

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη κλιματισμού εμπορικού καταστήματος
με αυτόνομες μονάδες

ΜΠΕΣΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

A.M.: 2779

ΔΟΥΚΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

A.M.: 2742



Εισηγητής
Επίκουρος Καθηγητής κ. Γιαννόπουλος Ανδρέας

ΠΑΤΡΑ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή	3
1.1.	Ιστορική εξέλιξη — εφαρμογή	3
1.2.	Επιδιώξεις του κλιματισμού	5
1.3.	Συστήματα μονάδων και πρότυπα κλιματισμού	6
2.	Στοιχεία ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα	9
2.1.	Γενικά	9
2.2.	Σύνθεση του αέρα	9
2.3.	Ιδιότητες του αέρα	10
3.	Περιεχόμενο κλιματιστικής εγκατάστασης	13
3.1.	Γενικά	13
3.2.	Κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση	13
3.3.	Τοπική κλιματιστική εγκατάσταση	14
4.	Κατάταξη των εγκαταστάσεων κλιματισμού	15
4.1.	Γενικά	15
4.2.	Συστήματα αέρα	15
4.2.1.	Σύστημα με έναν αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα	15
4.2.2.	Σύστημα με ζεύγος αγωγών και σταθερή παροχή αέρα	16
4.2.3.	Σύστημα με έναν αγωγό και αναθέρμανση	17
4.2.4.	Σύστημα με δύο αγωγούς — ένα σταθερής παροχής αέρα και ένα μεταβαλλόμενης	18
4.2.5.	Σύστημα με πολλούς αγωγούς — ή πολυζωνικό σύστημα	19
4.3.	Συστήματα νερού	20
4.3.1.	Σύστημα με 2 σωλήνες νερού	21
4.3.2.	Σύστημα με 3 σωλήνες νερού	21
4.3.3.	Σύστημα με 4 σωλήνες νερού	22
4.4.	Συστήματα αέρα – νερού	22
4.4.1.	Σύστημα επαγωγής	23
4.4.2.	Σύστημα τερματικών μονάδων ανεμιστήρα – στοιχείου με συμπληρωματικό αέρα	23
4.4.3.	Σύστημα τερματικών μονάδων ακτινοβολίας με συμπληρωματικό αέρα	24
4.5.	Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με Αυτοδύναμες Τοπικές Μονάδες)	25
4.5.1.	Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου παραθύρου ή τοίχου	25
4.5.2.	Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου οροφής	26
4.5.3.	Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου δαπέδου	26
5.	Στοιχεία υπολογισμού θερμικών και ψυκτικών φορτίων	28
5.1.	Διαδικασία και στάδια υπολογισμού κλιματιστικής εγκατάστασης	28
5.2.	Θερμικά φορτία	29
5.3.	Ψυκτικά φορτία	32
5.4.	Εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας	34
5.5.	Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος	36

5.6.	Ψυκτικά φορτία από τοίχους και οροφές.....	38
5.7.	Ψυκτικά φορτία από κουφώματα με τζάμια.....	42
5.7.1.	Θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας.....	43
5.7.2.	Θερμικό Κέρδος από τον Ήλιο.....	45
5.7.3.	Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο από κουφώματα με τζάμια.....	51
5.8.	Ψυκτικά και θερμικά φορτία από εσωτερικά τοιχώματα, οροφές και δάπεδα.....	51
5.9.	Ψυκτικά φορτία από πηγές θερμότητας μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.....	52
5.9.1.	Ψυκτικά φορτία από φωτισμό.....	53
5.9.2.	Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους.....	56
5.9.3.	Ψυκτικά φορτία από συσκευές.....	59
5.10.	Ψυκτικά φορτία από αερισμό και διαπήδηση αέρα.....	59
6.	Εκλογή κλιματιστικού μηχανήματος, ψυχομετρικός χάρτης.....	61
6.1.	Απαιτούμενος αέρας προσαγωγής.....	61
6.2.	Ψυχομετρικός Χάρτης.....	64
6.3.	Επίλυση προβλημάτων κλιματισμού με τη βοήθεια του Ψυχομετρικού Χάρτη.....	66
6.4.	Επιλογή κλιματιστικού μηχανήματος.....	69

Πρόλογος

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και ο υπολογισμός των κατάλληλων αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων, οι οποίες απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών ενός εμπορικού καταστήματος σε ψύξη και σε θέρμανση.

Στο θεωρητικό μέρος της πτυχιακής εργασίας, αρχικά παρέχονται στοιχεία για τον σκοπό και την χρησιμότητα του κλιματισμού σε συνδυασμό με την ιστορική του εξέλιξη. Ακολουθεί αναφορά για τη σύνθεση και τις ιδιότητες του αέρα ο οποίος αποτελεί και το κύριο μέσο για την λειτουργία της αυτόνομης κλιματιστικής μονάδας. Στη συνέχεια γίνεται η περιγραφή μίας κλιματιστικής εγκατάστασης και το θεωρητικό μέρος της εργασίας ολοκληρώνεται με την κατάταξη των εγκαταστάσεων κλιματισμού και την περιγραφή τους.

Από το πέμπτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας ξεκινάει η διαδικασία υπολογισμού των απαιτούμενων αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων. Γίνεται αναφορά στους παράγοντες που προκαλούν τα θερμικά και ψυκτικά φορτία και καθιστούν απαραίτητη την ύπαρξη κλιματιστικής εγκατάστασης. Ακολουθεί λεπτομερής μελέτη όσον αφορά το κτίριο που εξετάζουμε, παράθεση των γενικών και δομικών στοιχείων του εμπορικού καταστήματος και υπολογισμός των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του οικοδομήματος. Η εργασία καταλήγει και παρουσιάζει στις αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες που απαιτούνται για την κάλυψη του εμπορικού καταστήματος και οι οποίες φαίνονται σε σχέδιο κλίμακας 1:50.

1. Εισαγωγή

1.1. Ιστορική εξέλιξη — εφαρμογή

Η προσπάθεια του ανθρώπου να ελέγξει το κλιματολογικό περιβάλλον άρχισε από πολύ παλιά. Είναι γνωστό ότι οι προϊστορικοί άνθρωποι είχαν χρησιμοποιήσει τη **φωτιά** για τη θέρμανσή τους και ότι τα **ξύλα** ήταν το αρχαιότερο από τα καύσιμα.

Μετά ανακάλυψαν ότι από τα ξύλα μπορούσαν να φτιάξουν τους **ξυλάνθρακες** και να έχουν έτσι ένα καύσιμο χωρίς καπνό. Η ανακάλυψη αυτή έγινε σε περιοχές με μετριότερες ανάγκες για θέρμανση, όπως οι ακτές της Μεσογείου, η Κίνα και η Ιαπωνία. Η οριστική όμως απαλλαγή του θερμαινόμενου χώρου από τους καπνούς και τα αέρια της καύσεως, έγινε με την ανακάλυψη του **τζακιού** στην Ευρώπη το 13° αιώνα. Οι προσπάθειες για βελτίωση της αποδόσεως των τζακιών δεν ήταν επιτυχείς γι' αυτό και μέχρι σήμερα ακόμα τα τζάκια έχουν τη μεγαλύτερη σπατάλη καυσίμου, πολύ μεγαλύτερη από τις **σόμπες**, τις οποίες σημειωτέον, οι Κινέζοι, χρησιμοποιούσαν ήδη από το 600 π.Χ.

Αυτό που λέμε σήμερα **κεντρική θέρμανση**, δηλαδή θέρμανση ενός χώρου από φωτιά που βρίσκεται έξω από το χώρο, πιστεύεται ότι έχει εφευρεθεί από τους Λακεδαιμόνιους οι οποίοι πρώτοι χρησιμοποίησαν τα **θερμαινόμενα δάπεδα**. Το Μεγάλο Τέμπλο στην Έφεσο (350 π.Χ.) πιστεύεται ότι θερμαίνονταν από οριζόντια τμήματα καπνοδόχων μέσα στο δάπεδο. Ως καύσιμο οι Λακεδαιμόνιοι χρησιμοποιούσαν το λιγνίτη. Αυτός ο τύπος κεντρικής θερμάνσεως τελειοποιήθηκε αργότερα από τους Ρωμαίους. Σήμερα υπάρχουν ευρήματα τέτοιων εγκαταστάσεων σε πολλές πόλεις της Ευρώπης στις οποίες αναπτύχθηκε ο Ρωμαϊκός Πολιτισμός. Οι εγκαταστάσεις αυτές στα θερμότερα κλίματα γίνονταν κυρίως στα λουτρά, ενώ στα ψυχρότερα στο σαλόνι ή μερικές φορές και σε άλλα δωμάτια.

Αυτή η επιστημονική πρόοδος και κατά συνέπεια ο εξευγενισμός της ζωής, σταμάτησαν με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Ο Μεσαίωνας έδειξε μια επιστροφή σε λιγότερο πολιτισμένη μορφή ζωής. Έτσι στα κάστρα και τις κατοικίες βρίσκουμε πάλι τους πρωτόγονους τρόπους θερμάνσεως. Δηλαδή μεγάλες αίθουσες (με πολλά ρεύματα αέρα) θερμαίνονταν από μια **φωτιά με ξύλα** στο

κέντρο του πέτρινου πατώματος. Οι άνθρωποι για να μην κρυώνουν φορούσαν πολύ βαριά γούνινα παλτά. Πέρασαν 1500 χρόνια για να ανακαλύψει και πάλι ο άνθρωπος το επιδαπέδιο σύστημα θερμάνσεως των Ρωμαίων.

Η Βιομηχανική Επανάσταση τον 18° και 19° αιώνα εγκαινίασε ένα νέο τρόπο θερμάνσεως που χρησιμοποιήθηκε πρώτα στα εργοστάσια: την θέρμανση με **ατμό**. Ο τρόπος αυτός θερμάνσεως χρησιμοποιήθηκε μετά και για τη θέρμανση σχολείων, εκκλησιών, δικαστηρίων, ή ακόμα και σπιτιών. Οι πολύ θερμές επιφάνειες όμως των εγκαταστάσεων ατμού ξηραίνουν τον αέρα και προκαλούν συχνά μια ανεπιθύμητη μυρωδιά καμένης σκόνης. Στα 1830 άρχισαν να αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα του **ζεστού νερού** με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες επιφανειών και την πιο «γλυκιά», σε σύγκριση με τον ατμό, θέρμανση. Από τότε το ζεστό νερό είναι ένα από τα βασικά μέσα θερμάνσεως. Χρησιμοποιείται στα **καλοριφέρ**, σε **θερμάνσεις δαπέδου** ή **οροφής** και ακόμα για **θέρμανση αέρα** που μοιράζεται στους χώρους με τη βοήθεια **ανεμιστήρων**.

Η ανάγκη για κάποια μορφή **εξαναγκασμένου (μηχανικού) αερισμού** σε κλειστούς χώρους πρωτοπαρουσιάστηκε πιθανόν τον 19° αιώνα, γιατί τότε άρχισαν να χτίζονται μεγάλες αίθουσες συγκεντρώσεως, θέατρα και εκκλησίες με χωρητικότητα εκατοντάδων ή και χιλιάδων ατόμων. Παράλληλα στη βιομηχανία, οι ιδιοκτήτες εργοστασίων με πολύ κακή εσωτερική ατμόσφαιρα, αναγκάστηκαν να καταφύγουν σε βελτίωση του αερισμού για να περιορίσουν τον αυξανόμενο ρυθμό ασθενειών.

Βέβαια ο εξαναγκασμένος μηχανικός αερισμός χρησιμοποιούνταν ακόμα παλιότερα στα ορυχεία. Εκεί κάμινοι έκαιγαν συνέχεια στη βάση των **πηγαδιών εξαερισμού** για να δημιουργείται ανοδικό ρεύμα αέρα. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιήθηκε και σε πολλά παλιά κτίρια, όπως π.χ. το 1837 στα κτίρια της αγγλικής Βουλής, στο Λονδίνο στα οποία ακόμα και σήμερα σώζονται οι άχρηστοι πια γοτθικού ρυθμού κατακόρυφοι αεραγωγοί.

Από τον 18° αιώνα άρχισε να χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις αερισμού και ο **κινούμενος με ατμό** ανεμιστήρας. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε ένα σύστημα σύμφωνα με το οποίο ο αέρας που μετακινούσε ο ατμοκινούμενος αυτός ανεμιστήρας ζεσταινόταν με ατμό που περνούσε μέσα από σωλήνες τοποθετημένους στο εσωτερικό των αεραγωγών. Με αυτό το σύστημα θερμαίνονταν εργοστάσια, σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ.

Η **ψύξη μέσω εξατμίσεως** φαίνεται ότι άρχισε στην Ινδία όπου βρεγμένες

ψάθες κρεμασμένες πάνω από ανοίγματα προς τη μεριά του ανέμου, κατέβαζαν τη θερμοκρασία από 11° C ως 17° C.

Ο όρος «κλιματισμός» (*Air Conditioning*) ανήκει στον Stuart W. Cramer, ο οποίος τον χρησιμοποίησε το 1907 σε μια διάλεξη του για τον έλεγχο της υγρασίας στην υφαντουργία και το 1911 τέθηκαν οι επιστημονικές βάσεις του κλιματισμού, όταν ο Willis Carrier δημοσίευσε τα αποτελέσματα σχετικών πολυετών ερευνών του.

Ορόσημο στην ιστορία του κλιματισμού αποτελεί ο Πρώτος Παγκόσμιος πόλεμος. Μετά τη λήξη του, η έρευνα στον τομέα αυτό, πήρε σε πολλές χώρες και κυρίως στις Η.Π.Α., την Μεγάλη Βρετανία, την Γερμανία, την Σουηδία και την Γαλλία μεγάλες διαστάσεις.

Οι πρώτες εφαρμογές του κλιματισμού εξυπηρετούσαν τη βιομηχανία. Ο κλιματισμός για την άνεση του ανθρώπου άρχισε να αναπτύσσεται μετά το 1920 και αφορούσε κυρίως τα μεγάλα καταστήματα, θέατρα και κτίρια γραφείων. Στα χρόνια που ακολούθησαν ο κλιματισμός βοηθούμενος και από την αλματώδη αύξηση της ανοικοδομήσεως γνώρισε μεγάλη εφαρμογή.

1.2. Επιδιώξεις του κλιματισμού

Με τον κλιματισμό επιδιώκουμε την διατήρηση, μέσα σε επιθυμητά όρια, (απαραίτητα για την ανθρώπινη άνεση ή για τη διεξαγωγή κάποιας παραγωγικής διαδικασίας ή για τη διατήρηση κάποιου προϊόντος), των συνθηκών εσωτερικού ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (εσωτερικού κλίματος). Οι συνθήκες αυτές προσδιορίζονται από τους εξής μεταβλητούς παράγοντες που αφορούν τον αέρα ενός χώρου:

- Θερμοκρασία,
- Υγρασία,
- Κίνηση και διανομή αέρα,
- Καθαρότητα αέρα,
- Ηλεκτρική φόρτιση αέρα.

Για τον έλεγχο των παραπάνω μεταβλητών του περιβάλλοντος εγκαθιστούμε τα κατάλληλα μηχανήματα, τις συσκευές ελέγχου και τα δίκτυα μεταφοράς ενέργειας, έτσι ώστε να μην αυξάνονται οι θόρυβοι του περιβάλλοντος. Η **Κλιματιστική Εγκατάσταση** είναι ένας συνδυασμός τέτοιων μηχανημάτων, συσκευών ελέγχου και δικτύων μεταφοράς ενέργειας. Όσο περισσότερες από τις

μεταβλητές του αέρα (θερμοκρασία κ.λπ.) ελέγχονται και όσο πιο αυστηρός είναι αυτός ο έλεγχος για κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή, τόσο πιο πλούσιος και τόσο πιο πολύπλοκος είναι ο συνδυασμός αυτός.

1.3. Συστήματα μονάδων και πρότυπα κλιματισμού

Τα πρότυπα κλιματισμού χρησιμοποιούνται κατά κανόνα από τους περισσότερους μελετητές και κατασκευαστές κλιματιστικών εγκαταστάσεων της χώρας μας, κυρίως με τη μορφή ενός συγκεντρωτικού απλοποιημένου Εγχειριδίου Μελέτης (Design Manual). Το εγχειρίδιο αυτό έχει εκδοθεί από μια μεγάλη αμερικανική εταιρία κατασκευής μηχανημάτων και συστημάτων κλιματισμού, την Carrier. Συγκριτικά όμως με τα εγχειρίδια της Αμερικανικής Ενώσεως Μηχανικών Θερμάνσεως, Ψύξεως και Κλιματισμού, A.S.H.R.A.E. (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers), τα οποία αποτελούν μια σειρά τεσσάρων μεγάλων βιβλίων που το καθένα τους καλύπτει μια ιδιαίτερη περιοχή γνώσεων του κλιματισμού, υστερεί σε πληρότητα και ενημέρωση. Τα εγχειρίδια της A.S.H.R.A.E επανεκδίδονται κάθε τετραετία συμπληρωμένα με όλα τα νέα στοιχεία που προκύπτουν από τις ευρύτερες και πολυδάπανες ερευνητικές εργασίες της ενώσεως. Έτσι η σειρά των τεσσάρων αυτών εγχειριδίων που σήμερα είναι σε ισχύ αποτελείται από τα βιβλία:

- 2005 ASHRAE Handbook – Fundamentals (Θεμελιώδεις Γνώσεις)
- 2004 ASHRAE Handbook – HVAC Systems & Equipment (Μηχανήματα και Συσκευές)
- 2003 ASHRAE Handbook – HVAC Applications (Εφαρμογές)
- 2002 ASHRAE Handbook – Refrigeration (Ψύξη)

Το Σύστημα Μονάδων για το οποίο γίνεται λόγος στην εργασία αυτή εφαρμόζεται στα παραπάνω βιβλία. Το σύστημα αυτό, αποτελεί συνδυασμό των δυο συστημάτων, του **Αγγλικού Συστήματος Μονάδων** και του μετρικού **Διεθνούς Συστήματος Μονάδων**. Περισσότερο όμως βασίζεται στο Αγγλικό Σύστημα το οποίο κυρίως χρησιμοποιήθηκε στον τόμο του A.S.H.R.A.E που αφορά τις «Θεμελιώδεις Γνώσεις» και από τον οποίο αντλήθηκαν οι περισσότερες πληροφορίες.

Στον κλιματισμό χρησιμοποιούνται ευρύτατα, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, και μερικές άλλες μετρικές μονάδες οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στο Διεθνές Σύστημα μετρικών μονάδων (SI), όπως π.χ. η χιλιοθερμίδα ανά ώρα (kcal/h).

Αυτές οι μονάδες μετατρέπονται σε διεθνείς μετρικές μονάδες, δηλαδή στη θέση του kcal/h χρησιμοποιείται το Watt. Στον Πίνακα 1.1 δίνονται οι συντελεστές μετατροπής των Αγγλικών Μονάδων και των μη διεθνών μετρικών μονάδων που συνηθέστερα συναντάμε στον κλιματισμό, σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μετρικών Μονάδων (SI). Επίσης στον πίνακα δίνεται η αντιστοιχία μεταξύ της κλίμακας θερμοκρασιών Celcius (°C) και της κλίμακας θερμοκρασιών Fahrenheit (F).

Φυσικό Μέγεθος	Σύμβολο	Αγγλική Μονάδα		Μη Διεθνής Μετρ. Μονάδα		Μονάδα SI
		Μονάδα	Συντελεστής μετατροπής σε SI	Μονάδα	Συντελεστής μετατροπής σε SI	
Μήκος	L	ft	0,3048	micron	1×10^{-6}	m
		in	0,0254	—	—	m
Εμβαδό	A	ft ²	0,0929	—	—	m ²
Όγκος	V	ft ³	0,0283	litre	1×10^{-3}	m ³
Ταχύτητα		ft/min (FPM)	0,00508	—	—	m/s
Διαφορά θερμοκρασίας*	ΔT	F	1/1,8	—	—	°C
		F	1/1,8	°C	1.0	K
Πίεση**	ρ	in Hg	3386	—	—	Pa (Pascal)
		psi	6895	atm (κανονική)	101325	Pa
Μάζα	m	lb	0,4536	ton	1000	kg
Μάζα ανά μονάδα επιφάνειας		lb/ft ²	4,882	—	—	kg/m ²
Πυκνότητα		lb/ft ³	16,019	—	—	kg/m ³
Θερμική διαβατότητα	U ή K	Btu/(h.ft ² .F)	5,678	kcal/(h.m ² .°C)	1,163	W/(m ² .K)
Θερμική μονωτικότητα	M	(h.ft ² .F)/Btu	0,1761	—	—	(m ² .K)/W
Ροή θερμότητας (πυκν)	q	Btu/(h.ft ²)	3,155	—	—	W/m ²
Θερμική Ισχύς	q _ψ	Btu/h	0,2931	kcal/h	1,163	W(J/s)
Ψυκτική ισχύς		RT (ψυκτικός τόννος)	3,517	—	—	kW
Θερμική Ενέργεια**		Btu	1054,35	kcal	4184	J(Joule)
Ροή Αέρα**		Ft ³ /min (CFM)	$4,72 \times 10^{-4}$	m ³ /h	$2,78 \times 10^{-4}$	m ³ /s

Πίνακας 1.1: Συντελεστής μετατροπής σε μονάδες Διεθνούς Συστήματος (SI)

Παραδείγματα χρήσεως του πίνακα:

$$U = 0,3 \text{ Btu}/(\text{h.ft}^2.\text{F}) = 0,3 \times 5,678 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$3500 \text{ Btu}/\text{h} = 3500 \times 0,2928 \text{ W} = 1025 \text{ W}$$

$$3500 \text{ kcal}/\text{h} = 3500 \times 1,1622 \text{ W} = 4060 \text{ W}$$

* Για τη **θερμοκρασία t** στην οποία βρίσκεται ένα σώμα έχουμε τους εξής τύπους μετατροπής από ένα σύστημα μονάδων στο άλλο:

$$t_{oc} = (t_F - 32)/1,8 \quad = t_K - 273,15$$

$$t_K = (t_F + 459,67)/1,8 \quad = t_{oc} + 273,15$$

** Για την **πίεση**, τη **θερμότητα** και τη **ροή αέρα** έχουμε συνήθως τους εξής τύπους μετατροπής από μη Διεθνές Μετρικό στο Αγγλικό Σύστημα ή και

αντίστροφα (με τη βοήθεια του πίνακα):

$$A) 1 \text{ atm (κανονική)} = \frac{101.325 \text{ Pa}}{6895 \text{ Pa/psi}} = 14,7 \text{ psi}$$

$$1 \text{ atm (κανονική)} = \frac{101.325 \text{ Pa}}{3386 \text{ Pa/inHg}} = 29,921 \text{ inHg}$$

$$B) 1 \text{ kcal} = \frac{4184 \text{ J}}{1054,35 \text{ J/Btu}} = 3,968 \text{ Btu} \approx 4 \text{ Btu}$$

2. Στοιχεία ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

2.1. Γενικά

Η έννοια του κλιματισμού καθορίζεται ως η επεξεργασία κάποιας μάζας αέρα. Επομένως για να καταλάβουμε τον κλιματισμό, πρέπει να γνωρίζουμε τη σύνθεση και τις ιδιότητες του αέρα.

2.2. Σύνθεση του αέρα

Ο αέρας είναι ένα αόρατο, άοσμο και άγευστο μίγμα αερίων, που περιβάλλει τη γη μέχρι το ύψος των 650 περίπου χιλιομέτρων, μέχρι το ύψος δηλαδή της ατμόσφαιρας της. **Η τροπόσφαιρα** που είναι το κατώτερο στρώμα και το ύψος της φθάνει μέχρι 15 περίπου χιλιόμετρα, μας ενδιαφέρει άμεσα για τον κλιματισμό. Αποτελείται από ένα περίπου σταθερό μίγμα αερίων από τα οποία το καθένα συμπεριφέρεται ως να καταλάμβανε όλο το χώρο μόνο του (Νόμος του Dalton).

Η σύνθεση του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα σε ποσοστά βάρους και όγκου φαίνεται στον Πίνακα 2.1. Ο **πραγματικός αέρας** που αναπνέουμε περιέχει και μικρές ποσότητες **υδρατμών** και **μολυσματικών στοιχείων** που μεταβάλλονται ανάλογα με τον χώρο, την εποχή κ.λπ. Οι ποσότητες αυτές έχουν μεγάλη σημασία για τον κλιματισμό.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΧΗΜΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΞΗΡΟΣ ΑΕΡΑΣ	
		Βάρος %	Όγκος %
Αζωτο	N ₂	75,47	78,03
Οξυγόνο	O ₂	23,19	20,99
Διοξείδιο Άνθρακα	CO ₂	0,04	0,03
Υδρογόνο	H ₂	0,00	0,01
Σπάνια αέρια		1,30	0,94
Σύνολο		100,00	100,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Σύνθεση ξηρού αέρα

Υδρατμοί (H_2O) υπάρχουν στον αέρα κάτω από όλες τις συνθήκες θερμοκρασίας, αλλά σε μικρό ποσοστό. Όταν ο αέρας είναι κορεσμένος, δεν μπορεί να συγκρατήσει άλλους υδρατμούς. Έτσι, στους $77^\circ F$ ($25^\circ C$) ο κορεσμένος αέρας έχει 2% (σε βάρος) υδρατμούς, ενώ στους $57^\circ F$ ($14^\circ C$) έχει 1% μόνο.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι **η ικανότητα του αέρα να συγκρατεί υδρατμούς μειώνεται ανάλογα με τη μείωση της θερμοκρασίας του.**

Τα μολυσματικά στοιχεία του αέρα εμφανίζονται με τις εξής μορφές:

- Με τη μορφή σκόνης ή καπνού (στερεά σωματίδια)
- Με τη μορφή ομίχλης (πολύ μικρά υγρά σωματίδια)
- Με τη μορφή διαφόρων αερίων.

Τα παραπάνω μολυσματικά στοιχεία μπορεί να είναι βλαβερά ή αβλαβή, οργανικά ή ανόργανα, ορατά ή αόρατα. Σε μια συνηθισμένη ατμόσφαιρα το 99% από τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρότερα από $1 \mu m$ (1 μικρό, δηλαδή 1 εκατομμυριοστό του μέτρου) το καθένα. Για να συλλάβουμε την έννοια του $1 \mu m$ αναφέρουμε ότι μια ανθρώπινη τρίχα έχει συνήθως διάμετρο από 30 μέχρι $120 \mu m$. Ο αριθμός των αιωρουμένων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, όσο καθαρή και αν είναι, είναι πάρα πολύ μεγάλος, π.χ. σε $1 m^3$ καθαρού αέρα της εξοχής, πρέπει κανονικά να μετρήσουμε πάνω από 35.000.000 σωματίδια τα οποία έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από $0,3 \mu m$, ενώ σε ένα δωμάτιο στο οποίο καπνίζουν πολλά άτομα ο αριθμός των σωματιδίων αυτών φθάνει τα 106.000.000. Πάντως παρά το τεράστιο πλήθος τους, το συνολικό βάρος τους σπάνια υπερβαίνει τα $0,002 \text{ gr/m}^3$ (2 χλστ. γραμ. ανά κ.μ. αέρα).

Η καλύτερη εφαρμογή του κλιματισμού είναι για τον καθαρισμό του αέρα από τις παραπάνω μολυσματικές ουσίες.

2.3. Ιδιότητες του αέρα

α) Πυκνότητα – Βάρος – Πίεση

Ο αέρας έχει **μάζα** (ειδική πυκνότητα) και **βάρος** (ειδικό βάρος). Επομένως πιέζει με το βάρος του την επιφάνεια της γης. Η **πίεση** αυτή στην «κανονική» ατμόσφαιρα είναι 760 mmHg ($760 \text{ χλστ. στήλης Hg}$) ή $29,921 \text{ in.Hg}$ ή $14,7 \text{ psi}$, πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας. Όσο ανεβαίνουμε σε μεγαλύτερα ύψη από την επιφάνεια της θάλασσας τόσο η πυκνότητα και η πίεση του αέρα μικραίνουν.

β) Ειδικός όγκος

Είναι ο όγκος του αέρα (μίγματος) ανά μονάδα βάρους ξηρού αέρα (ft^3/lb ή m^3/kg). Ο ειδικός όγκος αυξάνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα.

γ) Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (Ξ.Θ.)

Είναι η θερμοκρασία του αέρα που μετράμε με ένα κοινό θερμόμετρο. Αυτή η θερμοκρασία αποτελεί έμμεσα και ένα μέτρο της *αισθητής θερμότητας* που περιέχεται στον αέρα. Δηλαδή της θερμότητας που όταν προστίθεται ή αφαιρείται από τη μάζα ενός σώματος μεταβάλλει τη θερμική του κατάσταση. Η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται καθώς ανεβαίνουμε σε υψηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας.

δ) Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (Υ.Θ.)

Είναι η θερμοκρασία του αέρα που μετράμε με ένα θερμόμετρο του οποίου ο βολβός καλύπτεται με βρεγμένο πανί και είναι εκτεθειμένος σε ρεύμα αέρα που κινείται γρήγορα. Όταν ο αέρας είναι κορεσμένος σε υδρατμούς, η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου συμπίπτει με τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου. Όταν ο αέρας έχει λιγότερους από το σημείο κορεσμού υδρατμούς η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου. Άρα η θερμοκρασία Υ.Θ. αποτελεί έμμεσα ένα μέτρο της *λανθάνουσας θερμότητας* που περιέχεται στον αέρα. Δηλαδή της θερμότητας που δαπανήθηκε για την ατμοποίηση της ποσότητας νερού που υπάρχει στον αέρα.

ε) Θερμοκρασία σημείου δρόσου (Σ.Δ.)

Είναι η θερμοκρασία στην οποία, καθώς ψύχουμε βαθμιαία τον αέρα, αρχίζει η συμπύκνωση (υγροποίηση) των υδρατμών. Δηλαδή στο σημείο δρόσου ο αέρας είναι κορεσμένος. Επομένως σε κορεσμένο αέρα έχουμε για τις παραπάνω τρεις θερμοκρασίες:

$$\Xi.\Theta. = \Upsilon.\Theta. = \Sigma.\Delta.$$

Η θερμοκρασία δρόσου είναι ένας καλός δείκτης της **περιεκτικότητας του αέρα σε υδρατμούς**.

στ) Σχετική υγρασία (Σ.Υ.)

Είναι ο λόγος του βάρους των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα με το βάρος των υδρατμών που θα περιείχε ο αέρας αν ήταν κορεσμένος κάτω από την ίδια θερμοκρασία και την ίδια βαρομετρική πίεση.

$$\Sigma.\Upsilon. (\%) = \frac{\text{Πραγματική υγρασία}}{\text{Υγρασία Κορεσμένου αέρα}} \times 100$$

ζ) Απόλυτη υγρασία

Είναι το βάρος των υδρατμών που υπάρχουν στην μονάδα όγκου του αέρα. Μετρείται σε lb/ft^3 ή σε grains/ft^3 ($1 \text{ lb} = 7000 \text{ grains}$) ή σε kg/m^3 ξηρού αέρα.

η) Ειδική υγρασία

Είναι το βάρος των υδρατμών που υπάρχουν στη μονάδα βάρους του αέρα (lb/lb ή grains/lb ή kg/kg ξηρού αέρα).

θ) Ενθαλπία (ή θερμοπεριεκτικότητα)

Είναι η θερμοδυναμική ιδιότητα που εκφράζει το ποσό θερμότητας (αισθητής και λανθάνουσας) που περιέχεται στη μονάδα βάρους του αέρα. Εκφράζεται σε Btu/lb ή kcal/kg .

3. Περιεχόμενο κλιματιστικής εγκαταστάσεως

3.1. Γενικά

Ο βασικός σκοπός του κλιματισμού είναι να ρυθμίζει μέσα στα επιθυμητά όρια, τις ιδιότητες του αέρα σε ένα χώρο π.χ. σε γραφείο, θέατρο, εστιατόριο, εργοστάσιο κ.λπ. Για τη ρύθμιση αυτή χρησιμοποιείται ένα «μέσο» που μπορεί να είναι **νερό** ή **ψυκτικό υγρό** ή και **αέρας** (ανεξάρτητος από τον αέρα του χώρου ή μίγμα αέρα που περιέχει και αέρα του χώρου). Το «μέσο» υφίσταται πρώτα μια **επεξεργασία** (θέρμανση, ψύξη κ.λπ.) και στη συνέχεια έρχεται σε επαφή με τον αέρα του χώρου για να προκαλέσει την επιθυμητή ρύθμιση των ιδιοτήτων του αέρα. Η επεξεργασία του «μέσου» γίνεται στην **Κλιματιστική Εγκατάσταση**.

Η Κλιματιστική Εγκατάσταση μπορεί να είναι **τοπική** (μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο) ή **κεντρική**. Στην δεύτερη περίπτωση η εγκατάσταση περιλαμβάνει και **δίκτυα** μεταφοράς του επεξεργασμένου «μέσου» από το **Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού** στο χώρο που έχουμε να κλιματίσουμε. Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται περιγραφικά το **περιεχόμενο μιας πλήρους κλιματιστικής εγκαταστάσεως**.

Μία πλήρης κλιματιστική εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- Τη μονάδα παραγωγής θερμότητας
- Τη μονάδα παραγωγής ψύχους
- Τη μονάδα επεξεργασίας αέρα
- Το δίκτυο μεταφοράς του κλιματιστικού «μέσου»
- Τις τερματικές μονάδες
- Το Σύστημα Ελέγχου και Ρυθμίσεως (ή όπως συνήθως λέγεται, Σύστημα Αυτοματισμού).

3.2. Κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση

Στην περίπτωση αυτή τα στοιχεία που αποτελούν το **Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού**, το οποίο βρίσκεται μακριά από τους κλιματιζόμενους χώρους, είναι η μονάδα – παραγωγής θερμότητας, η μονάδα παραγωγής ψύχους και συνήθως, η μονάδα επεξεργασίας αέρα. Οι **Κεντρικές Μονάδες Επεξεργασίας Αέρα** μπορεί, σε πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις που

έχουν πολλές τέτοιες μονάδες, να βρίσκονται και κοντά στους κλιματιζόμενους χώρους. Οι **Τερματικές Μονάδες** βρίσκονται μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους. Τέλος τα διάφορα **δίκτυα** ή **συστήματα** εκτείνονται σε όλα τα μέρη της Κλιματιστικής Εγκαταστάσεως, δηλαδή στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού, στους κλιματιζόμενους χώρους, στις τερματικές μονάδες, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους.

Το Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού είναι η καρδιά της Κεντρικής Κλιματιστικής Εγκαταστάσεως. Εκεί γίνεται η παραγωγή της θερμότητας και του ψύχους που με τα διάφορα δίκτυα μεταφέρονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Τα κύρια μηχανήματα του Κεντρικού Μηχανοστασίου Κλιματισμού είναι ο **Λέβητας** (μονάδα παραγωγής θερμότητας) και το **Ψυκτικό Συγκρότημα** (μονάδα παραγωγής ψύχους). Το Ψυκτικό Συγκρότημα περιλαμβάνει και τη **Μονάδα Απορρίψεως Θερμότητας** που συνήθως είναι ένας **Πύργος Ψύξεως** τοποθετημένος στο υψηλότερο σημείο (ταράτσα) του κτιρίου. Στις Κεντρικές Κλιματιστικές Εγκαταστάσεις που έχουν και **Κεντρικές Μονάδες Επεξεργασίας Αέρα**, οι μονάδες αυτές βρίσκονται στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού η και έξω από αυτό κοντά στους κλιματιζόμενους χώρους.

3.3. Τοπική κλιματιστική εγκατάσταση

Στην περίπτωση αυτή όλα τα στοιχεία που αποτελούν την εγκατάσταση είναι συγκεντρωμένα σε μια **Αυτοδύναμη Τοπική Κλιματιστική Μονάδα** που βρίσκεται μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο. Μέσα στην αυτοδύναμη μονάδα, στα παραπάνω παραδείγματα, υπάρχουν, σε μικρότερη κλίμακα, όλα τα μέρη μιας Κεντρικής Κλιματιστικής Εγκαταστάσεως. Δηλαδή υπάρχουν η παραγωγή θερμότητας, η παραγωγή ψύχους, η επεξεργασία του αέρα, το δίκτυο κυκλοφορίας του «μέσου» και το δίκτυο ελέγχου της εγκαταστάσεως. Σε μερικές περιπτώσεις, η απόρριψη της θερμότητας γίνεται από μονάδα που βρίσκεται μακριά από τον κλιματιζόμενο χώρο.

