



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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΙΕΡΟ ΝΑΟ.**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΕΓΑΡΙΤΗΣ ΑΝΕΣΤΗΣ  
ΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΩΜΑΙΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (Δρ. Μηχ.)**

**ΠΑΤΡΑ 2018**



**Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή:** Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουν υπεύθυνα ότι είναι συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχουν δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία τους όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησαν και έλαβαν ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουν επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουν ενσωματώσει στην εργασία τους προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουν πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουν αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

ΟΙ ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

**ΑΝΕΣΤΗΣ ΜΕΓΑΡΙΤΗΣ**

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΠΟΥΛΟΣ**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα ΜΕΛΕΤΗ-ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ « ΙΕΡΟΥ ΝΑΟΥ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΦΑΝΕΡΩΜΕΝΗΣ» ΣΤΟ ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ,εκπονήθηκε στο Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας στη Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

Η μελέτη εστιάστηκε στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου και συγκεκριμένα στην ημερομηνία 22 Αυγούστου και ώρα 19<sup>η</sup> όπου τελείται ο Μέγας Εσπερινός της Εορτής της Παναγίας στις 23 Αυγούστου που γιορτάζουμε την κοίμηση και τη σεβάσμια μετάσταση της Παναγίας. Τυχαίνει ακριβώς την ημερομηνία και ώρα αυτή να έχουμε το μέγιστο ηλιακό κέρδος, όπως επίσης και το μέγιστο πλήθος ατόμων – πιστών.

Για τον λόγο αυτό δημιουργήσαμε υπολογιστικό πρόγραμμα με την μεθοδολογία και τα δεδομένα της Carrier, ώστε άμεσα οπτικά να έχουμε τις υπολογισθείσες τιμές. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα συγκρίνονται ως προς την ακρίβεια και με τους υπολογισμούς του προγράμματος της 4M Ψυκτικά φορτία.

Ευχαριστίες οφείλουμε στον επιβλέποντα καθηγητή μας κ' Αλέξανδρο Ρωμαίο, του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Α.Τ.Ε.Ι. Δ. Ελλάδας, που δέχτηκε την πρότασή μας και για την καθοδήγησή του που μας παρείχε σ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας.

Ευχαριστούμε επίσης τον Εφημέριο του Ι. Ναού και Αρχιερατικό Επίτροπο Ξυλοκάστρου και Τρικάλων, Πρωτ/ρο κ. Αναστάσιο Κουτσούρη για όλη την βοήθεια που μας έδωσε.

Επίσης ευχαριστούμε τις εταιρείες :ΤΣΙΤΣΟΣ ΚΛΙΜΑ,ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΗ,για την τεχνική και υπολογιστική στήριξή τους.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως απώτερο σκοπό μια εξειδικευμένη μελέτη κλιματισμού ενός ιερού ναού,κατά την οποία αφού υπολογίστηκαν τα ψυκτικά κυρίως αλλά και τα θερμικά φορτία,εγκαταστάθηκε αντίστοιχη αντλία θερμότητας αέρα-νερού και fan-coils οροφής.

Στο κεφάλαιο ένα γίνεται μία εισαγωγή για το τι σημαίνει κλιματισμός ενός χώρου και τη σπουδαιότητα αυτού στην εποχή που διανύουμε. Αναλύεται η αναγκαιότητα του κλιματισμού καθώς και η έννοια της άνεσεως στο ανθρώπινο σώμα. Στη συνέχεια γίνεται μία εισαγωγή στον όρο ψυχομετρία,παρατίθεται ο ψυχομετρικός χάρτης και αναλύονται οι ψυχομετρικοί όροι.

Η εργασία ασχολείται αποκλειστικά με εφαρμοσμένη ψυχομετρία πάνω στην οποία βασίζεται η μελέτη για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων του χώρου τα οποία θα δώσουν όλα τα στοιχεία για την επιλογή σωλήνων,αεραγωγών,στομίων,fan-coils καθώς και της αντλίας θερμότητας.Επίσης μελετώνται οι βασικοί μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας.

Στο κεφάλαιο 2 θα εξετάζεται αναλυτικά το κτίριο, οι χώροι και οι πηγές φορτίων.Θα γίνει μελέτη του χώρου και θα υπολογιστούν αναλυτικά τόσο τα θερμικά όσο και τα ψυκτικά φορτία που απαρτίζονται από τα εσωτερικά και τα εξωτερικά φορτία. Λόγω της ιδιαιτερότητας χρήσης του χώρου είναι απαραίτητη η πολύ προσεκτική μελέτη των κατασκευαστικών λεπτομερειών ώστε να μην επηρεάσουν την αισθητική και λειτουργικότητα του χώρου, δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες άνεσης για το κοινό.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται αναλυτικά όλη η μελέτη κλιματισμού και εγκατάσταση βασισμένη σε σύγχρονες μεθόδους.Η επιλογή και εγκατάσταση του εξοπλισμού είναι αρκετά σύνθετη καθώς το σύστημα κλιματισμού δεν απαρτίζεται μόνο από μία αντλία θερμότητας και τα επιμέρους fan-coils οροφής αλλά ερχόμαστε αντιμέτωποι να τα συνδυάσουμε όλα αυτά με τους κατάλληλους αγωγούς μέσωσ διανομής και να αυτονομήσουμε κατάλληλα τους χώρους μέσα από μια σειρά ηλεκτρολογικών και ηλεκτρικών παρεμβάσεων με σύγχρονα χειριστήρια τελευταίας γενιάς.Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η κατάλληλη επιλογή των υλικών και αντίστοιχων διατομών που θα κατασκευαστεί το δίκτυο των σωληνώσεων του κλειστού κυκλώματος με νερό, καθώς και τα μέσα διανομής του αέρα που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι εύκαμπτοι καλά μονωμένοι αγωγοί.Κλείνοντας την μελέτη, αναφερόμαστε στη σωστή συντήρηση των μηχανημάτων που παίζει το σημαντικότερο ρόλο τόσο στην ομαλή λειτουργία αυτών όσο και στο χρόνο ζωής τους.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### Κεφάλαιο 1: ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑ-ΜΕΤΑΔΟΣΗ

#### ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ..... 11

1.1	ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	11
1.2	ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ .....	14
1.3	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ .....	18
1.4	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ESHF – ADP ΚΑΙ BF .....	26
1.5	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ-ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	27
1.6	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ .....	35

### Κεφάλαιο 2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ .....37

2.1	ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΑΠΟ ΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	37
2.2	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΣ .....	52
2.3	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	55
2.4	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ .....	63
2.5	ΘΕΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ .....	64
2.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	65
2.7	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ .....	67
2.8	ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ.....	67

### Κεφάλαιο 3: ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ..... 74

3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ .....	74
3.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ .....	75
3.3	ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	97
3.4	ΕΠΙΛΟΓΗ fan-coils ( ΚΑΣΕΤΩΝ ΟΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ - ΝΕΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ UTN).....	99

3.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ-ΔΙΚΤΥΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	109
3.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΟΜΙΩΝ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ.....	117
3.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ.....	124
3.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ.....	125
3.9 ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΩΝ.....	129
3.10 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	130
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>131</b>

# **Κεφάλαιο 1:ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑ-ΜΕΤΑΛΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

## **1.1 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής του σημερινού ανθρώπου περνά κυρίως σε κλειστούς χώρους, εργασίας-κατοικίας και διασκέδασης.Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και θερμοκηπίου έχει επηρεάσει τις συνθήκες άνεσης οπότε γίνονται αναγκαιότητα οι συνθήκες άνεσης και η αποδοτικότητα στην εργασία μας.

Τα σπουδαιότερα από τα στοιχεία τού αέρα, ενός κλειστού χώρου, πού θα πρέπει να ελέγχει ο κλιματισμός για να μας εξασφαλίζει άνεση και υγιεινό περιβάλλον κατά Roedler είναι:

- η θερμοκρασία,
- η υγρασία,
- η καθαρότητα τού αέρα,
- η κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο,
- η στάθμη θορύβου.

Μια κλιματιστική εγκατάσταση θεωρείται επιτυχημένη όταν όλοι οι παραπάνω παράγοντες βρίσκονται μέσα σε επιτρεπτά όρια.

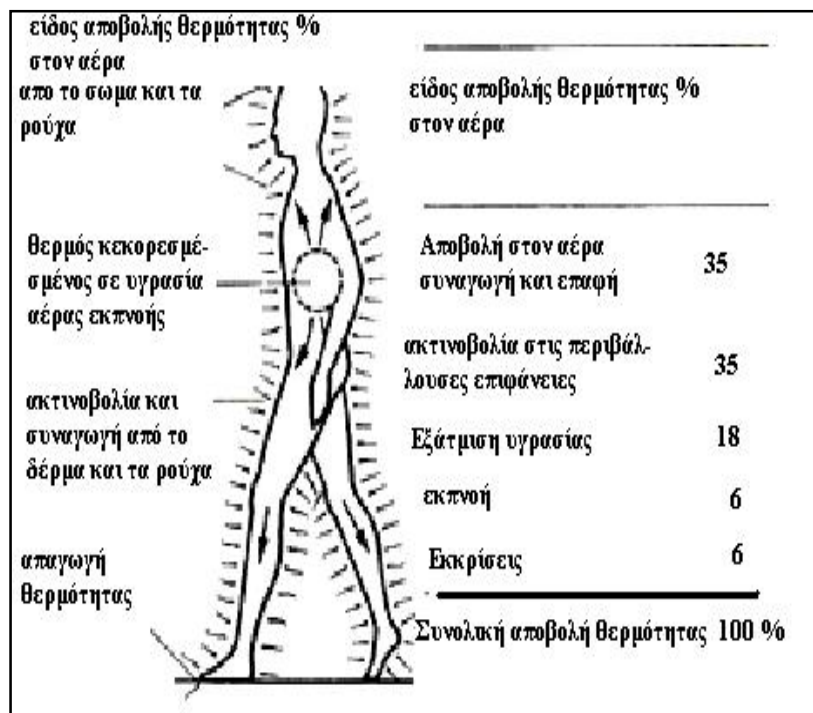
### **Η έννοια της άνεσης για το ανθρώπινο σώμα**

Η κανονική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι 37 °C ή 98,6 °F, συχνότερα ονομάζεται θερμοκρασία δέρματος ή επιφανείας. Η κατανόηση τού τρόπου πού το σώμα επιτυγχάνει τη ζητούμενη θερμοκρασία βοηθά στην κατανόηση του τρόπου πού ο κλιματισμός κρατά το σώμα σε κατάσταση ανέσεως. Όλες οι τροφές που εισέρχονται στο σώμα περιέχουν θερμότητα με την μορφή θερμίδων. Η χιλιοθερίδα (Kcal), είναι το ποσό θερμότητας πού απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία 1 Kγαπεσταγμένου νερού κατά 37 °C. Καθώς οι θερμίδες εισέρχονται στο σώμα μετατρέπονται σε ενέργεια. Η διαδικασία της μετατροπής δημιουργεί θερμότητα. Όλες οι κινήσεις του σώματος καταναλώνουν την αποθηκευμένη ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα.

Το ποσοστό της θερμότητας πού αποβάλλεται δι' ακτινοβολίας από την επιφάνεια του

δέρματος και των ρούχων προς τις ψυχρότερες περιβάλλουσες επιφάνειες και το ποσοστό της θερμότητας που απάγεται δι' επαφής – μεταφοράς είναι της ίδιας τάξεως μεγέθους.

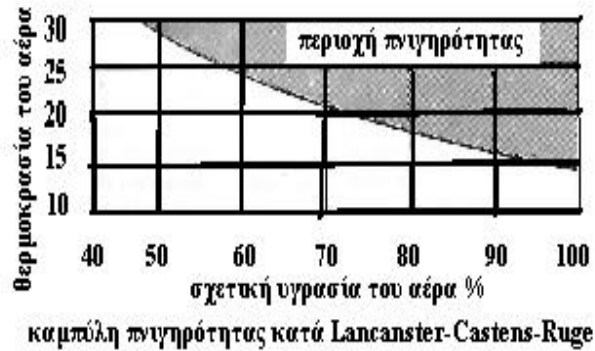
Το ανθρώπινο σώμα αποβάλλει προς τον αέρα, σε καθιστή στάση με συνήθη ενδυμασία και σε ελαφρά εργασία 100 Kcal/h. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στην εικόνα που ακολουθεί (εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1 Αποβολή kcal/h ανθρώπινου σώματος

Σε πολύ πυκνά κατειλημμένη αίθουσα, είναι δυνατόν να εμποδίζεται η αποθέρμανση των ανθρώπων λόγω δυσμενών συνθηκών στο περιβάλλον και να προξενούνται συσσωρεύσεις θερμότητας ενοχλητικές για την υγεία. Αποφασιστική σημασία σε τέτοιες περιπτώσεις έχει η ορθή αγωγή και θέρμανση τού αέρα κλιματισμού.

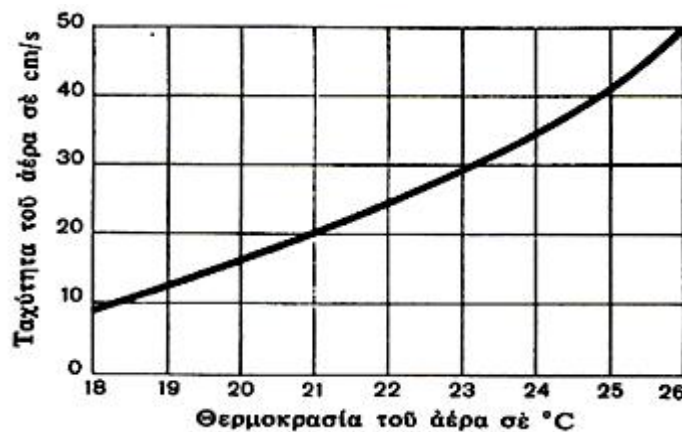
Όταν η θερμοκρασία είναι υψηλή και η σχετική υγρασία του αέρα πάνω από 70% εμποδίζεται η αποβολή υδρατμών, ενώ όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η σχετική υγρασία κάτω των 30% αυξάνεται σημαντικά (βλέπε διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1.1 Καμπύλη πνιγηρότητας

Η αποβολή υδρατμών από τον άνθρωπο στον αέρα αυξάνει κατά Roedler, κατά 50% σε αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα από 20 °C σέ 24 °C.

Η ταχύτητα και η θερμοκρασία του αέρα στη ζώνη παραμονής ανθρώπων εναρμονίζονται, ώστε να αποφεύγεται ανεπιθύμητη ψύξη λόγω ρευμάτων. Η κίνηση του αέρα αυξάνει υπό σταθερή θερμοκρασία την αποβολή θερμότητας με συναγωγή και την εξάτμιση. Το ρεύμα ψύχει το δέρμα και προκαλεί ενόχληση. Στο παρακάτω διάγραμμα (διάγραμμα 1.2), η ανώτερη επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα που προφυσάται σε καθιστά άτομα από εμπρός σε εξάρτηση από την θερμοκρασία του αέρα. Η έλλειψη ρευμάτων απαιτείται από κάθε εγκατάσταση κλιματισμού ή αερισμού ακόμη και στον αερισμό μέσω παραθύρων.



Διάγραμμα 1.2 Ταχύτητα αέρα σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία

Οι εξής συντελεστές είναι αποφασιστικοί για την άνετη και υγιεινή παραμονή και την πλήρη ανάπτυξη της αποδοτικότητας του ανθρώπου σε κλειστό χώρο:

1. η θερμοκρασία, η τοπική και χρονική ομοιομορφία στο χώρο παραμονής.

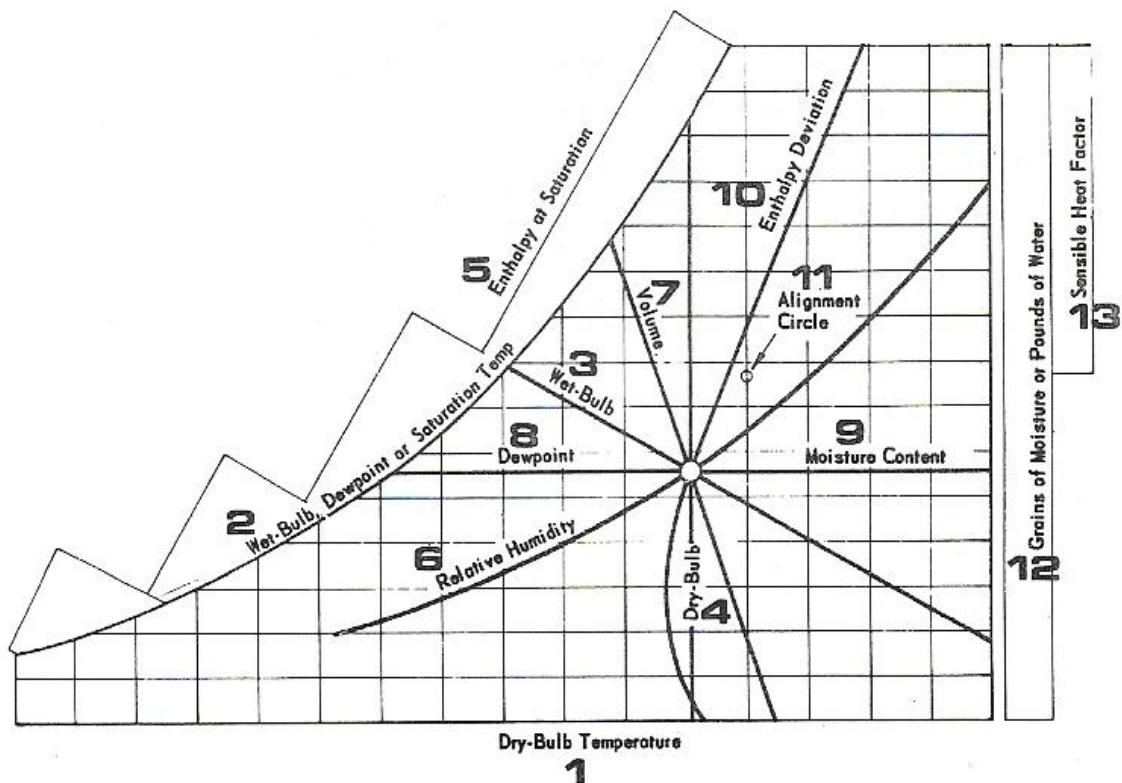
2. η μέση θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών του χώρου και η γωνία της ακτινοβολίας των σε σχέση με τον άνθρωπο.
3. η σχετική υγρασία του αέρα.
4. η ταχύτητα του αέρα στην ζώνη παραμονής,
5. η κατεύθυνση της επιπτώσεως του αέρα σε σχέση με τα θιγόμενα μέρη του σώματος,
6. το κοπιαστικό της εργασίας,
7. η ενδυμασία,
8. η ρύπανση του αέρα από σκόνη, αέρια, ατμούς,
9. ακουστικές ενοχλήσεις.

Με τον όρο άνεση στον κλιματισμό, εννοούμε την ταυτόχρονη ικανοποίηση των παραπάνω συντελεστών. Από μετρήσεις και παρατηρήσεις όμως έχει διαπιστωθεί ότι : η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του αέρα ασκούν σοβαρή επίδραση στην δημιουργία της ανέσεως σ' ένα χώρο.

Τη σχετική υγρασία ενός χώρου διαμορφώνουν, η θερμοκρασία ξηρού και υγρού θερμομέτρου. Επομένως, η άνεση είναι αποτέλεσμα της DB και WB, και της ταχύτητας του αέρα. Οι τρεις αυτές συνιστώσες διαμορφώνουν μια νέα έννοια στον κλιματισμό, πού ονομάζεται **δρώσαθερμοκρασία**. Η δρώσα θερμοκρασία δεν μπορεί να μετρηθεί γιατί δεν είναι φυσικό μέγεθος αλλά όμως έχουν καταρτιστεί πίνακες και διαγράμματα πειραματικός και στατιστικός πού οι κατασκευαστές του εξοπλισμού κλιματισμού λαμβάνουν υπ' όψη τους. Έτσι όταν θα υπολογίσουμε και θα επιλέξουμε τα μηχανήματά μας θα δούμε εφαρμοσμένα τα κριτήρια αυτά.

## 1.2 ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Η ψυχομετρία είναι η επιστήμη πού περιλαμβάνει τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του υγρού αέρα και την επίδραση της ατμοσφαιρικής υγρασίας στα υλικά και στις ανθρώπινες συνθήκες άνεσης. Στο σκελετό του ψυχομετρικού χάρτη της ASHRAE φαίνονται τα καταστατικά μεγέθη υγρού ατμοσφαιρικού αέρα, η μορφή του οποίου παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.3.



**Διάγραμμα 1.3** Αναπαράσταση καταστατικών μεγεθών υγρού ατμοσφαιρικού αέρα στον ψυχομετρικό χάρτη.

1.θερμοκρασία ξηρού βολβού, 2. θερμ. υγρού βολβού σημείο δρόσου ή θερμ. κορεσμού, 3. ισοθερμοκρασιακή υγρού βολβού, 4. ισοθερμική ξηρού βολβού, 5. ενθαλπία κορεσμού, 6. σχετική υγρασία, 7. Ισόογκος, 8. Σημείο δρόσου, 9.απόλυτος υγρασία, 10. Απόκλιση ενθαλπίας, 11. Κύκλος ευθυγράμμισης, 12.κόκκοι υγρασίας, 13. Συντ.Αισθητής θερμότητας

### Ψυχομετρικοί όροι

Τα στοιχεία ή ιδιότητες του αέρα που αναφέρονται στον ψυχομετρικό χάρτη είναι:

**Θερμοκρασία ξηρού βολβού:** η θερμοκρασία του αέρα πού μετρείται με ένα κοινό θερμόμετρο.

**Θερμοκρασία υγρού βολβού:** η θερμοκρασία πού μετρείται με ένα θερμόμετρο τού οποίου ο βολβός καλύπτεται μ' ένα βρεγμένο ύφασμα και πού εκτίθεται σ' ένα ρεύμα ταχέως κινούμενου αέρα.

**Θερμοκρασία σημείου δρόσου:** η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η συμπύκνωση της υγρασίας όταν ο αέρας ψύχεται βαθμιαία.

**Σχετική υγρασία:** ορίζεται ο λόγος του πραγματικού βάρους των υδρατμών του που περιέχονται στην μονάδα βάρους του αέρα, προς το βάρος των υδρατμών που χρειάζεται ο αέρας της αυτής θερμοκρασίας για να κορεσθεί.

**Απόλυτος ή ειδική υγρασία:** το βάρος του υδρατμού σε κόκκους ή λίβρες (pounds) υγρασίας ανά λίβρα (pound) ξηρού αέρα.

**Ενθαλπία:** μια θερμική ιδιότητα που δείχνει την ποσότητα της θερμότητας του αέρα πάνω από μία αυθαίρετη βάση σε Btu ανά pound ξηρού αέρα. Η βάση για τον ξηρό αέρα είναι και για την περιεχόμενη υγρασία 32<sup>0</sup> F νερού.

**Απόκλιση ενθαλπίας:** η ενθαλπία που ορίστηκε ανωτέρω, για κάθε δεδομένη κατάσταση, είναι η ενθαλπία κορεσμού. Θα πρέπει να διορθωθεί με την απόκλιση ενθαλπίας λόγω του αέρα που δεν είναι σε κατάσταση κορεσμού. Η απόκλιση ενθαλπίας δίνεται Btu ανά pound ξηρού αέρα και λαμβάνεται υπ' όψη μόνο όταν απαιτείται εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια. Οποσδήποτε παραλείπεται στους κανονικούς κλιματιστικούς υπολογισμούς.

**Ειδικοί όγκοι:** τα κυβικά πόδια μίγματος αέρα και υγρασίας ανά pound ξηρού αέρα.

**Συντελεστής αισθητής θερμότητας:** ο λόγος της αισθητής προς την συνολική θερμότητα.

**Κύκλος ευθυγράμμισης:** τοποθετείται στους 80<sup>0</sup> F (db) και 50% (rh) και χρησιμοποιείται μαζί με τον συντελεστή αισθητής θερμότητας στη χάραξη των γραμμών των διαφόρων κλιματιστικών μεταβολών.

### **Εφαρμοσμένη ψυχομετρία**

Οι πρακτικές αρχές της ψυχομετρίας όπως εφαρμόζονται για την εκλογή της κλιματιστικής συσκευής υποδιαιρούνται σε τρία μέρη:

1. Περιγραφή των όρων μεταβολών και συντελεστών, που συναντώνται στις κανονικές εφαρμογές κλιματισμού.
2. Κλιματιστική συσκευή, παράγοντες που επιδρούν στις συνήθεις μεταβολές και η επίδρασή τους στην επιλογή του κλιματιστικού εξοπλισμού.
3. Ψυχομετρία και έλεγχος μερικών φορτίων στην εκλογή του εξοπλισμού και στις συνήθεις μεταβολές.

Στον πιο πάνω ορισμό της ψυχομετρίας θα πρέπει να διευρυνθεί, ώστε να συμπεριλάβει και τις μεθόδους ελέγχου των θερμικών ιδιοτήτων του υγρού αέρα.

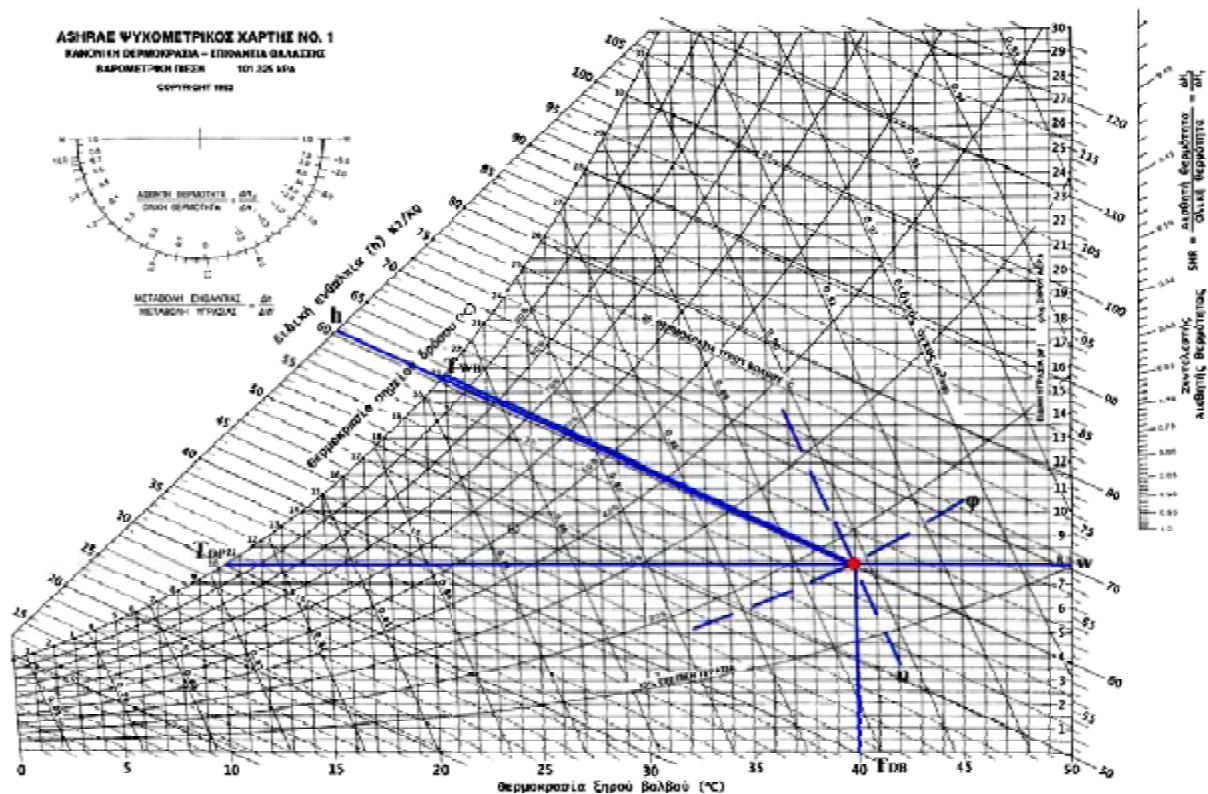
### **Κλιματιστικές μεταβολές**

Ο ψυχομετρικός χάρτης είναι μια επινόηση τοποθετήσεως όλων των θερμοδυναμικών στοιχείων του αέρα, (μίγματος ξηρού αέρα – υδρατμών), σ' ένα διάγραμμα και συντάχθηκε



από τον Carrier το 1911.

Το παρακάτω διάγραμμα 1.4, δείχνει μια τυπική κλιματιστική μεταβολή σχεδιασμένη πάνω σ' ένα ψυχομετρικό χάρτη. Ο αέρας περιβάλλοντος (2) αναμιγνύεται με τον αέρα επιστροφής του δωματίου (1) και εισέρχεται στην κλιματιστική συσκευή (3). Ο αέρας ρέει μέσω της κλιματιστικής συσκευής (3-4) και προσάγεται στον κλιματιζόμενο χώρο (4). Ο προσαγόμενος αέρας στον κλιματιζόμενο χώρο κινείται κατά μήκος της γραμμής (4-1) καθώς απορροφά τα φορτία δωματίου και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.



**Διάγραμμα 1.4** Ανάγνωση καταστατικών μεγεθών ατμοσφαιρικού αέρα από τον ψυχομετρικό χάρτη

Κανονικά, το μεγαλύτερο μέρος του προσαγομένου αέρα μέσω του κλιματιστικού συστήματος στον κλιματιζόμενο χώρο επιστρέφει στην κλιματιστική συσκευή. Εκεί αναμιγνύεται με τον αέρα περιβάλλοντος που απαιτείται για αερισμό. Το μίγμα περνά κατόπιν μέσω της κλιματιστικής συσκευής όπου προστίθεται ή αφαιρείται θερμότητα ή υγρασία, όπως απαιτείται για την διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών.

Η εκλογή κατάλληλου εξοπλισμού για να επιτύχουμε τις επιθυμητές συνθήκες και για

να ελέγχουμε τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του αέρα εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Εδώ θα συζητηθούν μόνο εκείνοι που επηρεάζουν τις ψυχομετρικές ιδιότητες του αέρα.

Οι παράγοντες αυτοί είναι: ο συντελεστής αισθητής θερμότητας χώρου (**RSHF**), ο συντελεστής αισθητής θερμότητας συσκευής, (**GSHF**), η ενεργός θερμοκρασία επιφάνειας, ( $t_{es}$ ), ο συντελεστής παράκαμψης, (**BF**), ο ενεργός συντελεστής αισθητής θερμότητας, (**ESHF**).

### 1.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

#### Συντελεστής αισθητής θερμοκρασίας (SHF)

Η θερμότητα του αέρα μπορεί να διακριθεί σε αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Ο όρος **συντελεστής αισθητής θερμότητας**, σημαίνει ο λόγος της αισθητής προς την συνολική θερμότητα όπου η συνολική θερμότητα είναι το σύνολο της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας. Ο λόγος αυτός μπορεί να εκφραστεί ως κάτωθι:

$$(SHF = \frac{SH}{SH+LH} = \frac{SH}{TH}),$$

όπου: **SHF** = συντελεστής αισθητής θερμότητας

**SH** = αισθητή θερμότητα

**LH** = λανθάνουσα θερμότητα

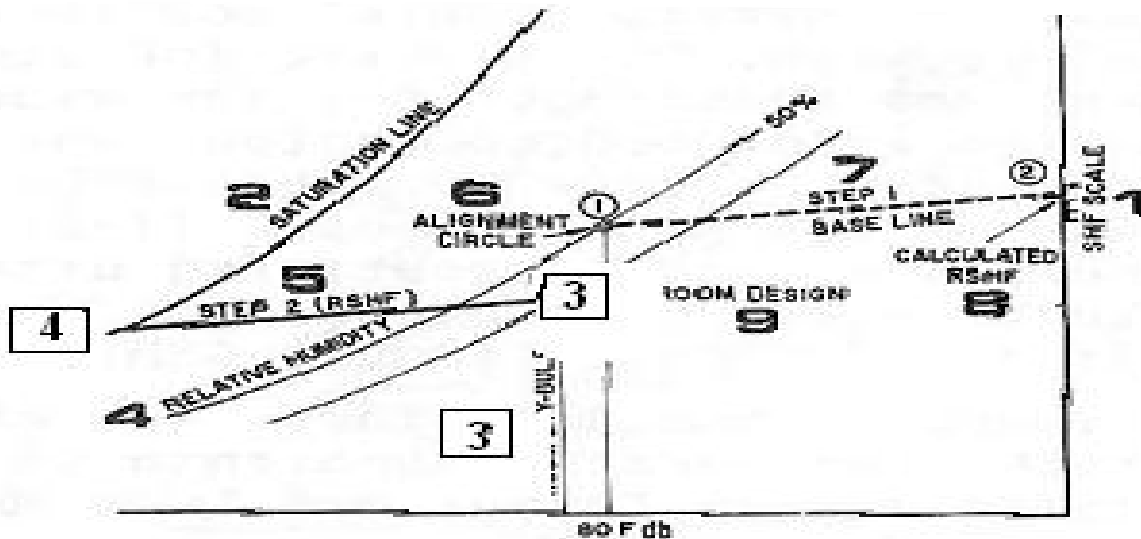
**TH** = συνολική θερμότητα

#### (Συντελεστής αισθητής θερμότητας χώρου (RSHF))

Ο όρος **συντελεστής αισθητής θερμότητας χώρου**, είναι ο λόγος της αισθητής θερμότητας χώρου προς το άθροισμα της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας χώρου. Ο λόγος αυτός εκφράζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$(RSHF) = \frac{RSH}{RSH+RSL} = \frac{RSH}{RTH}),$$

Ο προσαγόμενος αέρας σ' έναν κλιματιζόμενο χώρο πρέπει απαραίτητα να έχει την ικανότητα να αντισταθμίζει ταυτόχρονα το αισθητό και το λανθάνον φορτίο του χώρου.



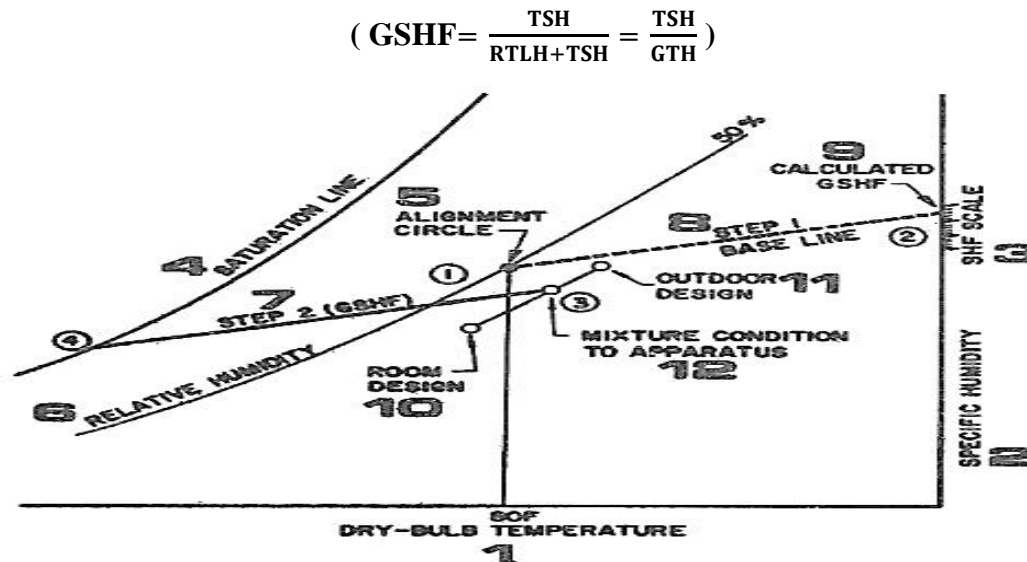
Διάγραμμα 1.5 Χάραξη συντελεστή αισθητής θερμότητας χώρου.

Η γραμμή **συντελεστής αισθητής θερμότητας χώρου** μπορεί να χαραχθεί στον ψυχομετρικό χάρτη χωρίς να είναι γνωστές οι συνθήκες του αέρα προσαγωγής. Η ακόλουθη διαδικασία διευκρινίζει το πώς χαράζουμε την γραμμή αυτή (διάγραμμα 1.5), χρησιμοποιώντας το υπολογισθέν (**RSHF**), τις συνθήκες υπολογισμού χώρου, την κλίμακα **συντελεστής αισθητής θερμότητας (SHF)** στην επάνω δεξιά γωνία του ψυχομετρικού χάρτη και τον κύκλο ευθυγράμμισης στους 80<sup>o</sup> F (db) και 50% σχετική υγρασία:

- Χαράζουμε μια βασική γραμμή δια του κύκλου ευθυγράμμισης και του υπολογισθέντος (RSHF), που δίνεται στην κλίμακα του συντελεστή αισθητής θερμότητας χώρου στην επάνω δεξιά γωνία του ψυχομετρικού χάρτη.
- Χαράζουμε την πραγματική γραμμή του συντελεστή αισθητής θερμότητας χώρου δια του σημείου των συνθηκών υπολογισμού δωματίου και παράλληλο στην βασική γραμμή του βήματος 1. Γραμμή (3-4). Όπως φαίνεται στο σχήμα η γραμμή κορεσμού του ψυχομετρικού χάρτη.

### Συντελεστής αισθητής θερμότητας συσκευής (GSHF)

Ο **συντελεστής αισθητής θερμότητας συσκευής** είναι ο λόγος της συνολικής αισθητής θερμότητας προς το συνολικό θερμικό φορτίο συσκευής που πρέπει να χειριστεί η κλιματιστική συσκευή, συμπεριλαμβανομένων των θερμικών φορτίων του αέρα περιβάλλοντος. Ο λόγος αυτός προσδιορίζεται από την ακόλουθη σχέση:



Διάγραμμα 1.6 Χάραξη συντελεστή αισθητής θερμότητας.

Η γραμμή του **συντελεστή αισθητής θερμότητας συσκευής** μπορεί να χαραχθεί στον ψυχομετρικό χάρτη χωρίς να γνωρίζουμε τις συνθήκες του αέρα προσαγωγής κατά τον ίδιο τρόπο με την γραμμή (RSHF). Στο παραπάνω σχήμα (διάγραμμα 1.6), βήμα 1, γραμμή (1-2) και βήμα 2, γραμμή (3-4) φαίνεται η ανωτέρω χάραξη με χρήση του υπολογισθέντος (GSHF), των συνθηκών της ανάμιξης του αέρα στην συσκευή, την κλίμακα του συντελεστής αισθητής θερμότητας (SHF) και τον κύκλο ευθυγράμμισης του ψυχομετρικού χάρτη. Η προκύπτουσα γραμμή (GSHF), χαράζεται διά του σημείου των συνθηκών ανάμιξης του αέρα στη συσκευή.

### Απαιτούμενη παροχή αέρα

Η παροχή αέρα που απαιτείται για την ταυτόχρονη παραλαβή των αισθητών και λανθανόντων θερμικών φορτίων χώρου και η παροχή αέρα συσκευής που απαιτείται για την κάλυψη των συνολικών φορτίων, μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες γραμμές (RSHF) και (GSHF).

