

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΙΓΓΛΕΣΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΚΟΨΑΥΤΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΜΑΝΤΖΑΣ ΜΗΝΑΣ**

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ - 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελίδα
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	
2.1	Γενικά	11
2.2	Βιομηχανική ψύξη	14
2.2.1	Γενικά	14
2.2.2	Ψύξη και η χρήση της	15
2.2.3	Διαδικασία ψύξης	16
2.2.3.1	Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης	16
2.2.4	Κύρια μέρη ψυκτικού συγκροτήματος	17
2.2.4.1	Συμπιεστές	17
2.2.4.1.1	Κατηγορίες συμπιεστών	18
2.2.4.1.2	Παλινδρομικοί συμπιεστές	19
2.2.4.1.3	Περιστροφικοί συμπιεστές	19
2.2.4.1.3 ^α	Συμπιεστές ελικοειδούς μορφής	20
2.2.4.1.3 ^β	Φυγοκεντρικοί συμπιεστές	21
2.2.4.1.3 ^γ	Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα	21
2.2.4.1.3 ^δ	Σπειροειδείς συμπιεστές	21
2.2.4.2	Απόδοση συμπιεστή και συστήματος	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	
3.1	Γενικά	24
3.2	Κατάταξη συστημάτων κεντρικού κλιματισμού	25
3.2.1	Συστήματα κλιματισμού "μονό με αέρα"	26
3.2.1 ^α	Συστήματα κλιματισμού "μονού αγωγού" και σταθερής παροχής	27
3.2.1 ^β	Συστήματα κλιματισμού "μονού αγωγού" με αναθέρμανση	28
3.2.1 ^γ	Συστήματα κλιματισμού "μονού αγωγού" μεταβαλλόμενης παροχής αέρα (μπα)	28
3.2.1 ^δ	Συστήματα κλιματισμού με "ζώνες"	29
3.2.1 ^ε	Συστήματα κλιματισμού δυο αεραγωγών , με	

	σταθερή ή μεταβαλλόμενη παροχή	30
3.2.2	Συστήματα κλιματισμού "μονό με νερό"	31
3.2.2α	Βασικό σύστημα κλιματισμού "μονό με νερό" και τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχειού (ΤΜΑΣ)	31
3.2.2β	Συστήματα κλιματισμού με τμας και πολλαπλούς σωλήνες	32
3.2.3	Συστήματα κλιματισμού "αέρα – νερού"	33
3.2.4	Συστήματα κλιματισμού "ψυκτικού ρευστού – αέρα"	34
3.3	Κατασκευαστικά στοιχεία κεντρικής μονάδας επεξεργασίας του αέρα	35
3.4	ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	
3.4.1	Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών	37
3.4.1α	Εξωτερικοί τοίχοι	37
3.4.1β	Οροφές	39
3.4.1γ	Εσωτερικοί τοίχοι	39
3.4.1δ	Δάπεδα	39
3.4.1ε	Ανοίγματα	40
3.4.1ζ	Φορτία φωτισμού	41
3.4.1θ	Φορτία συσκευών	42
3.4.1ι	Φορτία από χαραμάδες	44
3.4.1κ	Αερισμός	44
3.5	Παρουσίαση αποτελεσμάτων	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	
4.1	Μετάδοση θερμότητας μέσα από επίπεδο τοίχωμα	82
4.2	Μετάδοση θερμότητας μέσω κυρτών επιφανειών	84
4.3	Ροή της θερμότητας, συντελεστές θερμοπερατότητας και βασικές αρχές θερμομονώσεως	88
4.3.1	Βασικές αρχές της ροής θερμότητας στα κτίρια	88
4.3.2	Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ	90
4.3.2.1	Στοιχεία από την μελέτη θερμομονώσεως	91
4.4	Χειμερινά θερμικά φορτία – θερμικές απώλειες χωρών και κτιρίων	96
4.4.1	Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου	97
4.4.2	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	99