4. Κατάταξη των εγκαταστάσεων κλιματισμού

4.1. Γενικά

Ο κλιματισμός ενός χώρου γίνεται με τη βοήθεια κάποιου «μέσου», το οποίο επεξεργαζόμαστε στην Κλιματιστική Εγκατάσταση. Με βάση το είδος του ρυθμιζόμενου μέσου, αν δηλαδή είναι **αέρας**, **νερό** ή **ψυκτικό υγρό** ή συνδυασμός τους, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα διάφορα κλιματιστικά συστήματα στις παρακάτω κατηγορίες:

- Συστήματα Αέρα (με μοναδικό μέσο τον αέρα)
- Συστήματα Νερού (με μοναδικό μέσο το νερό)
- Συστήματα Αέρα – Νερού
- Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με αυτοδύναμες τοπικές μονάδες).

Τα συστήματα αυτά αναλύονται περιγραφικά στις επόμενες παραγράφους.

4.2. Συστήματα αέρα

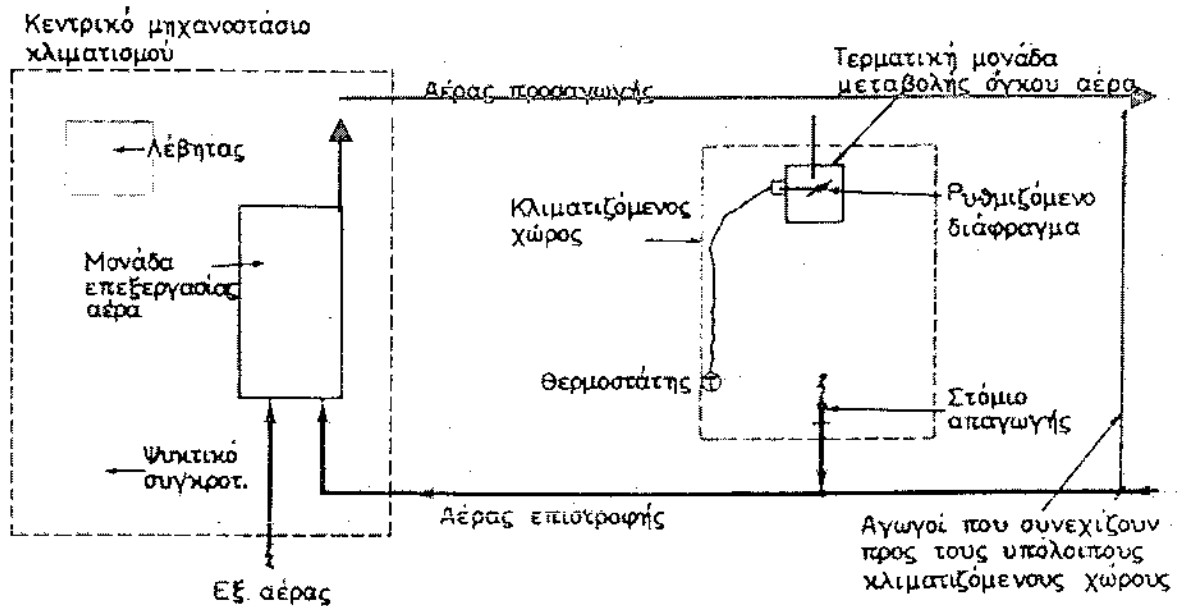
Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων, το μέσο που χρησιμοποιούμε για τον κλιματισμό ενός χώρου είναι αέρας. Ο αέρας μεταφέρεται στον κλιματιζόμενο χώρο με αγωγούς (τους λεγόμενους **αεραγωγούς**) και διανέμεται μέσα στον χώρο με **στόμια** ή **τερματικές μονάδες αναμίξεως** ή **μεταβολής όγκου αέρα**. Ο αέρας έχει προηγουμένως καθαριστεί, θερμανθεί (ή ψυχθεί) και υγρανθεί (ή αφυγρανθεί) σε Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Αέρα, η οποία μπορεί να είναι τοποθετημένη σε κάποια απόσταση από τον κλιματιζόμενο χώρο.

Οι πιο κοινές παραλλαγές Συστημάτων Αέρα είναι οι ακόλουθες:

4.2.1. Σύστημα με έναν αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα

Μόνο ψυχρός ή μόνο θερμός αέρας μεταφέρεται με έναν αγωγό στον κλιματιζόμενο χώρο όπου ο όγκος του ρυθμίζεται αυτόματα ώστε να ικανοποιηθούν οι ψυκτικές ή θερμικές ανάγκες του χώρου. Όταν λειτουργεί η ψύξη, τότε στον αγωγό προσαγωγής της Εικόνας 4.1 κυκλοφορεί ψυχρός αέρας. Αυτός ο αέρας φθάνει στην μονάδα μεταβολής όγκου αέρα που είναι τοποθετημένη στον χώρο που θέλουμε να κλιματίσουμε και εκεί η ποσότητα του ψυχρού αέρα ρυθμίζεται ανάλογα με τις ψυκτικές ανάγκες του χώρου. Αν αυτές οι

ανάγκες είναι μέγιστες, τότε ο θερμοστάτης του χώρου δίνει εντολή στο διάφραγμα της μονάδας να ανοίξει τελείως. Αν οι ψυκτικές ανάγκες είναι στο 0, τότε το διάφραγμα κλείνει στην ελάχιστη θέση του, επιτρέποντας μόνο μια μικρή ποσότητα αέρα (π.χ. 15%) να βγαίνει από την τερματική μονάδα για να υπάρχει κάποια κίνηση αέρα μέσα στον χώρο.



Εικόνα 4.1: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με έναν αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα

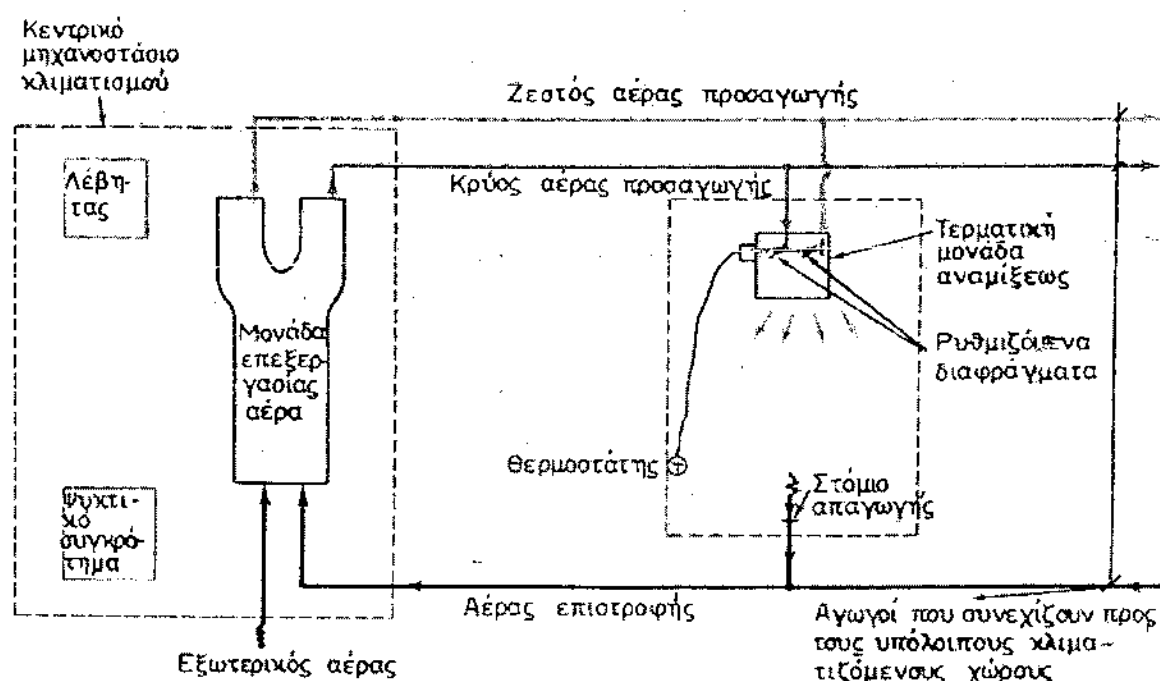
4.2.2. Σύστημα με ζεύγος αγωγών και σταθερή παροχή αέρα

Ψυχρός και θερμός αέρας μεταφέρονται με ένα ζεύγος αγωγών προς τερματικές μονάδες αναμίξεως τοποθετημένες στους διάφορους χώρους που θέλουμε να κλιματίσουμε. Σε κάθε τέτοια μονάδα, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.2, φτάνει ένας αγωγός που μεταφέρει ψυχρό αέρα και ένας άλλος που μεταφέρει θερμό αέρα. Μέσα στη μονάδα ο ψυχρός αέρας αναμιγνύεται με τον θερμό αέρα στην αναλογία που χρειάζεται κάθε φορά, ώστε ο κλιματιζόμενος χώρος να διατηρήσει τη θερμοκρασία του στους βαθμούς που έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης του. Κάθε φορά πάντως έχουμε σταθερή ποσότητα του μίγματος αέρα που προσφέρεται στον χώρο από την έξοδο της μονάδας.

Παράδειγμα:

Ας υποθέσουμε στην απλούστερη περίπτωση, ότι χρειαζόμαστε την ίδια ποσότητα ψυχρού ή θερμού αέρα για την κάλυψη αντιστοίχως των ψυκτικών ή

θερμικών αναγκών του χώρου και ας πούμε ότι η ποσότητα αυτή είναι 600 CFM (1020 m³/h). Αν ο θερμοστάτης του χώρου ζητά ψύξη, τότε το διάφραγμα του ψυχρού αέρα θα ανοίξει περισσότερο, ας πούμε στα 400 CFM (680 m³/h), ενώ το διάφραγμα του θερμού αέρα θα κλείσει αντίστοιχα στα 200 CFM (340 m³/h), ώστε το μίγμα ψυχρού – θερμού να είναι στα 600 CFM (1020 m³/h) και η θερμοκρασία του να είναι τόσο χαμηλή ώστε να ικανοποιηθούν οι ψυκτικές ανάγκες του χώρου. Αν οι ψυκτικές ανάγκες είναι στο μέγιστο, τότε το διάφραγμα του ψυχρού αέρα θα ανοίξει τελείως, ενώ αντίστοιχα θα κλείσει τελείως το διάφραγμα του θερμού, δηλαδή τα 600 CFM που θα παρέχονται στο χώρο θα είναι μόνο ψυχρός αέρας. Τα αντίθετα θα συμβούν αν ο χώρος έχει μικρές ή μεγάλες θερμικές ανάγκες.

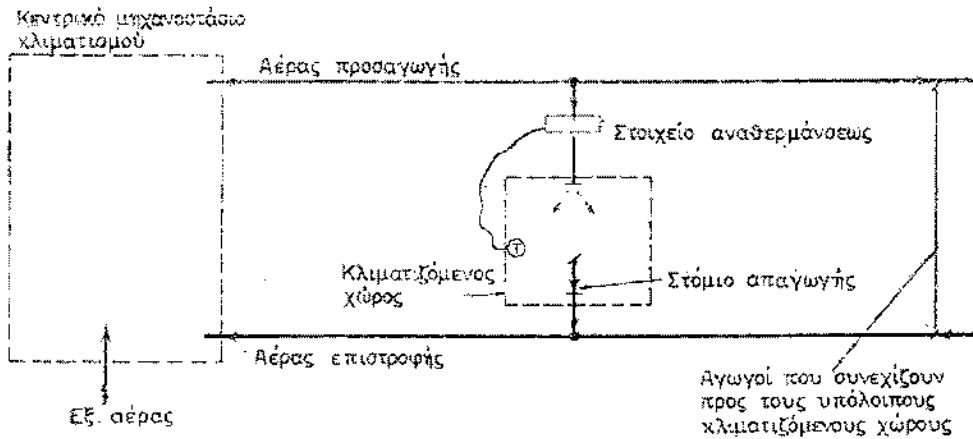


Εικόνα 4.2: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ζεύγος αγωγών και σταθερή παροχή αέρα

4.2.3. Σύστημα με έναν αγωγό και αναθέρμανση

Προκλιματισμένος αέρας σταθερού όγκου μεταφέρεται με έναν αγωγό στον κλιματιζόμενο χώρο όπου, με τη βοήθεια ενός θερμαντικού στοιχείου, αναθερμαίνεται ανάλογα με τις ανάγκες (σε θερμότητα) του χώρου. Αν είναι καλοκαίρι, ο προκλιματισμένος αέρας είναι συνήθως πολύ ψυχρός και το αναθερμαντικό στοιχείο ανεβάζει λίγο τη θερμοκρασία του αέρα, όταν ο χώρος δεν χρειάζεται πολύ ψύξη. Αν είναι χειμώνας, ο προκλιματισμένος αέρας είναι λίγο θερμός και το αναθερμαντικό στοιχείο προσθέτει στον αέρα τόση θερμότητα,

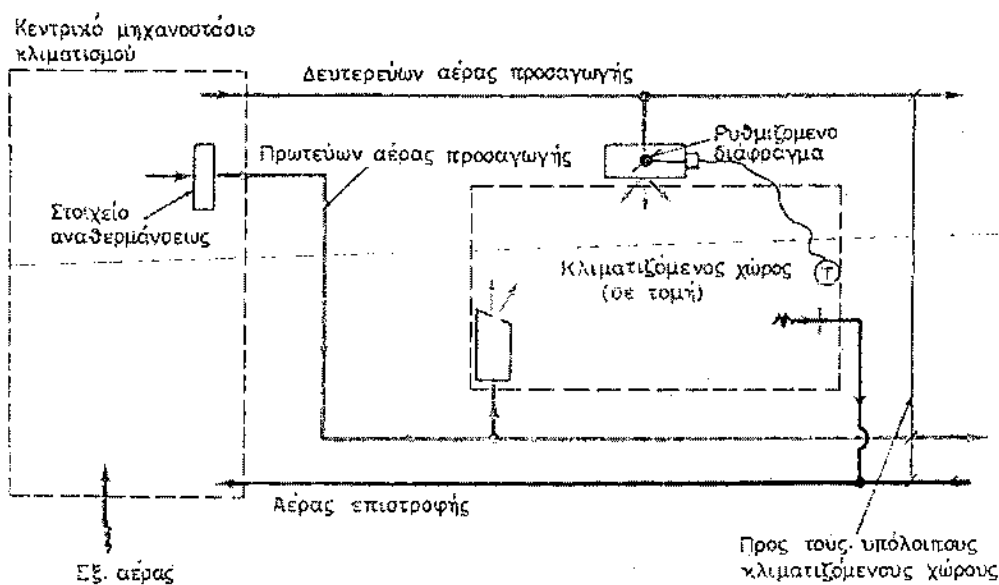
όση χρειάζεται ο χώρος. Το αναθερμαντικό στοιχείο ρυθμίζεται από το θερμοστάτη του χώρου και είναι το μόνο από τα βασικά μηχανήματα του συστήματος που δεν βρίσκεται στο κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού. Τοποθετείται πολύ κοντά στον κλιματιζόμενο χώρο και λειτουργεί με ζεστό νερό, ατμό ή ηλεκτρισμό (Εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με έναν αγωγό και αναθέρμανση

4.2.4. Σύστημα με δύο αγωγούς — ένα σταθερής παροχής αέρα και ένα μεταβαλλόμενης

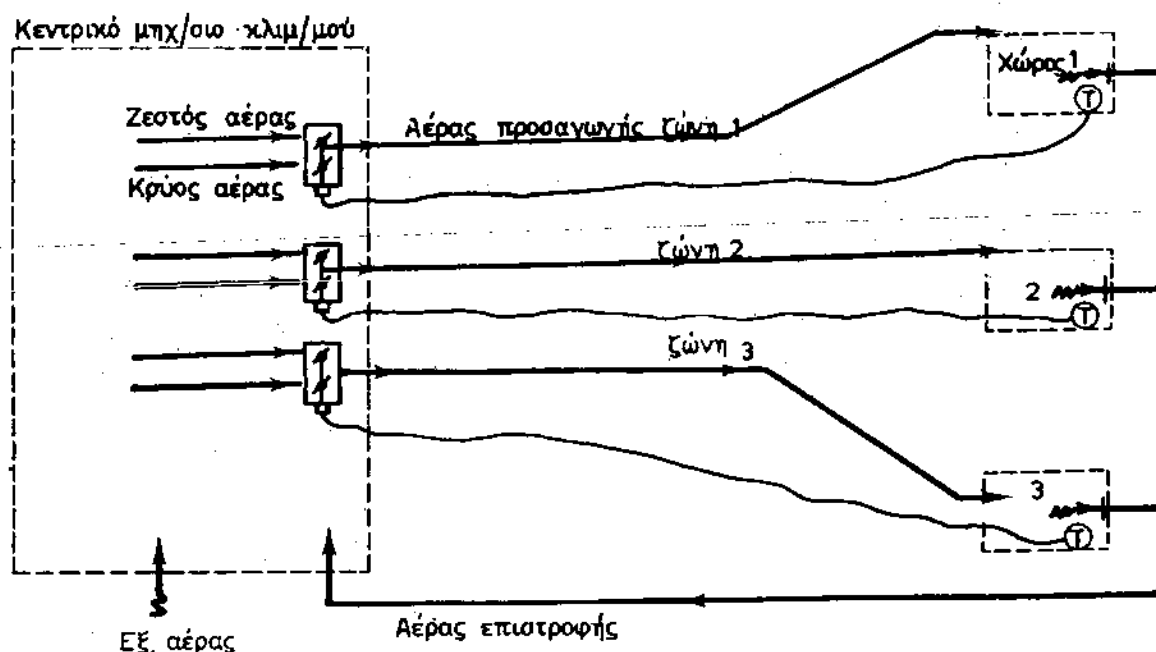
Δύο ρεύματα αέρα μεταφέρονται με δύο ξεχωριστούς αγωγούς μέσα στον κάθε κλιματιζόμενο χώρο. Το «**πρωτεύον**» ρεύμα έχει σταθερό όγκο και μεταβλητή θερμοκρασία (που ρυθμίζεται κεντρικά) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη ή τις απώλειες από την περίμετρο του χώρου. Το «**δευτερεύον**» ρεύμα αέρα έχει **σταθερή** θερμοκρασία και μεταβλητό όγκο (που ρυθμίζεται από τον θερμοστάτη του χώρου) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη από άτομα, φώτα κ.λπ., στο εσωτερικό του χώρου. Συνήθως και τα δύο ρεύματα αέρα προκλιματίζονται στην ίδια κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα. Για το «πρωτεύον» ρεύμα χρησιμοποιείται και αναθέρμανση (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με δύο Αγωγούς — ένα σταθερής παροχής αέρα και ένα μεταβαλλόμενης

4.2.5. Σύστημα με πολλούς αγωγούς — ή πολυζωνικό σύστημα

Σε κάθε κλιματιζόμενο από το σύστημα χώρο φτάνει ένας αποκλειστικός γι' αυτόν τον χώρο αγωγός. Ο αέρας που παρέχεται στον χώρο έχει σταθερό όγκο και μεταβλητή θερμοκρασία. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του αέρα που προορίζεται για κάθε χώρο (**ζώνη**) γίνεται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα με ανάμιξη κρύου και ζεστού αέρα. Το μίγμα που δημιουργείται διοχετεύεται στον αγωγό της αντίστοιχης ζώνης. Τα διαφράγματα αναμίξεως ρυθμίζονται από τον θερμοστάτη αυτής της ζώνης. Στην Εικόνα 4.5 παριστάνεται ένα 3-ζωνικό σύστημα ().



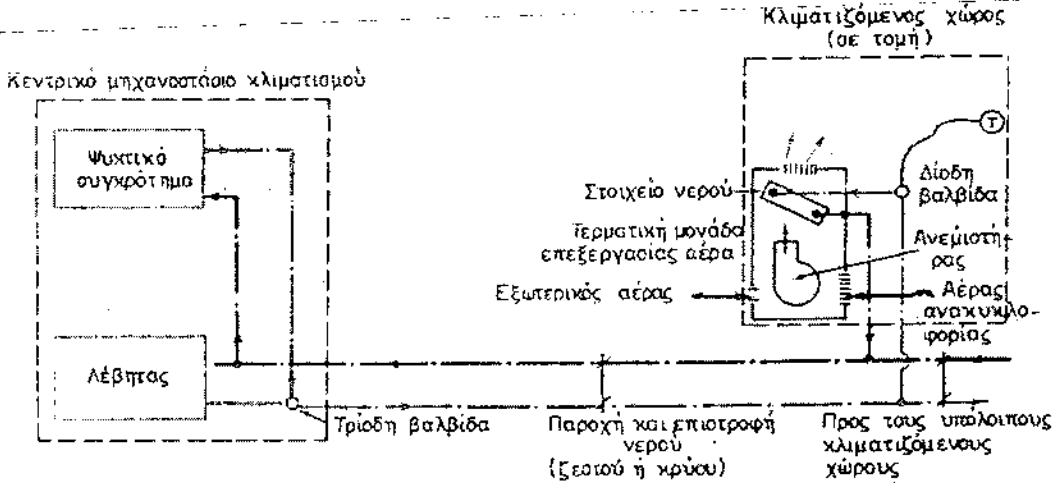
Εικόνα 4.5: Σχηματικό διάγραμμα για το πολυζωνικό κλιματιστικό σύστημα (3 ζώνες)

4.3. Συστήματα νερού

Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων το μέσο που χρησιμοποιούμε για τον κλιματισμό ενός χώρου είναι το νερό. Το νερό ψύχεται ή θερμαίνεται στο κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού, το οποίο περιλαμβάνει μόνο τον λέβητα και το ψυκτικό συγκρότημα. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα που είχαμε στα Συστήματα Αέρα δεν υπάρχει. Αντίθετα στους διάφορους χώρους που κλιματίζονται από το σύστημα υπάρχουν **τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα** οι οποίες τροφοδοτούνται από ένα ή δύο δίκτυα νερού. Οι μονάδες αυτές θερμαίνουν, ψύχουν και καθαρίζουν τοπικά τον αέρα του χώρου, παρέχοντας συγχρόνως και κάποια ποσότητα εξωτερικού αέρα μέσω ενός ανοίγματος στον τοίχο. Σε άλλες περιπτώσεις, για την αποφυγή των ανοιγμάτων στον τοίχο, ο εξωτερικός αέρας διανέμεται στις μονάδες μέσω δικτύου αεραγωγών ή εισέρχεται μόνο από τις χαραμάδες των κουφωμάτων με τη βοήθεια κάποιου ανεμιστήρα απαγωγής. Η ρύθμιση του νερού σε μια τερματική μονάδα γίνεται μέσω του θερμοστάτη του χώρου που κλιματίζεται από τη μονάδα αυτή.

4.3.1. Σύστημα με 2 σωλήνες νερού

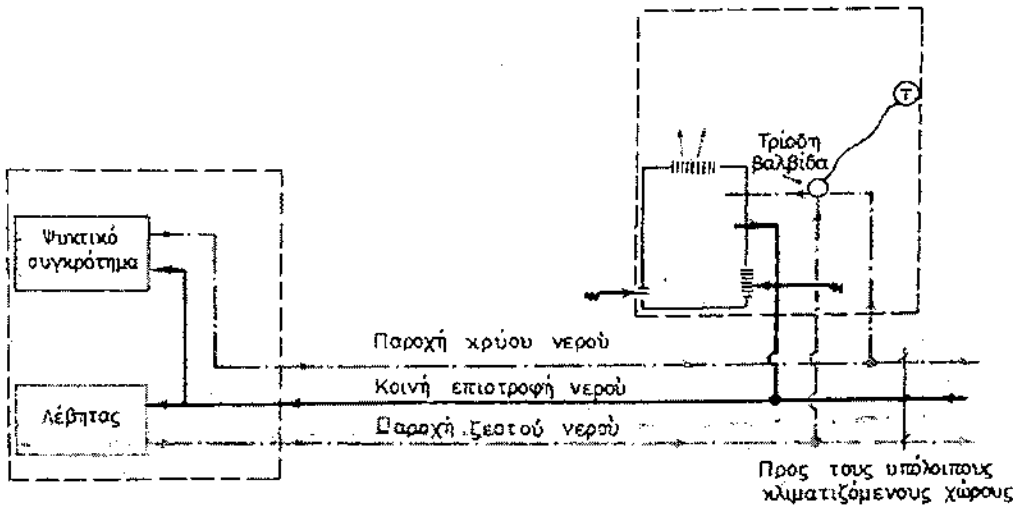
Ζεστό ή κρύο νερό μπορεί να κυκλοφορεί προς τις τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα. Στην εικόνα 4.6 φαίνεται η περίπτωση κυκλοφορίας κρύου νερού σε όλες τις μονάδες του συστήματος.



Εικόνα 4.6: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 2 σωλήνες

4.3.2. Σύστημα με 3 σωλήνες νερού

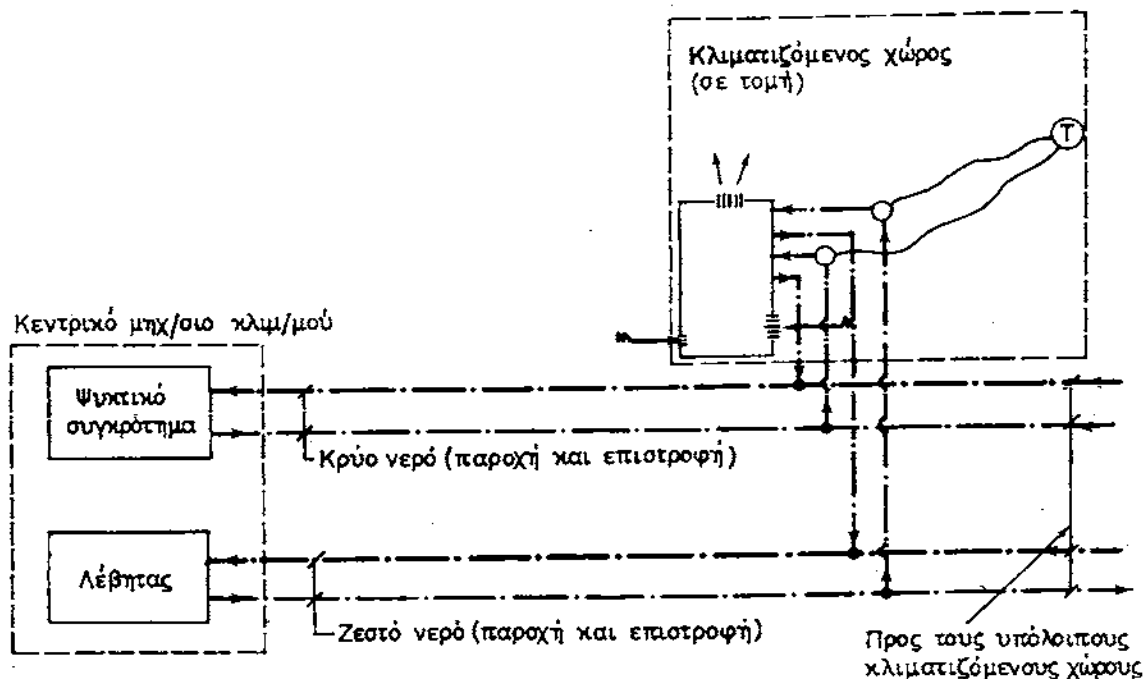
Από τους δύο σωλήνες παροχής νερού, ένας για ζεστό και ένας για κρύο νερό, παρέχεται θέρμανση ή ψύξη σε κάθε μονάδα χωριστά, ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες του χώρου που εξυπηρετεί αυτή η μονάδα. Ο σωλήνας επιστροφής είναι κοινός και για το ζεστό και για το κρύο νερό (Εικόνα 4.7).



Εικόνα 4.7: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 3 σωλήνες

4.3.3. Σύστημα με 4 σωλήνες νερού

Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται δύο ξεχωριστά κυκλώματα σωλήνων, ένα για το ζεστό και ένα για το κρύο νερό. Η θερματική μονάδα έχει δύο στοιχεία. Το ένα τροφοδοτείται από το κύκλωμα ζεστού νερού και το άλλο από το κύκλωμα κρύου. Έτσι, σε οποιαδήποτε στιγμή είναι διαθέσιμες για κάθε θερματική μονάδα και η θέρμανση και η ψύξη (Εικόνα 4.8).



Εικόνα 4.8: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 4 σωλήνες

4.4. Συστήματα αέρα – νερού

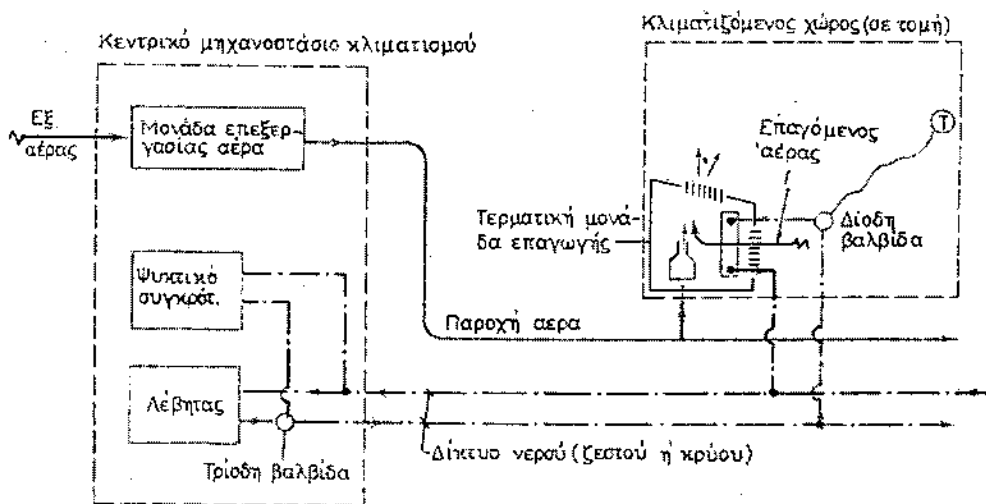
Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων συνδυάζονται ο αέρας και το νερό, για να κλιματιστεί ένας χώρος. Ο αέρας κλιματίζεται στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού το οποίο, όπως και στην κατηγορία των Συστημάτων Αέρα, περιλαμβάνει και Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Αέρα. Ο κλιματισμένος όμως αυτός αέρας που διανέμεται με αεραγωγούς, αποτελεί μέρος του αέρα που κυκλοφορεί σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο και συνήθως δεν επιστρέφεται πίσω στην κεντρική εγκατάσταση. Το μεγαλύτερο μέρος του αέρα του χώρου περνά και κλιματίζεται μέσα από **τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα** εφοδιασμένες με θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά τροφοδοτούνται με νερό το οποίο θερμαίνεται ή ψύχεται στην κεντρική εγκατάσταση και διανέμεται στις

τερματικές μονάδες με έναν από τους τρόπους που περιγράψαμε στην κατηγορία Συστημάτων Νερού, δηλαδή δίκτυο δύο σωλήνων, τριών σωλήνων ή τεσσάρων σωλήνων.

Οι πιο συνηθισμένες παραλλαγές συστημάτων Αέρα - Νερού είναι:

4.4.1. – Σύστημα επαγωγής

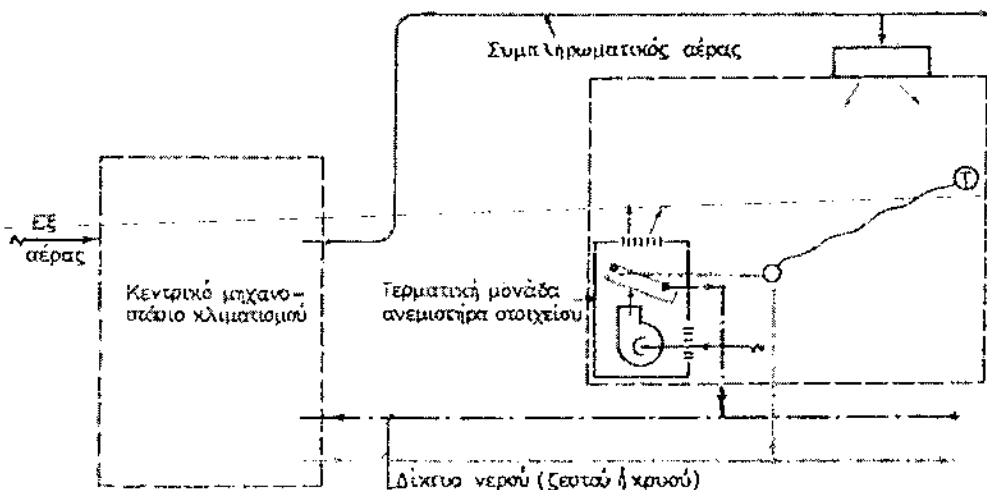
Προκλιματισμένος αέρας μεταφέρεται με μεγάλη ταχύτητα και σε σταθερή ποσότητα σε τερματικές μονάδες τύπου επαγωγής. Ο αέρας που επάγεται από το χώρο θερμαίνεται ή ψύχεται μέσα στην τερματική μονάδα περνώντας επάνω από ένα στοιχείο νερού. Ο θερμοστάτης του χώρου ρυθμίζει τη ροή του νερού μέσα από το στοιχείο της μονάδας ή τη ροή του αέρα επάνω από το στοιχείο της μονάδας. Στην εικόνα 4.9 φαίνεται ένα σύστημα επαγωγής με δίκτυο δύο σωλήνων νερού και ρύθμιση ροής νερού.



Εικόνα 4.9: Σχηματικό διάγραμμα αέρα - νερού με τερματικές μονάδες τύπου επαγωγής

4.4.2. Σύστημα τερματικών μονάδων ανεμιστήρα – στοιχείου με συμπληρωματικό αέρα

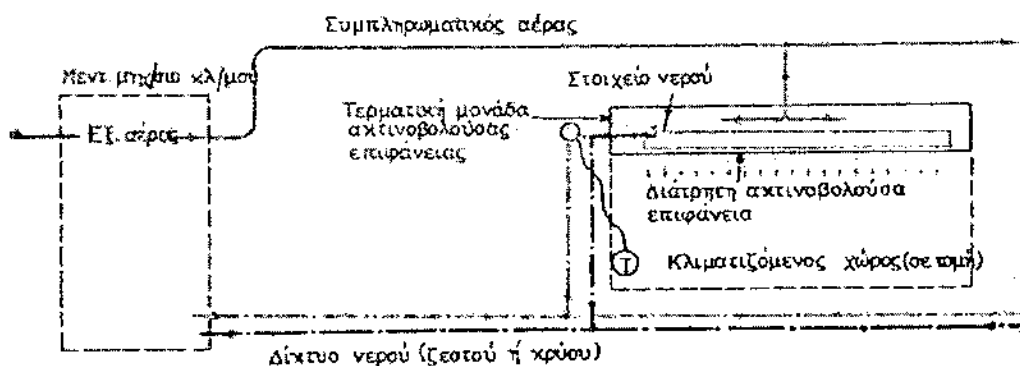
Η Τερματική Μονάδα Ανεμιστήρα – Στοιχείου θερμαίνει ή ψύχει απευθείας τον αέρα του χώρου. Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερής παροχής παρέχει τον απαιτούμενο αερισμό (φρέσκο αέρα) και την απαιτούμενη υγρανση (ή αφύγρανση) του χώρου. Το σχηματικό διάγραμμα συστήματος που χρησιμοποιεί δίκτυο νερού δύο σωλήνων φαίνεται στην εικόνα 4.10.



Εικόνα 4.10: Σχηματικό διάγραμμα αέρα – νερού με θερματικές μονάδες τύπου ανεμιστήρα – στοιχείου και συμπληρωματικό αέρα

4.4.3. Σύστημα θερματικών μονάδων ακτινοβολίας με συμπληρωματικό αέρα

Η θερματική μονάδα με ακτινοβόλουσα επιφάνεια (τύπου τοίχου ή οροφής) παρέχει θέρμανση ακτινοβολίας ή ψύξη ακτινοβολίας. Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερού όγκου παρέχει αερισμό και ύγρανση (ή αφύγρανση). Στην εικόνα 4.11 φαίνεται το σύστημα που χρησιμοποιεί δίκτυο νερού δύο σωλήνων.



