαίνεται η καμπύλη απόδοσης του τοίχου για τη θέρμανση και την ψύξη για διάφορες κατασκευές τοίχων.



Διάγραμμα 7 καμπύλη ικανότητας τοίχου

P 10 = Μεταλλική επιφάνεια

P 30 = Τοίχος από σοβά

P 50 = Τοίχος από γυψοσανίδα

Παράδειγμα

Δεδομένα

- Δωμάτιο με θερμικές απώλειες $Q = 1.650 \text{ W}$.
- Πλέγματα ΚαRo επιφάνειας $E = 10 \text{ m}^2$ τοποθετημένα στον τοίχο και καλύπτεται με σοβά.
- Θερμοκρασία δωματίου $T\delta = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Ζητούμενο

Η θερμοκρασία νερού που πρέπει να διοχετευθεί στα πλέγματα.

Βήματα

1. Από το διάγραμμα 7 για $q = 165 \text{ W / m}^2$ (άξονας Ψ) για την συγκεκριμένη κατασκευή (καμπύλη P 30) , διαφορά θερμοκρασίας Δωματίου TR και της μέσης θερμοκρασίας νερού T_{wm} είναι $DT = 17 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού είναι

$$T = T\delta + DT + DT^*/2 \text{ όπου}$$

T = θερμοκρασία νερού προσαγωγής

T δ = θερμοκρασία δωματίου $22 \text{ }^\circ\text{C}$

DT = TR - T_{wm} = $17 \text{ }^\circ\text{C}$.

DT* = συντελεστής διασποράς νερού στη επιφάνεια (συνήθως $3 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$) λαμβάνουμε $4 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{Αρα } T = 22 + 17 + 4/2 = 41 \text{ }^\circ\text{C}$$

Η θερμοκρασία νερού $41 \text{ }^\circ\text{C} < 45 \text{ }^\circ\text{C}$ αρα η τιμή είναι αποδεκτή.

Σημείωση

- ✓ Εάν η θερμοκρασία T ήταν μεγαλύτερη από $45 \text{ }^\circ\text{C}$ θα έπρεπε να επιλεγεί μεγαλύτερη επιφάνεια πλεγμάτων KaRo .
- ✓ Εάν η θερμοκρασία T ήταν πολύ μικρότερη από $45 \text{ }^\circ\text{C}$ πχ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ θα έπρεπε να επιλεγεί μικρότερη επιφάνεια πλεγμάτων KaRo .

Ψυκτική ικανότητα τοίχου

Ο υπολογισμός της ικανότητας για την περίπτωση ψύξης από τον τοίχο μπορεί να γίνει με τον ίδιο τρόπο όπως με την ικανότητα θέρμανσης, με την χρήση διαγράμματος 7 όπου η ικανότητα προσδιορίζεται από την θερμοκρασιακή διαφορά δωματίου - μέσης θερμοκρασίας νερού DT Όπως στην περίπτωση της ψύξης επιφανειών πρέπει η θερμοκρασία του τοίχου να είναι μικρότερη από την θερμοκρασία δρόσου του αέρα.

Σημείωση: Με την χρήση του τοίχου προστίθεται ικανοποιητική ικανότητα για την κάλυψη επί πλέον φορτίων που προκύπτουν από τα μεγάλα ανοίγματα η την είσοδο αέρα.

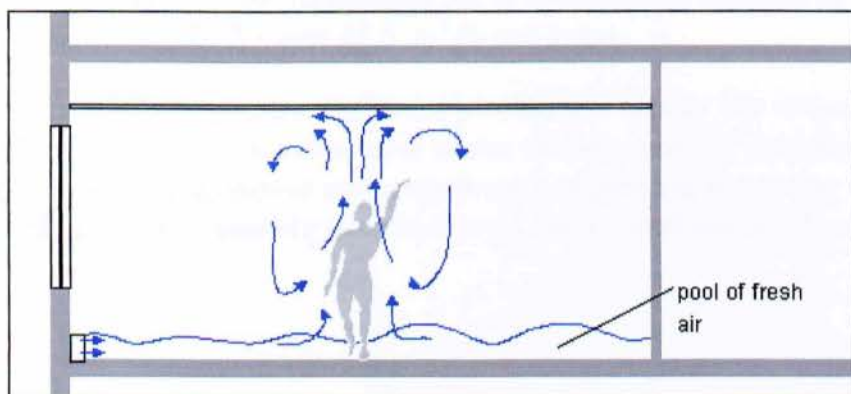
Ψύξη επιφανειών με αερισμό από τα παράθυρα

Ενώ η απόδοση του συστήματος δεν επηρεάζεται από μηχανικό αερισμό, λόγω του ότι ο εισερχόμενος νωπός αέρας προκλιματίζεται και δεν επηρεάζεται το αισθητό και το λανθάνον φορτίο του χώρου, επιπλέον είναι δυνατόν και η ρύθμιση του λανθάνοντος φορτίου του χώρου.

Αντίθετα ο αερισμός από τα παράθυρα και τα ανοίγματα επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος επιφανειών.

Όπως έχουμε προαναφέρει η θερμοκρασία της επιφάνειας πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 2°C από την θερμοκρασία δρόσου του αέρα.

Τα άτομα αυξάνουν την υγρασία του χώρου περίπου κατά 1 g/m^3 .



Εικόνα 9 Κίνηση αέρα χώρου με είσοδο αέρα από ανοίγματα

Εάν χρησιμοποιούνται για τον εξαερισμό τα παράθυρα, η υγρασία του χώρου μπορεί, να ανέλθει σε μεγαλύτερη τιμή από το ανεκτό 1 g/m^3 , ανάλογα εάν τα παράθυρα είναι ανοικτά ή όχι.

Για να αντιμετωπισθεί η εμφάνιση σταγονιδίων εάν η σχετική υγρασία του χώρου ανέβει, ένας αισθητήρας που ελέγχει το σημείο δρόσου, δίνει εντολή στο κλείσιμο της βάνας και διακοπή της τροφοδοσίας νερού εφόσον υπάρχει κίνδυνος υγραποίησης.

Μια επί πλέον ουσιαστική διαφορά του φυσικού αερισμού από τα ανοίγματα σε σχέση με το σύστημα μηχανικού εξαερισμού βρίσκεται με τις ιδιότητες των θερμοκρασιών των επιφανειών. Χωρίς την μηχανική υποστήριξη του εξαερισμού, η ανώτερη θερμοκρασία των επιφανειών πρέπει επίσης να θερμάνει ή να δροσίσει τον εξωτερικό αέρα. Κατά συνέπεια, η επιφάνεια πρέπει να παραλαμβάνει μεγαλύτερα φορτία λόγω αερισμού. Για ένα γραφείο, αυτό μπορεί να σημάνει μια αύξηση του φορτίου ψύξης κατά 30%, και το χειμώνα να διπλασιάζεται το φορτίο θέρμανσης.

Ενισχυτικός εξαερισμός

Ένα πλήρες σύστημα απαιτεί την χρήση μηχανικού εξαερισμού. Με την μέθοδο αυτή εξαερισμού επιτυγχάνεται:

- Η θέρμανση - ψύξει του εισαγόμενου αέρα
- Η αφύγρανση του αέρα
- Το φιλτράρισμα του αέρα .
- Ο έλεγχος του λανθάνοντος φορτίου του χώρου

Το ποσό του απαιτούμενου αέρα υπολογίζεται με την απαίτηση της ανανέωσης αέρα, σύμφωνα με την χρήση και του αριθμού των ατόμων στο χώρο.

Για παράδειγμα , η ποσότητα του νωπού αέρα για τα γραφεία είναι σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86 min 25,5 - max 42,5 m³/h ανά άτομο.

Η προσεκτική επιλογή των χρησιμοποιούμενων οικοδομικών υλικών στο κτήριο είναι σημαντική. Πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο εκείνα τα υλικά, που δεν εκπέμπουν ισχυρές δυσάρεστες μυρωδιές,. Διαφορετικά είναι απαραίτητο η αύξηση της ποσότητας φρέσκου αέρα, για να αφαιρέσει τις μυρωδιές που παράγονται από τη δομή των οικοδομικών υλικών.

Ανοίγματα

Η χρήση των επιφανειών ψύξη - θέρμανση δεν αποκλείει την χρήση των ανοιγμάτων για αερισμό.

Οι αισθητήρες του σημείου δρόσου αποτρέπουν αποτελεσματικά την υγραποίηση.

Επιπλέον, η εμπειρία δείχνει ότι τις υγρές ημέρες, όπως και τις κρύες χειμερινές ημέρες, γενικά δεν υπάρχει ανάγκη να ανοίξουν τα παράθυρα. Ο αέρας στο χώρο είναι καταφανώς ποιο ευχάριστος από τον υγρό εξωτερικό αέρα. Εγνούτοις, εάν τα παράθυρα ανοίξουν, η ψύξη στο δωμάτιο σβήνει αυτόματα, εάν υπάρχει κίνδυνος υγραποίησης.

Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε το σύστημα διανομής νερού σένα σύστημα διανομής ψύξης θέρμανσης επιφανειών.

Τα βασικά μέρη που αποτελείται το σύστημα είναι τα ακόλουθα:

- **Πλέγματα σωλήνων**

Τα πλέγματα τοποθετούνται επάνω στο σκυρόδεμα (οροφή) ή στα τούβλα (τοιχοποιία), στο εσωτερικό τμήμα των γυψοσανίδων (οροφή - τοιχοποιία), σε μεταλλικές οροφές και στο δάπεδο όπως στην ενδοδαπέδια θέρμανση.

Τα είδη των πλεγμάτων είναι τα ακόλουθα :

1. Σωλήνες από προπυλένιο .

Τα πλέγματα αποτελούνται από σωλήνες πολυπροπυλενίου και είναι το πλέον διαδεδομένο σύστημα. Σημαντικό στοιχείο της μεθόδου αυτής είναι η διάμετρος των σωλήνων.

Υπάρχουν σωλήνες μεγάλης σχετικής διαμέτρου (Φ 10-12-14-16 mm).

Το μειονέκτημα του δικτύου αυτού είναι αφ ενός η μεγάλη σχετική απόσταση που απέχουν οι σωλήνες μεταξύ τους και αφ ετέρου απαιτείται μεγάλου πάχους σοβάς.

Υπάρχουν τριχοειδής σωλήνες διαμέτρου Φ 2 mm (σύστημα KaRo) με το πλεονέκτημα αφ ενός της πολύ μικρής απόστασης μεταξύ τους και αφ ετέρου του μικρού πάχους σοβά.

2. Σωλήνες από χαλκό.

Τα πλέγματα κατασκευάζονται από χαλκό προδιαγραφών VDI 2035.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια.

3. Pannels προπυλενίου.

- ✓ **Ο εναλλάκτης νερού-νερού.**

Για να προφυλαχθούν τα πλέγματα (ιδίως των τριχοειδών σωλήνων

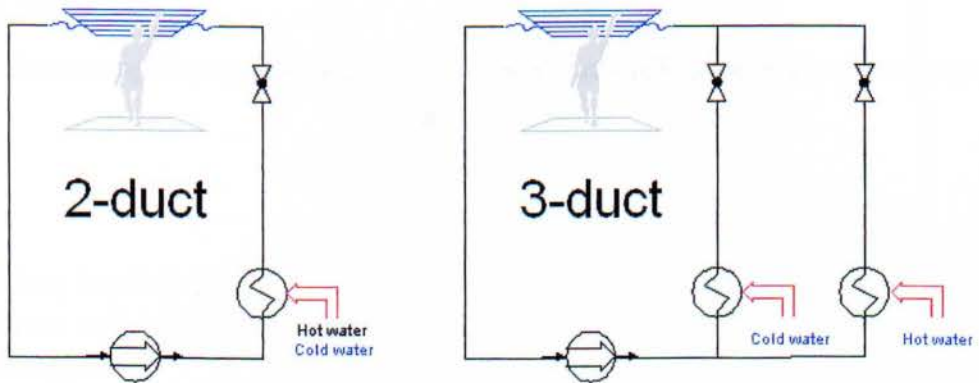
και των pannels) από τυχών αποφράξεις συνδέονται σε διαφορετικό κλειστό κύκλωμα (δευτερεύων κύκλωμα).

Το πρωτεύων κύκλωμα παραγωγής - διανομής του κρύου ή ζεστού νερού τροφοδοτεί εναλλάκτη νερού-νερού ο οποίος στην συνέχεια τροφοδοτεί το δευτερεύων κύκλωμα

✓ Δίκτυο σωληνώσεων - Διανομή

Υπάρχουν δύο μέθοδοι τροφοδοσίας

- Σύστημα δύο σωλήνων όπου όλες οι ζώνες λειτουργούν σε θέρμανση ή ψύξη. Διανομή νερού με δακτύλιο ή ακτινικά .
- Σύστημα τριών σωλήνων όπου άλλες ζώνες λειτουργούν σε θέρμανση (πχ εξωτερικές Βόρειες ζώνες) και ταυτόχρονα άλλες ζώνες λειτουργούν σε ψύξη (πχ εσωτερικές ή νότιες ζώνες).



Σχήμα 7 Δίκτυο δυο σωλήνων - Δίκτυο τριών σωλήνων

Σύστημα δύο σωλήνων

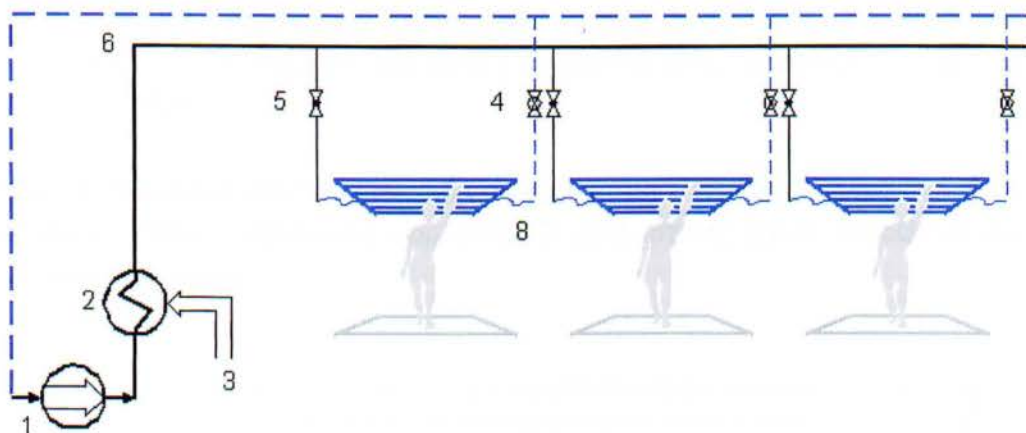
Το σύστημα είναι κατάλληλο σε περίπτωση μόνο ψύξης και ψύξης ή θέρμανσης δεν είναι όμως δυνατόν να ψύχεται ένας χώρος και συγχρόνως να θερμαίνεται άλλος χώρος. Το νερό που μεταφέρεται κεντρικά είναι ζεστό ή κρύο. Ο έλεγχος μέσω θερμοστατών και ηλεκτροκίνητων βανών είναι ικανοποιητικός σε πολλές εφαρμογές εφ' όσον τα κτήρια δεν απαιτούν χώρους που ταυτόχρονα να χρειάζονται ψύξη και θέρμανση.

Στο σύστημα κυκλοφορίας ύδατος δύο σωλήνων, υπάρχει μόνο ένας εναλλάκτης θερμότητας, ο οποίος παρέχει είτε κρύο είτε ζεστό νερό.

Ο εναλλάκτης θερμότητας, η δεξαμενή αποθήκευσης, η συσκευή ασφάλειας, και η αντλία κυκλοφορίας προσαρμόζονται σε συμπαγή δευτεροβάθμιο σταθμό. Οι μικρές διαστάσεις το καθιστούν κατάλληλο για εγκαταστάσεις όπου ο διατιθέμενος χώρος είναι μικρός.

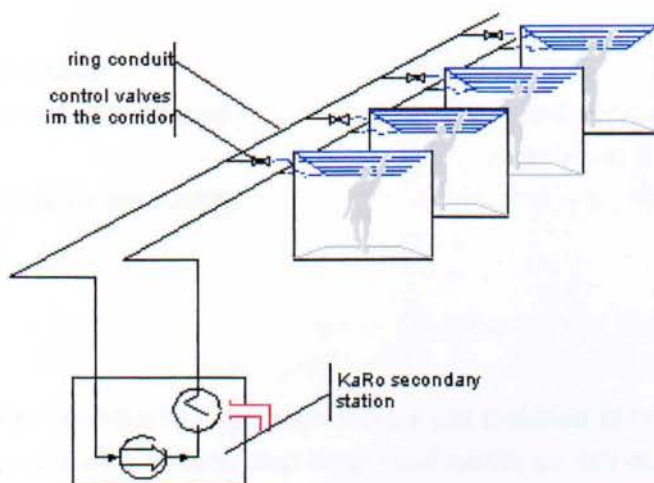
Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η φιλοσοφία διανομής του νερού.