Στην πράξη, τα θερμικά κέρδη λόγω των ανεμιστήρων των αεραγωγών και τις απώλειές τους, λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου. Τούτο όμως συνεπάγεται μία διαδικασία δοκιμών και σφάλματος που είναι αρκετά επίπονος, γι' αυτό απλοποιείται μέσω του συσχετισμού όλων των κλιματιστικών φορτίων με τις φυσικές επιδόσεις του κλιματιστικού εξοπλισμού, και κατόπιν μέσω της χρήσης της επίδοσης του εξοπλισμού στον πραγματικό υπολογισμό του φορτίου.

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:

$$Q_{a_i} = 0.29 \cdot V \cdot n \cdot D_{t_i}$$

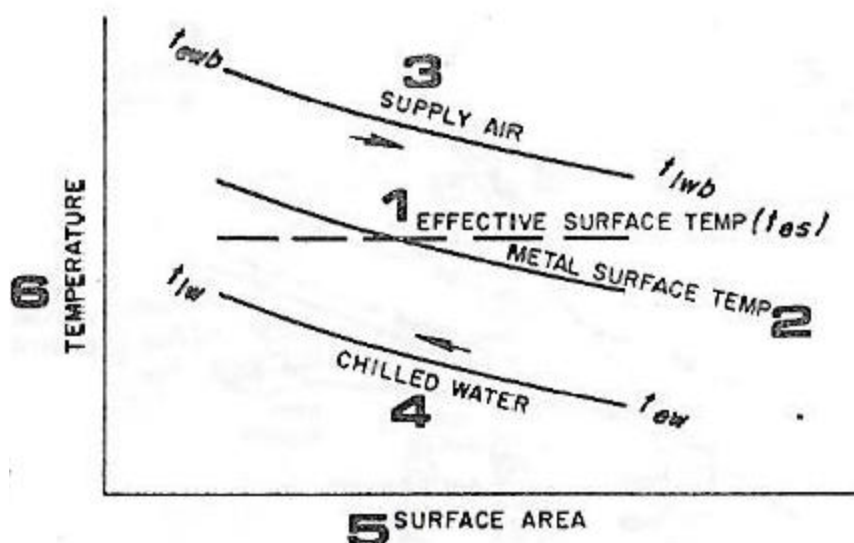
$$Q_{l_i} = 0.71 \cdot V \cdot n \cdot D_{g \text{όπου:}}$$

- $Q_{a_i}$ : 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  
 $D_{t_i}$ : 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.

Η παραπάνω συσχέτιση αναγνωρίζεται γενικά σαν μια ψυχομετρική συσχέτιση φορτίων και επίδοσης κλιματισμού. Ο συσχετισμός γίνεται υπολογίζοντας την ενεργό θερμοκρασία επιφάνειας,

( $t_{es}$ ). τον συντελεστή παράκαμψης, ( $BF$ ) και τον ενεργό συντελεστή θερμότητας, ( $ESHF$ ).

#### Ενεργός θερμοκρασία επιφάνειας ( $t_{es}$ )



**Διάγραμμα 1.7** Θερμοκρασίας-επιφάνειας

Η θερμοκρασία της επιφάνειας του κλιματιστικού εξοπλισμού μεταβάλλεται σ' όλη την έκταση της επιφάνειας της συσκευής εφ' όσον ο αέρας έρχεται σ' επαφή μ' αυτήν. Οποσδήποτε η ενεργός θερμοκρασία επιφάνειας μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η ομοιόμορφη θερμοκρασία επιφάνειας που θα έχει ως αποτέλεσμα τις ίδιες συνθήκες του αέρα εξόδου με την ανομοιόμορφη θερμοκρασία επιφάνειας που πράγματι επικρατεί κατά την λειτουργία της κλιματιστικής συσκευής. Εφ' όσον ο κλιματισμός του αέρα μέσω της κλιματιστικής συσκευής καταλήγει στη βασική αρχή της μετάδοσης θερμότητας μεταξύ των θερμαντικών ή ψυκτικών στοιχείων και του αέρα που διέρχεται μέσω αυτών, θα πρέπει απαραίτητα να υπάρχει ένα κοινό σημείο αναφοράς. Το σημείο αυτό είναι ενεργός θερμοκρασία επιφάνειας ( $t_{es}$ ) της συσκευής. Οι παραπάνω δύο τρόποι μετάδοσης θερμότητας είναι σχετικά ανεξάρτητοι μεταξύ τους αλλά είναι ποσοτικά ίδιοι ότα αναφερόμαστε στην ενεργό θερμοκρασία επιφάνειας.

Ψυκτικές συσκευές με 4 σειρές πτερυγοφόρων στοιχείων, επιτυγχάνουν επαφή με το 80% του διερχόμενου αέρα. Με 6 σειρές επιτυγχάνουμε επαφή 92%. Το παραπάνω διάγραμμα 1.7, δείχνει μια μεταβολή που έχει εφαρμογή σε ψυκτικό στοιχείο ψυχρού νερού και με αντιροή του αέρα προσαγωγής σε σχέση με το ψυχρό νερό. Ο συσχετισμός που φαίνεται στο σχήμα μπορεί να εξηγηθεί και για τα θερμαντικά στοιχεία ή τα ψυκτικά άμεσης εκτόνωσης και για ροή αέρα παράλληλη προς το στοιχείο. Η διεύθυνση, η κλίση και η θέση των γραμμών αλλάζουν, αλλά εφαρμόζεται η ίδια θεωρία.

Στην πραγματικότητα όμως κατά την ψύξη του αέρα με κάποια ψυκτική συσκευή, μόνο ένα μέρος του αέρα έρχεται σε άμεση επαφή με την ψυχρή μεταλλική επιφάνεια του στοιχείου ψύξης, ενώ το υπόλοιπο περνά από το στοιχείο χωρίς να ψυχθεί καθόλου. Έτσι η θερμοκρασία του αέρα μετά το ψυκτικό στοιχείο, θα είναι μία θερμοκρασία που θα προέρχεται από την ανάμιξη του αέρα που ήρθε σε επαφή (σχεδόν ίδια θερμοκρασία με το στοιχείο) και τον αέρα που πέρασε χωρίς να ψυχθεί καθόλου με σχεδόν ίδια θερμοκρασία του αέρα πρό της ψυκτικής συσκευής. Τούτο σημαίνει ότι η θερμοκρασία που θα προκύψει από την ανάμιξη θα είναι υψηλότερη από τη συσκευή ψύξεως (στοιχείου). Επομένως και οι θερμοκρασίες υγροποίησης της συσκευής (**adp**) και αέρα θα είναι διαφορετικές. Το σημείο υγροποίησης της συσκευής είναι πάντοτε μικρότερος από το σημείο υγροποίησης του αέρα που εξέρχεται από την συσκευή ψύξεως. Η διαφορά είναι συνάρτηση του αέρα που περνά από την συσκευή χωρίς να ψυχθεί, και υπολογίζεται ως ο συντελεστής παράκαμψης (BF).

### Συντελεστής παράκαμψης (BF)

Ο συντελεστής παράκαμψης συνεπώς είναι συνάρτηση των φυσικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών λειτουργίας της κλιματιστικής συσκευής και σαν τέτοιος αντιπροσωπεύει εκείνο το τμήμα του αέρα που θεωρείται ότι διέρχεται μέσω της κλιματιστικής συσκευής και που παραμένει τελείως αμετάβλητο.

Τα φυσικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τον συντελεστή παράκαμψης έχουν ως ακολούθως:

- Μείωση στη διατιθέμενη τιμή της επιφάνειας μετάδοσης της θερμότητας της συσκευής,  
έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του συντελεστή παράκαμψης, δηλαδή λιγότερες σειρές στο στοιχείο, λιγότερο εμβαδό επιφάνειας στοιχείου, μεγαλύτερο άνοιγμα μεταξύ των αυλών του στοιχείου.
- Μείωση της ταχύτητας του αέρα μέσω της κλιματιστικής συσκευής έχει ως αποτέλεσμα μείωση του συντελεστή παράκαμψης, δηλ. περισσότερο χρόνο για να έρθει σε επαφή ο αέρας με την επιφάνεια μετάδοσης της θερμότητας.

Η μείωση ή η αύξηση του ποσού της επιφάνειας μετάδοσης θερμότητας έχει μεγαλύτερη επίδραση στο συντελεστή παράκαμψης από την μεταβολή της ταχύτητας του αέρα μέσω της συσκευής. Η επίδραση της μεταβολής του συντελεστή παράκαμψης στον κλιματιστικό εξοπλισμό έχει ως εξής:

#### 1. Μικρότερος συντελεστής παράκαμψης,

- a) Ψηλότερο σημείου δρόσου συσκευής, θα εκλεγεί εξοπλισμός απ' ευθείας εκτόνωσης για μεγαλύτερη θερμοκρασία ψυκτικού μέσου και εξοπλισμός ψυχρού νερού για μικρότερη ή μεγαλύτερη θερμοκρασία ψυχρού νερού. Πιθανώς μικρότερη ψυκτική συσκευή.
- b) Λιγότερος αέρας, μικρότερος ανεμιστήρας και κινητήρας του.
- c) Μεγαλύτερη επιφάνεια μετάδοσης θερμότητας, θα υπάρχουν περισσότερες, σειρές στοιχείου ή περισσότερη επιφάνεια στοιχείου.



2. Μεγαλύτερος συντελεστής παράκαμψης,

- a. Χαμηλότερο σημείο δρόσου συσκευής, χαμηλότερη θερμοκρασία ψυκτικού μέσου κατά την εκλογή εξοπλισμού απ' ευθείας εκτόνωσης και μεγαλύτερη παροχή ή μικρότερη θερμοκρασία νερού για εξοπλισμό ψυχρού νερού. Πιθανώς μεγαλύτερη ψυκτική μηχανή.
- b. Περισσότερος αέρας, μεγαλύτερος ανεμιστήρας και κινητήρας.
- c. Μικρότερη επιφάνεια μετάδοσης θερμότητας, θα διατίθενται λιγότερες σειρές στοιχείου ή μικρότερη επιφάνεια στοιχείου.
- d. Μεγαλύτερη διάμετρος σωλήνα όταν χρησιμοποιείται περισσότερη ποσότητα ψυχρού νερού.

Η εκλογή συνεπώς του κατάλληλου συντελεστή παράκαμψης για μια συγκεκριμένη εφαρμογή είναι θέμα ισορροπίας αρχικού κόστους και κόστους λειτουργίας.

**Ενεργός συντελεστής αισθητής θερμότητας (ESHF)**

Για να συνδεθεί ο συντελεστής παράκαμψης και το σημείο δρόσου της συσκευής έχει αναπτυχθεί ο ενεργός συντελεστής θερμότητας, (**ESHF**). Ο ESHF είναι συνδεδεμένος με τον συντελεστή παράκαμψης (**BF**), και το σημείο δρόσου της συσκευής και έτσι απλοποιεί τον υπολογισμό της παροχής του αέρα και την εκλογή της συσκευής.

Ο ενεργός συντελεστής θερμότητας, (ESHF) είναι ο λόγος της αισθητής θερμότητας του χώρου προς τις ενεργές και λανθάνουσες θερμότητες του χώρου. Ο λόγος αυτός εκφράζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$(ESHF = \frac{ERSH}{ERSH+ERSL} = \frac{ERSH}{ERTH})$$

Τα παρακαμπτόμενα φορτία αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος που συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό του (**ESHF**) είναι φορτία επιβεβλημένα στον κλιματιζόμενο χώρο με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με το φορτίο διείσδυσης. Το φορτίο διείσδυσης εισέρχεται μέσα από τις πόρτες, τα παράθυρα και τις χαραμάδες ενώ το φορτίο παράκαμψης του αέρα εξωτερικού

περιβάλλοντος μεταφέρεται στον κλιματιζόμενο χώρο μέσω του συστήματος διανομής αέρα.

#### 1.4 ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ESHF – ADP ΚΑΙ BF

Μια απλοποιημένη προσέγγιση για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης παροχής αέρα είναι η χρήση της ψυχομετρικής συσχέτισης του ενεργού συντελεστή αισθητής θερμότητας, σημείου δρόσου της συσκευής και συντελεστή παράκαμψης. Ο τύπος υπολογισμού δίνεται από τον τύπο:

$$cfm_{da} = \frac{ERSH}{1,08 (t_{rm} - t_{adp})(1 - BF)}$$

Η παροχή αυτή του αέρα αντισταθμίζει ταυτόχρονα τα αισθητά και λανθάνοντα φορτία χώρου και επίσης απορροφά τα συνολικά αισθητά και λανθάνοντα φορτία για τα οποία υπολογίζεται η κλιματιστική συσκευή, συμπεριλαμβανομένων των φορτίων του αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος και των συμπληρωματικών φορτίων.

#### Κλιματιστική συσκευή

Η εκλογή του εξοπλισμού προσδιορίζεται από τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής. Οι συνιστώσες πρέπει να εκλεγούν και να συνδεθούν έτσι ώστε να προκύψει το βέλτιστο οικονομικά κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Ένα σύστημα με τις αναφερόμενες συνιστώσες απαιτεί επίσης, σύστημα διανομής αέρα μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και μια πρακτική θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του αέρα προσαγωγής και αέρα του χώρου.

Εφ' όσον τα μόνα γνωστά στοιχεία είναι τα φορτία των κλιματιζόμενων χώρων και οι συνθήκες που πρέπει να διατηρηθούν σ' αυτούς η εκλογή των διαφόρων συνιστωσών βασίζεται στα στοιχεία αυτά. Κανονικά, πρώτα αναγνωρίζονται οι απαιτήσεις επίδοσης και κατόπιν εκλέγεται ο εξοπλισμός σύμφωνος μ' αυτές.

#### Χαρακτηριστικά στοιχείων

Κατά την λειτουργία των στοιχείων ο αέρας εξαναγκάζεται να κινηθεί σε μία σειρά αυλών μέσω των οποίων ρέουν διάφορα ρευστά και κυρίως νερό. Καθώς ο αέρας περνά πάνω

από την επιφάνεια του στοιχείου ψύχεται και αφυγραίνεται ή θερμαίνεται, ανάλογα με την θερμοκρασία των μέσων που ρέουν μέσα στους υδραυλούς. Τα μέσα με την σειρά τους θερμαίνονται ή ψύχονται κατά τις μεταβολές αυτές του αέρα. Το μέγεθος του στοιχείου δεν επηρεάζει μόνο την μετάδοση της θερμότητας αλλά επίσης και τον συντελεστή παράκαμψης του στοιχείου.

Πίνακες δίνουν προσεγγιστικούς συντελεστές παράκαμψης για διάφορες επιφάνειες στοιχείων με πτερύγια και διάφορες ταχύτητες του αέρα. Επίσης οι κατασκευάστριες εταιρείες συνοδεύουν τα μηχανήματά τους με εγχειρίδια που αναγράφονται όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Σημαντικά βοηθήματα στο μελετητικό και κατασκευαστικό έργο.

### **Μεταβολές μέσω στοιχείων**

Τα στοιχεία και με την προσθήκη ιδιοσυσκευών δύνανται να πραγματοποιήσουν όλες τις ψυχομετρικές μεταβολές. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Απλή ψύξη.
- Ψύξη με αφύγρανση. Με υψηλό λανθάνον φορτίο.
- Ψύξη με αφύγρανση, 100% αέρας εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Ψύξη με ύγρανση, μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.
- Απλή θέρμανση.
- Θέρμανση με ύγρανση.

Επίσης, έχουμε την δυνατότητα με ειδικές συσκευές να επιτύχουμε οποιαδήποτε ψυχομετρική αλλαγή του αέρα σε απαιτούμενα δεδομένα. Για τον λόγο αυτό δεν θα αναπτύξουμε περισσότερα θεωρητικά, αφού θα έχουμε την δυνατότητα, στα αντίστοιχα κεφάλαια να τα χρησιμοποιήσουμε στις επιλογές του κλιματιστικού εξοπλισμού.

## **1.5 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ-ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

### **Ηλιακό θερμικό κέρδος – άμεσο και έμμεσο**

Ο ήλιος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τεράστιος αντιδραστήρας σύντηξης, που μετατρέπει Υδρογόνο ( $H_2$ ) σε Ήλιον ( $He$ ) ακτινοβολώντας ενέργεια με βάση την εξίσωση ενέργειας- μάζας

( $E=mc^2$ ).

- Μέρος της ενέργειας που απελευθερώνεται κατευθύνεται προς την Γή υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Το φάσμα αυτής έχει ένα μεγάλο τμήμα της στην περιοχή του ορατού.
- Το 1/3 περίπου αυτής της ακτινοβολίας ανακλάται απ' ευθείας στο διάστημα καθώς διαβαίνει από τα αραιότερα στα πυκνότερα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Τα 2/3 απορροφάται και τελικά επανακτινοβολείται στο διάστημα υπό μορφή συνεχούς φάσματος υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Για τον προσδιορισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στο οριζόντιο επίπεδο, γίνεται χρήση διαγραμμάτων που χωρίζουν την Ελλάδα σε ζώνες(Διάγραμμα 1.8)



**Διάγραμμα 1.8**Κλιματικές ζώνες Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ 20701-3-2010, 2<sup>nd</sup>edition)



Η ηλιακή θερμότητα που έρχεται άμεσα από τον ήλιο στη Γη νομάζεται άμεση ακτινοβολία. Η σχέση μεταξύ της ολικής, της άμεσου και διαχεόμενης ακτινοβολίας σε κάθε σημείο της Γης εξαρτάται από τους ακόλουθους δύο παράγοντες:

- την απόσταση μεταξύ του σημείου εισόδου ατμόσφαιραςάφιξης στην επιφάνεια της Γης.
- το ποσό της ομίχλης.

Όταν η διανυόμενη απόσταση ή η ομίχλη αυξάνει, η συνιστώσα διάχυσης αυξάνει αλλά η άμεση ακτινοβολία ελαττώνεται. Με την αύξηση δηλ. του ενός ή και των δύο παραγόντων ελαττώνεται η ολική ποσότητα θερμότητας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης.

Όλη η ύλη που βρίσκεται σε οποιαδήποτε θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας. Επίσης πρέπει να γνωρίζουμε ότι η Γη ακτινοβολεί (γήινη ακτινοβολία) λόγω πυρηνικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό της. Οι πυρηνικές αυτές αντιδράσεις είναι απλώς οι ραδιενεργές διασπάσεις πυρήνων ουρανίου και άλλων χημικών στοιχείων στο εσωτερικό της Γης.

### **Απορρόφηση ακτινοβολίας**

Αφού όλα τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια, πως είναι δυνατόν να μην εξαντλείται τελικά η ενέργειά τους. Η απάντηση είναι ότι όλα τα σώματα απορροφούν επίσης ενέργεια. Κάθε επιφάνεια, είτε είναι θερμή είτε ψυχρή, απορροφά και εκπέμπει ακτινοβολούμενη ενέργεια. Αν απορροφά περισσότερη απ' όση εκπέμπει είναι καθαρός απορροφητής, και η θερμοκρασία της αυξάνεται. Αν εκπέμπει περισσότερο απ' όση απορροφά, είναι καθαρός εκπομπός, και η θερμοκρασία της μειώνεται. Το αν μια επιφάνεια είναι καθαρός απορροφητής ή εκπομπός εξαρτάται από το αν η θερμοκρασία της είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

### **Ανάκλαση ακτινοβολίας**

Η απορρόφηση και η ανάκλαση είναι αντίθετες διεργασίες. Ένας καλός απορροφητής ανακλά πολύ λίγη ακτινοβολούμενη ενέργεια, συμπεριλαμβανόμενου και του ορατού φωτός. Για τον λόγο αυτό η απορροφητής φαίνεται μαύρος. Από την άλλη πλευρά, οι καλοί ανακλαστές είναι κακοί απορροφητές.

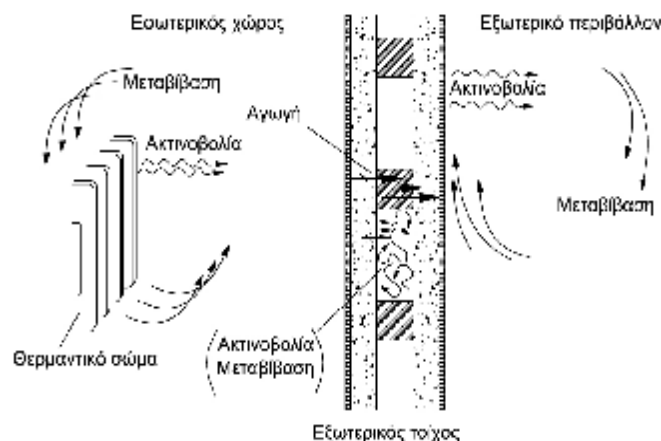
Τα ανοιχτόχρωμα κτίρια παραμένουν πιο δροσερά το καλοκαίρι, επειδή ανακλούν το

μεγαλύτερο μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολούμενης ενέργειας. Τα κτίρια αυτά είναι κακοί εκπομποί, και συνεπώς συγκρατούν μεγαλύτερο μέρος της εσωτερικής τους ενέργειας απ' ό τι τα σκουρόχρωμα και παραμένουν πιο ζεστά το χειμώνα.

### Μετάδοση της θερμότητας στο χώρο

Η θερμότητα διαδίδεται πάντα από τα θερμότερα προς ψυχρότερα σώματα. Αν κάποια σώματα έρθουν σε επαφή, τα θερμά θα ψυχθούν και τα ψυχρά θα θερμανθούν. Θα τείνουν να αποκτήσουν όλα την ίδια θερμοκρασία. Η εξίσωση της θερμοκρασίας γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- με αγωγή,
- με μεταβίβαση και
- με ακτινοβολία



Σχήμα 1.1 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο

### Μετάδοση της θερμότητας με αγωγή

Μετάδοση με αγωγή ονομάζεται η μετάδοση της θερμότητας από μόριο σε μόριο στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα. Για ομοιογενή στρώση υλικού είναι :

$$Q = \lambda d * F * (t_1 - t_2) * z \text{ σε } (W * h),$$

όπου είναι :

**Q** : η ποσότητα της θερμότητας, η οποία διέρχεται διαμέσου του υλικού,

όταν  $t_1 > t_2$  σε βατώρες ( $W \cdot h$ ),

$\lambda$  : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/m \cdot K$ ),

$d$  : το πάχος του υλικού σε μέτρα ( $m$ ),

$F$  : το εμβαδόν της επιφάνειας του υλικού σε τετραγωνικά μέτρα ( $m^2$ ),

$t_1$  : η θερμοκρασία της μίας επιφάνειας του υλικού σε βαθμούς Κέλβιν ( $K$ ),

$t_2$  : η θερμοκρασία της άλλης επιφάνειας σε βαθμούς Κέλβιν ( $K$ ) και

$z$  : ο χρόνος ροής της θερμότητας σε ώρες ( $h$ ).

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια  $1m^2$  και πάχος  $1m$ , όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή, η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μετράται σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W / m \cdot K$ ).

Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής  $\Lambda = (\lambda/d)$  δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια  $1m^2$  και πάχος  $d$   $m$ , όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/ m^2 \cdot K$ ).

Για ομοιογενή υλικά είναι :

$$\Lambda = (\lambda/d) \text{ σε } (W/m^2 \cdot K)$$

Ως αντίσταση θερμοδιαφυγής ( $1/\Lambda$ ) ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής. Η αντίσταση θερμοδιαφυγής μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ( $m^2 \cdot K/W$ ).

### Μετάδοση της θερμότητας με θερμική μεταβίβαση

Μετάδοση με θερμική μεταβίβαση ονομάζεται η μετάδοση της θερμότητας με τη μετακίνηση θερμών μορίων υγρών ή αερίων διαμέσου του χώρου.



Για τη μετάδοση της θερμότητας μεταξύ υλικού και αέρα ισχύει η σχέση:

$$Q = \alpha * F * (t_L - t_o) * z \quad \text{σε } (W * h), \quad \text{όπου είναι :}$$

- Q :** η ποσότητα της θερμότητας, η οποία μεταβιβάζεται από τον αέρα στην επιφάνεια του υλικού, όταν  $t_L > t_o$ , ( $W * h$ ),
- $\alpha$  :** ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μεταξύ της επιφάνειας του υλικού και του αέρα που βρίσκεται σε επαφή μ' αυτή, ( $W / m^2 * K$ ),
- F :** το εμβαδόν της επιφάνειας του υλικού σε τετραγωνικά μέτρα ( $m^2$ ),
- $T_L$  :** η μέση θερμοκρασία του αέρα σε κάποια απόσταση από την επιφάνεια του υλικού ( $K$ ),
- $t_o$  :** η θερμοκρασία της επιφάνειας του υλικού σε βαθμούς Κέλβιν ( $K$ ) και  $z$  ο χρόνος ροής της θερμότητας σε ώρες ( $h$ ).

Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης δίνει ( $\alpha$ ) την ποσότητα της θερμότητας σεβατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια  $1m^2$  και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ' αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W / m^2 * K$ ).

Ως αντίσταση θερμικής μεταβίβασης ( $1/\alpha$ ) ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ( $m^2 * K / W$ ).

### Μετάδοση της θερμότητας με θερμική ακτινοβολία

Μετάδοση με θερμική ακτινοβολία ονομάζεται η ανταλλαγή θερμότητας με ακτινοβολία μεταξύ των επιφανειών στερεών σωμάτων που απέχουν μεταξύ τους.

Για τη μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία ισχύει η σχέση:

$$Q = \alpha_s * F * (t_1 - t_2) * z \quad \text{σε } (W * h) \quad (5)$$

όπου είναι :

- Q :** η ποσότητα της θερμότητας την οποία ακτινοβολεί η θερμότερη επιφάνεια σε ( $W * h$ ),

- $\alpha_s$ :** ο συντελεστής θερμικής μετάδοσης ακτινοβολίαςσε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/m^2 \cdot K$ ),
- F :** το εμβαδόν της θερμότερης επιφάνειαςσε ( $m^2$ ),
- $t_1$ :** η θερμοκρασία της θερμότερης επιφάνειαςσε βαθμούς Κέλβιν (**K**),
- $t_2$ :** η θερμοκρασία της επιφάνειας του άλλου σώματοςσε βαθμούς Κέλβιν (**K**) και
- z :** ο χρόνος ροήςσε ώρες (**h**).

### Χρησιμότητα της θερμομόνωσης στις κατασκευές

Ο όρος θερμομόνωση περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα, τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης συνίσταται στην αντιμετώπιση θεμάτων υγιεινής και ποιότητας των κατασκευών. Η ικανοποιητική θερμομόνωση εξασφαλίζει άνετη ευχάριστη και υγιεινή διαβίωση στους ενοίκους. Μειώνει το κόστος για την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης, καθώς και τη δαπάνη λειτουργίας της επειδή ελαττώνονται οι απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας. Με τη σωστή θερμομόνωση αποφεύγονται διάφορες βλάβες π.χ. στους σωλήνες νερού από τον παγετό, όπως και οι δυσάρεστες συνέπειες από τη συμπύκνωση υδρατμών. Επίσης, επιτυγχάνεται μείωση των παραγόμενων καυσαερίων και περιορίζεται η μόλυνση του περιβάλλοντος

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν την θερμομονωτική ιδιότητά τους, κατά κύριο λόγο, σε μεγάλο αριθμό πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων), που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας. Η παρουσία σημαντικού αριθμού κυψελίδων αέρα στο εσωτερικό ενός υλικού, έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρού φαινομένου βάρους που είναι το ένα δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών.

Η θερμομονωτική ικανότητα των διαφόρων υλικών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία και υγρασία.

Για την κατανόηση των φαινομένων που σχετίζονται με την θερμομόνωση και τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να περιγράψουμε βασικές έννοιες της θερμοδυναμικής.

## 1.6 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

### Συντελεστής θερμικής μεταβίβασης ( $\alpha$ )

Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια  $1\text{m}^2$  και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ).

### Αντίσταση θερμικής μεταβίβασης ( $1/\alpha$ )

Ως αντίσταση θερμικής μεταβίβασης ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης μετράται ( $\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$ ).

### Συντελεστής θερμοπερατότητας, ( $K$ )

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $K$ ) δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια  $1\text{m}^2$  της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ) ή ( $\text{Kcal}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ).

### Αντίσταση θερμοπερατότητας, ( $1/K$ )

Ως αντίσταση θερμοπερατότητας ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας. Η αντίσταση θερμοπερατότητας μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ( $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ) ή ( $\text{Kcal}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$ ).

### Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας, ( $K_m$ )

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας ( $K_m$ ) κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$K_m = F \cdot \Delta T \cdot Q_T \quad \text{σε } (\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}) \quad (2)$$

όπου είναι :

**QT :** η ποσότητα της θερμότητας που μεταδίδεται σε 1 ώρα από τον εσωτερικό χώρο του κτηρίου στο εξωτερικό περιβάλλον σε βατώρες (**W\*h**),

**F :** το εμβαδόν της εξωτερικής επιφάνειας του κτηρίου σε τετραγωνικά μέτρα (**m<sup>2</sup>**), και

**ΔT :** η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος σε βαθμούς Κέλβιν (**K**).

#### **Ειδική θερμοχωρητικότητα,(c)**

Η ειδική θερμοχωρητικότητα δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 Kg του υλικού κατά ένα βαθμό Κέλβιν. Η ειδική θερμοχωρητικότητα μετράται σε βατώρες ανά χιλιόγραμμα και βαθμό Κέλβιν (**W\*h /Kg\*K**).

#### **Συντελεστής θερμοχωρητικότητας,(S)**

Ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας (S) δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 m<sup>3</sup> του υλικού κατά ένα βαθμό Κέλβιν. Ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας μετράται σε βατώρες ανά κυβικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν (**W\*h / m<sup>3</sup>\*K**).

## Κεφάλαιο 2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

### 2.1ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΑΠΟ ΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται μέθοδοι και δίνονται στοιχεία για τον προσδιορισμό του αισθητού και του λανθάνοντος φορτίου μέσα από τις εξωτερικές κατασκευές ενός κτιρίου ή κατασκευές που περιβάλλουν ένα χώρο μέσα στο κτίριο. Λιγότερο θα ασχοληθούμε με την παράμετρο της υγρασίας, και την δημιουργία συμπυκνωμάτων μέσα στα υλικά των διαφόρων κατασκευών.

#### Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά, ( $D_{ti}$ ).

Το θερμικό κέρδος μέσα από εξωτερικές κατασκευές (τοιχοί, στέγες, και ανοίγματα) κανονικά υπολογίζεται τη στιγμή της μέγιστης ροής θερμότητας. Προκαλείται δε από την ηλιακή θερμότητα που απορροφάται στην εξωτερική επιφάνεια της κατασκευής και από την διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικού και εσωτερικού αέρα.

Επειδή και οι δύο πηγές είναι συνεχώς μεταβαλλόμενες κατά την διάρκεια της ημέρας και επομένως, προκαλούν μία μη μόνιμη ροή μέσα από τις εξωτερικές κατασκευές. Αυτή η μη μόνιμος ροή είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, όμως μπορεί να προσδιοριστεί δίνοντας βέλτιστα αποτελέσματα από μια **Ισοδύναμη Θερμοκρασιακή διαφορά** ( $D_{ti}$ ).

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά είναι αυτή που προκαλεί την αυτή θερμοροή μέσα από τις κατασκευές όπως ακριβώς προκαλείται με τη μεταβλητή ηλιακή ακτινοβολία και εξωτερική θερμοκρασία.

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη της:

- διάφορους τύπους κατασκευών
- προσανατολισμό
- μήνας του έτους
- θέση (γεωγραφικό πλάτος και μήκος
- ώρα της ημέρας
- αληθής ηλιακός χρόνος
- τύπος κτιρίου

- συνθήκες υπολογισμού

Η ροή θερμότητας μέσα από κατασκευές μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση της μόνιμης ροής θερμότητας με την ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά:

$$q = A * K * D_{ti}$$

Όπου : q = ροή θερμότητας , σε Kcal-Kw-Btu /h,

A = εμβαδόν επιφάνειας σε (m<sup>2</sup>) ή (ft<sup>2</sup>)

K = συντελεστής μετάδοσης, σε Kcal-Kw / (h) (m<sup>2</sup>) (°F) ή Btu / (h) (ft<sup>2</sup>) (°F)

D<sub>ti</sub> = ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε βαθμούς °F

Οι θερμικές απώλειες ή τα ψυκτικά φορτία μέσα από εξωτερικές κατασκευές (τοίχους , οροφές και ανοίγματα), υπολογίζονται κανονικά τη στιγμή της μεγαλύτερης θερμορροής ή σε συγκεκριμένη ώρα, ή μήνα πού απαιτεί η μελέτη του κτιρίου. Αυτό προϋποθέτει συνθήκες μόνιμης ροής θερμότητας και για όλους τους πρακτικούς σκοπούς μελετάται με αυτή την παραδοχή.

Η ροή θερμότητας μέσα από εσωτερικές κατασκευές (τοίχους, χωρίσματα, οροφές-δάπεδα ορόφων) προκαλείται από την διαφορά θερμοκρασίας του αέρα από τις δύο πλευρές της κατασκευής. Αυτή η θερμοκρασιακή διαφορά είναι βασικά σταθερή όλη την ημέρα, εφ' όσον έχουμε συνεχόμενη λειτουργία, και επομένως, η ροή θερμότητας μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση της μόνιμης ροής θερμότητας χρησιμοποιώντας την πραγματική θερμοκρασία κάθε πλευράς.

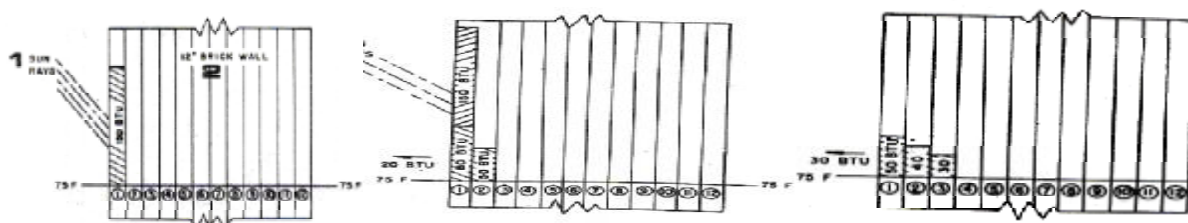
### **i) Εξωτερικά φορτία - Εξωτερικοί τοίχοι & Στέγες**

Η διαδικασία της μετάδοσης της θερμότητας μέσα από το τοίχωμα σε συνθήκες μη μόνιμης ροής μπορεί να περιγραφεί από την απεικόνιση ενός τοίχου από τούβλο 12'' πλάτους, διαιρεμένου σε 12 τμήματα 1'' το καθένα. Με την παραδοχή ότι οι θερμοκρασίες σε κάθε τμήμα είναι ίσες στην αρχή και ότι η εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

Όταν ο ήλιος βλέπει στον τοίχο η περισσότερη ηλιακή θερμότητα απορροφάται στο πρώτο τμήμα. Αυτό ανυψώνει τη θερμοκρασία του πρώτου τμήματος περισσότερο από του εξωτερικού αέρα και του δεύτερου τμήματος προκαλώντας έτσι ροή θερμότητας στον

εξωτερικό αέρα και στο δεύτερο τμήμα. Το ποσό θερμότητας που ρέει σε κάθε κατεύθυνση εξαρτάται από την αντίδραση ροής μέσα στον τοίχο ή στο εξωτερικό φιλμ αέρα. Η ροή θερμότητας στο δεύτερο, εξ άλλου ανυψώνει τη θερμοκρασία του προκαλώντας ροή θερμότητας στο τρίτο τμήμα. Αυτή η διαδικασία απορρόφησης της θερμότητας και μετάδοσής της μερικώς στο επόμενο τμήμα συνεχίζεται μέσα στον τοίχο μέχρι το 12<sup>ο</sup> τμήμα όπου η θερμότητα που μένει μεταφέρεται εσωτερικά στον χώρο με επαφή – μεταφορά και ακτινοβολία. Για αυτόν τον τοίχο που χρησιμοποιήθηκε για παράδειγμα, χρειάζονται 7 ώρες για να περάσει η ηλιακή θερμότητα διαμέσου του τοίχου στο δωμάτιο. Επειδή κάθε τμήμα πρέπει να απορροφά λίγη θερμότητα πριν την διέλευσή της μέσα από αυτό το μέγεθος της απελευθερωμένης θερμότητας στον εσωτερικό χώρο θα είναι μειωμένο κατά 10% εκείνου που απορροφάται στο τμήμα που είναι εκτεθειμένο στον ήλιο.

Το παρακάτω σχήμα 2.1, απεικονίζει τη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη πιθανές μεταβολές στη ηλιακή ένταση ή στην εξωτερική θερμοκρασία.



**Σχήμα 2.1** Ηλιακή θερμότητα απορροφούμενη από τα διάφορα στρώματα του δομικού στοιχείου στη διάρκεια του χρόνου

Η ηλιακή θερμότητα που απορροφάται σε κάθε σε κάθε χρονικό διάστημα από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου σε όλη τη διάρκεια της ημέρας ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Άνοδος της εξωτερικής μειώνει το ποσό της απορροφούμενης θερμότητας που κατευθύνεται εξωτερικά του κτιρίου και περισσότερη θερμότητα ρέει εσωτερικώς μέσω του τοίχου. Αυτή η ίδια διαδικασία λαμβάνει χώρα σε κάθε τύπο κατασκευής τοίχου κατά μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό εξαρτώμενο από την αντίσταση ροής θερμότητας και την θερμική χωρητικότητα του τοίχου ή οροφής που είναι το γινόμενο της πυκνότητας του υλικού επί την ειδική θερμότητα επι τον όγκο.

Αυτή η διάδοση του θερμικού κέρδους στο εσωτερικό μπορεί να λαμβάνει χώρα κατά

24ωρη περίοδο, και μπορεί να έχει ως επακόλουθο θερμικό κέρδος στο χώρο κατά την διάρκεια της νύχτας. Αν τα κλιματιστικά μηχανήματα λειτουργούν λιγότερο από 24 ώρες, η νυχτερινή ακτινοβολία στον ουρανό και η χαμηλή εξωτερική θερμοκρασία συνεπάγεται την μείωση του θερμικού κέρδους από αγωγιμότητα. Επομένως ο υπολογισμός του θερμικού κέρδους (από αγωγιμότητα και ακτινοβολία από οροφή και εξωτερικούς τοίχους) ακόμη και με λειτουργία μηχανημάτων μικρότερη από 24 ώρες μπορεί να γίνει με την χρήση της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς από πίνακα που υπάρχουν τιμές της για όλο το 24ωρο, και αναλόγως του προσανατολισμού και του βάρους του τοίχου οι τιμές έχουν αρνητικό πρόσημο όπου και αφαιρούνται. Η σκίαση είναι παράμετρος σημαντική στον ακριβή υπολογισμό.

Επίσης, το γεωγραφικό πλάτος, ο μήνας, η ημέρα και η ώρα, ο αληθής ηλιακός χρόνος με εξισώσεις ή πίνακες διορθώνουν την τιμή ισοδύναμης θερμικής διαφοράς μόνο για την ηλιακή θερμότητα.