4.4.3	Εισαγωγική διαδικασία για τους υπολογισμούς και μερικές παραδοχές θερμικών απωλειών	100
4.5	Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών	102
4.6	Παρουσίαση αποτελεσμάτων	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ	
5.1	Δίκτυα αέρα – στόμια – ανεμιστήρες	116
5.2	Αεραγωγοί	116
5.3	Πτώση πίεσεως σε ευθύγραμμους αγωγούς κυκλικής διατομής	117
5.4	Πτώση πίεσεως σε ευθύγραμμους αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής	118
5.5	Πτώση πίεσεως σε στενώσεις, διευρύνσεις, διακλαδώσεις, και αλλαγή της διεύθυνσης ροής	119
5.6	Τιμές του συντελεστή τριβής (ζ) σε στενώσεις και διευρύνσεις της διατομής αεραγωγών	120
5.6.α	Τιμές του συντελεστή τριβής σε διακλαδώσεις αεραγωγών	120
5.6.β	Τιμές του συντελεστή τριβής (ζ) σε σημεία αλλαγής της διεύθυνσης της ροής στους αεραγωγούς	120
5.7	Υπολογισμός αεραγωγών	121
5.8	Η ταχύτητα και η πίεση του αέρα στους αεραγωγούς	123
5.9	Οικονομικοί παράγοντες που σχετίζονται με την επιλογή διαστάσεων και την κατασκευή των αεραγωγών	124
5.10	Μέθοδοι υπολογισμού αεραγωγών	125
5.11	Περιγραφή εγκατάστασης αεραγωγών	127
5.11.1	Γενικά	127
5.11.2	Αεραγωγοί από μαύρο σιδηρέλασμα	128
5.11.3	Αεραγωγοί από γαλβανισμένο σιδηρέλασμα	128
5.11.4	Κατασκευή αεραγωγών	129
5.11.5	Μονώσεις αεραγωγών	130
5.11.6	Μονώσεις αεραγωγών που βρίσκονται στο ύπαιθρο	130
5.11.7	Στόμια προσαγωγής αέρος τοίχου	131
5.11.8	Στόμια προσαγωγής αέρος τεσσάρων – τριών - δύο ή μιας κατευθύνσεως	131
5.11.9	Στόμια προσαγωγής αέρος δαπέδου	132
5.12	Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών	132
5.13	Παρουσίαση αποτελεσμάτων	135
	Παράρτημα πινάκων και διαγραμμάτων	141
	Βιβλιογραφία	152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης και το Πρόγραμμα 2001, που καταστρώθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ, υποχρεώνουν στην εξασφάλιση επαρκούς συντελεστή θερμομόνωσης στα κτίρια και την αναζήτηση των αναγκαίων τεχνολογικών καινοτομιών ώστε η ψύξη, ο δροσισμός και η θέρμανση να πραγματοποιούνται με τη μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και στο χαμηλότερο δυνατό κόστος. Είναι κατά συνέπεια υποχρέωση του Τεχνικού που θα πρέπει να επιλύσει τα πιο πάνω προβλήματα, να εξετάσει τις ακόλουθες δυνατότητες: Να χρησιμοποιήσει τις κατάλληλες διαδικασίες θερμομόνωσης με στόχο τον περιορισμό των ενεργητικών αναγκών. Να επιδιώξει την ορθολογική χρήση των μέσων ανάκτησης θερμότητας από τη θερμότητα που χάνεται, για παράδειγμα απόληψη θερμότητας από τον αέρα που εξέρχεται από ένα κτίριο ή από το νερό χρήσης με εναλλάκτες θερμότητας αέρα - αέρα ή αντίστοιχα νερού με απόδοση σε θερμό νερό ή αέρα κτλ. . Να χρησιμοποιήσει την ηλιακή ενέργεια, τα νερά ψύξης θερμικών σταθμών κτλ. . Να αξιοποιήσει συστήματα θερμοδυναμικά προσαρμοσμένα στην παραγωγή θερμότητας σε στάθμες θερμοκρασίας σχετικά χαμηλές σε σχέση με τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την καύση, όπως για παράδειγμα τη θερμότητα του νερού της θάλασσας, του υπεδάφους, γεωθερμικών πεδίων κτλ. . Να αναπτύξει συστήματα ρύθμισης της λειτουργίας των θερμικών εγκαταστάσεων ώστε να δαπανάται ακριβώς η ενέργεια που απαιτείται για την εξασφάλιση της αναγκαίας θερμικής άνεσης. Ανάμεσα στις τεχνολογικές δυνατότητες που παρέχονται για την επιτυχία μέρους των πιο πάνω στόχων είναι και η χρήση της αντλίας θερμότητας που παρέχει τη δυνατότητα εξασφάλισης ψύξης και θέρμανσης. **Μετάδοση θερμότητας.** Με εξαίρεση την παραγωγή θερμότητας που εξασφαλίζεται από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από υδροηλεκτρικούς ή ανεμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής, η παραγωγή θερμότητας εξασφαλίζεται από την καύση, δηλαδή τη φθορά ορυκτών

κυρίως καυσίμων ή γενικά την καύση των απαραίτητων υλών π.χ. ξύλου. Πραγματικά, κάθε σώμα περιέχει θερμίδες και το πρόβλημα συνίσταται στη δυνατότητα αξιοποίησης αυτής της θερμότητας με απλές τεχνικές μεθόδους και με χαμηλό κόστος. **Ο θερμικός κινητήρας.** Η θερμότητα μεταδίδεται φυσικά από ένα σώμα θερμό προς ένα σώμα ψυχρό. Οι τεχνικοί προσπαθούν να εκμεταλλευτούν αυτήν την τάση για να παραγάγουν μηχανική ενέργεια και είναι γνωστό ότι η ιδανική μηχανή που εξασφαλίζει αυτή την παραγωγή μηχανικής ενέργειας λειτουργεί κατά τον κύκλο του Carnot. Στην περίπτωση ενός θερμικού κινητήρα μια θερμή πηγή μεταδίδει θερμότητα στη μηχανή που παράγει έργο και αποδίδει ένα μέρος της θερμότητας στην ψυχρή πηγή. Η απόδοση του θερμοδυναμικού κύκλου είναι πάντα μικρότερη από τη μονάδα, δηλαδή ένα περιορισμένο μέρος της θερμικής ενέργειας μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Σε αντίθεση με το θερμικό κινητήρα, η αντλία θερμότητας έχει τη δυνατότητα με τη μηχανική ενέργεια να περάσει τη θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα προς ένα θερμότερο. **Η αντλία θερμότητας.** Η αντλία θερμότητας είναι μια συσκευή που αφαιρεί θερμότητα από μια ουσία και τη μεταφέρει σε ένα άλλο μέρος της ίδιας ουσίας ή σε μια άλλη ουσία, σε πιο υψηλή θερμοκρασία. Με τη φυσική έννοια του όρου, όλες οι ψυκτικές μηχανές, περιλαμβάνοντας τις κλιματιστικές μηχανές ή τους ψύκτες, είναι αντλίες θερμότητας. Στη μηχανολογία ο όρος αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται κυρίως για να δείξει τη συσκευή που θερμαίνει για να καλύψει κάποιες ανάγκες αντί για να δείξει τη συσκευή που απομακρύνει θερμότητα για να ψύξει. Γενικά οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση, με τις αντίστοιχες τεχνολογικές διατάξεις ώστε να είναι δυνατό να ανταποκρίνονται σε αυτό το ρόλο. Αρχές λειτουργίας των αντλιών θερμότητας Είναι γνωστό ότι όταν συμπιέζεται ένα αέριο θερμαίνεται και ότι όταν εκτονώνεται το συμπιεσμένο αέριο ψύχεται. Προκειμένου να μεταφερθεί θερμότητα από μια ψυχρή πηγή χρησιμοποιείται ένα ρευστό που ονομάζεται ψυκτικό ρευστό. Οι ιδιότητές του είναι τέτοιες ώστε η θερμοκρασία του μετά την εκτόνωση να είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία της ψυχρής πηγής ενώ μετά τη συμπίεση να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία της θερμής πηγής. Οι θερμοδυναμικές αντλίες θερμότητας περιλαμβάνουν έτσι ένα κύκλωμα που απαρτίζεται από τα ακόλουθα κύρια όργανα: . Εναν εναλλάκτη που ονομάζεται εξατμιστής ή εξατμιστήρας στον οποίο η ψυχρή πηγή έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό ρευστό. Το ρευστό πρέπει να είναι σε θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή της ψυχρής πηγής. Ένα συμπιεστή υπό την ενέργεια του οποίου το ρευστό που χρησιμοποιείται θα εισρεύσει στον εξατμιστή