Στα σχήματα 8 και 9 η διανομή γίνεται με την βοήθεια δακτυλίου. Χρησιμοποιείται για μικρές σχετικά διανομές για να αποφεύγονται τα μεγάλα δίκτυα.



Σχήμα 8 Δακτύλιος δύο σωλήνων με τοποθέτηση των ρυθμιστικών βανών σε σημείο του χώρου.

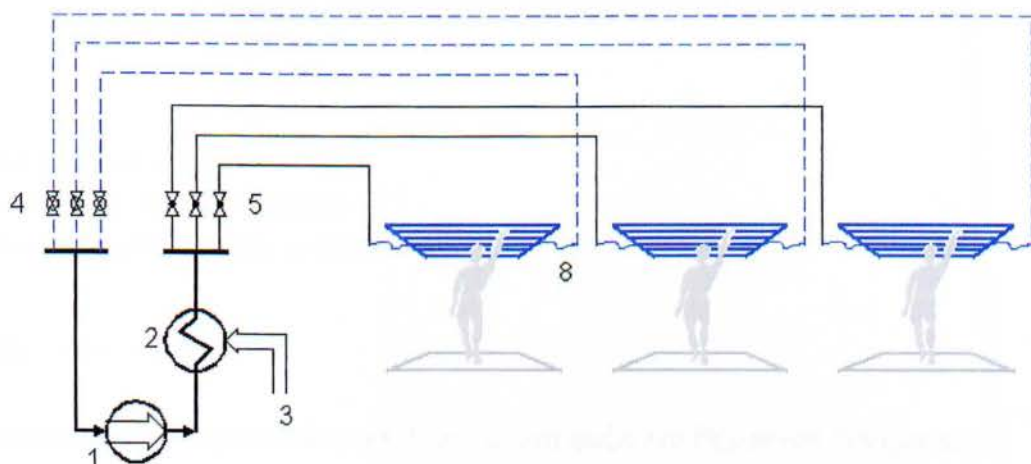
- 1 = αντλία
- 2 = εναλλάκτης νερού-νερού
- 3 = τροφοδοσία κρύου η ζεστού νερού
- 4 = ρυθμιστική βάνα
- 5 = μετρητής ροής και βάνα αποκοπής
- 6 = κεντρική παροχή
- 8 = τελική σύνδεση



Σχήμα 9 Δακτύλιος δύο σωλήνων με τοποθέτηση των ρυθμιστικών βανών σε απομακρυσμένο σημείο (πχ διάδρομος)

Διανομή νερού μέσω ενός αγωγού δαχτυλιδιών, οι βαλβίδες ελέγχου εγκαθίστανται σε κατάλληλες θέσεις του διαδρόμου, και μόνο η αντλία και οι αυτοματισμοί εγκαθίστανται στον κεντρικό σταθμό

Στο σχήμα 10 η διανομή γίνεται ακτινικά και χρησιμοποιείται για μεγάλες διανομές προκειμένου να υπάρχει υδραυλική ισορροπία. Οι ρυθμιστικές βάνες τοποθετούνται στο χώρο του μηχανοστασίου.



Σχήμα 10 Ακτινική διανομή

1 = αντλία

2 = εναλλάκτης νερού-νερού

3 = τροφοδοσία κρύου η ζεστού νερού

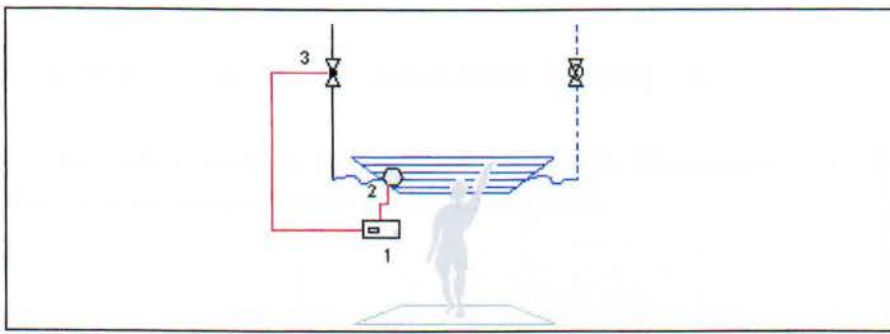
4 = ρυθμιστική βάνα

5 = μετρητής ροής και βάνα αποκοπής

6 = κεντρική παροχή

8 = τελική σύνδεση

Για τον αυτοματισμό του συστήματος χρησιμοποιούμε μια βαλβίδα ελέγχου και ένα αισθητήρα ελέγχου του σημείου δρόσου που είναι συνδεδεμένοι με τον αυτόματο ελεγκτή θερμοκρασίας δωματίου. Αν το σύστημα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση η την ψύξη η λειτουργία μεταξύ της θέρμανσης και της ψύξης αντιστρέφεται με τηλεχειρισμό.



Σχήμα 11 Αυτοματισμός με σύστημα δύο σωλήνων

- 1 = υδροστατικό κέντρο
- 2 = Αισθητήρας σημείου δρόσου
- 3 = βάνα ρυθμιστική ψύξης η θέρμανσης

Σύστημα τριών σωλήνων

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε ταυτόχρονη ψύξη και θέρμανση συγχρόνως.

Στο σύστημα τριών σωλήνων τοποθετούνται δύο εναλλάκτες θερμότητας προσφέροντας υψηλότερο βαθμό ελευθερίας για τροφοδοσία νερού ζεστού και κρύου. Κατά συνέπεια το ζεστό και κρύο νερό μπορεί να διοχετευθεί σε διαφορετικούς σωλήνες παροχής του συστήματος, έτσι ώστε δύο γειτονικά δωμάτια μπορούν να ψύχονται ή να θερμαίνονται συγχρόνως.

Χρησιμοποιείται κοινή επιστροφή και για τη θέρμανση και την ψύξη.

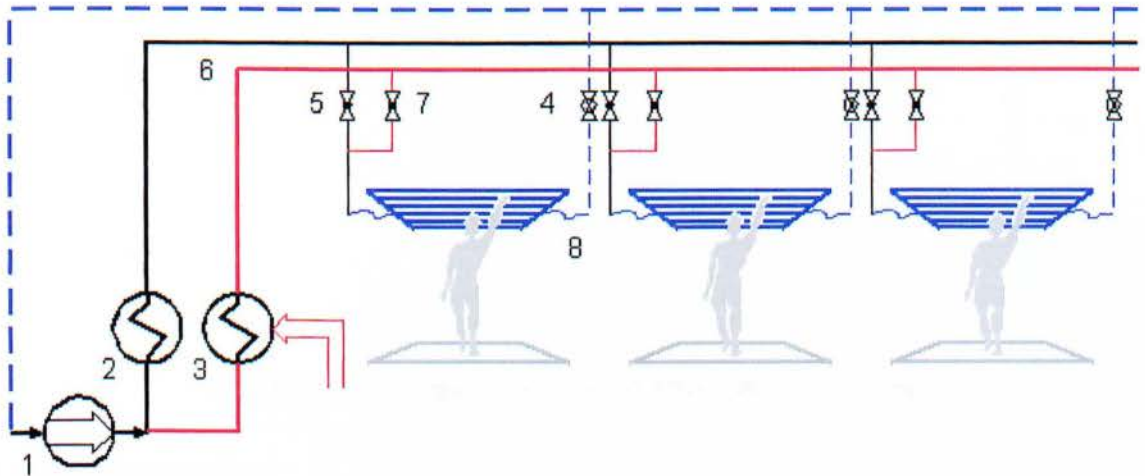
Η ανάμειξη του νερού επιστροφής (ψύξης η θέρμανσης) είναι δυνατή επειδή οι απώλειες των μιγμάτων είναι μικρές, λόγω του ότι η ταυτόχρονη θέρμανση και η ψύξη απαιτείται μόνο στις μεταβατικές περιόδους, με μικρά φορτία, και οι θερμοκρασίες επιστροφής από τα πλέγματα είναι μάλλον ήπιες.

Με το σύστημα τριών σωλήνων, απαιτείται επίσης, μόνο μια αντλία. Ανάλογα με τη θέση των βαλβίδων ελέγχου - "θέρμανση" και "ψύξη", το νερό αντλείται αναλογικά μέσω των εναλλακτών θερμότητας ψύξης η θέρμανσης ανάλογα με την ζήτηση.

Πίσω από τις βαλβίδες ελέγχου οι δύο σωλήνες είναι πάλι ενωμένοι. Η πρόσθετη εγκατάσταση σε σχέση με το σύστημα δύο σωλήνων περιορίζεται μόνο στο σταθμό (μηχανοστάσιο ,εικόνα 10) .

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η φιλοσοφία διανομής του νερού.

Στο σχήμα 12 η διανομή γίνεται με την βοήθεια δακτυλίου. Χρησιμοποιείται για μικρές σχετικά διανομές για να αποφεύγονται τα μεγάλα δίκτυα.

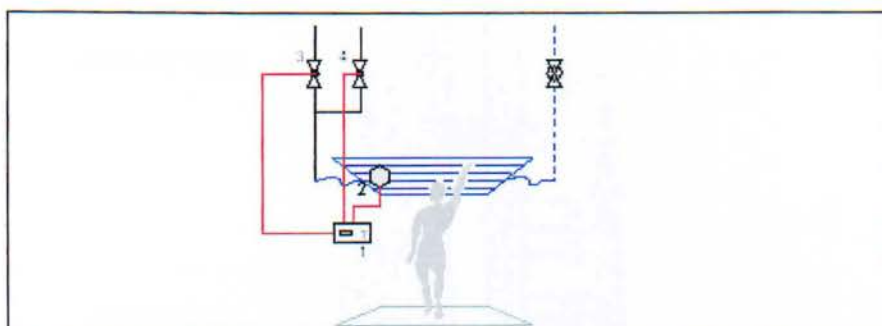


Σχήμα 12 Δακτύλιος τριών σωλήνων ταυτόχρονη ψύξη και θέρμανση

Εικόνα 2

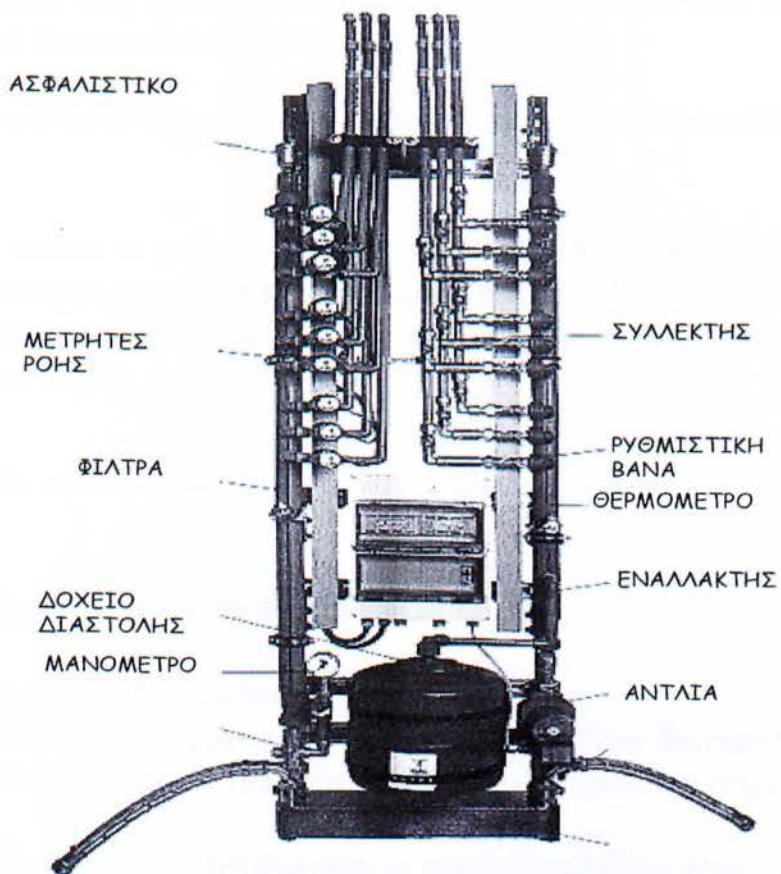
- 1 = αντλία
- 2 = εναλλάκτης νερού-νερού ψύξης
- 3 = εναλλάκτης νερού-νερού θέρμανσης
- 4 = ρυθμιστική βάννα
- 5 = μετρητής ροής και βάννα αποκοπής ψύξης
- 6 = κεντρική παροχή
- 7 = μετρητής ροής και βάννα αποκοπής θέρμανσης
- 8 = τελική σύνδεση

Για τον αυτοματισμό του συστήματος χρησιμοποιούμε μια βαλβίδα ελέγχου και ένα αισθητήρα ελέγχου του σημείου δρόσου που είναι συνδεδεμένοι με τον αυτόματο ελεγκτή θερμοκρασίας δωματίου.



Σχήμα 13 Αυτοματισμός με σύστημα τριών σωλήνων

- 1 = υδροστατικό κέντρο
- 2 = Αισθητήρας σημείου δρόσου
- 3 = βάνα ψύξης
- 4 = βάνα θέρμανσης



Εικόνα10 Κεντρικός σταθμός

Στον κεντρικό σταθμό τοποθετούνται

- ✓ Οι βάνες ρύθμισης ροής.
- ✓ Οι μετρητές ροής
- ✓ Τα θερμόμετρα
- ✓ Τα φίλτρα
- ✓ Τα δοχεία διαστολής
- ✓ Οι εναλλάκτες νερού - νερού
- ✓ Οι κυκλοφορητές
- ✓ Τα ασφαλιστικά

Αυτοματισμοί

Η συχνότερη μέθοδος ελέγχου είναι έλεγχος ανά χώρο. Κάθε χώρος έχει το θερμοστάτη (έλεγχος θερμοκρασίας) και υγραστάτη (έλεγχος υγρασίας) που επιδρούν στις ηλεκτροκίνητες βάνες.

Σε χώρους που έχουν ίδιες χρήσεις και τα φορτία είναι παραπλήσια είναι δυνατή η τοποθέτηση κοινού θερμοστάτη και υγραστάτη.

Εάν το σύστημα χρησιμοποιείται μόνο για τη θέρμανση, προτείνεται η χρήση κοινού θερμοστάτη.

Οι αυτοματισμοί μπορούν να ελέγχουν τις ηλεκτροκίνητες βάνες που τοποθετούνται

- ✓ Στην ψευδοροφή ή σε χώρο που προβλέπεται στο επίπεδο.
- ✓ Στον κεντρικό σταθμό η λύση αυτή είναι συνήθως λίγο ποιο ακριβή αλλά απαιτεί λιγότερη συντήρηση.

Παραγωγή ζεστού, κρύου νερού

Η παραγωγή του ζεστού νερού είναι δυνατόν να επιτευχθεί.

- ✓ Από λέβητα αερίου, πετρελαίου και βιοκάυσιμα.
- ✓ Από αντλία θερμότητας αέρα - νερού ή νερού - νερού. Στην δεύτερη περίπτωση η χρήση γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

Η παραγωγή του ζεστού νερού επιτυγχάνεται με αντλία θερμότητας αέρα - νερού ή νερού - νερού, ώστε ακόμη και στην περίπτωση που έχουμε λέβητα να υπάρχει και η δυνατότητα της χρήσης ζεστού νερού.

Βήματα υπολογισμού ψυκτικών φορτίων

1. Υπολογίζουμε τα ψυκτικά φορτία χρησιμοποιώντας την μέθοδο ASHRAE ή της CARRIER. Τα φορτία τα κατατάσσουμε στις εξής κατηγορίες:

- Αισθητό (Sensible) φορτίο (απώλειες) χώρου $Q_s(x)$
- Λανθάνον (Latent) φορτίο (απώλειες) χώρου $Q_l(x)$
- Αισθητό φορτίο αερισμού $Q_s(a)$.
- Λανθάνον φορτίο αερισμού $Q_l(a)$.

Ολική απώλεια συστήματος $Q_{\psi 0} = Q_s(x) + Q_l(x) + Q_s(a) + Q_l(a)$

2. Ορίζουμε τις επιφάνειες που θα τοποθετηθούν πλέγματα νερού για την ψύξη. Κατά προτεραιότητα οροφή και στην συνέχεια τους τοίχους. Προϋπολογίζουμε την αποδιδόμενη αισθητή θερμότητα της οροφής .

$Q_s(ορ) (W) = A(ορ) (m^2) \times q (W/m^2)$ (όπου q η απόδοση αισθητής ψύξης ανά τετραγωνικό επιφανείας συνήθεις τιμή $q = 80W/m^2$).

- Εάν $Q_s(x) < Q_s(ορ)$ δεν απαιτείται η χρήση των τοίχων για τοποθέτηση πλεγμάτων.
- Εάν $Q_s(x) > Q_s(ορ)$ χρησιμοποιούμε και τμήματα τοίχων ώστε $Q_s(x) = Q_s(ορ) + Q_s(τ)$ όπου $Q_s(τ) (W) = A(τ) (m^2) \times q (W/m^2)$ άρα η επιφάνεια των τοίχων που θα δεσμευθούν $A(τ) (m^2) = Q_s(τ) (W) / q (W/m^2)$.