#### **Υπολογιστικές σχέσεις.**

Οι θερμικές απώλειες μέσα από εξωτερικές κατασκευές (τοίχους και οροφή) υπολογίζονται κανονικά τη στιγμή της μεγαλύτερης θερμοροής. Αυτό συνήθως λαμβάνει χώρα το πρωί μετά από μερικές ώρες πολύ χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών. Αυτό προϋποθέτει συνθήκες μόνιμης ροής θερμότητας και για όλους τους πρακτικούς σκοπούς μπορεί να λαμβάνεται με αυτό τον τρόπο.

Η ροή θερμότητας μέσα από κατασκευές μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση της μόνιμης ροής θερμότητας με την ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά:

$$Q_i = K \cdot A \cdot D_{tei}$$

όπου:

**Q<sub>i</sub>**: Το φορτίο κατά την ώρα *i*

**i**: Οι ώρες της ημέρας

**K**: Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

**A**: Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

**D<sub>tei</sub>**: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα *i*

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα διορθώνονται σύμφωνα με



συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται 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.

$$\text{για σκούρο χρώμα: } D_{te_i} = (D_{tem_i} + D)$$

$$\text{για ενδιάμεσο χρώμα: } D_{te_i} = 0.78 \times (D_{tem_i} + D) + 0.22 \times (D_{tes_i} + D)$$

$$\text{για ανοικτό χρώμα: } D_{te_i} = 0.55 \times (D_{tem_i} + D) + 0.45 \times (D_{tes_i} + D)$$

όπου:

**D:** Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

**$D_{tem_i}$ :** Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος του τοίχου εκτεθειμένο σε ήλιο,

**$D_{tes_i}$ :** 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 ( $D_{tes_i} + D$ ) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times D_{te_i} \times R_e) + (K \times (D_{tes_i} + D) \times R_{es})$$

όπου:

**$R_e$ :** Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

**$R_{es}$ :** Σκιασμένη επιφάνεια.

## (ii)Κεκλιμένες στέγες- Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές είναι αντίστοιχος με τον υπολογισμό των εξωτερικών τοίχων, λαμβάνοντας υπ' όψη μας ότι κατασκευαστικά διαφέρουν στο υλικό κατασκευής, μπετόν και συνήθως είναι κεκλιμένες και με επικάλυψη κεραμιδιών. Προσοχή πρέπει να δοθεί στις τιμές των ισοδύναμων θερμοκρασιακών διαφορών και συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας.

Σημαντικό εδώ είναι να παρατηρήσουμε ότι οι σύνηθες κατασκευές δημιουργούν σημείο δρόσου από την ροή υδρατμών μέσω του μπετό που παρουσιάζεται στο εσωτερικό της οροφής, τρούλου- θόλου επηρεάζοντας έτσι τις τοιχογραφίες που υπάρχουν. Όταν υπολογίζεται το ψυκτικό φορτίο για την θερινή λειτουργία πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τυχόν φαινόμενο σκίασης. Όποιο τμήμα της στέγης προστατεύεται από τον ήλιο και είναι σε

σκιά παραγόμενη από διάφορα αντικείμενα έχει μείωση 75% του ηλιακού φορτίου στην περιοχή αυτή.

Κατασκευαστικά πρέπει να προβλέπεται μόνωση των στεγών, εκτιμώντας ότι το συνολικό οικονομικό κατασκευαστικό κόστος επιβαρύνεται αμελητέα.

### **(iii)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  $i$

### **(iv)Δάπεδα**

Για τα δάπεδα η θερμική απώλεια το χειμώνα είναι περισσότερη απ' ότι η θερμική διείσδυση το καλοκαίρι. Αντιθέτως το καλοκαίρι είναι σημαντικό το θερμικό κέρδος στο χώρο από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία μέσω των παραθύρων, στα λειασμένα λευκά μάρμαρα του δαπέδου. Αυτό το θερμικό κέρδος αυξάνει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Ταυτόχρονα η διαφορά θερμοκρασίας με την επιφάνεια του δαπέδου και του εσωτερικού του προκαλεί ροή θερμότητας μέσα στο υλικό δι' αγωγιμότητας και μέσα στον αέρα δια μεταφοράς. Το πρώτο μέρος της θερμότητας αποθηκεύεται μέσα στο υλικό και το δεύτερο αποτελεί ένα στιγμιαίο φορτίο ψύξης.

Οι απώλειες δαπέδων είναι σχετικά μικρές και περίπου σταθερές για όλο το έτος, γιατί η θερμοκρασία κάτω από το δάπεδο είναι πρακτικά σταθερή. Το έδαφος είναι πολύ καλή <<καταβόθρα της θερμότητας>>, και η αλλαγή της θερμοκρασίας είναι αξιοσημείωτη κάτω από 2,66 m. Πάνω αυτής της τιμής η θερμοκρασία μεταβάλλεται σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία με μέγιστο στην επιφάνεια και ελάχιστο στην πιο πάνω τιμή βάρους.

Οι απώλειες θερμότητας στην πλάκα του δαπέδου είναι μεγαλύτερη περιμετρικά και μικρές στο κέντρο. Αυτό συμβαίνει γιατί η επιφάνεια του εδάφους γύρω από την πλάκα μεταβάλλει την θερμοκρασία της σύμφωνα με την εξωτερική, ενώ η επιφάνεια στο μέσον διατηρείσχετικά την ίδια θερμοκρασία, όπως στα υπό το έδαφος δάπεδα.

Οι απώλειες θερμότητας σ' ένα υπόγειο τοίχο είναι δύσκολο να υπολογιστούν λόγω ακριβώς αυτής της μεταβολής της θερμοκρασίας. Οι τιμές των πινάκων είναι κυρίως από εμπειρικά δεδομένα. Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \cdot A \cdot Dt$$

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).

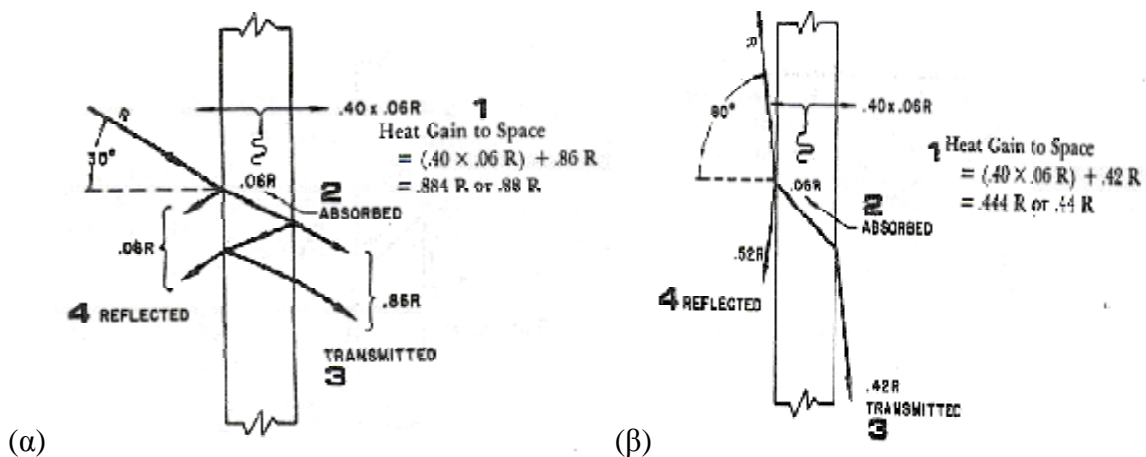
#### (v) Ανοίγματα (παράθυρα-πόρτες)

Το κοινό τζάμι προδιαγράφεται σαν κρυσταλλικό γυαλί απλού πάχους και απλής ή διπλής αντοχής. Το ηλιακό θερμικό κέρδος δια μέσου του κοινού τζαμιού εξαρτάται από την θέση πάνω στην επιφάνεια της Γης, (γεωγραφικό πλάτος), ώρα, ημέρα, μήνα, ως και τον προσανατολισμό του παραθύρου.

Η άμεση συνιστώσα της ακτινοβολίας έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία θερμικού κέρδους στον κλιματιζόμενο χώρο μόνο όταν το παράθυρο εκτίθεται απ' ευθείας στις ηλιακές ακτίνες, ενώ η συνιστώσα της διάχυσης της ακτινοβολίας προκαλεί θερμικό κέρδος ακόμα κι' όταν το παράθυρο δεν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο.

Το κοινό τζάμι απορροφά μόνο ένα μικρό τμήμα της της ηλιακής θερμότητας 5% έως 6% και ανακλά ή μεταφέρει εντός του χώρου το υπόλοιπο. Το ποσό που ανακλάται ή μεταφέρεται εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης. (η γωνία πρόσπτωσης είναι η γωνία μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια του τζαμιού και της δέσμης των ακτινών του ήλιου).

Σε μικρές γωνίες πρόσπτωσης περίπου 86% ή 87% μεταφέρεται στο εσωτερικό του χώρου και το 8% ή 9% ανακλάται. (σχήμα 2.2α). αυξανόμενης της γωνίας πρόσπτωσης αυξάνει και η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία ενώ ελαττώνεται η μεταφερόμενη (εισερχόμενη) (σχήμα 2.2 β).



Σχήμα 2.2 Ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι με γωνία πρόσπτωσης (α)  $30^\circ$  και (β)  $80^\circ$

1. Ηλιακό θερμικό κέρδος, 2. Απορροφούμενη ακτινοβολία, 3. Εισερχόμενη ακτινοβολία στο χώρο, 4. Ανακλώμενη ακτινοβολία

Το ολικό ηλιακό θερμικό κέρδος από τα ανοίγματα προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία.

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

όπου:

$Q_i$ : 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:

$$Q_{ki} = K \cdot A \cdot D_{ti}$$

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 υπολογιστικά 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.

$$Q_{ai} = (A \times D_i \times E_{S_{outi}} \times E_{S_{in}} \times S_1 \times S_2 \times [1 + (A_t \times 0.007 / 300)] \times [1 + [(19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4]] + (A \times D_{esi} \times (1 - E_{S_{outi}}) \times E_{S_{in}} \times S_1 \times S_2 \times [1 + (A_t \times 0.007 / 300)] \times (1 + [(19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4]))$$

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
- $D_{esi}$ : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)
- $E_{S_{outi}}$ : Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης
- $E_{S_{in}}$ : Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης
- $S_1$ : 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
- $S_2$ : 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

Μηχανισμοί επίσης που δημιουργούν σκίαση, εσοχές, προεξοχές πάνω από τα παράθυρα ή η θέση γειτονικών πολυώροφων κτιρίων επηρεάζουν σημαντικά την ηλιακή θερμότητα σε ποσοστό έως και 80%. Για το συγκεκριμένο κτίριο, πανταχόθεν ελεύθερο, η παράμετρος της σκίασης δεν λαμβάνεται στα δεδομένα. Αντιθέτως χρησιμοποιούνται στα παράθυρα τα ειδικά χρωματιστά τζάμια. Υπάρχουν όμως και άλλα ειδικά τζάμια που απορροφούν περισσότερη ηλιακή θερμότητα γιατί:

- Έχουν μεγαλύτερο πάχος,

- Έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία για να γίνουν απορροφητικά.

Αυτά τα ειδικά τζάμια μειώνουν την εισερχόμενη θερμότητα από ακτινοβολία, αυξάνουν όμως το ποσόν της απορροφούμενης ηλιακής θερμότητας που εισρέει στον χώρο. Ενδεικτικοί συντελεστές δίνονται στον παρακάτω πίνακα 2.1. Οι συντελεστές επηρεάζονται με την ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί στη θέση των ανοιγμάτων. Και τα κτίρια των εκκλησιών που είναι μεγάλου ύψους, είναι ζητούμενο η εκτίμηση της ταχύτητας του ανέμου στους υπολογισμούς.

**Πίνακας 2.1** Συντελεστές χρωματιστών τζαμιών

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙ ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟ	
ΧΡΩΜΑ	συντ.
ήλεκτρων χρώμα	0,70
βαθύ κόκκινο	0,56
βαθύ μπλε	0,60
βαθύ πράσινο	0,32
γκρι	0,46
ανοιχτό οπάλ	0,43
βαθύ οπάλ	0,37

#### (vi) Εσωτερικά φορτία

Το εσωτερικό θερμικό κέρδος είναι η απελευθερούμενη στο χώρο αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα από άτομα, φώτα, συσκευές και άλλα μηχανήματα, σωληνώσεις κ.λ.π. Ένα τμήμα του θερμικού κέρδους από εσωτερικές πηγές είναι και η ακτινοβολία που μερικώς απορροφά το κτίριο, μειώνοντας έτσι το στιγμιαίο θερμικό κέρδος. Τα δεδομένα, αποθήκευση θερμότητας, μεταχρονισμός και στρωματισμός θερμότητας βοηθούν στον ακριβή υπολογισμό του πραγματικού φορτίου ψύξης.

#### (vii) Υπολογισμός φορτίων ατόμων

Ο καλούμενος μεταβολισμός είναι η θερμότητα που δημιουργείται στον άνθρωπο

οργανισμό με την οξείδωση καύση. Ο ρυθμός μεταβολισμού είναι ανάλογος με τον τύπο και τη στάθμη ενεργητικότητάς του. Οι κανονικές διαδικασίες του ανθρώπινου σώματος είναι πιο αποδοτικές σε θερμοκρασία σώματος 37<sup>0</sup> C, αυτή η θερμοκρασία δεν μπορεί να μεταβάλλεται παρά μόνο σε ένα μικρό εύρος. Το ανθρώπινο σώμα είναι ικανό να διατηρεί την τιμή αυτή της θερμοκρασίας έστω και αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος μεταβάλλεται διατηρώντας ή διαχέοντας τη θερμότητα που παράγεται μέσα σ' αυτό. Αυτή η θερμότητα μεταφέρεται στη επιφάνεια του σώματος διά των αιμοφόρων αγγείων και αποβάλλεται με:

- Ακτινοβολία από την επιφάνεια του σώματος προς το περιβάλλον.
- Αγωγιμότητα, επαφή-μεταφορά από την επιφάνεια του σώματος και τα αναπνευστικά όργανα στον περιβάλλοντα αέρα.
- Εξάτμιση της υγρασίας από την επιφάνεια του σώματος και των αναπνευστικών οργάνων στον περιβάλλοντα αέρα.

Το ποσό της θερμότητας που μεταδίδεται με ακτινοβολία και αγωγιμότητα προσδιορίζεται με τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του σώματος και του περιβάλλοντος. Η επιφανειακή θερμοκρασία του σώματος ρυθμίζεται από την ποσότητα του αίματος' όσο περισσότερο το αίμα τόσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία με ανώτατο όριο τους 40<sup>0</sup> C. Η θερμότητα που αποβάλλεται με την εξάτμιση προσδιορίζεται από τη διαφορά πίεσης του ατμού μεταξύ σώματος και αέρα.

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

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

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

όπου:

Q<sub>ai</sub>: Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i

Q<sub>li</sub>: Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i

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

F<sub>aj</sub>: 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 (πίνακας 2.2):

**Πίνακας 2.2** Πίνακας τιμών αισθητών και λανθάνων φορτίων

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
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

Οι τιμές των πινάκων βασίζονται στο ρυθμό μεταβολισμού ενός μέσου άντρα ενήλικα βάρους 68 kg. σε διάφορες στάθμες ενεργητικότητας και γενικώς για παραμονή στο χώρο μεγαλύτερη των 3 ωρών. Αυτά ακολούθως έχουν υπολογιστεί και ρυθμιστεί για τυπικές



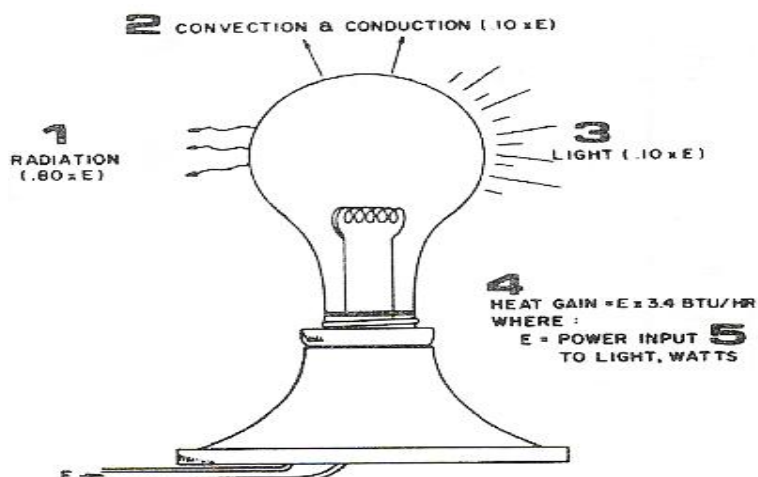
συνθέσεις ομάδων αρρένων – θηλέων για τις αναφερόμενες εφαρμογές. Ο μεταβολισμός της γυναίκας είναι περίπου 85% του άνδρα και του παιδιού 75% του άνδρα. Ο χώρος εργασίας είναι σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση των τιμών.

### (viii) Φορτία φωτισμού

Τα φώτα δημιουργούν αισθητή θερμότητα με την μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος σε φως και θερμότητα. Η θερμότητα διαχέεται με ακτινοβολία στις περιβάλλουσες επιφάνειες, με αγωγιμότητα στα προσκείμενα υλικά και με επαφή – μεταφορά στον περιβάλλοντα αέρα. Το ποσό της θερμότητας που διαχέεται με ακτινοβολία αποθηκεύεται μερικώς, ενώ αυτό που αποβάλλεται με επαφή μεταφορά <<στρωματίζεται>> όπως περιγράφηκε παραπάνω.

### Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως μετατρέπουν το 10% της ισχύος τους σε φως και το υπόλοιπο σε θερμότητα εντός του λαμπτήρα, που διαχέεται με ακτινοβολία, αγωγιμότητα και με επαφή μεταφορά. Περί το 80% της ισχύος διαχέεται με ακτινοβολία και μόνο το 10% με αγωγιμότητα και με επαφή – μεταφορά (σχήμα 2.3).

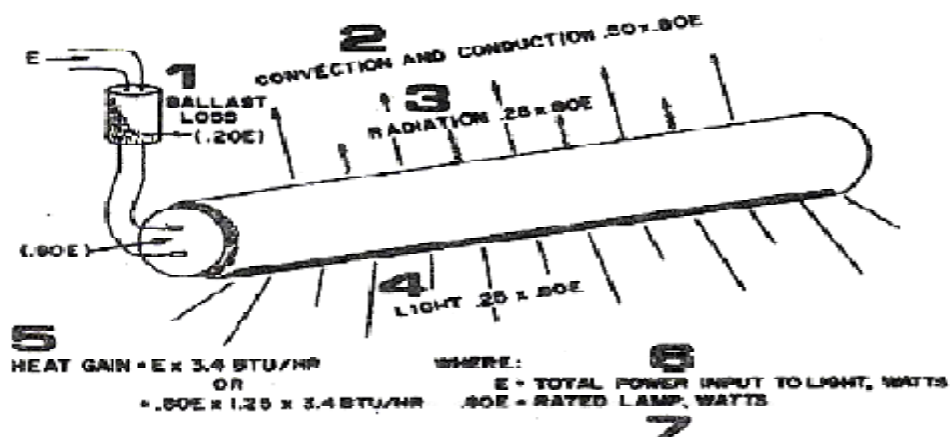


**Σχήμα 2.3** Μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα και φως σε λαμπτήρα πυράκτωσης.

1.ακτινοβολία, 2.αγωγιμότητα και επαφή-μεταφορά, 3.φώς, 4.θερμικό κέρδος,5.ισχύς ρεύματος(watt)

### Λαμπτήρες φθορισμού

Οι λαμπτήρες φθορισμού (σχήμα 2.4) μετατρέπουν το 25% της ισχύος τους σε φως, 25% διαχέεται με ακτινοβολία στις περιβάλλουσες επιφάνειες και το 50% με αγωγιμότητα και επαφή – μεταφορά. Επιπροσθέτως, περίπου 25% περισσότερη θερμότητα γεννιέται σαν θερμότητα αντιστάθμισης του λαμπτήρα φθορισμού. Θερμικό κέρδος από φώτα φθορισμού =  $\text{Watt} \cdot 3.4 \cdot 1.25$



Σχήμα 2.4 Λαμπτήρας φθορισμού.

1. απώλειες αντιστάθμισης,
- 2.αγωγιμότητα και επαφή-μεταφορά,
3. ακτινοβολία,
- 4.φως,
- 5.θερμικό κέρδος,
- 6.ισχύς ρεύματος (watt),
- 7.ονομαστική ισχύς λαμπτήρα (watt)

Τα φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

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

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  $i$ .

### (ix) Φορτία συσκευών

Οι περισσότερες συσκευές δημιουργούν αισθητό και λανθάνον φορτίο σ' ένα χώρο. Οι ηλεκτρικές συσκευές προκαλούν λανθάνον φορτίο μόνο με μαγείρεμα, στέγνωμα κ.λ.π., ενώ οι συσκευές που λειτουργούν με καύση δημιουργούν την πρόσθετη υγρασία σαν προϊόν καύσης. Η απομάκρυνση σημαντικών ποσών θερμότητας και υγρασίας γίνεται με κατάλληλες χοάνες απαγωγής που υπολογίζονται ανάλογα με την κάθε περίπτωση.

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

$$Q_a = \sum_{j=1}^k F_{a_j} \times N_j + Q_1$$

$$Q_l = \sum_{j=1}^k F_{l_j} \times N_j + Q_2$$

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 7

$F_{a_j}$ : Το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου  $j$

$F_{l_j}$ : Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου  $j$

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

$Q_1$ : Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

$Q_2$ : 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 2.3:

**Πίνακας 2.3**Θερμικά κέρδη συσκευών

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	-

Τα δεδομένα έχουν ληφθεί από κατασκευαστές , τον αμερικάνικο σύνδεσμο συσκευών υγραερίου και δοκιμαστικά τεστ της εταιρείας Carrier.

## 2.2 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

### (i) Διείσδυση

Ο διεισδύων αέρας και κυρίως η υγρασία μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο είναι πηγή μεγάλου θερμικού κέρδους ή απωλειών. Η ποσότητα του διεισδύοντος αέρα ποικίλει σύμφωνα με τη στεγανότητα των θυρών, παραθύρων, το πορώδες του κτιριακού σκελετού, το ύψος του κτιρίου, τα κλιμακοστάσια, τους ανεγκυστήρες , την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου το ποσό του αερισμού και του απαγόμενου αέρα.

Γενικώς ο αερισμός μπορεί να προκληθεί με την ταχύτητα του ανέμου ή το φαινόμενο της καπνοδόχου ή και τα δύο:

- Ταχύτητα ανέμου, προκαλεί πίεση στην προσήνεμο πλευρά του κτιρίου και υποπίεση στην υπήνεμο. Η εξωτερική πίεση που δημιουργείται προκαλεί διείσδυση του αέρα μέσω των ρωγμών και σχισμών της κατασκευής γύρω από τα παράθυρα

και τις πόρτες. Αυτό το φαινόμενο όμως προκαλεί και μια ελαφρά αύξηση της τιμής της εσωτερικής πίεσης προκαλώντας όμως ένα ίσο ποσό απαγόμενου αέρα στην υπήνεμο πλευρά.

- Διαφορά σε πυκνότητα ή φαινόμενο καπνοδόχου. Οι διαφορές σε θερμοκρασίες και υγρασίες προκαλούν διαφορές σε πυκνότητα του αέρα μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου.

Ο συνδυασμός διείδυσης από την ταχύτητα του ανέμου και το φαινόμενο καπνοδόχου είναι ανάλογος με την τετραγωνική ρίζα της διαφοράς των πιέσεων που ενεργούν σε αυτό. Το φαινόμενο της καπνοδόχου είναι μικρό και μόνο σε πολυώροφα κτίρια, που έτσι και αλλιώς ισχύουν γενικά διαφορετικές συνθήκες και είναι υπολογίσιμα με δεδομένα του καλοκαιριού και του χειμώνα.

## **(ii) Αερισμός**

Η εισαγωγή εξωτερικού αέρα για τον αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων είναι αναγκαία για την διάλυση και απομάκρυνση των οσμών, καπνών και άλλων βλαπτικών συστατικών του αέρα που δημιουργούν τα άτομα.

Το ποσό του αερισμού ποικίλλει σύμφωνα με τον αριθμό των ατόμων, το ύψος της οροφής και τον αριθμό των καπνιστών. Οι οσμές των ατόμων απαιτούν τουλάχιστον 5 cfm καθαρού αέρα ανά άτομο για μια ικανοποιητική διάλυση. Εάν όμως οι βλαπτικές ουσίες από τα άτομα είναι επιπλέον ορίων τότε οι τιμές είναι αναλόγως μεγαλύτερες. Από πίνακες για διάφορες περιπτώσεις επιλέγουμε τις κατάλληλες τιμές.

Στις εφαρμογές άνεσης, ανάλογα με τους ισχύοντες εθνικούς κανονισμούς, είναι δυνατόν να μειωθεί η ικανότητα των προς εγκατάσταση κλιματιστικών μηχανημάτων με μείωση του αερισμού στο φορτίο αιχμής. Αυτή η δυνάμενη να μειωθεί ποσότητα κατά την αιχμή του φορτίου, πράγματι ελαχιστοποιεί το φορτίο του εξωτερικού αέρα. Κατά την υπόλοιπη λειτουργία του μηχανήματος πλην της αιχμής, χρησιμοποιείται η ποσότητα εξωτερικού αέρα που υπολογίστηκε.

Η διαδικασία για τον υπολογισμό και έλεγχο του προγραμματισμένου αερισμού είναι η παρακάτω:

- Στον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου μειώνουμε την ποσότητα αέρα στις συνθήκες υπολογισμού κατ' ελάχιστο 40% της συνιστώμενης ποσότητας αέρα.

- Με την βοήθεια ενός θερμοστάτη ξηρού θερμομέτρου για τον έλεγχο του σημείου δρόσου του αέρα που εξέρχεται της συσκευής ψύξης και αφύγρανσης, έτσι ώστε:
  - a. Με σημείο δρόσου στις συνθήκες υπολογισμού, ο κινητήρας να κλείνει το διάφραγμα του εξωτερικού αέρα στο 40% του υπολογισθέντος αερισμού.
  - b. Καθώς το σημείο δρόσου ελαττώνεται κάτω από το του υπολογισμού, το διάφραγμα του εξωτερικού αέρα ανοίγει στο καθοριζόμενο από τον υπολογισμό.

Σε πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες απαγωγής. Αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα του εξωτερικού αέρα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την ποσότητα του απαγόμενου αέρα, διαφορετικά θα αυξηθεί η διείδυση του αέρα.

Υπολογιστικά για 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:

$$Q_{a_i} = 0.29 \cdot V \cdot n \cdot D_{t_i}$$

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

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

$D_{t_i}$ : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού την ώρα  $i$

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

### (iii) 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:

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

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

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

## 2.3 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Οι συνθήκες υπολογισμού προσδιορίζουν το θερμικό περιεχόμενο του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, που επιδρούν ευθέως στη επιλογή των κλιματιστικών μηχανημάτων και συσκευών. Σε μερικές περιπτώσεις θα πρέπει να συμβιβαστούμε μεταξύ απαιτούμενων συνθηκών και συνθηκών άνεσης για να διατηρηθεί κάποια ισορροπία μεταξύ της ποιότητας και του χαμηλού κόστους λειτουργίας.

Η μέθοδος υπολογισμού του κανονικού φορτίου γίνεται για να προσδιοριστεί το στιγμιαίο θερμικό κέρδος σ' ένα χώρο το οποίο πρέπει να εξουδετερώσουν τα μηχανήματα του κλιματισμού.

Γενικά έχει βρεθεί ότι τα μηχανήματα που επιλέγονται με αυτήν την βάση είναι υπερδιαστασιοποιημένα και συνεπώς ικανά να διατηρήσουν πολύ χαμηλότερες συνθήκες χώρου από την αρχική μελέτη.

Εκτεταμένη αναλυτικά έρευνα και δοκιμές έχουν αποκαλύψει ότι οι αιτίες γι' αυτό είναι:

- αποθήκευση θερμότητας στις μάζες του κτιρίου
- μη σύγχρονος αιχμή των μερικών φορτίων. (Μεταχρονισμός).
- Στρωματισμός θερμότητας σε ορισμένες περιπτώσεις.

Το πραγματικό ψυκτικό φορτίο είναι γενικά σημαντικά χαμηλότερο από το ολικό θερμικό κέρδος αιχμής και συνεπώς απαιτεί μικρότερα μηχανήματα κλιματισμού, επιπροσθέτως οι

ποσότητες αέρα και νερού είναι μειωμένες με αποτέλεσμα βέλτιστες κατασκευαστικές λύσεις.

Όσο λιγότερο λειτουργεί το σύστημα σε μεγάλες περιόδους στην αιχμή του φορτίου, θα έχουμε χαμηλότερο αρχικό κόστος εγκατάστασης και μικρότερο κόστος λειτουργίας.

Η ορθότερη επιλογή μηχανημάτων στα σημεία λειτουργίας τους επιτυγχάνει αποτελέσματα καλύτερης λειτουργίας και υψηλότερου βαθμού απόδοσης. Επίσης, εάν επιλεγεί ένα μικρότερο σύστημα που να βασίζεται σε παρατεταμένες περιόδους λειτουργίας στο φορτίο αιχμής, έχει σαν αποτέλεσμα οικονομικότερη και αποδοτικότερη λειτουργία στις συνθήκες μερικών φορτίων. Επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις τα εγκατεστημένα μηχανήματα κλιματισμού για μια ειδική λειτουργία είναι μικρότερα, υπάρχουν λιγότερα περιθώρια λάθους.

Αυτό απαιτεί περισσότερο ακριβή μηχανολογική μελέτη περιλαμβανομένης της μελέτης δικτύου αεραγωγών. Γενικά προτείνεται η αξιολόγηση των τιμών από αποθήκευση και μεταχρονισμό στον υπολογισμό των φορτίων του κτιρίου, συγκριτικά με άλλες παραμέτρους που υπολογίζουν το ολικό θερμικό φορτίο, εξασφαλίζοντας στο σύστημα χαμηλό αρχικό κόστος και κόστος λειτουργίας.

#### **(i) Αποθήκευση θερμότητας στις μάζες του κτιρίου**

Το στιγμιαίο θερμικό κέρδος σε μια τυπική εφαρμογή άνεσης συνίσταται από: Ηλιακό κέρδος, Φώτα, Άτομα, Μεταβίβαση θερμότητας από δομικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου, Διείσδυση (εισροή) αέρα και αερισμό, Μηχανές, ηλεκτρικές συσκευές, υπολογιστές, θερμαντικές εστίες, κεριά αναμμένα, κ.λ.π. Ένα μεγάλο τμήμα του στιγμιαίου θερμικού κέρδους είναι η ακτινοβολία θερμότητας που δεν γίνεται στιγμιαίο φορτίο γιατί κτυπά σε μια στέρεη επιφάνεια και απορροφάται από αυτήν πριν γίνει φορτίο στη συσκευή κλιματισμού. Η ανάλυση των διαφόρων στιγμιαίων κερδών θερμότητας σε θερμότητα ακτινοβολίας και θερμότητα επαφής - μεταφοράς είναι προσεγγιστική και παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4.



Πίνακας 2.4 Θερμικά κέρδη

ΠΗΓΗ ΚΕΡΑΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΟΤ. ΑΚΤΙΝΟΒ.	ΘΕΡΜΟΤ. ΕΠΑΦ. ΜΕΤ
Ηλιος χωρίς εσωτ. κουρτίνες	100%	-
Ηλιος με εσωτ. κουρτίνες	58%	42%
Φώτα φθορισμού	50%	50%
Φώτα πυράκτωσης	80%	20%
Άτομα *	40%	20%
Μετ. θερμ. **	60%	40%
Διείσδ. & αερ.	-	100%
Μηχ. & συσ\σκ. ***	20-80%	80-20%

\* Το υπόλοιπο 40% δίνεται ως λανθάνουσα θερμότητα.

\*\* Το φορτίο μετάδοσης θεωρείται 100% φορτίο επαφής – μεταφοράς. Αυτό το φορτίο είναι κανονικά ένα μέρος του συνολικού φορτίου για λόγους απλοποίησης και στιγμιαίο φορτίο μηχανημάτων.

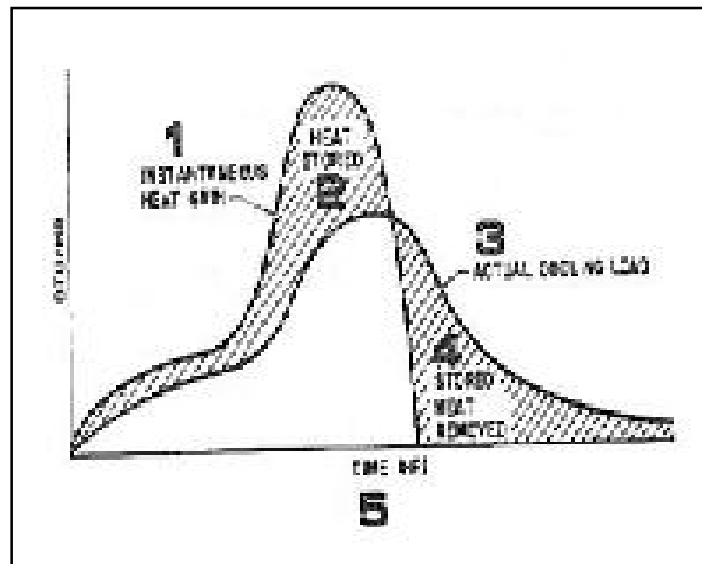
\*\*\* Το φορτίο από μηχανές και συσκευές ποικίλει εξαρτώμενο από την θερμοκρασία της επιφάνειας. Όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία της τόσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο ακτινοβολίας της θερμότητας.

#### (ii) Σταθερή θερμοκρασία χώρου και περίοδοι λειτουργίας μηχανημάτων

Καθώς η ακτινοβολούμενη θερμότητα από τις πηγές του παραπάνω πίνακα κτυπά σε στέρεες επιφάνειες (όπως εσωτερικά χωρίσματα, τοίχοι με διάφορα υλικά επίστρωσης, δάπεδα επικαλυμμένα με διαφορετικά υλικά, οροφές εσωτερικά επιστρωμένες κλπ.) αυξάνεται η θερμοκρασία των επιφανειών αυτών και του περιβάλλοντος αέρα. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας επιφάνειας – εσωτερικού προκαλεί ροή θερμότητας μέσα στο υλικό με αγωγιμότητα και μέσα στον αέρα με μεταφορά. Το πρώτο μέρος της θερμότητας αποθηκεύεται μέσα στο υλικό και το δεύτερο αποτελεί ένα στιγμιαίο φορτίο ψύξης. Το ποσό της αποθηκευμένης θερμότητας εξαρτάται από την αντίσταση ροής θερμότητας μέσα στο υλικό και το φιλμ του αέρα. Επειδή στα περισσότερα υλικά κατασκευών η αντίσταση αγωγιμότητας είναι σημαντικά μικρότερη από την αντίσταση του αέρα θα έχουμε ως επί το πλείστον αποθήκευση της θερμότητας ακτινοβολίας. Συνεχίζοντας όμως την απορρόφηση θερμότητας το υλικό γίνεται θερμότερο και λιγότερο ικανό για αποθήκευση αυτής. Το πολύ

μεταβλητό και με υψηλό φορτίο αιχμής στιγμιαίο ηλιακό κέρδος έχει σαν αποτέλεσμα να αποθηκεύεται ένα μεγάλο μέρος του κατά την αιχμή(σχήμα 2.5).

(λείπει το σχήμα)



Σχήμα 2.5 Κατανομή θερμικών κερδών σε κτήριο

Το πάνω μέρος της καμπύλης είναι η τυπική μορφή του ηλιακού κέρδους για δυτικό

προσανατολισμό και η κάτω καμπύλη είναι το πραγματικό ψυκτικό φορτίο σε εφαρμογές μεσαίων κατασκευών με θερμοκρασία χώρου σταθερή. Η μείωση στην αιχμή του θερμικού κέρδους προσεγγιστικά είναι 40% και η αιχμή του φορτίου υστερεί του θερμικού κέρδους περίπου κατά μία ώρα.

Τα διαγραμμισμένα εμβαδά παριστούν την αποθηκευόμενη θερμότητα και την αποθηκευθείσα θερμότητα που απομακρύνεται από την κατασκευή του κτιρίου. Επειδή όλη η θερμότητα που μπαίνει στο χώρο πρέπει να απομακρύνεται, τα εμβαδά αυτά είναι ίσα.

Τα σχετικά σταθερά φορτία των φωτιστικών έχουν ως αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος φορτίου να αποθηκεύεται ακριβώς μετά το άναμμα των φώτων, το οποίο στην συνέχεια ελαττώνεται. Ανάλογα με την κατασκευή του φωτισμού στους χώρους θα πρέπει να χωριστούν σε ζώνες για τον ακριβή υπολογισμό τους.

Ένας ακόμα παράγοντας που επιδρά στην αποθήκευση θερμότητας είναι η περίοδος λειτουργίας των κλιματιστικών συσκευών. Εάν τα κλιματιστικά μηχανήματα λειτουργούν π.χ. 12 ώρες, το επόμενο 12ώρο μέρος της αποθηκευμένης θερμότητας μένει στις μάζες του κτιρίου. Αυτή η θερμότητα πρέπει να απομακρυνθεί αφού εμφανιστεί ως επιπρόσθετο φορτίο κατά το ξεκίνημα των μηχανημάτων την επόμενη μέρα.

### **(iii)Περιοδικά μεταβαλλόμενη θερμοκρασία στο χώρο**

Μαζί με την αποθηκευόμενη θερμότητα από ακτινοβολία με σταθερή θερμοκρασία χώρου αποθηκεύεται και θερμότητα στην κατασκευή, όταν η θερμοκρασία του χώρου μεταβάλλεται περιοδικά. Εάν η ψύξη που προσφέρεται σ' ένα χώρο είναι ίση με το ψυκτικό φορτίο η θερμοκρασία στον χώρο σ' όλη την διάρκεια λειτουργίας. Εάν όμως είναι μικρότερη η θερμοκρασία στον χώρο θα αυξηθεί. Καθώς η θερμοκρασία του χώρου αυξάνεται, λιγότερη θερμότητα μεταδίδεται από τις επιφάνειες και περισσότερη ακτινοβολούμενη θερμότητα αποθηκεύεται στην κατασκευή.

Όταν ένα σύστημα υπολογίζεται για μεταβαλλόμενη θερμοκρασία η μέγιστη μεταβολή λαμβάνει χώρα μόνο κατά την αιχμή στις μέρες υπολογισμού που ορίζονται ως οι μέρες που όλα τα φορτία έχουν ταυτόχρονη αιχμή. Κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας η θερμοκρασία μένει σταθερή ή περίπου σταθερή.