για να συμπιεστεί και να διακινηθεί προς το συμπυκνωτή ή συμπυκνωτήρα. . Ενα δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας, το συμπυκνωτή, στον οποίο η θερμή πηγή θα έρθει σε επαφή με το θερμογόνο ρευστό. Το ρευστό αυτό σε αέρια κατάσταση πρέπει να έχει θερμοκρασία υψηλότερη από αυτή της θερμής πηγής και θα συμπυκνωθεί στο συμπυκνωτή. . Εναν εκτονωτή ή βαλβίδα εκτόνωσης, που παραλαμβάνει το ρευστό από το συμπυκνωτή και εξασφαλίζει την εκτόνωσή του πριν από την επανεισαγωγή του στον εξατμιστή. Έτσι κλείνει ο κύκλος λειτουργίας της θερμοδυναμικής αντλίας θερμότητας που παραλαμβάνει θερμότητα από την ψυχρή πηγή και την αποδίδει ως θερμότητα. Παρατηρείται ότι δε χρησιμοποιούνται ρευστά που παραμένουν αέρια σε όλο τον κύκλο αλλά ρευστά στα οποία γίνεται εκμετάλλευση του φαινομένου της εξαερίωσης και της συμπύκνωσης που παρουσιάζονται κατά την αλλαγή της κατάστασης ώστε να επαληθεύονται οι όροι εξατμιστής και συμπυκνωτής που χρησιμοποιούνται για τους εναλλάκτες. Οι αντλίες θερμότητας περιλαμβάνουν και άλλες διατάξεις αυτοματισμού όπως τετράοδες βάνες, διατάξεις απόψυξης, συμπληρωματικές ηλεκτρικές αντιστάσεις κτλ., ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται ως αντλίες θερμότητας για ψύξη και θέρμανση. Η διαδικασία αναστροφής του κύκλου εξασφαλίζεται είτε με αναστροφή των κυκλωμάτων, είτε με αναστροφή των υδραυλικών συστημάτων ή των κυκλωμάτων παροχής αέρα στο χώρο. Τύποι αντλιών θερμότητας Υπάρχουν αρκετοί τύποι αντλιών θερμότητας ανοικτού ή κλειστού κύκλου. Μερικές αντιστρέφουν τον κύκλο τους για να χρησιμοποιούνται τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση ενώ άλλοι τύποι χρησιμοποιούνται μόνο για θέρμανση ή μόνο για ψύξη. Οι βασικοί τύποι είναι: . Κλειστού κύκλου με συμπίεση ατμών. Χρησιμοποιώντας ένα συμβατικό ξεχωριστό ψυκτικό κύκλο, ο τύπος αυτός είναι πολύ κοινός για κλιματισμό κτιρίων και για βιομηχανική χρήση. Χρησιμοποιεί σύνθετο, πολυβάθμιο ή συζευγμένο ψυκτικό κύκλο. . Κύκλου μηχανικής ανασυμπίεσης ατμών με εναλλάκτη θερμότητας. Κατά τη διαδικασία οι ατμοί συμπίεζονται σε θερμοκρασία και πίεση επαρκή για άμεση επανάχρηση κατά τη διαδικασία. Η κατανάλωση ενέργειας είναι περιορισμένη εφόσον οι στάθμες θερμοκρασίας είναι οι βέλτιστες για τη διαδικασία. Τυπικές εφαρμογές για τον κύκλο αυτό περιλαμβάνουν εξατμιστές (απορροφητές) και στήλες απόσταξης. . Ανοικτός κύκλος ανασυμπίεσης ατμών. Τυπική εφαρμογή αυτού του τύπου κύκλου αποτελεί μια κατασκευή που περιλαμβάνει σειρά από δοχεία με διάφορες στάθμες και περίσσεια ατμού σε δοχείο με πιο χαμηλή στάθμη. Η θερμότητα προωθείται προς υψηλότερη πίεση με συμπίεση του ατμού χαμηλότερης πίεσης. . Κύκλος Rankine για