Εν συνεχεία από τους πίνακες του κατασκευαστή λαμβάνοντας υπ' όψη την πραγματική απόδοση με βάση την κατασκευή της οροφής (σοβάς, ψευδοροφή από γυψοσανίδα) υπολογίζουμε την πραγματική απόδοση q^* και επανερχόμενοι στην αρχική εκτίμηση επιβεβαιώνουμε τις επιφάνειες.

3. Το λανθάνον φορτίο του χώρου είναι δυνατόν να καλυφθεί με τρεις τρόπους.

- Τοποθέτηση αφυγραντήρων.
- Τοποθέτηση τοπικής κλιματιστικής μονάδας (FCU).
- Την κάλυψη του λανθάνοντος φορτίου από το σύστημα αερισμού.

4. Για τα φορτία αερισμού χρησιμοποιούμε:

- Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) η οποία με δίκτυο αεραγωγών θα καλύπτει τα αισθητό φορτία

οποία θα πρέπει να υπολογισθεί ώστε ,

$$Q_s(KKM) = Q_s(a).$$

$$Q_l(KKM) = Q_l(a) + Q_l(x)$$

Όπου :

$Q_s(KKM)$ = Αισθητό φορτίο της Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδος

$Q_l(KKM)$ = Λανθάνον φορτίο της Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδος

$Q_s(x)$ = Αισθητό φορτίο χώρου

$Q_l(x)$ = Λανθάνον φορτίο χώρου

$Q_s(a)$ = Αισθητό φορτίο αερισμού

$Q_l(a)$ = Λανθάνον φορτίο αερισμού

- Τοπικές κλιματιστικές μονάδες (FCU) που θα τοποθετηθούν σε χώρους με αισθητό φορτίο που δεν καλύπτεται από την οροφή, και αφυγραντήρες στους χώρους των οποίων το αισθητό φορτίο καλύπτεται από την οροφή και απαιτείται ο έλεγχος μόνο του λανθάνοντος. Στην περίπτωση αυτή ο έλεγχος του αερισμού γίνεται με την τοποθέτηση εναλλάκτου αέρος - αέρος (VAM)

Βήματα υπολογισμού Θερμικών φορτίων

1. Υπολογίζουμε τα Θερμικά φορτία χρησιμοποιώντας την μέθοδο DIN 470 QT.
Τα φορτία θέρμανσης είναι μόνο αισθητά του χώρου (Q_θ) χωρίς να λαμβάνουμε υπ όψη τα φορτία αερισμού με βεβιασμένη κυκλοφορία (ανεμιστήρες απαγωγής).
2. Ελέγχουμε εάν οι επιφάνειες που έχουμε επιλέξει στην ψύξη (οροφή και τοίχοι) καλύπτουν τα Θερμικά φορτία.
3. $Q_{\theta(\sigma\rho)} (W) = A(\sigma\rho) (m^2) \times q (W/m^2)$

$Q_{\theta(\tau)} (W) = A(\tau) (m^2) \times q (W/m^2)$ (όπου q η απόδοση στην θέρμανση ανά τετραγωνικό επιφανείας συνήθεις τιμή $q = 100W/m^2$)

Σε περίπτωση που δεν καλύπτονται τα φορτία.

- Λαμβάνουμε υπ' όψη την Θερμαντική απόδοση των ΚΚΜ ή FCU .
- Χρησιμοποιούμε το δάπεδο.

Συνήθως για τα εγκατεστημένα φορτία που καλύπτουν την ψύξη υπερκαλύπτουν την θέρμανση.

Σ Η Μ Ε Ι Ω Σ Η

1. Στους χώρους υγιεινής (λουτρά, WC) που η ψύξη δεν είναι επιθυμητή συνιστάται η τοποθέτηση των πλεγμάτων στο δάπεδο (τον χειμώνα η αίσθηση του ζεστού δαπέδου κρίνεται απαραίτητη και το καλοκαίρι το κύκλωμα αυτό δεν λειτουργεί με την βοήθεια ηλεκτροκίνητων βανών)
2. Η χρήση πλεγμάτων στην οροφή και το δάπεδο αποτελεί την λύση με την καλύτερη αίσθηση των ενοίκων. Βέβαια η πρόταση αυτή έχει μεγάλο αρχικό κόστος κατασκευής όμως η αποδιδόμενη αίσθηση της άνεσης (Χειμώνα ή Θέρος) βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, πρόσθετα η ενεργειακή κατανάλωση είναι μικρότερη από τις άλλες μεθόδους.

ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση κλιματισμού (ψύξη - Θέρμανση - αερισμός) με την μέθοδο ψυχομένων - θερμαινόμενων επιφανειών του Μουσείου Βιομηχανικής Ελαιουργίας Λέσβου στην Αγ. Παρασκευή .

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Ο χώρος όπου δημιουργήθηκε το μουσείο απαρτίζεται από διάφορα κτίσματα που αποτελούσαν ένα συγκρότημα παραγωγής ελαιολάδου με την παραδοσιακή μέθοδο. Στον περιβάλλοντα χώρο του υπήρχαν μικρά κτίσματα αποθηκευόντουσαν οι ελιές. Το κεντρικό κτίριο συνολικής επιφάνειας 401.5 m^2 αποτελούσε τον χώρο παραγωγής του ελαιόλαδου.

Το κεντρικό κτίριο αποτελείται από τρεις βασικούς χώρους.

1. Την « κυρία αίθουσα » συνολικού εμβαδού 256 m^2 , όπου πραγματοποιείτο η επεξεργασία της ελιάς. Τα μηχανήματα επεξεργασίας χρησιμοποιούσαν σαν κινητήριο δύναμη τον ατμό.
2. Τον χώρο του « ατμολέβητα » συνολικού εμβαδού $93,75 \text{ m}^2$. Με δίκτυο εξωτερικό ο παραγόμενος ατμός οδηγείτο στα μηχανήματα της κυρίας αίθουσας.
3. Τον χώρο του « αλευρόμυλου » συνολικού εμβαδού $42,6 \text{ m}^2$, όπου αποθηκευόντουσαν για ξήρανση τα υπολείμματα του κουκουτσιού.

Το κτίριο βιομηχανικής κατασκευής αποτελείτο από τοιχοποιία , κατασκευασμένη από πέτρα (παραδοσιακό) πάχους $0,5 \text{ m}$ και η οροφή μεταλλική εσωτερικά μονωμένη από υαλοβάμβακα πάχους 10 cm , το δάπεδο στην αρχική του μορφή ήταν χωμάτινο και στην αναστήλωση του , από σκυρόδεμα με βιομηχανική επικάλυψη.

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Σκοπός της εγκατάστασης κλιματισμού - Θέρμανσης - αερισμού είναι η εξασφάλιση υψηλών συνθηκών άνεσης όλο το χρόνο συνδυάζοντας συστήματα απλά στην χρήση και συντήρηση, με υψηλή ποιότητα κατασκευής, επιλεγμένα με κριτήρια τις ειδικές απαιτήσεις κάθε χώρου, ανάλογα με τη χρήση και τις ειδικές ανάγκες του.

Ο κλιματισμός μελετήθηκε με γνώμονα:

- Την ιδιομορφία των χώρων. Κατά την περίοδο που το μουσείο είναι κλειστό, πρέπει να υπάρχουν ελάχιστες ανεκτές συνθήκες για την προστασία των εκθεμάτων (Θερμοκρασία - υγρασία).
- Την ασφάλεια, εξυπηρέτηση και άνεση αυτών που επισκέπτονται την έκθεση. Όταν το μουσείο λειτουργεί, οι συνθήκες άνεσης επιβάλλεται να καλύπτουν και ακραίες συνθήκες (επίσκεψη μεγάλης ομάδας)
- Την μεγάλη διάρκεια ζωής σε συνδυασμό με το χαμηλό, κατά το δυνατό, αρχικό κόστος.
- Την αξιοπιστία.
- Την ελαστικότητα διάταξης των μηχανημάτων με την ευκολία διέλευσης των δικτύων προς ευχερή συντήρηση.
- Την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας με κατάλληλο σχεδιασμό των συστημάτων.

Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων επιλέχτηκε

- Σύστημα ψυχομένων - θερμαινόμενων επιφανειών για την κάλυψη των αισθητών φορτίων του χώρου. Τοποθετήθηκε ενδοδαπέδιο σύστημα, και σύστημα ψυχομένης οροφής.
- Κεντρική κλιματιστική μονάδα αέρος, για την κάλυψη των φορτίων αερισμού, των λανθανόντων φορτίων, και των συνολικών φορτίων των επισκεπτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Οι εγκαταστάσεις Θέρμανσης - Κλιματισμού - Αερισμού μελετήθηκαν σύμφωνα με :

- Τους ισχύοντες Ελληνικούς Κανονισμούς (Γ.Ο.Κ., Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.).
- Τους Διεθνείς Κανονισμούς ASHRAE, DIN, VDI, IEC, εκτός εάν καλύπτονται από τους παραπάνω Ελληνικούς Κανονισμούς.
- Τους κανόνες της τέχνης και της εμπειρίας για εξαιρετικής ποιότητας εργασία, που να ανταποκρίνεται στις ευρωπαϊκές απαιτήσεις τεχνολογίας για παρόμοια κτίρια

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με το ΤΟΤΕΕ 2425/86. "Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων" για την Μυτιλήνη ισχύουν τα κάτωθι:

Πίνακας 13 Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού

ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1 %		
D.B.	R.H.	
37°C	40%	Καλοκαίρι
2 °C	80%	Χειμώνας

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ

Οι συνθήκες - άνεσης ανά κατηγορία είναι:

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΠΗΓΗ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ ΘΕΡΟΥΣ	26-27 °C ΞΒ (ξηρού βολβού)	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2423/86
	σχετική υγρασία 60-50%	Π 203
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ ΧΕΙΜΩΝΑ	21-23 °C ΞΒ (ξηρού βολβού)	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2485/86
	σχετική υγρασία 40-50%	Π 2.2
ΑΝΑΓΚΕΣ ΝΩΠΟΥ	17 - 25,5 m ³ /hr ανά άτομο.	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2485/86 Π 2.5
ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ	75 άτομα ανά 100 m ² .	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2485/86 Π 2.5

ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τα ψυκτικά φορτία του συγκροτήματος υπολογίσθηκαν με την μέθοδο ASHRAE CLTD και τα θερμικά φορτία του συγκροτήματος κατά DIN 470

ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η θέρμανση και ο δροσισμός θα επιτευχθεί με σύστημα ψυχομένων επιφανειών.

Συγκεκριμένα τα θερμικά φορτία και τα αισθητά ψυκτικά φορτία θα καλυφθούν από τις θερμαινόμενες - ψυχωμένες επιφάνειες. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν το δάπεδο και η οροφή που θα τοποθετηθούν πλέγματα του συστήματος KaRo (τριχοειδής σωλήνες).

Τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία του χώρου, τα φορτία των ατόμων (αισθητά και λανθάνοντα), και τα φορτία του απαιτούμενου αερισμού (αισθητά και λανθάνοντα) θα καλυφθούν με Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ).

Η Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα θα τοποθετηθεί σε χώρο που δεν θα επηρεάζει τη αισθητική και συγκεκριμένα σε πατάρι πάνω από τον χώρο του ατμολέβητα.

Η μονάδα θα φέρει τα ακόλουθα :

- Τμήμα ανεμιστήρα προσαγωγής
- Τμήμα στοιχείων θερμαντικού στοιχείου
- Τμήμα ψυκτικού στοιχείου
- Τμήμα ύγρανσης
- Τμήμα ανεμιστήρα επιστροφής και απαγωγής
- Κιβώτιο μίξεως,
- Τμήμα προφίλτρων και φίλτρων
- Τμήμα ανάκτησης θερμότητας αέρα φρέσκου αέρα και απαγόμενου αέρα.

Η διανομή του αέρα προσαγωγής-επιστροφής-απαγωγής θα γίνει μέσω δικτύου αεραγωγών από γαλβανισμένη λαμαρίνα. Δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στο σχεδιασμό της διαδρομής των αεραγωγών ώστε να προσαρμόζεται απόλυτα στη αρχιτεκτονική λύση αφ' ενός και αφ' ετέρου να μην αλλοιώνεται η αισθητική του κτιρίου για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκαν εντός του παταριού που βρίσκεται πάνω από τον χώρο του ατμολέβητα.

Οι αεραγωγοί προσαγωγής θα μονωθούν θερμικά για την ελαχιστοποίηση των απωλειών ψύξεως και την αποφυγή συμπυκνώσεως υδρατμών στις παρειές του.

Η προσαγωγή του αέρα στο χώρο γίνεται με την βοήθεια μετωπικών στομιών κατάλληλου βεληνεκούς .

Τα στόμια επιστροφής επιλέχθηκαν με χαμηλή ταχύτητα (3 m/s).

Προκειμένου να επιτευχθεί η ομαλότερη διανομή του αέρα, και πλήρης εκμετάλλευση της ψυχόμενης - θερμαινόμενης οροφής, θα τοποθετηθούν ανεμιστήρες οροφής.

Η τροφοδοσία της κλιματιστικής μονάδας με θερμό η ψυχρό νερό γίνεται από αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας (ΑΘ).

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-ΕΠΙΛΟΓΕΣ

Όπως έχουμε προαναφέρει οι επιλογές των στοιχείων κλιματισμού γίνονται στην ψύξη και στην συνέχεια ελέγχουμε εάν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις θέρμανσης.

Ακολουθώντας τα βήματα που αναπτύξαμε πιο πάνω υπολογίζουμε.

Φορτία ψύξης

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο ASHRAE υπολογίζουμε τα διάφορα ψυκτικά φορτία, σε κάθε χώρο (κυρία αίθουσα - χώρος ατμολέβητα - χώρος αλευρόμυλου) και στις εξής κατηγορίες:

- ✓ Εξωτερικά Φορτία Χώρου (ΕΦΧ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται στις εξωτερικές επιφάνειες (κέλυφος) -Αισθητά φορτία.
- ✓ Φορτία Φωτισμού (ΦΦ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τον φωτισμό και από τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές -Αισθητά φορτία..
- ✓ Φορτία Ατόμων (ΦΑτ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τα άτομα που βρίσκονται στους χώρους -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία.
- ✓ Φορτία Χώρου (ΦΧ) : Το άθροισμα των ανωτέρω φορτίων -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία. $\Phi\chi = \text{ΕΦΧ} + \Phi\Phi + \Phi\text{Ατ}$
- ✓ Φορτία Αερισμού (ΦΑ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τον απαιτούμενο φρέσκο αέρα (νωπός) που απαιτείται -Αισθητών και Λανθανόντων φορτίων.
- ✓ Συνολικά Φορτία (ΣΦ) : Το άθροισμα των ανωτέρω φορτίων -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία. $\Sigma\chi = \Phi\chi + \Phi\text{Α}$

Στον πίνακα 14ο που ακολουθεί εμφανίζονται τα φορτία.