Το μέγεθος του φαινομένου αποθήκευσης καθορίζεται από την θερμική χωρητικότητα των υλικών που περιβάλλουν τον χώρο. Μορφές φορτίων για διάφορες εφαρμογές ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του κτιρίου, τη χρήση του και τις ζώνες που έχουμε ορίσει μέσα σ' αυτό.

Για όλα τα αναφερόμενα υπάρχουν πίνακες που μας δίνουν τιμές συντελεστών διόρθωσης για τις περιπτώσεις που θα επιλεγούν για να εφαρμοστούν στην πράξη, με σημαντικά οφέλη κυρίως στο κόστος λειτουργίας.

#### **(iv) Η πρόψυξη ως μέσο αύξησης της ικανότητας αποθήκευσης**

Η πρόψυξη ενός χώρου κάτω των απαιτούμενων θερμοκρασιών, αυξάνει την αποθήκευση θερμότητας κατά την αιχμή του φορτίου, όταν η θερμοκρασία πρόψυξης διατηρείται στο σημείο ελέγχου. Αυτό γίνεται γιατί αυξάνεται το εύρος μεταβολής της θερμοκρασίας δημιουργώντας έτσι την επιπρόσθετη αποθήκευση φορτίου κατά τις ώρες αιχμής. Όταν ο χώρος προψύχεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία και το σημείο ελέγχου έχει ρυθμιστεί πάνω από τις συνθήκες άνεσης, δεν λαμβάνει χώρα επιπρόσθετη αποθήκευση. Σ' αυτή την περίπτωση η ψυκτική μονάδα σταματά και δεν υπάρχει ψύξη την περίοδο αυτή. Όταν, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, η ψυκτική μονάδα αρχίζει να λειτουργεί παρέχοντας ψύξη, το ψυκτικό φορτίο φθάνει την τιμή που θα είχε σαν να υπήρχε πρόψυξη.

Η πρόψυξη είναι πολύ χρήσιμη για την μείωση του ψυκτικού φορτίου σε ειδικά κτίρια όπως οι εκκλησίες, θέατρα και άλλα, όπου η θερμοκρασία πρόψυξης μπορεί να διατηρηθεί στο σημείο ελέγχου (ρύθμιση), οπότε το εύρος μεταβολής της θερμοκρασίας αυξάνεται σε 8 ή 10 °F.

#### **(iv) Μεταχρονισμός ψυκτικών φορτίων**

Ο μεταχρονισμός του ψυκτικού φορτίου είναι αποτέλεσμα της μη ύπαρξης μέρους των ψυκτικών φορτίων κατά την ημέρα του υπολογισμού. Οι συντελεστές μεταχρονισμού (σ.μ/χ), εφαρμόζονται σε μεγάλα συστήματα κλιματισμού. Γενικώς οι (σ.μ/χ) χρησιμοποιούνται στα φορτία ατόμων του κλιματισμού σε μεγάλης κλίμακας κτιρίων με πλήθος εργαζομένων ή συνάθροισης ατόμων.

Οι (σ.μ/χ) των πινάκων είναι ενδεικτικοί, οι πραγματικοί πρέπει να εκτιμηθούν με βάση την επίδραση των διαφόρων μεταβλητών παραγόντων που περικλείει η ειδική κατασκευή – περί πτώση. Το μέγεθος του συντελεστή ταυτοχρονισμού εξαρτάται από το μέγεθος του κτιρίου και την εκτίμηση του μηχανικού για τις διάφορες κατηγορίες κτιρίων. Σε πολυκατοικίες και ξενοδοχεία, ακόμη και για το ζεστό νερό χρήσης οι συντελεστές ταυτοχρονισμού έχουν μεγαλύτερη επίδραση απ' ότι σε κτίρια γραφείων όπου ο συντελεστής μεταχρονισμού έχει επίδραση στη λειτουργία του φωτισμού και το πλήθος των εργαζόμενων.

#### **(vi)Στρωματισμός θερμότητας**

Γενικώς υπάρχουν δύο θέσεις που εναποτίθεται η θερμότητα υπό μορφή στρωμάτων και μειώνει με τον τρόπο αυτό το ψυκτικό φορτίο των μηχανημάτων κλιματισμού:

1. Σε χώρους με υψηλές οροφές, όπου η απαγωγή αέρα (στόμια επιστροφής) γίνεται από την οροφή.
2. Πάνω από ψευδοροφές με χωνευτά φωτιστικά και η χρησιμοποιούμενες ψευδοροφές ως πλένουμ επιστροφής αέρα.

Η πρώτη περίπτωση εφαρμόζεται γενικώς σε βιομηχανικές εφαρμογές, εκκλησίες, ακροατήρια κ.λπ. Και στις δύο περιπτώσεις το βασικό γεγονός είναι ότι ο θερμός αέρας έχει πάντα την τάση να εγκαθίσταται στα πιο ψηλά στρώματα κατακρατώντας έτσι σε στρώματα το θερμικό φορτίο επαφής – μεταφοράς από οροφή, το πάνω μέρος των τοίχων και των φώτων. Το τμήμα του φορτίου θερμότητας που κατακρατείται είναι, για την οροφή 25% (το υπόλοιπο είναι φορτίο ακτινοβολίας), τοίχων 40% και φώτων 50% φθορισμού και 20% πυράκτωσης.

Κανονικά, αύξηση της θερμοκρασίας κατά  $10^0$  F ως  $20^0$  F για τον απαγόμενο αέρα θεωρείται αρκετή για να βρεθεί η μείωση του φορτίου, αν υπάρχουν υπολογίσιμα στρώματα θερμότητας στην οροφή. Στην περίπτωση που δεν έχουμε απαγωγή από την οροφή τότε το φορτίο ψύξης δεν υφίσταται καμία μείωση αν και υπάρχει στρωματισμός. Οι συντελεστές αποθήκευσης για την εκτίμηση του θερμικού φορτίου με τις παραπάνω συν-θήκες δίνονται από αντίστοιχους πίνακες.

#### **(vii)Η υγρασία του αέρα**

Για μια ορισμένη θερμοκρασία η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς δεν είναι δυνατόν να ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή. Ο αέρας, ο οποίος για μια καθορισμένη θερμοκρασία περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα υδρατμών, ονομάζεται κορεσμένος και η τάση των υδρατμών ονομάζεται τάση κορεσμένων υδρατμών. Τόσο η περιεκτικότητα του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς, όσο και η τάση των κορεσμένων υδρατμών, εξαρτώνται από τη θερμοκρασία.

Η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών του αέρα, όταν αυτός ψυχθεί, ονομάζεται σημείο υγροποίησης,  $t_s$ , ή σημείο δρόσου. Η τιμή της σχετικής υγρασίας,

φ, στο σημείο υγραποίησης είναι ίση με 100 (%). Το σημείο υγραποίησης των υδρατμών προσδιορίζεται από τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα.

#### **(viii) Συμπύκνωση υδρατμών**

Υγραποίηση των υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια κατασκευής συμβαίνει όταν η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας των μελών της κατασκευής είναι μικρότερη από το σημείο υγραποίησης των υδρατμών του αέρα στον εσωτερικό χώρο. Η υγρασία, η οποία αποτίθεται από τον αέρα στα μέλη της κατασκευής, ονομάζεται νερό συμπύκνωσης. Η υγραποίηση των υδρατμών οφείλεται :

- α. Σε ανεπαρκή θερμομόνωση
- β. Σε θέρμανση ψυχθέντων χώρων
- γ. Σε αυξημένη υγρασία του αέρα του χώρου

Η χρησιμότητα της προστασίας με την εμφάνιση υγρασίας στα μέλη των κατασκευών είναι δυνατόν να δημιουργήσει σημαντικές ζημιές μέχρι και καταστροφή των δομικών υλικών. Επίσης, μειώνει σε μεγάλο βαθμό και τη θερμομονωτική ικανότητά τους. Αυτό έχει ως συνέπεια να αυξηθεί το κόστος θέρμανσης και συγχρόνως η θέρμανση να μην είναι επαρκής. Ο χώρος γίνεται ανθυγιεινός και ακατάλληλος για διαμονή.

#### **(ix) Φράγμα υδρατμών**

Στην περίπτωση όπου γίνεται υγραποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό κατασκευής, για να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο, πρέπει να τοποθετηθεί μια πρόσθετη στρώση, η οποία ονομάζεται φράγμα υδρατμών, D-Sp.

Τα φράγματα υδρατμών έχουν πολύ υψηλές τιμές της αντίστασης διαπίδυσης των υδρατμών. Το φράγμα των υδρατμών προκαλεί πτώση της μερικής τάσης των υδρατμών και συμβάλλει ώστε η μερική τάση των υδρατμών να διατηρείται μικρότερη από την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών και συνεπώς να μην γίνεται υγραποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής.

Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται πριν από τη στρώση στην οποία γίνεται η υγραποίηση των υδρατμών, κατά την κατεύθυνση της διαπίδυσης των υδρατμών. Ως φράγματα υδρατμών χρησιμοποιούνται πλαστικοποιημένες μεμβράνες από άσφαλτο ή πίσσα, ασφαλτόχαρτα,

πισσόχαρτα, ασφαλτόπανα, φύλλα από αλουμίνιο, φύλλα από πολυαιθυλένιο, πλαστικά υλικά με τη μορφή λωρίδων και πλαστικά χρώματα μη υδατοπερατά.

Όταν σε κάποιο σημείο της κατασκευής όπου γίνεται υγροποίηση των υδρατμών, η θερμοκρασία είναι κάτω από το μηδέν, τότε δημιουργείται παγετός. Στην περίπτωση παγετού αναπτύσσονται διατμητικές τάσεις μέσα στην κατασκευή, οι οποίες είναι δυνατόν να επιφέρουν μέχρι και διάρρηξη της κατασκευής. Συνεπώς, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση παγετού μέσα στην κατασκευή.

## 2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Η πληρότητα και η ακρίβεια αυτής της επιθεώρησης είναι ουσιαστική για τον υπολογισμό. Μηχανολογικά και αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια λεπτομερειών, φωτογραφίες είναι σημαντικά στοιχεία. Οι ακόλουθες φυσικές συνιστώσες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. Προσανατολισμός κτιρίου – θέση του χώρου που πρόκειται να κλιματιστεί:
  - Τα σημεία του ορίζοντα, ήλιος και άνεμος
  - Φαινόμενα σκίασης από διπλανά κτίρια, δένδρα, ή άλλες μόνιμες κατασκευές.
  - Ανακλαστικές επιφάνειες, υαλοπίνακες βιτρινών, υαλοστάσια, νερό κ.ά.
2. Χρήση του χώρου: εκκλησίες, θέατρα, κατοικίες κ. ά.
3. Διαστάσεις κτιρίου και χώρου, μήκος-πλάτος-ύψος.
4. Ύψος οροφής, αριθμός ορόφων, αποστάσεις ψευδοροφών και δοκών.
5. Κολώνες και δοκοί, διαστάσεις.
6. Υλικά κατασκευής, πάχη τοίχων-οροφής-δαπέδου-εσωτερικών χωρισμάτων και η σχετική θέση τους στην κατασκευή.
7. Συνθήκες περιβαλλουσών κατασκευών. Εξωτερικό χρώμα στοιχείων-σκίαση από παρακείμενα κτίρια-περιβάλλοντες χώροι
8. Παράθυρα, διαστάσεις – προσανατολισμός-τύποι γυαλιού-υλικό πλαισίου.
9. Πόρτες – θέση, τύπος, διαστάσεις και συχνότητα χρήσης.
10. Σκάλες, ανελκυστήρες – διαστάσεις-θέσεις-θερμοκρασία χώρου-ηλεκτρική ισχύς κινητήρων.

11. Άτομα – αριθμός, χρόνος παραμονής, φύση δραστηριότητας, σημεία συγκεντρώσεως.
12. Φωτισμός – ισχύς λαμπτήρων, τύπος, θέση τοποθέτησης. Για απλοποίηση εκτιμάται η ισχύς ανά τετραγωνικό μέτρο.
13. Κινητήρες – θέση, ισχύς και χρήση.
14. Οικιακές συσκευές, μηχανήματα, ηλεκτρονικές συσκευές- ονομαστική ισχύς, θέση, θερμικό κέρδος από την λειτουργίας τους.
15. Αερισμός- παροχή αέρα ανά άτομο και ανά τετραγωνικό μέτρο ή προγραμματισμένος. Υπερβολική κάπνα, ειδικές απαιτήσεις προδιαγραφών. Ανεμιστήρες απαγωγής-τύπος.
16. Αποθήκευση θερμότητας. Συστήματα προγραμματισμένης λειτουργίας.
17. Συνεχής ή διακοπτόμενη λειτουργία.

## **2.5 ΘΕΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ**

Η εξέταση του κτιρίου πρέπει να δίνει πληροφορίες ώστε ο μελετητής να μπορεί να εκλέξει την θέση των μηχανημάτων και συσκευών, να σχεδιάσει το δίκτυο τού νερού και την διανομή του αέρα. Τα ακόλουθα αποτελούν ένα είδος οδηγού για την λήψη πληροφοριών:

1. Διατιθέμενοι χώροι- για την τοποθέτηση μηχανημάτων και συσκευών κλιματισμού. Όδευση δικτύων σωλήνων, ηλεκτρικών καλωδίων και πινάκων, αποχέτευσης συμπτκνωμάτων.
2. Πιθανά εμπόδια- για δίκτυα αεραγωγών, ύδρευσης, αποχέτευσης, και ηλεκτρικά.
3. Θέση παθητικών και ενεργητικών συστημάτων πυρασφάλειας.
4. Θέση λήψης νερού αέρα. Άλλα κτίρια, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμων, σκόνη ή άλλα στοιχεία.
5. Παροχή ρεύματος. Θέσεις, ισχύς, περιορισμοί ή επαύξηση ισχύος με οικονομικό κόστος.
6. Παροχή νερού, Θέση,πίεση δικτύου,ποιότητα νερού, θερμοκρασία.
7. Παροχή ατμού.
8. Αντιψυκτικό εγκατάστασης.



9. Αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά τού χώρου. Επιλογή θέσης τού συστήματος κλιματισμού π.χ τοποθέτηση στομιών προσαγωγής ή επιστροφής.
10. Εάν υπάρχουν εγκαταστάσεις ή τμήματα εγκαταστάσεων.
11. Αποχετεύσεις – θέσεις και χωρητικότητα.
12. Παροχές για αυτοματισμούς.
13. Θεμελίωση και αντοχή κτιρίου
14. Απαιτήσεις ελέγχου ταλαντώσεων, συντονισμού και θορύβων. Συσχέτιση με κρίσιμα σημεία συσκευών.
15. Δυνατότητα προσβάσεως κλιματιστικών μηχανημάτων. Οικονομικό κόστος και όχι μόνο.
16. Κανονισμοί τοπικοί, εθνικοί- πολεοδομικοί, ΔΕΗ, ΥΔΡΕΥΣΗΣ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.

## **2.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ**

Το ψυκτικό φορτίο πρέπει να υπολογίζεται για να γίνει δυνατή η επιλογή των μηχανημάτων κλιματισμού. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα θερμικά κέρδη από τον περιβάλλοντα χώρο στο εσωτερικό του χώρου κατά την ημέρα ακόμη και ώρα του υπολογισμού. Ως ημέρα υπολογισμού ορίζεται:

1. Οι μέρες που οι θερμοκρασίες ξηρού και υγρού βολβού παρουσιάζουν σύγχρονη αιχμή.
2. Η μέρα που υπάρχει ή δεν υπάρχει ομίχλη.
3. Όλα τα εσωτερικά φορτία είναι κανονικά

Πρακτικά του να έχουμε όλα τα φορτία αιχμής ταυτόχρονα είναι σχεδόν αδύνατη, για τούτο λαμβάνομαι υπόψη μας τους συντελεστές μεταχρονισμού των συνιστώντων φορτίων.

### **(i) Εξωτερικά φορτία**

Τα σημαντικότερα εξωτερικά φορτία είναι:

1. Ηλιακή ακτινοβολία εισερχόμενη από τα ανοίγματα. Η σκίαση είναι σημαντική υπολογιστική παράμετρος.
2. Ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτουσα στα δομικά στοιχεία, τοίχους - οροφές . η μόνωση και η σκίαση επίσης σημαντικά υπολογιστικά.
3. Η θερμοκρασία εξωτερικού χώρου.
4. Η πίεση των υδρατμών του αέρα.
5. Η ταχύτητα του ανέμου που πνέει στο κτίριο.
6. Εξωτερικός αέρας που συνήθως απαιτείται για αερισμό.

### **(ii)Εσωτερικά φορτία**

Οι εσωτερικές πηγές θερμότητας συμπεριλαμβάνουν τους ανθρώπους , τα φώτα, τις συσκευές, τους κινητήρες και τις μηχανές.

Το ανθρώπινο σώμα με τον μεταβολισμό του παράγει θερμότητα, αισθητή και λανθάνουσα και την απελευθερώνει με ακτινοβολία, επαφή, μεταφορά και εξάτμιση από την επιφάνειά του και με επαφή, μεταφορά και εξάτμιση μέσω των αναπνευστικών οδών. Το ποσό της παραγόμενης και απελευθερούμενης θερμότητας εξαρτάται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την στάθμη ενεργητικότητας των ατόμων.

Τα φώτα μετατρέπουν την φωτιστική ισχύ σε φως και θερμότητα. Μέρος της θερμότητας ακτινοβολείται και μερικώς αποθηκεύεται. Οι λαμπτήρες παράγουν θερμότητα ανάλογα με την ισχύ τους.

Στις ηλεκτρικές υπολογιστικές μηχανές, κινητήρες, συσκευές η χρήση του συντελεστή ταυτοχρονισμού είναι αναγκαία. Διάφορες πηγές, που δεν είναι και λίγες, προσδίνουν θερμότητα, αισθητή και λανθάνον φορτίο και υγρασία σ' έναν χώρο που είναι απαραίτητο να υπολογιστούν.

- Διατιθέμενοι χώροι και δυνατότητα προσβάσεων για την τοποθέτηση μηχανημάτων και κλιματιστικών συσκευών. Πιθανά εμπόδια και επαρκείς διαστάσεις.
- Απαιτήσεις πυροπροστασίας και πυρασφάλειας.
- Παροχές ρεύματος, νερού, αέρα νωπού. Αποχετεύσεις συμπυκνωμάτων και υγρών πλύσης συσκευών.
- Απαιτήσεις ελέγχου ταλαντώσεων και θορύβων.
- Κανονισμοί εθνικοί και τοπικοί

## 2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Το θερμικό φορτίο είναι η βάση για την εκλογή των θερμαντικών συσκευών. Θεωρώ ότι οι υπολογισμοί πρέπει να γίνονται με την μέθοδο των βαθμοημερών, που είναι αυτόνομο κεφάλαιο και κρίνεται ότι δεν πρέπει να αναπτυχθεί σε αυτή την εργασία που μόνο τα ψυκτικά φορτία απαιτούνται στους υπολογισμούς και γίνονται με τη μέθοδο της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς, όπου και αναλύεται διεξοδικά στη συνέχεια.

## 2.8 ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ

### (i) Αναγκαίες προϋποθέσεις καλής διανομής αέρα.

Ο κλιματιζόμενος αέρας που διανέμεται στον χώρο πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να διατηρήσει την θερμοκρασία μέσα στα ανεκτά όρια των οριζόμενων τιμών. Οι διαφορές στην θερμοκρασία είναι περισσότερο απαράδεκτες κατά την χειμερινή περίοδο από ότι για την θερινή. Γενικά οι διακυμάνσεις στην θερμοκρασία είναι συνάρτηση του συστήματος ελέγχου των θερμοκρασιών. Όταν επιπλέον συνοδεύονται με αέρα ταχύτητας μεγαλύτερης της συνιστώμενης, τότε μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα παράπονα για ρεύματα. Θα πρέπει εδώ να επισημάνουμε τους παράγοντες για τον σωστό κλιματισμό:

- Σωστή ψυχομετρική κατάσταση του προσαγομένου αέρα, (θερμοκρασία, υγρασία κ.λ.π.),
- Σωστή ποσότητα κλιματιζόμενου αέρα στον κάθε μελετούμενο χώρο, ( $M^3/h-cfm$ ),
- Ταχύτητα και θόρυβος προσαγομένου αέρα

Επίσης πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας και τα εξής δεδομένα.

- Το ύψος και η θέση του σημείου προσαγωγής του κλιματιζόμενου αέρα είναι σημαντική παράμετρος.
- Χρόνος αλλαγών μικρότερος των 7' και μεγαλύτερος των 12' πρέπει να αποφεύγονται, διότι στην πρώτη περίπτωση δημιουργούνται ισχυρά ρεύματα και θόρυβος και στην δεύτερη όχι ικανοποιητική ποιότητα του αέρα.

**(ii) Στοιχεία διανομής αέρα (βεληνεκές, πτώση, διείσδυση, διάδοση)**

Τα βασικά στοιχεία της διανομής του αέρα είναι:

**Βεληνεκές**

Το βεληνεκές είναι η οριζόντια απόσταση την οποία διανύει ρεύμα αέρα αφού εξέλθει από το στόμιο εξόδου. Η απόσταση αυτή μετρείται από το στόμιο εξόδου μέχρι σε ένα σημείο στο οποίο η ταχύτητα του ρεύματος αέρα έχει λάβει μία ορισμένη ελάχιστη τιμή, καθώς και το ύψος του από το δάπεδο.

Το βεληνεκές είναι ανάλογο με την ταχύτητα του αρχικού αέρα που εξέρχεται από το στόμιο εξόδου και είναι ανεξάρτητο της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ του αέρα προσαγωγής και του αέρα του χώρου.

**Πτώση**

Η πτώση ή η ανύψωση, είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο σημείων της τροχιάς των μορίων του αέρα, ήτοι του σημείου στο οποίο ο αέρας εξέρχεται από το στόμιο και του σημείου στο οποίο ο αέρας φθάνει στο τέλος του βεληνεκούς του.

**Διείσδυση**

Η διείσδυση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ο εξερχόμενος από το στόμιο αέρας παρασύρει λόγω της ταχύτητάς του τον αέρα του χώρου. Ο αέρας από το στόμιο εξόδου ονομάζεται πρωτεύον αέρας, ενώ ο αέρας του δωματίου που παρασύρεται από τον πρωτεύοντα αέρα ονομάζεται δευτερεύον αέρας. Το συνολικό ρεύμα αέρα που αποτελείται από το μίγμα του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος αέρα καλείται συνολικός αέρας. Το φαινόμενο της διείσδυσης διατυπώνεται μαθηματικά με την εξίσωση ορμής ως κάτωθι:

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = (M_1 + M_2) \cdot V_3$$

Όπου :  $M_1$  = μάζα του πρωτεύοντος αέρα,

$M_2$  = μάζα του δευτερεύοντος αέρα,

$V_1$  = ταχύτητα του πρωτεύοντος αέρα,

$V_2$  = ταχύτητα του δευτερεύοντος αέρα,

$V_3$  = ταχύτητα του συνολικού αέρα.

Ο λόγος διείσδυσης (**R**) ορίζεται ως ο λόγος του συνολικού αέρα προς τον πρωτεύοντα αέρα:

$$\text{συνολικός αέρας} = \text{πρωτεύων} + \text{δευτερεύων αέρας}$$

$$(R) = \frac{\text{πρωτεύων αέρας}}{\text{πρωτεύων αέρας}} = \frac{\text{πρωτεύων αέρας}}{\text{πρωτεύων αέρας}}$$

Η σημασία της διείσδυσης είναι σημαντική στο υπολογιστικό κομμάτι. Εφ' όσον το βεληνεκές είναι μία συνάρτηση της ταχύτητας και εφ' όσον η τάξη μείωσης της ταχύτητας εξαρτάται από την τάξη της διείσδυσης προκύπτει ότι το μήκος του βεληνεκού εξαρτάται από την τάξη της διείσδυσης που λαμβάνει χώρα. Το ποσόν της διείσδυσης για ένα στόμιο εξόδου είναι γραμμική συνάρτηση της περιμέτρου της εγκάρσιας τομής του ρεύματος πρωτεύοντος αέρα. Για δύο στόμια εξόδου που έχουν την ίδια επιφάνεια, το στόμιο με την μεγαλύτερη περίμετρο παρουσιάζει την μεγαλύτερη διείσδυση και για αυτό το μικρότερο βεληνεκές. Για δεδομένη παροχή αέρα κατάθλιψης μέσα στον χώρο δεδομένης πίεσης, η ελάχιστη διείσδυση και το μέγιστο βεληνεκές λαμβάνονται χρησιμοποιώντας ένα απλό στόμιο κυκλικής εγκάρσιας διατομής. Αντίστροφα, η μεγαλύτερη διείσδυση και το μικρότερο βεληνεκές λαμβάνονται με ένα απλό στόμιο εξόδου που έχει τη μορφή μιας στενής οπής με μεγάλο μήκος.

### **Διάδοση**

Διάδοση ονομάζουμε την γωνία της της απόκλισης του ρεύματος αέρα αμέσως μετά την έξοδο του από ένα στόμιο. Η οριζόντια διάδοση είναι η απόκλιση στο οριζόντιο επίπεδο και η κατακόρυφη διάδοση είναι η απόκλιση στο κατακόρυφο επίπεδο. Η διάδοση είναι η γωνία των αποκλίσεων αυτών μετρούμενη σε βαθμούς.

Η διάδοση είναι αποτέλεσμα του νόμου της ορμής. Ένα στόμιο εξόδου, που καταθλίβει τον αέρα ομοιόμορφα προς τα εμπρός χωρίς να έχει καθοδηγητικά πτερύγια σύγκλισης ή απόκλισης της ροής, έχει ως αποτέλεσμα μία γωνία διάδοσης 18<sup>0</sup> έως 20<sup>0</sup> και στα δύο επίπεδα. Αυτό ισοδυναμεί περίπου με διάδοση 0,3048 m ανά 1,8288 m βεληνεκού. Ο τύπος και το σχήμα του στομίου εξόδου επηρεάζει την γωνία διάδοσης αλλά σχεδόν για όλα τα στόμια εξόδου η γωνία διάδοσης διατηρείται στο διάστημα από 15<sup>0</sup> έως 23<sup>0</sup>.

Η επίδραση των καθοδηγητικών πτερυγίων στην επίδοση των στομίων εξόδου ανάλογα της κατασκευής τους δηλαδή, παράλληλη, συγκλίνουσα ή αποκλίνουσα διάταξη είναι πολύ σημαντική επιλογή.

### **(iii) Επίδραση της ταχύτητας αγωγού στην επίδοση του στομίου εξόδου**

Τα στόμια εξόδου υπολογίζονται για δεδομένες περιοχές ταχυτήτων, πιέσεων και κατευθύνσεων αέρα προσαγωγής. Όταν ένα στόμιο εξόδου τοποθετείται απ' ευθείας στην πλευρά αγωγού προσαγωγής τότε η διεύθυνση του εξερχόμενου αέρα από το στόμιο προκύπτει από το διανυσματικό άθροισμα της ταχύτητας του αέρα του αγωγού και της ταχύτητας που αποκτά ο αέρας όταν πρόκειται να εξέλθει από το στόμιο εξαιτίας της διαφοράς πίεσης μεταξύ αγωγού και αέρα του χώρου. Η διεύθυνση αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με την διαρρύθμιση του ανοίγματος του αγωγού στην θέση του στομίου.

Όταν ένα στόμιο εξόδου τοποθετείται στην επιφάνεια ενός αγωγού μπορούμε να τροποποιήσουμε την συνισταμένη ταχύτητα  $V_c$ , με ρυθμιστικά οδηγητικά πτερύγια τοποθετούμενα πίσω από το στόμιο. Το εάν πρέπει ή όχι να τοποθετούνται τα πτερύγια αυτά εξαρτάται από το μέγεθος της αποκλίσεως της ροής που μπορεί να είναι αποδεκτή.

Συχνά τα στόμια εξόδου τοποθετούνται σε μικρού μήκους κολλάρα, πέρα από την επιφάνεια του αγωγού. Οποτεδήποτε η ταχύτητα του αγωγού υπερβαίνει την ταχύτητα κατάθλιψης του στομίου, πρέπει να τοποθετήσουμε καθοδηγητικά πτερύγια εκεί όπου ακριβώς ενώνεται ο αγωγός και το κολλάρο.

### **(iv) Η σπουδαιότητα του σωστού βεληνεκούς**

Συχνά δεν είναι αναγκαία η σάρωση ολόκληρου του μήκους ή του πλάτους ενός χώρου. Ένας καλός πρακτικός κανόνας είναι η σάρωση των  $\frac{3}{4}$  της απόστασης από το στόμιο μέχρι τον απέναντι αυτού τοίχο. Οποσδήποτε συμβαίνουν εξαιρέσεις όταν υπάρχουν τοπικές πηγές θερμότητας στην απέναντι από το στόμιο πλευρά του χώρου. Οι πηγές αυτές μπορεί να είναι εξοπλισμός ή θύρες ανοιχτές. Με αυτά τα δεδομένα μπορεί να απαιτηθεί υπερσάρωση και πρέπει να προσέξουμε να αποφύγουμε τις συνθήκες δημιουργίας ρευμάτων.

### **(v) Θερμοκρασιακή διαφορά προσαγωγής**

Η επιτρεπόμενη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του αέρα προσαγωγής και του αέρα του χώρου η οποία μπορεί να είναι ανεκτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από:

- Τον λόγο διείσδυσης τού στομίου,
- Εμπόδια στην ροή του πρωτεύοντος αέρα και
- Το υψος της οροφής.

Εφόσον η διείσδυση εξαρτάται από την ταχύτητα εξόδου, υπάρχει μία θερμοκρασιακή διαφορά προσαγωγής η οποία πρέπει να προδιαγραφεται ώστε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

#### **(vi)Ειδικές εφαρμογές**

Αν εφαρμοστούν κατάλληλα οι βασικές αρχές που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, θα ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα μετά την εγκατάσταση. Βασικά όσο ψηλότερα είναι η οροφή τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των προβλημάτων που παρουσιάζονται με δεδομένο την δυνατότητα χρησιμοποίησης στομιών οροφής. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να τοποθετηθούν πλευρικά στόμια τοίχων σε ύψος από το δάπεδο 3,5 έως 4,5 m, ώστε να διαχωριστεί κατά ένα μέρος του το φορτίο και να κρατηθεί πάνω την ζώνη διαβίωσης με αποτέλεσμα κάποια μείωση του ψυκτικού φορτίου.

#### **(vii)Στόμια επιστροφής**

Οι ταχύτητες στα στόμια επιστροφής εξαρτώνται από, (α) την επιτρεπόμενη απώλεια στατικής πίεσης και (β) την επίδρασή τους στους διαβιούντες ή στα υλικά του χώρου. Ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται σχετικά μεγάλες ταχύτητες μέσω της επιφάνειάς τους η ταχύτης προσέγγισης είναι υπολογίσιμη μερικά χιλιοστά απόσταση απ' αυτήν. Τούτο σημαίνει ότι είναι πιο σημαντική η θέση των στομιών προσαγωγής παρά της επιστροφής. Ακόμη έχουμε σχετικά μεγάλες παροχές αέρα στη επιστροφή χωρίς την δημιουργία ρευμάτων. Βέβαια η τοποθέτησή τους δηλαδή ο τύπος τους, οροφής – τοίχου – δαπέδου εξαρτάται από την κατασκευή του κτιρίου, έχοντα όμως κατά περίπτωση τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα.

Στην εφαρμοσμένη υπολογιστική μελέτη θα γίνουν αναλυτικά οι υπολογισμοί, ενώ στην επιλογή των συσκευών από τους διάφορους κατασκευαστικούς οίκους θα λάβουμε υπ' όψη όλα τα τεχνικά στοιχεία για την σωστή επιλογή τους.

#### **Γενικά**

Πριν υπολογιστεί το πραγματικό φορτίο είναι αναγκαίο να γίνει μια εκτεταμένη εξέταση για να διασφαλιστεί η ακριβής εκτίμηση των συνιστωσών του φορτίου. Εάν μελετηθούν προσεκτικά οι κτιριακές συνιστώσες και το πραγματικό στιγμιαίο φορτίο σ' ένα δεδομένο χώρο του κτιρίου θα έχουμε αποτέλεσμα μία οικονομική επιλογή μηχανημάτων και λειτουργία με βέλτιστο βαθμό ωφελιμότητας και χωρίς προβλήματα. Γενικά είναι αδύνατο να

μετρήσουμε είτε το πραγματικό μέγιστο φορτίο, είτε το μερικό φορτίο σ' ένα δεδομένο χώρο. Αυτά τα φορτία πρέπει να υπολογιστούν.

Το κέρδος θερμότητας είναι το ποσό θερμότητας πού στιγμιαία προστίθεται ή αφαιρείται από ένα χώρο με την κλιματιστική συσκευή. Το στιγμιαίο κέρδος θερμότητας και το πραγματικό φορτίο της συσκευής σπάνια είναι ίσα, λόγω της θερμικής αδράνειας ή του φαινομένου αποθήκευσης των κτιριακών κατασκευών πού περιβάλλουν τον κλιματιζόμενο χώρο.





## **Κεφάλαιο 3: ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**

### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ**

Ο κλιματισμός του ιερού ναού, επειδή είναι προστατευόμενο κτίριο, μελετάται στην κατηγορία των «ειδικών κτιρίων», με τα πιο κάτω κύρια δεδομένα:

- Το δίκτυο σωληνώσεων, έχει συγκεκριμένες οδεύσεις που θα πρέπει να μελετηθούν υπολογιστικά και κατασκευαστικά ώστε να μην δημιουργούν αισθητική παρέμβαση στο εσωτερικό του ναού, επίσης η τοποθέτηση των μηχανημάτων του κλιματισμού θα γίνει σε συγκεκριμένες θέσεις με περιορισμένες διαστάσεις που απαιτούν ακριβής υπολογισμούς και επιλογές ώστε να μην είναι σε βάρος των αποδόσεων.
- Οι ώρες λειτουργίας τόσο μέσα στην μέρα όσο και για τ' άλλα χρονικά διαστήματα είναι συγκεκριμένες, μικρής χρονικής διάρκειας, όσο δηλαδή διαρκεί το τυπικό της λειτουργίας
- Το πλήθος των πιστών, άτομα συγκέντρωσης είναι μεταβαλλόμενο. με εκτίμηση υπολογισμού σε μεγάλο εύρος.
- Το κτίριο είναι μεγάλου όγκου με διαφορετικές επιφάνειες χρήσης και με διαφορετικές εσωτερικές ανισοϋψείς διαστάσεις.
- Υπάρχουν ειδικά θερμικά κέρδη από τα αναμμένα κηρία και θυμιάματα που είναι σημαντικά και αναγκαία στους υπολογισμούς.
- Με αναφορά σ' όλα τα ανωτέρω προκύπτει το δυσχερές των επιλογών τόσο από το οικονομικό όσο και από το τεχνικό πρίσμα.

Κατόπιν συζητήσεων με την Ναοδομία και τους διαχειριστές του ναού καταλήξαμε στα εξής:

- Καθορίστηκαν οι ακριβής χώροι που προτείναμε για δίκτυο, εγκαταστάσεις και μηχανήματα που θα δειχθούν στα αντίστοιχα σχέδια και κεφάλαια της εργασίας.

- Οι ώρες λειτουργίας του ναού ορίστηκαν σε πρωινές 6.30' – 10.30' π.μ. και απογευματινές 17.30' – 19.30' μ.μ.
- Οι υπολογισμοί εστιάζονται κυρίως στην ψύξη και μάλιστα σε συγκεκριμένη ημερομηνία 22-23 Αυγούστου, ημέρες εορτής του ναού με το μέγιστο πλήθος πιστών και αρκετά υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.
- Έλεγχος της υπάρχουσας ηλεκτρικής εγκατάστασης και την κατηγορία παροχής της ΔΕΗ, ώστε να είναι ικανή για την λειτουργία των κλιματιστικών μηχανών.

### 3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ  
ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΕΛΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΝΑΟΥ			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΙΜΕΣ ΛΕΛΟΜΕΝΩΝ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)
23 ΙΟΥΛ.		34,6	10,9
22 ΑΥΓ.		34,6	10,9
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	38 <sup>0</sup> 07		
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	22 <sup>0</sup> 62		
ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	10		
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΟΜΙΧΛΗ (1:ΝΑΙ 2:ΟΧΙ)	2		
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	60		
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	51		
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	27		
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	5		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15)	1		
ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ( m ) <sup>1</sup>	1		
ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ	Watt		
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	CARRIER		

1. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: το τυπικό ύψος επιπέδου έχει επιλεγεί 1 (m) γιατί μας απλοποιεί τα υπολογιστικά δεδομένα των ζωνών όπου τα ύψη είναι διαφορετικά.

**ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.- 22 ΑΥΓ.)**

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΔΙΟΡΘΩΣΗ D.B.	-7,8	-6,5	-5,3	-4,1	-2,8	-1,6	-0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,6
ΔΙΟΡΘ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ	26,8	28,1	29,3	30,5	31,8	32,9	34,1	34,6	34,1	33,6	33,0
ΔΤ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	-0,2	1,1	2,3	3,5	4,8	5,9	7,1	7,6	7,1	6,6	6,0
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-5,2	-3,9	-2,7	-1,5	-0,2	0,9	2,1	2,6	2,1	1,6	1,0

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ (23 ΙΟΥΛ.) : -0.41

**Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου**

Εξ.Τοίχιο Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. k Kcal/m <sup>2</sup> hc	Βάρος kg/m <sup>2</sup>	Εσ.Τοίχ. Δάπ.	Συντ. k Kcal/m <sup>2</sup> hc	Ανοίγμ.	Συντ.k Kcal/m <sup>2</sup> hc
T1	A	G18	2.00	700	E1	1.3	A1	5.0
O1	3	9	1.91	50	Δ1	2.12	Δ2	

**ΠΙΝΑΚΑΣ 0. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ**

Διακ./	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 5. ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

ΩΡΑ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
	20 ΑΠΡ.										
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279
	21 ΜΑΪΟΥ										
	21 ΜΑΪ										
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286
	21 ΙΟΥΝ.										
Ηλ.Υψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	37	26	15
Αζιμ.	89	100	114	138	180	222	246	260	271	280	228
	23 ΙΟΥΛ.										
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286
	24 ΑΥΓ.										
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279
	22 ΣΕΠΤ.										
Ηλ.Υψ.	23	33	42	48	50	48	42	33	23	12	7
Αζιμ.	110	122	138	157	180	203	222	238	250	261	279

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	
	Α	Λ	Α	Λ	Α	Λ	Α	Λ	Α	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 περπα- τώντας 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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΩΡΑ	8:00πμ	0,4	10 πμ	11 πμ	-	1 μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΠΡΟΣ											
ΒΔ	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4
Β	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,1	1,7	2,2
ΒΑ	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,6	7,8	8,9	7,8	6,7	5,6
Α	5,6	5,0	4,9	5,0	5,6	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9
ΝΑ	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,1	8,9
Ν	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	6,5	7,2	7,8
ΝΔ	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5
Δ	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	23 ΙΟΥΛ.										
ΒΑ	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13
Α	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13
ΝΑ	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13
Ν	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13
ΝΔ	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320
ΒΔ	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287
Β	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65
ΟΡΙΖ.	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C) (ΜΕΤΑΦΟΡΑ)

ΩΡΑ	8πμ	9πμ	10 πμ	11: πμ	12: πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΠΡΟΣ											
Β	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65
Α	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13
Ν	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C) (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ)

ΩΡΑ	8: πμ	9πμ	10: πμ	11: πμ	12: πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΠΡΟΣ											
Β	9,6	10,5	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	10,5	9,6	11,4	19,5
Α	133,2	117	79,5	34,8	11,4	11,4	11,4	10,5	9,6	8,1	3,9
Ν	10,5	21	35,7	51	56,1	51	35,7	21	10,5	8,1	3,9
Δ	9,6	10,5	11,4	11,4	11,4	34,8	79,5	117	133	131	96

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

1

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΒΑ	277.4	212.2	83.0	45.1	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
Α	526.4	462.4	314.2	137.5	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
ΝΑ	381.8	401.9	353.3	263.2	134.0	47.4	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
Ν	41.5	83.0	141.1	201.6	221.7	201.6	141.1	83.0	41.5	32.0	15.4
ΝΔ	37.9	41.5	45.1	47.4	134.0	263.2	353.3	401.9	381.8	308.3	173.1
Δ	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	137.5	314.2	462.4	526.4	516.9	379.4
ΒΔ	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	45.1	83.0	212.2	336.7	407.9	340.3
Β	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	45.1	77.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

ΩΡΑ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
20 ΑΠΡ.											
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279
21 ΜΑΙΟΥ											
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286
21 ΙΟΥΝ.											
Ηλ.Υψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	37	26	15
Αζιμ.	89	100	114	138	180	222	246	260	271	280	228
23 ΙΟΥΛ.											
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286
24 ΑΥΓ.											
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279
22 ΣΕΠΤ.											
Ηλ.Υψ.	23	33	42	48	50	48	42	33	23	12	7
Αζιμ.	110	122	138	157	180	203	222	238	250	261	279

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (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
NA	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
BΔ	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
OPIZ.	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47

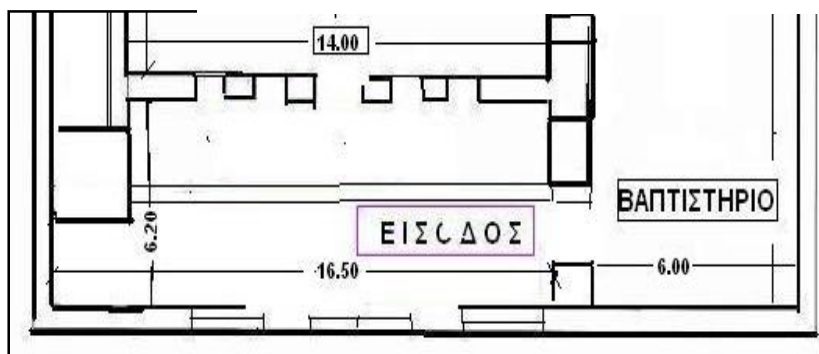
	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21
A	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21
NA	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25
N	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36
NA	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	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
BΔ	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
OPIZ.	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

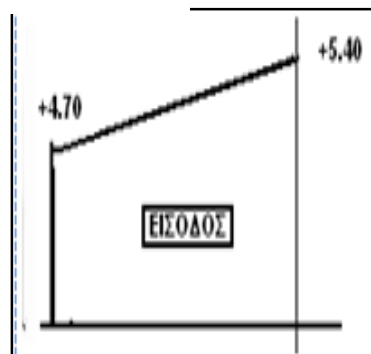
ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	277.4	212.2	83.0	45.1	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
A	526.4	462.4	314.2	137.5	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
NA	381.8	401.9	353.3	263.2	134.0	47.4	45.1	41.5	37.9	32.0	15.4
N	41.5	83.0	141.1	201.6	221.7	201.6	141.1	83.0	41.5	32.0	15.4
NA	37.9	41.5	45.1	47.4	134.0	263.2	353.3	401.9	381.8	308.3	173.1
Δ	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	137.5	314.2	462.4	526.4	516.9	379.4
BΔ	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	45.1	83.0	212.2	336.7	407.9	340.3
B	37.9	41.5	45.1	45.1	45.1	45.1	45.1	41.5	37.9	45.1	77.1

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΙΣΟΔΟΥ ΝΑΟΥ  
ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΝΑΟΥ



ΤΟΜΗ

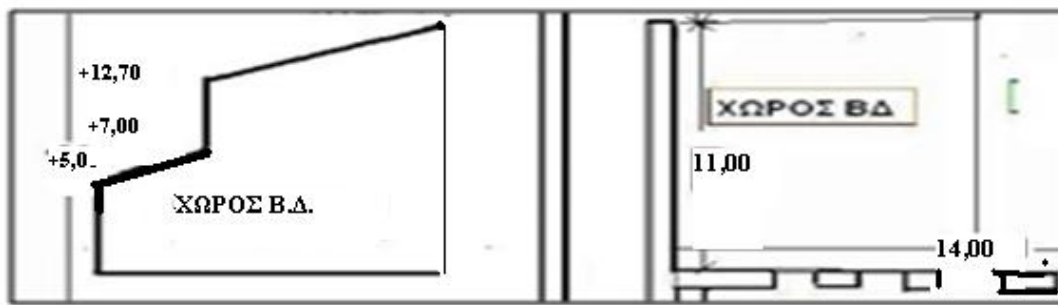
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 1.

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m <sup>2</sup> K	F ή L m <sup>2</sup> ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		7,00	67	74	80	80	80	244	557	819	932	916	672				
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			67	74	80	80	80	244	557	819	932	916	672				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	7,00	1120	1225	1330	1330	1330	4060	9275	13650	15540	15260	11200				770
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt <sub>ισοθ</sub> =t <sub>a</sub> -t <sub>i</sub>			1120	1225	1330	1330	1330	4060	9275	13650	15540	15260	11200				770
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			1187	1299	1410	1410	1410	4304	9832	14469	16472	16176	11872				770
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	2,0	62,00	605	550	484	484	484	550	605	605	605	671	737				2420
Θερμότητα δια των τοίχων			605	550	484	484	484	550	605	605	605	671	737				2420
ΟΡΟΦΗ	1,9	100,00	-745	-535	-96	745	1585	2502	3400	4011	4565	4775	4775				4202
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	100,00	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424				4664
ΥΨΟΣ		1,00	-321	-111	329	1169	2009	2926	3824	4435	4989	5199	5199				8866
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			284	439	813	1653	2493	3476	4429	5040	5594	5870	5936				11286
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			1471	1738	2222	3063	3903	7780	14260	19509	22066	22046	17808				12555
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0	W/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				499
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0	W/ατομο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0	W/ατομο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0	W/ατομο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1471	1738	2222	3063	3903	7780	14260	19509	22066	22046	17808				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1471	1738	2222	3063	3903	7780	14260	19509	22066	22046	17808				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			10533	9057	35956												
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			18832	16193	64284												
ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΑΟΥ			W	Kcal/h	Btu/h												

Παρατηρούμε ότι ενώ τα συνολικά θερμικά φορτία την 22<sup>α</sup> Αυγούστου είναι **10,533 Kw**, την ίδια μέρα την 16<sup>η</sup> ώρα τα φορτία είναι τα μέγιστα, σχεδόν διπλάσια **22,066 Kw**.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΒΔ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ  
ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



ΤΟΜΗ

ΚΑΤΟΨΗ

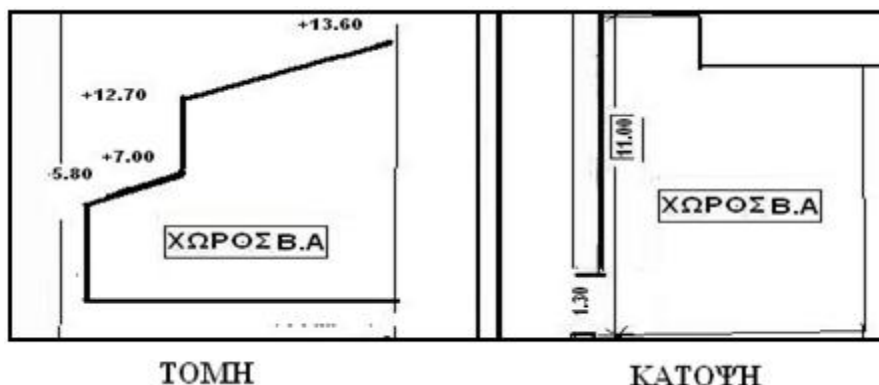
**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 2.**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	F ή L m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα												ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		3,00	29	32	34	34	34	34	34	34	32	29	34	59	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			29	32	34	34	34	34	34	34	32	29	34	59	
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	1,6	3,00	149	163	177	177	177	177	177	163	149	177	302	102	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			149	163	177	177	177	177	177	163	149	177	302	102	
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			178	194	211	211	211	211	211	194	178	211	361	102	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,0	64,00	0	0	0	0	0	0	0	31	67	104	134	1342	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Θερμότητα δια των τοίχων			0	0	0	0	0	0	0	31	67	104	134	1342	
ΟΡΟΦΗ	2,0	45,00	-351	-252	-45	351	747	1179	1602	1890	2151	2250	2250	1980	
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	80,00	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	3696	
ΥΨΟΣ		1,00	-15	84	291	687	1083	1515	1938	2226	2487	2586	2586	5676	
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			-15	84	291	687	1083	1515	1938	2257	2554	2690	2720	7018	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			163	278	502	898	1294	1726	2149	2451	2732	2901	3081	7447	
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	ΑΕΡΙΣΜΟΣ	
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326	
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN ΒΑ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1363	1478	1702	2098	2494	2926	3349	3651	3932	4101	4281		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1363	1478	1702	2098	2494	2926	3349	3651	3932	4101	4281		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			2852	2452	9736										
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			11170	9605	38130										
ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΣ ΖΩΝΗ ΒΑ			W	Kcal/h	Btu/h										

Παρατηρούμε ότι ενώ τα συνολικά θερμικά φορτία την 22<sup>α</sup> Αυγούστου είναι 2,852 Kw, την

ίδια μέρα την 18<sup>η</sup> ώρα τα φορτία είναι τα μέγιστα, 4,281 Kw.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ Β.Α.ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ  
ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



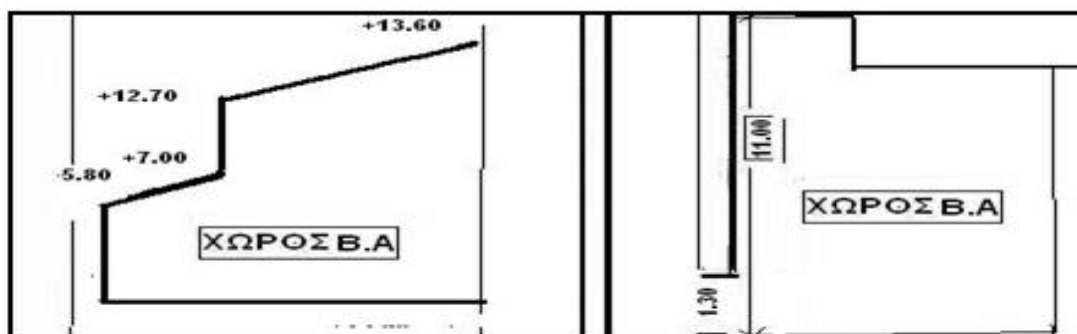
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 3.

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	F ή L m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα												ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		3,00	29	32	34	34	34	34	34	32	29	34	59	22	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			29	32	34	34	34	34	34	32	29	34	59		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	1,5	3,00	144	158	171	171	171	171	171	158	144	171	293	99	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-ti			144	158	171	171	171	171	171	158	144	171	293	99	
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			173	189	205	205	205	205	205	189	173	205	351	99	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,0	80,00	0	0	0	0	0	0	0	39	85	131	169	1694	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Θερμότητα δια των τοίχων			0	0	0	0	0	0	0	39	85	131	169	1694	
ΟΡΟΦΗ	2,0	45,00	-351	-252	-45	351	747	1179	1602	1890	2151	2250	2250	1980	
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	80,00	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	3714	
ΥΨΟΣ		1,00	-13	86	293	689	1085	1517	1940	2228	2489	2588	2588	5694	
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			-13	86	293	689	1085	1517	1940	2266	2573	2719	2757	7388	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			159	275	498	894	1290	1722	2145	2455	2746	2924	3108	7813	
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	ΑΕΡΙΣΜΟΣ	
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326	
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1359	1475	1698	2094	2490	2922	3345	3655	3946	4124	4308		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1359	1475	1698	2094	2490	2922	3345	3655	3946	4124	4308		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			2856	2456	9749										
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			11720	10077	40006										
ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΣ ΖΩΝΗ ΒΑ			W	Kcal/h	Btu/h										

Παρατηρούμε ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο **ΤΜΗΜΑΤΟΣ (ΒΑ)** του ναού είναι

**2.86 KW.** Όμως την 18<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα θερμικά φορτία είναι **4.30 KW.**

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ Ν.Α ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ  
ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



ΤΟΜΗ

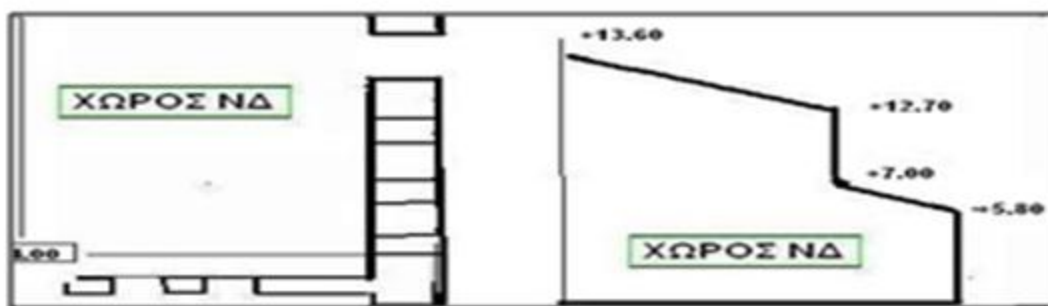
ΚΑΤΟΨΗ

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 4.**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m <sup>2</sup> K	F ή L m <sup>2</sup> ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		2,00	21	42	71	102	112	102	71	42	21	16	8			35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			21	42	71	102	112	102	71	42	21	16	8			
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	1,5	2,00	105	210	357	510	561	510	357	210	105	81	39			66
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt <sub>ισθ</sub> =t <sub>a</sub> -t <sub>l</sub>			105	210	357	510	561	510	357	210	105	81	39			66
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			126	252	428	612	673	612	428	252	126	97	47			66
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,0	20,00	59	50	40	40	40	40	40	70	117	130	140			396
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Θερμότητα δια των τοίχων			59	50	40	40	40	40	40	70	117	130	140			396
ΟΡΟΦΗ	2,0	45,00	-351	-252	-45	351	747	1179	1602	1890	2151	2250	2250			1980
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	80,00	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336			3696
ΥΨΟΣ		1,00	-15	84	291	687	1083	1515	1938	2226	2487	2586	2586			5676
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			44	134	331	727	1123	1555	1978	2296	2604	2716	2726			6072
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			170	386	759	1339	1796	2167	2406	2548	2730	2813	2773			6405
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m <sup>2</sup>		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200			ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			267
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN_ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1370	1586	1959	2539	2996	3367	3606	3748	3930	4013	3973			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1370	1586	1959	2539	2996	3367	3606	3748	3930	4013	3973			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			3008	2586	10268											
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			9607	8260	32794											
ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΣ ΖΩΝΗ ΝΑ			W	Kcal/h	Btu/h											

Παρατηρούμε ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο **ΤΜΗΜΑΤΟΣ (ΝΑ)** του ναού είναι **3,08 KW**. Όμως την 18<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα θερμικά φορτία είναι **4,10 KW**.

Υ ΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ Ν.Δ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ  
ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



ΚΑΤΟΥΗ

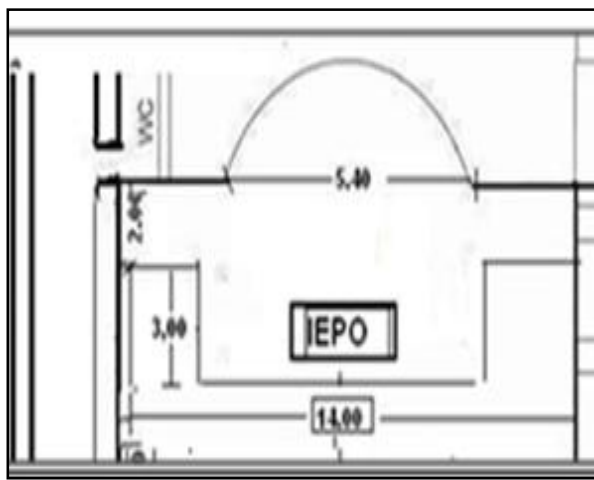
ΤΟΜΗ

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 5.**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m <sup>2</sup> K	F ή L m <sup>2</sup> ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα												ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Θερμότητα δια των τοίχων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΡΟΦΗ	2,0	45,00	-351	-252	-45	351	747	1179	1602	1890	2151	2250	2250	1980		1980	
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	80,00	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	3696		3696	
ΥΨΟΣ		1,00	-15	84	291	687	1083	1515	1938	2226	2487	2586	2586	5676		5676	
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			-15	84	291	687	1083	1515	1938	2226	2487	2586	2586	5676		5676	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			-15	84	291	687	1083	1515	1938	2226	2487	2586	2586	5676		5676	
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m <sup>2</sup>		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	ΑΕΡΙΣΜΟΣ			
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN_ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1185	1284	1491	1887	2283	2715	3138	3426	3687	3786	3786				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1185	1284	1491	1887	2283	2715	3138	3426	3687	3786	3786				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			2606	2241	8896												
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			8514	7321	29063												
ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΣ ΖΩΝΗ ΝΑ			W	Kcal/h	Btu/h												

Παρατηρούμε ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο **ΤΜΗΜΑΤΟΣ(ΝΑ)** του ναού είναι **2,60 KW**. Όμως την 18<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα θερμικά φορτία είναι **3,78 KW**.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ "ΙΕΡΟΥ" ΤΟΥ ΝΑΟΥ  
ΕΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



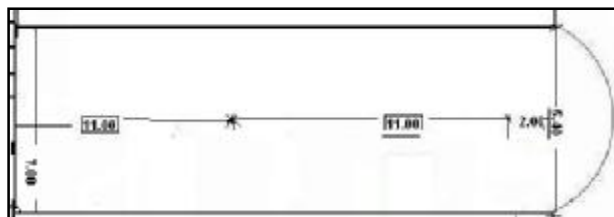
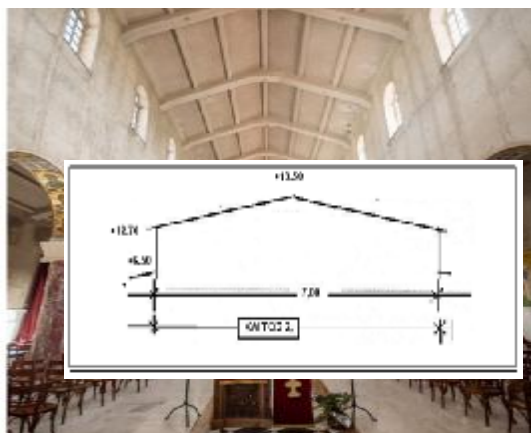
**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 6.**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	F ή L m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		7,00	932	819	557	244	80	80	80	80	74	67	57	27			22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			932	819	557	244	80	80	80	74	67	57	27				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	7,00	15540	13650	9275	4060	1330	1330	1330	1225	1120	945	455				770
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			15540	13650	9275	4060	1330	1330	1330	1225	1120	945	455				770
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			16472	14469	9832	4304	1410	1410	1410	1299	1187	1002	482				770
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	90,00	883	789	773	789	883	1309	1577	1672	1577	1482	1404				3469
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια των τοίχων			883	789	773	789	883	1309	1577	1672	1577	1482	1404				3469
ΟΡΟΦΗ	2,0	80,00	-624	-448	-80	624	1328	2096	2848	3360	3824	4000	4000				3520
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	70,00	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294				3234
ΥΨΟΣ		1,00	-330	-154	214	918	1622	2390	3142	3654	4118	4294	4294				6754
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			553	635	987	1707	2505	3699	4719	5326	5695	5776	5698				10223
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			17026	15104	10818	6010	3915	5109	6129	6624	6882	6778	6180				11492
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050				ΛΕΡΙΣΜΟΣ
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				499
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN_ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			18076	16154	11868	7060	4965	6159	7179	7674	7932	7828	7230				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			18076	16154	11868	7060	4965	6159	7179	7674	7932	7828	7230				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			9284	7983	31692												
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			17238	14822	58843												
ΙΕΡΟ			W	Kcal/h	Btu/h												

Παρατηρούμε ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο **ΤΜΗΜΑΤΟΣ (ΙΕΡΟΥ)** του ναού είναι **9,3 KW**. Όμως την 17<sup>η</sup> και 18<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα θερμικά φορτία είναι **7,90 KW**.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΥΡΙΩΣ (ΜΑΧ ΥΨΟΣ) ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

ΝΟΤΙΟΥ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

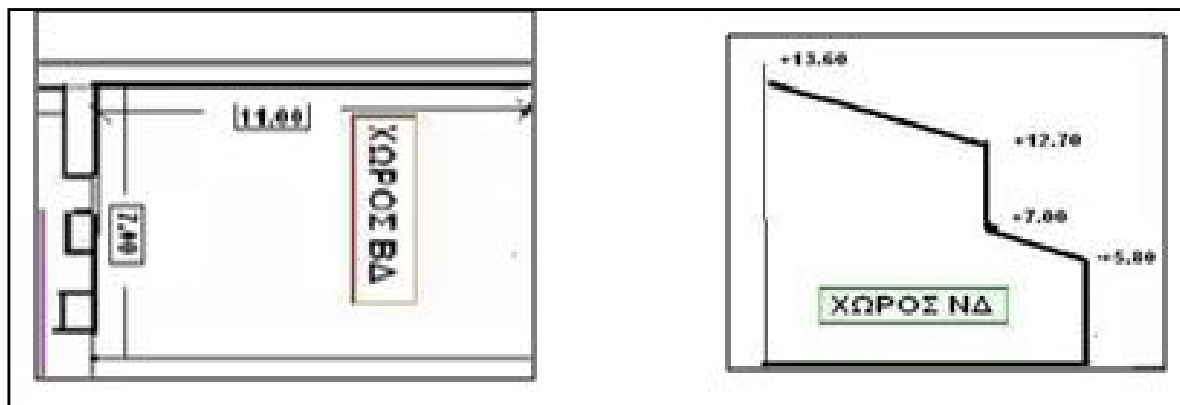


### ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 7.

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2	12 m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		12,00	115	126	137	137	137	137	137	126	115	137	234	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		12,00	126	252	428	612	673	612	428	252	126	97	47	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		5,00	48	53	57	57	57	174	398	585	666	654	480	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			289	431	622	806	867	923	963	963	907	888	761	
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	12,00	1920	2100	2280	2280	2280	2280	2100	1920	2280	3900	1320	
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	12,00	2100	4200	7140	10200	11220	10200	7140	4200	2100	1620	780	1320
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	5,00	800	875	950	950	950	2900	6625	9750	11100	10900	8000	550
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-tl			4820	7175	10370	13430	14450	15380	16045	16050	15120	14800	12680	3190
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			5109	7606	10992	14236	15317	16303	17008	17013	16027	15688	13441	3190
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	20,00	0	0	0	0	0	0	0	122	268	413	535	5350
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	20,00	803	681	535	535	535	535	535	948	1581	1751	1897	5350
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	14,00	972	884	777	777	777	884	972	972	972	1078	1184	3887
Θερμότητα δια των τοίχων			1774	1564	1313	1313	1313	1419	1507	2042	2820	3242	3616	14588
ΟΡΟΦΗ	2,0	150,00	-1170	-840	-150	1170	2490	3930	5340	6300	7170	7500	7500	6600
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΥΨΟΣ		7,00	-1170	-840	-150	1170	2490	3930	5340	6300	7170	7500	7500	6600
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			604	724	1163	2483	3803	5349	6847	8342	9990	10742	11116	21188
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>			<b>5714</b>	<b>8330</b>	<b>12155</b>	<b>16718</b>	<b>19120</b>	<b>21651</b>	<b>23855</b>	<b>25355</b>	<b>26017</b>	<b>26430</b>	<b>24557</b>	<b>25393</b>
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1015
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΤΟΜΑ ΔΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ</b>			<b>5714</b>	<b>8330</b>	<b>12155</b>	<b>16718</b>	<b>19120</b>	<b>21651</b>	<b>23855</b>	<b>25355</b>	<b>26017</b>	<b>26430</b>	<b>24557</b>	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα</b>			<b>5714</b>	<b>8330</b>	<b>12155</b>	<b>16718</b>	<b>19120</b>	<b>21651</b>	<b>23855</b>	<b>25355</b>	<b>26017</b>	<b>26430</b>	<b>24557</b>	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ</b>			<b>19082</b>	<b>16408</b>	<b>65138</b>									
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ</b>			<b>38090</b>	<b>32751</b>	<b>130022</b>									
<b>ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΣ ΥΨΗΛΟ ΚΑΙΤΟΣ</b>			<b>W</b>	<b>Kcal/h</b>	<b>Btu/h</b>									

Παρατηρούμε ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο (**ΚΥΡΙΩΣ max ΥΨΟΣ**) του ναού είναι **19,08 KW**. Όμως την 17<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα μέγιστα θερμικά φορτία είναι **26,43 KW**.

ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΒΔ ΧΩΡΟΥ ΛΟΓΩ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



ΚΑΤΟΥΨΗ

ΤΟΜΗ

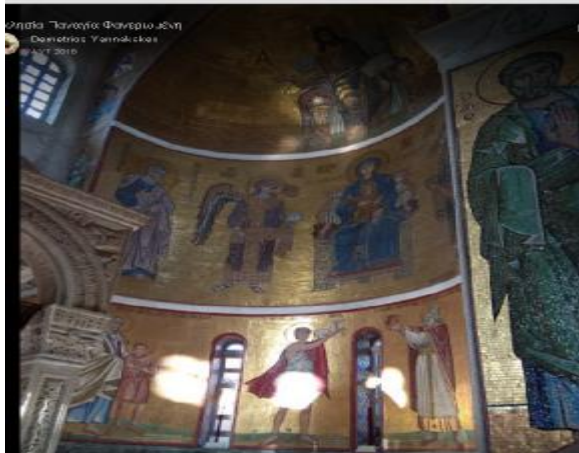
**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 8.**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	12 m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		6,00	63	126	214	306	337	306	214	126	63	49	23				35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		5,00	48	53	57	57	57	174	398	585	666	654	480				
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			111	179	271	363	394	480	612	711	729	703	503				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	6,00	1050	2100	3570	5100	5610	5100	3570	2100	1050	810	390				660
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	5,00	800	875	950	950	950	2900	6625	9750	11100	10900	8000				550
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			1850	2975	4520	6050	6560	8000	10195	11850	12150	11710	8390				1210
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			1961	3154	4791	6413	6954	8480	10807	12561	12879	12413	8893				1210
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	-38	-32	-25	-25	-25	-25	-25	-44	-74	-82	-89				-251
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	-52	-48	-42	-42	-42	-48	-52	-52	-52	-58	-64				-209
Θερμότητα δια των τοίχων			-90	-79	-67	-67	-67	-73	-77	-97	-126	-140	-153				-460
ΟΡΟΦΗ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΥΨΟΣ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			-90	-79	-67	-67	-67	-73	-77	-97	-126	-140	-153				-460
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			1871	3074	4724	6346	6887	8407	10729	12464	12753	12273	8741				1375
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ΛΕΡΙΣΜΟΣ
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				625
ΑΤΟΜΑ ΔΙΣΘ.	48,0 KN ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΤΟΜΑ ΔΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1871	3074	4724	6346	6887	8407	10729	12464	12753	12273	8741				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1871	3074	4724	6346	6887	8407	10729	12464	12753	12273	8741				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			8025	6900	27392												
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			2063	1774	7042												
ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ (ΒΔ)			W	Kcal/h	Btu/h												

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:** Πρόσθεταθερμικά φορτία πρέπει να προστεθούν στη Ζώνη (ΒΔ) του ναού λόγω ακτινοβολίας που προκύπτει από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων και είναι **8,02 KW**. Όμως την 16<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα μέγιστα θερμικά φορτία είναι **12,753 KW**.



ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ "ΙΕΡΟΥ" ΛΟΓΩ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΔΥΤΙΚΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ



‘ΙΕΡΟ ΒΗΜΑ’



ΔΥΤΙΚΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 9**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	12 m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		10,00	96	105	114	114	114	348	795	1170	1332	1308	960			
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			96	105	114	114	114	348	795	1170	1332	1308	960			
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	10,00	1600	1750	1900	1900	1900	5800	13250	19500	22200	21800	16000	1100		1100
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			1600	1750	1900	1900	1900	5800	13250	19500	22200	21800	16000	1100		1100
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			1696	1855	2014	2014	2014	6148	14045	20670	23532	23108	16960	1100		1100
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	0,00	-105	-95	-84	-84	-84	-95	-105	-105	-105	-116	-127	-418		-418
Θερμότητα δια των τοίχων			-105	-95	-84	-84	-84	-95	-105	-105	-105	-116	-127	-418		-418
ΟΡΟΦΗ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΥΨΟΣ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			-105	-95	-84	-84	-84	-95	-105	-105	-105	-116	-127	-418		-418
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			1592	1760	1930	1930	1930	6053	13941	20566	23428	22992	16833	1278		1278
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	596
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 KN_ΒΔ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΤΟΜΑ ΔΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1592	1760	1930	1930	1930	6053	13941	20566	23428	22992	16833			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1592	1760	1930	1930	1930	6053	13941	20566	23428	22992	16833			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			10269	8829	35053											
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			1917	1648	6544											
ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ "ΙΕΡΟΥ"			W	Kcal/h	Btu/h											

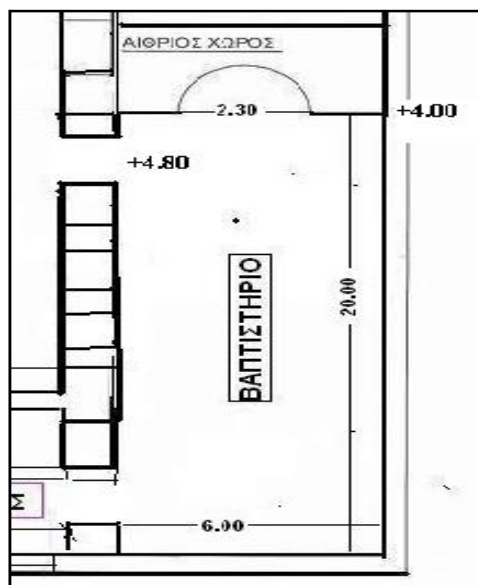
**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:** Πρόσθεταθερμικά φορτία πρέπει να προστεθούν στη Ζώνη (ΙΕΡΟ) του ναού λόγω ακτινοβολίας που προκύπτει από τον προσανατολισμό των ΔΥΤΙΚΩΝ

ανοιγμάτων και είναι **10,2 KW**. Όμως την 16<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα μέγιστα θερμικά φορτία είναι **23,4 KW**.

**ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΖΩΝΗΣ ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ ΝΑΟΥ**



**ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ**



**ΚΑΤΟΨΗ ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟΥ**

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 10**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2f	12 m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		5,00	53	105	179	255	281	255	179	105	53	41	20				35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			53	105	179	255	281	255	179	105	53	41	20				
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	5,00	875	1750	2975	4250	4675	4250	2975	1750	875	675	325				550
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοθ=ta-t1			875	1750	2975	4250	4675	4250	2975	1750	875	675	325				550
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			928	1855	3154	4505	4956	4505	3154	1855	928	716	345				550
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	1,9	70,00	408	346	272	272	272	272	482	803	889	963	2717				
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	1,9	70,00	732	665	585	585	585	665	732	732	732	811	891				2926
Θερμότητα δια των τοίχων			1139	1011	857	857	857	937	1003	1213	1534	1701	1854				5643
ΟΡΟΦΗ	2,0	160,00	-1248	-896	-160	1248	2656	4192	5696	6720	7648	8000	8000				7040
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	160,00	672	672	672	672	672	672	672	672	672	672	672				7392
ΥΨΟΣ		1,00	-576	-224	512	1920	3328	4864	6368	7392	8320	8672	8672				14432
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			563	787	1369	2777	4185	5801	7371	8605	9854	10373	10526				20075
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡ			1491	2642	4522	7282	9140	10306	10525	10460	10782	11088	10871				21046
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				421
ΑΤΟΜΑ ΔΙΣΘ.	48,0 KN_ΒΑ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΑΤΟΜΑ ΔΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			1491	2642	4522	7282	9140	10306	10525	10460	10782	11088	10871				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			1491	2642	4522	7282	9140	10306	10525	10460	10782	11088	10871				
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			8101	6965	27653												
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			31570	27145	107766												
ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ (Δ)			W	Kcal/h	Btu/h												

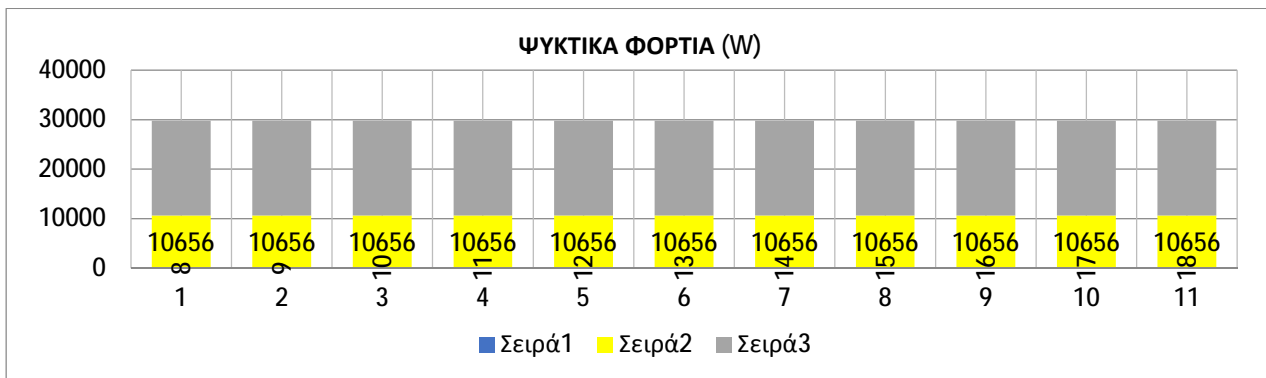
**Παρατηρούμε** ότι το συνολικό φορτίο θέρους για τον χώρο (**ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟ**) του ναού είναι 8,10 **KW**. Όμως την 17<sup>η</sup> μ.μ. ώρα τα μέγιστα θερμικά φορτία είναι **11,09 KW**.

ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ – ΚΥΡΙΩΣ Ν.Α.Θ.Υ. – ΣΤΙΣ 22 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΗΝ 17<sup>η</sup> Ώρα μ.μ

ΠΛΗΘΟΣ 222 ΑΤΟΜΩΝ

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 11**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	F ή L m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=ta-t1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια των τοίχων 72			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΡΟΦΗ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΠΕΛΟ	2,1	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΥΨΟΣ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & τοίχων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ΑΕΡΙΣΜΟΣ
Ατομα στο χώρο κατά την ώρα			222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	0
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣΘ.	48,0 W/ατομο		10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	
ΑΤΟΜΑ ΛΑΝΘ.	38,0 W/ατομο		8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	8436	
ΑΤΟΜΑ ΣΥΝ.	86,0 W/ατομο		19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	10656	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	19092	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατά την ώρα			29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	29748	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ			29748	25579	101547										
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			0	0	0										
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΤΟΜ			W	Kcal/h	Btu/h										

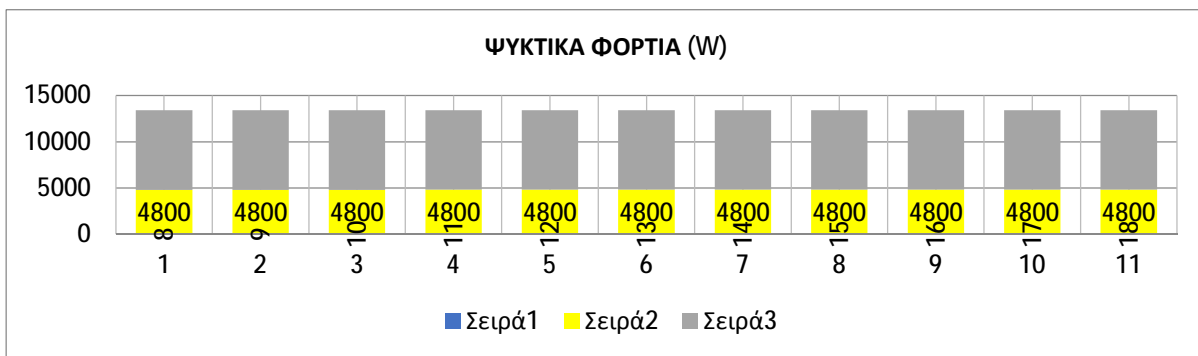


Τα συνολικά θερμικά κέρδη στον κυρίως χώρο του ναού είναι **29,748 KW**. Επίσης στο διάγραμμα δειχνονται τα αισθητά και τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία.

**ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΠΛΗΘΟΣ ΑΤΟΜΩΝ**

**ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΥ 12**

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	k W/m2K	F ή L m2 ή m	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε W κατά την ώρα											ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
ΑΝΟΙΓΜΑ Β		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Α		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ακτινοβολία δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΝΟΙΓΜΑ Β	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Α	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Ν	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΝΟΙΓΜΑ Δ	5,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μεταφορά δια ανοιγμάτων Δt,ισοδ=τα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια των ανοιγμάτων			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Β	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΒΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Α	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΑ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Ν	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ ΝΔ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΟΙΧΟΣ Δ	2,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια των το		72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΡΟΦΗ	1,9	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΑΠΕΔΟ	2,1	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΥΨΟΣ		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θερμότητα δια οροφής, δαπέδου & το			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ποσοστό % φωτ/κών κατά την ώρα			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ	15,0 W/m2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ΕΡΙΣΜΟΣ
Άτομα στο χώρο κατά την ώρα			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
ΑΤΟΜΑ ΑΙΣ	48,0 W/ατομο		4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	
ΑΤΟΜΑ ΛΑ	38,0 W/ατομο		3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	
ΑΤΟΜΑ ΣΥΓ	86,0 W/ατομο		8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕ			4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΦΟΡΤΙΟ			8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	8600	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ κατ			13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	13400	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΟΥΣ</b>			<b>13400</b>	<b>11522</b>	<b>45742</b>										
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΕΙΜΩΝΟΣ			0	0	0										
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ</b>			<b>W</b>	<b>Kcal/h</b>	<b>Btu/h</b>										



Τα συνολικά θερμικά κέρδη στον χώρο του **ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟΥ** του ναού είναι **13,40 KW**. Επίσης στο διάγραμμα δειχνονται τα αισθητά και τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία.