θερμότητα που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν. Ο κύκλος αυτός είναι χρήσιμος όταν μεγάλες ποσότητες θερμότητας χάνονται και όπου το κόστος ενέργειας είναι υψηλό. Το τμήμα της αντλίας θερμότητας μπορεί να είναι ανοικτό ή κλειστό αλλά ο κύκλος Rankine είναι συνήθως κλειστός. Οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται ακόμη με βάση (1) τη θερμή πηγή και το χώρο εκροής, (2) το ρευστό διανομής της ψύξης ή της θέρμανσης, (3) το θερμοδυναμικό κύκλο, (4) τη δομή του κτιρίου, (5) το μέγεθος και διαμόρφωση και (6) τον περιορισμό της θερμής πηγής και του χώρου εκροής. Οι αντλίες θερμότητας που περιλαμβάνονται είναι: . Αέρα - αέρα. Μεταξύ των ψυχρών πηγών είναι δυνατό να θεωρηθούν ο αέρας του εξωτερικού περιβάλλοντος, ο αέρας που εξέρχεται από ένα κτίριο κτλ. Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται θερμίδες από τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η πηγή αυτή έχει πιο χαμηλή θερμοκρασία το χειμώνα παρ'όλο που οι ανάγκες για θέρμανση είναι πιο αυξημένες. Αντίθετα αν ως πηγή απόληψης θερμότητας χρησιμοποιείται ο αέρας που απορρίπτεται από τον εσωτερικό χώρο, η θερμοκρασία είναι πιο σταθερή και βελτιώνεται η ωφέλιμη ισχύς της αντλίας θερμότητας. . Νερού - αέρα. Ψυχρές πηγές στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι λίμνες, πηγάδια, ποταμοί, η θάλασσα, βιομηχανικά υγρά απόβλητα ή από άλλες προελεύσεις. Σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες τα υγρά απόβλητα είναι δυνατό να αξιοποιηθούν με αντλίες θερμότητας. . Αέρα - νερού. Οι ψυχρές πηγές είναι παρόμοιες με την περίπτωση αντλιών θερμότητας αέρα - αέρα. . Υπεδάφους - αέρα/νερού. Στην περίπτωση αυτή ο εναλλάκτης, που ενταφιάζεται στο υπέδαφος σε βάθος 1 ως 2 μέτρων, αποτελείται από σύνολο σωληνώσεων κατά προτίμηση πλαστικών. Το βάθος εκσκαφής εξαρτάται από τη φύση του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Η εσωτερική πηγή, που περιλαμβάνει και βρόχο νερού, χρησιμοποιείται στα μεγάλα κτίρια με υψηλά ψυκτικά φορτία είτε άμεσα, είτε με αποθήκευση. Αντλίες θερμότητας συνδέονται με πηγή θερμότητας που παρέχεται από νερό χαμηλής θερμοκρασίας και θερμαίνεται με ηλιακή ενέργεια. Εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας λειτουργούν επίσης με πηγή θερμότητας που σχηματίζεται από νερά που προέρχονται από θερμά λύματα. Σημαντικές παρατηρήσεις Είναι αναγκαίο να τονιστούν ορισμένα σημαντικά στοιχεία σχετικά με τις εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας. Τα κυριότερα είναι: . Κατά τη μελέτη, το βασικό πρόβλημα είναι να υπολογιστεί τέλεια το προβλεπόμενο ενεργειακό ισοζύγιο γιατί σχετίζεται με τις βοηθητικές εγκαταστάσεις που είναι αναγκαίες. Πραγματικά, κατά τη μελέτη της κλιματιστικής εγκατάστασης η ισχύς του κλιματιστικού μηχανήματος προσδιορίζεται κατ'αρχή ώστε να ικανοποιεί κατά το

θέρος τις ψυκτικές ανάγκες. Αντίστοιχα κατά το χειμώνα η θερμική ισχύς που αποδίδεται από το συμπυκνωτήρα αυτής της ίδιας μηχανής είναι συχνά χαμηλότερη από τις αναγκαίες θερμικές ανάγκες όταν η εγκατάσταση λειτουργεί ως αντλία θερμότητας αποδίδοντας θερμότητα. Τίθεται έτσι το ερώτημα τι είδους σύστημα απόδοσης της θερμότητας αιχμής θα πρέπει να εγκατασταθεί. Κάθε εγκατάσταση αποτελεί και μια ιδιαίτερη περίπτωση που πρέπει να εξεταστεί με βάση τα στοιχεία που σχετίζονται αποκλειστικά με αυτήν. . Από τεχνολογική άποψη είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη δυο ιδιαίτερες παράμετροι. Από τη μια πλευρά θα πρέπει να επιλεγεί κατάλληλα το μέσο (ρευστό) μεταφοράς της θερμότητας (αέρας ή νερό) που είναι συνάρτηση της εγκατάστασης ενώ από την άλλη πρέπει να εκλεγεί για μια ψυκτική εγκατάσταση που το είδος της θα επιτρέπει να εξέρχεται από το συμπυκνωτήρα ρευστό, για παράδειγμα νερό, που να έχει μια αξιοποιήσιμη θερμοκρασία (40 ως 50 C). Αισθητές και λανθάνουσες θερμότητες. Η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας είναι τόσο καλύτερη όσο πιο μεγάλο ποσό θερμότητας είναι δυνατό να απομαστεύσει από την ψυχρή πηγή. Οι θερμίδες μπορεί να προέλθουν και από την αισθητή θερμότητα αλλά και σε πολλές περιπτώσεις από τη λανθάνουσα θερμότητα. Το σημείο αυτό είναι πολύ σημαντικό, ιδιαίτερα στην περίπτωση που πρόκειται για πισίνες, εγκαταστάσεις πατινάζ σε πάγο, μεγάλα ψυγεία και ορισμένες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις η χρήση αντλίας θερμότητας είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη και οικονομική. Κατά την εκμετάλλευση της εγκατάστασης παρεμβαίνουν επίσης και άλλα κριτήρια. Ιδιαίτερα το πρόβλημα της λειτουργίας της εγκατάστασης ελέγχου έτσι ώστε να πραγματοποιούνται με ακρίβεια οι αναστροφές των κύκλων λειτουργίας, δηλαδή από την ψύξη στη θέρμανση και από τη θέρμανση στην ψύξη. Επιπρόσθετα, όπως αναφέρθηκε, μια αντλία θερμότητας καλύπτει τις πρόσθετες ανάγκες σε θερμότητα με συνδυασμένες πηγές θερμότητας. Το ερώτημα είναι: πότε θα πρέπει αυτές να λειτουργήσουν; Στην περίπτωση αυτή μια έξυπνη εγκατάσταση ρύθμισης πρέπει να εξασφαλίσει την τέλεια βελτιστοποίηση της λειτουργίας της εγκατάστασης. **Οικονομική θεώρηση των αντλιών θερμότητας.** Η αντλία θερμότητας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα εξοικονόμησης ενέργειας και για το λόγο αυτό είναι ιδιαίτερα ελκυστική η χρήση της σε ορισμένες περιπτώσεις. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ήδη χρηματοδοτήσει πολλά Προγράμματα Επίδειξης με χρήση αντλιών θερμότητας για τον κλιματισμό κτιρίων. Για παράδειγμα το κτίριο γραφείων CEGEDEL στα περίχωρα του Λουξεμβούργου χρησιμοποιεί για τις αντλίες θερμότητας τον αέρα που προέρχεται από τη λειτουργία των κλιματιστικών