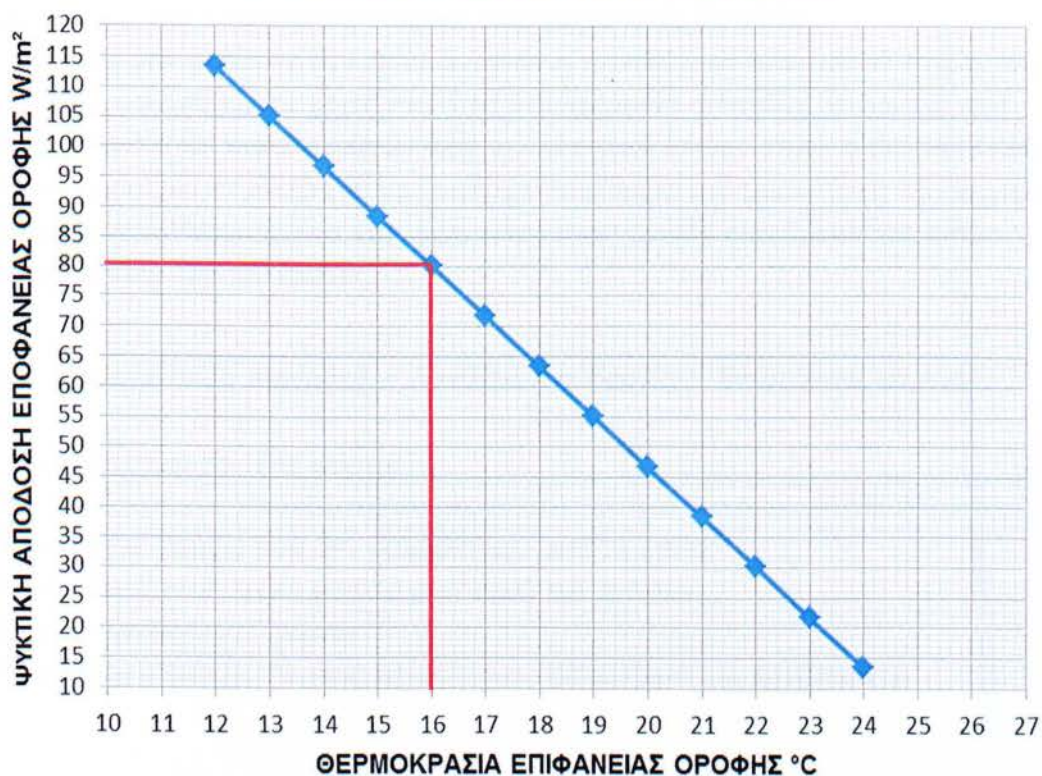
Πίνακας 14 Ψυκτικά Φορτία ανά χώρο και κατηγορία

	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΜΟΝΑΔΑ	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑΣ	ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	19,65	4,51	4,33	28,49
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	19,65	4,51	4,33	28,49
ΦΟΡΤΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	6,37	2,75	1,65	10,77
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	6,37	2,75	1,65	10,77
ΦΟΡΤΙΑ ΑΤΟΜΩΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	18,16	3,31	1,51	22,98
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	21,12	3,86	1,76	26,74
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	39,28	7,17	3,27	49,72
	ΑΤΟΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	192,00	35,00	16,00	243,00
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	44,18	10,57	7,49	62,24
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	21,12	3,86	1,76	26,74
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	65,30	14,43	9,25	88,98
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	14,45	2,64	1,20	18,29
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	20,38	3,73	1,69	25,80
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	34,83	6,37	2,89	44,09
	ΝΩΠΙΟΣ ΑΕΡΑΣ	m ³ /HR	6150,00	938,00	426,00	7514,00
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	58,63	13,21	8,69	80,53
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	41,50	7,59	3,45	52,54
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	100,13	20,80	12,14	133,07

Ψυχωμένες επιφάνειες - Εξωτερικά αισθητά φορτία χώρου

1. Προσδιορίζουμε τις επιφάνειες που θα τοποθετηθούν πλέγματα νερού για την ψύξη. Λόγω του ότι οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από εμφανή πέτρα χρησιμοποιήθηκε μόνο η οροφή όπου και τοποθετούμε πλέγματα ΚαRo.
2. Επιλέγουμε τη θερμοκρασία του προσαγόμενου νερού στα πλέγματα 16 °C.
3. Από το διάγραμμα 8 της εταιρείας ΚαRo η αποδομένη αισθητή ψυκτική ικανότητα ανά m² επιφανείας είναι 80 w/ m² για θερμοκρασία πλέγματος 16 °C.

ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (W/m²) ΚαRo



Διάγραμμα 8 Ψυκτική Απόδοση πλέγματος Εταιρείας ΚαRo συνάρτησε της θερμοκρασίας της επιφάνειας οροφής

4. Στον πίνακα 15 συγκρίνουμε τα εξωτερικά ψυκτικά φορτία των χώρων που υπολογίσθηκαν και τα αποδιδόμενα φορτία από τα πλέγματα.

Πίνακας 15 Σύγκριση αισθητών ψυκτικών φορτίων υπολογιζόμενα - αποδιδόμενα

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ								
Α/Α	ΧΩΡΟΣ	ΕΜ/ΔΟΝ Ε --> m ²	ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ		ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚαRo			ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΦΟΡΤΙΟ Watt
			ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ	S.C/E	ΕΜ/ΔΟΝ ΚαRo	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚαRo	S.C/E	
			S C --> W	W/m ²	m ²	80 W/ m ²	W/m ²	
1	ΚΥΡΙΟΣ ΧΩΡΟΣ	256	19.650	77	230,40	18432	80	1218
2	Χ. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	93,75	4.510	48	84,38	6750	80	-2240
3	Χ. ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	42,6	4.330	102	38,34	3067	80	1263
ΣΥΝΟΛΑ		392,35	28490		353,115	28249,2		240,8

5. Παρατηρούμε ότι στο κύριο χώρο και στον χώρο του αλευρόμυλου τα αποδιδόμενα φορτία υπολείπονται των απαιτούμενων κατά 1218 W και 1263 W αντίστοιχα ενώ στον χώρο του ατμολέβητα υπάρχει περίσσεια κατά 2240 W.
6. Όπως προαναφέρθηκε δεν είναι δυνατόν η τοποθέτηση πλεγμάτων στους τοίχους ώστε να καλυφθούν τα φορτία από τα πλέγματα και συνεπώς τα φορτία που υπολείπονται θα παραλειφθούν από την κεντρική κλιματιστική συσκευή (ΚΚΜ).
7. Στον χώρο του ατμολέβητα που υπάρχει περίσσεια ο θερμοστάτης του χώρου θα ρυθμίζει την θερμοκρασία επεμβαίνοντας στην τριόδο ηλεκτροκίνητη δίοδο τροφοδοσίας του πλέγματος.

Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες - Λανθάνοντα φορτία - Εσωτερικά φορτία

Η ΚΚΜ θα παραλάβει τα εξής φορτία

- Τα αισθητά φορτία που δεν καλύφθηκαν από το ΚαRo
- Τα Αισθητά εσωτερικά φορτία φωτισμού και ατόμων
- Όλα τα λανθάνοντα φορτία
- Τα φορτία αερισμού (νυπού αέρα αερισμού) αισθητά και λανθάνοντα

Ανάλυση Φορτίων που θα παραλάβει η ΚΚΜ

- ✓ Υπολειπόμενα Εξωτερικά Φορτία Χώρου (ΥΕΦΧ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται στις εξωτερικές επιφάνειες (κέλυφος) δηλ Αισθητά φορτία, τα οποία όμως δεν παραλαμβάνουν τα πλέγματα οροφής όπως προκύπτουν από τους πίνακες Π14 και Π15 ητοι:

$$\text{ΥΕΦΧ} = 1,22 \text{ kW (από κύριο χώρο)} + 1,26 \text{ kW (από χώρο ατμολέβητα)} = 2,48 \text{ kW}$$

- ✓ Φορτία Φωτισμού (ΦΦ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τον φωτισμό και από τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές -Αισθητά φορτία Πίνακας 14.

$$\text{ΦΦ} = 6,37 \text{ kW (κύριος χώρος)} + 2,75 \text{ kW (χώρος ατμολέβητα)} + 1,65 \text{ kW (χώρος αλευρόμυλου)} = 10,77 \text{ kW}$$

- ✓ Φορτία Ατόμων (ΦΑΤ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τα άτομα που βρίσκονται στους χώρους -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία Πίνακας 14.

$$\text{ΦΑΤ} = 39,28 \text{ kW (κύριος χώρος)} + 7,17 \text{ kW (χώρος ατμολέβητα)} + 3,27 \text{ kW (χώρος αλευρόμυλου)} = 49,72 \text{ kW}$$

- ✓ Υπολειπόμενα Φορτία Χώρου (ΥΦΧ) : Το άθροισμα των ανωτέρω φορτίων -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία. $ΥΦΧ = ΥΕΦΧ + ΦΦ + ΦΑτ$

$$ΥΦΧ = [1,22 + 6,37 + 39,28]kW \text{ (κύριος χώρος)} + [1,26 + 2,75 + 7,17] kW \text{ (χώρος ατμολέβητα)} + [0,00 + 1,65 + 3,27] kW \text{ (χώρος αλευρόμυλου)} = 62,97 kW$$

- ✓ Φορτία Αερισμού (ΦΑ) : Περιλαμβάνονται τα φορτία που οφείλονται από τον απαιτούμενο φρέσκο αέρα (νωπός) που απαιτείται -Αισθητά και Λανθάνοντα φορτία Πίνακας 14.

$$ΦΑ = 34,83 kW \text{ (κύριος χώρος)} + 6,37 kW \text{ (χώρος ατμολέβητα)} + 2,89 kW \text{ (χώρος αλευρόμυλου)} = 44,09 kW$$

- ✓ Συνολικά Φορτία ΚΚΜ (ΣΦΚΚΜ) : Το άθροισμα των ανωτέρω φορτίων -Αισθητών και Λανθανόντων φορτίων. $ΣΦ ΚΚΜ = ΥΦΧ + ΦΑ$

$$ΣΦΚΚΜ = [46,87 + 34,83] kW \text{ (κύριος χώρος)} + [11,18 + 6,37] kW \text{ (χώρος ατμολέβητα)} + [4,92 + 2,89] kW \text{ (χώρος αλευρόμυλου)} = 107,06 kW$$

Στον πίνακα 16 που ακολουθεί εμφανίζονται τα φορτία.

Πίνακας 16 Φορτία ΚΚΜ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΚΜ

	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΜΟΝΑΔΑ	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑΣ	ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ
ΥΠΟΛΟΙΠΟΜΕΝΑ ΕΞΩΤ. ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	1,22	1,26	0,00	2,48
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	1,22	1,26	0,00	2,48
ΦΟΡΤΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	6,37	2,75	1,65	10,77
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	6,37	2,75	1,65	10,77
ΦΟΡΤΙΑ ΑΤΟΜΩΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	18,16	3,31	1,51	22,98
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	21,12	3,86	1,76	26,74
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	39,28	7,17	3,27	49,72
	ΑΤΟΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	192,00	35,00	16,00	243,00
ΥΠΟΛΟΙΠΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ ERSHT	kW	25,75	7,32	3,16	36,23
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	21,12	3,86	1,76	26,74
	ΣΥΝΟΛΟ ERTH	kW	46,87	11,18	4,92	62,97
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	14,45	2,64	1,20	18,29
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	20,38	3,73	1,69	25,80
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	34,83	6,37	2,89	44,09
	ΝΩΠΙΟΣ ΑΕΡΑΣ	m ³ /HR	6150,00	938,00	426,00	7514,00
ΣΥΝΟΛΙΚ Α ΦΟΡΤΙΑ	ΑΙΣΘΗΤΟ	kW	40,20	9,96	4,36	54,52
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	kW	41,50	7,59	3,45	52,54
	ΣΥΝΟΛΟ	kW	81,70	17,55	7,81	107,06

Πίνακας 17 Απαιτήσεις Νωπού Αέρα ανά χώρο

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΧΩΡΟΣ	ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	ΣΥΝΟΛΑ
1	ΠΟΣΟΤΗΣ ΝΩΠΟΥ	m ³ /hr	6150	938	426	7514

Στην συνέχεια υπολογίζουμε την ΚΚΜ.

Για τον υπολογισμό της ΚΚΜ ακολουθούνται τα εξής βήματα

Δεδομένα καταγράφουμε τα δεδομένα που εμφανίζονται στους πίνακες 16 και 17 ητοι

- ERTH Ολική ψυκτική ικανότητα χώρου (χωρίς τα φορτία αερισμού) = 62,97 kW
- ERSH Αισθητή ψυκτική ικανότητα χώρου (χωρίς τα φορτία αερισμού) = 36,23 kW
- Επιλέγουμε συντελεστή παράκαμψης από το στοιχείο (ποσότητας αέρος που δεν διέρχεται από το στοιχείο) BF = 0,2.

Υπολογισμοί

- ✓ Υπολογίζουμε τον συντελεστή αισθητής θερμότητας ESHF = ERSH / ERTH = 36.23/62.97 = 0.58 και από τον Πίνακα A (CARRIER system design manual part 1 table 65) βρίσκουμε το σημείο δρόσου TADP = 12,23 ° C.
- ✓ Εν συνεχεία υπολογίζουμε την ποσότητα του αέρα για τις δεδομένες συνθήκες όπως φαίνονται στον Πίνακα 18 που ακολουθεί, την ελάχιστη ποσότητα του αέρα που απαιτείται 3447 m³ /hr και τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου από το στοιχείο.
- ✓ Επειδή οι απαιτήσεις μας προσαγωγής αέρα λόγω αερισμού είναι 7514 m³ /hr , υπολογίζουμε εκ νέου την ΚΚΜ αλλάζοντας το σημείο Δρόσου TADP = 19,47 ° C.

Πίνακας 18 Υπολογισμός Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδος ΚΚΜ

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΧΩΡΟΥ	ERTH =	62,97	KW
ΟΛΙΚΗ ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ERSH =	36,23	KW
ΠΟΣΟΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ	VOA =	7514	m ³ /hr
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΒ	TOA =	35	°C
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΒ	TRM =	25,5	°C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP =	14	°C
ΣΥΝΤ. ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	BF =	0,2	

**ΠΙΝΑΚΑΣ Α
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ
ESHF ΚΑΙ ADP**

ESHF	ADP C ⁰
1,00	18,22
0,90	17,79
0,82	17,22
0,76	16,11
0,69	15,00
0,64	13,89
0,60	12,78
0,57	11,67
0,62	8,33

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΣΥΝΤ.ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ESHF =	0,58	ESHF = ERSR / ERTH
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP =	12,23 °C	ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ Α
ΑΝΟΔΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	Δt ^{°C} =	10,62 °C	Δt= (1 - BF) * (TRM - TADP)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	V m ³ /hr =	3447 m ³ /hr	V=ERSH*1010 / Δt
ΘΕΡΜ. ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΒ	TEDB =	46,22 °C	TEDP = TRM + VOA/V (TOA - TRM)
ΘΕΡΜ. ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΥΒ	TLDB =	20,88 °C	TLDB = TADP + BF (TEDB - TADP)

2. ΝΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

ΝΕΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP-NEW	19,47 °C	
ΑΝΟΔΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	Δt ^{°C} =	4,82 °C	Δt= (1 - BF) * (TRM - TADP)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	V m ³ /hr =	7585 m ³ /hr	V=ERSH*1010 / Δt
ΘΕΡΜ. ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΒ	TEDB =	34,91 °C	TEDP = TRM + VOA/V (TOA - TRM)
ΘΕΡΜ. ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΥΒ	TLDB =	22,56 °C	TLDB = TADP + BF (TEDB - TADP)

Φορτία Θέρμανσης

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο DIN 4701 υπολογίζουμε ανά χώρο και κατηγορίες τα διάφορα θερμικά φορτία που εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 19 Συνοπτική Ανάλυση Φορτίων Θέρμανσης

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΝΑ m ²
		m ²	Watt	W/m ²
1	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	256,00	69.798	272,65
2	Χ. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	93,75	11.609	123,83
3	Χ. ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	42,60	8.178	191,97
	ΣΥΝΟΛΑ/ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	392,35	89585	196,15

Θερμαινόμενες επιφάνειες

- Επειδή η ολόημερη χρήση του μουσείου λόγω της θέσεως, θα είναι τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το χειμώνα η χρήση θα είναι περιορισμένη και προκειμένου κατά την περίοδο που το μουσείο θα είναι κλειστό θα πρέπει οι εσωτερικές συνθήκες επιβάλλεται να είναι ελεγχόμενες τοποθετούμε και θέρμανση δαπέδου (εκτός από την οροφή).
- Στην οροφή τα πλέγματα ΚαRo που τοποθετούμε για την ψύξη θα παρέχουν και την αντίστοιχη θέρμανση.
- Θερμική απόδοση Οροφής Επιλέγουμε η θερμοκρασία του προσαγόμενου νερού στα πλέγματα 37 °C. Από το διάγραμμα 9 του κατασκευαστή για θερμοκρασία επιφανείας οροφής 37 °C αποδιδόμενη θερμική ικανότητα ανά m² επιφανείας είναι 100 W/ m²
- Θερμική απόδοση Δαπέδου Επιλέγουμε η θερμοκρασία του προσαγόμενου νερού στα πλέγματα 30 °C. Από το διάγραμμα 10 του κατασκευαστή για θερμοκρασία επιφανείας οροφής 30 °C αποδιδόμενη θερμική ικανότητα ανά m² επιφανείας είναι 115 W/ m²

Πίνακας 18 Υπολογισμός Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδος ΚΚΜ

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΧΩΡΟΥ	ERTH =	62,97	KW
ΟΛΙΚΗ ΑΙΣΘΗΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ERSH =	36,23	KW
ΠΟΣΟΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ	VOA =	7514	m ³ /hr
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΒ	TOA =	35	°C
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΒ	TRM =	25,5	°C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP =	14	°C
ΣΥΝΤ. ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	BF =	0,2	