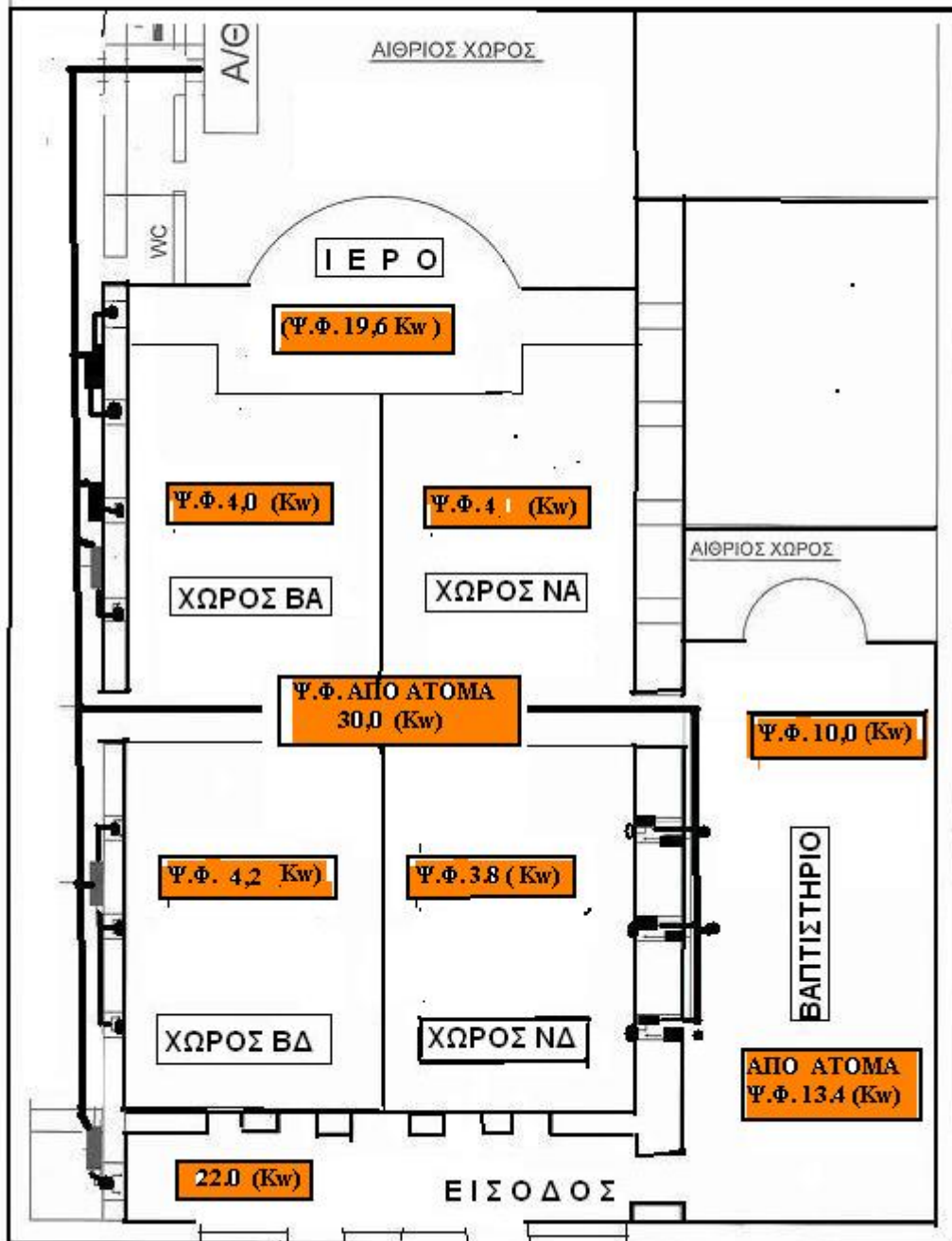
Συγκεντρώνουμε όλα τα υπολογιστικά φύλλα σ' ένα πίνακα με τα συνολικά ημερήσια φορτία με τα **ημερήσια ψυκτικά φορτία, το μέγιστο ψυκτικά φορτία την ώρα της ημέρας**, που προκύπτουν από τα **δομικά στοιχεία** του κτιρίου, και επίσης τα **πρόσθετα ψ.φ.** από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία μέσω των παραθύρων γιατί είναι σημαντικά και από την συγκέντρωση του πλήθους των ανθρώπων. Τα ψυκτικά φορτία από φωτισμό είναι αμελητέα διότι ο ρυθμός του Ναού έχει μεγάλα και πολλά ανοίγματα γιατί οι λειτουργίες γίνονταν με το φως του ήλιου και το φως των κεριών. Βέβαια τα θερμικά φορτία από τα αναμμένα κεριά δεν είναι αμελητέα και έχουν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς ειδικά στην λειτουργία του Εσπερινού την ημέρα της 22<sup>ας</sup> Αυγούστου.

<b>ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ</b>				
<b>ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>	<b>ΩΡΙΑΙΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>	<b>ΩΡΙΑΙΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>
<b>ΖΩΝΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ</b>	<b>Kw</b>		<b>Kw</b>	
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 1	10.533	22.066	10.533	22.066
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 2	2.852	4.281	2.852	4.281
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 3	3.008	4.013	3.008	4.013
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 4	3.008	4.013	3.008	4.013
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 5	2.606	3.786	2.606	3.786
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 6	9.284	7.932	9.284	7.932
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 7	19.082	26.430	0	0
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 8	8.101	11.088	8.101	11.088
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	<b>58.474</b>	<b>83.609</b>	<b>39.392</b>	<b>57.179</b>
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 9	8.025	12.753	8.025	12.753
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 10	10.269	23.428	10.269	23.428
<b>ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝ. ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ</b>	<b>18.293</b>	<b>36.180</b>	<b>18.293</b>	<b>36.180</b>
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 11	29.748	29.748	29.748	29.748
ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 12	13.400	13.400	13.400	13.400
<b>ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ</b>	<b>43.148</b>	<b>43.148</b>	<b>43.148</b>	<b>43.148</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ</b>	<b>101.622</b>	<b>126.757</b>	<b>82.540</b>	<b>100.327</b>

Στις στήλες δείχνονται οι τιμές των ψυκτικών φορτίων αναλυτικά και συγκεντρωτικά, υπάρχουν όμως περιορισμοί με άλλους παράγοντες, εργονομικές διαστάσεις, διαστάσεις μηχανημάτων, κασέτες αεραγωγοί κ.λ.π.

Η τελική επιλογή των **ψυκτικών φορτίων** του ναού συνυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους αποτυπώνεται στο παρακάτω σχέδιο (**Z1**).

ΣΧΕΔΙΟ- ΖΩΝΕΣ ΝΑΟΥ



ΣΧΗΜΑ Ζ1

Στις διάφορες **Ζώνες Κλιματισμού**, έχουν επιλεγεί τα ψυκτικά φορτία λαμβάνοντας υπ' όψη μας το θεωρητικό πλαίσιο των θερμικών διαστρωματώσεων, μεταχρονισμού και πρόψυξης. Κατανέμοντας τα Ψ.Φ. στις **Ζώνες Κλιματισμού** έχουμε μέγιστο απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο : **Ψ.Φ.=80.0 ( Kw)**.

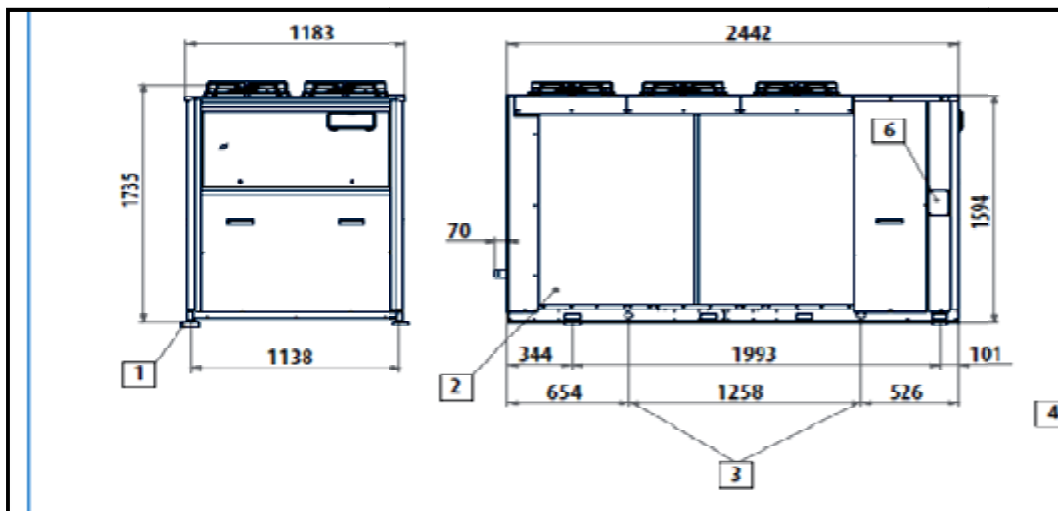


### 3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

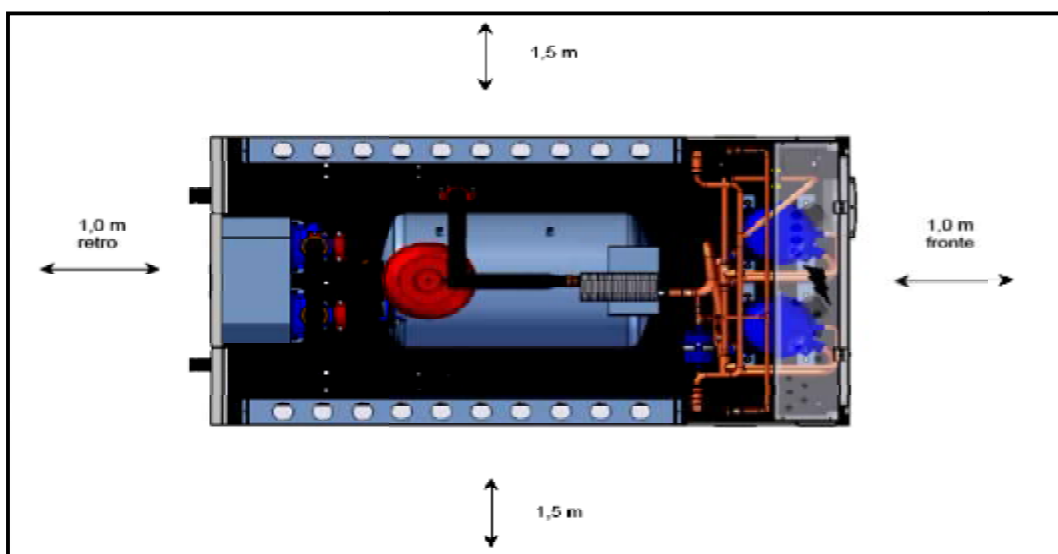
Επιλέγουμε την Αντλία Θερμότητα **GALLETTI LCX 90** ΑΕΡΑ – ΝΕΡΟΥ.



Φωτογραφία από αντλία θερμότητας



Φωτογραφία αντλίας θερμότητας σε τομή



Φωτογραφία αντλίας θερμότητας σε κάτοψη.

LCX...CS		091	092
Power supply	V-ph-Hz	400 - 3N - 50	
Cooling capacity (1) (E)	kW	88,6	88,6
Power input (1) (E)	kW	31,3	32,2
EER (1) (E)		2,83	2,75
ESEER (E)		3,29	3,61
Eurovent efficiency class		C	C
Water flow (1)	l/h	15284	15284
Water pressure drop (1) (E)	kPa	32	32
Available pressure head - standard pump (1)	kPa	130	130
Maximum current absorption	A	91	91
Startup current	A	261	261
Startup current with softstarter kit	A	199	199
No. of compressors / circuits		2/2	2/1
Buffer tank volume	dm <sup>3</sup>	220	220
Expansion vessel	dm <sup>3</sup>	12	12
Sound power level (2) (E)	dB(A)	83	83
Transport weight unit with pump and tank	kg	918	918
Operating weight unit with pump and full tank	kg	1138	1138

Εξετάζοντας τα παραπάνω στοιχεία της Αντλίας Θερμότητας **GALLETTI LCX 90** παρατηρούμε τα εξής:

- **Ικανότητα ψύξης 88,6 Kw**
- **Παροχή νερού 15.284 l/h**

Αποφασίστηκε όπως η Α/Θ κατασκευαστεί με (2) δύο συμπιεστές δίνοντας την δυνατότητα για οικονομικότερη λειτουργία της εγκατάστασης όταν δεν απαιτείται το σύνολο των ψυκτικών φορτίων στον Ναό σε μια καθημερινή λειτουργία ή σε μια ακολουθία π.χ. Εσπερινού.

Η λειτουργία των Αντλιών Θερμότητας μεγάλης ισχύος είναι **ON – OFF**, αυτό σημαίνει ότι κατά την λειτουργία τους η ποσότητα του νερού στο δίκτυο πρέπει να είναι ανάλογη για να μην προκύπτουν υψηλές πιέσεις στα στοιχεία με αποτέλεσμα την διακοπή λειτουργίας λόγω αποτελέσματος βλάβης. Στην συνέχεια, η εξέταση των στοιχείων της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μας δίνει τα εξής στοιχεία:

Ανισοκατανομή ισχύος στις τρεις φάσεις της Α/Θ, 65 A – 42 A – 35 A.

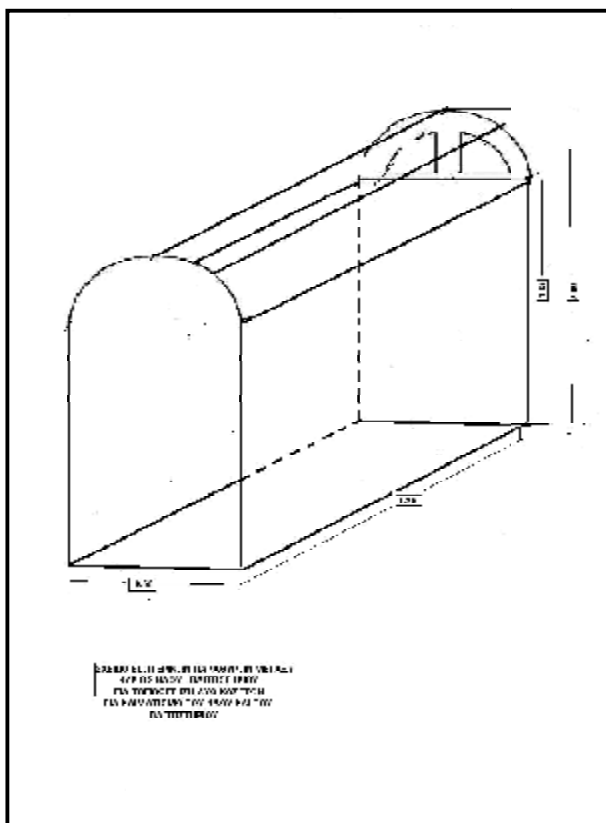
Επειδή η τιμή των 64 A είναι οριακή στους κεντρικούς ασφαλειοδιακόπτες του Κεντρικού Ηλεκτρικού Πίνακα, συνδέουμε τους ανεμιστήρες ισχύος 12 Kw από την γραμμή (φάση 1) των 65 A στην γραμμή (φάση 2) των 35A. Επίσης, στην γραμμή (φάση 3) συνδέουμε την λειτουργία των κασετών πού η ηλεκτρική ισχύς τους από τους πίνακες είναι 5 A.Ισοκατανέμοντας τα ηλεκτρικά φορτία στις τρεις φάσεις ξεπερνάμε ένα σημαντικό πρόβλημα στην λειτουργία του συστήματος.

Είναι πολύ σημαντικό επίσης να τοποθετήσουμε στην σύνδεση της Α/Θ με το δίκτυο ύδρευσης μειωτή πίεσης ώστε να ρυθμίσουμε την πίεση του δικτύου της εγκατάστασης στην υπολογισθείσα τιμή, όπως επίσης πρέπει να τοποθετηθεί φίλτρο νερού δυνατότητας κατακράτησης πολύ μικροσκοπικών σωματιδίων πού αν εισέλθουν στην εγκατάσταση, και ειδικά στις σωληνώσεις των στοιχείων της Α/Θ, τα προβλήματα λειτουργίας της είναι σοβαρά και οι βλάβες με μεγάλο οικονομικό κόστος.

Επίσης παρατηρούμε ότι στις διαστάσεις του πλάτους 1,83 μ. δεν υπάρχει η δυνατότητα να κινηθεί από τις πόρτες του ναού για να τοποθετηθεί στον αίθριο χώρο, αλλά πρέπει να τοποθετηθεί με ανυψωτικό μηχάνημα λαμβάνοντας υπ' όψη και το βάρος της πού ανέρχεται σε 1138 kg.Η παράμετρος αυτή πού επιβαρύνει το κόστος εγκατάστασης έχει ληφθεί υπόψη, όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο που μελετούσαμε την εξέταση του κτιρίου και τα χαρακτηριστικά των χώρων.

### **3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ fan-coils ( ΚΑΣΕΤΩΝ ΟΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ - ΝΕΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ UFN)**

Με δεδομένο ότι η επιλογή των κασετών θα γίνει και με τον περιορισμό των διαστάσεων εφόσον το μόνο σημείο τοποθέτησής τους είναι το εσωτερικό των παραθύρων και ειδικά των παραθύρων της εσωτερικής τοιχοποιίας ανάμεσα στον κυρίως ναό και το βαπτιστήριο πού πρέπει να τοποθετηθούν διπλές κασέτες για να λειτουργούν ανεξάρτητες για τους δύο χώρους. Το σύστημα λοιπόν κασετών –πλένουμ-αεραγωγών και στομίων απαιτεί ακριβείς υπολογισμούς και επιλογές πού αν αστοχήσουν θα υπάρχει οικονομική επιβάρυνση και όχι σωστή λειτουργία. Από την έρευνα αγοράς μας, καταλήξαμε στην επιλογή της Ιταλικής εταιρείας GALLETTI με σαφή πλεονεκτήματα.

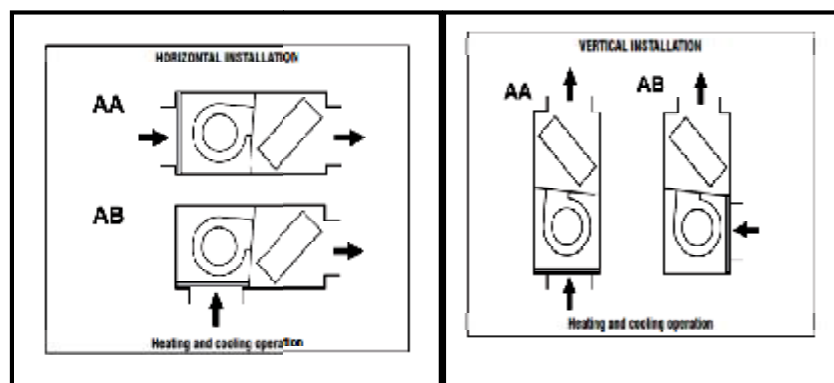


### ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ

Το παραπάνω σχέδιο και η φωτογραφία δίνουν μια εικόνα της πραγματικότητας και των δυσκολιών που υπάρχουν. Στη συνέχεια υπάρχουν φωτογραφίες από την κατασκευή που μας δίνουν το τελικό αποτέλεσμα εναρμονισμένο στην αισθητική και τεχνική διάσταση του έργου. Επίσης, παρουσιάζονται πίνακες και στοιχεία από τεχνικά εγχειρίδια που μας οδήγησαν στην τελική επιλογή μας και για τις υπόλοιπες κλιματιστικές συσκευές και μηχανήματα.

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΣΕΤΩΝ ΑΕΡΑ – ΝΕΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

### ΚΑΘΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ



UTN	accessories	$\Delta Pa$	$Q_a$ (m <sup>3</sup> /h)																		
			300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
			TFA - TFM	Pa	1	1	2	3	4	6	7	9	11	13	13	17	20	23	26	29	32
CA2	Pa	1	3	5	8	11	15	20	25	31	37	44	-	-	-	-	-	-	-	-	
CA3	Pa	-	-	1	2	3	5	7	9	12	15	19	23	27	31	36	41	47	52	59	
CAF2	Pa	4	8	12	17	22	29	36	44	53	62	72	-	-	-	-	-	-	-	-	
CAF3	Pa	2	4	5	8	10	13	17	20	24	29	33	39	44	50	56	62	69	76	83	
CM1	Pa	13	24	37	53	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CM2	Pa	1	1	2	3	5	6	7	9	11	13	16	-	-	-	-	-	-	-	-	
CM3	Pa	-	-	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	10	

	Vr	Lw							Lw <sub>A</sub>
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	
UTN 6 - 6A	max	40,6	53,6	56,0	58,9	56,7	50,9	42,1	63
	med	36,5	49,2	51,2	52,0	48,2	44,9	36,5	57
	min	29,5	42,9	40,9	43,3	39,3	33,9	24,9	48
UTN 8 - 8A	max	43,8	47,0	60,0	62,0	60,7	54,8	46,2	66
	med	40,7	53,8	53,8	57,0	53,6	50,6	43,3	61
	min	33,8	47,7	47,0	49,8	47,0	41,9	33,5	54
UTN 12 - 12A	max	45,0	56,9	60,8	64,7	63,5	57,7	49,7	69
	med	41,5	52,6	56,9	59,0	54,7	50,9	40,5	63
	min	37,0	48,8	53,0	54,4	50,0	48,6	33,5	59
UTN 16 - 16A	max	50,7	62,1	64,8	68,1	66,5	62,5	56,2	72
	med	45,0	57,5	60,1	62,5	58,9	56,4	49,2	67
	min	40,5	53,4	55,9	57,5	54,3	50,3	42,4	62
UTN 22 - 22A	max	52,0	62,5	65,2	70,0	69,2	64,5	58,2	74
	med	46,2	57,7	59,9	62,8	60,5	57,1	50,0	67
	min	38,3	50,6	54,2	55,9	53,1	47,8	41,5	60
UTN 30 - 30A	max	61,0	70,5	70,0	72,5	71,1	69,6	63,8	78
	med	58,3	65,1	67,1	67,9	65,8	64,2	56,7	73
	min	52,1	61,3	62,3	63,8	62,6	60,7	49,1	69

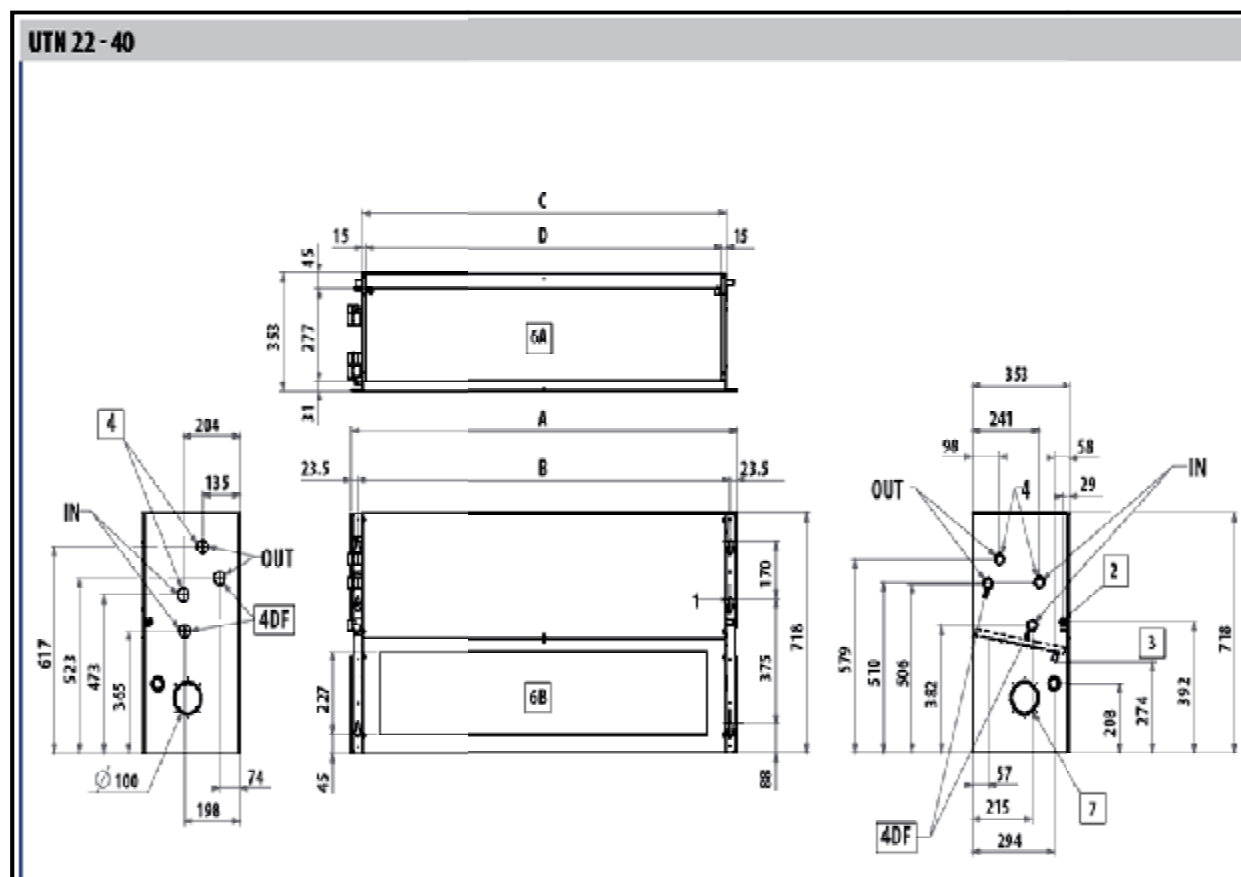
7 SOUND POWER LEVELS FOR OCTAVE BAND

Legend:

P<sub>st</sub> Available static pressure

L<sub>wA</sub> A-weighted sound power

Vr Fan speed: 3= high 2= medium 1= low



**LEGEND**

1	Air quick-coupling slots
2	Drain outlet for horizontal installation
3	Drain outlet for vertical installation
4	Water connections on the right
4DF	Additional heat exchanger water connections
5	Air outlet
	Air intake
6	6-A supply condition
	6-B modifiable during installation
7	Circular pre-cut slot (Ø 100 mm) for intake of external air

UTN	A	B	C	D	2	3	4	4DF
22 - 22A	1174	1127	1096	1066	17	17	1"	1"
30 - 30A	1364	1337	1306	1276	17	17	1"	1"
40 - 40A	1594	1547	1516	1486	17	17	1"	1"

- (1) Water temperature 7 / 12°C, air temperature D.B. 27°C, W.B. 19°C (47% relative humidity)
- (2) Inlet water temperature 50°C, water flow rate same as in cooling mode, air temperature 20°C
- (3) Water temperature 70 / 60°C, air temperature 20°C
- (4) Sound power measured according to standards ISO 3741 and ISO 3742
- (5) Expressed according to standards en1397
- (E) EUROVENT certified data



UTN		12A			8A		
Fan speed		min	med	max	min	med	max
Air flow (E)	m <sup>3</sup> /h	998	1107	1206	531	692	792
Air flow DF version (E)	m <sup>3</sup> /h	985	1088	1179	529	686	784
Available static pressure (E)	Pa	41	50	59	30	50	65
Total cooling capacity (1)	kW	5,87	6,37	6,81	3,42	4,27	4,76
Sensible cooling capacity(1)	kW	4,45	4,85	5,21	2,58	3,26	3,68
Total cooling capacity (5)(E)	kW	5,53	5,99	6,35	3,29	4,09	4,50
Sensible cooling capacity (5)(E)	kW	4,11	4,47	4,75	2,45	3,08	3,42
Water flow (1)	l/h	1008	1093	1169	587	732	817
Water pressure drop (1) (E)	kPa	15	17	19	8	12	14
Total cooling capacity DF version (1)	kW	5,81	6,29	6,69	3,40	4,24	4,72
Sensible cooling capacity DF version (1)	kW	4,40	4,78	5,11	2,56	3,24	3,64
Total cooling capacity DF version (5)(E)	kW	5,47	5,91	6,23	3,27	4,06	4,46
Sensible cooling capacity DF version (5)(E)	kW	4,06	4,40	4,65	2,43	3,06	3,38
Water flow DF version (1)	l/h	998	1079	1148	584	727	810
Water pressure drop DF version (1) (E)	kPa	15	17	19	8	12	14
FCEER (E)		E			E		
FCEER version DF (E)		E			E		
Heating capacity (2) (E)	kW	7,49	8,11	8,65	4,24	5,22	5,79
Water pressure drop (2) (E)	kPa	12	14	15	7	10	12
Heating capacity (3)	kW	12,71	13,76	14,68	7,17	8,82	9,78
Water flow (3)	l/h	1115	1208	1289	629	774	859
Water pressure drop (3)	kPa	13	15	17	7	10	12
DF heating capacity (3) (E)	kW	5,93	6,21	6,44	3,69	4,18	4,45
DF Water flow (3)	l/h	521	545	566	324	367	391
DF Water pressure drop (3) (E)	kPa	12	13	14	6	8	9
FCCOP (E)		E			D		
FCCOP version DF (E)		E			D		
Standard coil - number of rows	n°	4			4		
Standard coil - hydraulic connections	"	3/4			3/4		
Standard coil - water content	dm <sup>3</sup>	2,13			1,64		
DF coil - number of rows	n°	1			1		
DF coil - hydraulic connections	"	3/4			3/4		
DF coil - water content	dm <sup>3</sup>	1,05			0,93		
Power supply	V-ph_Hz	230-1-50			230-1-50		
Maximum current absorption	A	1,350	1,600	2,100	0,700	0,810	1,210
Power input (E)	W	345	385	460	135	185	265
Power input DF version (E)	W	345	385	460	135	185	265
Total sound power level (4)	dB/A	61	63	69	54	61	66
Inlet + radiated sound power level (4) (E)	dB/A	56	60	66	52	59	64
Outlet sound power level (4) (E)	dB/A	59	59	65	51	58	63
Standard version weight	kg	41,7			33,3		



UTN		22			22A			30			30A		
Fan speed		min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max
Air flow (E)	m <sup>3</sup> /h	1.485	1898	2380	1.438	1819	2218	2.092	2641	3204	2.073	2604	3175
Air flow DF version (E)	m <sup>3</sup> /h	1466	1871	2328	1425	1795	2182	2084	2626	3186	2065	2590	3155
Available static pressure (F)	Pa	30	50	78	31	50	75	31	50	74	32	50	74
Total cooling capacity (T)	kW	8,79	10,65	12,61	9,58	11,72	13,79	12,50	14,92	17,22	13,79	16,45	19,04
Sensible cooling capacity(T)	kW	6,73	8,28	9,98	7,14	8,85	10,58	9,48	11,52	13,51	10,24	12,49	14,79
Total cooling capacity (S)(E)	kW	8,42	10,12	11,86	9,21	11,19	13,04	11,63	13,83	15,92	12,92	15,36	17,74
Sensible cooling capacity (S)(E)	kW	6,36	7,75	9,23	6,77	8,32	9,83	8,61	10,43	12,21	9,37	11,40	13,49
Water flow (1)	l/h	1509	1827	2163	1644	2010	2366	2145	2561	2953	2365	2823	3270
Water pressure drop (1) (E)	kPa	15	21	29	12	17	22	21	29	37	27	37	48
Total cooling capacity DF version (T)	kW	8,70	10,53	12,41	9,51	11,58	13,61	12,46	14,86	17,14	13,74	16,38	18,96
Sensible cooling capacity DF version (T)	kW	6,66	8,19	9,81	7,08	8,75	10,43	9,45	11,47	13,44	10,21	12,43	14,71
Total cooling capacity DF version (S)(E)	kW	8,33	10,00	11,66	9,14	11,05	12,86	11,59	13,77	15,84	12,87	15,29	17,66
Sensible cooling capacity DF version (S)(E)	kW	6,29	7,66	9,06	6,71	8,22	9,68	8,58	10,38	12,14	9,34	11,34	13,41
Water flow DF version (T)	l/h	1493	1808	2130	1631	1987	2336	2138	2550	2940	2358	2811	3254
Water pressure drop DF version (T) (E)	kPa	15	21	28	12	16	22	21	28	36	27	37	48
FCCER (E)		E			E			F			F		
FCCFR version DF (F)		E			E			F			E		
Heating capacity (2) (E)	kW	10,84	12,99	15,26	11,66	14,08	16,43	15,20	18,05	20,76	16,49	19,69	22,87
Water pressure drop (2) (E)	kPa	12	17	23	16	14	18	17	23	30	22	30	39
Heating capacity (3)	kW	18,33	21,97	25,78	19,65	23,72	27,67	25,60	30,41	34,96	27,68	33,07	38,43
Water flow (3)	l/h	1609	1926	2262	1724	2081	2428	2246	2668	3068	2428	2900	3370
Water pressure drop (3)	kPa	13	18	24	10	14	18	17	23	30	22	30	39
DF heating capacity (3) (E)	kW	12,3	14,4	16,4	12,1	14,0	15,8	16,9	19,5	21,9	16,8	19,3	21,8
DF Water flow (3)	l/h	1080	1260	1441	1061	1228	1385	1481	1711	1925	1472	1696	1913
DF Water pressure drop (3) (E)	kPa	8	10	13	8	10	12	11	14	17	10	13	16
FCCCP (E)		D			D			E			E		
FCCCP version DF (E)		D			D			E			E		
Standard coil - number of rows	n°	3			4			4			5		
Standard coil - hydraulic connections	*	1			1			1			1		
Standard coil - water content	dm <sup>3</sup>	2,99			3,83			4,51			5,52		
DF coil - number of rows	n°	2			2			2			2		
DF coil - hydraulic connections	*	1			1			1			1		
DF coil - water content	dm <sup>3</sup>	2,10			2,10			2,39			2,39		
Power supply	V <sub>ph</sub> -Hz	230-1-50			230-1-50			230-1-50			230-1-50		
Maximum current absorption	A	1,800	2,350	3,500	1,800	2,350	3,500	3,800	4,600	5,600	3,800	4,600	5,600
Power input (E)	W	370	535	750	370	535	750	870	1090	1300	870	1090	1300
Power input DF version (E)	W	370	535	750	370	535	750	870	1090	1300	870	1090	1300
Total sound power level (4)	dB(A)	60	67	74	60	67	74	69	73	78	69	73	78
Inlet + radiated sound power level (4) (E)	dB(A)	58	65	72	58	65	72	67	71	76	67	71	76
Outlet sound power level (4) (E)	dB(A)	57	64	71	57	64	71	66	70	75	66	70	75
Standard version weight	kg	65,3			67,2			77,0			79,5		
DF version weight	kg	70,5			72,8			83,4			85,9		

- (1) Water temperature 7 / 12°C, air temperature D.B. 27°C, W.B. 19°C (47% relative humidity)  
 (2) Inlet water temperature 50°C, water flow rate same as in cooling mode, air temperature 20°C  
 (3) Water temperature 70 / 80°C, air temperature 20°C  
 (4) Sound power measured according to standards ISO 3741 and ISO 3742  
 (5) Expressed according to standards en1397  
 (E) EUROVENT certified data

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΜΕ ΣΤΟΜΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ



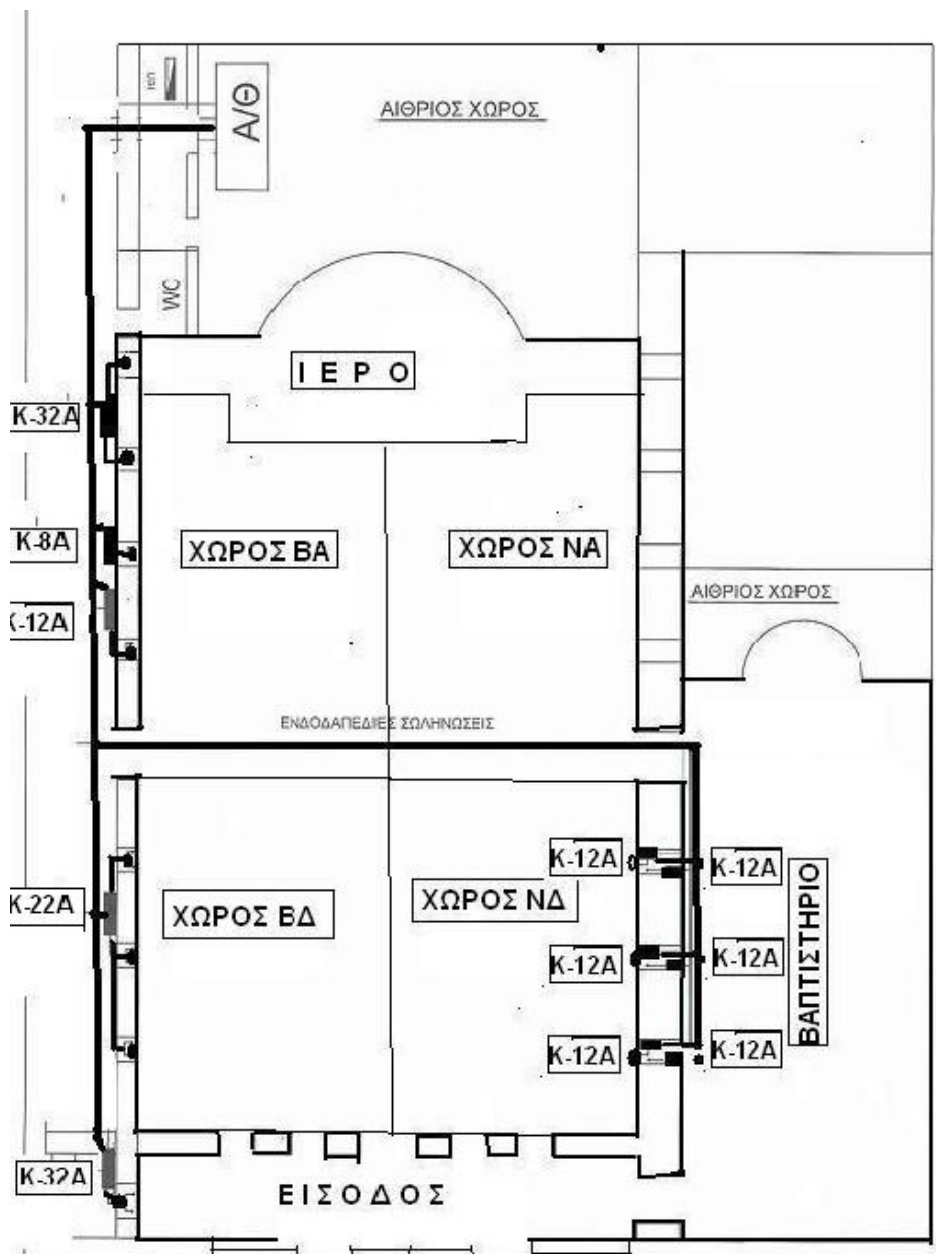
ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ

ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΥΡΙΩΣ ΝΑΟΥ (ΝΑ) ΠΛΕΥΡΑ

1	VTN		M			12A			22A			30A		
2	Fin speed		min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max
3	Air flow (E)	m <sup>3</sup> /h	531	692	792	998	1107	1206	1438	1819	2218	2073	2604	3175
4	Air flow (DF version (E))	m <sup>3</sup> /h	529	686	784	985	1088	1179	1425	1795	2182	2065	2590	3155
5	Available static pressure (E)	Pa	30	30	45	41	50	59	31	50	75	32	50	74
6	Total cooling capacity (E)	kW	3,42	4,27	4,76	5,87	6,37	6,81	9,58	11,72	13,79	13,79	16,45	19,04
7	Sensible cooling capacity (E)	kW	2,58	3,26	3,68	4,45	4,85	5,21	7,14	8,85	10,58	10,24	12,49	14,79
8	Total cooling capacity (DF version (E))	kW	3,29	4,09	4,50	5,55	5,99	6,35	9,21	11,19	13,04	12,92	15,36	17,74
9	Sensible cooling capacity (DF version (E))	kW	2,45	3,08	3,42	4,11	4,47	4,75	6,77	8,32	9,83	9,37	11,40	13,49
10	Water flow (E)	l/h	587	732	817	1008	1095	1169	1644	2010	2366	2365	2823	3270
11	Water pressure drop (E)	kPa	8	12	14	15	17	19	12	17	22	27	37	48
12	Total cooling capacity (DF version (E))	kW	3,40	4,24	4,72	5,81	6,29	6,69	9,51	11,58	13,61	13,74	16,38	18,96
13	Sensible cooling capacity (DF version (E))	kW	2,56	3,24	3,64	4,4	4,78	5,11	7,08	8,75	10,43	10,21	12,43	14,71
14	Total cooling capacity (DF version (S)(E))	kW	3,27	4,06	4,46	5,47	5,91	6,23	9,14	11,05	12,86	12,87	15,29	17,66
15	Sensible cooling capacity (DF version (S)(E))	kW	2,43	3,06	3,38	4,06	4,4	4,65	6,71	8,22	9,68	9,34	11,34	13,41
16	Water flow (DF version (E))	l/h	584	727	810	998	1079	1148	1631	1987	2336	2358	2811	3254
17	Water pressure drop (DF version (E))	kPa	8	12	14	15	17	19	12	16	22	27	37	48
18	FCEER (E)		E			E			E			F		
19	FCEER version (DF (E))		E			E			E			E		
20	Heating capacity (2) (E)	kW	4,24	5,22	5,79	7,49	8,11	8,65	11,66	14,08	16,43	16,49	19,69	22,87
21	Water pressure drop (2) (E)	kPa	7	10	12	12	14	15	10	14	18	22	30	39
22	Heating capacity (3)	kW	7,37	8,82	9,78	12,71	13,76	14,68	19,65	23,72	27,67	27,68	33,07	38,43
23	Water flow (3)	l/h	629	774	859	1115	1208	1289	1724	2081	2428	2428	2900	3370
24	Water pressure drop (3)	kPa	7	10	12	13	15	17	10	14	18	22	30	39
25	DF heating capacity (3) (E)	kW	3,69	4,18	4,45	5,95	6,21	6,44	12,1	14,0	15,8	16,8	19,3	21,8
26	DF Water flow (3)	l/h	334	367	391	521	545	566	1061	1228	1385	1472	1696	1913
27	DF Water pressure drop (3) (E)	kPa	6	8	9	12	13	14	8	10	12	10	13	16
28	FCCOP (E)		D			E			D			E		
29	FCCOP version (DF (E))		D			E			D			E		
30	Standard coil - number of rows	n°	4			4			4			5		
31	Standard coil - hydraulic connections	"	3/4"			3/4"			1			1		
32	Standard coil - water content	dm <sup>3</sup>	1,64			2,13			3,83			5,52		
33	DF coil - number of rows	n°	1			1			2			2		
34	DF coil - hydraulic connections	"	3/4"			3/4"			1			1		
35	DF coil - water content	dm <sup>3</sup>	0,93			1,05			2,10			2,39		
36	Power supply	V-ph_Hz	230-1-50			230-1-50			230-1-50			230-1-50		
37	Maximum current absorption	A	0,700	0,810	1,210	1,35	1,6	2,1	1,800	2,350	3,500	1,800	4,600	5,600
38	Power input (E)	W	135	185	265	345	385	460	370	535	750	870	1090	1300
39	Power input (DF version (E))	W	135	185	265	345	385	460	370	535	750	870	1090	1300
40	Total sound power level (A)	dB(A)	54	61	66	61	65	69	60	67	74	69	73	78
41	Inlet + radiated sound power level (A) (E)	dB(A)	52	59	64	56	60	66	58	65	72	67	71	76
42	Outlet sound power level (A) (E)	dB(A)	51	58	63	59	59	65	57	64	71	66	70	75
43	Standard version weight	kg	33,3			41,7			67,2			79,5		

ΤΕΧΝΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΚΑΣΕΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

ΤΥΠΟΣ ΚΑΣΕΤΑΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ
Κ - 8Α	V = 865 l/s
	W= 4,8 Kw
Κ - 12Α	V = 1323 l/s
	W= 7 Kw
Κ - 22Α	V = 2367 l/s
	W= 13,7 Kw
Κ - 30Α	V = 3140 l/s
	W= 18,30 Kw



Η τιμή στην επιλεγείσα αντλία θερμότητας για την Ροή νερού είναι **15.284l/h**, από τον παρακάτω πίνακα φαίνεται ότι το σύνολο των επιλεγέντων κασετών είναι **18833l/h**. Εδώ λαμβάνουμε υπόψη μας τον συντελεστή ταυτοχρονισμού αφού εκτός από τον χωρισμό του κτιρίου σε ζώνες έχουμε αυτονομήσει την λειτουργία των κασετών με τα χειριστήρια **MYCOMFORT** της **GALLETTI** που μας δίνουν πολλές δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων που προκύπτουν στην λειτουργία του συστήματος.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΣΕΤΑΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ	ΑΡ.ΚΑΣΕΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΧΗΣ l/h
K - 8A	V = 865 l/s	865	1	865
				0
K - 12A	V = 1323 l/s	1323	7	9261
				0
K - 22A	V = 2367 l/s	2367	1	2367
				0
K - 30A	V = 3140 l/s	3170	2	6340
<b>Σ Υ Ν Ο Λ Α</b>				<b>18833</b>

### 3.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ-ΔΙΚΤΥΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα υλικά, οι λειτουργικοί περιορισμοί και όλες οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες και το υπολογιστικό μέρος αυτών. Επιλέγουμε ως υλικό σωλήνων τους πλαστικούς και συγκεκριμένα σε σύσταση του πολυπροπυλενίου με ειδικούς σταθεροποιητές που τους προσδίδουν αυξημένες αντοχές σε πιέσεις και θερμοκρασίες. Το σύστημα θερμικής αυτό-συγκόλλησης των πλαστικών σωλήνων και εξαρτημάτων της εταιρείας aquatherm βασίζεται στην ιδιότητα του υλικού να αυτό-συγκολλάται πλήρως μετά από θερμική κατεργασία στους 260 °C. Τα πλεονεκτήματα τους περιγράφονται στη συνέχεια:

- Το κόστος των σωλήνων είναι πολύ μικρότερο από αντίστοιχους άλλων υλικών π.χ. χαλκού.

- Καταργεί φιλιέρες, οξυγόνα και άλλα βαριά εργαλεία.
- Εξασφαλίζει απόλυτη στεγανότητα.
- Απλοποιεί και συντομεύει δραστικά τον τρόπο εργασίας.
- Δεν χρειάζεται συνήθως μόνωση, στις μικρές εγκαταστάσεις.
- Μεγαλώνει κατά πολύ την διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων.
- Καταργεί θορύβους ροής και ηλεκτρόλυση.
- Προσφέρει υγιεινή εργασία χωρίς μουτζούρες, αναθυμιάσεις κλπ.
- Αντέχει στην παγωνιά και σε θερμοκρασία νερού μέχρι 95 °C.
- Δεν κρατάει άλατα.
- Προσφέρει υγιεινό πόσιμο νερό.

Η μεγάλη γκάμα σωλήνων και εξαρτημάτων προσφέρει πολλές και εναλλακτικές λύσεις σε μικρά και μεγάλα έργα.

Το δίκτυο των σωληνώσεων θα κινηθεί, στους χώρους του Ναού όπως φαίνεται στα αντίστοιχα σχέδια εξασφαλίζοντας αισθητικό αποτέλεσμα, βασική προϋπόθεση της κατασκευής. Επίσης, επιλέγεται ο τρόπος στήριξης των σωλήνων εναέρια να τρέξει πάνω σε μεταλλικά κανάλια των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων για απόλυτη ασφάλεια και επίσης θα τοποθετηθούν δίπλα τους όλο το ηλεκτρολογικό δίκτυο. Το δίκτυο συμπυκνωμάτων, θα κατασκευαστεί από το ίδιο υλικό σωλήνων και θα οδηγηθεί σε τερματικά σημεία αποχέτευσης που ήδη χρησιμοποιούνται σε χώρους του Ναού. Στη συνέχεια δίνονται στοιχεία των σωλήνων και του δικτύου.

## ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ

**ΣΩΛΗΝΕΣ FASER**

**ΠΡΑΣΙΝΟΙ PN 20 - SDR 7,4**

**- Τρίτης γενιάς -**

Αποτελείται από **τρία** στρώματα

1. στρώμα: Πολυπροπυλένιο FUSIOLEN PP - R 80 (βελτιωμένο PP-R Type 3)
2. στρώμα: Μείγμα από πολυπροπυλένιο FUSIOLEN PP-R 80 και ειδικό συνθετικό μαλάκας υλικό.
3. στρώμα: Πολυπροπυλένιο FUSIOLEN PP - R 80

- PN 20 bar - SDR 7,4 κατά DIN 8077/78
- Πιστοποίηση: SKZ A 314, ÖNGW, HY, SVGW
- Χρώμα κλασικό **πράσινο aquatherm** με 4 διαμήκεις ακαίρες πράσινες ρίγες.
- Σκευασία: Ευθύγραμμοι σωλήνες (βέργες) 4m από Ø 20 έως Ø 250 mm.




**Εφαρμογή:**  
 Εγκαταστάσεις **ΥΔΡΕΥΣΗΣ** (πόσιμο νερό), **ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**, **ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**.  
 Συντελεστής γραμμικής διαστολής  $\alpha = 0,030 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$   
 Στήριξη περίπου όπως ο χαλκοσωλήνας

### ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

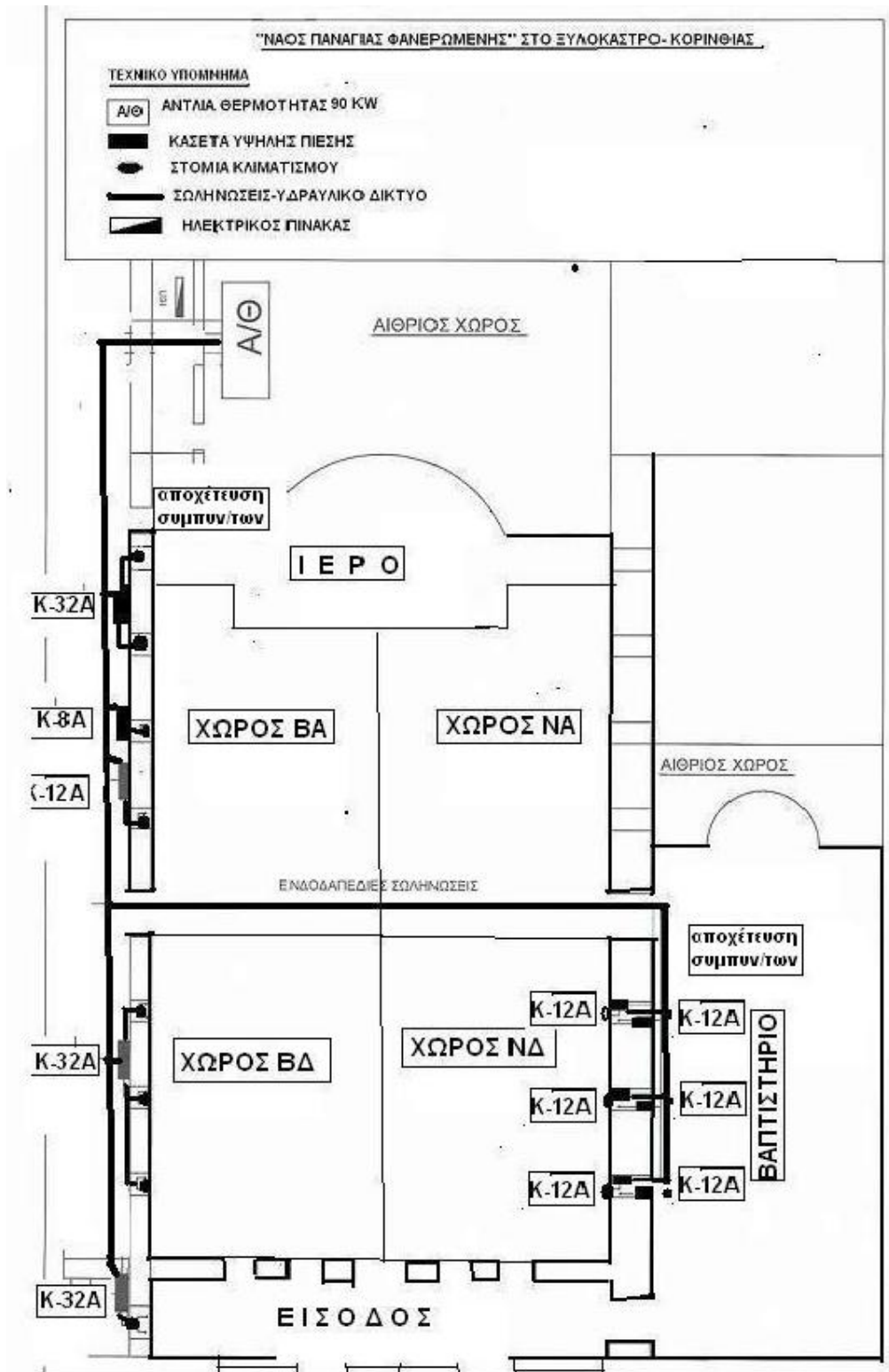
	AQUATHERM Ø (mm)	ΧΑΛΚΟΣ Ø (mm)	ΣΙΔΗΡΟΣΩΛΗΝΑΣ (in)
<b>PN 20 - SDR 7,4</b>	20 x 3,4 mm	18 x 1,0 mm	1/2"
	25 x 4,2 mm	22 x 1,0 mm	3/4"
	32 x 5,4 mm	28 x 1,5 mm	1"
	40 x 5,5 mm	35 x 1,5 mm	1 1/4"
	50 x 6,9 mm	42 x 1,5 mm	1 1/2"
	63 x 8,6 mm	54 x 2,0 mm	2"
	75 x 10,3 mm	64 x 2,0 mm	2 1/2"
	90 x 12,3 mm	76,1 x 2,0 mm	3"
	110 x 15,1 mm	88,9x2,0 / 108x2,5 mm	4"
	125 x 17,1 mm	108 x 2,5 mm	5"
	160 x 21,9 mm	—	6"
	200 x 27,4 mm	—	7"
250 x 34,2 mm	—	8"	

ΣΩΛΗΝΕΣ FASER ΠΡΑΣΙΝΟΙ ΜΕ 4 ΣΚΟΥΡΕΣ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΡΙΓΕΣ			Εξωτερική διάμετρος	Πλάτος τοιχώματος	Εσωτερική διάμετρος	Περιεκότητα σε νερό	Βαρος σωλήνα
Κωδ. Αριθμός	Όνομαστική διάμετρος	Συντελεστής m	d mm	s mm	di mm	l/m	kg/m
70708	20mm	100	20	3,4	13,2	0,137	0,184
70710	25mm	100	25	4,2	16,6	0,216	0,282
70712	32mm	40	32	5,4	21,2	0,353	0,456
70714	40mm	40	40	5,5	29,0	0,661	0,590
70716	50mm	20	50	6,9	36,2	1,029	0,919
70718	63mm	20	63	8,6	45,8	1,647	1,444
70720	75mm	20	75	10,3	54,4	2,324	2,054
70722	90mm	12	90	12,3	65,4	3,359	2,943
70724	110mm	8	110	15,1	79,8	5,001	4,403
70726	125mm	4	125	17,1	90,8	6,475	5,669
70730	160mm	4	160	21,9	116,2	10,604	9,710
70734	200mm	4	200	27,4	145,2	16,550	15,051
70738	250mm	4	250	34,2	181,6	25,888	23,479

ΣΩΛΗΝΕΣ FASER PN20 - SDR 7,4		- Τρίτης γενιάς -													
ΥΔΡΕΥΣΗ - ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ															
ΚΡΥΑ ΝΕΡΑ															
DIN 8077/78															
		Τραχύτητα : 0,0070 mm ISO Γιαντιότητα : 998,2 kg/m <sup>3</sup> Καν. Ισχύος : 1,004 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s													
d x s	▶	20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2	
√	▶	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm	
0.01 l/s	0.60 l/min	R	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.20 l/s	312 l/min	R	9739.91	3018.31	874.39	182.23	60.80	19.16	8.28	3.39	1.29	0.69	0.21	0.07	0.03
		v	38.00	24.03	14.73	7.87	5.05	3.16	2.24	1.55	1.04	0.80	0.49	0.31	0.20
4.40 l/s	264 l/min	R	21707.77	7032.46	2186.30	133.23	44.60	14.10	6.11	2.50	0.96	0.51	0.16	0.05	0.02
		v	49.86	32.15	20.33	6.66	4.28	2.67	1.89	1.31	0.88	0.68	0.41	0.27	0.17
4.20 l/s	252 l/min	R	19814.95	6423.96	1998.99	122.13	40.93	12.95	5.61	2.30	0.88	0.47	0.14	0.05	0.02
		v	47.59	30.69	19.41	6.36	4.08	2.55	1.81	1.25	0.84	0.66	0.40	0.25	0.16
3.60 l/s	216 l/min	R	14652.97	4762.59	1486.78	91.63	30.80	9.78	4.24	1.74	0.67	0.36	0.11	0.04	0.01
		v	40.79	26.31	16.63	5.45	3.50	2.19	1.55	1.07	0.72	0.56	0.34	0.22	0.14
3.80 l/s	228 l/min	R	16287.59	5289.02	1649.23	101.33	34.02	10.79	4.68	1.92	0.74	0.40	0.12	0.04	0.01
		v	43.06	27.77	17.56	5.75	3.69	2.31	1.63	1.13	0.76	0.59	0.36	0.23	0.15
1.20 l/s	72.0 l/min	R	1755.44	584.00	187.12	12.23	4.19	1.35	0.59	0.25	0.09	0.05	0.02	0.01	0.00
		v	13.60	8.77	5.54	1.82	1.17	0.73	0.52	0.36	0.24	0.19	0.11	0.07	0.05
1.40 l/s	84.0 l/min	R	2355.79	780.86	249.26	16.17	5.52	1.78	0.78	0.32	0.12	0.07	0.02	0.01	0.00
		v	15.86	10.23	6.47	2.12	1.36	0.85	0.60	0.42	0.28	0.22	0.13	0.08	0.05
1.60 l/s	96.0 l/min	R	3042.63	1005.40	319.89	20.61	7.03	2.26	0.99	0.41	0.16	0.09	0.03	0.01	0.00
		v	18.13	11.69	7.39	2.42	1.56	0.97	0.69	0.48	0.32	0.25	0.15	0.10	0.06
0.60 l/s	36.0 l/min	R	160.87	52.38	15.97	3.53	1.22	0.40	0.17	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
		v	4.38	2.77	1.70	0.91	0.58	0.36	0.26	0.18	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02
0.70 l/s	42.0 l/min	R	213.78	69.37	21.09	4.64	1.60	0.52	0.23	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
		v	5.12	3.23	1.98	1.06	0.68	0.42	0.30	0.21	0.14	0.11	0.07	0.04	0.03
0.80 l/s	48.0 l/min	R	273.78	88.57	26.85	5.90	2.03	0.66	0.29	0.12	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
		v	5.85	3.70	2.27	1.21	0.78	0.49	0.34	0.24	0.16	0.12	0.08	0.05	0.03
0.90 l/s	54.0 l/min	R	1017.48	340.84	109.97	7.28	2.50	0.81	0.36	0.15	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00

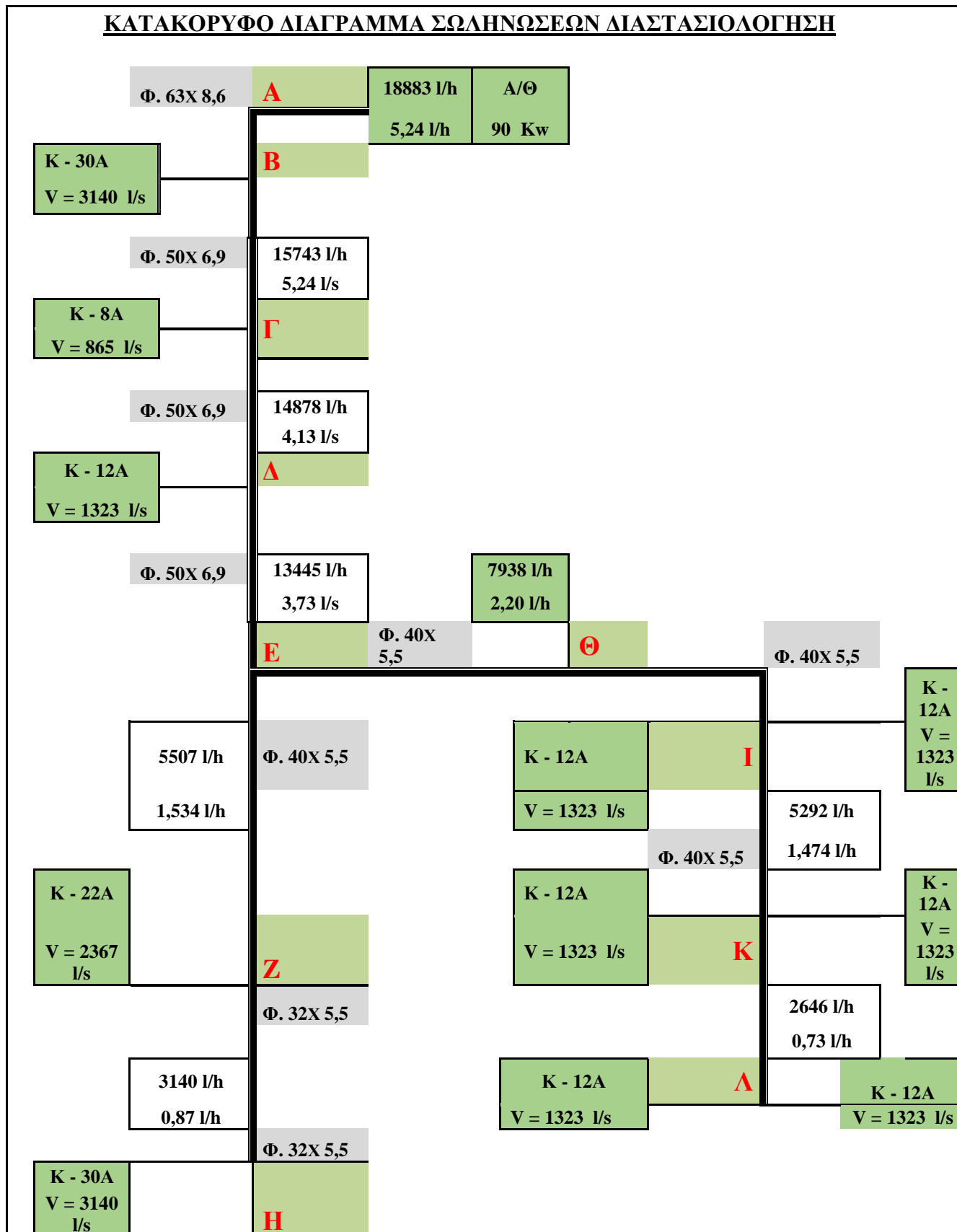


ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ  
ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ



Το δίκτυο εγκατάστασης σωληνώσεων έχει δύο τμήματα όπως φαίνεται και στο σχέδιο. Ένα εναέριο και το άλλο ενδοδαπέδιο. Κατασκευαστικά, το ενδοδαπέδιο που επιλέχθηκε και

για αισθητικούς λόγους (δεν είχε στρωθεί το μαρμάρινο δάπεδο),παρουσίασε τεχνικές κατασκευαστικές δυσκολίες.



Στο πιο πάνω κατακόρυφο διάγραμμα σωληνώσεων δείχνονται, το δίκτυο των σωληνώσεων ,(τμήματα δικτύου σωληνώσεων), από την Αντλία Θερμότητας μέχρι και την τελευταία τερματική μονάδα (κασέτες αέρα-νερού).Στους παρακάτω πίνακες δίνονται όλα τα στοιχεία της μηχανικής των ρευστών για το νερό και μάλιστα το κρύο γιατί οι υπολογισμοί δίνουν τις μεγαλύτερες διαμέτρους σε σχέση με το ζεστό νερό, και με τους πίνακες της εταιρείας aquathermi υπολογισμοί των διαμέτρων και των ταχυτήτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΠΑΡΟΧΕΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ (l/h) ΚΑΣΕΤΩΝ.**

ΤΥΠΟΣ ΚΑΣΕΤΑΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ	ΑΡ.ΚΑΣΕΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΧΗΣ l/h
K - 8A	V = 865 l/s	865	1	865
				0
K - 12A	V = 1323 l/s	1323	7	9261
				0
K - 22A	V = 2367 l/s	2367	1	2367
				0
K - 30A	V = 3140 l/s	3170	2	6340
<b>Σ Υ Ν Ο Λ Α</b>				<b>18833</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΡΥΟΥ ΝΕΡΟΥ**

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΠΑΡΟΧΗ l/s	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ mm	ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ m/s
A-B	5,24	Φ. 63X 8,6	3,28
B-Γ	4,37	Φ. 50X 6,9	4,28
Γ-Δ	4,13	Φ. 50X 6,9	3,89
Δ-E	3,73	Φ. 50X 6,9	3,69
E -Z	1,53	Φ. 40X 5,5	2,42
Z-H	0,87	Φ. 32X 5,5	4,16
E-Θ	2,2	Φ. 40X 5,5	3,33
Θ-I	1,47	Φ. 40X 5,5	2,47
K-Λ	0,73	Φ. 25X 4,2	3,23

Φωτογραφίες από την κατασκευή της εγκατάστασης του δικτύου στις διάφορες φάσεις κατασκευής δείχνονται στην επόμενη σελίδα.



Φ.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



ΤΟΥ Φ.2 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ



Φ.3 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ



Φ.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ ΓΙΑ ΣΤΗΡΙΞΗ ΣΩΛΗΝΩΝ



Φ.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ



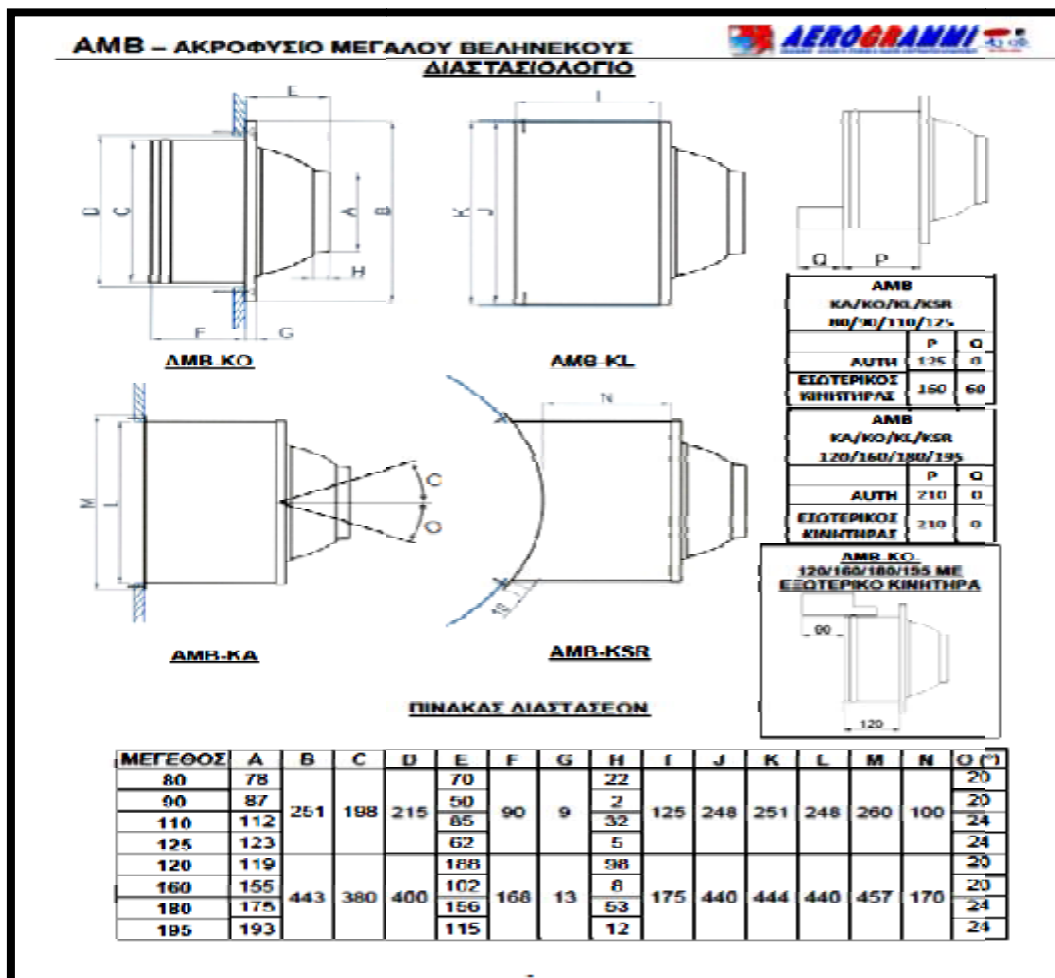
Φ.6 ΣΩΛΗΝΑ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ



Το στόμιο **ΑΒΜ** είναι τύπου **Ακροφυσίου (τζετ) Μεγάλου Βεληνεκούς** και είναι κατάλληλο για χρήση σε εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης σε μεγάλους χώρους όπως εκκλησίες που έχουν μεγάλο ύψος. Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι το μεγάλο οριζόντιο βεληνεκές.

**ΑΜΒ – ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΕΛΗΝΕΚΟΥΣ** 



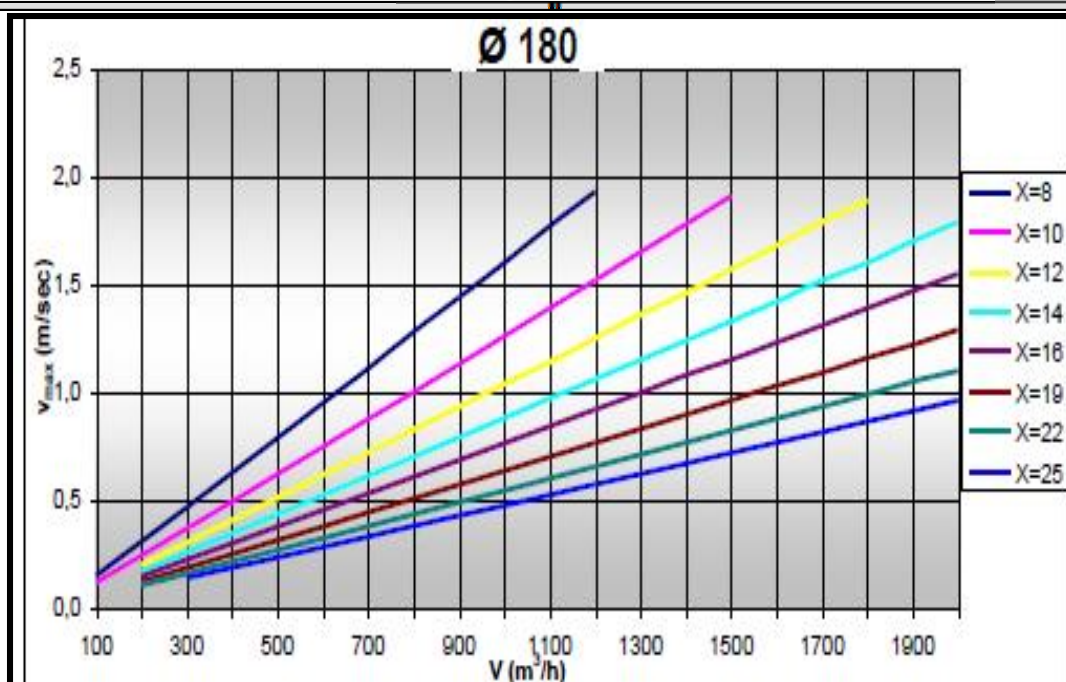
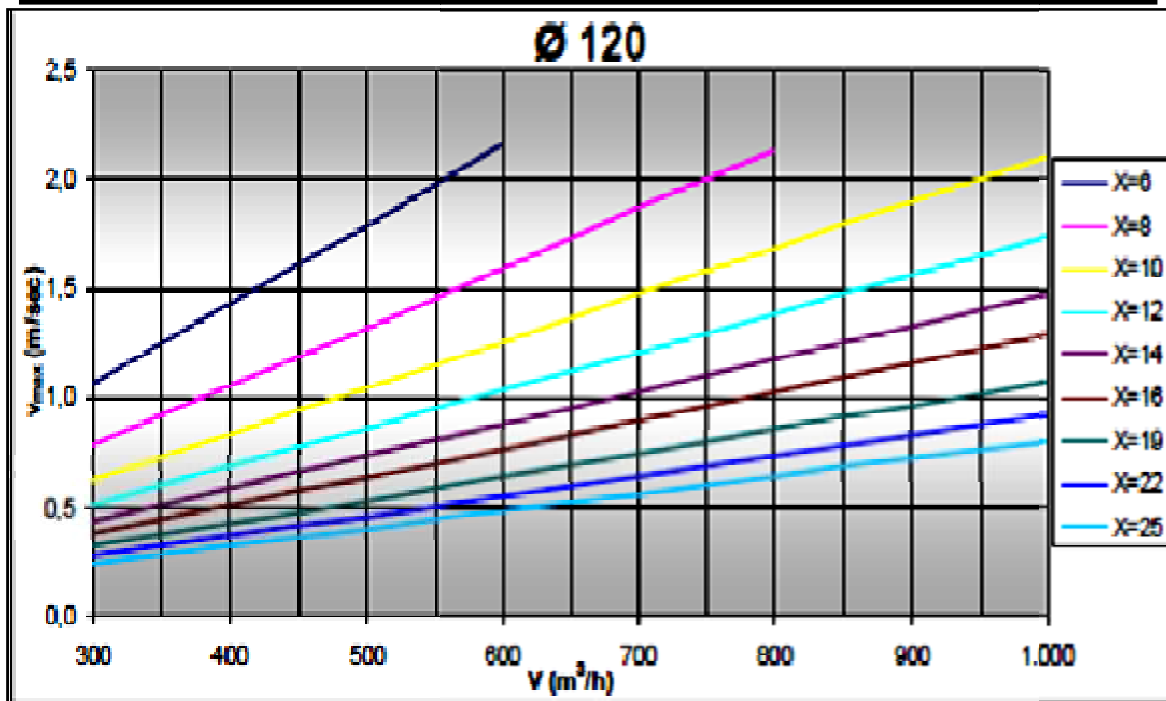
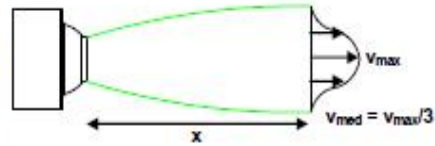


**ΑΜΒ – ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΕΛΗΝΕΚΟΥΣ**

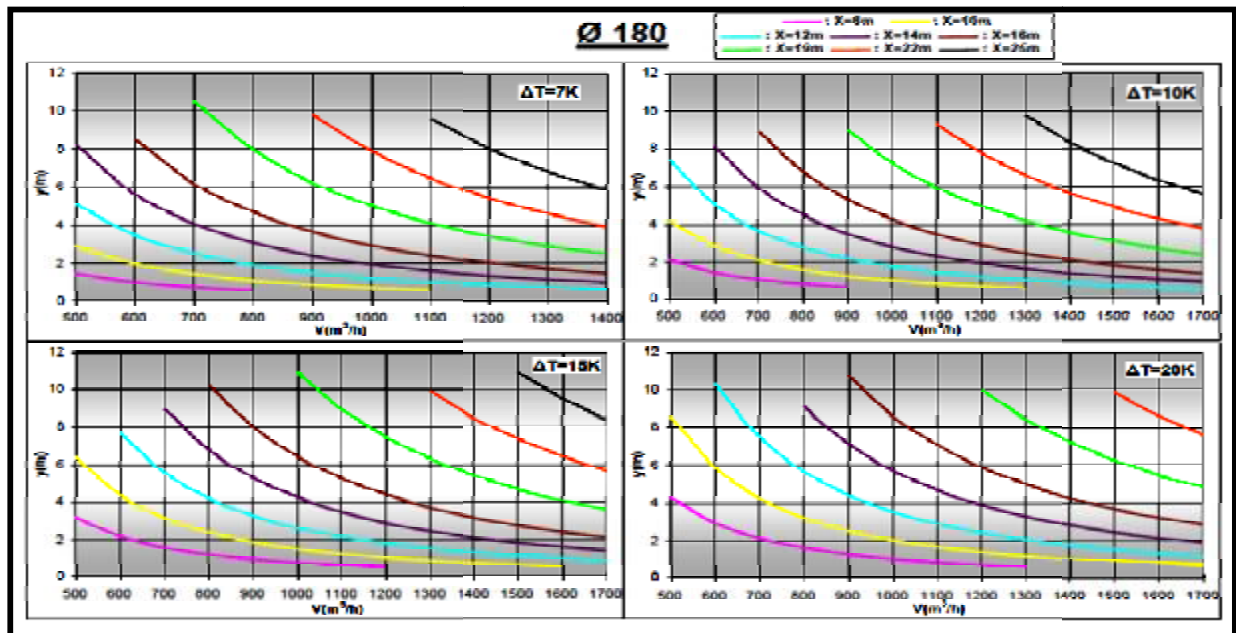


**Β. Μέγιστη ( $v_{max}$ ) και μέση ( $v_{med}$ ) ταχύτητα της δέσμης αέρα σε συνάρτηση με την απόσταση από το στόμιο ( $x$ ) σε οριζόντια εκτόξευση**

Στα παρακάτω διαγράμματα μπορούμε να δούμε για όλα τα μεγέθη των στομιών ΑΜΒ πως μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την παροχή αέρα στο στόμιο  $V$  ( $m^3/h$ ) η μέγιστη ταχύτητα του αέρα στο κέντρο της δέσμης  $v_{max}$  ( $m/sec$ ) σε απόσταση από το στόμιο  $x$  ( $m$ ). Η μέση ταχύτητα της δέσμης ισούται με το 1/3 της μέγιστης ( $v_{med} = v_{max}/3$ ).