μηχανημάτων της αίθουσας υπολογιστών. Το σύστημα λειτουργεί με νερό και νερό με διάλυμα γλυκόλης. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τέσσερις συμπιεστές ονομαστικής ισχύος 80 kW και εναλλάκτες θερμότητας που συνδέονται σε 30 ψυκτικούς σωλήνες που αποδίδουν ενέργεια 35 kW. Στην εγκατάσταση περιλαμβάνεται μια δεξαμενή 6000 λίτρων για την αποθήκευση θερμού νερού. Για τον έλεγχο της λειτουργίας της εγκατάστασης χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου. Η εγκατάσταση προβλέπεται να αποσβεστεί σε 10 έτη. Στη περίπτωση μιας πολυκατοικίας στο Dusseldorf, που λειτουργεί από το 1981, η απόσβεση της δαπάνης για την εγκατάσταση έγινε σε 4.5 χρόνια με συνέπεια να εξασφαλίζεται από το 1986 εξοικονόμηση του 1/3 της ενέργειας που θα έπρεπε να καταναλώνεται. Αποτέλεσμα αυτού του προγράμματος επίδειξης ήταν να ακολουθήσει στην ίδια περιοχή η κατασκευή και άλλων πολυκατοικιών με αντλίες θερμότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

2.1- ΓΕΝΙΚΑ

Οι αντλίες θερμότητας είναι μηχανήματα τα οποία «αντλούν» θερμότητα (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, δεξαμενή νερού, υπόγεια νερά, λίμνη κλπ) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι αντλίες θερμότητας έχουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν την θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για να αποδώσουν το θερμικό ή ψυκτικό τους έργο.

Ο βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας (Coefficient of Performance) δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$COP = \text{αποδιδόμενη θερμότητα ή ψύξη} / \text{καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια}$

Ο βαθμός αποδοτικότητας COP κυμαίνεται από 2,5~5 ανάλογα την τεχνολογία, που ερμηνεύεται ότι: για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν, οι μονάδες αποδίδουν 2,5 kW~5 kW θέρμανσης ή ψύξης.

Στο παρελθόν το αδύνατό τους σημείο ήταν η μειωμένη τους απόδοση σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες (δηλ. υψηλή θερμαντική απόδοση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος <0oC), όπου λόγω της μειωμένης συναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, μειώνεται η απόδοσή τους.

Αυτό όμως έχει λυθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας Inverter. Χάρη στην ευελιξία λειτουργίας των κινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων σε μεταβαλλόμενο εύρος στροφών επιτυγχάνεται:

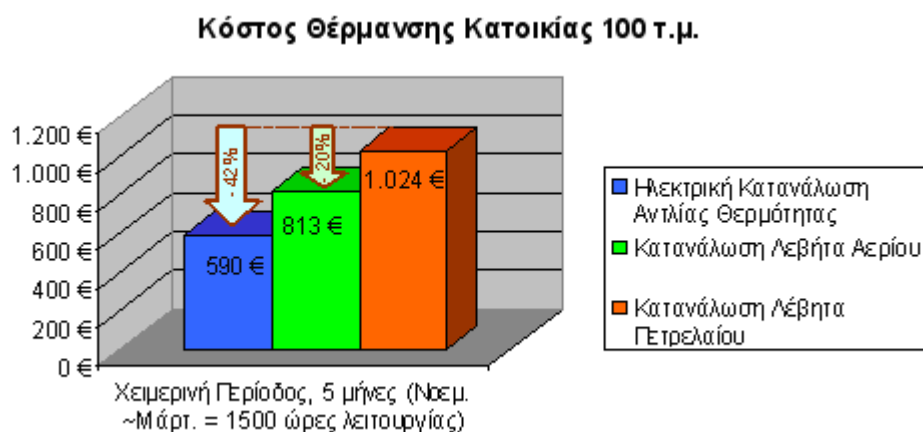
- η μέγιστη απόδοση του συστήματος,
- η βελτιωμένη θερμοκρασιακή άνεση και
- ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ χαμηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση.