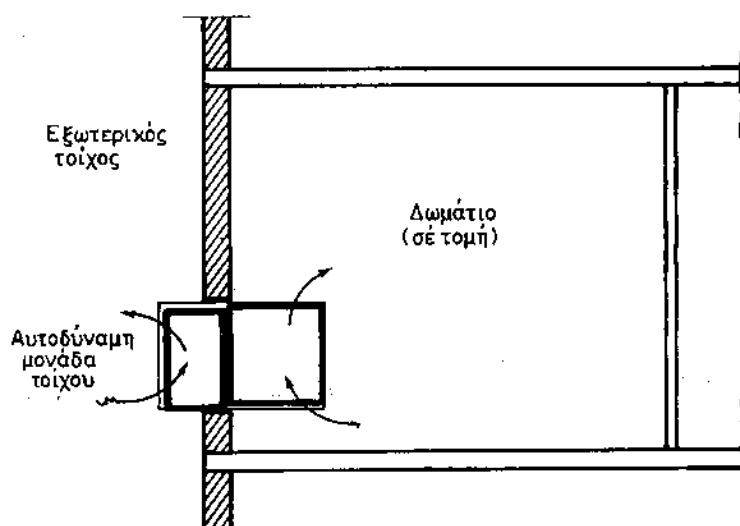
Εικόνα 4.11: Σχηματικό διάγραμμα αέρα – νερού με θερματικές μονάδες τύπου ακτινοβόλουσας επιφάνειας και με συμπληρωματικό αέρα

4.5. Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με Αυτοδύναμες Τοπικές Μονάδες)

Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν απευθείας ψυκτικό υγρό για να ψύξουν ή να θερμάνουν (με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου) τον αέρα ενός χώρου. Η θέρμανση παρέχεται και με ιδιαίτερα συμπληρωματικά θερμαντικά στοιχεία τα οποία λειτουργούν με θερμό νερό, ηλεκτρισμό ή οποιαδήποτε άλλη μορφή θερμικής ενεργείας. Η ψύξη, η θέρμανση και ο καθαρισμός του αέρα του χώρου γίνονται μέσα σε Αυτοδύναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες. Σε μερικούς τύπους αυτών των μονάδων μπορεί να εφαρμοσθεί και ύγρανση. Οι αυτοδύναμες μονάδες είναι κανονικά τοποθετημένες μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο και διακρίνονται κυρίως στους παρακάτω τύπους.

4.5.1. Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου παραθύρου ή τοίχου

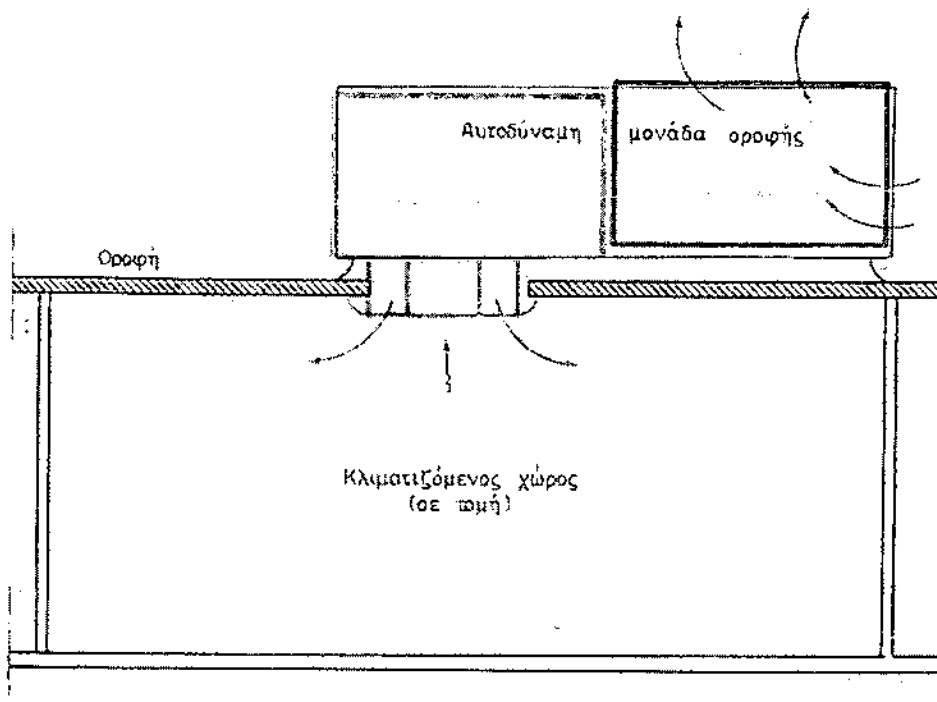
Οι μονάδες αυτές κυμαίνονται από μικρές μονάδες δωματίου, όπως αυτή που δείχνεται στην Εικόνα 4.12, μέχρι μεγάλες μονάδες, όπως π.χ. για μια αίθουσα καταστήματος. Οι μονάδες αυτές δεν έχουν ύγρανση και η θέρμανσή τους παράγεται με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου, με ηλεκτρικές αντιστάσεις ή με θερμό νερό (ή ατμό) που παρέχεται στη μονάδα από κάποια κεντρική εγκατάσταση (λέβητα).



Εικόνα 4.12: Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα τοίχου

4.5.2. Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου οροφής

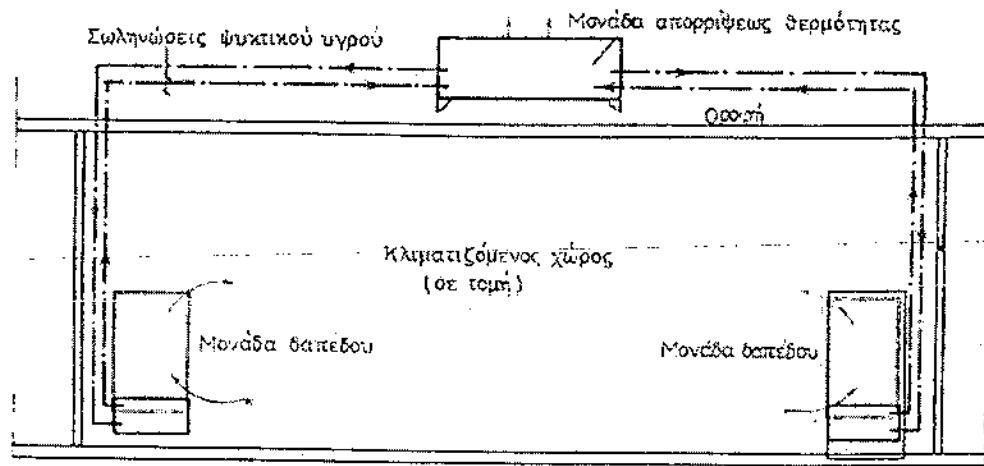
Οι μονάδες αυτές είναι για μεγαλύτερους ενιαίους χώρους, οπότε συνήθως συνδέονται σε ένα στόμιο οροφής για συνδυασμένη προσαγωγή και απαγωγή αέρα. Μια τέτοια μονάδα μπορεί επίσης να κλιματίζει περισσότερους και με διαφορετικές απαιτήσεις χώρους, οπότε συνδέεται σε αεραγωγούς που συνήθως οδεύουν στον χώρο μεταξύ οροφής και ψευδοροφής. Οι μονάδες αυτές μπορούν να έχουν ύγρανση, η δε θέρμανση τους παράγεται από πηγές θερμάνσεως που συνήθως λειτουργούν με ηλεκτρισμό, πετρέλαιο, ή φυσικό αέριο. Ακόμα η θέρμανση μπορεί να παράγεται με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου ή με στοιχεία ζεστού νερού (ή ατμού) (Εικόνα 4.13).



Εικόνα 4.13: Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα οροφής

4.5.3. Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου δαπέδου

Οι μονάδες αυτές είναι επίσης για μεγάλους ενιαίους χώρους. Τα στόμια προσαγωγής και απαγωγής αέρα βρίσκονται επάνω στη μονάδα ή επάνω σε αεραγωγούς που συνδέονται με τη μονάδα. Η μονάδα δαπέδου συνδυάζεται συνήθως με μια εξωτερική μονάδα, όπως η μονάδα οροφής της Εικόνας 4.13, για την απόρριψη της θερμότητας που απάγει από το χώρο. Οι μονάδες αυτές μπορούν να εφοδιασθούν με ύγρανση (Εικόνα 4.14).



Εικόνα 4.14: Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα τύπου δαπέδου και σύνδεσή τους με τη μονάδα απορρίψεως θερμότητας

5. Στοιχεία υπολογισμού θερμικών και ψυκτικών φορτίων

5.1. Διαδικασία και στάδια υπολογισμού κλιματιστικής εγκαταστάσεως

Για την επιλογή της κατάλληλης κλιματιστικής εγκαταστάσεως ικανής να κλιματίσει ένα κτίριο, θα πρέπει να βρεθούν πρώτα οι κλιματιστικές απαιτήσεις του κτιρίου. Οι απαιτήσεις αυτές προσδιορίζονται από τα εξής δεδομένα:

- Την τοποθεσία που βρίσκεται (ή που θα βρίσκεται) το κτίριο (κλιματολογικές συνθήκες, περιβάλλον).
- Την κατασκευή του κτιρίου (προσανατολισμός τοίχων, παραθύρων κ.λπ.), ισχύς και τρόπος λειτουργίας ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (φωτισμού, μαγειρείων κ.λπ.).
- Τη χρήση του κτιρίου, (αν είναι δηλαδή κτίριο εργοστασίου ή νοσοκομείου ή ξενοδοχείου ή κτίριο γραφείων κ.λπ.), και τις ειδικές κλιματιστικές απαιτήσεις που προκύπτουν από αυτή τη χρήση.
- Τα άτομα που υπάρχουν στο κτίριο, είδος της εργασίας τους κατά την παραμονή τους στο κτίριο, καθώς και τις απαιτήσεις ανέσεως που έχουν.
- Από τα παραπάνω δεδομένα, και με τη βοήθεια πινάκων και διαγραμμάτων που δίνονται στα διάφορα εγχειρίδια μελετών κλιματισμού, προκύπτουν τα εξής στοιχεία για κάθε χώρο του κτιρίου:
- Ακραίες εξωτερικές συνθήκες χειμώνα και καλοκαιριού που πρέπει να ληφθούν υπόψη (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος, ηλιοφάνεια, μόλυνση ατμόσφαιρας).
- Εσωτερικές συνθήκες που πρέπει να διατηρούνται στο χώρο (θερμοκρασία, υγρασία, κίνηση και καθαρότητα αέρα) κατά το χειμώνα και το καλοκαίρι.
- Θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα και θερμικά κέρδη κατά το καλοκαίρι από τα διάφορα δομικά στοιχεία του χώρου, τα μηχανήματα που λειτουργούν στον χώρο, τους ανθρώπους που μένουν ή εργάζονται σε αυτόν και τον αέρα που εισέρχεται και εξέρχεται από το χώρο.

Τα παραπάνω στοιχεία συνήθως υπολογίζονται χωριστά για κάθε ενιαίο

χώρο του κτιρίου (δωμάτιο, γραφείο, αίθουσα κ.λπ.) με στόχο την εύρεση των μέγιστων συνολικών κλιματιστικών απαιτήσεων του χώρου. Για να επιτευχθεί αυτό, γίνονται για κάθε χώρο αρκετοί υπολογισμοί (δύο, τρεις ή και περισσότεροι) που ο καθένας τους ανταποκρίνεται σε διαφορετική χρονική στιγμή κατά την οποία επικρατεί διαφορετικός συνδυασμός των παραγόντων που προσδιορίζουν τις θερμικές απώλειες (ή τα θερμικά κέρδη) του χώρου. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Η διαφορά θερμοκρασίας ή υγρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου.
- Η ηλιακή ακτινοβολία.
- Ο άνεμος.
- Η λειτουργία των μηχανημάτων που υπάρχουν στο χώρο.
- Ο αριθμός των ατόμων και της κινητικότητας τους μέσα στο χώρο.

Αφού υπολογισθούν οι συνολικές θερμικές απώλειες (ή τα συνολικά θερμικά κέρδη) για κάθε ένα συνδυασμό από τους παραπάνω παράγοντες, επιλέγεται εκείνος ο συνδυασμός που δίνει το μεγαλύτερο σύνολο θερμικών απωλειών (ή κερδών). Αυτό το σύνολο αποτελεί και τις θερμικές απώλειες (ή τα θερμικά κέρδη) του συγκεκριμένου χώρου.

Αυτό το θερμικό σύνολο θα συνδυασθεί με τα θερμικά σύνολα των άλλων χώρων για να προκύψει η ισχύς και το είδος της κλιματιστικής εγκαταστάσεως που θα πρέπει να εγκατασταθεί στο υπό μελέτη κτίριο.

5.2. Θερμικά φορτία

Το θερμικό φορτίο ή **θερμικές απώλειες** ενός χώρου είναι το ποσό της θερμότητας που χάνεται από τον χώρο στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε Btu/h ή σε kcal/h. Επειδή θερμικές απώλειες από ένα χώρο συμβαίνουν συνήθως το χειμώνα, οι απώλειες αυτές λέγονται και **φορτίο χειμώνα**.

Οι θερμικές απώλειες ενός κλειστού χώρου οφείλονται στη βασική ιδιότητα της Θερμοδυναμικής (2ος Νόμος) που ορίζει ότι «η θερμότητα ρέει από την υψηλότερη θερμοκρασία προς τη χαμηλότερη». Αφού, λοιπόν, κατά το χειμώνα η θερμοκρασία ενός χώρου είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, έχουμε **ροή θερμότητας** από τον χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η ροή αυτή είναι ανάλογη με τη **θερμική διαβατότητα** του περιβλήματος του χώρου. Επίσης, είναι ανάλογη προς τη θερμοκρασιακή

διαφορά μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος. Όσο μικραίνει η διαφορά αυτή τόσο ελαττώνονται και οι απώλειες. Επομένως, αν υποθέσουμε ότι στο χώρο δεν υπάρχουν πηγές θερμότητας και ότι η εξωτερική (χαμηλή) θερμοκρασία είναι σταθερή, τότε η εσωτερική θερμοκρασία θα μειώνεται συνέχεια μέχρι μια ελάχιστη τιμή, οπότε σταματά η ροή θερμότητας. Η τιμή αυτή της εσωτερικής θερμοκρασίας θα είναι τόσο πιο κοντά προς την τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας όσο μικρότερη είναι η *θερμική αντίσταση* (το αντίστροφο της θερμικής διαβατότητας) που παρουσιάζει το περίβλημα του χώρου προς τη ροή της θερμότητας. Αν μηδενίσουμε αυτή την αντίσταση, αν ανοίξουμε π.χ. τα παράθυρα, τότε η θερμοκρασία του χώρου θα εξισωθεί με την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Δηλαδή η ροή της θερμότητας είναι παρόμοια με τη ροή του ηλεκτρισμού, έχοντας για *διαφορά δυναμικού* τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και για *αγωγό – αντίσταση* τα τοιχώματα που παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο χώρων. Τέλος, το άνοιγμα των παραθύρων (μηδενισμός θερμικής αντιστάσεως) είναι αντίστοιχο του *βραχυκυκλώματος* στον ηλεκτρισμό.

Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός χώρου κατά το χειμώνα σταθερή σε κάποια τιμή, θα πρέπει οι θερμικές απώλειες του χώρου σε αυτή τη θερμοκρασιακή τιμή να αναπληρώνονται από κάποια εσωτερική πηγή θερμότητας. Τέτοια πηγή μπορεί να είναι ένα θερμαντικό σώμα που στη μέγιστη απόδοση του θα παράγει στη μονάδα του χρόνου τόση θερμότητα, όση είναι η μέγιστη θερμότητα που ρέει από το χώρο προς τα έξω στην ίδια μονάδα του χρόνου. Η μέγιστη αυτή ροή (απώλεια) θερμότητας, όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, θα συμβαίνει κατά τη μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου ή απλούστερα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία φθάνει την ελάχιστη τιμή της, μια και η εσωτερική θερμοκρασία είναι δοσμένη και ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (π.χ. 20° C). Γι' αυτό σε κάθε τοποθεσία, οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών ενός χώρου γίνονται για την ελάχιστη στατιστικά χειμερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος που προκύπτει από τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. Λαμβάνεται δε συνήθως ως *στατιστικά ελάχιστη τιμή* της θερμοκρασίας, η τιμή επάνω από την οποία βρίσκεται το 99% ή το 97,5% των μέσων ωριαίων θερμοκρασιών του συνόλου των ωρών (2208 ώρες) του χειμώνα (Δεκεμβρίου, Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου). Δηλαδή σε ένα κανονικό αθηναϊκό χειμώνα, θα υπάρξουν μόνο 22 περίπου ώρες (1%) κατά τις

οποίες η θερμοκρασία θα είναι ίση ή κατώτερη από τη θερμοκρασία των 33° F (ή 0,5° C) που αποτελεί την 99% τιμή για την περιοχή Αθηνών.

Πέρα από τις παραπάνω θερμικές απώλειες, που τις λέμε **απώλειες διαβάσεως** θερμότητας, ένας κλιματιζόμενος χώρος έχει το χειμώνα και **απώλειες συναγωγής** θερμότητας. Οι απώλειες αυτές συμβαίνουν με τη μεταφορά ζεστών μαζών αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον και αντίθετα κρύων μαζών αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον προς τον κλιματιζόμενο χώρο. Η μεταφορά αυτή μαζών αέρα είναι ελεγχόμενη (**τεχνητός αερισμός**) μέσω μηχανημάτων ή μη ελεγχόμενη (**φυσικός αερισμός**) από χαραμάδες ή από πόρτες και παράθυρα που ανοιγοκλείνουν. Προκαλεί δε, πέρα από τις απώλειες θερμότητας, και **απώλειες υγρασίας**, γιατί συνήθως το χειμώνα ο εξωτερικός αέρας έχει μικρότερο περιεχόμενο υδρατμών (απόλυτη υγρασία) από τον εσωτερικό αέρα. Οι απώλειες δε θερμότητας (και υγρασίας) έχουν και στην περίπτωση των απωλειών μεταφοράς, τη μέγιστη τιμή τους όταν ο εξωτερικός αέρας έχει την ελάχιστη στατιστικά τιμή θερμοκρασίας (και υγρασίας). Επομένως, πρέπει και αυτές οι απώλειες να υπολογισθούν για την ίδια χρονική στιγμή που υπολογίσθηκαν οι απώλειες διαβάσεως, τα δύο δε είδη απωλειών (διαβάσεως και συναγωγής) να προστεθούν για να προκύψουν οι συνολικές απώλειες του χώρου.

Οι απώλειες διαβάσεως και συναγωγής ενός χώρου επηρεάζονται (πέρα από τη διαφορά θερμοκρασιών, την κατασκευή και τη χρήση του κτιρίου που αναφέρθηκαν πιο πάνω) και από άλλους παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Ο προσανατολισμός του χώρου,
- Η θέση του μέσα στο κτίριο,
- Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή,
- Το είδος της λειτουργίας (συνεχής ή με διακοπές).

Για όλους αυτούς τους παράγοντες δίνονται από πίνακες διάφορες χαρακτηριστικές τιμές που έχουν προκύψει από μακρόχρονες παρατηρήσεις, μετρήσεις και έρευνες όσον αφορά την επίδραση των παραγόντων πάνω στη θερμική συμπεριφορά των διαφόρων χώρων. Επίσης, από πίνακες δίνονται οι στατιστικές τιμές των εξωτερικών θερμοκρασιών, οι συνθήκες ανέσεως χειμώνα για τις διάφορες κατηγορίες χώρων, η θερμική διαβατότητα των διαφόρων δομικών στοιχείων, οι απώλειες κουφωμάτων και οι απαιτήσεις εξαερισμού για τα

άτομα και τις διάφορες παραγωγικές διαδικασίες ή δραστηριότητες. Στους ίδιους αυτούς πίνακες δίνονται και τα αντίστοιχα στοιχεία για το καλοκαίρι.

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά το χειμώνα ένας χώρος δεν έχει μόνο θερμικές απώλειες, αλλά και θερμικά κέρδη, κυρίως από την ηλιακή ακτινοβολία, από τα άτομα και τα μηχανήματα που υπάρχουν στον χώρο. Τα θερμικά αυτά κέρδη μπορεί να καλύπτουν μέρος ή και το σύνολο των θερμικών απωλειών και ασφαλώς συντελούν στη μείωση της **ενέργειας που καταναλώνεται** κατά τη χειμερινή λειτουργία της κλιματιστικής εγκαταστάσεως. Η εγκατεστημένη ισχύς όμως υπολογίζεται (για το χειμώνα) συνήθως σε τέτοιο μέγεθος ώστε να είναι ικανή να καλύπτει το μέγιστο των θερμικών απωλειών χωρίς καμιά βοήθεια από τα θερμικά κέρδη. Εκτός βέβαια αν είναι στατιστικά βεβαιωμένο ότι μαζί με τις μέγιστες θερμικές απώλειες θα έχουμε συγχρόνως και μερικά θερμικά κέρδη, κυρίως αυτά που προέρχονται από άτομα και μηχανήματα (σε συνδυασμό με τη σκέψη ότι η θέρμανση απαιτείται όταν τα άτομα βρίσκονται στον χώρο ή όταν μια παραγωγική διαδικασία βρίσκεται σε εξέλιξη). Σε αυτή την περίπτωση είναι δυνατόν τα θερμικά αυτά κέρδη να αφαιρεθούν από τις μέγιστες θερμικές απώλειες για να προκύψει η απαιτούμενη ισχύς χειμώνα της κλιματιστικής εγκαταστάσεως. Έτσι, όχι μόνο το **αρχικό κόστος** της εγκαταστάσεως θα είναι μικρότερο, αλλά και η απόδοση της καλύτερη, δηλαδή το **κόστος λειτουργίας** χαμηλότερο. Η μείωση του κόστους αυτού έχει ιδιαίτερη σημασία σήμερα που οι τιμές αγοράς ενέργειας έχουν φθάσει σε πάρα πολύ μεγάλα ύψη.

5.3. Ψυκτικά φορτία

Το ψυκτικό φορτίο ή **θερμικά κέρδη** ενός χώρου είναι το ποσό θερμότητας που δέχεται ο χώρος στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε Btu/h ή σε kcal/h. Επειδή θερμικά κέρδη έχει ένας χώρος συνήθως το καλοκαίρι τα κέρδη αυτά λέγονται και **φορτίο καλοκαιριού**.

Τα θερμικά κέρδη ενός χώρου είναι:

- Θερμικά κέρδη λόγω διαβάσεως θερμότητας (περίβλημα),
- Θερμικά κέρδη λόγω συναγωγής θερμότητας (αερισμός),
- Θερμικά κέρδη λόγω ακτινοβολίας (ήλιος),
- Θερμικά κέρδη λόγω εσωτερικών θερμικών πηγών (άτομα και μηχανήματα)

Δηλαδή έχουμε τις ίδιες κατηγορίες ροών θερμότητας που είχαμε και το χειμώνα, με τη διαφορά ότι εδώ όλες οι ροές έχουν την ίδια «κατεύθυνση», δηλαδή αυξάνουν τη θερμοκρασία του χώρου. Υπολογίζονται δε για κείνη τη χρονική στιγμή που το άθροισμα τους είναι το μέγιστο.

Τα φορτία καλοκαιριού (όπως και τα φορτία χειμώνα) ενός χώρου υπολογίζονται με βάση:

- Τις επιθυμητές συνθήκες μέσα στο χώρο,
- Τις απαιτήσεις αερισμού του χώρου,
- Τις συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος,
- Τον προσανατολισμό του χώρου,
- Τη θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων που περιβάλλουν το χώρο,
- Το πλήθος και τη δραστηριότητα των ατόμων στο χώρο,
- Την ισχύ των μηχανημάτων στον χώρο,
- Τον τρόπο λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης.

Οι υπολογισμοί των θερμικών κερδών ενός χώρου για κάθε τοποθεσία γίνονται για τη μέγιστη στατιστική θερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος, που προκύπτει από τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. Λαμβάνεται δε συνήθως ως **στατιστικά μέγιστη τιμή** της θερμοκρασίας, η τιμή την οποία υπερβαίνουν μόνο ένα ελάχιστο ποσοστό (συνήθως 1%, 2¹/₂% ή 5%) από τις μέσες ωριαίες θερμοκρασίες όλων των θερινών ωρών. Όσο το ποσοστό αυτό μεγαλώνει τόσο η αντίστοιχη μέγιστη τιμή είναι μικρότερη (Πίνακας 5.1). Τα παραπάνω ισχύουν για τη θερμοκρασία Ξηρού Θερμομέτρου (Ξ.Θ.) αλλά και για τη θερμοκρασία Υγρού Θερμομέτρου (Υ.Θ.) Στον Πίνακα 5.4, υπάρχει για το καλοκαίρι και ένα άλλο θερμοκρασιακό δεδομένο: Η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου. Η διακύμανση αυτή (που είναι η διαφορά μεταξύ της μέσης ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας και της μέσης ημερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας στη διάρκεια του θερμότερου μήνα της περιοχής) είναι χρήσιμη για τον καθορισμό των ισοδύναμων εξωτερικών θερμοκρασιών στις διάφορες ώρες της ημέρας.

Τα θερμικά κέρδη, είναι αισθητά ή λανθάνοντα. Το θερμικό κέρδος είναι **αισθητό** όταν υπάρχει μια απευθείας προσθήκη θερμότητας στον κλιματιζόμενο χώρο με έναν οποιοδήποτε ή όλους μαζί τους τρόπους μεταδόσεως θερμότητας που αναφέρθηκαν (διάβαση, συναγωγή και ακτινοβολία). Το θερμικό κέρδος είναι **λανθάνον** όταν προστίθεται υγρασία στον κλιματιζόμενο χώρο με **εξάτμιση** μέσα

στο χώρο (π.χ. από άτομα και ζεστά φαγητά) ή με **μεταφορά υδρατμών** από το εξωτερικό περιβάλλον (μέσω των χαραμάδων του περιβλήματος ή μέσω του τεχνητού αερισμού). Η ποσότητα ενέργειας (ψυκτικής) που απαιτείται για τη συμπύκνωση αυτών των πρόσθετων υδρατμών είναι το **λανθάνον θερμικό κέρδος** του χώρου.

5.4. Εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας

Ο Πίνακας 5.1 δίνει τις συνηθισμένες συνθήκες που απαιτούνται για την ανθρώπινη άνεση σε διάφορους εσωτερικούς χώρους. Η αναφερόμενη «διακύμανση θερμοκρασίας» είναι για το καλοκαίρι **πάνω** από την επιθυμητή θερμοκρασία στις συνθήκες μέγιστου φορτίου καλοκαιριού, για το χειμώνα **κάτω** από την επιθυμητή θερμοκρασία στις συνθήκες μέγιστου φορτίου χειμώνα (γι' αυτό σημειώνεται με το πρόσημο -).

Χώρος	Θέρος				Χειμώνας			
	Ξ.Θ. (F)	Σχ. Υγρ. (%)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)	Ξ.Θ. (F)	Με ύγρανση		Χωρίς ύγρανση	
					Σχ. Υγρ. (%)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)	Ξ.Θ. (F)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)
Κατοικία, Ξενοδοχείο, Γραφείο, Σχολείο κ.τ.λ.	77 – 79	50 – 45	2 ως 4	74 – 76	35 – 30	-3 ως -4	75 – 77	-4
Τράπεζα, Κατάστημα, Κουρείο κ.τ.λ.	78 – 80	50 – 45	2 ως 4	72 – 74	35 – 30	-3 ως -4	73 – 75	-4
Αίθουσα συγκεντρώσεων, Εκκλησία, Εσπατόριο, Μπαρ κ.τ.λ.	78 – 80	60 – 50	1 ως 2	72 – 74	40 – 35	-2 ως -3	74 – 76	-4
Εργοστάσιο	80 – 85	60 – 50	3 ως 6	68 – 72	35 – 30	-4 ως -6	70 – 74	-6

Πίνακας 5.1: Συνθήκες ανέσεως το καλοκαίρι και το χειμώνα

Ο Πίνακας 5.2, δίνει τις συνηθισμένες συνθήκες που απαιτούνται για μερικές βιομηχανικές εφαρμογές (παραγωγική διαδικασία, συσκευασία, αποθήκευση κ.λπ.). Οι αναφερόμενες συνθήκες αφορούν τις απαιτήσεις του προϊόντος ή της παραγωγικής διαδικασίας και όχι τις απαιτήσεις ανθρώπινης

ανέσεως. Γι' αυτό είναι ανεξάρτητες από εποχή. Αντίθετα, σε όποιους εργοστασιακούς χώρους πρέπει να επικρατούν συνθήκες για ανθρώπινη άνεση, σημειώνονται οι λέξεις «Συνθήκες Ανέσεως» που σημαίνει ότι οι μελετητές θα πρέπει να ανατρέξουν στις συνθήκες καλοκαιριού – χειμώνα που αναφέρονται στον Πίνακα 5.1 για τα εργοστάσια. Στις τελευταίες αυτές περιπτώσεις οι εσωτερικές συνθήκες χώρου δεν επιδρούν πάνω στην παραγωγική διαδικασία ή στο προϊόν, αλλά πάνω στους εργαζόμενους μέσα στο χώρο ώστε να αυξάνεται η παραγωγικότητα τους και να μειώνεται το κόστος παραγωγής. Σε μερικές περιπτώσεις θα πρέπει να συμβιβασθούν οι απαιτούμενες συνθήκες παραγωγικής διαδικασίας με τις απαιτούμενες συνθήκες ανέσεως, ώστε να διατηρείται υψηλή ποιότητα συνδυαζόμενη με χαμηλό κόστος παραγωγής.

Βιομηχανία	Παραγωγική Διαδικασία	Ξ.Θ. (F)	Σχετ. Υγρ. (%)
Αρτοποιία	Ζυμωτήριο	75 – 82	70 – 75
	Δωμάτιο Ψύχους	40 – 45	–
	Μπισκότα	60 – 65	50
	Συσκευασία	60 – 65	60 – 65
	Αποθήκευση		
	Άλευρα	70 – 75	50 – 65
	Ζάχαρη	80	35
	Νερό	32 – 35	–
	Ξερά προϊόντα	70	55 – 65
	Φρέσκα προϊόντα	30 – 45	80 – 85
Τυπογραφία	Λιθογρ. Εκτύπωση	75 – 80	46 – 48
	Όφσετ Εκτύπωση	Συνθήκες	Ανέσεως

Πίνακας 5.2: Εσωτερικές βιομηχανικές συνθήκες (παραδείγματα)

Οι ειδικές εσωτερικές κλιματιστικές συνθήκες απαιτούνται στις βιομηχανικές εφαρμογές για έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω λόγους:

- α) Η σταθερή θερμοκρασία απαιτείται για μετρήσεις ανοχών ακρίβειας σε διάφορες εργασίες, ώστε να αποφεύγεται η διαστολή και συστολή των τμημάτων της μηχανής, των προϊόντων και των συσκευών μετρήσεως. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνήθως η σταθερότητα της θερμοκρασίας είναι πιο σημαντική από το μέγεθος της. Η σταθερότητα της υγρασίας είναι δευτερεύων παράγοντας, αλλά δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 45% για να

- ελαχιστοποιούνται τα τυχόν σχηματιζόμενα επιφανειακά στρώματα υγρασίας, ώστε να αποφεύγεται η φθορά των μεταλλικών επιφανειών και η ελάττωση της ηλεκτρικής αντιστάσεως των μονωτικών υλικών.
- β) Οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας εκεί που κατασκευάζονται ή αποθηκεύονται εξαιρετικά λείες επιφάνειες, πρέπει να διατηρούνται σταθερές για να ελαχιστοποιείται το σχηματιζόμενο επιφανειακό στρώμα υγρασίας. Οι συνθήκες αυτές πρέπει να είναι στο ίδιο επίπεδο ή λίγο χαμηλότερα από τις συνθήκες ανέσεως ώστε να ελαχιστοποιείται η παραγωγή υδρατμών από τα σώματα των εργαζομένων στον ίδιο χώρο.
- γ) Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας απαιτείται για την διατήρηση των ιδιοτήτων (αντοχή, ευκαμψία κ.λπ.) των υγροσκοπικών υλικών, όπως υφάσματα και χαρτί.
- δ) Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται για τον περιορισμό των επιδράσεων του στατικού ηλεκτρισμού. Η ανάπτυξη στατικών ηλεκτρικών φορτίων ελαχιστοποιείται σε σχετικές υγρασίες του επιπέδου των 55% ή και ψηλότερα.
- ε) Ο έλεγχος των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας απαιτείται για την ρύθμιση της ταχύτητας χημικών ή βιοχημικών αντιδράσεων, όπως π.χ. το στέγνωμα βερνικιών, η παραγωγή συνθετικών ινών κ.λπ.
- στ) Τα διάφορα εργαστήρια απαιτούν συνήθως αυστηρό έλεγχο της θερμοκρασίας ή της υγρασίας ή και των δύο συγχρόνως. Συχνά στα εργαστήρια δοκιμών και ποιοτικού ελέγχου η εγκατάσταση κλιματισμού είναι μελετημένη ώστε να διατηρεί τις Πρότυπες Συνθήκες που προβλέπουν μερικά καθιερωμένα πρότυπα, όπως οι συνθήκες που προβλέπονται από τα αμερικανικά πρότυπα A.S.T.M./Standard Conditions (73,4 F Ξ.Θ. και 50% σχετικής υγρασίας).

5.5. Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος

Για τον ελληνικό γεωγραφικό χώρο δεν υπάρχουν ακόμα πλήρη στατιστικά μετεωρολογικά στοιχεία από τα οποία προκύπτουν δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λπ. Τα πιο λεπτομερή στοιχεία υπάρχουν για την Αθήνα και Θεσσαλονίκη, αναφέρονται στον Πίνακα 5.3 που προέκυψε από το αμερικανικό βιβλίο *Fundamentals Handbook* (A.S.H.R.A.E, 2005).

Πόλη	Γεωγραφικό Πλάτος	Υψόμετρο (Ft)	Χειμώνας			Θέρος						
						Θερμοκρασία Ξ.Θ.			Ημερήσια Διακύμ. (F)	Θερμοκρασία Υ.Θ.		
			Μέση Ετησίων Ελαχίστων (F)	Τιμή 99% (F)	Τιμή 97½% (F)	1 % (F)	2½% (F)	5 % (F)		1 % (F)	2½% (F)	5 % (F)
Αθήνα	37° 58' Β	351	29	33	36	96	93	91	18	72	71	71
Θεσ/νίκη	40° 37' Β	78	23	28	32	95	93	91	20	77	76	75

Πίνακας 5.3: Συνθήκες Εξωτερικού Περιβάλλοντος

Για το καλοκαίρι, που το θερμικό κέρδος από την ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να προστεθεί στα άλλα θερμικά κέρδη του χώρου (από αγωγιμότητα, μεταφορά και εσωτερικές θερμικές πηγές), χρησιμοποιούνται περισσότερο λεπτομερείς πίνακες εξωτερικών θερμοκρασιών που λαμβάνουν υπόψη τους την ηλιακή ακτινοβολία. Οι θερμοκρασίες αυτές λέγονται **ηλιακές θερμοκρασίες αέρα** και αναφέρονται σε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ημέρα του έτους, γεωγραφικό πλάτος, προσανατολισμό και χρωματισμό επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο. Η ηλιακή θερμοκρασία αέρα είναι η (υποθετική) θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα η οποία θα έδινε σε μια επιφάνεια, σε (υποθετική) περίπτωση απουσίας κάθε ακτινοβολίας, την ίδια ροή εισερχόμενης θερμότητας που δίνει ο πραγματικός συνδυασμός της προσπίπτουσας στην επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας, της ακτινοβολίας του περιβάλλοντος και της εναλλαγής θερμότητας με τον εξωτερικό αέρα. Αν υποθέσουμε ότι η ροή θερμότητας μέσα από μια επιφάνεια μπορεί να εκφρασθεί σε συνάρτηση με την «ηλιακή θερμοκρασία αέρα», θα έχουμε:

$$\frac{q}{A} = h_0 (t_e - t_s) \text{ σε Btu/h ft}^2,$$

όπου:

q = η ροή θερμότητας (Btu/h)

A = το εμβαδόν της επιφάνειας (ft²)

h_0 = ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας μέσω ακτινοβολίας και επαφής του αέρα στην εξωτερική επιφάνεια (Btu/h . ft² . F)

t_e = η «ηλιακή θερμοκρασία αέρα» (°F)

t_s = η θερμοκρασία της επιφάνειας (°F)

Ένα παράδειγμα πίνακα «ηλιακών θερμοκρασιών αέρα» είναι ο Πίνακας 5.4 που επίσης προέκυψε από σχετικούς πίνακες του βιβλίου Fundamentals Handbook (A.S.H.R.A.E, 2005). Ο πίνακας αυτός θα μπορούσε να εφαρμοσθεί για την περιοχή Θεσσαλονίκης μια και τα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας για την οποία έχει προκύψει (Γεωγραφικό Πλάτος, Θερμοκρασία καλοκαιριού, ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας καλοκαιριού) ταιριάζουν με τα χαρακτηριστικά της Θεσσαλονίκης που αναφέρονται στον Πίνακα 5.3 (αν πάρουμε για θερμοκρασία καλοκαιριού την τιμή 1%, δηλαδή 95° F ή 35° C).