**ΠΙΝΑΚΑΣ Α
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ
ESHF ΚΑΙ ADP**

ESHF	ADP C ⁰
1,00	18,22
0,90	17,79
0,82	17,22
0,76	16,11
0,69	15,00
0,64	13,89
0,60	12,78
0,57	11,67
0,62	8,33

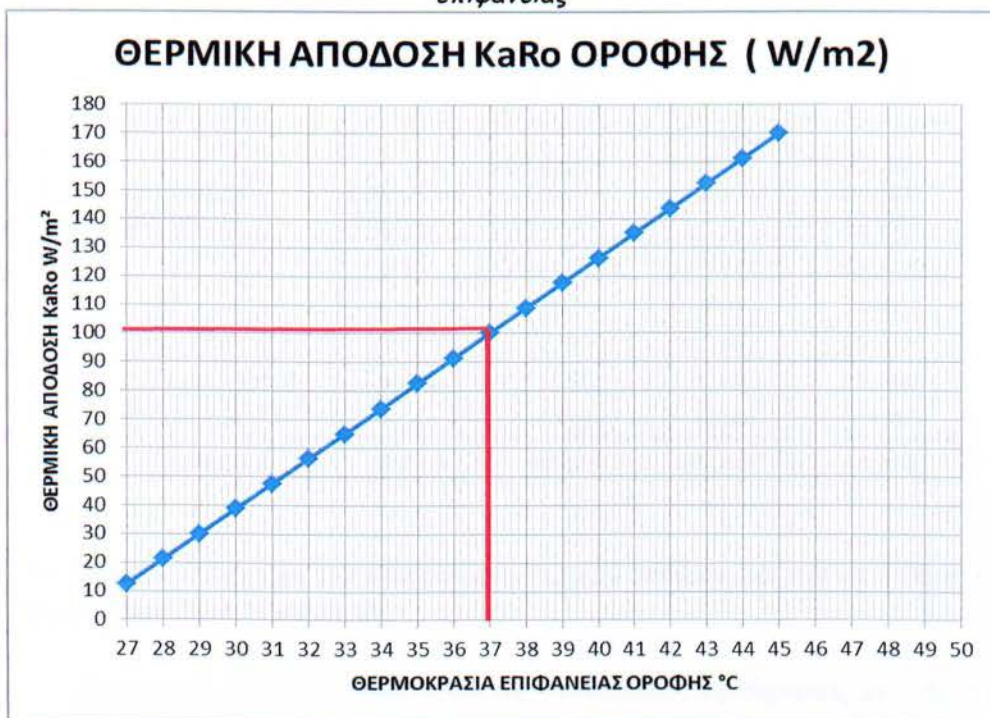
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΣΥΝΤ.ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ESHF =	0,58	ESHF = ERSH / ERTH
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP =	12,23 °C	ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ Α
ΑΝΟΔΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	Δt ^{°C} =	10,62 °C	Δt= (1 - BF) * (TRM - TADP)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	V m ³ /hr =	3447 m ³ /hr	V=ERSH*1010 / Δt
ΘΕΡΜ. ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΒ	TEDB =	46,22 °C	TEDP = TRM + VOA/V (TOA - TRM)
ΘΕΡΜ. ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΥΒ	TLDB =	20,88 °C	TLDB = TADP + BF (TEDB - TADP)

2. ΝΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

ΝΕΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ	TADP-NEW	19,47 °C	
ΑΝΟΔΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	Δt ^{°C} =	4,82 °C	Δt= (1 - BF) * (TRM - TADP)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	V m ³ /hr =	7585 m ³ /hr	V=ERSH*1010 / Δt
ΘΕΡΜ. ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΒ	TEDB =	34,91 °C	TEDP = TRM + VOA/V (TOA - TRM)
ΘΕΡΜ. ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΥΒ	TLDB =	22,56 °C	TLDB = TADP + BF (TEDB - TADP)

Διάγραμμα 9 Απόδοση σε θέρμανση πλεγμάτων οροφής συναρτήσει της θερμοκρασίας της επιφάνειας



Διάγραμμα 10 Απόδοση σε θέρμανση πλεγμάτων δαπέδου συναρτήσει της θερμοκρασίας της επιφάνειας.



- Υπολογίζουμε την αποδιδόμενη θερμική απόδοση των επιλεγόμενων επιφανειών (δάπεδο - οροφή) Πίνακας 20

Πίνακας 20 Θερμική απόδοση Δαπέδου και Οροφής

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΧΩΡΟΥ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ (115 W/m ²)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΟΦΗΣ (100 W/m ²)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΑ ΧΩΡΟ
		E	$Q_{\delta\alpha\pi} = E \cdot 115$	$Q_{op} = E \cdot 100$	$Q_o = Q_{\delta\alpha\pi} + Q_{op}$
		m ²	Watt	Watt	Watt
1	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	256,00	29.440	25.600	55.040
2	Χ. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	93,75	10.781	9.375	20.156
3	Χ.ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	42,60	4.899	4.260	9.159
	ΣΥΝΟΛΑ	392,35	45.120	39.235	84.355

- Εν συνεχεία ελέγχουμε την απαιτούμενη θερμική απόδοση και την αποδιδόμενη θερμική απόδοση Πίνακας 21.

Πίνακας 21 Έλεγχος Υπολογιζόμενης - Αποδιδόμενης Θερμικής Ικανότητας

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ (ΠΙΝΑΚΑΣ 20)	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΦΟΡΤΙΟ
		Qu	Qo	Qo-Qu
		Watt	Watt	Watt
1	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	69.798	55.040	-14.758
2	Χ. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	11.609	20.156	8.547
3	Χ.ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	8.178	9.159	981
	ΣΥΝΟΛΑ	89.585	84.355	-5.230

- Παρατηρούμε ότι στο κύριο χώρο τα αποδιδόμενα φορτία υπολείπονται των απαιτούμενων κατά 14.758 W ενώ στους χώρους του ατμολέβητα και του ατμολέβητα υπάρχει περίσσεια κατά 8.547 W και 981 W αντίστοιχα.
- Τα φορτία που υπολείπονται θα παραλειφθούν από την κεντρική κλιματιστική συσκευή (ΚΚΜ) ενώ η περίσσεια θα ελεγχθεί από το σύστημα αυτοματισμού (τρίοδος).

Τα φορτία θέρμανσης που πρέπει να παραλάβει η ΚΚΜ είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 22 Θερμαντικά Φορτία της ΚΚΜ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΚΚΜ στην
ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΣ ΝΩΠΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
		m ³ /hr	$Q(W)=0,33*V(m^3/hr)*\Delta t(22\text{ }^{\circ}C)$
1	ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	5125,00	37.208
2	Χ. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ	938,00	6.810
3	Χ.ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	118,30	859
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΕΡΙΣΜΟΥ		6181,3	44.876
ΥΠΟΛΟΙΠΤΟΜΕΝΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ Αφορά την κυρία αίθουσα Πίνακας 21			14.758
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΚΜ			59.634

Όπως έχει υπολογισθεί τα ολικά φορτία της ΚΚΜ είναι :

- ✓ Για την ψύξη $Q_{\psi} = 54,52 \text{ kW}$
- ✓ Για την θέρμανση $Q_{\theta} = 59,64 \text{ kW}$.

Η ρύθμιση της απόδοσης σε ψύξη και Θέρμανση θα πραγματοποιηθεί με ηλεκτροκίνητη τριόδο και θερμοστάτες αεραγωγού.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Η παραγωγή του ψυχρού και ζεστού νερού θα πραγματοποιηθεί με αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας με τις εξής αποδόσεις και στοιχεία :

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΦΟΡΤΙΑ ΕΠΙΨΑΝΕΙΩΝ	ΦΟΡΤΙΑ ΚΚΜ
	kW	kW	kW	kW	kW
ΟΛΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	142,08	5%	135,31	28,25	107,06
ΟΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	151,20	5%	144	84,36	59,64

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
EER (COP ψύξης)	2,8	
ΑΤΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΨΥΞΕΩΣ	50,74	kW
COP θέρμανσης	2,9	
ΑΤΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΨΥΞΕΩΣ	52,14	kW

Οι αποδόσεις στην ψύξη αναφέρονται για εξωτερική θερμοκρασία 35 °C, θερμοκρασία νερού εισόδου στην Α.Θ 12 °C., θερμοκρασία εξόδου από την Α.Θ 7 °C

Οι αποδόσεις στην θέρμανση αναφέρονται για εξωτερική θερμοκρασία 7 °C και 87 % RH, θερμοκρασία νερού εισόδου στην Α.Θ 40 °C., θερμοκρασία εξόδου από την Α.Θ 45 °C

1. Carrier HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN
Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY
2. ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS 2005
3. PRINCIPLES OF HEATING VENTILATING AND AIR CONDITIONING
ASHRAE
4. HUMIDITY CONTROL DESIGN GUIDE ASHRAE
5. HEAT PUMP TECHNOLOGY Cube Steinkle Goodall
6. KaRo TECHNICAL HANDBOOK (www.KaRo.cc)
7. ΨΥΞΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ Γεράσιμος Βασιλάτος υπό έκδοση
8. ΑΡΧΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ V. Paul Lang Εκδόσεις ΙΩΝ
9. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ Recknagel - Sprenger Εκδόσεις Μ. ΓΚΙΟΥΡΔΑΣ
10. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ Γεράσιμος Βασιλάτος Πρακτικά Πρώτου Εθνικού
Συνεδρίου ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
11. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ Yunus A. Cengel Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
12. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ HUGH D. YOUNG Εκδόσεις ΠΑΠΑΖΗΣΗ
13. HEAT PUMP TECHNOLOGY DR HANS LUDWIG von CUME and PR FRITZ
STEIMLE Εκδόσεις Butterworth & Co LTD.
14. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ANTONIO BRIGANTI Εκδόσεις ΤΕΧΝΟΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΠΕ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΖΑΧΟΠΟΥΛΟΥ
Α.Μ:33582**

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 ΤΟΤΕΕ και χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik*
- β) *VDI Kuehlstregeln, VDI 2078*
- γ) *Carrier Handbook of Air Conditioning System Design*
- δ) *Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Ακολουθώντας πιστά την ASHRAE το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

1. Εξωτερικοί τοίχοι

$$Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$$

όπου:

- Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i
- i : Οι ώρες της ημέρας
- K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου
- A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου
- Dt_{ei} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από τον πίνακα 4 ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται από τον πίνακα 3 σύμφωνα με την ημερήσια διακύμανση και τη διαφορά της εξωτερικής θερμοκρασίας στις 3μμ του υπολογιζόμενου μήνα από τη θερμοκρασία χώρου) και το χρώμα του τοίχου.

για σκούρο χρώμα:

$$Dt_{ei} = (Dt_{emi} + D)$$

για ενδιάμεσο χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.78 \times (Dt_{emi} + D) + 0.22 \times (Dt_{esi} + D)$$

για ανοικτό χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.55 \times (Dt_{emi} + D) + 0.45 \times (Dt_{esi} + D)$$

όπου:

- D : Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων
- Dt_{emi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο
- Dt_{esi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος

προσανατολισμός)

Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος, τότε το σκιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ($Dt_{es\ i} + D$) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times Dt_{e\ i} \times R_e) + (K \times (Dt_{es\ i} + D) \times R_{es})$$

όπου:

R_e : Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

R_{es} : Σκιασμένη επιφάνεια

2. Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές είναι αντίστοιχος με τον υπολογισμό των εξωτερικών τοίχων, χρησιμοποιώντας τον πίνακα 5 ισοδύναμων θερμοκρασιακών διαφορών.

3. Εσωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα.

$$Q_i = K \times A \times Dt_i$$

όπου:

Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

Dt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

4. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times Dt$$

όπου:

Q : Το υπολογιζόμενο φορτίο

K : Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

Dt : Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

5. Ανοίγματα

Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία.

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai}$$

όπου:

Q_{oi} : Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i

Q_{ki} : Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i

Q_{ai} : Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας (Q_{ki}) δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{ki} = K \times A \times D_{Ti}$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας

K : Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

D_{Ti} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i .

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D_{Ti}) αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{oi} = (A \times D_i \times E_{S_{out\ i}} \times E_{S_{in}} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))) + (A \times D_{es\ i} \times (1 - E_{S_{out\ i}}) \times E_{S_{in}} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)))$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

D_i : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό πίνακας 6

$D_{es\ i}$: Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός) πίνακας 6

$E_{S_{out\ i}}$: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης από τον πίνακα 7 υπολογίζεται η σκίαση

$E_{S_{in}}$: Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης πίνακες 8 και 9

$S1$: Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμια με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμια χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο

$S2$: Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη

A_t : Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο

T_{adp} : Η τιμή του σημείου δρόσου

6. Φορτία φωτισμού

Τα φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{fi} = (F_{1i} \times 1.25 \times 0.86) + (F_{2i} \times 0.86)$$

όπου:

Q_{fi} : Το φορτίο φωτισμού κατά την ώρα i

F_{1i} : Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού κατά την ώρα i

F_{2i} : Η ισχύς των λαμπτήρων πυράκτωσης κατά την ώρα i

7. Υπολογισμός φορτίων ατόμων

Το θερμικό φορτίο από τα άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_{ai} = \sum_{j=1}^k F_{aj} \times N_{ji}$$

$$Q_{li} = \sum_{j=1}^k F_{lj} \times N_{ji}$$

όπου:

Q_{ai} : Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i πίνακας 1

Q_{li} : Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i πίνακας 1

j : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.

F_{aj} : Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

F_{lj} : Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

N_{ji} : Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας j που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα i

Ειδικότερα, ανάλογα με τον βαθμό ενεργητικότητας και την εσωτερική θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τα λανθάνοντα και αισθητά φορτία λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΛΟΓΩ ΑΤΟΜΩΝ

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά και Λανθάνοντα Φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23.5		T=24.5		T=25.5		T=26.5		T=27.5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

8. Φορτία συσκευών

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_a = (\sum F_{aj} \times N_j) + Q_l$$

$$j=1$$

$$Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{lj} \times N_j \right) + Q_2$$

όπου:

Q_a: Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

Q_l: Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

j: Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 2

F_{aj}: Το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου j

F_{lj}: Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου j

N_j: Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q₁: Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Q₂: Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Ειδικότερα, τα θερμικά κέρδη για τις διάφορες Συσκευές (σε kcal/h), λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΛΟΓΩ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	Αισθητό Φορτίο	Λανθάνον Φορτίο
	(kcal/h)	(kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 KW	600	150
Ηλεκτρική 2 KW	1200	300
Ηλεκτρική 4 KW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-

9. Φορτία από χαραμάδες

Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_i = \left(\sum_{j=1}^n P_j \times a_j \times b \right) \times D t_i$$

όπου:

Q_i: Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

P_j: Η περίμετρος του ανοίγματος j

n: Ο αριθμός των ανοιγμάτων

a_j: Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j. Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος

b: Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6

Dt_i: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

10. Αερισμός

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_{a_i} = 0.29 \times V \times n \times D_t$$

$$Q_{l_i} = 0.71 \times V \times n \times D_g$$

όπου:

Q_{a_i} : Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Q_{l_i} : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

V : Ο όγκος του χώρου

n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

D_t : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

D_g : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία. Η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες υπολογισμού

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες από 8 πμ μέχρι 6 μμ. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο τα αποτελέσματα χωρίζονται στις παρακάτω ομάδες:

1. Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

- Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)
- Προσανατολισμός
- Μήκος (m)
- Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m²)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m²)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m²)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m²)
- Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης
- Ύπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

2. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (btu/h, W, ή kcal/h)

3. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, W, ή kcal/h)

- Φωτισμού
- Ατόμων
- Συσκευών

4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kW, ή Mcal/h)

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kW, ή kcal/h)

α) Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των στοιχείων, καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.

β) Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.

γ) Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες (κανόνες 6-9), και αναλύονται σε αισθητό, λανθάνον και συνολικό φορτίο.

δ) Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα, και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον, αλλά και συνολικά, καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού.