Με βάση την σημερινή τιμολογιακή πολιτική των ενεργειακών αγαθών, (ΔΕΗ, ΕΠΑ, Πετρέλαιο) συγκρίναμε το κόστος λειτουργίας μιας κατοικίας 100 τετρ. μέτρων στα βόρεια προάστια της Αθήνας. Η περίοδος λειτουργίας της κατοικίας για τους 5 χειμερινούς μήνες από Νοέμβριο έως Μάρτιο, με 18ώρη ημερήσια λειτουργία και χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 7 οC ~-5οC.

Εξετάστηκαν 3 διαφορετικά συστήματα θέρμανσης :

- Αντλία Θερμότητας Αέρα – Αέρα με τεχνολογία Inverter.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα φυσικού αερίου.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα πετρελαίου.

Τα αποτελέσματα του κόστους λειτουργίας κάθε συστήματος απεικονίζονται στο πίνακα:



Τα αποτελέσματα δείχνουν την σημαντικά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας των αντλιών θερμότητας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το μέσο κόστος εγκατάστασης ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού κυμαίνεται από 4.000€~8.000€, έναντι 3.000~4.000€ ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης, μπορεί το διαφορικό κόστος επένδυσης να αποσβεστεί σε 2~6 έτη από την οικονομία λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μετατροπής του διδύμου λέβητα-ψύκτη σε αντλία θερμότητας είναι:

δεν ρυπαίνει την τοπική ατμόσφαιρα με καυσαέρια
εξοικονομεί χώρο (λεβητοστασίου και δεξαμενής καυσίμου)
χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο στην Ελλάδα παράγεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από εγχώρια καύσιμα (λιγνίτη και υδροηλεκτρικά), ενώ το πετρέλαιο εισάγεται
με την ίδια εγκατάσταση μπορεί να επιτευχθεί ψύξη το καλοκαίρι

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της μετατροπής του διδύμου λέβητα-ψύκτη σε αντλία θερμότητας είναι:

υψηλό κόστος εγκατάστασης
υψηλότερη στάθμη θορύβου στο εσωτερικό του θερμαινόμενου χώρου

Η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας είναι οικονομική όταν υπάρχουν:

ευνοϊκά τιμολόγια ρεύματος
υψηλό κόστος καυσίμου για λέβητες-καυστήρες
υψηλός ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας και
ανάγκη θέρμανσης το χειμώνα και ψύξης το καλοκαίρι.

2.2- Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΨΥΞΗ

2.2.1- ΓΕΝΙΚΑ

Συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως στη βιομηχανία για τη συντήρηση τροφίμων και τον κλιματισμό. Αυτός ο οδηγός αφορά πρωταρχικά την ψύξη στη βιομηχανική χρήση της και τις μεγάλες κλιματιστικές εφαρμογές. Όμως οι βασικές αρχές , που εδώ αναλύονται εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα ψύξης. Ο οδηγός αυτός γράφτηκε για να υπενθυμίσει και να συμπληρώσει τις βασικές γνώσεις των μηχανικών που εξειδικεύονται στον τομέα ενεργειακής διαχείρισης στη βιομηχανία, καθώς και όλων αυτών που ασχολούνται με την αγορά , τοποθέτηση, συντήρηση και αποδοτική λειτουργία των συστημάτων ψύξης. Τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται για να παράγουν η να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου η υλικού σε σταθερή χαμηλή θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, δημιουργούμε ψύξη με την αφαίρεση θερμότητας από το ψυχόμενο χώρο. Η επιλογή όμως των ψυκτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές γίνεται με μονό κριτήριο την απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση και το κόστος ψύξης. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένα ποσοστό 25% μπορεί να εξοικονομηθεί πάρα πολύ εύκολα. Η αποδοτική λειτουργία ενός ψυκτικού συστήματος είναι αναμφίβολα συνδυασμένη με τον σκοπό της αγοράς του, το σχεδιασμό του, την εγκατάσταση και τη χρήση του. Για να γίνει αντιληπτό τι σημαίνει αποδοτική λειτουργία θα πρέπει να κατανοήσουμε τη βασική λειτουργία του ψυκτικού συστήματος τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Όμως , επιπλέον θα πρέπει να κατανοήσουμε τα διάφορα τμήματα του ψυκτικού συστήματος και τους συγκεκριμένους τύπους αυτών των τμημάτων. Στο φυλλάδιο, λοιπόν, αυτό εξηγούνται οι επιμέρους παράμετροι λειτουργίας και η συνολική λειτουργία του συστήματος ψύξης. Δίνονται τα βήματα ενεργειακού ελέγχου, εξετάζονται μέθοδοι πρόβλεψης και ορθολογικής ενεργειακής διαχείρισης. Οπωσδήποτε, μέσα στις λίγες αυτές σελίδες δεν δύναται να περιληφθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχεδιασμού , κατασκευής και λειτουργίας του συστήματος ψύξης.