Ωρα	Θερμοκρασία αέρα (F)	Ηλιακή θερμοκρασία αέρα (°F) για διάφορους προσανατολισμούς								
		B	BA	A	NA	N	NA	Δ	BA	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ
1	76	76	76	76	76	76	76	76	76	69
2	76	76	76	76	76	76	76	76	76	69
3	75	75	75	75	75	75	75	75	75	68
4	74	74	74	74	74	74	74	74	74	67
5	74	74	74	74	74	74	74	74	74	67
6	74	82	95	97	86	75	75	75	75	74
7	75	82	103	109	97	78	78	78	78	85
8	77	82	103	114	105	83	81	81	81	96
9	80	85	101	114	110	92	85	85	85	106
10	83	89	96	110	112	100	89	89	89	115
11	87	93	94	104	111	108	96	93	93	123
12	90	96	96	97	107	112	107	97	96	127
13	93	99	99	99	102	114	117	110	100	129
14	94	100	100	100	100	111	123	121	107	126
15	95	100	100	100	100	107	125	129	116	121
16	94	99	98	98	98	100	122	131	120	113
17	93	100	96	96	96	96	115	127	121	103
18	91	99	92	92	92	92	103	114	112	91
19	87	87	87	87	87	87	87	87	87	80
20	85	85	85	85	85	85	85	85	85	78
21	83	83	83	83	83	83	83	83	83	76
22	81	81	81	81	81	81	81	81	81	74
23	79	79	79	79	79	79	79	79	79	72
24	77	77	77	77	77	77	77	77	77	70
Μέση	85	86	89	91	90	89	90	91	89	91
Μέγιστη	95	100	103	114	112	114	125	131	121	129
Ωρα μέγ.	15	15	8	9	10	13	15	16	17	13

Πίνακας 5.4: Ηλιακές θερμοκρασίες αέρα

Για την 21^η Ιουλίου και για ανοιχτόχρωμες επιφάνειες που βρίσκονται σε περιοχές γεωγραφικού πλάτους 40° Β και θερμοκρασίες καλοκαιριού 95° F με ημερήσια διακύμανση 21° F

5.6. Ψυκτικά φορτία από τοίχους και οροφές

Οι ερευνητές του A.S.H.R.A.E. στις εργασίες των οποίων στηρίζονται όλα τα στοιχεία που περιέχονται στον τόμο: «Fundamentals Handbook 2005» και στους άλλους τόμους του A.S.H.R.A.E, με βάση τις παραπάνω «ηλιακές

θερμοκρασίες αέρα» και υποθέτοντας μια ορισμένη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (78° F ή 25,5° C) κατάρτισαν πιο λεπτομερείς πίνακες που δίνουν τις «**Ισοδύναμες Θερμοκρασιακές Διαφορές**» (Ι.Θ.Δ.) για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων που δέχεται ένας χώρος από τοίχους και οροφές με διαφορετικό προσανατολισμό και τύπο κατασκευής.

Δηλαδή έχουμε:

$$q = A \cdot U \cdot (\text{Ι.Θ.Δ.}) \quad (5.1)$$

όπου:

q είναι το ψυκτικό φορτίο (Btu/h),

A είναι το εμβαδόν του τοίχου ή της οροφής (ft²),

U είναι ο συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας του τοίχου ή της οροφής (Btu/h. ft² . °F).

(Ι.Θ.Δ.) η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά που δίνεται από τους πίνακες (°F).

Οι Ι.Θ.Δ. που περιέχονται στους παραπάνω πίνακες έχουν προκύψει από έρευνες και υπολογισμούς που έλαβαν υπόψη τους και τη **θερμική μάζα** του κάθε δομικού στοιχείου (τοίχου ή οροφής), δηλαδή την ικανότητα του να συγκρατεί περισσότερη ή λιγότερη θερμότητα. Αποτέλεσμα της ιδιότητας αυτής των δομικών στοιχείων είναι να έχουμε το μέγιστο θερμικό κέρδος με **καθυστέρηση** σε σχέση με τη μέγιστη εξωτερική «ηλιακή θερμοκρασία αέρα». Πράγματι, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 5.5 (που αποτελεί απόσπασμα από ένα μεγαλύτερο πίνακα του Fundamentals Handbook, 2005), οι μέγιστες Ι.Θ.Δ. συμβαίνουν τόσο αργότερα, όσο βαρύτερη είναι η κατασκευή. Έτσι, για τους τοίχους της Ομάδας Α (με το μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας τοίχου) οι μέγιστες Ι.Θ.Δ., άρα και το μέγιστο θερμικό κέρδος όπως φαίνεται από την εξίσωση 1, συμβαίνουν γύρω στα μεσάνυχτα, ενώ για τους τοίχους της Ομάδας Η (με το μικρότερο βάρος) οι μέγιστες Ι.Θ.Δ. ακολουθούν τις μέγιστες «ηλιακές θερμοκρασίες αέρα» (βλέπε Πίνακα 5.4) με καθυστέρηση μιας ή δύο το πολύ ωρών.

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕ- ΡΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΥ																											
	ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Α (97 - 190) (Lb/Ft ²)								ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Δ (40 - 90) (Lb/Ft ²)								ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Η (5 - 16) (Lb/Ft ²)											
	θ	β	α	α	η	η	δ	δ	β	α	α	η	η	δ	δ	β	α	α	η	η	δ	δ	β	α	α	η	η	δ
1	9	12	16	16	13	16	18	14	10	11	12	13	12	18	20	16	2	2	3	3	3	3	4	3				
2	9	12	16	15	13	16	18	14	8	10	11	11	11	16	19	14	1	1	1	1	1	3	3	2				
3	9	12	15	15	12	16	17	14	8	8	10	10	10	14	16	12	1	1	1	1	1	2	2	1				
4	8	12	15	14	12	16	17	13	7	7	8	8	8	12	14	11	0	0	0	0	0	1	1	1				
5	6	11	14	14	12	16	16	13	6	7	7	7	7	10	12	9	1	1	1	1	1	0	1	0				
6	8	11	14	13	12	16	16	12	5	5	8	7	6	9	10	8	1	6	7	3	0	0	1	0				
7	8	10	13	13	11	14	16	12	4	5	5	5	5	8	8	7	5	18	20	12	1	1	1	1				
8	8	10	12	12	10	14	16	12	4	5	6	5	5	7	7	6	5	23	31	21	3	3	3	3				
9	7	10	12	12	10	13	14	11	4	7	8	7	4	6	7	5	6	25	35	27	8	5	5	5				
10	7	10	12	12	10	12	14	10	4	9	11	8	4	5	6	5	6	23	36	32	14	8	7	7				
11	7	10	12	12	9	12	13	10	4	11	14	11	5	5	6	5	10	20	33	33	20	10	10	10				
12	7	10	12	12	9	12	12	10	5	13	18	14	6	5	6	5	12	17	26	31	25	17	12	12				
13	7	10	13	12	9	11	12	10	5	11	20	17	8	7	7	6	14	17	21	27	29	25	18	14				
14	7	10	14	12	9	11	12	9	7	15	21	19	10	8	7	7	15	18	20	23	30	33	27	18				
15	7	11	14	13	9	11	12	9	8	15	21	20	13	10	9	8	16	18	20	21	28	36	36	24				
16	7	12	15	14	10	11	12	9	8	16	21	21	16	14	12	9	16	17	19	20	24	41	44	31				
17	7	12	16	14	10	12	12	10	10	16	21	21	18	18	16	12	16	16	18	18	20	40	47	36				
18	7	12	16	15	11	12	12	10	11	16	21	21	19	21	20	14	17	14	16	16	16	34	44	36				
19	8	12	16	15	12	13	13	10	12	16	20	20	19	23	23	18	14	12	12	12	13	24	31	27				
20	8	12	16	16	12	14	14	11	12	16	20	20	19	25	26	20	10	9	10	10	10	16	19	16				
21	8	13	16	16	12	15	15	12	12	16	18	18	18	25	27	21	7	7	8	8	8	11	13	11				
22	8	13	16	16	13	16	16	12	12	14	17	17	17	24	26	21	6	6	7	7	7	8	10	8				
23	9	13	16	16	13	16	17	13	12	13	16	16	16	22	25	20	5	5	5	5	5	7	7	7				
24	9	13	16	16	13	16	17	14	10	12	14	14	14	20	22	18	3	3	4	4	3	5	5	5				
ΜΕΓΙ- ΣΤΗ	9	13	16	16	13	16	18	14	12	16	21	21	19	25	27	21	17	25	36	33	30	41	47	36				
ΩΡΑ ΜΕΓΙ- ΣΤΗΣ	2	22	22	22	23	24	1	1	21	19	16	17	19	21	21	22	18	9	10	11	14	16	17	18				

Πίνακας 5.5: Ισοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ. σε °F) για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων από ηλιοφώτιστους τοίχους

Το άλλο σημαντικό δομικό στοιχείο μέσω του οποίου ένας χώρος έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είναι η οροφή. Όπως οι τοίχοι, έτσι και η οροφή «καθυστερεί» την είσοδο της θερμότητας μέσα στον χώρο τόσο πιο πολύ όσο βαρύτερη είναι η κατασκευή της. Αυτό φαίνεται (και στην περίπτωση της οροφής) από το πότε εμφανίζονται οι μέγιστες Ι.Θ.Δ σε σχέση με το χρόνο εμφάνισης (ώρα 13^η) της μέγιστης «ηλιακής θερμοκρασίας αέρα», όπως φαίνεται στην τελευταία στήλη (ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ) του Πίνακα 5.4. Οι Ι.Θ.Δ. για μερικούς τύπους οροφών δίνονται στον Πίνακα 5.6 που έχει προκύψει με κατάλληλους υπολογισμούς από αντίστοιχους πίνακες του Fundamentals Handbook 2005. Πράγματι, από τον πίνακα αυτόν φαίνεται ότι όσο βαρύτερη είναι η κατασκευή της οροφής τόσο απομακρύνεται η ώρα μέγιστης Ι.Θ.Δ. από την 13^η ώρα. Επίσης, από τον πίνακα φαίνεται ότι η «θερμική» βαρύτητα της κατασκευής,

δηλαδή η **θερμοχωρητικότητα** της (που προκαλεί την καθυστέρηση στην εμφάνιση της μέγιστης Ι.Θ.Δ.) δεν είναι μόνο συνάρτηση του βάρους της κατασκευής (lb/ft^2), αλλά και του είδους των υλικών που χρησιμοποιούνται σε αυτήν (μπετόν, ξύλο κ.λπ.).

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΟΡΟΦΗΣ					
	4-ιν μπετόν ελαφρού τύπου 18 lb/ft ²	6-ιν μπετόν ελαφρού τύπου 24 lb/ft ²	4-ιν μπετόν βαρέος τύπου με 2 in μόνωση 52 lb/ft ²	6-ιν μπετόν βαρέος τύπου με 2-ιν μόνωση 75 lb/ft ²	6-ιν μπετόν βαρέος τύπου με 2 in μόν. και ψευδοροφή 77 lb/ft ²	4-ιν ξύλο με 2-ιν μόν. και ψευδοροφή 20 lb/ft ²
1	5	11	13	16	15	18
2	3	9	11	14	14	17
3	1	7	9	13	14	17
4	0	5	8	11	13	16
5	-1	3	6	10	13	16
6	-2	2	5	9	12	15
7	-2	1	4	8	12	14
8	1	1	4	7	11	13
9	5	2	5	7	11	12
10	10	4	7	8	11	12
11	16	8	10	9	11	11
12	22	12	13	11	12	11
13	28	17	17	13	13	11
14	32	22	20	16	13	11
15	35	26	23	18	14	12
16	37	29	25	20	15	13
17	36	31	27	22	16	14
18	33	32	27	23	17	15
19	29	31	26	23	17	16
20	23	29	24	22	17	17
21	17	25	22	21	17	18
22	13	21	19	20	17	18
23	9	18	17	19	16	19
24	7	14	15	17	16	18
ΜΕΓΙΣΤΗ	37	32	27	23	17	19
ΩΡΑ ΜΕΓΙΣΤΗΣ	16	18	18	19	20	23

Πίνακας 5.6: Ισοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ. σε °F) για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων από επίπεδες οροφές

Ο συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας U , ο οποίος επίσης είναι απαραίτητος στην εξίσωση 1 για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ένα τοίχο ή οροφή, δίνεται και αυτός από πίνακες του Fundamentals Handbook 2005 για τους διάφορους τύπους τοίχων και οροφών. Ενδεικτικές τιμές για μερικές από τις κατασκευές που πλησιάζουν περισσότερο προς τις κατασκευές στην Ελλάδα δίνονται στον Πίνακα 5.7.

Περιγραφή Κατασκευής	Βάρος (lb/ft ²)	Συντελ. U (Btu/h . ft ² . °F)	
		Χειμώνας	Καλοκαίρι
Τοίχος:			
– Από τούβλο 20 cm	90	0,430	0,415
– Από τούβλο 20 cm + Μόνωση 5 cm	90	0,112	0,111
– Από μπετόν 20 cm	109	0,520	0,490
– Από μπετόν 20 cm + Μόνωση 5 cm	110	0,117	0,115
Οροφή:			
– Από μπετόν 10 cm (ελαφρού τύπου)	18	0,305	0,213
– Από μπετόν 10 cm (βαρέος τύπου) + Μόν. 5 cm	52	0,230	0,120
– Από μπετόν 15 cm (βαρέος τύπου) + Μόν 5 cm	75	0,225	0,117
– Από μπετόν 10 cm (ελαφρού τύπου) + Ψευδοροφή	20	0,211	0,134

Πίνακας 5.7: Συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας
(U σε Btu/h.ft². °F) για τοίχους και οροφές

5.7. Ψυκτικά φορτία από κουφώματα με τζάμια

Σε οποιαδήποτε στιγμή το συνολικό θερμικό κέρδος από μια τζαμένια επιφάνεια αποτελείται από δύο βασικά μέρη:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Συνολικό} \\ \text{θερμικό} \\ \text{κέρδος} \\ \text{τζαμιού} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Θερμικό} \\ \text{κέρδος} \\ \text{από διάβαση} \\ \text{θερμότητας} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Θερμικό} \\ \text{κέρδος} \\ \text{από} \\ \text{τον ήλιο} \end{array} \right) \quad (5.2)$$

Το ένα μέρος (θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας) οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Έτσι το κέρδος αυτό υπάρχει ανεξάρτητα από το αν οι ηλιακές ακτίνες πέφτουν ή όχι πάνω στο τζάμι. Το άλλο μέρος (θερμικό κέρδος από τον ήλιο) οφείλεται στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και στην ηλιακή ενέργεια που έχουν απορροφήσει τα εσωτερικά αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, χωρίσματα κ.λπ.) και του αποδίδουν προς τον χώρο κατά τη στιγμή του υπολογισμού του συνολικού θερμικού κέρδους. Αυτή η απορροφημένη ενέργεια εξαρτάται από τη **θερμοχωρητικότητα** της εσωτερικής κατασκευής του χώρου και προκαλεί **καθυστέρηση** στην εμφάνιση του μέγιστου θερμικού κέρδους από τον ήλιο σε σχέση με την ώρα που η ακτινοβολία του ήλιου πάνω στο τζάμι είναι

η μεγαλύτερη.

5.7.1. Θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας

Όπως για τους τοίχους και τις οροφές, έτσι και στην περίπτωση των τζαμιών, το θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας υπολογίζεται με βάση τις αντίστοιχες για τζάμια Ισοδύναμες Θερμοκρασιακές Διαφορές (Ι.Θ.Δ.), (βλέπε εξίσωση 1).

$$q_{\Delta} = A \cdot U \cdot (\text{Ι.Θ.}\Delta) \quad (5.3)$$

όπου:

q_{Δ} το ψυκτικό φορτίο από τη διάβαση θερμότητας μέσα από τα τζάμια (Btu/h).

A το καθαρό εμβαδόν του τζαμιού (ft²)

U ο συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας του τζαμιού (Btu/h . ft² . °F).

(Ι.Θ.Δ.) η ισοδύναμη Θερμοκρασιακή Διαφορά για διάβαση θερμότητας μέσα από το τζάμι (°F).

Οι Ι.Θ.Δ για τζάμια έχουν επίσης υπολογισθεί από τους ερευνητές του A.S.H.R.A.E και δίνονται από τον Πίνακα 5.8

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ:	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ι.Θ.Δ.:	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Ισοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ. σε °F) για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων διαβάσεως θερμότητας από τζάμια (Για μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία 83° F και εσωτερική θερμοκρασία αέρα 78° F)

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, σε ορισμένες ώρες της ημέρας (4 και 6 το πρωί) οι Ισοδύναμες Θερμοκρασιακές Διαφορές είναι αρνητικές, και συνεπώς το θερμικό κέρδος που προκύπτει από την εξίσωση 3 είναι αρνητικό, δηλαδή πρόκειται για θερμική απώλεια και όχι θερμικό κέρδος. Αυτό βέβαια είναι φυσικό, γιατί εκείνες τις ώρες η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου. Επίσης από τον πίνακα προκύπτει ότι η μέγιστη Ι.Θ.Δ. —συνεπώς και το μέγιστο θερμικό κέρδος q , αφού στην εξίσωση 3 μόνο η Ι.Θ.Δ. αλλάζει με την ώρα— συμβαίνει στις 16.00, δηλαδή την

ίδια περίπου ώρα που, όπως φαίνεται από τη δεύτερη στήλη του Πίνακα 5.4, έχουμε και τη μέγιστη θερμοκρασία (95° F) ή 35° C εξωτερικού αέρα. Δηλαδή δεν υπάρχει ουσιαστική καθυστέρηση που να προκαλείται από τη θερμοχωρητικότητα της μάζας του τζαμιού. Γι' αυτό άλλωστε και οι Ι.Θ.Δ. του Πίνακα 5.8 δεν εξαρτώνται από την κατασκευή του τζαμιού, σε αντίθεση με τις Ι.Θ.Δ. των τοίχων (Πίνακας 5.5) και τις Ι.Θ.Δ. των οροφών (Πίνακας 5.6).

Ο παράγοντας της εξισώσεως 3 που εξαρτάται από την κατασκευή του τζαμένιου κουφώματος είναι ο συντελεστής U. Τιμές του U για μερικούς ενδεικτικούς τύπους τζαμιού (με ή χωρίς σκίαση) δίνονται στον Πίνακα 5.9 που επίσης έχει προκύψει από αντίστοιχο πίνακα του Fundamentals Handbook, 2005.

ΤΥΠΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ*		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ**	
	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΣΚΙΑΣΗ***	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΣΚΙΑΣΗ***
Μονό τζάμι	1,10	0,83	1,04	0,81
Διπλό τζάμι:				
Με 1/4-ίν κενό αέρα	0,58	0,48	0,61	0,55
Με 1/2-ίν κενό αέρα	0,49	0,42	0,56	0,52

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας για εξωτερικά κατακόρυφα τζαμένια κουφώματα (Συντελεστής U σε Btu/h·ft²·°F)

Ο παραπάνω «συνολικός» συντελεστής θερμικής διαβατότητας U αφορά τη συνολική διαδικασία της μετάδοσης θερμότητας από τον εξωτερικό αέρα της τον εσωτερικό (ή αντίστροφα), δηλαδή αφορά:

- Τη μετάδοση με **συναγωγή και ακτινοβολία θερμότητας** από τον εξωτερικό αέρα της το τζάμι (ή αντίστροφα)
- Τη μετάδοση με **αγωγή θερμότητας** μέσα από το τζάμι
- Τη μετάδοση με **συναγωγή και ακτινοβολία θερμότητας** από το τζάμι της τον εσωτερικό αέρα (ή αντίστροφα).

Δηλαδή το θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας για τα εξωτερικά τζάμια είναι στην πραγματικότητα ένα κέρδος σύνθετο, δηλαδή συναγωγής θερμότητας, θερμικής ακτινοβολίας και αγωγής θερμότητας, της περίπου συμβαίνει και στην περίπτωση των εξωτερικών τοίχων και οροφών.

5.7.2. Θερμικό Κέρδος από τον Ήλιο.

Το θερμικό κέρδος που οφείλεται στην απευθείας μεταδιδόμενη και στην απορροφημένη ηλιακή ενέργεια (**Ηλιακό Θερμικό Κέρδος** (ΗΘΚ)), παρουσιάζεται της υπολογισμούς ψυκτικού φορτίου μόνο όταν τα τζάμια δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία. Επομένως το θερμικό αυτό κέρδος είναι άμεση συνάρτηση της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή του κτιρίου. Μεταβάλλεται ανάλογα με τον προσανατολισμό, την κατασκευή και τη σκίαση της τζαμωτής επιφάνειας, καθώς και με τη θερμοχωρητικότητα των εσωτερικών αρχιτεκτονικών στοιχείων του χώρου πάνω στα οποία πέφτουν (και απορροφώνται) οι ηλιακές ακτίνες που περνάνε από τη τζαμωτή επιφάνεια. Η A.S.H.R.A.E έχει αναπτύξει μια μέθοδο η οποία λαμβάνει υπόψη της της της παραπάνω μεταβλητές και η οποία δίνει το ψυκτικό φορτίο με τον τύπο:

$$q_H = A \cdot (\Sigma\Sigma) \cdot (MH\Theta K) \cdot (\Sigma\Psi\Phi) \quad (5.4)$$

όπου:

q_H : το ψυκτικό φορτίο από την ηλιακή ακτινοβολία στα τζάμια (Btu/h).

A : το καθαρό εμβαδόν του τζαμιού (ft²).

$\Sigma\Sigma$: ο Συντελεστής Σκιάσεως που προκύπτει από το είδος του τζαμιού και τη σκίαση του (αδιάστατος).

$MH\Theta K$: Το Μέγιστο Ηλιακό Θερμικό Κέρδος για το Γεωγραφικό Πλάτος, τον μήνα υπολογισμού και τον προσανατολισμό της τζαμωτής επιφάνειας (Btu/h.ft²)

$\Sigma\Psi\Phi$ = ο Συντελεστής Ψυκτικού φορτίου που εξαρτάται από τα θερμικά χαρακτηριστικά του χώρου (αδιάστατος).

Το Μέγιστο Ηλιακό Θερμικό Κέρδος (MHΘΚ) αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο τύπο τζαμωτής επιφάνειας (φύλλο γυαλιού πάχους 0,125 in). Αντιπροσωπεύει το ολικό θερμικό φορτίο που περνά από τη μονάδα εμβαδού της τζαμωτής επιφάνειας και οφείλεται στην **ολική** ηλιακή ακτινοβολία (δηλαδή το άθροισμα της **άμεσης** και **διάχυτης** ηλιακής ακτινοβολίας). Έτσι, για ένα τζάμι με ανατολικό προσανατολισμό το φορτίο αυτό θα είναι πολύ μεγάλο το πρωί λόγω άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας) και πολύ μικρότερο το απόγευμα (γιατί το ανατολικού προσανατολισμού τζάμι θα δέχεται μόνο διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία). Στην εξίσωση 4 θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μεγαλύτερη από της της τιμές της ημέρας για την οποία γίνεται ο υπολογισμός. Τέτοιες μέγιστες τιμές του ηλιακού

Θερμικού κέρδους (ΜΗΘΚ) δίνονται στον Πίνακα 5.10 για 40° Βόρειο Πλάτος και για την 21η ημέρα κάθε μήνα του έτους.

ΜΗΝΑΣ*	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ					
	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ
Ιαν.	20	20	154	241	254	133
Φεβρ.	24	50	186	246	241	180
Μάρτ.	29	93	218	236	206	223
Απρ.	34	140	224	203	154	252
Μάιος	37	165	220	175	113	265
Ιούν.	48	172	215	161	95	268
Ιούλ.	38	163	216	170	109	262
Αύγ.	35	135	216	196	149	247
Σεπτ.	30	87	205	226	200	215
Οκτ.	25	49	180	238	234	177
Νοέμ.	18	20	151	237	250	132
Δεκ.	18	18	135	232	253	112

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος (ΜΗΘΚ σε Btu/h-ft²) για πρότυπο τζάμι (πάχους 0,125 in) σε γεωγραφικό πλάτος 40° Β

Παρόμοιοι πίνακες με τον πίνακα 5.10, δίνουν τις τιμές του ΜΗΘΚ για άλλα γεωγραφικά πλάτη.

Ο Συντελεστής Σκιάσεως (ΣΣ) είναι αδιάστατος και μετατρέπει το παραπάνω θερμικό κέρδος του πρότυπου τζαμιού των 0,125 in σε θερμικό κέρδος του πραγματικού τζαμένιου κουφώματος που έχουμε. Εξαρτάται όχι μόνο από τον τύπο του τζαμιού, αλλά και από τη σκίαση που χρησιμοποιείται και είναι:

$$\Sigma\Sigma = \frac{\text{ΜΗΘΚ πραγματικού τζαμένιου κουφώματος}}{\text{ΜΗΘΚ πρότυπου τζαμιού πάχους 0,125 in (Πίνακα 5.10)}} \quad (5.5)$$

Οι δύο όροι του κλάσματος αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες προσανατολισμού, γεωγραφικού πλάτους κ.λπ., δηλαδή διαφέρουν μόνο κατά τον τύπο του τζαμιού και τη σκίαση. Ενδεικτικές τιμές του ΣΣ για μερικούς κατασκευαστικούς συνδυασμούς τζαμένιου κουφώματος (διάφοροι τύποι τζαμιού) φαίνονται στον Πίνακα 5.11 ο οποίος επίσης έχει προκύψει από εκτενέστερους πίνακες του Fundamentals Handbook, 2005. Τιμές του ΣΣ δίνουν επίσης και οι κατασκευαστές διαφόρων τύπων τζαμιών και μηχανισμών σκιάσεως.

ΤΥΠΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΣΚΙΑΣΕΩΣ			
		ΠΕΡΣΙΔΕΣ		ΡΟΛΛΑ	
		ΜΕΣΑΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΚΟΤΕΙΝΟΧΡ.	ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΑΝΟΙΚΤΟΧΡΩΜΑ
Καθαρό τζάμι πάχους 1/8 in	1.00				
Καθαρό τζάμι πάχους 1/2 in	0,94	0,64	0,55	0,59	0,39
Καθαρό τζάμι πάχους 1/2 in	0,87				
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/8 in	0,83				
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/4 in	0,69	0,57	0,53	0,45	0,36
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/2 in	0,53	0,54	0,52	0,40	0,32
Με αδιακλαστικό επίχρισμα	0,30	0,25	0,23	—	—
Διπλό Τζάμι (με διάκενο αέρα):					
Καθαρό Έξω/Καθαρό Μέσα, 1/8 in	0,88	0,57	0,51	0,60	0,37
Καθαρό Έξω/Καθαρό Μέσα, 1/2 in	0,81				
Θερμοαπορροφητικό Έξω					
Καθαρό μέσα, 1/2 in	0,55	0,39	0,36	0,40	0,30

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Συντελεστής σκίασεως (ΣΣ, αδιάστατος) για διάφορους τύπους τζαμιών και μηχανισμούς εσωτερικής σκίασεως

Ο Συντελεστής Ψυκτικού φορτίου (ΣΨΦ) είναι επίσης αδιάστατος και στην εξίσωση 4 μετατρέπει το θερμικό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο. Δηλαδή η θερμική ενέργεια που μπαίνει από τα τζάμια υπό μορφή ηλιακής ακτινοβολίας δεν προστίθεται αμέσως στη θερμότητα του αέρα του χώρου, αλλά σημαντικό μέρος της απορροφάται από τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου (χωρίσματα, δάπεδο κ.λπ.) και αποδίδεται στον αέρα του χώρου αργότερα. Όταν η ενέργεια αυτή αποδίδεται στον χώρο, τότε αποτελεί και ψυκτικό φορτίο του χώρου, δηλαδή συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα του χώρου και συνεπώς πρέπει να αντιμετωπισθεί από την ψυκτική εγκατάσταση. Αυτή ακριβώς η **καθυστέρηση** μετατροπής μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας σε ψυκτικό φορτίο για το χώρο, εκφράζεται από τον ΣΨΦ που είναι πάντα μικρότερος από την μονάδα και που δίνεται από πίνακες για κάθε ώρα της ημέρας με βάση τον προσανατολισμό του τζαμένιου κουφώματος και τη βαρύτητα κατασκευής του περιβλήματος του χώρου, δηλαδή τη θερμοχωρητικότητα αυτού του περιβλήματος. Από τον Πίνακα 5.12 που έχει προκύψει από λεπτομερέστερους πίνακες του Fundamentals Handbook, φαίνεται ότι ο ΣΨΦ έχει πάντα τιμές μεγαλύτερες από το 0, ακόμα και στη διάρκεια της νύχτας που δεν υπάρχει διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Οι τιμές αυτές βέβαια είναι πολύ μικρές, γιατί

εκφράζουν μόνο την ενέργεια η οποία αποδίδεται κατά τη διάρκεια της νύχτας από τα δομικά στοιχεία του χώρου που την είχαν απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η εικόνα αφορά το πρότυπο τζάμι (0,125 in), χωρίς σκίαση, με Νότιο προσανατολισμό σε 40° Β Γεωγραφικό Πλάτος, στον μήνα Ιούλιο και εσωτερικό χώρο με κατασκευή βαρέως τύπου. Όπως φαίνεται στην εικόνα, η καμπύλη του Ηλιακού Ψυκτικού Φορτίου είναι χαμηλότερη και ομαλότερη από την καμπύλη του Ηλιακού Θερμικού Κέρδους, η δε μέγιστη τιμή της πολύ μικρότερη (περίπου το ½) και μετατοπισμένη (καθυστερημένη) κατά 2 περίπου ώρες. Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η διαγραμματισμένη επιφάνεια Β αποτελεί το μέρος εκείνο της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται στη διάρκεια της ημέρας από τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου και αποδίδεται αργότερα ως θερμική ενέργεια που εκφράζεται από τις επιφάνειες Γ και Α. Δηλαδή έχουμε:

$$B = \Gamma + A$$

Για το παραπάνω παράδειγμα, οι τιμές του ΣΨΦ προέκυψαν από τον Πίνακα 5.12, ενώ οι τιμές του ΗΘΚ στις διάφορες ώρες (και όχι μόνο η μέγιστη τιμή 109 που δίνεται και από τον Πίνακα 5.12 προέκυψαν από τον Πίνακα 5.13 ο οποίος αποτελεί μικρό μέρος ενός πολύ μεγάλου πίνακα του Fundamentals Handbook. Οι τιμές του ΗΨΦ, όπως φαίνεται και στο πινάκιο υπολογισμού της Εικόνας 5.1, υπολογίσθηκαν με βάση το ΜΗΘΚ και με τη βοήθεια της εξίσωσης 4 δηλαδή:

$$H\Psi\Phi = (M\Theta K) \cdot (\Sigma\Psi\Phi)$$

ή

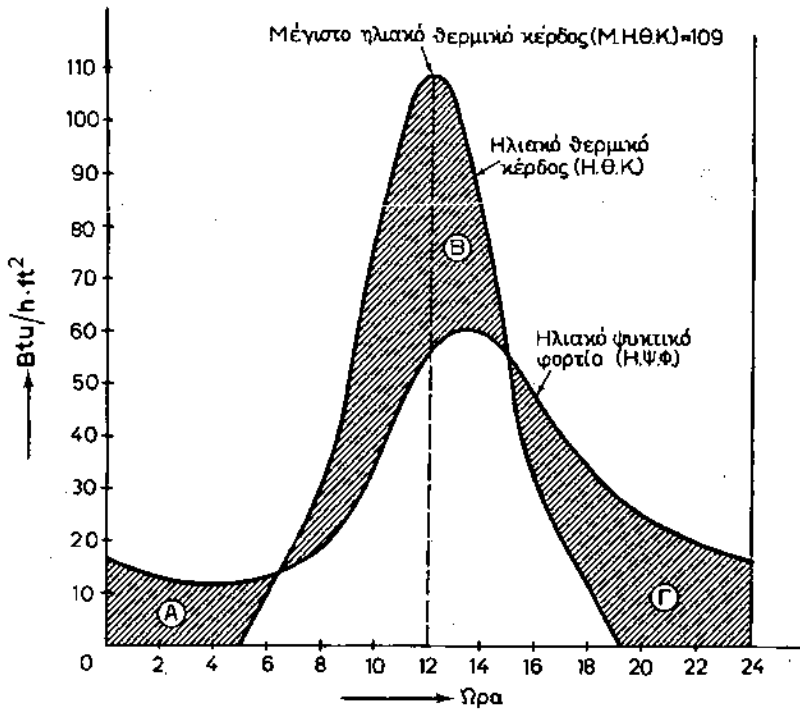
$$H\Psi\Phi = 109 \cdot (\Sigma\Psi\Phi)$$

Προσανατολισμός	Κατάσκηλη χώρου	Όρο του 24 - ύψους											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
B	Μέση	0,20/0,07	0,16/0,06	0,34/0,73	0,46/0,65	0,59/0,80	0,70/0,89	0,75/0,86	0,74/0,75	0,79/0,91	0,50/0,18	0,36/0,13	0,23/0,09
	Περίε	0,23/0,09	0,20/0,07	0,38/0,75	0,50/0,66	0,50/0,80	0,69/0,89	0,73/0,85	0,70/0,73	0,74/0,88	0,46/0,17	0,34/0,13	0,28/0,10
BA	M	0,06/0,02	0,05/0,02	0,21/0,56	0,43/0,74	0,40/0,37	0,33/0,27	0,30/0,24	0,26/0,20	0,21/0,12	0,15/0,05	0,11/0,04	0,08/0,03
	B	0,02/0,03	0,07/0,03	0,23/0,57	0,44/0,74	0,39/0,36	0,31/0,26	0,27/0,23	0,24/0,19	0,20/0,11	0,14/0,05	0,12/0,04	0,10/0,04
A	M	0,06/0,02	0,05/0,02	0,18/0,47	0,44/0,60	0,51/0,62	0,39/0,27	0,32/0,22	0,26/0,17	0,24/0,11	0,15/0,05	0,11/0,04	0,08/0,03
	B	0,05/0,03	0,08/0,03	0,21/0,48	0,45/0,60	0,49/0,61	0,36/0,25	0,29/0,21	0,24/0,16	0,19/0,10	0,15/0,05	0,12/0,04	0,10/0,04
NA	M	0,08/0,03	0,06/0,02	0,14/0,30	0,38/0,74	0,54/0,76	0,51/0,41	0,40/0,28	0,33/0,22	0,25/0,13	0,18/0,03	0,14/0,05	0,10/0,04
	B	0,10/0,04	0,09/0,03	0,17/0,31	0,40/0,74	0,53/0,79	0,48/0,48	0,36/0,23	0,30/0,20	0,24/0,13	0,18/0,07	0,14/0,05	0,12/0,05
N	M	0,11/0,04	0,08/0,03	0,08/0,09	0,14/0,22	0,31/0,59	0,32/0,83	0,59/0,68	0,47/0,35	0,36/0,19	0,25/0,09	0,18/0,07	0,14/0,05
	B	0,12/0,05	0,11/0,04	0,12/0,11	0,17/0,24	0,33/0,59	0,51/0,82	0,55/0,67	0,43/0,33	0,32/0,18	0,22/0,06	0,18/0,06	0,15/0,05
NA	M	0,13/0,05	0,10/0,04	0,09/0,07	0,12/0,14	0,15/0,19	0,23/0,35	0,44/0,75	0,58/0,81	0,53/0,45	0,33/0,12	0,24/0,08	0,18/0,16
	B	0,14/0,05	0,12/0,04	0,12/0,08	0,14/0,15	0,17/0,20	0,25/0,39	0,44/0,75	0,56/0,80	0,49/0,43	0,30/0,11	0,21/0,08	0,17/0,06
A	M	0,13/0,05	0,10/0,04	0,09/0,05	0,10/0,11	0,12/0,15	0,14/0,17	0,29/0,53	0,50/0,82	0,55/0,61	0,33/0,12	0,23/0,08	0,17/0,08
	B	0,13/0,05	0,11/0,04	0,11/0,07	0,13/0,12	0,14/0,16	0,18/0,15	0,30/0,54	0,49/0,81	0,52/0,59	0,30/0,11	0,21/0,07	0,16/0,06
BA	M	0,12/0,04	0,09/0,03	0,09/0,07	0,11/0,14	0,14/0,19	0,17/0,21	0,21/0,30	0,42/0,73	0,53/0,69	0,32/0,12	0,22/0,08	0,16/0,06
	B	0,12/0,04	0,11/0,04	0,11/0,08	0,13/0,15	0,16/0,20	0,19/0,22	0,22/0,30	0,41/0,73	0,51/0,61	0,28/0,11	0,20/0,07	0,15/0,05
ΟΡΙΖ ΟΝΤΙ ΟΣ	M	0,14/0,05	0,11/0,04	0,11/0,12	0,24/0,44	0,43/0,72	0,59/0,85	0,67/0,81	0,62/0,56	0,47/0,25	0,32/0,12	0,24/0,08	0,18/0,06
	B	0,18/0,08	0,14/0,05	0,15/0,13	0,27/0,45	0,45/0,72	0,59/0,85	0,64/0,79	0,58/0,55	0,42/0,33	0,25/0,11	0,23/0,08	0,19/0,07

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (ΣΨΦ, αδιάστατος) από τζαμιά χωρίς / με εσωτερική σκίαση (οι τιμές ισχύουν για όλους τους τύπους τζαμιών – απλά, θερμοαπορροφητικά, ανακλαστικά κ.τ.λ. σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος)

ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ ΜΕ ΗΛΙΟ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ								
	B	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ
6	37	125	137	68	11	11	11	11	32
8	28	148	216	160	30	26	26	26	145
10	35	56	146	159	81	36	35	35	231
12	38	38	41	80	109	80	41	38	262
14	35	35	35	36	81	159	146	56	231
16	28	26	26	26	30	160	216	148	145
18	37	11	11	11	11	68	137	125	32

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Ηλιακό θερμικό κέρδος (ΗΘΚ σε Btu/h·ft²) για πρότυπο τζάμι πάχους 0,125 in σε γεωγραφικό πλάτος 40° Β και για την 21^η Ιουλίου



Εικόνα 5.1: Παράδειγμα συγκρίσεως φορτίου και θερμικού κέρδους από ηλιακή ακτινοβολία μέσω τζαμιού πάχους 0,125 in με νότιο προσανατολισμό σε 40° βόρειο γεωγραφικό πλάτος κατά την 21^η Ιουλίου και για χώρο βαριάς δομικής κατασκευής

Ωρα = 2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
ΗΘΚ (Πίν. 13) = 0	0	11	30	81	109	81	30	11	0	0	0
ΣΨΦ (Πίν. 12) = 0,12	0,11	0,12	0,17	0,33	0,51	0,55	0,43	0,32	0,22	0,18	0,15
ΗΨΦ = 109 (ΣΨΦ) = 13	12	13	19	36	56	60	47	35	24	20	16

Πίνακας 5.13: Υπολογισμού των καμπυλών της Εικόνας 5.1.