Ανάλογη παρουσίαση έχουν και τα φύλλα υπολογισμών συστημάτων, στα οποία συγκεντρώνονται τα φορτία των χώρων που αντιστοιχούν στο σύστημα, αναλυόμενα στις διάφορες αιτίες. Στα φύλλα αυτά εμφανίζεται και ο αερισμός. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά φύλλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

Διακύμανση Θερμοκρασίας	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
5.0	-4.7	-4.1	-3.5	-3.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1
7.5	-6.2	-5.4	-4.7	-3.8	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1
10.0	-7.4	-6.3	-5.2	-4.0	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5
12.5	-8.4	-6.9	-5.5	-4.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.7
15.0	-9.4	-7.9	-6.5	-4.8	-3.0	-1.8	-0.5	0.0	-0.5	-1.2	-1.9
17.5	-10.5	-8.8	-7.0	-5.3	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-0.5	-1.5	-2.6
20.0	-12.0	-10.0	-8.0	-6.1	-4.1	-2.3	-0.5	0.0	-0.5	-2.0	-3.4
22.5	-13.5	-11.3	-9.0	-6.8	-4.5	-2.5	-0.5	0.0	-0.5	-2.2	-3.9
25.0	-14.5	-12.0	-9.5	-7.0	-4.5	-2.8	-1.1	0.0	-1.1	-2.8	-4.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ (°C)

ΤΥΠΟΙ ΤΟΙΧΩΝ Α,Β,Γ ΚΑΤΑ ASHRAE

ΤΥΠΟΣ Α : Εξωτερικός τοίχος από λιθοδομή

ΤΥΠΟΣ Β : Εξωτερικός τοίχος από σκυρόδεμα

ΤΥΠΟΣ Γ : Εξωτερικός τοίχος από οπτοπλινθοδομή

Προσανατολισμός: ΒΑ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	9.0	8.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	10.0
ΤΥΠ.Β	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	10.0	11.0	11.0
ΤΥΠ.Γ	6.0	6.0	7.0	8.0	10.0	10.0	11.0	12.0	12.0	12.0	13.0

Προσανατολισμός: Α

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	11.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0	13.0	13.0
ΤΥΠ.Β	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	12.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0
ΤΥΠ.Γ	7.0	8.0	9.0	11.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.0	17.0	17.0

Προσανατολισμός: ΝΑ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0
ΤΥΠ.Β	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	14.0
ΤΥΠ.Γ	6.0	7.0	7.0	9.0	10.0	12.0	14.0	15.0	16.0	16.0	16.0

Προσανατολισμός: Ν

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	9.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	9.0
ΤΥΠ.Β	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
ΤΥΠ.Γ	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	8.0	9.0	11.0	12.0	13.0

Προσανατολισμός: ΝΔ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	12.0	11.0	11.0	10.0	10.0	10.0	9.0	9.0	10.0	10.0	10.0
ΤΥΠ.Β	10.0	9.0	9.0	8.0	8.0	7.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
ΤΥΠ.Γ	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0

Προσανατολισμός: Δ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	13.0	12.0	12.0	11.0	11.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0
ΤΥΠ.Β	11.0	10.0	9.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	11.0
ΤΥΠ.Γ	9.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	9.0	11.0	13.0

Προσανατολισμός: ΒΔ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	10.0	10.0	9.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ΤΥΠ.Β	9.0	8.0	7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0
ΤΥΠ.Γ	7.0	6.0	6.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	9.0	10.0

Προσανατολισμός: Β

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.Α	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
ΤΥΠ.Β	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0
ΤΥΠ.Γ	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΟΡΟΦΗ: ΧΩΡΙΣ ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.1	11.0	19.0	27.0	34.0	40.0	43.0	44.0	43.0	39.0	33.0	25.0
ΤΥΠ.2	2.0	8.0	15.0	22.0	29.0	35.0	39.0	41.0	41.0	39.0	35.0
ΤΥΠ.3	1.0	5.0	11.0	18.0	25.0	31.0	36.0	39.0	40.0	40.0	37.0
ΤΥΠ.4	2.0	6.0	11.0	17.0	23.0	28.0	33.0	36.0	37.0	37.0	34.0
ΤΥΠ.5	-2.0	3.0	9.0	15.0	22.0	27.0	32.0	35.0	36.0	35.0	32.0
ΤΥΠ.6	0.0	2.0	4.0	8.0	13.0	18.0	24.0	29.0	33.0	35.0	36.0
ΤΥΠ.7	3.0	4.0	5.0	8.0	11.0	15.0	19.0	23.0	27.0	29.0	31.0
ΤΥΠ.8	5.0	4.0	4.0	5.0	7.0	11.0	14.0	18.0	22.0	25.0	28.0
ΤΥΠ.9	4.0	6.0	8.0	11.0	15.0	18.0	22.0	25.0	28.0	29.0	30.0
ΤΥΠ10	5.0	5.0	5.0	7.0	10.0	13.0	17.0	21.0	24.0	27.0	28.0
ΤΥΠ11	8.0	7.0	8.0	8.0	10.0	12.0	15.0	18.0	20.0	22.0	24.0
ΤΥΠ12	8.0	8.0	9.0	10.0	12.0	15.0	17.0	20.0	22.0	24.0	25.0
ΤΥΠ13	11.0	10.0	9.0	9.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0

ΟΡΟΦΗ: ΜΕ ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΥΠ.1	5.0	13.0	20.0	28.0	35.0	40.0	43.0	43.0	41.0	37.0	31.0
ΤΥΠ.2	2.0	4.0	7.0	12.0	17.0	22.0	27.0	31.0	33.0	35.0	34.0
ΤΥΠ.3	0.0	2.0	6.0	10.0	16.0	21.0	27.0	31.0	34.0	36.0	36.0
ΤΥΠ.4	7.0	8.0	9.0	11.0	14.0	17.0	19.0	22.0	24.0	25.0	26.0
ΤΥΠ.5	3.0	4.0	6.0	10.0	14.0	18.0	23.0	27.0	30.0	31.0	32.0
ΤΥΠ.6	4.0	4.0	4.0	6.0	9.0	12.0	16.0	20.0	24.0	27.0	29.0
ΤΥΠ.7	9.0	8.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	17.0	19.0	21.0	23.0
ΤΥΠ.8	10.0	9.0	8.0	8.0	8.0	9.0	11.0	14.0	16.0	19.0	21.0
ΤΥΠ.9	11.0	11.0	11.0	12.0	13.0	15.0	16.0	18.0	19.0	20.0	21.0
ΤΥΠ10	11.0	10.0	10.0	10.0	11.0	12.0	14.0	16.0	18.0	19.0	21.0
ΤΥΠ11	13.0	13.0	12.0	12.0	13.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.0	17.0
ΤΥΠ12	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	18.0
ΤΥΠ13	14.0	14.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0

ΤΥΠΟΙ ΟΡΟΦΗΣ 1-13 ΚΑΤΑ ASHRAE

- 1: Από Λαμαρίνα με μόνωση 25 ή 50 mm
- 2: Ξύλινη 25 mm με μόνωση 25 mm
- 3: Συμπαγής 100 mm
- 4: Συμπαγής 50 mm με μόνωση 25 ή 50 mm
- 5: Ξύλινη 25 mm με μόνωση 50 mm
- 6: Συμπαγής 150 mm
- 7: Ξύλινη 65 mm με μόνωση 25 mm
- 8: Συμπαγής 200 mm
- 9: Συμπαγής 100 mm με μόνωση 25 ή 50 mm
- 10: Ξύλινη 65 mm με μόνωση 50 mm
- 11: Ταράτσα Οροφής

12: Συμπαγής 150 mm με μόνωση 25 ή 50 mm

13: Ξύλινη 100 mm με μόνωση 25 ή 50 mm

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ (Kcal/h m²)

	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	Ο.
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 20 ΑΠΡ.									
	380	608	551	418	551	608	380	92	684
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21 ΜΑΙΟΥ									
	448	597	475	307	475	597	448	100	719
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21 ΙΟΥΝ.									
	467	584	437	258	437	584	467	130	727
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 23 ΙΟΥΛ.									
	442	586	461	247	461	586	442	103	711
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 24 ΑΥΓ.									
	366	586	532	404	532	586	366	95	670
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 22 ΣΕΠΤ.									
	236	556	613	543	613	556	236	81	584

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
20 ΑΠΡ.											
Ηλ.Υψ.	31	41	51	59	62	59	51	41	30	19	7
Αζιμ.	101	113	129	151	179	210	232	247	259	270	279
21 ΜΑΙΟΥ											
Ηλ.Υψ.	36	47	58	67	70	66	57	46	35	23	12
Αζιμ.	93	105	120	145	178	219	242	257	268	277	286
21 ΙΟΥΝ.											
Ηλ.Υψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	38	26	15
Αζιμ.	89	100	114	137	179	221	245	260	270	280	288
23 ΙΟΥΛ.											
Ηλ.Υψ.	35	46	57	66	71	67	59	48	37	25	14
Αζιμ.	91	102	116	139	176	215	240	255	267	276	285
24 ΑΥΓ.											
Ηλ.Υψ.	30	41	51	59	62	60	52	42	31	20	8
Αζιμ.	100	112	127	149	179	209	231	247	259	270	279
22 ΣΕΠΤ.											
Ηλ.Υψ.	24	34	43	48	50	47	41	32	21	10	0
Αζιμ.	112	124	140	160	177	205	224	239	251	261	271

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΕΡΤΙΟΥ (CLF) ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12
A	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11
NA	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13
N	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19
NΔ	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45
Δ	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61
ΒΔ	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69
B	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91
ΟΡΙΖ.	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΕΡΤΙΟΥ (CLF) ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21
A	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21
NA	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25
N	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36
NΔ	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53
Δ	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55
ΒΔ	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54
B	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79
ΟΡΙΖ.	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΔΙΑΦΕΡΕΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΤΥΠΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ: 1

ΧΡΩΜΑ: ΜΕΣΟ

ΤΥΠΟΣ ΤΟΙΧΟΥ: Α

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΒΑ	6.1	5.3	5.3	5.3	6.1	6.1	6.1	6.1	7.0	7.0	7.0
Α	7.8	7.0	7.0	7.0	7.8	7.8	8.6	8.6	9.5	9.5	9.5
ΝΑ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.8	7.8	8.6	8.6	9.5
Ν	6.6	6.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	6.6	6.6
ΝΔ	8.6	7.8	7.8	7.0	7.0	7.0	6.1	6.1	7.0	7.0	7.0
Δ	9.5	8.6	8.6	7.8	7.8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.8
ΒΔ	7.0	7.0	6.1	6.1	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Β(Σκ.)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΑΠΟΛΑΒΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΒΑ	279.6	155.9	52.9	29.4	26.1	24.7	21.4	17.6	13.3	8.0	3.3
Α	439.9	375.1	231.4	84.8	28.4	22.8	19.6	16.0	11.3	7.0	3.0
ΝΑ	301.9	351.8	320.1	219.9	100.4	36.0	25.8	20.0	14.7	9.0	3.5
Ν	17.5	50.7	119.4	194.6	231.7	207.6	140.0	66.7	26.6	14.5	5.2
ΝΔ	9.3	12.8	17.5	24.0	77.9	190.8	303.9	360.5	330.4	223.1	78.7
Δ	7.3	10.4	13.4	15.2	17.9	64.1	197.8	355.3	450.9	421.1	213.3
ΒΔ	9.3	13.6	17.0	19.0	20.3	22.3	42.9	139.8	275.9	339.9	220.5
Β	47.0	60.4	71.4	81.6	86.2	84.5	76.8	67.8	54.3	60.1	85.5

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)
23 ΙΟΥΛ.	33.6	10.3
24 ΑΥΓ.	32.5	9.7
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	46
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	26
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:	5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15)	:	1
ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m)	:	3
ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ	:	Watt
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	:	ASHRAE CLTD

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ.	26.1	27.2	28.4	29.6	30.8	31.9	33.1	33.6	33.1	32.6	32.1
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-4.9	-3.8	-2.6	-1.4	-0.2	0.9	2.1	2.6	2.1	1.6	1.1

ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (23 ΙΟΥΛ.) : 28.55

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	Ο
ΔΙΟΡΘΩΣΗ (ΔΤ)	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
T1		A	G18		2.33	700	2	2.33

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσωτερικοί Τοίχοι

Εσ.Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
E1		1.74	1.74

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
O1		1	8		0.44	50		0.44

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1		2.33	2.33

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.α	Συντ.κ W/m ² K Ανοιγμάτων
A1		1.2	2	5.23	0.94	1		5.23
A2		2.2	2.5	5.23	0.94	1		5.23

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσαν ατολισμ ός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	NA	2.33	20.5	8	164.0	1	164.0	22.30	141.7			
A1	NA	5.23	1.2	2	2.40	7	16.80		16.80			
A2	NA	5.23	2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50			
T1	ΒΔ	2.33	20.5	8	164.0	1	164.0		164.0			
T1	ΝΔ	2.33	13.5	8	108.0	1	108.0	7.90	100.1			
A1	ΝΔ	5.23	1.2	2	2.40	1	2.40		2.40			
A2	ΝΔ	5.23	2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50			
T1	ΒΑ	2.33	13.5	8	108.0	1	108.0		108.0			
O1		0.44	20.5	12.5	256.3	1	256.3		256.3			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	141.7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	16.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	5.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	164.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	100.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	5.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	108.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	256.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	141.7	2530	2530	2530	2530	2530	2530	2831	2831	3132	3132	3434
A1	16.80	3413	4442	5098	5477	5108	4742	4276	4000	3720	3251	2878
A2	5.50	1117	1454	1669	1793	1672	1552	1400	1309	1218	1064	942
T1	164.0	2928	2928	2579	2579	2230	2230	2230	2230	2230	2230	2230
T1	100.1	2213	2000	2000	1787	1787	1787	1574	1574	1787	1787	1787
A1	2.40	141	168	209	263	357	518	664	798	864	864	784
A2	5.50	324	386	479	603	818	1186	1522	1828	1981	1980	1797
T1	108.0	1698	1468	1468	1468	1698	1698	1698	1698	1928	1928	1928
O1	256.3	67	440	905	1463	2021	2486	2952	3231	3324	3324	3045

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	5000	6250

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρ όγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58	42	0	0	0	0
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	61	58	0	0	0	0
Καθισμένοι, τρώγοντας	73	96	0	0	0	0
Δουλειά Γραφείου	73	78	0	0	0	0
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86	100	192	16512	19200	35712

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163
Φορτίο Λανθάνον	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120
Σύνολο	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου	582	145	0	0	0	0
Μεγάλη αερίου	1745	465	0	0	0	0
Ηλεκτρική 300 W	465	233	0	0	0	0
Ηλεκτρική 1 kW	698	174	0	0	0	0
Ηλεκτρική 2 kW	1396	349	0	0	0	0
Ηλεκτρική 3 kW	2326	930	0	0	0	0
Κινητήρας 1/4 HP	233	0	0	0	0	0
Κινητήρας 1 HP	814	0	0	0	0	0
Κινητήρας 5 HP	3489	0	0	0	0	0
Άλλο Αισθητό Φορτίο	0	0	1	0	0	0
Άλλο Λανθάνον Φορτίο	0	0	1	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875
Άτομα (Αισθητό)	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163	18163
Άτομα (Λανθάνον)	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120	21120
Άτομα (Σύνολο)	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283	39283
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	39.47	40.85	41.97	43.00	43.26	43.77	44.18	44.54	45.22	44.60	43.86
Λανθάνον	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12
Σύνολο	60.59	61.97	63.09	64.12	64.38	64.89	65.30	65.66	66.34	65.72	64.98

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	182.53	2788.15	5393.78	8172.80	10951.83	13575.71	16199.58	17340.40	16199.58	15031.39	13863.19
Λανθάνον	-4739.22	-624.58	3561.23	8187.83	13216.63	18163.09	22556.52	24455.79	22556.52	20611.68	18666.84
Σύνολο	-4556.69	2163.58	8955.00	16360.63	24168.46	31738.79	38756.11	41796.19	38756.11	35643.07	32530.03

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 17340

Λανθάνον: 24456

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 6150.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 2

Ονομασία : ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσαν ατολισμ ός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	NA	2.33	8	4	32.00	1	32.00	7.90	24.10			
A1	NA	5.23	1.2	2	2.40	1	2.40		2.40			
A2	NA	5.23	2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50			
T1	BA	2.33	8	4	32.00	1	32.00	2.40	29.60			
A1	BA	5.23	1.2	2	2.40	1	2.40		2.40			
O1		0.44	12.5	7.5	93.75	1	93.75		93.75			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	24.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	5.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	29.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	93.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	24.10	430	430	430	430	430	430	481	481	533	533	584
A1	2.40	488	635	728	782	730	677	611	571	531	464	411
A2	5.50	1117	1454	1669	1793	1672	1552	1400	1309	1218	1064	942
T1	29.60	465	402	402	402	465	465	465	465	528	528	528
A1	2.40	543	570	520	496	472	474	461	450	424	372	346
O1	93.75	25	161	331	535	739	909	1080	1182	1216	1216	1114

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	2000	2500

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58	42	0	0	0	0
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	61	58	0	0	0	0
Καθισμένοι, τρώγοντας	73	96	0	0	0	0
Δουλειά Γραφείου	73	78	0	0	0	0
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86	100	35	3010	3500	6510

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311
Φορτίο Λανθάνον	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850
Σύνολο	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου	582	145	0	0	0	0
Μεγάλη αερίου	1745	465	0	0	0	0
Ηλεκτρική 300 W	465	233	0	0	0	0
Ηλεκτρική 1 kW	698	174	0	0	0	0
Ηλεκτρική 2 kW	1396	349	0	0	0	0
Ηλεκτρική 3 kW	2326	930	0	0	0	0
Κινητήρας 1/4 HP	233	0	0	0	0	0
Κινητήρας 1 HP	814	0	0	0	0	0
Κινητήρας 5 HP	3489	0	0	0	0	0
Άλλο Αισθητό Φορτίο	0	0	1	0	0	0
Άλλο Λανθάνον Φορτίο	0	0	1	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Άτομα (Αισθητό)	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311	3311
Άτομα (Λανθάνον)	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850
Άτομα (Σύνολο)	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161	7161
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	9.13	9.71	10.14	10.50	10.57	10.57	10.56	10.52	10.51	10.24	9.99
Λανθάνον	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
Σύνολο	12.98	13.56	13.99	14.35	14.42	14.42	14.41	14.37	14.36	14.09	13.84

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	27.82	425.02	822.22	1245.85	1669.49	2069.47	2469.45	2643.35	2469.45	2291.37	2113.29
Λανθάνον	-722.44	-95.21	542.87	1248.14	2014.73	2768.76	3438.49	3728.02	3438.49	3142.02	2845.55
Σύνολο	-694.62	329.81	1365.09	2494.00	3684.22	4838.23	5907.94	6371.37	5907.94	5433.39	4958.85