2.2.2- Η ΨΥΞΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ

Η ψύξη σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται για τη διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών συμφωνά με τις απαιτήσεις βιομηχανικών διαδικασιών η για τη διατήρηση θερμοκρασιών άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας. Η Χρήση της γίνεται επίσης αναγκαία για τη συντήρηση τροφίμων -ποτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα , ελαχιστοποιώντας συγχρόνως την υποβάθμιση της ποιότητας τους. Πριν προχωρήσει κανείς στην αγορά και λειτουργία ενός ψυκτικού μηχανήματος πρέπει να αναρωτηθεί αν χρειάζεται ψύξη. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι να διατηρηθεί η να παραχθεί ψύξη, χρησιμοποιώντας την από φυσικούς πόρους παρερχομένη ψύξη η δροσισμό, όπως για παράδειγμα η χρήση:

- 1)Των πύργων ψύξης που μπορούν να ψύχουν το νερό στους 30°C και ακόμη χαμηλότερα και στις πιο ζεστές μέρες του καλοκαιριού.
- 2)Του αερισμού με προϋποθέσεις η νυχτερινού αερισμού κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.
- 3)Του νερού από πηγάδια μικρού βάθους γεωτρήσεων η από πηγές, που συνήθως έχει θερμοκρασία γύρω στους 10°C κάθολη τη διάρκεια του έτους.
- 4)Της μόνωσης που επιπλέον θεωρείται αναγκαία διότι λειτουργεί το ίδιο καλά στο να διατηρεί τη ζητούμενη θερμοκρασία τόσο εντός όσο και εκτός χώρου που μας ενδιαφέρει.
- 5)Εξωτερικών σκιάστρων (παντζούρια, ρολά)για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, συνήθως τους καλοκαιρινούς μήνες κ.λ.π.

2.2.3- Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΨΥΞΗΣ

Υπάρχουν πολλές διατάξεις παραγωγής ψύξης , όμως μια έχει κυρίως επικρατήσει, αυτή με μηχανική συμπίεση. Στη χωρά μας η ψύξη γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανική συμπίεση. Στη χωρά μας η ψύξη γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανική συμπίεση ατμού και εφαρμόζεται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις ισχύος 40w έως 17,5 MW ανά μονάδα. Βεβαίως, για να λειτουργήσουν απαιτείται μηχανική ενεργεία ώστε να τεθεί σε κίνηση ο συμπιεστής. Υπάρχουν φυσικά και άλλες ψυκτικές διατάξεις , συμπεριλαμβανομένου και του κύκλου ψύξης με απορρόφηση, στις οποίες δεν υπάρχει συμπιεστής, αλλά μια πηγή θερμότητας (συνήθως υγραέριο). Οι διατάξεις αυτές δεν έχουν επικρατήσει λόγω ψυχρού λειτουργικού κόστους σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

2.2.3.1-Μονοβαθμιο σύστημα ψύξης

Η λειτουργία ενός απλού μονοβαθμιου κυκλώματος ψύξης δείχνεται στο σχήμα 1. Η ενεργεία απορροφάται από το ψυκτικό μέσο στον εναλλακτη θερμότητας γνωστό ως εξαμιστη. Αυτή η ενεργεία προέρχεται από το προς ψύξη υλικό που είναι νερό, αέρας, αλατόνερο ή οτιδήποτε άλλο. Ο συμπιεστής, ο οποίος κινείται συνήθως από έναν ηλεκτρικό κινητήρα , αυξάνει την πίεση και συνεπώς την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Ο συμπιεσμένος ατμός τότε ψύχεται και υγραποιείται μέσα στον εναλλακτη θερμότητας, τον αποκαλούμενο συμπυκνωτή και αποβάλλει την λανθάνουσα θερμότητα του, συνήθως στον περιβάλλοντα αέρα ή το νερό. Το υγραποποιημένο ψυκτικό μέσο τότε περνά από την υψηλή πίεση μέσω εκτονωτικής βαλβίδας (στραγγαλιστικού μηχανισμού)σε χαμηλή πίεση και πάλι πίσω στο εξαμιστη. Ο κύκλος τώρα μόλις συμπληρώνεται. Συχνά είναι χρήσιμο και δείχνεται ο κύκλος ψύξης με το διάγραμμα Mollier πίεσης -ενθαλπίας του ψυκτικού μέσου. Στο διαγραμμα2 εμφανίζεται ψυκτικό μέσο R22. Μέσα στο συμπιεστή το ψυκτικό αέριο αυξάνει τόσο την θερμοκρασία όσο και την πίεση του. Για τον ίδιο βαθμό συμπίεσης, ένας λιγότερο αποδοτικός συμπιεστής θα χρησιμοποιήσει περισσότερη ισχύ και θα παρέχει θερμότερο αέριο. Το αέριο από

τον συμπιεστή πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Το αέριο πρώτα ψύχεται από τη θερμοκρασία κατάθλιψης του συμπιεστή στη θερμοκρασία κορεσμού συμπύκνωσης αποδίδοντας την αισθητή θερμότητα. Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που μεταφέρεται (λανθάνουσα θερμότητα) στο συμπυκνωτή, εμφανίζεται όταν το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται από το αέριο σε υγρό. Το υγρό μπορεί στη συνέχεια να υποψυχθεί σε μια θερμοκρασία κατω από τη θερμοκρασία συμπύκνωσης. Συνήθως η υποψυξη μέσα στον συμπυκνωτή είναι μόνο μετρικούς βαθμούς. Ο συμπυκνωτής είναι κάτι ανάλογο προς έναν εναλλακτη ατμού Μέσα στον οποίο ο καυτός ατμός υγροποιείται, αποβάλλοντας τη λανθάνουσα του θερμότητα. Έτσι, αν παρομοιάσουμε το συμπυκνωτή με εναλλακτη ατμού, τότε η εκτονωτική βαλβίδα αντιστοιχεί στην ατμοπαγίδα. Όταν το υγρό ψυκτικό μέσο περνά από την ψηλή στη χαμηλή πίεση, μέρος από το υγρό σχηματίζει ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμότητας. Συνεχίζοντας το μηχανικό ανάλογο με το κύκλωμα ατμού, ο εξατμιστής αντιστοιχεί στον λέβητα, όπου το υγρό ψυκτικό μέσο εξατμίζεται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο ψυκτικός ατμός επιστρέφει τότε στον αναρροφητικό συμπιεστή και έτσι ολοκληρώνεται το κύκλωμα.