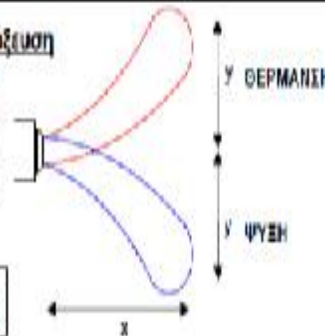




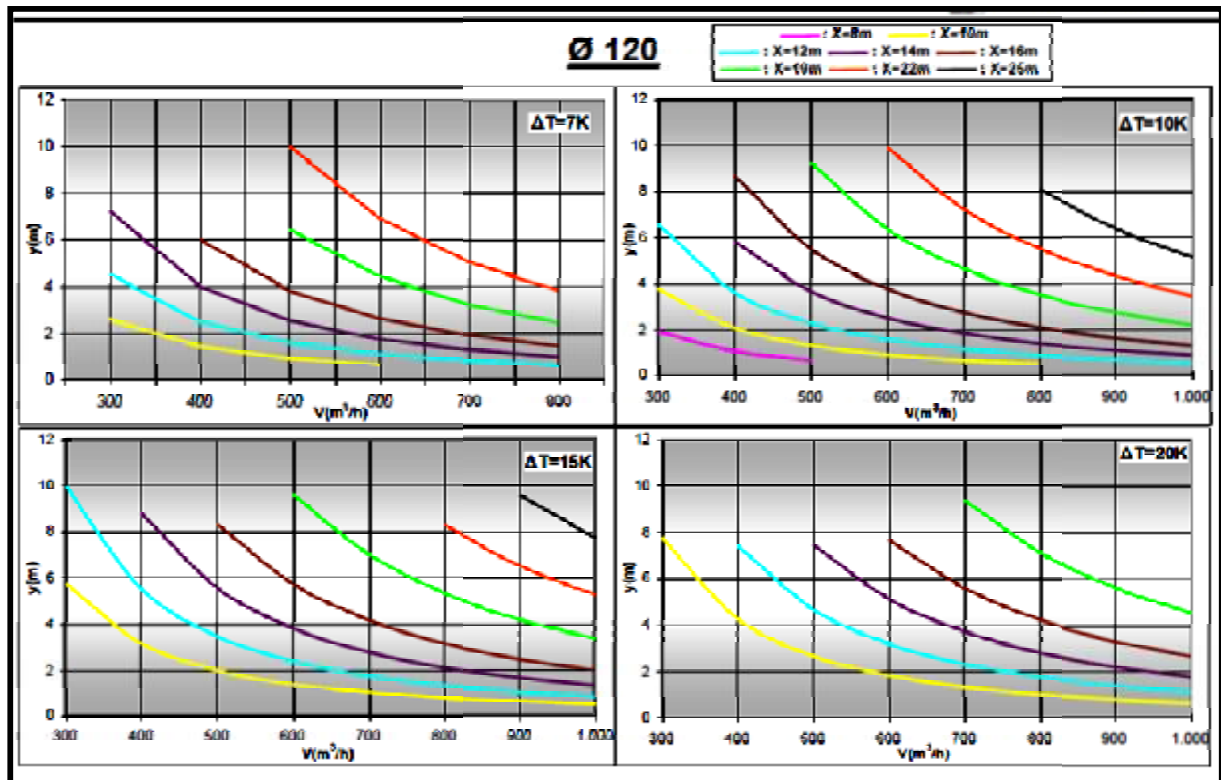


**Γ. Απόκλιση (y) της δέσμης αέρα σε συνάρτηση με την απόσταση από το στόμιο (x) σε οριζόντια εκτόξευση**

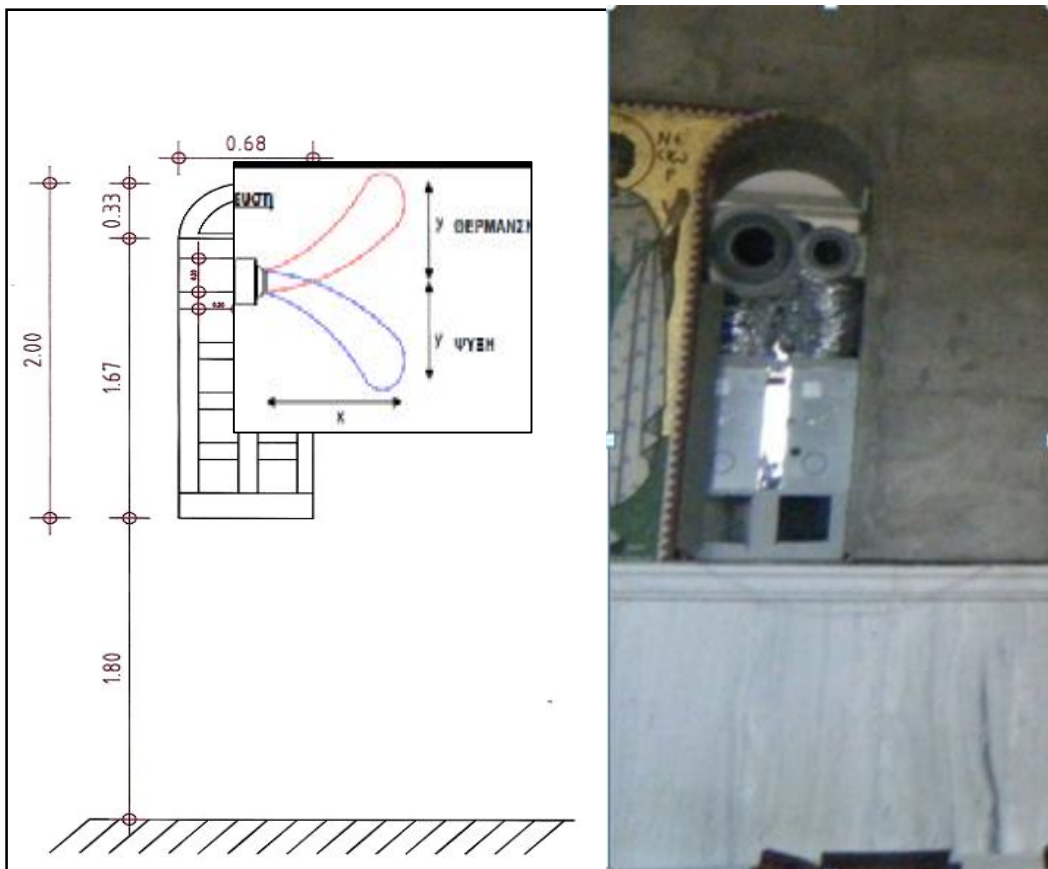
Στα παρακάτω διαγράμματα μπορούμε να δούμε για όλα τα μεγέθη των στόμιων AMB πώς μεταβάλλεται, σε συνάρτηση με την παροχή αέρα στο στόμιο  $V (m^3/h)$ , η απόκλιση του κέντρου της δέσμης αέρα  $y (m)$  προς τα πάνω (θέρμανση) ή προς τα κάτω (ψύξη) σε σχέση με την απόσταση από το στόμιο  $x (m)$ . Ο υπολογισμός γίνεται για διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T=7,10,15$  και  $20K$  και στη θέρμανση και στην ψύξη.



**Ø 80**



## ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



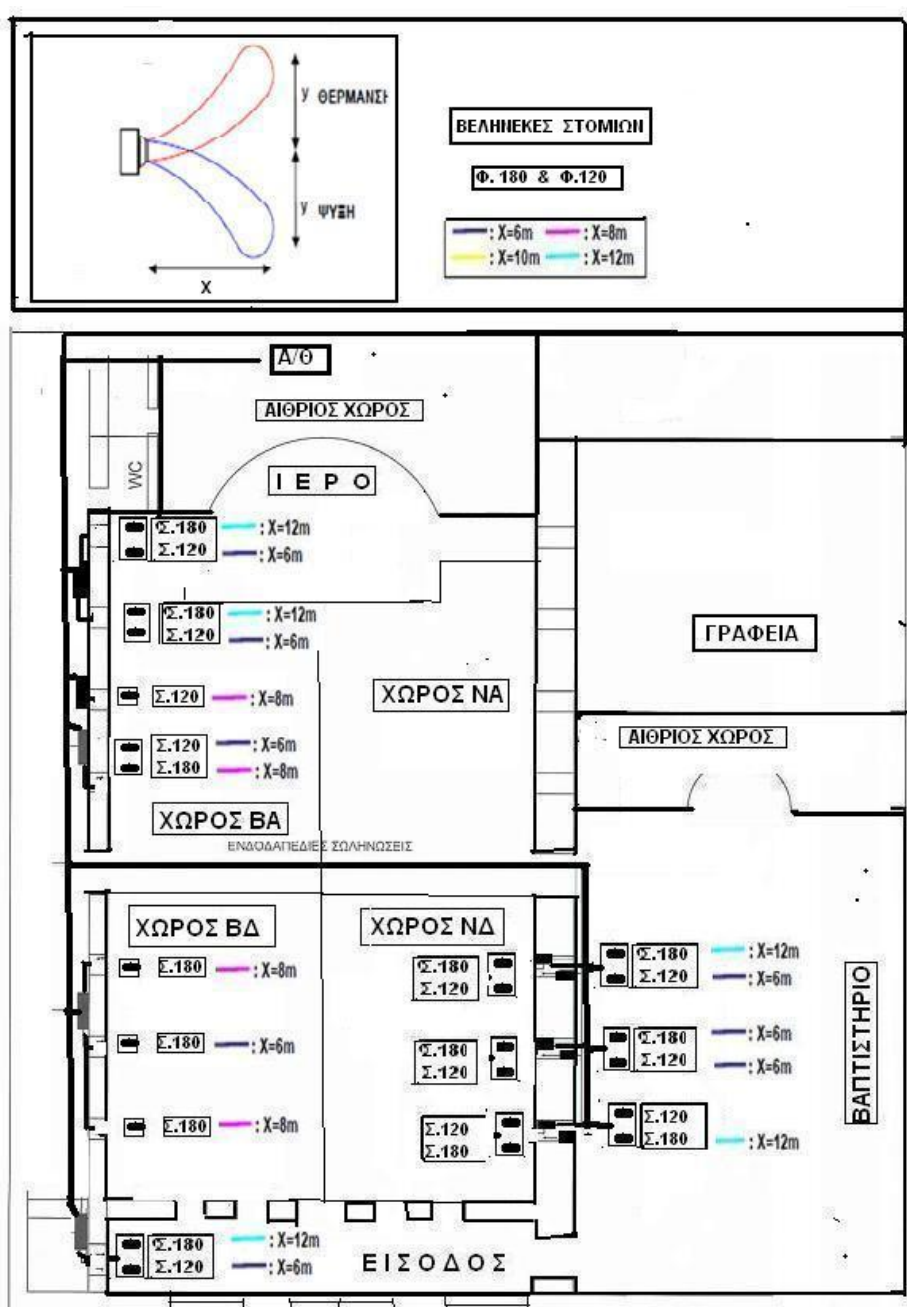
Η επιλογή των στομιών – ακροφυσίων μεγάλου βεληνεκού έγινε διότι το ύψος του Ναού και κυρίως στο 2<sup>ο</sup> κλίτος είναι 13,50 μέτρα. Επίσης η τοποθέτηση των στομιών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ήταν η μόνη επιλογή για αισθητικούς λόγους και θα γινόταν σε συγκεκριμένα σημεία των εσωτερικών τοίχων και μάλιστα στο εσωτερικό του τοιχώματος στο κλίτος 1 και κλίτος 2 όπου τα ύψη είναι σαφώς χαμηλότερα και το σπουδαιότερο έχουμε εσωτερικούς τοίχους και οι χώροι δεν επιβαρύνονται με θερμικά φορτία.

Όπως παρατηρείται στο πιο πάνω σχέδιο το ύψος που τοποθετούνται τα στόμια έχει την τιμή περίπου  $y = 2,50 \text{ m}$ . Αυτό σημαίνει ότι είναι στην ζώνη ύψους των ανθρώπων και η διάχυση του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κλιματιζόμενου αέρα δημιουργεί τις υπολογίσιμες συνθήκες κυρίως στις συνθήκες καλοκαιριού.

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ.

Στην λειτουργία του συστήματος τον χειμώνα,στη θέρμανση,έχει παρατηρηθεί το εξής πρόβλημα.Στην αρχική κατάσταση μετά από μέρες μη λειτουργίας όπου οι αδράνειες είναι μεγάλεςκαι η Αντλία Θερμότητας βρίσκεται στην ζώνη θερμοκρασίας 38° C - 42° C του νερού σταρεύματα επιστροφής οι συνθήκες ήταν δυσάρεστες, ψυχρά ρεύματα. Η δυνατότητα πουαναφέρθηκε με την ρύθμιση των χειριστηρίων σε επιθυμητά θερμοκρασιακά όρια, βελτίωσε το πρόβλημα αφού η λειτουργία των κινητήρων των κασετών άρχιζε στους 42° C.Ο χρόνος μη λειτουργίας στο σημείο αυτό ήταν αμελητέος διότι είχαν καλυφθεί οι αδράνειες του συστήματος σε αυτά τα θερμοκρασιακά όρια λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

### ΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΕΛΗΝΕΚΟΥΣ



### 3.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Στο θεωρητικό μέρος της εργασίας στο κεφάλαιο για τις σωληνώσεις του κλιματιζόμενου αέρα δεν είχαν αναπτυχθεί στοιχεία, γιατί στην εφαρμογή των επιλογών οι διαδικασίες είναι απλές και ασφαλείς. Στο εμπόριο υπάρχουν εύκαμπτοι μονωμένοι αεραγωγοί κλιματισμού διαφόρων κατασκευαστικών εταιριών τυποποιημένων διαστάσεων και με λογικό κόστος. Στην εφαρμογή των εγκαταστάσεων είναι εύκολα διαχειρίσιμοι και με ελάχιστο χρόνο σύνδεσης. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται ο σωλήνας και το υλικό κατασκευαστικό μέρος του.



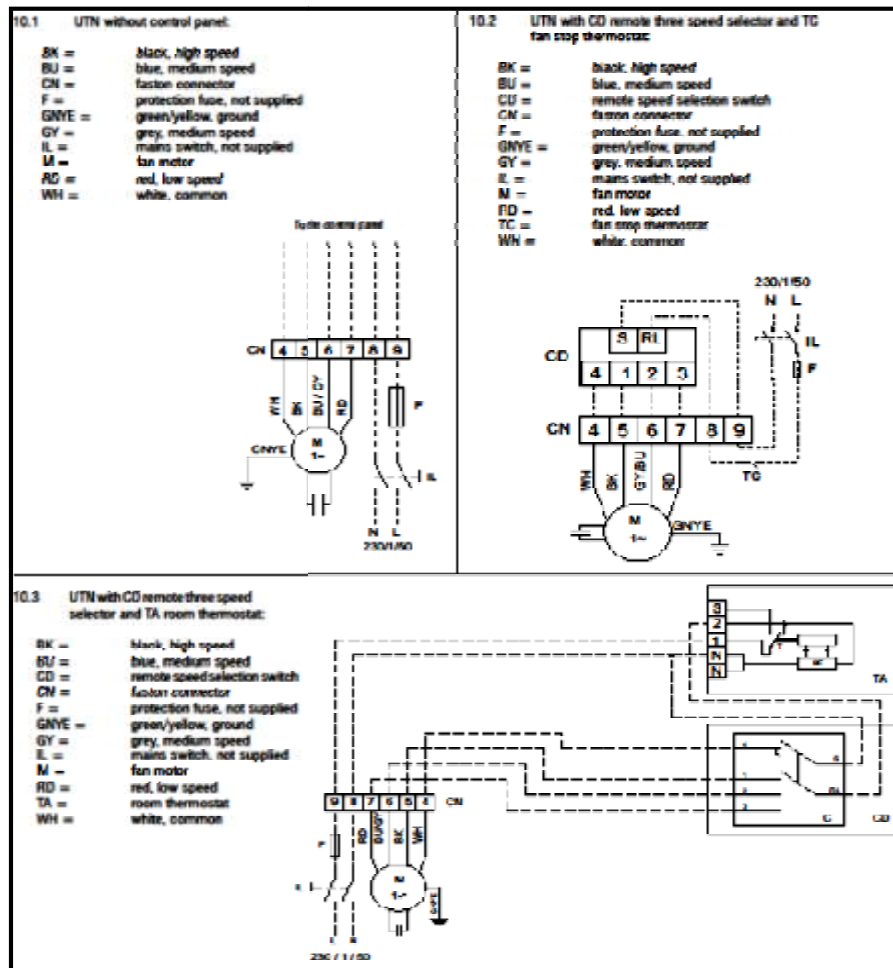
- Εξωτερικά ενισχυμένο πολύφυλλο αλουμινίου με πολυεστερική μεμβράνη και πλέγμα ινών.
- Μόνωση **25mm** υαλοβάμβακας ροζ υποαλλεργικός.
- Εσωτερικά ενισχυμένο πολύφυλλο αλουμίνιο με ειδικά ενισχυμένο σπείρωμα από ατσαλόσυρμα.
- Υψηλών απαιτήσεων και ειδικών προδιαγραφών.
- Θερμοκρασία αέρα **-30°C** έως **+140°C**.
- Ταχύτητα αέρα **30m/sec**.
- Μέγιστη πίεση **2500Pa**.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τα στοιχεία υπολογισμού από το πρόγραμμα 'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ' που έχουμε εκπονήσει με την δυνατότητα υπολογισμού όλων των στοιχείων των αεραγωγών. Βέβαια το μείζον πρόβλημα είναι οι διαστάσεις των σωλήνων κατασκευαστικά στο χώρο των εσωτερικών παραθύρων μαζί με όλα τα μηχανήματα. Η ευκαμπτότητα δίνει την λύση.

Α/Α	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧ/ΤΩΝ	ΦΟΡΤΙΟ			ΠΑΡΟΧΗ σε m <sup>3</sup> /h	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΓΩΓΩΝ	ΠΑΡΟΧΗ	ΠΑΡΟΧΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ σε mm	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ σε mm	ΤΑΧΥΤΗΤΑ σε m/s
		ΘΕΡΜ. KW	ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗ KW	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ M <sup>2</sup>			ΑΓΩΓΟΥ σε m <sup>3</sup> /h	ΑΓΩΓΟΥ σε m <sup>3</sup> /s			
1	K - 8A	0	2,40	1,00	398	1	398,2	0,1106	217	220	2,91
		0	2,40	1,00	398	1	398,2	0,1106	217	220	2,91
2	K - 12A	0	3,50	1,00	581	2	290,4	0,0807	185	200	2,57
		0	3,30	1,00	548	2	273,8	0,0760	180	200	2,42
3	K - 22A	0	7,00	1,00	1161	2	580,7	0,1613	262	280	2,62
		0	7,00	1,00	1161	2	580,7	0,1613	262	280	2,62
4	K - 30A	0	19,00	1,00	3152	5	630,5	0,1751	260	280	2,84
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>44,60</b>	<b>7,00</b>	<b>7400</b>						
X10	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΧΗΣ</b>		<b>7400</b>								
	<b>ΤΑΧ. ΑΕΡΑ</b>		<b>0,6944</b>								

### 3.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ

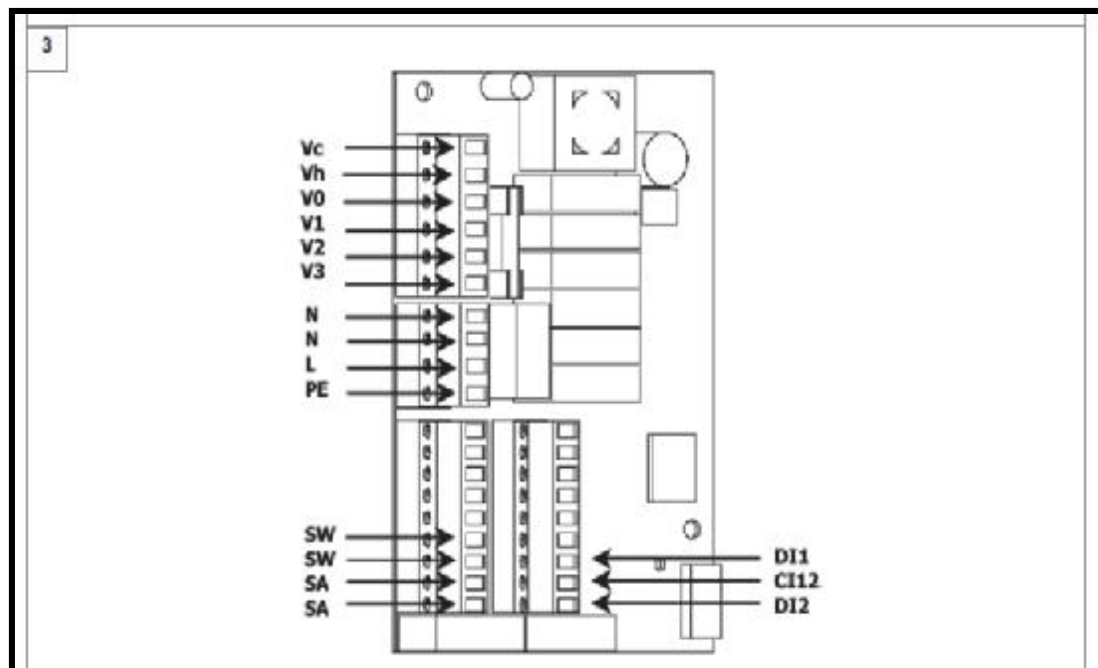
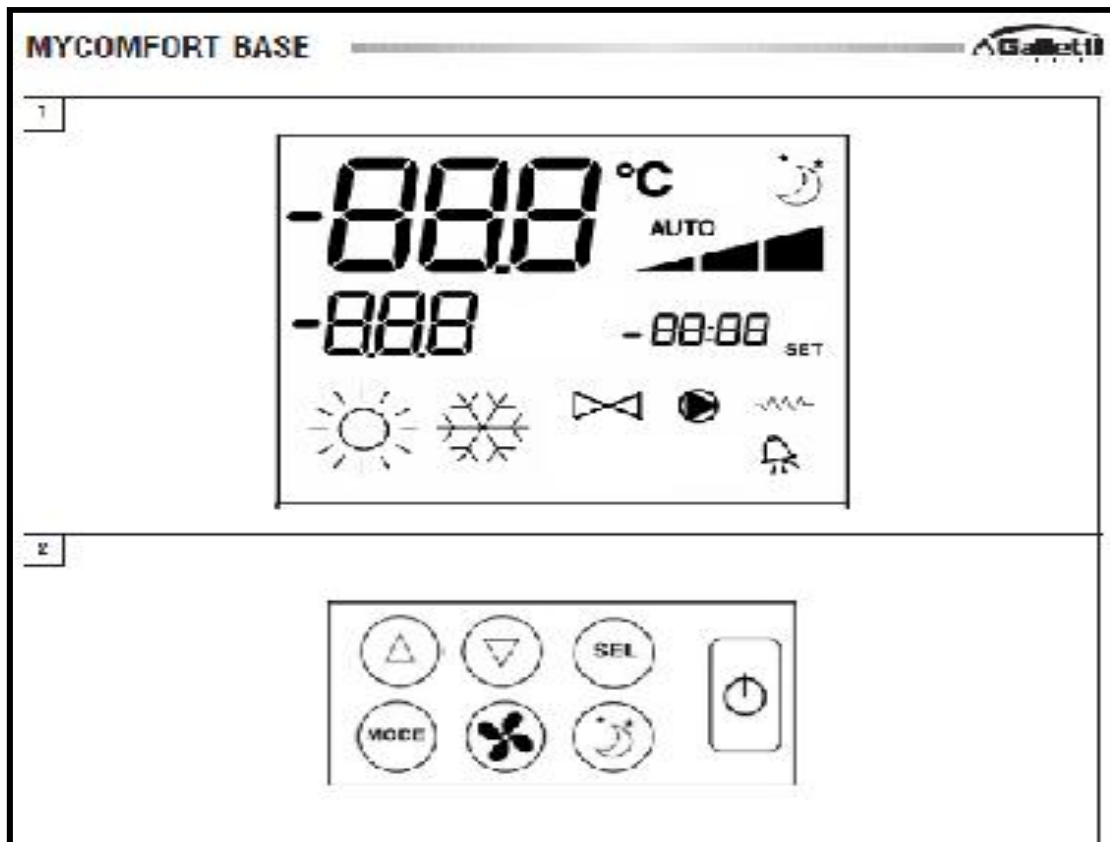
#### (i) ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΣΕΤΩΝ UTN



#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ UTN

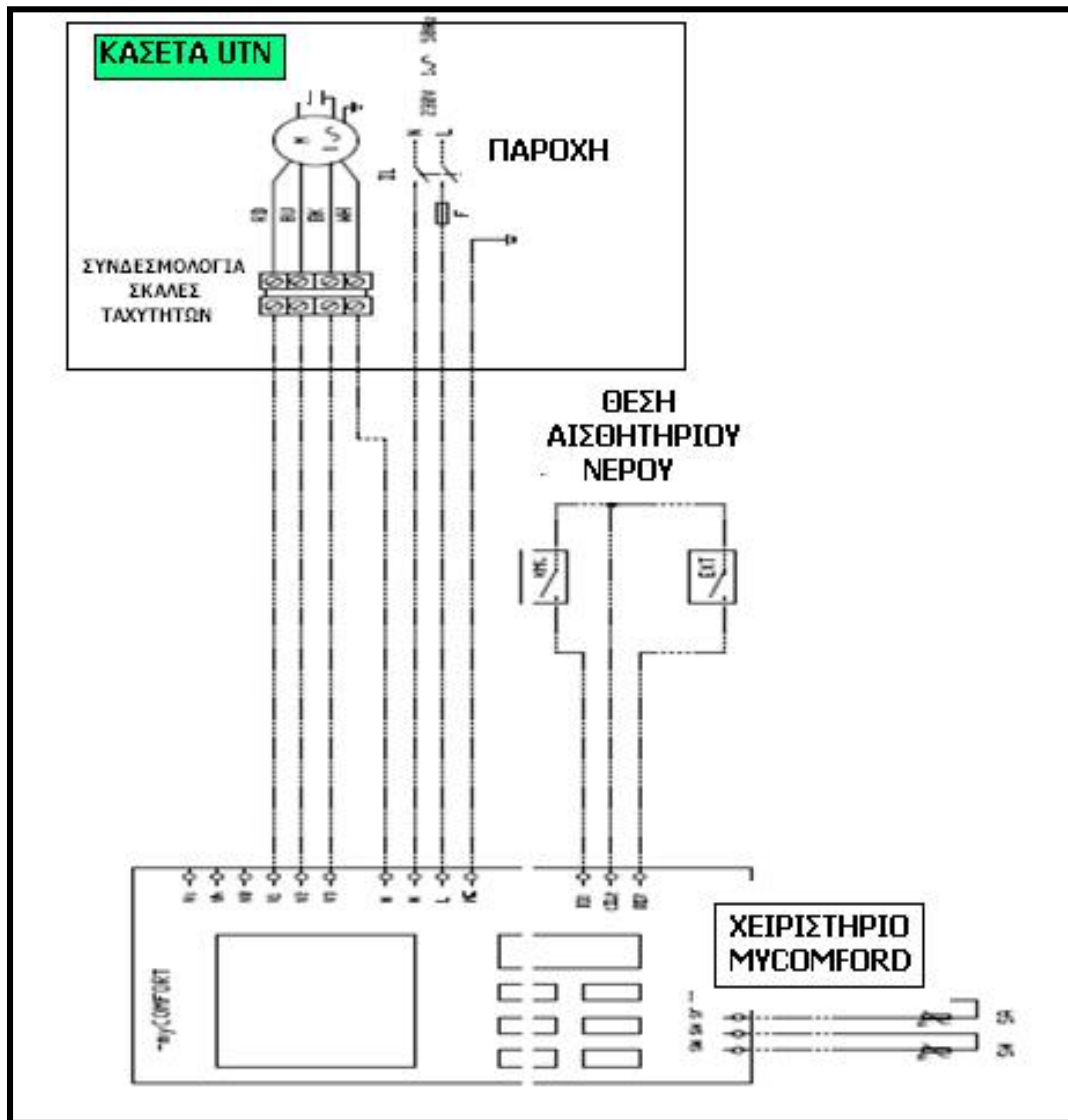
	<b>Vr</b>	<b>I<sub>max</sub> (A)</b>	<b>P<sub>max</sub> (W)</b>
<b>UTN 6 - 6A</b>	max	0.820	188
	med	0.550	122
	min	0.400	84
<b>UTN 8 - 8A</b>	max	1.210	265
	med	0.810	185
	min	0.700	135
<b>UTN 12 - 12A</b>	max	2.100	460
	med	1.600	345
	min	1.350	305
<b>UTN 16 - 16A</b>	max	2.500	505
	med	1.800	380
	min	1.400	290
<b>UTN 22 - 22A</b>	max	3.500	750
	med	2.350	535
	min	1.800	370
<b>UTN 30 - 30A</b>	max	5.600	1300
	med	4.600	1090
	min	3.800	870
<b>UTN 40 - 40A</b>	max	5.556	1150
	med	3.981	920
	min	3.140	650

**(ii) ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ MYCOMFORT BASE (ΟΘΟΝΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ)**



**ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ – ΚΑΣΕΤΩΝ UTN**

Στο παρακάτω διάγραμμα δείχνονται οι ηλεκτρικές συνδεσμολογίες των χειριστηρίων με τις κασέτες UTN.

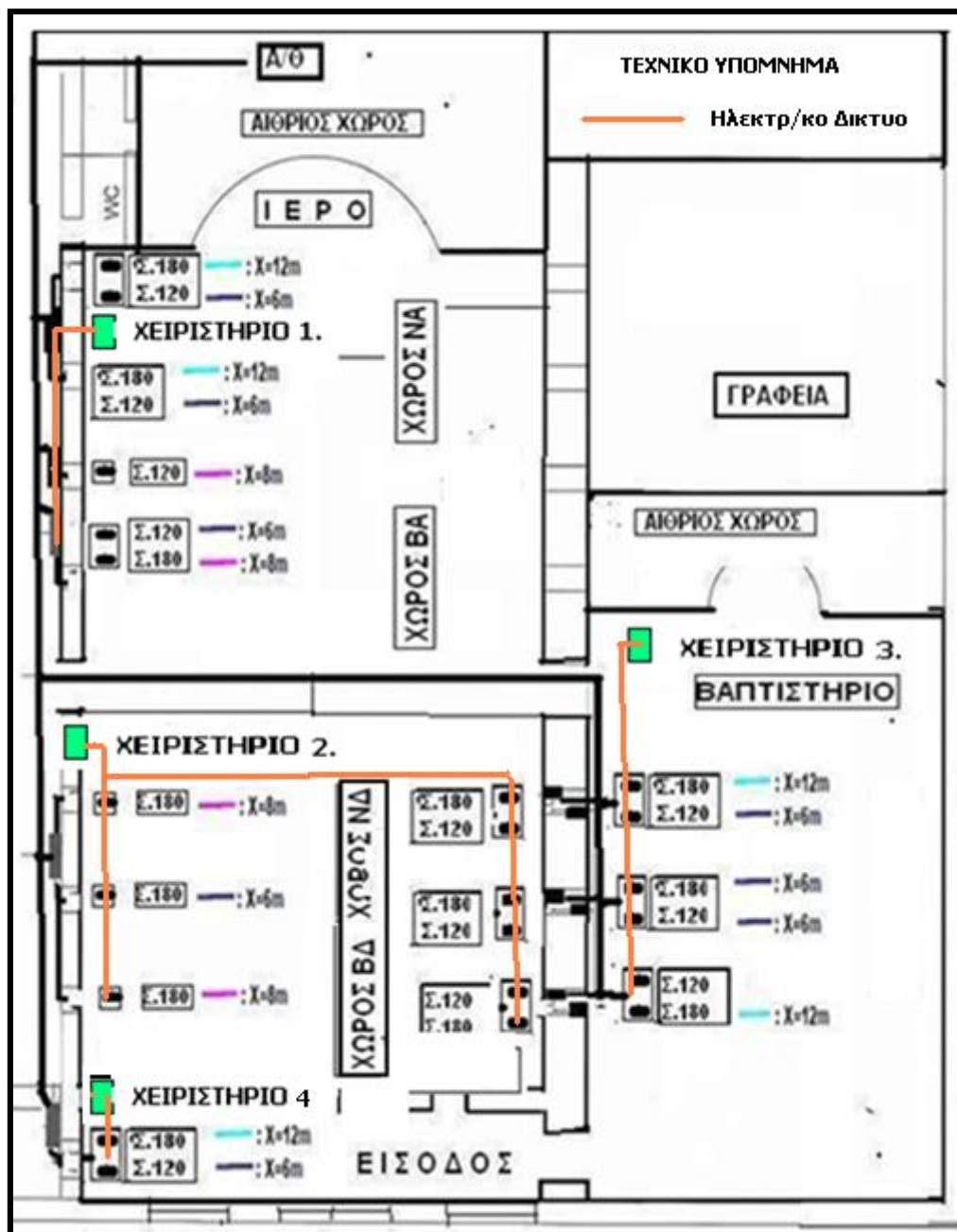






Η αυτονόμηση του συστήματος δεν πρέπει να γίνει με ηλεκτροβάνες στο δίκτυοσωληνώσεων γιατί μειώνουμε την ποσότητα νερού στο λειτουργούν σύστημα μεαποτέλεσμα να δημιουργούμε πρόβλημα στην ON – OFF λειτουργία της Αντλίας. Με την δυνατότητα ON – OFF λειτουργίας του χειριστηρίου ,επιτυγχάνομαι οικονομικά και απλά την αυτονόμηση του συστήματος.



### 3.9 ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΩΝ

Στο παρακάτω σχέδιο δείχνονται οι θέσεις των χειριστηρίων και οι ηλεκτρικές συνδεσμολογίες με τις κασέτες **UTN**.



• ΙΕΡΟ – ΧΩΡΟΣ ΒΔ – ΧΩΡΟΣ ΝΑ.	 ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ 1.
• ΧΩΡΟΣ ΒΔ – ΧΩΡΟΣ ΝΔ. και	 ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ 2.
• ΒΑΠΤΙΣΤΗΡΙΟ	 ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ 3.
• ΕΙΣΟΔΟΣ	 ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ 4.

Η αυτονόμηση των χώρων με τα χειριστήρια μέσω των κασετών δίνει μεγάλη οικονομία στην λειτουργία της εγκατάστασης γιατί οι ώρες λειτουργίας του ναού είναι βραχύβιες όπως και το συναθροιζόμενο πλήθος πιστών είναι μικρό, (υπάρχουν ήδη 84 καθίσματα) οπότε λειτουργεί μόνο το τμήμα του ναού **ΙΕΡΟ-ΒΗΜΑ ΚΑΙ ΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΩΝ ΒΑ-ΝΑ.** που είναι αυτονομημένα. Επιπλέον η Αντλία Θερμότητας δύναται να λειτουργεί μόνο με τον 1<sup>ο</sup> Συμπιεστή για ακόμα μεγαλύτερη οικονομία.

### 3.10 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Είναι αναγκαία η συντήρηση του συστήματος να γίνεται από εξειδικευμένους τεχνικούς και με συχνότητα εκτιμώμενη ανάλογα των εποχών και τούτο λόγω των εξής ιδιαίτερων συνθηκών. Στους διάφορους χώρους του ναού κατά την διάρκεια της *Λειτουργίας* ανάβονται κεριά και καίγονται θυμιάματα με αποτέλεσμα να έχουμε υψηλά ποσοστά στον αέρα αιθάλης που κατακρατείται στα φίλτρα των στομιών επιστροφής, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η παροχή τους. Ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης μειώνεται αισθητά. Η συντήρηση λοιπόν πρέπει να καθορίζεται χρονικά ανάλογα με τις αναφερόμενες παραμέτρους. Κατασκευαστικά έχει προβλεφθεί τα φίλτρα να είναι τοποθετημένα σε χώρο εύκολα προσβάσιμο και με δυνατότητα άμεσης αντικατάστασής τους. Επίσης μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στον έλεγχο του φίλτρου νερού που είναι τοποθετημένο πριν την Αντλία Θερμότητας ένα είναι καθαρό ή έχει χάσει την ικανότητα φιλτραρίσματος. Βέβαια η συντήρηση μηχανημάτων και συσκευών ορίζονται και από τις κατασκευάστριες εταιρείες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.Recknagel-Sprenger(1977),θέρμανση και κλιματισμός 1 και 2.Μ.ΓΚΙΟΥΡΔΑΣ
- 2.Carrier(1965)Εγχειρίδιο κλιματισμού,Γρ.Φούντας
3. S. Sage(2000).Εγχειρίδιο εσωτερικών κανονισμών. Κλιματισμός
- 4 V.PaulLang(1997).Αρχές Κλιματισμού.ΙΩΝ
- 5, Σ.Ν. Καπλάνης,(2004).Ηλιακή Μηχανική,ΙΩΝ
6. Σ.Ν.Λέγγα(2008) Θερμανση Αερισμός και Κλιματισμός,ΙΩΝ
7. Σ. Π. Αναστασιάδης(1988),Κλιματισμός.Σ.Π.ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗ
- 8.TOTEE-20701-3-2010,Final-TEE 2nd
9. CecilJohnson(1999).Πρακτικές εφαρμογές αντλιών θερμότητας, ΙΩΝ
- 10.Πολύδωρας Κ.Σταυρόπουλος,(1999).Σχέδιο θερμωδραυλικών.ψυκτικών και κλιματιστικών εγκαταστάσεων. ΙΩΝ
- 11 Σ.Ν.ΛΕΓΓΑ-Ν.Ι.ΠΑΡΙΚΟΥ.(1992).Θέρμανση-αερισμός-κλιματισμός. ΙΩΝ
- 12.ANT.N.ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ(1990).Κλιματισμός,ANT.N.ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ
- 13 Σ.Π.Αναστασιαδης(1988).Κλιματισμός και συμβατικά ηλιακά συστήματα.ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ
- 14.Carrier,(1965).Εγχειρίδιο κλιματισμού, FOUNDAS
15. .K.Sage(2000).Εγκαταστάσεις αερισμού και κλιματισμού
16. ROGGER W.HAINES,(1996) Αυτοματισμοί εγκαταστάσεων, ΙΩΝ
17. Φαντάκης Παναγιώτης(2015) Αυτοματισμοί κεντρικών θερμάνσεων,ΦΑΝΤΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
- 18 Βάιος Η.Σελλούντος,(2002).Θέρμανση-κλιματισμός, ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ..
19. PaulV.Lang,(2003) Ψύξη και κλιματισμός, ΙΩΝ
20. .Cecil Johnson,(2000). Εργαστήριο εγκαταστάσεων ΙΩΝ,
- 21 WilliamC.Whitman(2000)Εγκαταστάσεις κλιματισμού, ΙΩΝ
- 22 Σπύρος Ι.Καρέκος,(2001).Μετάδοση θερμότητας-Θερμομόνωση,Τ.Ε.Ε
- 23,Γεώργιος.Α.Κοτσίρης,(2007) Θερμική άνεση, ΙΩΝ.
- 24 ΚΤΙΡΙΟ(2007).Οδηγός σχεδιασμού εγκαταστάσεων,ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