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 2643

Λανθάνον: 3728

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 937.50

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 3

Ονομασία : ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσαν ατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	NA	2.33	6.5	3	19.50	1	19.50	7.90	11.60			
A1	NA	5.23	1.2	2	2.40	1	2.40		2.40			
A2	NA	5.23	2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50			
T1	ΒΔ	2.33		3		1		11.00				
A2	ΒΔ	5.23	2.2	2.5	5.50	2	11.00		11.00			
T1	ΒΑ	2.33	8	4	32.00	1	32.00	2.40	29.60			
A1	ΒΑ	5.23	1.2	2	2.40	1	2.40		2.40			
O1		0.44	7.1	6	42.60	1	42.60		42.60			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	11.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	5.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	11.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	29.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	42.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	11.60	207	207	207	207	207	207	232	232	256	256	281
A1	2.40	488	635	728	782	730	677	611	571	531	464	411
A2	5.50	1117	1454	1669	1793	1672	1552	1400	1309	1218	1064	942
T1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	11.00	559	740	861	1105	1227	1412	1587	2177	2880	3343	3518
T1	29.60	465	402	402	402	465	465	465	465	528	528	528
A1	2.40	543	570	520	496	472	474	461	450	424	372	346
O1	42.60	11	73	150	243	336	413	491	537	552	552	506

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	1200	1500

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58	42	0	0	0	0
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	61	58	0	0	0	0
Καθισμένοι, τρώγοντας	73	96	0	0	0	0
Δουλειά Γραφείου	73	78	0	0	0	0
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86	100	16	1376	1600	2976

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514
Φορτίο Λανθάνον	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760
Σύνολο	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου	582	145	0	0	0	0
Μεγάλη αερίου	1745	465	0	0	0	0
Ηλεκτρική 300 W	465	233	0	0	0	0
Ηλεκτρική 1 kW	698	174	0	0	0	0
Ηλεκτρική 2 kW	1396	349	0	0	0	0
Ηλεκτρική 3 kW	2326	930	0	0	0	0
Κινητήρας 1/4 HP	233	0	0	0	0	0
Κινητήρας 1 HP	814	0	0	0	0	0
Κινητήρας 5 HP	3489	0	0	0	0	0
Άλλο Αισθητό Φορτίο	0	0	1	0	0	0
Άλλο Λανθάνον Φορτίο	0	0	1	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650
Άτομα (Αισθητό)	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514
Άτομα (Λανθάνον)	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760
Άτομα (Σύνολο)	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	6.55	7.24	7.70	8.19	8.27	8.37	8.41	8.91	9.55	9.74	9.70
Λανθάνον	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Σύνολο	8.31	9.00	9.46	9.95	10.03	10.13	10.17	10.67	11.31	11.50	11.46

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	12.64	193.13	373.62	566.12	758.61	940.37	1122.12	1201.14	1122.12	1041.20	960.28
Λανθάνον	-328.28	-43.26	246.68	567.16	915.49	1258.13	1562.45	1694.01	1562.45	1427.74	1293.02
Σύνολο	-315.63	149.87	620.30	1133.27	1674.11	2198.49	2684.57	2895.15	2684.57	2468.93	2253.30

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 1201

Λανθάνον: 1694

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 426.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	39.47	40.85	41.97	43.00	43.26	43.77	44.18	44.54	45.22	44.60	43.86
Λανθάνον	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12
Σύνολο	60.59	61.97	63.09	64.12	64.38	64.89	65.30	65.66	66.34	65.72	64.98

Χώρος : 2

Ονομασία : ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΜΗΤΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	9.13	9.71	10.14	10.50	10.57	10.57	10.56	10.52	10.51	10.24	9.99
Λανθάνον	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
Σύνολο	12.98	13.56	13.99	14.35	14.42	14.42	14.41	14.37	14.36	14.09	13.84

Χώρος : 3

Ονομασία : ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	6.55	7.24	7.70	8.19	8.27	8.37	8.41	8.91	9.55	9.74	9.70
Λανθάνον	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Σύνολο	8.31	9.00	9.46	9.95	10.03	10.13	10.17	10.67	11.31	11.50	11.46

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.	82	85	87	88	89	89	90	91	92	91	90
24 ΑΥΓ.	81	84	86	88	88	89	89	90	91	90	89

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

23 ΙΟΥΛ.											
ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	21	24	26	27	28	28	29	30	31	30	29
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	55	58	60	62	62	63	63	64	65	65	64
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	3	6	9	12	15	18	19	18	17	15
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-5	-1	4	9	15	20	25	27	25	23	21
ΣΥΝΟΛΟ :	77	87	96	107	116	125	133	137	135	131	126

24 ΑΥΓ.											
ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	20	23	25	27	27	28	28	29	30	29	28
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	54	57	59	61	62	62	62	63	64	63	62
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-2	1	3	6	9	12	15	16	15	14	13
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-8	-4	-0	5	10	15	20	23	20	18	16
ΣΥΝΟΛΟ :	71	80	89	99	107	116	125	129	127	122	117

ΞΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ kW

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΞΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	14	16	17	18	18	19	19	19	20	20	19
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	39	41	42	43	43	44	44	45	45	45	44
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
ΞΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	3	5	7	10	12	15	16	15	14	13
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-4	-1	3	7	12	17	21	22	21	19	17
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	56	64	71	79	86	94	101	104	102	98	95

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΞΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	9	10	10	11	11	11	11	11	11	10	10
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΞΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	-0	0	1	2	3	3	3	3	3	3
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	12	14	15	17	18	19	20	20	20	19	18

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΘΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	3	4	5	5	5	5	5	6	6	7	7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	7	7	8	8	8	8	8	9	10	10	10
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΘΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	0	1	1	1	1	2	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	8	9	10	11	12	12	13	13	14	14	14

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΘΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	14	15	17	18	18	18	19	19	20	19	18
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	39	40	42	43	43	43	44	44	45	44	43
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
ΘΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-2	1	3	5	8	10	12	13	12	11	10
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-7	-4	-0	4	8	12	17	18	17	15	13
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	52	59	65	73	80	87	94	97	95	91	88

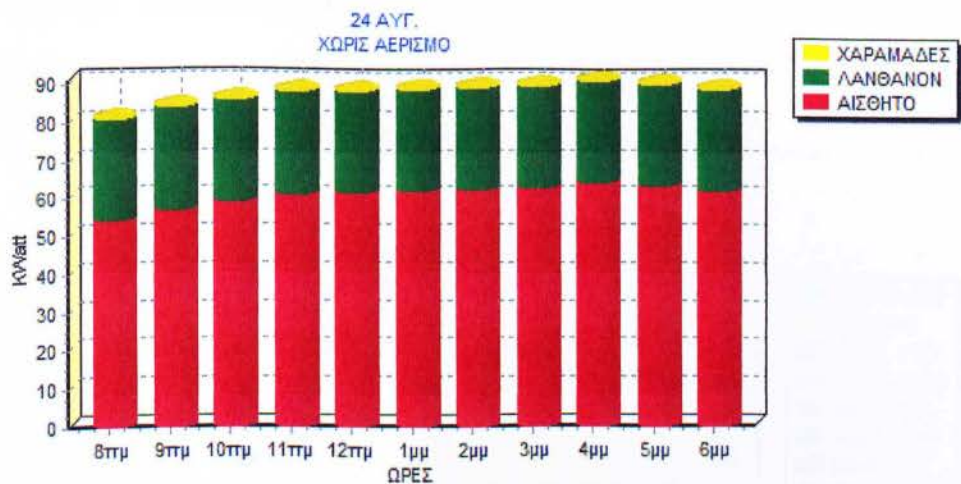
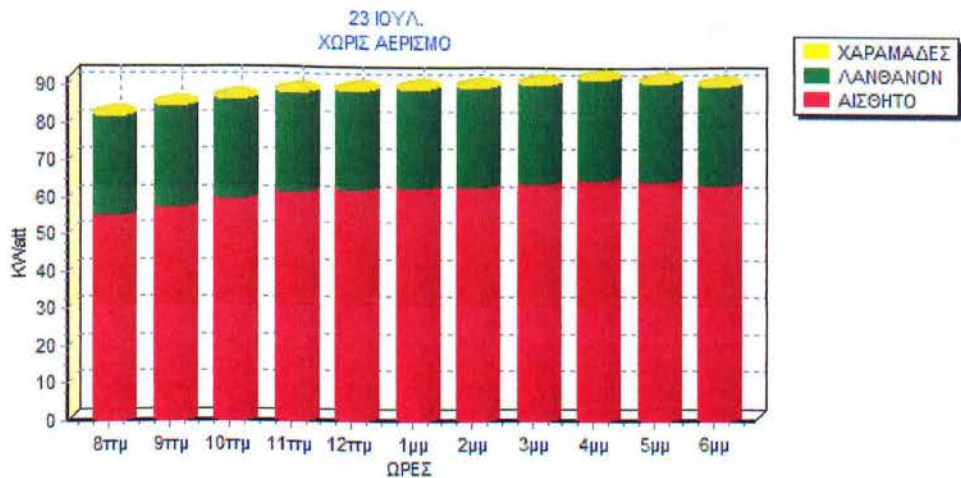
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	9	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	-0	1	1	2	3	3	3	2	2
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	12	13	14	16	17	18	19	19	19	18	17

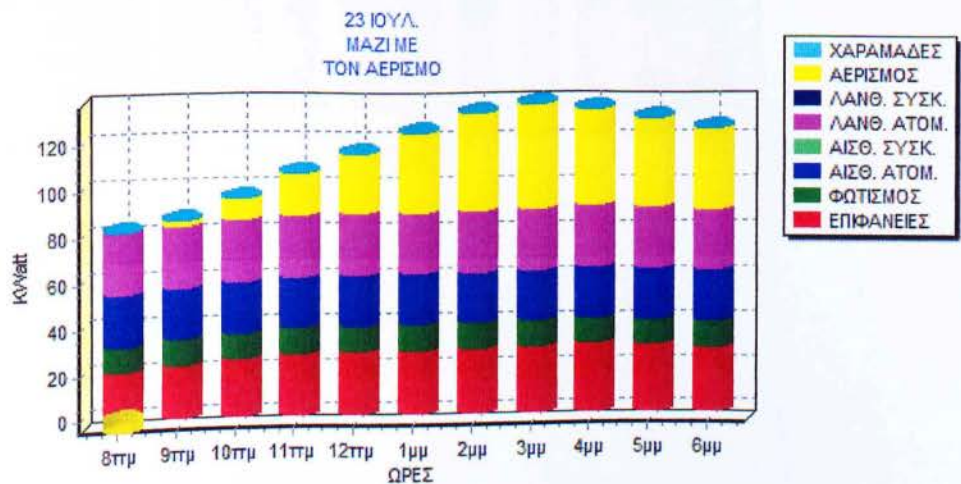
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	6	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	0	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	12

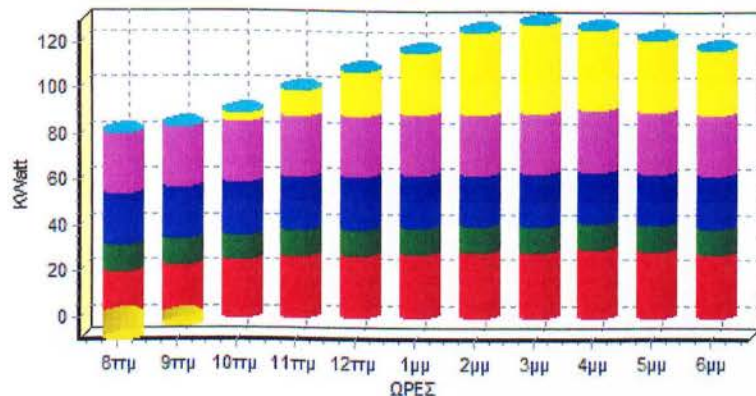
Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό



Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό



24 ΑΥΓ.
ΜΑΖΙ ΜΕ
ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ



Διαγράμματα Συστημάτων

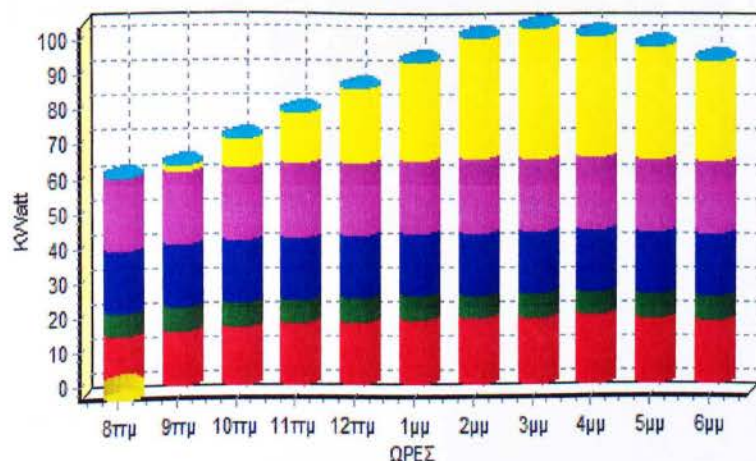
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑ 1 = ΚΥΡΙΟΣ ΧΩΡΟΣ

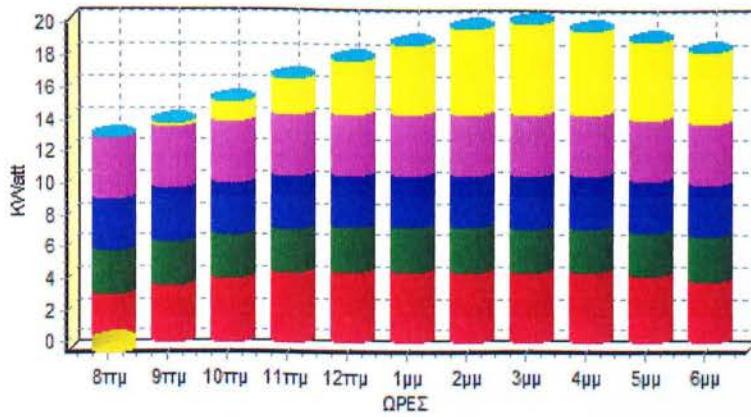
ΣΥΣΤΗΜΑ 2 = ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ 3 = ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

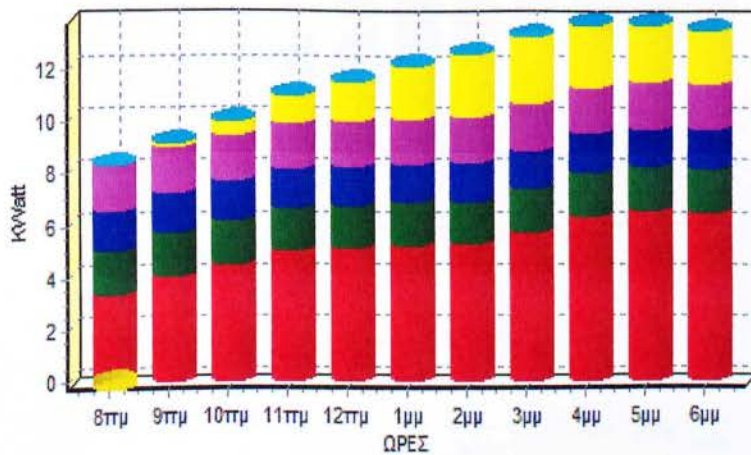
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
1



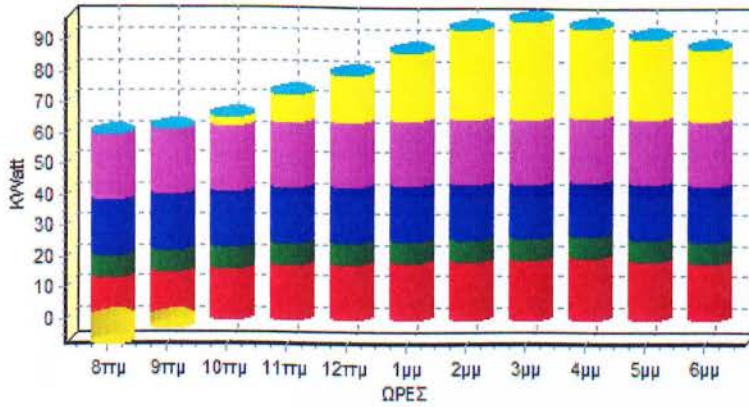
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
2



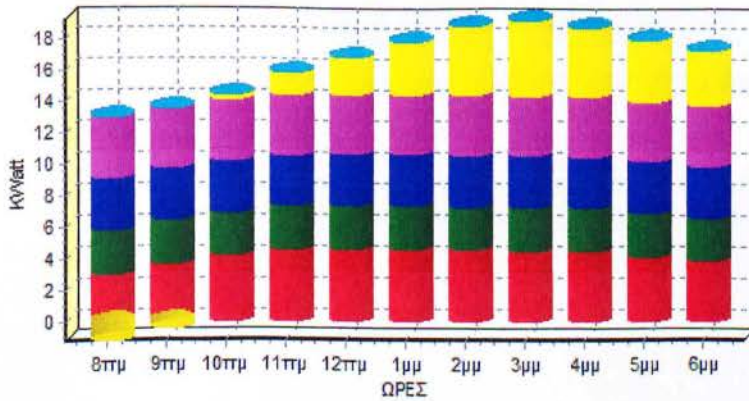
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
3