5.7.3. Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο από κουφώματα με τζάμια

Με βάση τις εξισώσεις (2, 3 και 4) έχουμε:

$$q_s = q_{\Delta} + q_H$$

ή

$$q_s = A \cdot U \cdot (I.\Theta.\Delta.) + A \cdot (\Sigma.\Sigma) \cdot (M\eta\Theta K) \cdot (\Sigma\Psi\Phi) \quad (5.6)$$

όπου q_s είναι το συνολικό ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στο θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας (q_{Δ} και στο θερμικό κέρδος από ηλιακή ακτινοβολία (q_H) μέσα από ένα τζαμένιο κούφωμα με εμβαδόν A .

5.8. Ψυκτικά και θερμικά φορτία από εσωτερικά τοιχώματα, οροφές και δάπεδα

Όταν ο κλιματιζόμενος χώρος είναι δίπλα και πάνω ή κάτω από έναν άλλο χώρο όπου επικρατεί μια διαφορετική θερμοκρασία από την θερμοκρασία που πρέπει να επικρατεί στον κλιματιζόμενο χώρο, τότε πρέπει να υπολογισθεί η θερμότητα που μεταδίδεται δια μέσου του διαχωριστικού δομικού στοιχείου. Η θερμότητα αυτή στη μονάδα του χρόνου (Btu/h ή kcal/h) θα είναι:

$$q = A \cdot U (t_x - t)$$

όπου:

A = η επιφάνεια του διαχωριστικού δομικού στοιχείου

U = ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

t_x = η θερμοκρασία του χώρου που γειτονεύει με τον κλιματιζόμενο

t = η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου

Οι τιμές του U , όπως και προηγουμένως, δίνονται από λεπτομερείς πίνακες τους οποίους πρέπει να συμβουλευέται ο μελετητής για την επιλογή της κατάλληλης κάθε φορά τιμής, ανάλογα με την κατασκευή του δομικού χωρίσματος (τοίχου, οροφής ή δαπέδου).

Η θερμοκρασία t_x εξαρτάται από τις συνθήκες στον γειτονικό χώρο. Όταν δεν υπάρχουν πηγές θερμότητας και ο χώρος δεν κλιματίζεται, τότε η θερμοκρασία του θα παρακολουθεί συνήθως τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος με μια διαφορά περίπου 5°F (ή 3°C). Δηλαδή η διαφορά $t_x - t$ θα είναι κατά 5°F (ή 3°C) περίπου μικρότερη από τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα και της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου.

Για δάπεδα τα οποία είναι κατευθείαν πάνω στο έδαφος ή πάνω από υπόγειο χώρο ο οποίος ούτε θερμαίνεται ούτε αερίζεται, στην περίπτωση ψύξεως (καλοκαίρι) μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν προσθέτουν ψυκτικό φορτίο στον κλιματιζόμενο χώρο. Στην περίπτωση όμως θερμάνσεως (χειμώνα) έχουμε απώλειες θερμότητας προς το έδαφος ή τον κλειστό υπόγειο χώρο. Οι απώλειες αυτές πρέπει να υπολογίζονται με βάση την κατασκευή του δαπέδου και τη θερμοκρασία του εδάφους ή του υπόγειου χώρου. Κατάλληλοι πίνακες με τα παραπάνω στοιχεία υπάρχουν στα διάφορα εγχειρίδια μελέτης κλιματιστικών εγκαταστάσεων.

5.9. Ψυκτικά φορτία από πηγές θερμότητας μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο

Τα φορτία αυτά είναι και το καλοκαίρι και τον χειμώνα περίπου τα ίδια, δηλαδή δεν εξαρτώνται από τις εξωτερικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το καλοκαίρι προστίθενται στα υπόλοιπα ψυκτικά φορτία του χώρου, τον χειμώνα αφαιρούνται από τα θερμικά φορτία του χώρου. Επειδή όμως η ύπαρξη των εσωτερικών πηγών θερμότητας δεν είναι συνεχής, το θερμικό κέρδος από αυτές, συνήθως, δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών φορτίων (χειμώνα), φυσικά για το καλοκαίρι πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνονται υπόψη, γιατί συνήθως οι πηγές αυτές θερμότητας (φωτισμός, άνθρωποι κ.λπ.) υπάρχουν στις ώρες που θέλουμε να είναι ο χώρος κλιματισμένος και συνεπώς η κλιματιστική εγκατάσταση που θα τοποθετηθεί θα πρέπει να έχει τέτοια ισχύ ώστε να είναι ικανή να αντιμετωπίζει και αυτά τα φορτία (όταν θα συμβαίνουν κατά τις ώρες που θα έχουμε και τα μέγιστα ψυκτικά φορτία που περιγράψαμε στις προηγούμενες παραγράφους από τζάμια, οροφές κ.λπ.). Πολλές φορές τα εσωτερικά αυτά φορτία είναι και τα σημαντικότερα.

Πάντως και για τα φορτία αυτά λαμβάνεται υπόψη η ώρα για την οποία γίνεται ο υπολογισμός του συνολικού ψυκτικού φορτίου του χώρου. Αν π.χ. πρόκειται για ένα τραπεζικό υποκατάστημα και ο υπολογισμός του συνολικού ψυκτικού φορτίου γίνεται για τη 1:00 μετά το μεσημέρι, ώρα δηλαδή που οι τράπεζες είναι ανοικτές για το κοινό, τότε το ψυκτικό φορτίο από άτομα είναι το μέγιστο, ενώ όταν ο υπολογισμός γίνεται για τις 3:00 μετά το μεσημέρι, τότε το φορτίο από άτομα προέρχεται μόνο από τους υπαλλήλους του υποκαταστήματος. Επειδή, τα φορτία αυτά είναι πολλές φορές σημαντικότερα, σε σύγκριση με τα

ψυκτικά φορτία που οφείλονται σε εξωτερικές πηγές (ήλιο κ.λπ.), είναι δυνατό να μετατοπίσουν την ώρα του μέγιστου συνολικού φορτίου. Έτσι στην περίπτωση του τραπεζικού υποκαταστήματος που αναφέρθηκε παραπάνω, θα μπορούσαμε να έχουμε:

Για τη 1:00 μετά το μεσημέρι:

Ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (ήλιο κ.λπ.)	= 15.000 kcal/h
Ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (ανθρώπους κλπ)	= <u>25.000 kcal/h</u>
Σύνολο	= <u>40.000 kcal/h</u>

Για τις 3:00 μετά το μεσημέρι:

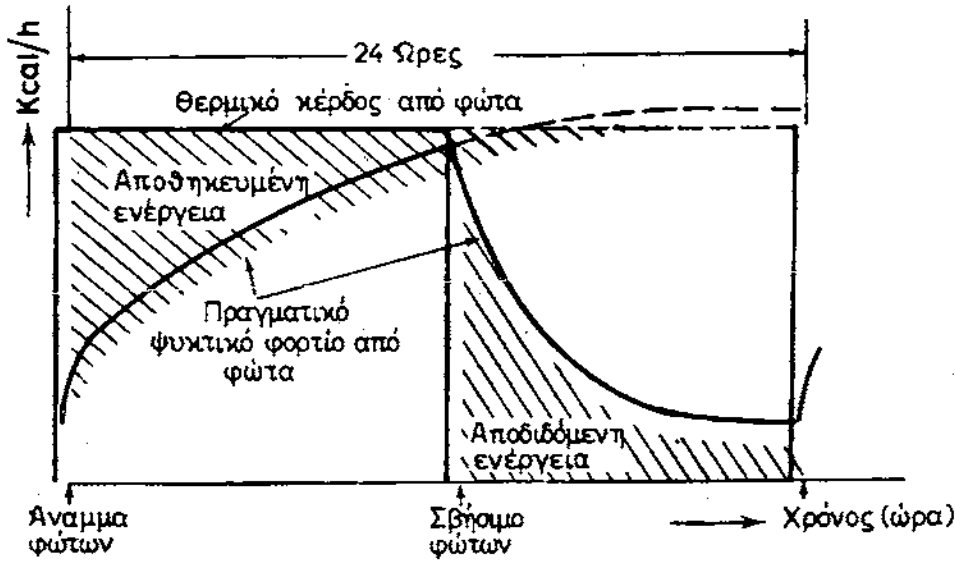
Ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές	= 20.000 kcal/h
Ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές	= <u>10.000 kcal/h</u>
Σύνολο	= <u>30.000 kcal/h</u>

Δηλαδή ενώ το ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (ήλιο κ.λπ.) έχει τη μέγιστη τιμή του στις 3:00, το συνολικό ψυκτικό φορτίο έχει το μέγιστο του στις 1:00, δηλαδή στην ώρα που το ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (ανθρώπους κ.λπ.) είναι μέγιστο.

5.9.1. Ψυκτικά φορτία από φωτισμό

Ο φωτισμός (τεχνητός) συχνά αποτελεί το μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο για ένα κλιματιζόμενο χώρο. Γι' αυτό ο ακριβής υπολογισμός αυτού του φορτίου είναι απαραίτητος παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει.

Η θερμότητα που τα φώτα προσθέτουν στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου μπορεί να είναι πολύ διαφορετική από την ισχύ τους. Μέρος από την ενέργεια που προέρχεται από τα φώτα είναι με τη μορφή ακτινοβολίας η οποία απορροφάται τρωτά από τους τοίχους, τα δάπεδα και την επίπλωση και αφού τα θερμάνει, σε μια θερμοκρασία ψηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου, αρχίζει να αποδίδεται ως θερμότητα στον αέρα του χώρου. Αυτή η αποθηκευμένη ενέργεια που συνεισφέρει στο ψυκτικό φορτίο του χώρου μετά από κάποια καθυστέρηση υπάρχει ακόμα και όταν έχουν σβήσει τα φώτα.



Εικόνα 5.2: Καθυστέρηση της εμφάνισης του ψυκτικού φορτίου από φώτα

Έτσι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.2 σε κάθε χρονική στιγμή που τα φώτα είναι αναμμένα, το πραγματικό ψυκτικό φορτίο του χώρου είναι μικρότερο από το συνολικό θερμικό κέρδος (κέρδος αέρα χώρου + κέρδος δομικού περιβλήματος) που προέρχεται από τα φώτα. Δηλαδή το πραγματικό ψυκτικό φορτίο προκύπτει κάθε στιγμή από το συνολικό κέρδος του φωτισμού κατά την ίδια στιγμή πολλαπλασιαζόμενο με ένα συντελεστή μικρότερο από το 1. Ο συντελεστής αυτός λέγεται Συντελεστής Ψυκτικού Φορτίου (Σ.Ψ.Φ) και δίνεται από πίνακες σε συνάρτηση με τα θερμικά χαρακτηριστικά του δομικού περιβλήματος, του τύπου της επιπλώσεως, της μεθόδου κυκλοφορίας του αέρα στον χώρο και του τύπου των φωτιστικών σωμάτων. Δηλαδή για κάθε χρονική στιγμή έχουμε:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Ψυκτικό φορτίο} \\ \text{από φώτα} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Θερμικό κέρδος} \\ \text{από φώτα} \end{array} \right] \times \Sigma\Psi\Phi \quad (5.7)$$

Εφαρμογή		Αριθμός ωρών μετά το άναμμα των φώτων (ώρα Ο)							
Κατη- γορία	Υποκατη- γορία	0	1	5	8	11	14	17	22
ΣΨΦ όταν τα φώτα ανάβουν για 8 συνολικά ώρες ανά 24ωρο									
B	β	0,06	0,60	0,74	0,81	0,23	0,16	0,12	0,07
	δ	0,11	0,66	0,70	0,72	0,17	0,16	0,14	0,12
Δ	β	0,03	0,78	0,85	0,89	0,13	0,09	0,07	0,04
	δ	0,06	0,81	0,83	0,85	0,10	0,09	0,08	0,07
ΣΨΦ όταν τα φώτα ανάβουν για 14 συνολικά ώρες ανά 24ωρο									
B	β	0,15	0,68	0,79	0,85	0,89	0,92	0,31	0,18
	δ	0,22	0,76	0,79	0,81	0,84	0,84	0,28	0,24
Δ	β	0,08	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96	0,17	0,10
	δ	0,12	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,15	0,13

Πίνακας 5.14: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (ΣΨΦ, αδιάστατος) για υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από φώτα

Κατηγορία Β: Συνηθισμένη επίπλωση χωρίς χαλί. Μέση ή μεγάλη ένταση αερισμού, φωτιστικά μη αεριζόμενα.

Κατηγορία Δ: Οποιοσδήποτε τύπος επιπλώσεως. Επιστροφή αέρα μέσω των φωτιστικών σωμάτων.

Υποκατηγορία β: 8cm μπετόν δάπεδο (40 lb/ft²). Μέση ένταση αερισμού.

Υποκατηγορία δ: 30cm μπετόν δάπεδο (120 lb/ft²). Μεγάλη ένταση αερισμού. Επιστροφή αέρα μέσω ψευδοροφής.

Μερικές ενδεικτικές τιμές του ΣΨΦ για διάφορες χρονικές στιγμές μετά το άναμμα των φώτων δίνονται στον Πίνακα 5.14. Οι τιμές αυτές προέρχονται από αντίστοιχους λεπτομερειακούς και εκτεταμένους πίνακες του Fundamentals Handbook. Όπως φαίνεται από τις τιμές το ψυκτικό φορτίο πλησιάζει προς τη συνολική ισχύ των φώτων (δηλαδή ο ΣΨΦ προς το 1,0) όσο περισσότερες ώρες είναι αναμμένα τα φώτα. Τα δύο μεγέθη (ισχύς φώτων – ψυκτικό φορτίο) θεωρούνται ίσα όταν τα φώτα είναι συνεχώς αναμμένα, οπότε ο ΣΨΦ έχει την τιμή 1,0 για όλες τις χρονικές στιγμές. Την ίδια τιμή (1,0) θεωρείται ότι έχει ο ΣΨΦ και στην περίπτωση που η ψυκτική εγκατάσταση λειτουργεί μόνο, κατά τις ώρες χρήσεως του κλιματιζόμενου χώρου, γιατί όταν δεν λειτουργεί δεν απομακρύνει την αποθηκευμένη ενέργεια η οποία κατά την έναρξη λειτουργίας εμφανίζεται ως αυξημένο φορτίο. Οι μικρότερες από το 1,0 τιμές ισχύουν μόνο όταν η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου διατηρείται σταθερή, δηλαδή όταν

λειτουργεί συνέχεια η ψυκτική εγκατάσταση. Σημειώνουμε ότι πέρα από τις κατηγορίες και υποκατηγορίες που ενδεικτικά αναφέρονται στον Πίνακα 5.14 υπάρχουν και άλλες πολλές που προκύπτουν από διαφορετικούς συνδυασμούς επιπλώσεων, δοκιμής κατασκευής, τύπου φωτιστικών και εντάσεως και τύπου αερισμού. Επίσης, ως σύνολο ωρών λειτουργίας του φωτισμού στον Πίνακα 5.14 ενδεικτικά έχουν συμπεριληφθεί μόνο δύο σχετικά απομακρυσμένες περιπτώσεις (8 ώρες και 14 ώρες) για να φανεί η διαφορά εξέλιξης των τιμών του Συντελεστή Ψυκτικού φορτίου, δηλαδή πόσο περισσότερο πλησιάζει στη μονάδα (1,0) όταν οι ώρες λειτουργίας του φωτισμού αυξάνουν.

Για να υπολογισθεί τελικά το Ψυκτικό φορτίο από φώτα με βάση την εξίσωση 7 πρέπει να καθορισθεί και το περιεχόμενο από αυτά Θερμικό Κέρδος το οποίο βασικά, εξαρτάται από το είδος των φώτων. Έχουμε λοιπόν:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Θερμικό Κέρδος} \\ \text{από φώτα σε} \\ \text{Btu/h)} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Ισχύς φωτισμού} \\ \text{σε Watt} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Ειδικός} \\ \text{Συντελεστής} \end{array} \right) \times 3,41 \frac{\text{Btu/h}}{\text{Watt}} \quad (5.8)$$

όπου 3,41 είναι ο συντελεστής μετατροπής των Watt σε Btu/h. Ο ειδικός Συντελεστής έχει π.χ. την τιμή 1,0 για λάμπες πυρακτώσεως, ενώ για λάμπες φθορισμού κυμαίνεται από 1,18 ως 1,30.

5.9.2. Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους

Η ταχύτητα με την οποία αποδίδεται η θερμότητα και η υγρασία από τα ανθρώπινα σώματα προς τον κλιματιζόμενο χώρο εξαρτάται από τη δραστηριότητα των ατόμων, το ντύσιμο τους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η υγρασία που προστίθεται στον χώρο αποτελεί ουσιαστικά γι' αυτόν ένα θερμικό κέρδος (**λανθάνουσα θερμότητα**) το οποίο πρέπει να αντιμετωπισθεί από την κλιματιστική εγκατάσταση και το οποίο με την **αισθητή** θερμότητα αποτελούν τη συνολική θερμότητα που αποδίδει το ανθρώπινο σώμα. Αυτή η συνολική θερμότητα παραμένει σταθερή όταν η δραστηριότητα και η ενδυμασία του ατόμου παραμένουν σταθερά και αλλάζει μόνο η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του χώρου. Μεταβάλλεται όμως τότε η αναλογία της αισθητής προς την λανθάνουσα θερμότητα (μέσα στη σταθερή συνολική θερμότητα), δηλαδή όσο

αυξάνει η θερμοκρασία του χώρου τόσο μειώνεται η αισθητή θερμότητα που αποδίδει το σώμα ενώ αυξάνεται ανάλογα η λανθάνουσα ώστε το σύνολο (αισθητή + λανθάνουσα) να παραμένει το ίδιο. Π.χ. με αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου κατά 2°F (1,1°C) η αισθητή θερμότητα θα μειωθεί 8% περίπου ενώ η λανθάνουσα θα αυξηθεί ανάλογα ώστε η συνολικά αποδιδόμενη από το σώμα θερμότητα να παραμείνει σταθερή.

Τέλος, η συνολικά αποδιδόμενη θερμική ενέργεια μεταβάλλεται με το φύλο και την ηλικία του ατόμου (όταν οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί). Έτσι, οι ερευνητές του A.S.H.R.A.E. έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι η συνολικά αποδιδόμενη ενέργεια από μια ενήλικη γυναίκα είναι το 85% από την αντίστοιχη ενέργεια του ενήλικου άνδρα, και ότι η ενέργεια από ένα παιδί (ανεξάρτητα από φύλο) είναι το 75% από την ενέργεια του ενήλικου άνδρα.

Βαθμός δραστηριότητας	Χώρος	Μέγιστο Συνολικό	Κανονικό Συνολικό	Αισθητό	Λανθάνον
Καθιστοί σε ανάπαυση	-Θέατρα, Σινεμά	115	100	60	40
Καθιστοί, ελαφρά εργασία	Γραφεία, Ξενοδοχεία	185	150	75	75
Μέτριος χορός	Αίθουσα χορού	400	375	120	255
Βαριά εργασία	Εργοστάσιο	470	470	165	305
Αθλητισμός	Γυμναστήριο	585	525	185	340

Πίνακας 5. 15: Θερμικό κέρδος από ανθρώπους ευρισκόμενους στον κλιματιζόμενο χώρο (σε Watts ανά άτομο)

Στον Πίνακα 5.15 φαίνονται ενδεικτικά οι τιμές από τη συνολική (αισθητή και λανθάνουσα) θερμότητα για διάφορους βαθμούς δραστηριότητας των ατόμων και διάφορους χώρους, παράγοντες που προσδιορίζουν και το ντύσιμο των ατόμων καθώς και την αναλογία ανδρών, γυναικών και παιδιών μέσα στον χώρο. Στην πρώτη στήλη του πίνακα δίνεται το μέγιστο της συνολικά αποδιδόμενης ανά άτομο ενέργειας (δηλαδή για ενήλικους άνδρες), ενώ στη δεύτερη στήλη η «κανονική» τιμή που είναι μικρότερη, γιατί λαμβάνει υπόψη της ότι τα ευρισκόμενα στον κλιματιζόμενο χώρο άτομα δεν είναι όλα ενήλικοι άνδρες. Οι τιμές της στήλης αυτής αναλύονται στις δύο επόμενες στήλες σε αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Η ανάλυση αυτή βασίσθηκε στην υπόθεση ότι η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι 78°F (25,6°C). Όπως φαίνεται από τον πίνακα όσο αυξάνεται η δραστηριότητα τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση του

λανθάνοντας φορτίου από την αύξηση του αισθητού.

Η λανθάνουσα θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα μπορεί να θεωρηθεί ότι αμέσως προστίθεται στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου και συνεπώς πρέπει να αντιμετωπισθεί ως άμεσο ψυκτικό φορτίο. Η αισθητή όμως θερμότητα δεν γίνεται όλη αμέσως ψυκτικό φορτίο, γιατί το σημαντικότερο τμήμα της (70% περίπου) εκπέμπεται από το σώμα με τη μορφή ακτινοβολίας που πρώτα απορροφάται από τα αντικείμενα που περιβάλλουν τον άνθρωπο και μετά με κάποια καθυστέρηση η οποία εξαρτάται από τα θερμικά χαρακτηριστικά του χώρου αποδίδεται στον αέρα του χώρου. Σε κάθε χρονική στιγμή λοιπόν η αισθητή θερμότητα από ένα άτομο θα είναι η κατάλληλη τιμή του πίνακα 15 πολλαπλασιασμένη με ένα συντελεστή μικρότερο από μονάδα, δηλαδή:

$$(\text{Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο}) = (\text{Αισθητό Θερμικό Κέρδος}) \times (\Sigma\Psi\Phi)$$

όπου $\Sigma\Psi\Phi$ είναι ο Συντελεστής Ψυκτικού Φορτίου (μικρότερος από τη μονάδα) και εκφράζει τη χρονική καθυστέρηση που παρουσιάζει η μετατροπή του Αισθητού Θερμικού Κέρδους από ανθρώπους σε Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο για τον κλιματιζόμενο χώρο. Αυτός ο συντελεστής είναι συνάρτηση του χρόνου που συνολικά το άτομο μένει μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο καθώς και του χρόνου που έχει περάσει από τη χρονική στιγμή της αρχικής εισόδου του ατόμου στον χώρο. Ο πίνακας 16 περιλαμβάνει μερικές χαρακτηριστικές τιμές του $\Sigma\Psi\Phi$. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, όσο οι άνθρωποι μένουν περισσότερο χρόνο μέσα σε ένα χώρο τόσο ο $\Sigma\Psi\Phi$ μεγαλώνει τόσο δηλαδή το Ψυκτικό Φορτίο αυξάνει. Παρατηρείται και εδώ ότι και με τα φώτα με συνέπεια να ισχύει και στην περίπτωση του Αισθητού Ψυκτικού Φορτίου από ανθρώπους μια καμπύλη παρόμοια με αυτή που δίνεται στον Πίνακα 5.14 για το Ψυκτικό Φορτίο από φώτα.

Σύνολο ωρών παραμονής στον χώρο	Ώρες μετά την αρχική είσοδο στον χώρο						
	2	4	8	12	16	20	24
4	0,59	0,71	0,14	0,07	0,04	0,03	0,01
8	0,61	0,72	0,84	0,21	0,12	0,07	0,04
12	0,64	0,75	0,86	0,92	0,25	0,14	0,08
16	0,70	0,79	0,88	0,93	0,96	0,28	0,16

Πίνακας 5.16: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου ($\Sigma\Psi\Phi$, αδιάκοπες) για υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ανθρώπους

Οι τιμές του Πίνακα 5.16 προϋποθέτουν (όπως και για τον Πίνακα 5.14), ότι η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου παραμένει σταθερή. Αν η θερμοκρασία αυτή μεταβάλλεται στη διάρκεια του 24ώρου (π.χ. όταν ο κλιματισμός δεν λειτουργεί στη διάρκεια της νύχτας), τότε ο ΣΨΦ λαμβάνεται ίσος με 1,0. Αυτό είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση κατά την αρχή της επαναλειτουργίας του κλιματισμού του αποθηκευμένου φορτίου που δεν απομακρύνθηκε κατά τη διάρκεια της μη λειτουργίας του. Επίσης όταν έχουμε υψηλή πυκνότητα ανθρώπων, όπως π.χ. στα θέατρα, ο ΣΨΦ λαμβάνεται πάλι 1,0, γιατί η ποσότητα της ακτινοβολίας προς τους τοίχους και τα έπιπλα είναι πολύ μικρή.

5.9.3. Ψυκτικά φορτία από συσκευές

Τα φορτία αυτά είναι πολλές φορές και αισθητά και λανθάνοντα. Σε μερικές δε περιπτώσεις, όπως π.χ. στα εστιατόρια, αποτελούν ένα σημαντικότατο μέρος του συνολικού ψυκτικού φορτίου του χώρου και απαιτείται προσεκτικός υπολογισμός τους.

Οι κατασκευές δίνουν τις αποδόσεις των διαφόρων συσκευών και ανάλογα με τις συνθήκες τοποθέτησης και χρησιμοποίησης καθορίζεται το Θερμικό Κέρδος (αισθητό, και λανθάνον, όταν υπάρχει) που προσφέρουν στον κλιματιζόμενο χώρο.

5.10. Ψυκτικά φορτία από αερισμό και διαπήδηση αέρα

Ο αέρας του κλιματιζόμενου χώρου αισθάνεται αμέσως το θερμικό κέρδος (αισθητό και λανθάνον) που προέρχεται από τον εισαγόμενο αέρα μέσω του συστήματος αερισμού ή μέσω των χαραμάδων και ανοιγμάτων του περιβλήματος του χώρου. Γι' αυτό και το Ψυκτικό Φορτίο εδώ είναι ακριβώς το ίδιο με το θερμικό αυτό κέρδος και δεν χρειάζονται συντελεστές ψυκτικού φορτίου για τον υπολογισμό του (όπως χρειάστηκαν σε προηγούμενες περιπτώσεις).

Οι ποσότητες του αέρα που απαιτούνται για τον ικανοποιητικό αερισμό των διαφόρων χώρων (με βάση τις απαιτήσεις υγείας ή παραγωγικής διαδικασίας) δίνονται από πίνακες. Από πίνακες επίσης δίνονται οι ποσότητες του αέρα που θα εισέρχονται στον χώρο από τις χαραμάδες του και τα ανοίγματά του. Αφού, λοιπόν, πρώτα καθορίζεται η συνολική ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισέρχεται μέσα στον χώρο, το ψυκτικό φορτίο καθορίζεται από τις κατωτέρω

εξισώσεις (σε Btu/h):

$$\text{Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο} = (1,10) \times (\text{CFM}) \times (\Delta t)$$

και

$$\text{Λανθάνον Ψυκτικό Φορτίο} = (4840) + (\text{CFM}) \times (\Delta W)$$

όπου: 1,10 και 4840 = σταθεροί συντελεστές για τις συνηθισμένες εφαρμογές

CFM = η ποσότητα του εισερχόμενου εξωτερικού αέρα

Δt = η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού αέρα και

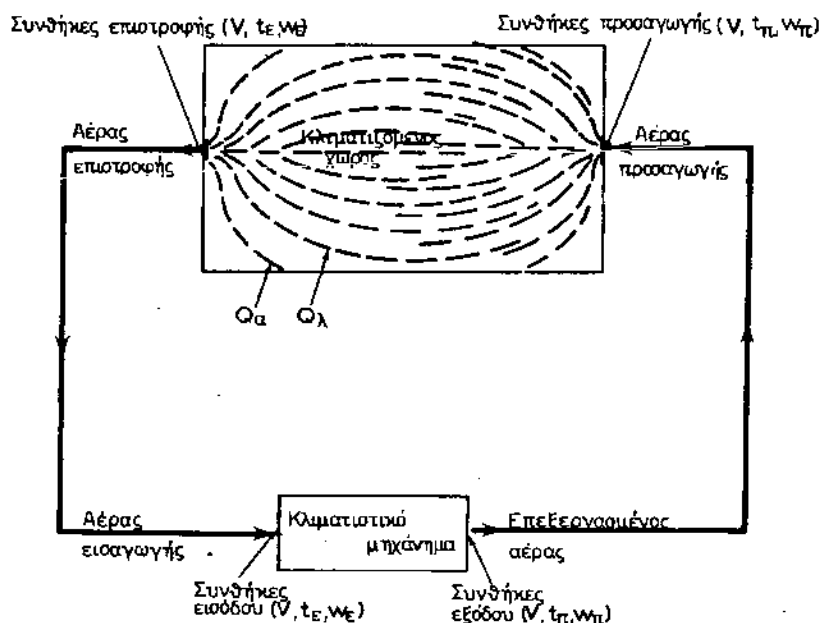
ΔW = η διαφορά σε υγρασία (W = μάζα υδρατμών ανά μονάδα μάζας ξηρού αέρα) μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού αέρα.

6. Εκλογή κλιματιστικού μηχανήματος, ψυχομετρικός χάρτης

6.1. Απαιτούμενος αέρας προσαγωγής

Για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους κλιματιστικού μηχανήματος, λαμβάνεται υπόψη επίσης ότι μέρος από την ισχύ του μηχανήματος θα καταναλίσκεται για την υπερνίκηση απωλειών μέσα στο ίδιο το μηχάνημα καθώς και μέσα στα συστήματα που μεταφέρουν (αεραγωγοί, σωληνώσεις) την κλιματιστική ενέργεια του μηχανήματος στον κλιματιζόμενο χώρο. Έτσι σε κεντρικά Συστήματα Αέρα και Συστήματα Αέρα — Νερού, επί πλέον θερμικά και ψυκτικά φορτία προστίθενται από τη θερμική ενέργεια που αποδίδουν οι ανεμιστήρες του συστήματος, από τις απώλειες ή τα κέρδη θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων των αεραγωγών και από τη διαρροή αέρα μέσω των ενώσεων των αεραγωγών. Για τις πρόσθετες αυτές απώλειες δίνονται από πίνακες διάφορες τιμές σχετικές με το είδος των μηχανημάτων και συστημάτων μεταφοράς ενέργειας που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Για την απλοποίηση της ανάπτυξης του θέματος υποθέτουμε ότι οι πρόσθετες αυτές απώλειες είναι αμελητέες. Η υπόθεση αυτή ισχύει περισσότερο στην περίπτωση της μονάδας επεξεργασίας αέρα που βρίσκεται μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο. Ακόμα, σε αυτό το επίπεδο της ανάπτυξης υποθέτουμε ότι η κλιματιστική μονάδα ανακυκλοφορεί συνέχεια τον αέρα του χώρου χωρίς να προσθέτει νέο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον (ο αερισμός δηλαδή του χώρου γίνεται με ανεξάρτητο σύστημα αερισμού που προσθέτει εξωτερικό αέρα απευθείας μέσα στον χώρο). Ο αέρας του χώρου (Εικόνα 6.1) αναρροφάται από τη μονάδα και υπόκειται, μέσα στη μονάδα, σε μια αλλαγή των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας τέτοια ώστε όταν προσαχθεί (πάλι με τη βοήθεια της μονάδας) μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο να είναι ικανός, λόγω ακριβώς αυτών των διαφορετικών συνθηκών του, να απορροφήσει το ψυκτικό φορτίο που προστίθεται στον αέρα του χώρου από τις πηγές που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι ο αέρας του χώρου θα διατηρήσει τις επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Στην περίπτωση της θέρμανσης ο αέρας που από την κλιματιστική μονάδα προσάγεται μέσα στον χώρο πρέπει να έχει τόσο επιπλέον θερμικό φορτίο από τον αέρα του χώρου όσο

είναι το θερμικό φορτίο που ο αέρας του χώρου χάνει προς το περιβάλλον μέσω των τοίχων, των κουφωμάτων κ.λπ.



Εικόνα 6.1: Σχηματικό διάγραμμα κυκλοφορίας αέρα μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και κλιματιστικού μηχανήματος

Η ταχύτητα της παραπάνω ανακυκλοφορίας του αέρα (σε m^3/h ή σε CFM) είναι αυτή που προσδιορίζει το μέγεθος του ανεμιστήρα της κλιματιστικής μονάδας, εξαρτάται δε βασικά από τους εξής παράγοντες:

- Από το θερμικό ή ψυκτικό φορτίο που πρέπει να μεταφερθεί με τον προσαγόμενο στον χώρο κλιματισμένο αέρα.
- Από τις μέγιστες ή ελάχιστες θερμοκρασίες που επιτρέπεται να έχει ο προσαγόμενος αέρας ώστε να μην ενοχλεί τους ευρισκομένους στον χώρο.
- Από την ποσότητα που πρέπει να έχει ο προσαγόμενος αέρας ώστε να μη δημιουργεί ρεύματα και να σαρώνει κατάλληλα το χώρο. Έτσι εξουδετερώνει όλα τα θερμικά ή ψυκτικά φορτία του χώρου.

Ο πρώτος παράγοντας προκύπτει από τους υπολογισμούς που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οι άλλοι δύο εξαρτώνται από τις συνθήκες εφαρμογής (απασχόληση ατόμων στον χώρο, κυβισμός χώρου, ύψος οροφής κλπ) και δίνονται από σχετικούς πίνακες. Γενικά όμως γι' αυτούς ισχύουν τα παρακάτω όρια:

- Διαφορά θερμοκρασίας προσαγόμενου αέρα (t_n) από θερμοκρασία χώρου (t_x).

Καλοκαίρι: $t_x - t_{\pi} < 13^{\circ}\text{C}$

Χειμώνα: $t_{\pi} - t_x < 40^{\circ}\text{C}$

— Ποσότητα προσαγόμενου αέρα (V):

$$0,5 < V \text{ (σε CFM/ft}^2 \text{ επιφάνειας δαπέδου)} < 2,5$$

Η ταχύτητα ανακυκλοφορίας του αέρα είναι ίδια με την ποσότητα V του προσαγόμενου, αέρα ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή m^3/h ή CFM). Η ποσότητα αυτή αέρα, επειδή η θερμοκρασία της διαφέρει από τη θερμοκρασία του χώρου, μεταφέρει μέσα στον χώρο (στη μονάδα του χρόνου) μια ποσότητα αισθητής θερμότητας (θετικής ή αρνητικής) που προκύπτει από τον παρακάτω τύπο και που ισούται με το αισθητό φορτίο του χώρου:

$$Q_a = 1,1 \cdot V \cdot \Delta t \quad (6.1)$$

όπου:

Q_a είναι το αισθητό φορτίο του χώρου Btu/h.

V είναι η ποσότητα του προσαγόμενου αέρα, CFM.

Δt είναι η διαφορά θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής με αέρα χώρου, $^{\circ}\text{F}$.

1,1 είναι σταθερός συντελεστής που εξαρτάται και από τις χρησιμοποιούμενες μονάδες (Αγγλικό Σύστημα).

Ο ίδιος αέρας, επειδή η υγρασία του διαφέρει από την υγρασία του αέρα του χώρου, μεταφέρει μέσα στον χώρο μια ποσότητα λανθάνουσας θερμότητας (θετικής ή αρνητικής) που ισούται με το λανθάνον φορτίο του χώρου και προκύπτει από τη σχέση:

$$Q_\lambda = 4840 \cdot V \cdot \Delta W \quad (6.2)$$

όπου:

Q_λ είναι το λανθάνον φορτίο του χώρου Btu/h.

V είναι η ποσότητα του προσαγόμενου αέρα, CFM.