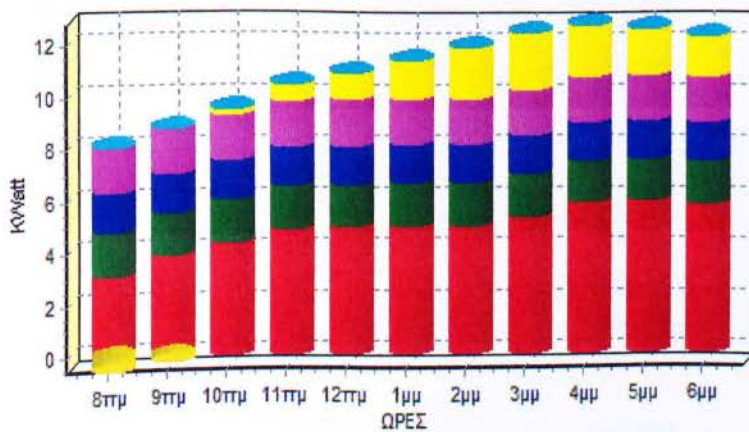
24 ΑΥΓ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
1

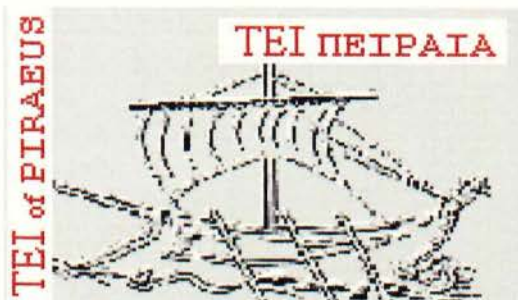


24 ΑΥΓ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
2



24 ΑΥΓ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
3





ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ
Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΤΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΖΑΧΟΠΟΥΛΟΥ
Α.Μ:33582

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

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

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \times F \times (t_i - t_a) = \text{σε W (ή Kcal/h)}$$

όπου:

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

β) Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

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

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

β2.1) Z_D για DIN77

Υπολογίζεται η μέση θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών

$$D = Q_o / [F_{oL} \times (t_i - t_a)] \text{ όπου}$$

- Q_o : Απώλειες θερμότητας σε W (ή Kcal/h)
- F_{oL} : Επιφάνεια του δομικού κελύφους m^2
- t_i : Θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$
- t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

Από τον πίνακα που ακολουθεί λαμβάνουμε την τιμή του συντελεστή Z_D

Τιμή D	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
Τρόπος Λειτουργίας			
Συνεχής λειτουργία	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

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

γ) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

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

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m³/s

c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε kJ/g K

ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m³

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

$$Q_L = \sum Q A_i, \text{ όπου:}$$

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

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

a: Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

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

H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ε_{GA}).

Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Z_Γ: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

δ) Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των Q_T και Q_L, δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) Στο επάνω μέρος των πινάκων των σελίδων 6,7,8 παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Είδος στοιχείου (πχ. Τ=τοίχος, Α=Ανοιγμα, Ο=οροφή Δ=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Συντελεστής k
- Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) στο κάτω μέρος των πινάκων των σελίδων 6,7,8 συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

Στοιχεία Κτιρίου

ΝΗΣΟΣ	ΛΕΣΒΟΣ
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	2
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	ASHRAE
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εξωτερικών Τοίχων
Τ1		2.33

Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εσωτερικών Τοίχων
Ε1		1.74

Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Οροφών
Ο1		0.44

Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Δαπέδων
Δ1		2.33

Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m ² K) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1		1.2	2	5.23		
A2		2.2	2.5	5.23		

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	NA			20.5	8	164.0	1	164.0	22.30	141.7	2.33	20.00	6603
A1	NA	α		1.2	2	2.40	7	16.80		16.80	5.23	20.00	1757
A2	NA	α		2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50	5.23	20.00	575.3
T1	ΒΔ			20.5	8	164.0	1	164.0		164.0	2.33	20.00	7642
T1	ΝΔ			13.5	8	108.0	1	108.0	7.90	100.1	2.33	20.00	4665
A1	ΝΔ	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
A2	ΝΔ	α		2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50	5.23	20.00	575.3
T1	ΒΑ			13.5	8	108.0	1	108.0		108.0	2.33	20.00	5033
O1				20.5	12.5	256.3	1	256.3		256.3	0.44	20.00	2255

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0 = 29357$

Συνολική Προσαύξηση $Z = 20\% = 5871$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+Z) = 35228$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times n \times c \times \Delta t = 34570$

Όγκος χώρου $V = 20.5 \times 12.5 \times 8 = 2050$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 2.5$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 69798$

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΜΗΤΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	NA			8	4	32.00	1	32.00	7.90	24.10	2.33	20.00	1123
A1	NA	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
A2	NA	α		2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50	5.23	20.00	575.3
T1	BA			8	4	32.00	1	32.00	2.40	29.60	2.33	20.00	1379
A1	BA	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
O1				12.5	7.5	93.75	1	93.75		93.75	0.44	20.00	825.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0 = 4404$

Συνολική Προσαύξηση $Z = 20 \% = 881$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+Z) = 5285$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t = 6324$

Όγκος χώρου $V = 7.5 \times 12.5 \times 4 = 375$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 2.5$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{0L} = Q_T + Q_L = 11609$

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	NA			6.5	3	19.50	1	19.50	7.90	11.60	2.33	20.00	540.6
A1	NA	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
A2	NA	α		2.2	2.5	5.50	1	5.50		5.50	5.23	20.00	575.3
T1	BΔ			6.5	3	19.50	1	19.50	2.40	17.10	2.33	20.00	796.9
A1	BΔ	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
T1	BA			8	4	32.00	1	32.00	2.40	29.60	2.33	20.00	1379
A1	BA	α		1.2	2	2.40	1	2.40		2.40	5.23	20.00	251.0
O1				7.1	6	42.60	1	42.60		42.60	0.44	20.00	374.9

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_o = 4420$

Συνολική Προσαύξηση $Z = 20 \% = 884$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_o \times (1+Z) = 5304$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t = 2874$

Όγκος χώρου $V = 7.1 \times 6 \times 4 = 170$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 2.5$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{oL} = Q_T + Q_L = 8178$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : Επίπεδο 1

1 ΚΥΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	:	69798
2 ΧΩΡΟΣ ΑΤΜΟΛΕΜΗΤΑ	:	11609
3 ΧΩΡΟΣ ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ	:	8178
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	89585

Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης με τη μέθοδο των Βαθμομερών

Συντελεστής Συνολικών Απωλειών Κτιρίου $K_{tot} : 4479.24 \text{ Watt K}$
 Συντελεστής Απόδοσης του Συστήματος Θέρμανσης : 0.8

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ $DDt_b : 317$
 Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ $Q_y : 42597534.36 \text{ Watt/έτος}$

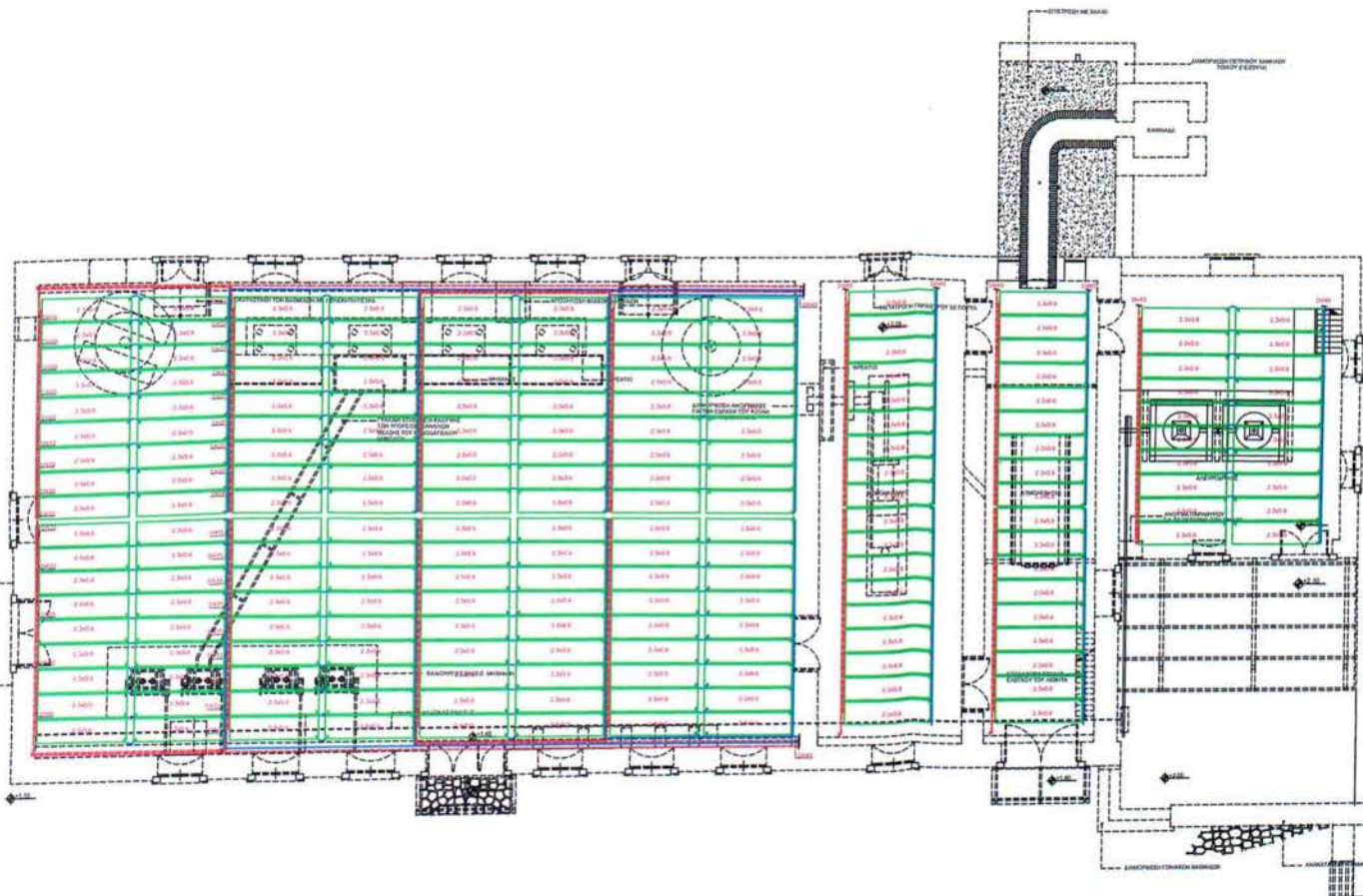
Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $DDt_b : 930$
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $Q_y : 124970684.40\text{ Watt/έτος}$

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $DDt_b : 1428$
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $Q_y : 191890470.24\text{ Watt/έτος}$

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ $DDt_b : 2840$
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ $Q_y : 381630907.20\text{ Watt/έτος}$

Έλεγχοι κτιρίου κατά EN 12831

Δεν έχει επιλεγεί μεθοδολογία υπολογισμού κατά EN 12831



ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΘΑΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΩΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ
ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΛΛΙΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΣΒΟΥ

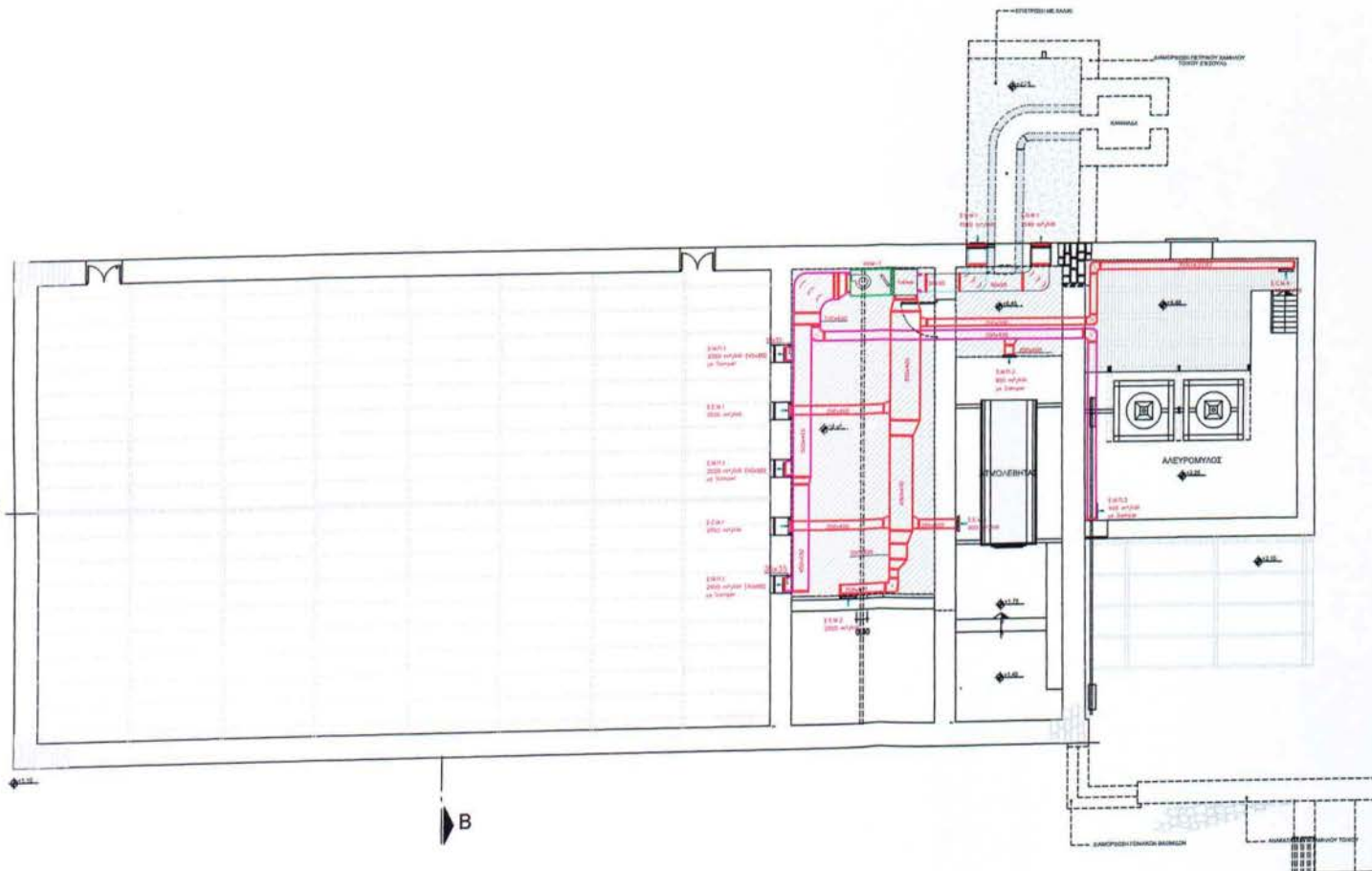
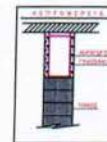
Η/Μ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΚΑΤΟΧΗ
ΚΑΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - ΚΑΡΟ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΟΥ
ΚΑ. 01
ΚΑΜΑΡΑ
1:50
ΗΜΕΡΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2022
ΠΡΟΤΥΠΩΣΕΙΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΤΑΙ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ
ΑΝΤΙΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΔΑΚΟΥΛΟΥ Α.Μ.3982





ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ
ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΣΒΟΥ

Η/Μ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ

ΚΑ.02

ΣΧΗΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΚΑΤΟΧΉ

ΚΑΛΩΣΤΑ

1:50

ΚΑΙΝΑΤΙΣΜΟΣ - ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

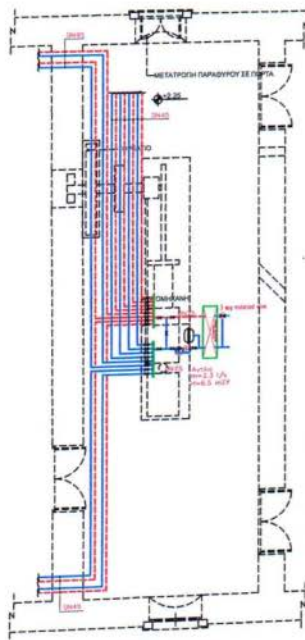
ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

ΣΤΑΔΙΟΥ ΕΡΓ.

ΣΠΟΥΔΟΤΕΣ

ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΚΑΘΗΜΕΡΗΣ:
ΔΗΓΕΡΓΟΥΣ ΑΝΕΞΗΣ
ΜΕΛΕΤΗΣ:
ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΑΚΟΥΡΓΙΟΥ Α.Μ. 2392





ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ
ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΛΛΑΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΣΒΟΥ

Η/Μ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ

ΚΑ.03

ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΚΑΤΟΨΗ

ΚΑΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

ΚΑΜΑΡΑ

1:50

ΗΜΕΡΩΝ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΣΑΧΟΠΟΥΛΟΥ Α.Μ.33582