ΔW είναι η διαφορά υγρασίας μεταξύ αέρα προσαγωγής και αέρα του χώρου (βάρος υδρατμών ανά μονάδα βάρους αέρα), lb/lb αέρα.

(4840) σταθερός συντελεστής που εξαρτάται και από τις χρησιμοποιούμενες μονάδες (Αγγλικό Σύστημα).

Οι εξισώσεις 6.1 και 6.2 προσδιορίζουν, θεωρητικά, το πρόβλημα της επιλογής του κατάλληλου κλιματιστικού μηχανήματος, δηλαδή **του μηχανήματος που θα μας παρέχει στον χώρο μια ορισμένη ποσότητα αέρα σε καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.**

Επειδή οι εξισώσεις του προβλήματος είναι 2 και οι άγνωστοι είναι 3 (V , Δt ,

ΔW) θα πρέπει η οριστική επίλυσή του να προκύψει έπειτα από κάποιες δοκιμαστικές επιλύσεις που θα υποθέτουν κάποιες τιμές των Δt και V στα όρια που αναφέραμε προηγουμένως.

Το πρόβλημα απλοποιείται σημαντικά με τη χρήση του **Ψυχομετρικού Χάρτη**.

6.2. Ψυχομετρικός Χάρτης

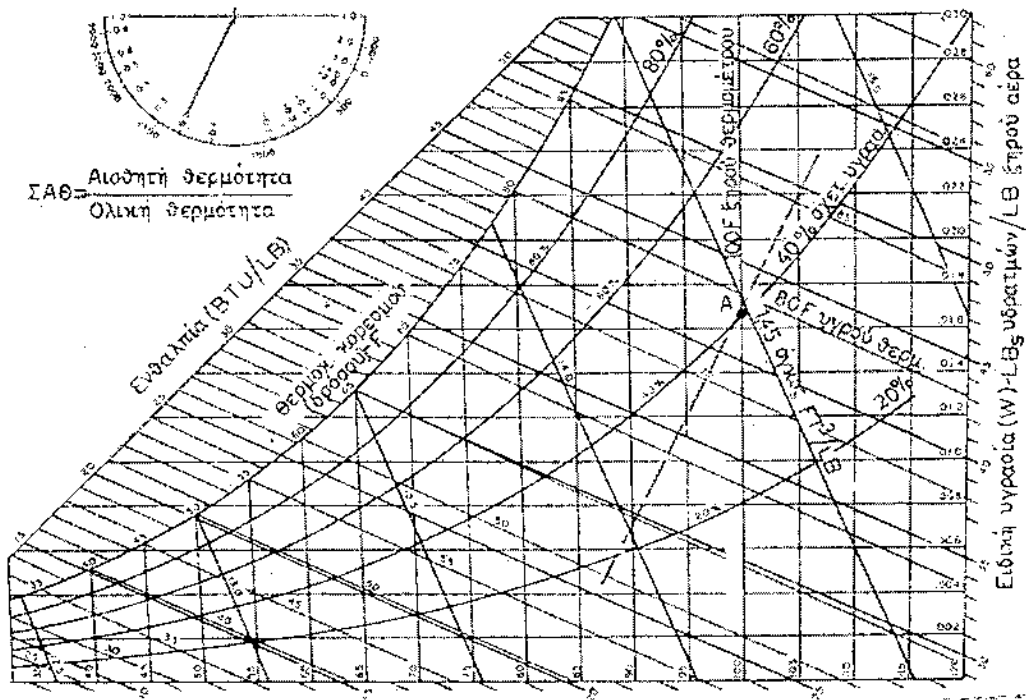
Η Ψυχομετρία ασχολείται με τον καθορισμό των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του **υγρού αέρα**, δηλαδή του αέρα που περιέχει υδρατμούς και τη χρησιμοποίησή τους για την ανάλυση διαφόρων διαδικασιών στις οποίες συμμετέχει ο αέρας. Τέτοια είναι η διαδικασία του κλιματισμού ενός χώρου που σημαίνει ρύθμιση των ιδιοτήτων του αέρα του χώρου με τη χρησιμοποίηση του κατάλληλου εξοπλισμού, (κλιματιστικού μηχανήματος).

Εδώ θα πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι η ποσότητα των υδρατμών στον υγρό αέρα μπορεί να μεταβάλλεται από μηδέν **ξηρός αέρας** μέχρι ένα μέγιστο σημείο το οποίο εξαρτάται από τη θερμοκρασία και πίεση του αέρα και στο οποίο παραδεχόμαστε ότι ο αέρας βρίσκεται σε κατάσταση **κορεσμού**. Σε αυτή την κατάσταση υπάρχει **ισορροπία** μεταξύ της φάσεως του υγρού αέρα και της φάσεως του συμπυκνωμένου νερού: Αν μειωθεί η θερμοκρασία του υγρού αέρα τότε μέρος των υδρατμών του θα συμπυκνωθούν, δηλαδή θα μεταπηδήσουν στην υγρή φάση.

Οι, θερμοδυναμικές ιδιότητες του υγρού αέρα δίνονται με ακρίβεια σε λεπτομερείς πίνακες, των οποίων η χρήση για επίλυση προβλημάτων κλιματισμού θα ήταν πολύ δύσκολη και επίπονη. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ο **Ψυχομετρικός Χάρτης** ο οποίος αποτελεί μια γραφική παρουσίαση των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του υγρού αέρα σε συντεταγμένες ενθαλπίας και ειδικής υγρασίας (χάρτης Mollier).

Η A.S.H.R.A.E. έχει αναπτύξει 5 ψυχομετρικούς χάρτες για διαφορετικά υψόμετρα (δηλαδή πίεση αέρα) και διαφορετικές περιοχές θερμοκρασιών. Στις συνηθισμένες εφαρμογές του κλιματισμού χρησιμοποιείται ο χάρτης 1 που είναι για κανονικές θερμοκρασίες (από 32°F μέχρι 120°F δηλαδή από 0°C μέχρι 49°C) και για κανονική πίεση, δηλαδή πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας (29,921 in Hg ή 760 mmHg). Στην Εικόνα 6.2 φαίνεται μια ενδεικτική απεικόνιση του Ψυχομετρικού χάρτη ο οποίος χρησιμοποιείται για την επίλυση των

προβλημάτων κλιματισμού.



Εικόνα 6.2: Ενδεικτική απεικόνιση ψυχομετρικού χάρτη

Στον Ψυχομετρικό Χάρτη, όπως φαίνεται στην εικόνα, πέρα από τις συντεταγμένες Ενθαλπίας και Ειδικής Υγρασίας (οι οποίες δεν είναι σε ορθή γωνία), υπάρχουν καμπύλες σταθερής Σχετικής Υγρασίας και ευθείες σταθερής Θερμοκρασίας Ξηρού Θερμομέτρου, Θερμοκρασίας Υγρού Θερμομέτρου, Θερμοκρασίας Κορεσμού (ή Δρόσου) και Όγκου. Έτσι π.χ. ένα σημείο Α πάνω στον χάρτη αντιπροσωπεύει κατάσταση αέρα με τις εξής περίπου τιμές των παραπάνω μεταβλητών:

Ενθαλπία = 43,5 Btu/lb

Ειδ. Υγρασία = 0,0175 lb υδρατμών/lb ξηρού αέρα

Σχετ. Υγρασία = 40%

Θερμοκρ. Ξ.Θ. = 100°F

Θερμοκρ. Υ.Θ. = 80°F

Θερμοκρ. Δρόσου = 72,5 F

Όγκος = 14,5 Ft³/lb

Το ημικύκλιο στο αριστερό μέρος του χάρτη είναι χρήσιμο για να καθορισθεί η **κλίση της γραμμής μεταβολής καταστάσεως** του αέρα. Η κλίση αυτή εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ της αισθητής και της λανθάνουσας

θερμότητας οι οποίες προκαλούν τη μεταβολή καταστάσεως. Η σχέση αυτή καλείται **Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας (ΣΑΘ)** και εκφράζεται ως ο λόγος της αισθητής προς την ολική θερμότητα

$$(\text{Ολική Θερμότητα} = \text{Αισθητή} + \text{Λανθάνουσα})$$

Έτσι, αν π.χ. σε αέρα που βρίσκεται στην κατάσταση Α της Εικόνας 6.2 προστεθούν (ή αφαιρεθούν) αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα που βρίσκονται στη σχέση:

$$\Sigma\text{ΑΘ} = \frac{\text{Αισθητή Θερμότητα}}{\text{Αισθητή} + \text{Λανθάνουσα Θερμότητα}} = 0,2$$

τότε η κατάσταση του αέρα θα μεταβληθεί από την κατάσταση Α ακολουθώντας τη διακεκομμένη παχιά γραμμή που είναι παράλληλη προς την αντίστοιχη γραμμή στο ημικύκλιο. Η κατεύθυνση που θα ακολουθήσει θα είναι προς τα επάνω, όταν τα φορτία προστίθενται στον αέρα της κατάστασης Α, ή προς τα κάτω όταν τα φορτία αφαιρούνται. Βέβαια, αν ο παραπάνω λόγος του Αισθητού προς το Ολικό φορτίο ήταν 1,0 (δηλαδή ο αέρας απλώς θερμαίνονταν ή ψύχονταν χωρίς την προσθήκη ή αφαίρεση υγρασίας), τότε η πορεία αλλαγής κατάστασης από την κατάσταση Α θα ήταν οριζόντια.

6.3. Επίλυση προβλημάτων κλιματισμού με τη βοήθεια του Ψυχομετρικού Χάρτη.

Για να κλιματιστεί ένας χώρος όπως ήδη αναφέραμε, πρέπει να καθορισθούν:

- Η ποσότητα υγρού αέρα που πρέπει να παρέχεται στο χώρο και
- οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στις οποίες πρέπει να βρίσκεται ο υγρός αέρας (συνθήκες προσαγωγής) για να μπορεί να απορροφά τις δεδομένες ποσότητες θερμικής ενέργειας και υγρασίας που προστίθενται ή αφαιρούνται από τον χώρο, και για να μπορεί να απομακρύνεται με άλλες συγκεκριμένες συνθήκες (συνθήκες επιστροφής).

Το παραπάνω πρόβλημα απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 6.1. Οι ποσότητες Q_a και Q_λ αντιπροσωπεύουν το αισθητό θερμικό κέρδος και το λανθάνον θερμικό κέρδος (υγρασία) του χώρου τα οποία προέρχονται από όλες τις δυνατές πηγές (εξωτερικά φορτία, φώτα κ.λπ.). Οι Συνθήκες Προσαγωγής είναι V , t_n , W_π και οι Συνθήκες Επιστροφής V , t_e , W_e . Εφόσον ο αέρας, πηγαίνοντας από τις Συνθήκες προσαγωγής στις Συνθήκες Επιστροφής, θα

απορροφήσει τα φορτία Q_a και Q_L , θα ακολουθήσει τη **γραμμή μεταβολής κατάστασως** που καθορίζεται από τον συντελεστή ΣΑΘ. Αφού τραβήξουμε τη γραμμή αυτή πάνω στον Ψυχομετρικό χάρτη, ξεκινώντας από μια δεδομένη κατάσταση του αέρα επιστροφής (που θα είναι περίπου ίδια με την επιθυμητή κατάσταση του αέρα του χώρου), βρίσκουμε την κατάσταση του αέρα προσαγωγής όταν έχουμε καθορίσει μια από τις τρεις μεταβλητές του.

Η μέθοδος αυτή γίνεται πλήρως κατανοητή με το παράδειγμα που ακολουθεί.

Παράδειγμα

Ένας χώρος έχει αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο 50.000 Btu/h και 20.000 Btu/h, αντιστοίχως και πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 80 °F (26,7°C) και σχετική υγρασία 50%.

Να υπολογιστούν η ποσότητα, η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου και η σχετική υγρασία του αέρα που πρέπει να προσάγεται στον χώρο από το κλιματιστικό μηχάνημα.

Λύση

Υποθέτοντας ότι η κατάσταση του αέρα του χώρου ταυτίζεται με την κατάσταση του αέρα επιστροφής, προσδιορίζουμε πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη (βλ. Εικόνα 6.3) το σημείο E που χαρακτηρίζει τις συνθήκες του αέρα επιστροφής (80 °F και 50% υγρασία). Από τη σχέση:

$$\Sigma\text{ΑΘ} = \frac{50000}{50000 + 20000} = 0,714$$

προσδιορίζουμε την κλίση της γραμμής μεταβολής κατάστασως πάνω στο ημικύκλιο. Από το σημείο E φέρνουμε την παράλληλό της και έτσι έχουμε τη γραμμή μεταβολής κατάστασως του αέρα από την κατάσταση E προς τα αριστερά αφού πρόκειται για θέρμανση του αέρα προσαγωγής που θα μας φέρει στην κατάσταση E. Για να προσδιορίσουμε το σημείο Π πάνω στη γραμμή μεταβολής, υποθέτουμε ότι μια ανεκτή θερμοκρασία του αέρα παροχής θα ήταν η θερμοκρασία των 60 °F (15,6 °C). Έτσι βρίσκουμε το Π παίρνοντάς το ως σημείο που συναντώνται η ευθεία της θερμοκρασίας των 60 °F ξηρού θερμομέτρου με την γραμμή μεταβολής κατάστασως. Από το σημείο Π περνά η καμπύλη του 83% σχετικής υγρασίας. Έτσι λοιπόν η κατάσταση του αέρα προσαγωγής θα είναι:

$$\text{Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου } (t_w) = 60\text{F } (15,6 \text{ } ^\circ\text{C})$$

δηλαδή περίπου η τιμή που προέκυψε από την εξίσωση 6.1. Όλες οι τιμές που προσδιορίζονται με γραφικό τρόπο από τον ψυχομετρικό χάρτη είναι προσεγγιστικές. Λαμβάνεται:

$$V = 2300 \text{ CFM}$$

Άρα τα απαιτούμενα στοιχεία για τον αέρα παροχής είναι:

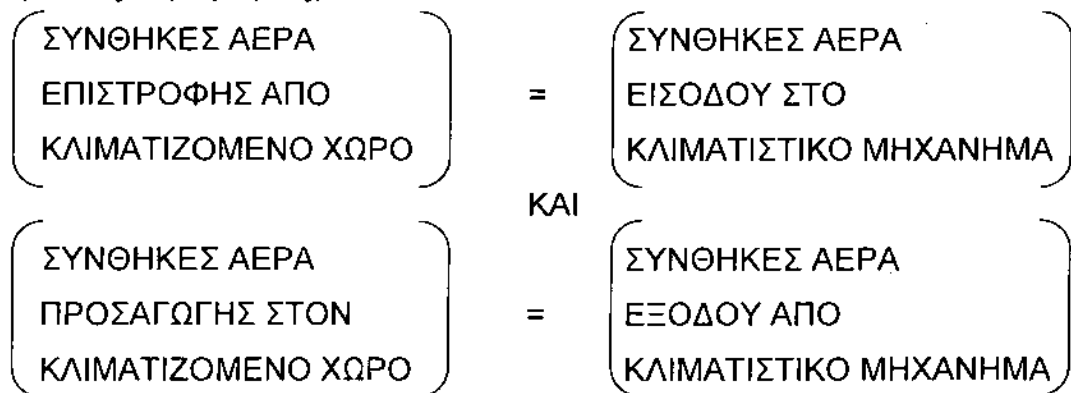
- Όγκος (παροχή) = 2300 CFM
- Θερμοκρασία Ξ.Θ. = 60 °F (15,6 °C)
- Σχετική Υγρασία = 83%
(ή Ειδική Υγρασία = 0,0092 lb υδρατμών/lb ξηρού αέρα)

Σημείωση

Ενώ ο αέρας παροχής φαίνεται να έχει πολύ ψηλότερη σχετική υγρασία, 83% έναντι 50% του αέρα επιστροφής, στην πραγματικότητα περιέχει λιγότερους υδρατμούς, 0,0092 έναντι 0,011 lb/lb του αέρα επιστροφής.

6.4. Επιλογή κλιματιστικού μηχανήματος

Όπως φαίνεται από την Εικόνα 6.1 υπάρχει η εξής αντιστοιχία των συνθηκών του αέρα που περνά από τον κλιματιζόμενο χώρο και του αέρα που περνά από το κλιματιστικό μηχάνημα (θεωρούμε αμελητέες τις απώλειες στους ενδιάμεσους αεραγωγούς).



Με τον προσδιορισμό των συνθηκών του αέρα που περνά από τον κλιματιζόμενο χώρο, προσδιορίσαμε και τις συνθήκες εισόδου και εξόδου αέρα από το κλιματιστικό μηχάνημα. Άρα γνωρίζουμε τι δουλειά πρέπει να κάνει το μηχάνημα και συνεπώς μπορούμε να το επιλέξουμε από τους πίνακες των διαφόρων κατασκευαστών.

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Είδος Κτιρίου : ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Πόλη : ΠΑΤΡΑ

Ζώνη : Β

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη είναι σύμφωνη με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4.7.79), καθώς και τις Οδηγίες Υπουργείου Δημοσίων Έργων για την σύνταξη των μελετών θερμομόνωσης (19/9/78 Α.Π. 26354/476).

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Η αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ ενός δομικού στοιχείου προκύπτει από την έκφραση:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

όπου d_1, d_2, \dots, d_n τα πάχη (σε m) των στρώσεων των υλικών και $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ οι αντίστοιχοι συντ/στές θερμ. αγωγιμότητας (σε kcal/m²h°C ή w/mK).

β) Η αντίσταση θερμοπερατότητας 1/k ορίζεται σαν άθροισμα των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης προς τον αέρα και της αντίστασης θερμοδιαφυγής:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a_a}$$

όπου a_i και a_a από τον πίνακα 3 του κανονισμού.

Με βάση τον κανονισμό δεν επιτρέπεται εξωτερική τοιχοποιία με συντελεστή k πάνω από 0.6 και για τις οροφές (ή πιλοτές) πάνω από 0.4

γ) Ορίζεται σαν μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας k_m του κτιρίου:

$$k_m = \frac{k_W \times F_W + k_F \times F_F + k_D \times F_D + k_G \times F_G + k_{DL} \times F_{DL}}{F}$$

όπου k_W, k_F, k_D, k_G και k_{DL} είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχούν στις επιφάνειες εξωτερικών τοιχωμάτων, παραθύρων, οροφών, δαπέδων και pilotis. Το άθροισμα τους συνιστά τη συνολική επιφάνεια F.

δ) Ο συντελεστής k_m δεν υπερβαίνει την τιμή που αντιστοιχεί στον πίνακα 6 του κανονισμού θερμομόνωσης για την γεωγραφική ζώνη (Α, Β ή Γ) του κτιρίου, και για την τιμή του λόγου F/V (επιφάνειας προς όγκο).

ε) Ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί:

$$k_m(W,F) = \frac{k_W \times F_W + k_F \times F_F}{F_W + F_F} < 1.6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \text{ για κάθε όροφο}$$

$$kW = \frac{\sum k_i F_i}{F_w} < 0.6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \quad \text{για κάθε προσανατολισμό}$$

στ) Οι τοίχοι διαχωρισμού, καθώς επίσης και τα δάπεδα, ανάλογα με την ζώνη Α, Β ή Γ έχουν κ μικρότερο από 2.6, 1.6 και 0.6 αντίστοιχα.

ΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Προορισμός κτιρίου	:	
Διοικησία	:	
Πόλη	:	Πάτρα
Οδός - Αριθμός	:	
Υψόμετρο	:	
Ζώνη	:	B

ΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	$F_w = 121.64 \text{ m}^2$
Επιφάνεια ανοιγμάτων (παράθυρα - πόρτες)	$F_f = 18.36 \text{ m}^2$
Επιφάνεια οροφής, στέγης, οροφής κάτω από μη θερμομονωθείσα στέγη	$F_d = 96.00 \text{ m}^2$
Επιφάνεια δαπέδου	$F_g = 96.00 \text{ m}^2$
Επιφάνεια οροφής PILOTIS	$F_{dl} = 0.00 \text{ m}^2$
Επιφάνεια τοίχων διαχωρισμού	$F_{ab} = 0.00 \text{ m}^2$
Συνολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής	$F = F_w + F_f + F_d + F_g + F_{dl} + F_{ab} = 332.00 \text{ m}^2$
Όγκος οικοδομής	$V = 295.26 \text{ m}^3$
Λόγος	$F/V = 1.12 \text{ m}^{-1}$

ΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ

$$K_m = 0.680 \text{ Kcal/m}^2\text{hc}$$

F/V m^{-1}	K_m σε $\text{Kcal/m}^2\text{hc}$		
	ζώνη A	ζώνη B	ζώνη Γ
0.2	1.335	1.015	0.807
0.3	1.245	0.955	0.760
0.4	1.160	0.897	0.715
0.5	1.092	0.845	0.675
0.6	1.030	0.795	0.635
0.7	0.985	0.750	0.600
0.8	0.947	0.717	0.575
0.9	0.927	0.695	0.550
1.0	0.920	0.680	0.530

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

στοιχείο κατασκευής : Εξ. τοιχοποιία Φύλλο Φ1
 : Οπτοπλινθοδομή

σμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k

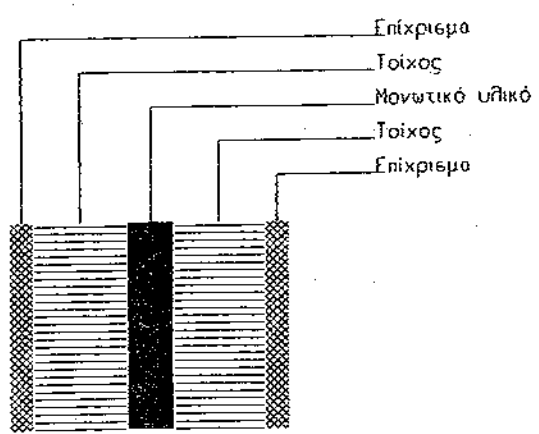
Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m ³	Παχ. l m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m ² hc/Kcal
Χρυσμα	1900	0.025	0.750	0.033
Χρυσ	1200	0.100	0.450	0.222
Μονωτικό υλικό		0.050	0.035	1.429
Χρυσ	1200	0.100	0.450	0.222
Χρυσμα	1900	0.025	0.750	0.033

αλα : 1.940

θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/λ: 1.940

$$k = \frac{1}{\frac{1}{14} + \frac{1}{0.05} + \frac{1}{1.940}} = 0.470 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}$$

ΡΙΦΗΜΑ :



στοιχείο κατασκευής :	Δοκοί υποστυλωμ.20 Οπλισμένο σκυρόδεμα	Φύλλο	Φ4
-----------------------	---	-------	----

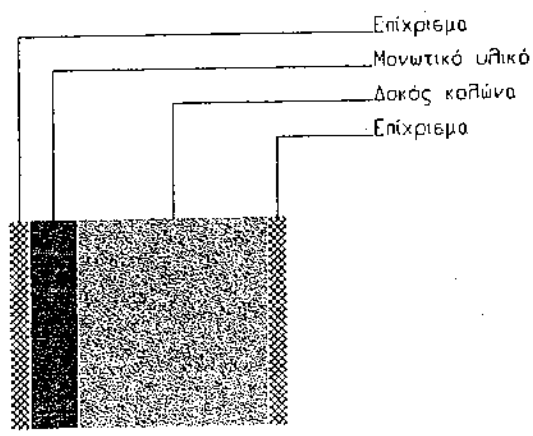
σμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k

Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m³	Παχ.1 m	Συντ. Λ Kcal/mhc	d1/Λ m²hc/Kcal
χρυσμα	1900	0.020	0.750	0.027
μονωτικό υλικό		0.050	0.035	1.429
δοκός κολώνα	2400	0.200	1.750	0.114
χρυσμα	1900	0.020	0.750	0.027

α :	1.596
θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/Λ:	1.596

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{1.4} + \frac{1}{1.596} + \frac{1}{0.05}} = \frac{1}{1.786} = 0.560 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}}$$

ΡΙΦΗΜΑ :



ό στοιχείο : Δαπ. μαρμ. σε φ. εδ. 15
 ς κατασκευής : Οπλισμ. σκυρόδεμα 20

Φύλλο Φ5

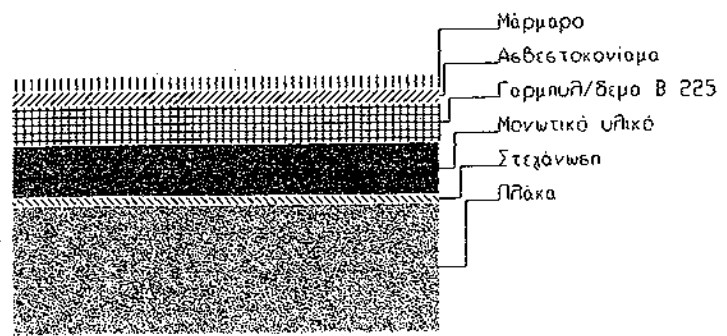
Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k

Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m³	Παχ. l m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m²hc/Kcal
Μάρμαρο		0.020	3.000	0.007
Αεριοτοκονίαμα		0.020	0.750	0.027
Γορμπυλ/δεμα Β 225		0.060	0.950	0.063
Μονωτικό υλικό		0.080	0.035	2.286
Στεγάνωση	1050	0.010	0.150	0.067
Πλάκα	2400	0.200	1.750	0.114

Συνολικά : 2.563
 Θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/λ: 2.563

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} + \frac{1}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_a}} = \frac{1}{2.763} = 0.362 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}$$

ΑΡΙΘΜΟΣ :



στοιχείο	: Οροφή 14	Φύλλο	Φ10
κατασκευής	: Οπλισμένο σκυρόδεμα		

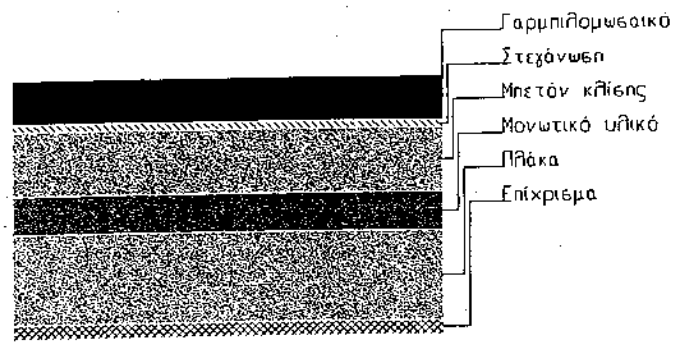
σμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k

Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m³	Παχ. l m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m²hc/Kcal
Χρυσό	1900	0.020	0.750	0.027
Πλάκα	2400	0.140	1.750	0.080
Μονωτικό υλικό		0.060	0.035	1.714
Μετόν κλίσης	800	0.100	0.300	0.333
Επίχρωση	1050	0.010	0.150	0.067
Γαρμπιλομωσασικό	1500	0.070	0.550	0.127

Σύνολο:	2.348
Θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/λ:	2.348

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{ai} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{aa}} = \frac{1}{2.538}} = 0.394 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}$$

ΠΡΟΦΗΜΑ :



ΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ W1

ΠΟΙΕΣ

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ kcal/m ² hc	ΜΗΚΟΣ m	ΥΨΟΣ m	ΠΛΑΤ. m	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ. (m ²)	F x K
Εξ. τοιχοποιία	0.470	8.00	3.50		1	28.00	8.160	19.84	9.32
Δοκοί υποστυλωμ. 20	0.560	8.00	0.30		1	2.400		2.40	1.34

22.24 10.67

Α : KW = 0.48

ΠΙΓΜΑΤΑ

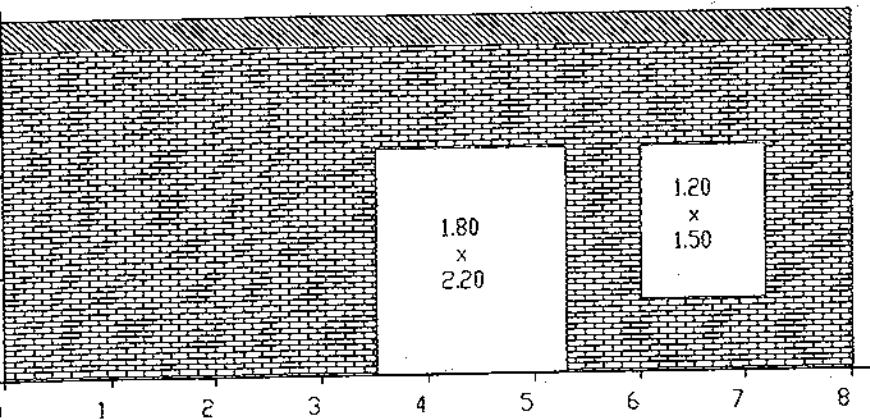
Κ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	F x K
3.2	1.80	2.20	1	3.96	12.67
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76

5.76 18.43

Α : KF = 3.20

ΦΗΜΑ :

ΠΙ : 19.84 m²
 ΠΝ : 2.40 m²
 ΠΙΓΜΑΤΑ : 5.76 m²



ΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ W2

ΠΟΙΕΣ

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	K	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ.	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ. (m ²)	F x K
Εξ. τοιχοποιία	0.470	12.00	3.50	1	42.00	9.000	33.00	15.51
Δοκοί υποστυλωμ.20	0.560	12.00	0.30	1	3.600		3.60	2.02

ΣΥΝΟΛΟ : KW = 0.48

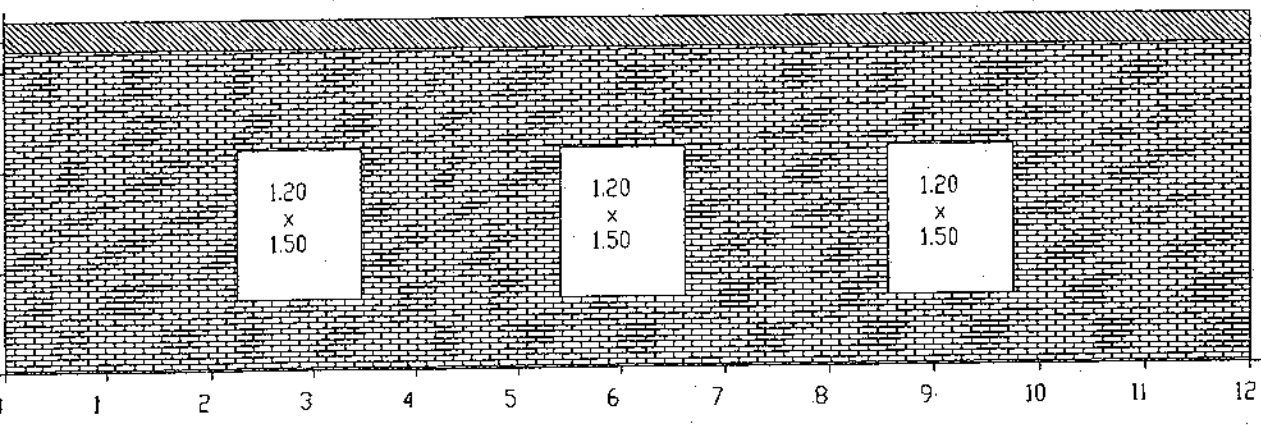
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Κ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ. (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	F x K
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76

ΣΥΝΟΛΟ : KF = 3.20

ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ

ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ : 33.00 m²
 ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ : 3.60 m²
 ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ : 5.40 m²



ΔΟ : 1

- ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ W3

ΠΟΙΗΣ

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	K	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ.	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ. (m ²)	F x K
	kcal/m ² hc							
Εξ. τοιχοποιία	0.470	8.00	3.50	1	28.00	6.000	22.00	10.34
Δοκί υποστυλωμ. 20	0.560	8.00	0.30	1	2.400		2.40	1.34
ΣΥΝΟΛΟ :							24.40	11.68

KW = 0.48

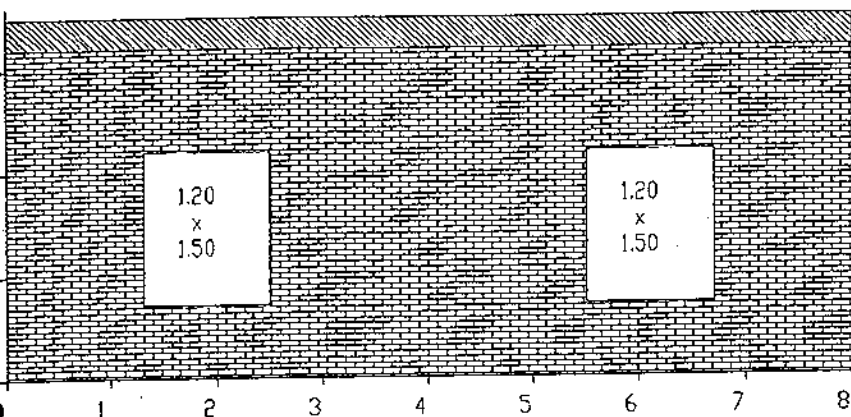
ΔΙΓΜΑΤΑ

Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ.	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	F x K
Kcal/m ² hc	(m)	(m)			
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76
ΣΥΝΟΛΟ :				3.60	11.52

KF = 3.20

ΦΗΜΑ :

ΠΙ : 22.00 m²
 ΠΝ : 2.40 m²
 ΓΜΑΤΑ : 3.60 m²



ΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ W4

ΠΟΙΕΣ

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	K	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ.	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. (m ²)	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ. (m ²)	F x K
	kcal/m ² hc							
Εξ. τοιχοποιία	0.470	12.00	3.50	1	42.00	7.200	34.80	16.36
Δοκοί υποστυλωμ. 20	0.560	12.00	0.30	1	3.600		3.60	2.02
							36.40	18.38

ΠΑ : KW = 0.48

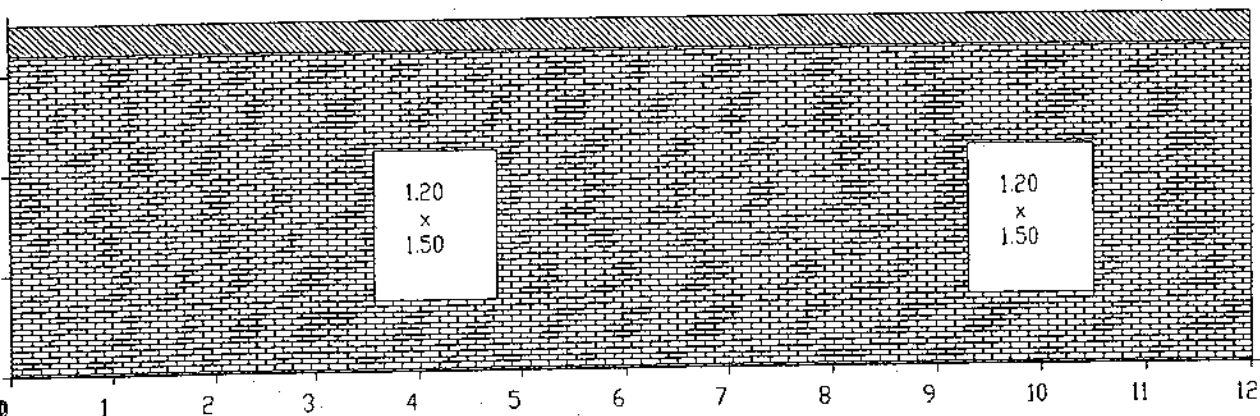
ΔΙΓΜΑΤΑ

Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ η ΠΛΑΤ.	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m ²)	F x K
Kcal/m ² hc	(m)	(m)			
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76
3.2	1.20	1.50	1	1.80	5.76

ΠΑ : KF = 3.20

ΦΗΜΑ :

ΠΙ : 34.80 m²
 ΠΟΝ : 3.60 m²
 ΔΙΓΜΑΤΑ : 3.60 m²



ΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km(W,F) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΔΟ :1

επίπεδο : Km(W,F)

$$= \frac{\Sigma(Kw.Fw) + \Sigma(Kf.Ff)}{\Sigma(Fw+Ff)} \leq 1.6 \text{ Kcal/m}^2\text{hc}$$

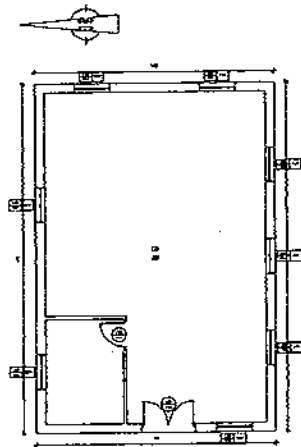
1	2	3	4	5=(3X4)
Τύπος	Συμβολισμός	Επιφάνεια F (m ²)	Συντελεστής K θερμοπερατότητας (Kcal/m ² hc)	KF (kcal/hc)
Τοίχοι	W 1	22.24	0.480	10.669
	W 2	36.60	0.479	17.526
	W 3	24.40	0.479	11.684
	W 4	38.40	0.479	18.376
Ανοίγματα	F 1	5.76	3.200	18.430
	F 2	5.40	3.200	17.280
	F 3	3.60	3.200	11.520
	F 4	3.60	3.200	11.520

ΣF= 140.0

ΣKF= 117.00

$$Km(W,F) = \Sigma KF / \Sigma F = 0.836 \leq 1.6$$

ΟΨΗ:



ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

πιτυγχάνομενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας K_M
 οριο κτιρίου $K_{M,max} \leq 0.680$ kcal/m²hc

1	2	3	4	5	6=(3x4x5)
Τοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F m ²	Συντελεστής θερμοπερ. K kcal/m ² hc	Παράγων	KXF kcal/hc
ΔΟ 1		140.00	0.836	1.0	117.005
Ρμ.σε φ.εδ.15	(Φ5)	96.00	0.362	1.0	34.750
14	(Φ10)	96.00	0.394	1.0	37.820
ΣΑ:		332.00			189.575

$$K_M = FK/F = 0.571 < 0.680 \text{ kcal/m}^2\text{hc}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ
Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

Έργο : ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Θέση : ΠΑΤΡΑ

ΑΓΩΓΗ

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

- aeferungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- cknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,
- tschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- τρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος
- χειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Gairns/Pfeifer (TEE)

ΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

- ώλειες θερμοπερατότητας Q_0 , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δα, οροφές κλπ)
- ώλειες λόγω προσauξήσεων.
- ώλειες αερισμού χώρου Q_L .

απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

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

- Απώλειες θερμότητας
- Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2
- Συντελεστής θερμοπερατότητας $W/m^2 \cdot K$ (ή $Kcal/m^2 \cdot K$)
- Αντίσταση θερμοπερατότητας σε $m^2 \cdot K/W$
- Θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$
- Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

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

προσαύξηση $Z_u+Z_d=Z_D$ διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής Z_u). Η προσαύξηση Z_D προσδιορίζεται με βάση το $D = Q_0 / (F_{ges} \times \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Z_D για DIN77

Τιμή D

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

Ο συντελεστής Z_D για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη στο DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Μένωως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_o (1 + Z_o + Z_H) = Q_o \times Z$$

απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

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

Όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s
 Ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/g K$
 Πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3

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

$$\Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$= \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

παραμέτροι της παραπάνω σχέσης είναι:

Συντελεστής διείσδυσης αέρα
 Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
 Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).
 Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για
 ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή e_{6A}).
 Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς $^{\circ}C$)
 Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της
 κανονικής 1)

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

$$= Q_T + Q_L$$

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

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

Είδος στοιχείου (πχ. T=τοίχος, A=Ανοιγμα, O=οροφή Δ=Δάπεδο)
 Προσανατολισμός
 Πάχος
 Μήκος
 Ύψος ή πλάτος
 Επιφάνεια
 Αριθμός όμοιων επιφανειών
 Συνολική Επιφάνεια
 Συντελεστής k
 Διαφορά θερμοκρασίας Δt
 Καθαρές Θερμικές Απώλειες

Ο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη
ση.

Στοιχεία κτιρίου	
Ώδη	Πάτρα
Έεση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία	-1°C
Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία	20°C
Θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων	10°C
Θερμοκρασία εδάφους	10°C
Αριθμός επιπέδων κτιρίου	1
Επίπεδο στη στάθμη του εδάφους	1
Μεθοδολογία υπολογισμού	DIN77
Σύστημα μονάδων	Kcal/h

Τυπικά δομικά στοιχεία του κτιρίου

Εξωτερικοί Τοίχοι & Οροφές	Συντελεστής K (kcal/m ² h)	Εσωτερικοί Τοίχοι & Δάπεδα	Συντελεστής K (kcal/m ² h)	Ανοίγματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντελεστής K (kcal/m ² h)	Συντελεστής α	Αριθμός Φύλλων Ανοίγματος
T1	0.55	E1	1.50	A1			4.50		
T2	0.60	E2	1.30	A2			5.00		
T3	0.58	E3	1.50	A3			2.80		
T4	1.28	E4		A4			3.20		
T5	0.47	E5		A5			2.20		
T6	2.00	E6		A6			2.60		
T7	0.56	E7		A7					
T8	0.55	E8		A8					
T9	0.56	Δ1	0.362	A9					
T10		Δ2	0.54	A10					
T11		Δ3	0.58	A11					
O1	0.394	Δ4	0.56	A12					
O2	2.80	Δ5	0.42	A13					
O3	0.38	Δ6	2.14	A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

Επίπεδο: 1 Α.Α. Χώρου: 1 Ονομασία Χώρου: ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αραιρούμενη επιφάνεια	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός Επιφανειών	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	Αραιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m ²)	Συντελεστής K (Kcal/m ² ·h·°C)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες (Kcal/h)
T5	A			7.40	3.50	25.90	1	25.90	5.82	20.08	0.47	21.00	198.2
A4	A	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
A4	A	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
T7	A	A		7.40	0.30	2.22	1	2.22		2.22	0.56	21.00	26.11
T5	B	A		7.70	3.50	26.95	1	26.95		26.95	0.47	21.00	266.0
A4	B	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
T7	B	A		7.70	0.30	2.31	1	2.31		2.31	0.56	21.00	27.17
T5	Δ			4.70	3.50	16.45	1	16.45	7.17	9.28	0.47	21.00	91.59
A4	Δ	A		1.80	2.20	3.96	1	3.96		3.96	3.20	21.00	266.1
A4	Δ	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
T7	Δ	A		4.70	0.30	1.41	1	1.41		1.41	0.56	21.00	16.58
T5	N			11.40	3.50	39.90	1	39.90	8.82	31.08	0.47	21.00	306.8
A4	N	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
A4	N	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
A4	N	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
T7	N	A		11.40	0.30	3.42	1	3.42		3.42	0.56	21.00	40.22
Δ1				1	74.37	74.37	1	74.37		74.37	0.362	10.00	269.2
O1				1	74.37	74.37	1	74.37		74.37	0.394	21.00	615.3

απώλειες θερμοπερατότητας Q_0
 ολική Προσαύξηση $Z_0+Z_H=35\%$
 οσαύξηση λόγω προσανατολισμού $Z_H=5\%$
 οσαύξηση λόγω διακοπών $Z_0=30\%$
 $= Q_0 / (F_{ges} \cdot \Delta t) = 2970 / (676.3 \cdot 21) = 0.21$

2970 Kcal/h
 1040 Kcal/h

ολικές απώλειες θερμοπερατότητας $Q_T = Q_0 \cdot (1 + Z_0 + Z_H) =$

4010 Kcal/h

απώλειες χαραμάδων $Q_L = \Sigma Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma I \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_H$) =
 πρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0.84$
 πρακτηριστικός αριθμός κτιρίου R (ή r) = 0.9
 ντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$

1091 Kcal/h

απώλειες από εναλλαγές αέρα $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t =$
 όγκος χώρου $V = 74.37 \text{ m}^3 \cdot 1 \text{ m} \cdot 3.50 \text{ m} = 260 \text{ m}^3$
 ριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα $n =$

Kcal/h

ολο θερμικών απωλειών $Q_{ολ} = Q_T + Q_L =$

5101 Kcal/h

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

Επίπεδο: 1 Α.Α. Χώρου: 2 Ονομασία Χώρου: ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός Επιφανειών	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m ²)	Συντελεστής K (Kcal/m ² *h*c)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες (Kcal/h)
T5	B			3.60	3.50	12.60	1	12.60	2.88	9.72	0.47	21.00	95.94
A4	B	A		1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80	3.20	21.00	121.0
T7	B	A		3.60	0.30	1.08	1	1.08		1.08	0.56	21.00	12.70
T5	Δ			2.60	3.50	9.10	1	9.10	0.78	8.32	0.47	21.00	82.12
T7	Δ	A		2.60	0.30	0.78	1	0.78		0.78	0.56	21.00	9.17
Δ1				1	9.36	9.36	1	9.36		9.36	0.362	10.00	33.88
O1				1	9.36	9.36	1	9.36		9.36	0.394	21.00	77.44

Απώλειες θερμοπερατότητας Q_0 ολοκλή Προσαύξηση $Z_D + Z_H = 35\%$ ροσαύξηση λόγω προσανατολισμού $Z_H = 5\%$ ροσαύξηση λόγω διακοπών $Z_D = 30\%$ $= Q_0 / (F_{ges} * \Delta t) = 432 / (91.2 * 21) = 0.23$

432 Kcal/h

151 Kcal/h

ολοκλή απώλειες θερμοπερατότητας $Q_T = Q_0 * (1 + Z_D + Z_H) =$

584 Kcal/h

απώλειες χαραμάδων $Q_L = \sum Q_{Ai} (Q_{Ai} = \alpha * \Sigma I * R * H * \Delta t * Z_H) =$

128.6 Kcal/h

αρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0.84$ αρακτηριστικός αριθμός κτιρίου R (ή r) $= 0.9$ ντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$

Kcal/h

απώλειες από εναλλαγές αέρα $Q_L = V * \rho * c * \Delta t =$ γκος χώρου $V = 9.36m * 1m * 3.50m = 33m^3$ ριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα $n =$

712 Kcal/h

ύνολο θερμικών απωλειών $Q_{ολ} = Q_T + Q_L =$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : 1

ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	:	5101
ΓΡΑΦΕΙΟ	:	712
Συνολικές Απώλειες Επίπεδου	:	5813
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	5813

ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων

Έργο : ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Θέση : ΠΑΤΡΑ

μοί
φέ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της Οδηγίας 85/86 ΤΟΤΕΕ και χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

ERecknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
 ΣWDI Kuehlastregeln, VDI 2078
 Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
 Θέρμανση και Κλιματισμός Κ. Λέφα

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

ΨΥΚΤΩΣΤΕΡΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

$$Q = K \times A \times \Delta T_e$$

Q = K

ου:

ου: Το φορτίο κατά την ώρα i

T_i: Οι ώρες της ημέρας

K: Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

T_e: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

H: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα 1 διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης που υπολογίζεται από τον πίνακα 4 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.

K_{sc}: σκούρο χρώμα:

$$K_{sc} = (D_{t_{ext}} + D)$$

T_e: ενδιάμεσο χρώμα:

$$T_e = 0.78 \times (D_{t_{ext}} + D) + 0.22 \times (D_{t_{ext}} + D)$$

H: ανοικτό χρώμα:

$$K_{a} = 0.55 \times (D_{t_{ext}} + D) + 0.45 \times (D_{t_{ext}} + D)$$

ου: Φορτίο:

ου: Φορτίο

ου: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων
 = C_w: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο
 = C_h: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος
 προσανατολισμός)

T_e: 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 φέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$(K \times D_{te i} \times R_e) + (K \times (D_{te i} + D) \times R_{e i})$$

ου:

Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο
Σκιασμένη επιφάνεια

Οροφές

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

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.

$$= K \times A \times D_t$$

ου:

Το φορτίο κατά την ώρα i
Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ
Θερμική αγωγιμότητα τοίχου
Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου
Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$= K \times A \times D_t$$

ου:

Το υπολογιζόμενο φορτίο
Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου
Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου
Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται θερμή)

Ανοίγματα

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

$$= Q_k + Q_{ra}$$

ου:

Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i
Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i

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

$$= K \times A \times D_i$$

ου:

- Οι ώρες της ημέρας
- Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος
- Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
- Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i .

πολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D_i) αναφέρεται λυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

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

$$= \frac{(A \times D_i \times ES_{ext} \times E_{sh} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (A_i \times 0.007 / 300)) + ((19.5 - T_{ext}) \times 0.005 / 4)) + (A \times D_{ext} \times (1 - ES_{ext}) \times E_{sh} \times S_1 \times S_2 \times (A_i \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{ext}) \times 0.005 / 4))}{1 + ((19.5 - T_{ext}) \times 0.005 / 4)}$$

ου:

- Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ
- Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
- Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό
- Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)
- Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης
- Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης
- 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
- Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και 0.90 για περιοχή με ομίχλη
- Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο
- ρ: Η τιμή του σημείου δρόσου

Φορτία φωτισμού

φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$= (F_{th} \times 1.25 \times 0.86) + (F_z \times 0.86)$$

ου:

- Το φορτίο φωτισμού κατά την ώρα i
- Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού κατά την ώρα i
- Η ισχύς των λαμπτήρων πυράκτωσης κατά την ώρα i

Υπολογισμός φορτίων ατόμων

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

k

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

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

ου:

- Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i
- Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i
- Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.
- Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βού του χώρου
- Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βού του χώρου
- Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας j που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα i

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

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
Μένοντες σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Μένοντες σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Μένοντες, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Καθιστάς Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Μένοντες ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Μένοντες σε ελαφρά εργασία (Εργαστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Μένοντες σε μέτρια εργασία (Εργαστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μένοντες σε βαριά εργασία (Χορός)	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Μένοντες σε μέτρια εργασία (Εργαστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Μένοντες σε βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

Φορτία συσκευών

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

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

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

ου:

- Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές
- Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές
- Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7
- Το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου j
- Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου j
- Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες
 Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

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

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	-

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:

$$Q = \sum_{j=1}^n (P_j \times a_j \times b) \times Dt$$

ου:

Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

Η περίμετρος του ανοίγματος j

Ο αριθμός των ανοιγμάτων

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

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

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

Αερισμός

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

$$Q_s = 0.29 \times V \times n \times Dt$$

$$Q_l = 0.71 \times V \times n \times D_s$$

ου:

Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

Ο όγκος του χώρου

Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

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

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

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες από 8 μέχρι 6 μμ. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο τα αποτελέσματα πινακοποιούνται στις παρακάτω σελίδες:

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

Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)

Προσανατολισμός

Μήκος (m)

Πλάτος (m)

Επιφάνεια (m²)

Αριθμός Ομοίων Επιφανειών

Συνολική Επιφάνεια (m²)

Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m²)

Επιφάνεια Υπολογισμού (m²)

Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης

Υπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

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

Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

Φωτισμού

Ατόμων

Συσκευών

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kw, ή Mcal/h)

Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kw, ή kcal/h)

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

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

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

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

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

ΚΑΣ 0. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
	-4.7	-4.1	-3.5	-3.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1	-1.9	-2.7	-3.5
	-6.2	-5.4	-4.7	-3.8	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1	-2.2	-3.2	-4.2
	-7.4	-6.3	-5.2	-4.0	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.7	-3.8	-4.9
	-8.4	-6.9	-5.5	-4.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.7	-2.9	-4.1	-5.3
	-9.4	-7.9	-6.5	-4.8	-3.0	-1.8	-0.5	0.0	-0.5	-1.2	-1.9	-3.3	-4.8	-6.3
	-10.5	-8.8	-7.0	-5.3	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-0.5	-1.5	-2.6	-4.3	-5.9	-7.3
	-12.0	-10.0	-8.0	-6.1	-4.1	-2.3	-0.5	0.0	-0.5	-2.0	-3.4	-5.4	-7.5	-8.9
	-13.5	-11.3	-9.0	-6.8	-4.5	-2.5	-0.5	0.0	-0.5	-2.2	-3.9	-5.9	-8.0	-9.9
	-14.5	-12.0	-9.5	-7.0	-4.5	-2.8	-1.1	0.0	-1.1	-2.8	-4.5	-6.7	-8.9	-11.1

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

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
σανατολισμός:			BA											
	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.6	4.4
	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1
	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	6.1
	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.6	7.8	8.9	7.8	6.7	5.6	5.6	5.6	5.6
σανατολισμός:			A											
	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.6	4.4
	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1
	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	3.3	11.1	10.0	8.9	7.8	7.8	7.8	7.2
	5.6	5.0	4.9	5.0	5.6	8.3	10.0	10.6	10.0	9.4	8.9	7.8	6.7	7.2
σανατολισμός:			NA											
	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	4.4
	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8	7.2	6.7	6.1
	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	8.4	7.8	7.2	6.7	6.1
	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9	10.1	8.9	8.3	7.8	7.2
σανατολισμός:			N											
	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7	5.6	3.9
	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1	8.3	6.7	5.6
	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.0	10.0	10.0	8.3	7.8	6.1
	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	6.5	7.2	7.8	8.3	8.9	8.9
σανατολισμός:			NA											
	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	16.7	13.3	6.7
	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0	19.4	18.9	11.1
	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2	12.8	13.1	12.8
	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6
σανατολισμός:			Δ											
	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	32.2	18.9	12.2	7.8
	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	20.0	15.6
	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1	13.9	15.6	15.0
	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5	6.1	6.7	7.8	8.9	11.7
σανατολισμός:			BA											
	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.6	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2	20.6	18.9	10.0
	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7	17.2	17.8	11.7
	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7	9.4	11.1	11.7
	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.6	7.8
σανατολισμός:			B											
	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	3.3
	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	5.6
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	2.8	4.4	3.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9

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

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΦΗ:	ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ													
	-3.9	-2.8	-0.5	3.9	8.3	13.1	17.8	21.1	23.9	25.6	25.0	22.8	19.4	15.6
	-1.1	-0.5	1.1	5.0	8.9	12.8	16.7	20.0	22.8	23.9	23.9	22.2	19.4	16.7
	1.1	1.7	3.3	5.5	8.9	12.8	15.6	18.3	21.1	22.2	22.8	21.7	19.4	17.8
	3.3	3.9	4.4	6.1	8.9	12.2	15.0	17.2	19.4	21.1	21.7	21.1	20.0	18.9
	6.1	6.1	6.7	7.2	8.9	12.2	14.4	15.6	17.8	19.4	20.6	20.6	19.4	18.9
ΦΗ:	ΜΕ ΝΕΡΟ													
	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.6	3.3
	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.6	3.3
	-0.5	-0.5	0.0	2.8	5.5	7.2	8.3	8.3	8.9	8.3	8.3	7.8	6.7	5.6
	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3	7.8	6.7
	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3	7.8	6.7
ΦΗ:	ΠΟΤΙΖΟΜΕΝΗ													
	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	3.3
	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	3.3
	-0.5	-0.5	0.0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	5.0
	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1
	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1
ΦΗ:	ΣΚΙΑΣΜΕΝΗ													
	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	2.8
	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	2.8
	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7	6.1	5.6	4.4
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6	5.6	5.0
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6	5.6	5.0

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 3. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h m²)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΕΡΟΜΗΝΙΑ:	20 ΑΠΡ.													
	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0
	433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0
	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	0	0	0
	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	0	0	0
	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	0	0	0
	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227	0	0	0
	29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	284	0	0	0
	29	35	38	38	38	38	35	35	29	21	19	0	0	0
Z.	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	0	0	0
ΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΜΑΙΟΥ													
	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	0	0	0
	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	0	0	0
	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	0	0	0
	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	0	0	0
	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	0	0	0
	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	0	0	0
	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287	0	0	0
	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	0	0	0
Z.	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	0	0	0
ΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΙΟΥΝ.													
	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16	28	0	0

295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16	8	0	0
32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16	2	0	0
32	35	38	38	92	192	258	301	295	238	138	2	0	0
32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341	2	0	0
32	35	38	38	38	38	81	198	303	360	320	2	0	0
32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	16	0	0
363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	6	0	0

ΡΟΜΗΝΙΑ: 23 ΙΟΥΛ.

234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	3	0	0
444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	3	0	0
322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	1	0	0
35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	0	0	0
32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	0	0	0
32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	0	0	0
32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287	0	0	0
32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	2	0	0
341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	1	0	0

ΡΟΜΗΝΙΑ: 24 ΑΥΓ.

222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0
433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0
374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	0	0	0
65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	0	0	0
29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	0	0	0
29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227	0	0	0
29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	184	0	0	0
29	35	38	38	38	38	35	35	29	21	19	0	0	0
271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	0	0	0

ΡΟΜΗΝΙΑ: 22 ΣΕΠΤ.

157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0
404	377	268	122	36	35	35	32	24	13	0	0	0	0
390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0	0	0	0
119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0	0	0	0
24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	0	0	0
24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0	0	0	0
24	32	35	35	38	35	35	70	157	128	0	0	0	0
24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0
181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0	0	0	0

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

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΠΡ. Ψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7	0	0	0
	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279	0	0	0
ΑΙΟΥ Ψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13	2	0	0
	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286	0	0	0
ΔΥΝ. Ψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	37	26	15	4	0	0
	89	100	114	138	180	222	246	260	271	280	228	0	0	0
ΟΥΛ. Ψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13	2	0	0
	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286	0	0	0
ΥΓ. Ψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7	0	0	0
	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279	0	0	0
ΕΠΤ. Ψ.	23	33	42	48	50	48	42	33	23	12	7	0	0	0
	110	122	138	157	180	203	222	238	250	261	279	0	0	0

ΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLF) ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13
0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13
0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16
0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21
0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28
0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27
0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26
0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42
0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28

ΚΑΣ 6. ΔΙΟΡΘ. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΥΠ. ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 1

ΜΑ ΟΣ		ΜΕΣΟ 300 Kg/m ²											
8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-0.6	7.7	7.0	6.2	4.4	2.6	3.3	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	6.3	10.3	10.9	11.0	6.2	4.4	4.1	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	2.8	6.0	7.8	9.7	9.2	9.1	7.6	6.6	5.4	5.1	4.6	4.3	3.5
-4.6	-4.1	-3.5	0.5	2.8	6.6	8.7	9.4	10.0	8.9	7.7	5.5	4.3	3.2
-2.9	-2.8	-2.7	-2.2	-1.6	1.4	3.5	8.9	12.6	14.0	14.6	14.2	13.8	7.4
-2.9	-2.8	-2.7	-1.7	-0.7	1.0	2.6	6.8	10.0	13.6	16.3	16.8	14.6	11.0
-4.6	-4.1	-3.5	-2.6	-1.6	0.5	1.7	2.8	4.0	8.0	12.1	12.4	12.9	7.9
-4.6	-4.1	-3.5	-2.9	-2.4	-0.7	0.9	2.0	3.1	3.7	4.3	4.3	4.3	3.2

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 2

ΜΑ ΟΣ		ΜΕΣΟ 300 Kg/m ²											
8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-0.6	7.7	7.0	6.2	4.4	2.6	3.3	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	6.3	10.3	10.9	11.0	6.2	4.4	4.1	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	2.8	6.0	7.8	9.7	9.2	9.1	7.6	6.6	5.4	5.1	4.6	4.3	3.5
-4.6	-4.1	-3.5	0.5	2.8	6.6	8.7	9.4	10.0	8.9	7.7	5.5	4.3	3.2
-2.9	-2.8	-2.7	-2.2	-1.6	1.4	3.5	8.9	12.6	14.0	14.6	14.2	13.8	7.4
-2.9	-2.8	-2.7	-1.7	-0.7	1.0	2.6	6.8	10.0	13.6	16.3	16.8	14.6	11.0
-4.6	-4.1	-3.5	-2.6	-1.6	0.5	1.7	2.8	4.0	8.0	12.1	12.4	12.9	7.9
-4.6	-4.1	-3.5	-2.9	-2.4	-0.7	0.9	2.0	3.1	3.7	4.3	4.3	4.3	3.2

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 3

ΜΑ ΟΣ		ΜΕΣΟ 300 Kg/m ²											
8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-0.6	7.7	7.0	6.2	4.4	2.6	3.3	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	6.3	10.3	10.9	11.0	6.2	4.4	4.1	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	2.8	6.0	7.8	9.7	9.2	9.1	7.6	6.6	5.4	5.1	4.6	4.3	3.5
-4.6	-4.1	-3.5	0.5	2.8	6.6	8.7	9.4	10.0	8.9	7.7	5.5	4.3	3.2
-2.9	-2.8	-2.7	-2.2	-1.6	1.4	3.5	8.9	12.6	14.0	14.6	14.2	13.8	7.4
-2.9	-2.8	-2.7	-1.7	-0.7	1.0	2.6	6.8	10.0	13.6	16.3	16.8	14.6	11.0
-4.6	-4.1	-3.5	-2.6	-1.6	0.5	1.7	2.8	4.0	8.0	12.1	12.4	12.9	7.9
-4.6	-4.1	-3.5	-2.9	-2.4	-0.7	0.9	2.0	3.1	3.7	4.3	4.3	4.3	3.2

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 4

ΜΑ ΟΣ		ΜΕΣΟ 300 Kg/m ²											
8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-0.6	7.7	7.0	6.2	4.4	2.6	3.3	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	6.3	10.3	10.9	11.0	6.2	4.4	4.1	4.0	4.5	5.1	4.6	4.3	3.5
-2.9	2.8	6.0	7.8	9.7	9.2	9.1	7.6	6.6	5.4	5.1	4.6	4.3	3.5
-4.6	-4.1	-3.5	0.5	2.8	6.6	8.7	9.4	10.0	8.9	7.7	5.5	4.3	3.2
-2.9	-2.8	-2.7	-2.2	-1.6	1.4	3.5	8.9	12.6	14.0	14.6	14.2	13.8	7.4
-2.9	-2.8	-2.7	-1.7	-0.7	1.0	2.6	6.8	10.0	13.6	16.3	16.8	14.6	11.0
-4.6	-4.1	-3.5	-2.6	-1.6	0.5	1.7	2.8	4.0	8.0	12.1	12.4	12.9	7.9
-4.6	-4.1	-3.5	-2.9	-2.4	-0.7	0.9	2.0	3.1	3.7	4.3	4.3	4.3	3.2

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 6

ΜΑ ΟΣ		ΜΕΣΟ 700 Kg/m ²											
8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.9	3.6	4.6	3.9	3.2	2.4	2.5	2.6	2.8
1.9	1.5	1.4	1.5	1.9	4.0	5.4	5.9	5.6	5.3	5.0	4.3	3.5	4.0
1.0	1.0	1.0	0.6	0.1	2.3	3.6	4.1	4.7	5.8	5.0	4.6	4.4	4.0
0.1	-0.3	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	0.7	2.9	3.5	4.1	4.6	5.2	5.4
1.0	1.0	1.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	1.8	2.3	4.6	6.1	6.7

0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	1.0	1.5	2.1	2.6	4.5
-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-1.9	-1.3	-0.7	-0.2	0.4	0.9	1.5

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ :

7

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

500 Kg/m²

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-0.7	-0.7	-0.7	1.8	4.5	4.1	3.9	3.2	2.3	2.9	3.4	3.4	3.7	3.2
0.1	1.0	3.6	6.2	7.9	8.5	0.4	6.6	5.8	5.1	4.3	4.3	4.6	4.0
0.1	0.1	0.1	2.3	4.5	5.0	5.6	6.2	5.8	4.7	4.3	3.8	3.7	3.2
-1.6	-1.6	-1.6	-1.1	-0.7	1.1	3.0	4.4	4.3	6.0	6.0	4.6	4.6	3.2
0.1	-0.3	-0.7	-0.3	0.1	0.7	1.2	3.2	4.1	6.4	7.7	8.2	8.7	8.4
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.2	3.3	5.5	6.8	9.0	10.7	10.1
-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	0.1	0.6	2.1	3.4	5.5	7.2	7.5
-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-1.9	-1.3	-0.7	-0.2	0.4	0.4	0.4	2.0	1.5

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ :

8

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

500 Kg/m²

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-0.7	-0.7	-0.7	1.8	4.5	4.1	3.9	3.2	2.3	2.9	3.4	3.4	3.7	3.2
0.1	1.0	3.6	6.2	7.9	8.5	0.4	6.6	5.8	5.1	4.3	4.3	4.6	4.0
0.1	0.1	0.1	2.3	4.5	5.0	5.6	6.2	5.8	4.7	4.3	3.8	3.7	3.2
-1.6	-1.6	-1.6	-1.1	-0.7	1.1	3.0	4.4	4.3	6.0	6.0	4.6	4.6	3.2
0.1	-0.3	-0.7	-0.3	0.1	0.7	1.2	3.2	4.1	6.4	7.7	8.2	8.7	8.4
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.2	3.3	5.5	6.8	9.0	10.7	10.1
-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	0.1	0.6	2.1	3.4	5.5	7.2	7.5
-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-1.9	-1.3	-0.7	-0.2	0.4	0.4	0.4	2.0	1.5

ΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ :

9

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

500 Kg/m²

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-0.7	-0.7	-0.7	1.8	4.5	4.1	3.9	3.2	2.3	2.9	3.4	3.4	3.7	3.2
0.1	1.0	3.6	6.2	7.9	8.5	0.4	6.6	5.8	5.1	4.3	4.3	4.6	4.0
0.1	0.1	0.1	2.3	4.5	5.0	5.6	6.2	5.8	4.7	4.3	3.8	3.7	3.2
-1.6	-1.6	-1.6	-1.1	-0.7	1.1	3.0	4.4	4.3	6.0	6.0	4.6	4.6	3.2
0.1	-0.3	-0.7	-0.3	0.1	0.7	1.2	3.2	4.1	6.4	7.7	8.2	8.7	8.4
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.2	3.3	5.5	6.8	9.0	10.7	10.1
-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	0.1	0.6	2.1	3.4	5.5	7.2	7.5
-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-1.9	-1.3	-0.7	-0.2	0.4	0.4	0.4	2.0	1.5

ΠΙΚΗ ΟΡΟΦΗ :

1

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

100 Kg/m²

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-3.1	-1.6	1.7	5.2	8.6	12.1	14.7	17.1	17.8	17.7	16.1	13.7	11.2
-4.6	-3.5	-2.4	-1.3	0.9	2.6	4.3	4.8	5.4	4.8	4.3	3.2	2.0	0.4

ΠΙΚΗ ΟΡΟΦΗ :

2

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

100 Kg/m²

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
-3.8	-3.1	-1.6	1.7	5.2	8.6	12.1	14.7	17.1	17.8	17.7	16.1	13.7	11.2
-4.6	-3.5	-2.4	-1.3	0.9	2.6	4.3	4.8	5.4	4.8	4.3	3.2	2.0	0.4

ΠΙΚΗ ΟΡΟΦΗ :

3

ΜΑ
ΟΣ

ΜΕΣΟ

50 Kg/m²

Α.	-6.0	-4.9	-2.8	0.8	4.8	8.9	12.9	15.6	17.9	19.1	18.5	16.6	13.7	10.3
Ζ.	-4.6	-3.5	-2.4	-1.3	0.9	2.6	4.3	4.8	5.4	4.8	4.3	3.2	2.0	0.4

ΚΑΣ 8. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

1

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
246.7	188.7	73.8	40.1	40.1	40.1	40.1	36.9	33.7	28.5	13.7	3.2	0.0	0.0
468.1	411.1	279.4	122.3	40.1	40.1	40.1	36.9	33.7	28.5	13.7	3.2	0.0	0.0
339.4	357.4	314.1	234.0	119.1	42.2	40.1	36.9	33.7	28.5	13.7	1.1	0.0	0.0
36.9	73.8	125.4	179.2	197.1	179.2	125.4	73.8	36.9	28.5	13.7	0.0	0.0	0.0
33.7	36.9	40.1	42.2	119.1	234.0	314.1	357.4	339.4	274.1	153.9	0.0	0.0	0.0
33.7	36.9	40.1	40.1	40.1	122.3	279.4	411.1	468.1	459.6	337.3	0.0	0.0	0.0
33.7	36.9	40.1	40.1	40.1	40.1	73.8	188.7	299.4	362.6	302.6	0.0	0.0	0.0
33.7	36.9	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	36.9	33.7	40.1	68.5	2.1	0.0	0.0

ΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

2

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
288.6	220.8	86.3	46.9	46.9	46.9	46.9	43.2	39.5	33.3	16.0	3.7	0.0	0.0
547.6	481.0	326.9	143.1	46.9	46.9	46.9	43.2	39.5	33.3	16.0	3.7	0.0	0.0
397.2	418.1	367.6	273.8	139.4	49.3	46.9	43.2	39.5	33.3	16.0	1.2	0.0	0.0
43.2	86.3	146.8	209.7	230.6	209.7	146.8	86.3	43.2	33.3	16.0	0.0	0.0	0.0
39.5	43.2	46.9	49.3	139.4	273.8	367.6	418.1	397.2	320.7	180.1	0.0	0.0	0.0
39.5	43.2	46.9	46.9	46.9	143.1	326.9	481.0	547.6	537.8	394.7	0.0	0.0	0.0
39.5	43.2	46.9	46.9	46.9	46.9	86.3	220.8	350.3	424.3	354.0	0.0	0.0	0.0
39.5	43.2	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	43.2	39.5	46.9	80.2	2.5	0.0	0.0

ΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

3

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
222.0	169.8	66.4	36.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	2.8	0.0	0.0
421.3	370.0	251.4	110.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	2.8	0.0	0.0
305.5	321.6	282.7	210.6	107.2	38.0	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	0.9	0.0	0.0
33.2	66.4	112.9	161.3	177.4	161.3	112.9	66.4	33.2	25.6	12.3	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	38.0	107.2	210.6	282.7	321.6	305.5	246.7	138.5	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	36.1	36.1	110.1	251.4	370.0	421.3	413.7	303.6	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	36.1	36.1	36.1	66.4	169.8	269.5	326.4	272.3	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	36.1	61.7	1.9	0.0	0.0

ΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

4

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
259.8	198.7	77.7	42.2	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	3.3	0.0	0.0
492.9	432.9	294.2	128.8	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	3.3	0.0	0.0
357.4	376.3	330.8	246.4	125.4	44.4	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	1.1	0.0	0.0
38.9	77.7	132.1	188.7	207.6	188.7	132.1	77.7	38.9	30.0	14.4	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	44.4	125.4	246.4	330.8	376.3	357.4	288.6	162.1	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	128.8	294.2	432.9	492.9	484.0	355.2	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	42.2	77.7	198.7	315.3	381.9	318.6	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	42.2	72.2	2.2	0.0	0.0

ΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

5

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
222.0	169.8	66.4	36.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	2.8	0.0	0.0
421.3	370.0	251.4	110.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	2.8	0.0	0.0
305.5	321.6	282.7	210.6	107.2	38.0	36.1	33.2	30.4	25.6	12.3	0.9	0.0	0.0
33.2	66.4	112.9	161.3	177.4	161.3	112.9	66.4	33.2	25.6	12.3	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	38.0	107.2	210.6	282.7	321.6	305.5	246.7	138.5	0.0	0.0	0.0

30.4	33.2	36.1	36.1	36.1	36.1	66.4	169.8	269.5	326.4	272.3	0.0	0.0	0.0
30.4	33.2	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	33.2	30.4	36.1	61.7	1.9	0.0	0.0

Ο ΑΝΟΙΓΜΑ: 6

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
259.8	198.7	77.7	42.2	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	3.3	0.0	0.0
492.9	432.9	294.2	128.8	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	3.3	0.0	0.0
357.4	376.3	330.8	246.4	125.4	44.4	42.2	38.9	35.5	30.0	14.4	1.1	0.0	0.0
38.9	77.7	132.1	188.7	207.6	188.7	132.1	77.7	38.9	30.0	14.4	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	44.4	125.4	246.4	330.8	376.3	357.4	288.6	162.1	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	128.8	294.2	432.9	492.9	484.0	355.2	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	42.2	77.7	198.7	315.3	381.9	318.6	0.0	0.0	0.0
35.5	38.9	42.2	42.2	42.2	42.2	42.2	38.9	35.5	42.2	72.2	2.2	0.0	0.0

ΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΟΜΗΝΙΑ	ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)	
ΙΟΥ	28.2	11.9
ΥΝ.	31.8	12.6
ΥΛ	33.7	13.1
Γ.	33.3	13.0
ΠΤ.	30.9	12.6
ΜΕΤΡΟ (m)	:	0
ΔΟΧΗ ΜΕ ΟΜΙΧΛΗ (1:ΝΑΙ 2:ΟΧΙ)	:	2
ΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50
ΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	46
ΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	27
ΔΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:	5
ΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15)	:	1
ΜΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m)	:	3.50
ΜΟΝΑΔΩΝ	:	Btu/h
ΜΟΔΟΛΟΓΙΑ	:	CARRIER

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

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΘΕΩΡΗΣΗ D.B.	-8.6	-7.2	-5.7	-4.3	-2.8	-1.7	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.7	-3.0	-4.3	-5.5
Θ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ.	25.1	26.5	28.0	29.4	30.9	32.0	33.2	33.7	33.2	32.6	32.0	30.7	29.4	28.2
ΑΡΑΘΥΡΩΝ	-1.9	-0.5	1.0	2.4	3.9	5.0	6.2	6.7	6.2	5.6	5.0	3.7	2.4	1.2
Η ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-6.9	-5.5	-4.0	-2.6	-1.1	0.0	1.2	1.7	1.2	0.6	-0.0	-1.3	-2.6	-3.8

ΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ (23 ΙΟΥΛ.) : -2.45

Δομικά στοιχεία κτιρίου

Αριθμ. στοιχείου	Τύπος Ashrae CLTD	Τύπος Ashrae TFM	Συντελεστής Κ Τοίχων Οροφών (Kcal/m ² h ^{°C})	Βάρος (Kg/m ²)	Χρώμα	Εσωτερικοί Τοίχοι & Δάπεδα	Συντελεστής Κ Τοίχων Οροφών (Kcal/m ² h ^{°C})
1	C	G1	0.55	300	2	E1	1.5
2	C	G4	0.6	300	2	E2	1.3
3	C	G6	0.58	300	2	E3	1.5
4	C	G7	1.28	300	2	E4	
5	C	G10	0.47	300		E5	
6	A	G18	2.00	700	2	E6	
7	B	G13	0.56	500	2	E7	
8	B	G15	0.55	500	2	E8	
9	B	H2	0.56	500	2	Δ1	0.362
10						Δ2	0.54
11						Δ3	0.58
12						Δ4	0.56
13	5	1	0.394	100	1.2	Δ5	0.42
14	3	2	2.8	100	1.2	Δ6	2.14
15	4	8	0.38	50	1.2	Δ7	
16					1.1	Δ8	
17					1.1		

Ανοίγματα κτιρίου

Αριθμ. ανοίγματος	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντελεστής Κ Ανοιγμάτων (Kcal/m ² h ^{°C})	Συντελεστής Τζαμιού	Είδος Πλαισίου	Συντελεστής α
1			4.5	1	Ξύλινο	
2			5.0	1	Μεταλλικό ή Χωρίς Πλαίσιο	
3			2.8	0.9	Ξύλινο	
4			3.2	0.9	Μεταλλικό ή Χωρίς Πλαίσιο	
5			2.2	0.9	Ξύλινο	
6			2.6	0.9	Μεταλλικό ή Χωρίς Πλαίσιο	
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Υπολογισμός Ψυκτικών Απωλειών

ο: 1 Α.Α. Χώρου: 1 Ονομασία Χώρου: ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ

	Προσανατολισμός	K	Μήκος	Υψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός Επιφανειών	Συνολική Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Επιφάνεια υπολογισμού	Εσωτερική σκίαση	Συν. πρόβ. λου	Αυθ. Συντελεστής σκίασης
A		0.47	7.40	3.50	25.90	1	25.90	5.82	20.08			
A		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
A		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
A		0.56	7.40	0.30	2.22	1	2.22		2.22			
B		0.47	7.70	3.50	26.95	1	26.95	4.11	22.84			
B		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
B		0.56	7.70	0.30	2.31	1	2.31		2.31			
Δ		0.47	4.70	3.50	16.45	1	16.45	7.17	9.28			
Δ		3.2	1.80	2.20	3.96	1	3.96		3.96			
Δ		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
Δ		0.56	4.70	0.30	1.41	1	1.41		1.41			
N		0.47	11.40	3.50	39.90	1	39.90	8.82	31.08			
N		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
N		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
N		3.2	1.20	1.50	1.80	1	1.80		1.80			
N		0.56	11.40	0.30	3.42	1	3.42		3.42			
		0.362	1	74.37	74.37	1	74.37		74.37			
		0.394	1	74.37	74.37	1	74.37		74.37			

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Επιφάνεια Υπολογισμού	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
20.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
74.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (Btu/h)

Επιφάνεια Υπολογισμού	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
20.08	-121	260	426	447	452	255	180	170	164	186	210
1.80	3824	3389	2335	1072	428	458	487	474	435	376	238
1.80	3824	3389	2335	1072	428	458	487	474	435	376	238
2.22	1	5	20	34	43	46	2	36	32	28	23
22.84	-218	-194	-166	-138	-115	-35	40	91	143	171	199
1.80	230	293	356	392	428	458	487	474	435	472	691
2.31	-14	-14	-14	-14	-14	-11	-8	-4	-1	2	2

	Επιφάνεια Υπολογισμού	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
	9.28	-56	-54	-51	-32	-14	18	49	129	190	260	311
	3.96	507	644	782	862	942	2504	5427	7854	8862	8674	6414
	1.80	230	293	356	392	428	1138	2467	3670	4028	3943	2915
	1.41	0	0	0	0	0	2	4	8	11	19	24
	31.08	-296	-265	-226	31	177	420	552	597	637	566	490
	1.80	256	598	1062	1543	1728	1609	1194	779	461	376	238
	1.80	256	598	1062	1543	1728	1609	1194	779	461	376	238
	1.80	256	598	1062	1543	1728	1609	1194	779	461	376	238
	3.42	-13	-13	-13	-9	-6	9	25	37	36	50	50
	74.37	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588	588
	74.37	-485	-394	-204	216	667	1104	1541	1884	2181	2273	2259
Σύνολο		8769	9722	9709	9542	9617	12238	15910	18717	19558	19108	15366

Μέγιστο Φωτισμού (Btu/h)

Συντελεστής	Ισχύς	Σύνολο
Φωτισμού	4.25	2560
Φθόρισμό		
Πυράκτιωση	3.40	340

Διάγραμμα Φωτισμού ανά ώρα

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Φωτισμός	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	1.00
Σύνολο	3179	2861	3179	3179	3179	3179	3179	2861	2543	2861	1.00

Μέγιστο Ατόμων (Btu/h)

Κατηγορία	Συντ. Αισθητού Φορτίου	Συντ. Λανθάνοντος Φορτίου	Αριθμός ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λανθάνοντος	Σύνολο Ολικού Φορτίου
Ανθρώπινοι σε αίθρια						
Ανθρώπινοι σε χώρα εργασίας						
Ανθρώπινοι σε γραφεία						
Ανθρώπινοι ή κατοικίδια ζώα	273.07	361.81	4	1092	1447	2540
Εργασιακή εργασία (στάσιο)						
Εργασιακή εργασία (στάσιο)						
Χορός						
Εργασιακή εργασία (στάσιο)						
Εργασιακή εργασία (στάσιο)						

Διάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ατόμων	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	1.00
Σύνολο	961	1081	1202	1202	1202	1202	1202	961	961	961	1202
Σύνολο	1274	1433	1592	1592	1592	1592	1592	1274	1274	1274	1592
Σύνολο	2235	2514	2793	2793	2793	2793	2793	2235	2235	2235	2793

Μέγιστο συσκευών

Κατηγορία	Σύνολο
Συσκευές	

Περιγραφή	Αισθητό	Λανθάνοντος	Συσκευών	Αισθητού Φορτίου	Λανθάνοντος Φορτίου	Ολικού Φορτίου
Αερίου						
η αερίου						
ηλεκτρική 300 W						
ηλεκτρική 1 kW	2380.80	595.20	1	2381	595	2976
ηλεκτρική 2 kW						
ηλεκτρική 3 kW						
αερίου 1/4 HP						
αερίου 1 HP						
αερίου 5 HP						
αισθητό			1			
λανθάνον			1			

Μετα Φορτία ανά ώρα (Btu/h)

	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Αισθητό	3179	2861	3179	3179	3179	3179	3179	2861	2543	2861	3179
Λανθάνον	961	1081	1202	1202	1202	1202	1202	961	961	961	1202
Σύνολο	1274	1433	1592	1592	1592	1592	1592	1274	1274	1274	1592
Αισθητό	2235	2514	2793	2793	2793	2793	2793	2235	2235	2235	2793
Λανθάνον	2619	2619	2619	2619	2619	2619	2619	2619	2619	2619	2619
Σύνολο	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
Αισθητό	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274	3274
Λανθάνον	-291	-73	144	361	578	754	930	1005	930	836	742

Μικρά φορτία χώρου ανά ώρα (Btu/h)

	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Αισθητό	15.24	16.21	16.85	16.90	17.19	19.99	23.84	26.16	26.61	26.39	23.11
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25
Σύνολο	17.17	18.30	19.10	19.15	19.44	22.24	26.09	28.09	28.54	28.31	25.35

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Btu/h)

	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μετα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Btu/h)

Αισθητό : 0
 Λανθάνον : 0
 Ολικός όγκος αέρα (m³/h) : 0.00

Υπολογισμός Ψυκτικών Απωλειών

Αριθμός: 1 Α.Α. Χώρου: 2 Ονομασία Χώρου: ΓΡΑΦΕΙΟ

Παραμέτρους χώρου

Κατηγορία	Προσαναπολήσεις	Κ	Μήκος	Υψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός Επιφανειών	Συνολική Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Επιφάνεια υπολογισμού	Εσωτερική σκίαση	Σιάβη πρόβουλου	Αυθ. Συντελεστής σκίασης
	B	0,47	3,60	3,50	12,60	1	12,60	2,88	9,72			
	B	3,2	1,20	1,50	1,80	1	1,80		1,80			
	B	0,56	3,60	0,30	1,08	1	1,08		1,08			
	Δ	0,47	2,60	3,50	9,10	1	9,10	0,78	8,32			
	Δ	0,56	2,60	0,30	0,78	1	0,78		0,78			
		0,362	1	9,36	9,36	1	9,36		9,36			
		0,394	1	9,36	9,36	1	9,36		9,36			

Συντελεστής σκίασης επιφανειών

Επιφάνεια Υπολογισμού	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
9,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,78	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Φωτισμός ανά επιφάνεια (Btu/h)

Επιφάνεια Υπολογισμού	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
9,72	-93	-83	-71	-59	-49	-15	17	39	61	73	85
1,80	230	293	356	392	428	458	487	474	435	472	691
1,08	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-4	-2	-1	1	1
8,32	-50	-48	-46	-29	-13	16	44	116	171	233	279
0,78	0	0	0	0	0	1	2	4	6	10	13
9,36	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
9,36	-61	-50	-26	27	84	139	194	237	274	286	284
Όλα	8769	9722	9709	9542	9617	12238	15910	18717	19558	19108	15366

Φωτισμός ανά ώρα (Btu/h)

Φωτισμός	Συντελεστής	Ισχύς	Σύνολο
Φωτισμός	4,25	200	850
Πυράκτιση	3,40	60	204

Προδιάγραμμα Φωτισμού ανά ώρα

Φωτισμός	8μμ	9μμ	10μμ	11μμ	12μμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Φωτισμός	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
Πυράκτιση	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	927	1159	1,00

Φωτισμός ανά ατόμων (Btu/h)

Φωτισμός	Συντ. Αισθητού Φορτίου	Συντ. Λαμβάνοντος Φορτίου	Αριθμός ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λαμβάνοντος	Σύνολο Ολικού Φορτίου
Φωτισμός						
Πυράκτιση						

ρένοι, τας Γραφείου	230.87	284.97	2	462	570	1032
ναί ή πώντας						
ική εργασία (τάσιο)						
ά εργασία (τάσιο)						
ς Χορός						
ί εργασία (τάσιο)						
ί εργασία (στήριο)						

Διάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
πρό τα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00
πό τό	508	508	508	508	508	508	508	508	406	508	508
πό τό νον	627	627	627	627	627	627	627	627	502	627	627
ολο	1135	1135	1135	1135	1135	1135	1135	1135	908	1135	1135

Μέγεθος συσκευών

Συσκευής	Συντ. Αισθητού	Συντελεστής Λανθάνοντος	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθητού Φορτίου	Σύνολο Λανθάνοντος Φορτίου	Σύνολο Ολικού Φορτίου
ή αερίου						
λη αερίου						
τρική 300 W	1587.20	793.60	1	1587	794	2381
τρική 1 kW	2380.80	595.20	1	2381	595	2976
τρική 2 kW						
τρική 3 kW						
ήρας 1/4 HP						
ήρας 1 HP						
ήρας 5 HP						
Αισθητό ίο			1			
Λανθάνον ίο			1			

Συνολικά Φορτία ανά ώρα (Btu/h)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
σμός	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	927	1159	1159
α (θητό)	508	508	508	508	508	508	508	508	406	508	508
α (λάνον)	627	627	627	627	627	627	627	627	502	627	627
α (ολο)	1135	1135	1135	1135	1135	1135	1135	1135	908	1135	1135
κευές (θητό)	4365	4365	4365	4365	4365	4365	4365	4365	4365	4365	4365
κευές (λάνον)	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528
κευές (ολο)	5892	5892	5892	5892	5892	5892	5892	5892	5892	5892	5892
αμάδες	-34	-9	17	43	68	89	110	118	110	99	88

Ολικά φορτία χώρου ανά ώρα (Btu/h)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ισθητό	6.09	6.20	6.33	6.47	6.62	6.79	6.96	7.09	6.83	7.28	7.55
θητό	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15
λάνον											
ύνολο	8.25	8.36	8.48	8.63	8.77	8.94	9.11	9.25	8.86	9.43	9.70

Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Btu/h)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
αδ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
αν	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
αο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Συνολικά Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Btu/h)

5 : 0
 ον : 0
 ός όγκος αέρα (m³/h) : 0.00

Χώρος 1
Ονομασία ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	11.76	12.70	13.31	13.31	13.55	16.34	20.18	22.50	22.95	22.74	19.48	8.61	7.73	5.52
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25	2.25	2.25	0.65
Σύνολο	13.69	14.79	15.56	15.56	15.80	18.59	22.43	24.43	24.88	24.67	21.73	10.86	9.97	6.18

Χώρος 2
Ονομασία ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	5.60	5.70	5.83	5.97	6.11	6.27	6.44	6.58	6.31	6.77	7.04	5.90	5.78	5.60
Λανθάνον	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15	1.53	1.53	1.53
Σύνολο	7.75	7.86	7.98	8.12	8.26	8.43	8.60	8.73	8.34	8.92	9.19	7.42	7.30	7.13

Χώρος 1
 Ονομασία ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	12.65	13.20	13.64	13.17	13.64	16.25	20.46	23.03	23.89	24.03	21.52	10.43	8.85	6.63
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25	2.25	2.25	0.65
Σύνολο	14.58	15.29	15.88	15.41	15.88	18.50	22.71	24.95	25.82	25.96	23.77	12.67	11.10	7.29

Χώρος 2
 Ονομασία ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	5.70	5.81	5.94	6.08	6.22	6.39	6.56	6.69	6.43	7.02	7.33	6.15	5.89	5.71
Λανθάνον	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15	1.53	1.53	1.53
Σύνολο	7.86	7.97	8.09	8.23	8.38	8.55	8.71	8.85	8.46	9.17	9.49	7.68	7.42	7.24

Επίπεδο 1

Χώρος 1
Ονομασία ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	15.24	16.21	16.85	16.90	17.19	19.99	23.84	26.16	26.61	26.39	23.11	12.28	11.29	9.06
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25	2.25	2.25	0.65
Σύνολο	17.17	18.30	19.10	19.15	19.44	22.24	26.09	28.09	28.54	28.31	25.35	14.53	13.54	9.71

Χώρος 2
Ονομασία ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	6.09	6.20	6.33	6.47	6.62	6.79	6.96	7.09	6.83	7.28	7.55	6.42	6.28	6.10
Λανθάνον	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15	1.53	1.53	1.53
Σύνολο	8.25	8.36	8.48	8.63	8.77	8.94	9.11	9.25	8.86	9.43	9.70	7.95	7.81	7.63

LIT

Χώρος 1
Όνομασία ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	15.47	17.79	19.93	19.18	19.26	22.33	26.96	27.76	26.91	24.65	19.63	11.95	11.04	8.81
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25	2.25	2.25	0.65
Σύνολο	17.40	19.88	22.18	21.43	21.51	24.58	29.21	29.69	28.84	26.58	21.88	14.20	13.29	9.46

Χώρος 2
Όνομασία ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	6.03	6.17	6.29	6.44	6.58	6.75	6.89	7.05	6.76	7.09	7.11	6.37	6.25	6.07
Λανθάνον	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15	1.53	1.53	1.53
Σύνολο	8.18	8.32	8.45	8.59	8.74	8.91	9.05	9.21	8.79	9.25	9.26	7.90	7.77	7.59

Χώρος 1
 Ονομασία ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	14.65	17.98	19.69	19.26	20.36	22.41	26.66	27.75	25.61	20.79	11.19	10.37	9.48	7.26
Λανθάνον	1.93	2.09	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.93	1.93	1.93	2.25	2.25	2.25	0.65
Σύνολο	16.58	20.07	21.93	21.51	22.61	24.65	28.91	29.68	27.54	22.72	13.44	12.62	11.73	7.92

Χώρος 2
 Ονομασία ΓΡΑΦΕΙΟ

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ
Αισθητό	5.77	5.92	6.05	6.19	6.36	6.50	6.67	6.80	6.50	6.80	6.72	6.15	6.02	5.85
Λανθάνον	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.03	2.15	2.15	1.53	1.53	1.53
Σύνολο	7.92	8.08	8.20	8.34	8.51	8.66	8.82	8.96	8.52	8.95	8.87	7.67	7.55	7.37

ΜΗΝΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (1000 Btu/h)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΑΙΟΥ	22	23	24	24	24	27	31	33	33	34	31	18	17	13
ΥΝ.	22	23	24	24	24	27	31	34	34	35	33	20	19	15
ΥΛ.	25	27	28	28	28	31	35	37	37	38	35	22	21	17
Γ.	26	28	31	30	30	33	38	39	38	36	31	22	21	17
ΠΤ.	25	28	30	30	31	33	38	39	36	32	22	20	19	15

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (1000 Btu/h)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΑΙΟΥ														
ΤΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	6	7	7	7	7	10	13	16	17	17	14	2	1	0
ΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΜΑΔΕΣ :	-1	-1	-1	-0	-0	-0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-1
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ. ΧΩΡ. :	17	18	19	19	20	23	27	29	29	30	27	15	14	11
ΛΑΝ. ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ :	22	23	24	24	24	27	31	33	33	34	31	18	17	13

ΟΥΝ.

ΤΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	6	7	7	6	6	9	13	16	18	18	15	4	2	1
ΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΜΑΔΕΣ :	-1	-0	-0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	-0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ. ΧΩΡ. :	18	19	20	19	20	23	27	30	30	31	29	17	15	12
ΛΑΝ. ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ :	22	23	24	24	24	27	31	34	34	35	33	20	19	15

ΟΥΛ.

ΤΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	9	10	10	10	10	13	17	20	21	20	17	6	5	4
ΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΜΑΔΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

ΑΙΣ.ΧΩΡ.	21	22	23	23	24	27	31	33	33	34	31	19	18	15
ΛΑΝ.ΧΩΡ.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ	25	27	28	28	28	31	35	37	37	38	35	22	21	17

Γ.

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	9	12	13	12	12	15	20	21	21	18	13	5	4	3
ΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΑΜΑΔΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Θ. ΑΤΟΜ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ.	22	24	26	26	26	29	34	35	34	32	27	18	17	15
ΛΑΝ.ΧΩΡ.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ	26	28	31	30	30	33	38	39	38	36	31	22	21	17

ΕΠΤ.

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	8	12	13	12	14	15	20	21	20	15	5	4	3	2
ΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΑΜΑΔΕΣ :	-1	-0	-0	-0	0	0	1	1	1	0	0	0	-0	-0
Θ. ΑΤΟΜ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ.	20	24	26	25	27	29	33	34	32	28	18	17	16	13
ΛΑΝ.ΧΩΡ.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ	25	28	30	30	31	33	38	39	36	32	22	20	19	15

ΓΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ 1000 Btu/h

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
ΑΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑ: 1														
ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	6	7	7	7	7	10	13	16	17	17	14	2	1	0
ΣΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΡΑΔΕΣ :	-1	-1	-1	-0	-0	-0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-1
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	17	18	19	19	20	23	27	29	29	30	27	15	14	11
ΛΑΝ.ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ ΣΥΣ. :	22	23	24	24	24	27	31	33	33	34	31	18	17	13

ΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	6	7	7	6	6	9	13	16	18	18	15	4	2	1
ΣΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΡΑΔΕΣ :	-1	-0	-0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	-0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	18	19	20	19	20	23	27	30	30	31	29	17	15	12
ΛΑΝ.ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ ΣΥΣ. :	22	23	24	24	24	27	31	34	34	35	33	20	19	15

ΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ														
ΦΑΝΕΙΕΣ :	9	10	10	10	10	13	17	20	21	20	17	6	5	4
ΣΙΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Θ. ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΠΑΡΑΔΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	21	22	23	23	24	27	31	33	33	34	31	19	18	15
ΛΑΝ.ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ ΣΥΣ. :	25	27	28	28	28	31	35	37	37	38	35	22	21	17

ΓΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΠΑΝΕΙΕΣ :	9	12	13	12	12	15	20	21	21	18	13	5	4	3
ΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΜΑΔΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	22	24	26	26	26	29	34	35	34	32	27	18	17	15
ΛΑΝ.ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ ΣΥΣ. :	26	28	31	30	30	33	38	39	38	36	31	22	21	17

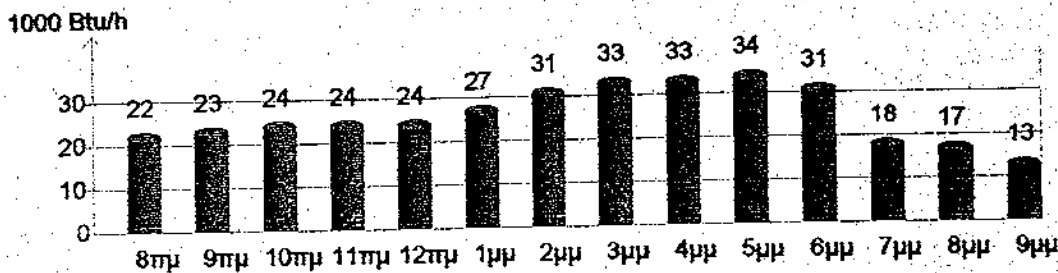
ΕΠΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΓΙΑ ΧΩΡΟΥ

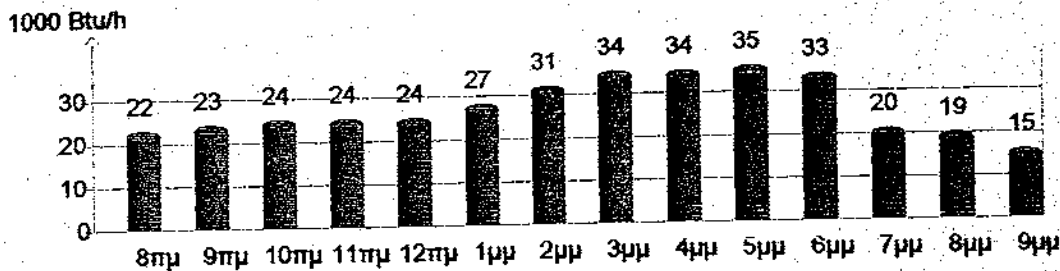
ΠΑΝΕΙΕΣ :	8	12	13	12	14	15	20	21	20	15	5	4	3	2
ΣΜΟΣ :	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
ΑΤΟΜ. :	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0
ΣΥΣΚ. :	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ΜΑΔΕΣ :	-1	-0	-0	-0	0	0	1	1	1	0	0	0	-0	-0
Θ. ΑΤΟΜ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Θ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	20	24	26	25	27	29	33	34	32	28	18	17	16	13
ΛΑΝ.ΧΩΡ. :	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ														
ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Θ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΛΟ ΣΥΣ. :	25	28	30	30	31	33	38	39	36	32	22	20	19	15

Ποσότητες Συγκρίτων Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό

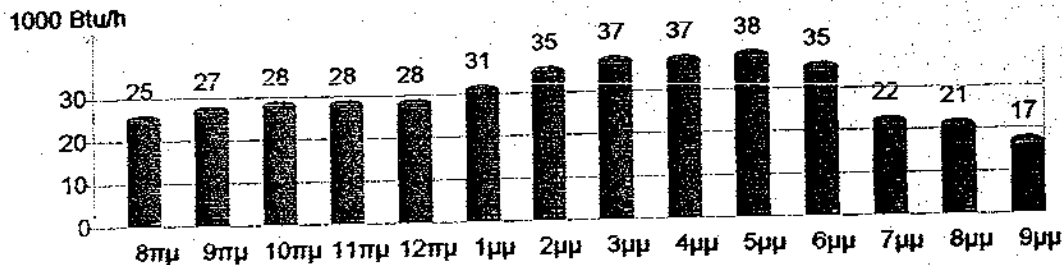
ΑΕΡΙΣΜΟΣ



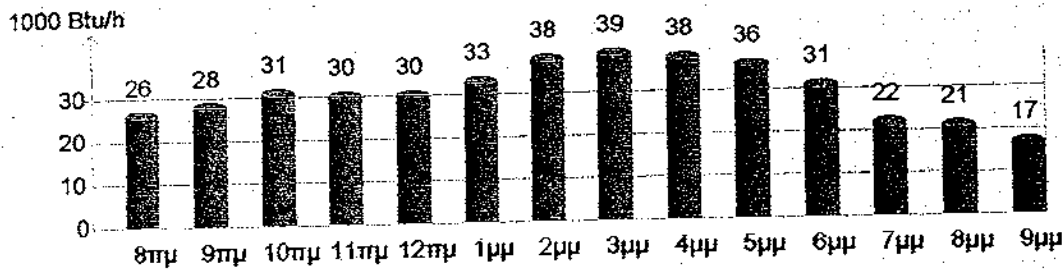
ΑΕΡΙΣΜΟΣ



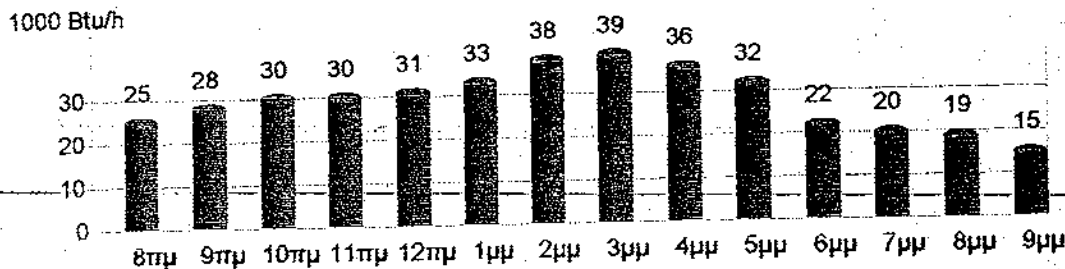
ΑΕΡΙΣΜΟΣ



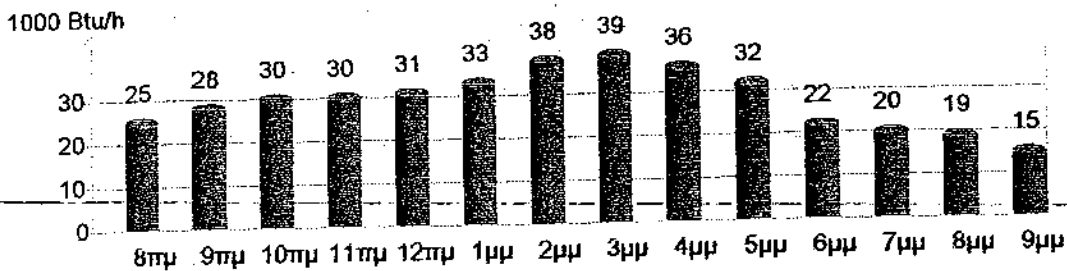
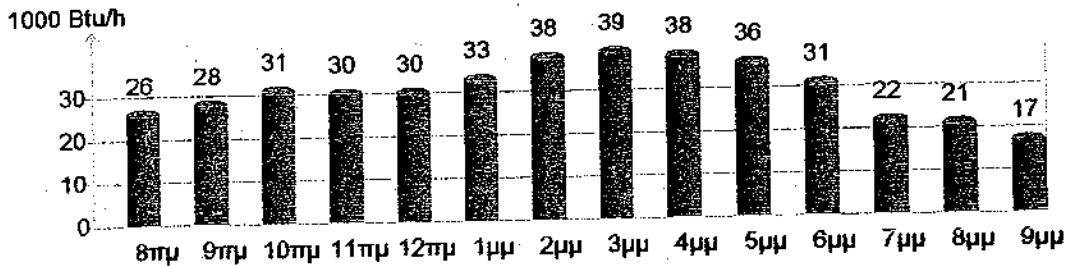
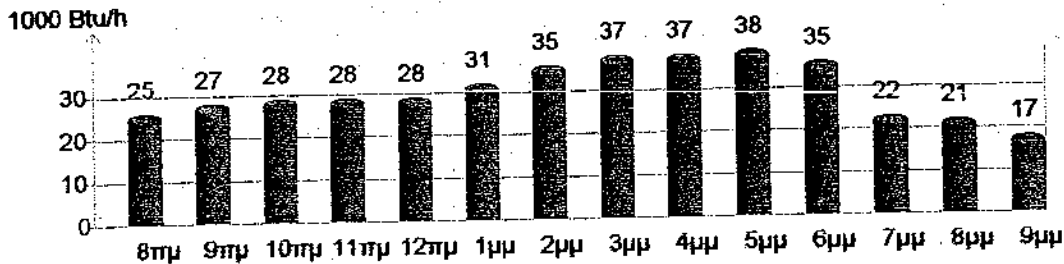
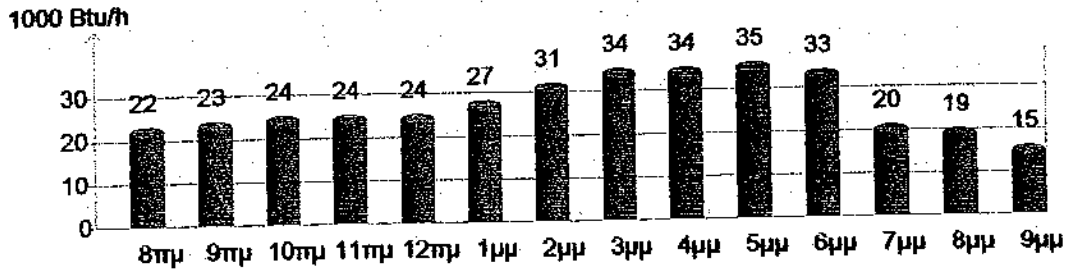
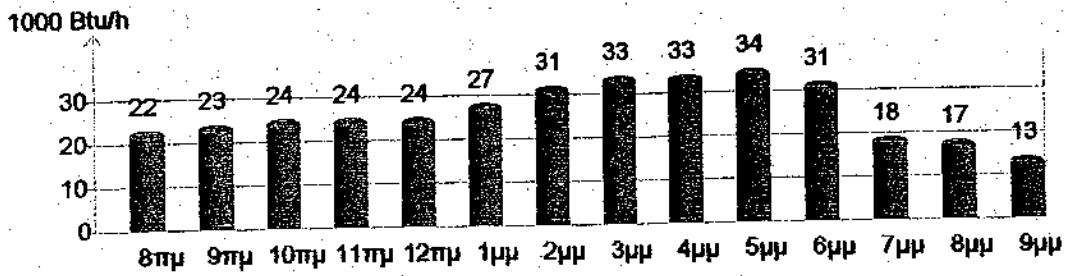
ΑΕΡΙΣΜΟΣ



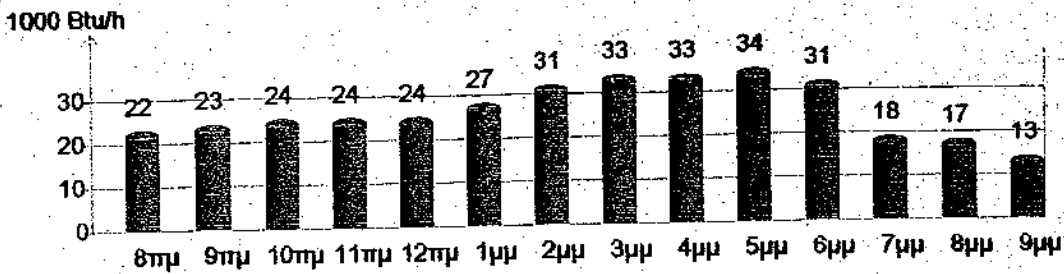
ΑΕΡΙΣΜΟΣ



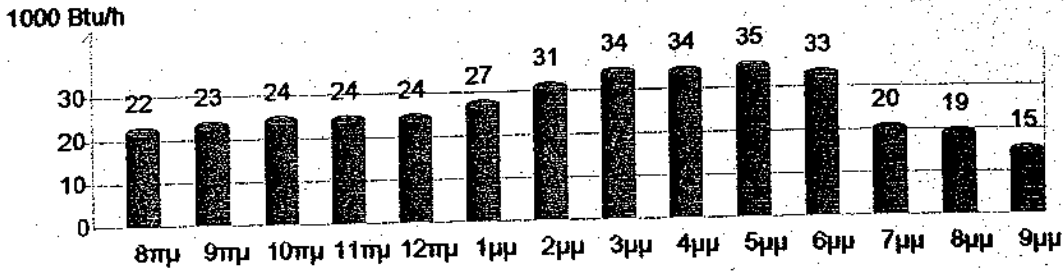
κατά Συγκλήτων Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό



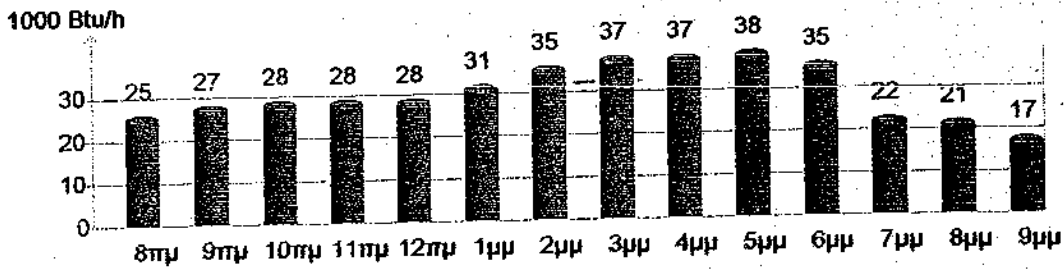
κατα Συστημάτων



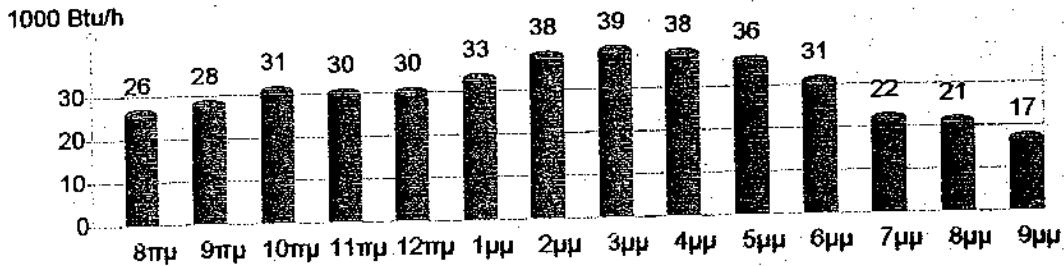
Υ
MA 1



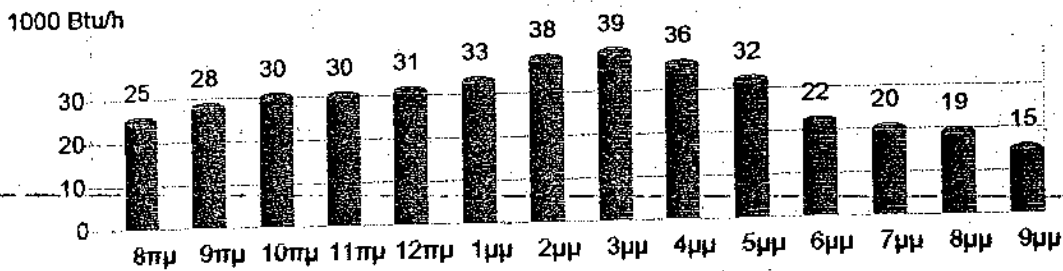
MA 1



MA 1



MA 1



TT.
MA 1

Επιλογή κλιματιστικών μονάδων

- Θερμικές απαιτήσεις

Για το κατάστημα σύμφωνα με τον πίνακα υπολογισμού θερμικών απωλειών της σελίδας 89, υπολογίστηκαν σε 5101 Kcal/h ή 20240 Btu/h.

Για το γραφείο σύμφωνα με τον πίνακα υπολογισμού θερμικών απωλειών της σελίδας 90, υπολογίστηκαν σε 712 Kcal/h ή 2825 Btu/h.

- Ψυκτικά φορτία

Για το κατάστημα σύμφωνα με τον πίνακα συνολικών απωλειών ψυκτικών φορτίων για την 24^η Αυγούστου της σελίδας 118, είναι 29,69x1000 Btu/h ή 29690 Btu/h.

Για το γραφείο σύμφωνα με τον πίνακα συνολικών απωλειών ψυκτικών φορτίων για την 23^η Ιουλίου της σελίδας 117, είναι 9,7x1000 Btu/h ή 9700 Btu/h.

Εξετάζοντας τις αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες διάφορων κατασκευαστών, παρατηρούμε ότι αυτές παράγονται σε διάφορα μεγέθη με αντίστοιχες αποδόσεις σε ψύξη και σε θέρμανση. Κατόπιν αυτού, τοποθετούμε στο εμπορικό κατάστημα τις αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες ως εξής:

	Ψυκτική Ισχύς	Θερμική Ισχύς
Κατάστημα		
	1x13410 Btu/h	1x14680 Btu/h
	2x9640 Btu/h	2x11030 Btu/h
Σύνολο	32690 Btu/h	36740 Btu/h

Γραφείο	1x9640 Btu/h	1x11030 Btu/h
----------------	--------------	---------------

Από τα παραπάνω στοιχεία, προκύπτει ότι οι αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, που τοποθετούμε στο εμπορικό κατάστημα, καλύπτουν ικανοποιητικά τις ανάγκες του χώρου για ψύξη και για θέρμανση.