2.2.4- ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

2.2.4.1- Συμπιεστές (θετικού Εκτοπίσματος)

Το σπουδαιότερο τμήμα του ψυκτικού συγκροτήματος με τη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση είναι ο συμπιεστής. Οι Συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή, αυξάνοντας την πίεση του και κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα. Η αύξηση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο.

2.2.4.1.1- Κατηγορίες Συμπιεστών

Ανάλογα με το είδος του μηχανισμού που εφαρμόζεται, χωρίζονται σε δυο Κατηγορίες:

1. Σε παλινδρομικούς η εμβολοφόρους

2. Σε περιστροφικούς, μια άλλη κατάταξη των Συμπιεστών γίνεται Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του ζεύγους ηλεκτροκινητήρα και συμπιεστή. Οι συμπιεστές χωρίζονται:

α) σε ανοικτού τύπου

β) σε ημιερμητικούς και

γ) σε ερμητικούς

1. Ανοικτου τύπου είναι αυτοί που ο κινητήρας (ηλεκτρικός η άλλος)είναι ξεχωριστός από τον συμπιεστή. Η κίνηση μεταδίδεται μέσω καταλλήλου συνδέσμου (π.χ. τροχαλίες, μεταλλικό κομπλερ κ.λ.π)

2. Ημιερμητικου τύπου συμπιεστές είναι αυτοί που ο ρότορας του ηλεκτροκινητήρα και ο άξονας η στρόφαλος του συμπιεστή είναι κοινός. Το αέριο ψυκτικό μέσο διέρχεται μέσα από το σώμα του ηλεκτροκινητήρα (εικόνα 1).

3. Ερμητικου τύπου συμπιεστές είναι αυτοί που κινητήρας και συμπιεστές είναι μέσα σε κοινό κλειστό περίβλημα (εικόνα 2). Μπορούμε επίσης να διακρίνουμε τους συμπιεστές ανάλογα με τη στιβαρότητα κατασκευές, τη χρήση για την οποία προορίζονται και το κόστος κατασκευές σε:

1. Ελφρού τύπου : μικροί, ερμητικού τύπου.

2. Εμπορικού τύπου η μέσου : ημιερμητικοι μέσης απόδοσης, κατάλληλοι για ψυγεία καταστημάτων επίσης ανοικτού τύπου χωρίς αντικαθιστάμενα χιτώνια.

3.Βιομηχανικού τύπου :μέσης και μεγάλης απόδοσης, με αντικαθιστάμενα χιτώνια, με μεγάλη αντοχή σε μακροχρόνια και συνεχή χρήση.

2.2.4.1.2- Παλινδρομικοί Συμπιεστές

Είναι ο πλέον κοινός τύπος συμπιεστή . Απαρτίζεται από ένα έως δεκαέξι κυλίνδρους. Ένας μικρός παλινδρομικός συμπιεστής απορροφά λιγότερο από 10 kw, Ένας μεσαίου μεγέθους 10-50 KW και τέλος ένας μεγάλου μεγέθους με πολλαπλούς κυλίνδρους από 50 KW και πάνω. Οι πιο σύγχρονοι είναι οι παλινδρομικοί συμπιεστές με ανώτατο όριο στροφών μικρότερο από 1.800 rpm. Η ταχύτητα περιστροφής έχει περιορισμένο εύρος γιατί με την αύξηση της πάνω από κάποια τιμή μειώνεται η ροή του ψυκτικού μέσου (ατμοποιημένου)μέσω των βαλβίδων (επιτρεπόμενα όρια 60m/s στο R-717, 46m/s και R22) Οι πιο συνηθισμένοι Παλινδρομικοί Συμπιεστές διακρίνονται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους σε: 1.Μονοβαθμίες (single): Μπορούν να πετύχουν θερμοκρασίες αναρρόφησης έως -45,5° C με θερμοκρασία συμπύκνωσης 35°C και χρήση ψυκτικού μέσου R-502. 2.Χαμηλής βαθμίδας (Booster):λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κυρίες με ψυκτικό μέσο R22 και R-717 (-65 °C με R22 και -54°C με R717). 3.Διβαθμιους Συμπιεστές : πετυχαίνουν θερμοκρασίες χαμηλές έως 62°C με χρήση R22.Ο διβαθμιος συμπιεστής πετυχαίνει τη χαμηλή και υψηλή βαθμίδα ενός διβαθμιου κύκλου μέσα σε ένα κέλυφος και με τον ίδιο κινητήρα. Ορισμένοι κύλινδροι χρησιμοποιούνται για τη χαμηλή βαθμίδα, οι δε υπόλοιποι για την υψηλή.

2.2.4.1.3- Περιστροφικοί Συμπιεστές

Τους συμπιεστές όπου ο μηχανισμός συμπίεσης του αερίου ακολουθεί περιστροφική η κυκλικής μορφής κίνηση, τους χαρακτηρίζουμε ως περιστροφικούς συμπιεστές. Διακρίνουμε τα εξής είδη Μικρής δυναμικότητας περιστροφικούς συμπιεστές: Είναι μικρού μεγέθους συμπιεστές και χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό. Έχουν σχετικά μικρή στάθμη θορύβου και ελάχιστους κραδασμούς. Ταχύτητα περιστροφικής 2.950 έως 3.450 rpm.Κατασκευάζονται σε δυο τύπους :

Μεγάλης δυναμικότητας περιστροφικούς συμπιεστές :Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χαμηλή βαθμίδα (Booster) ψυκτικού κυκλώματος για θερμοκρασίες -87 C έως -20° με μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως 600 m³/h και ιπποδυνάμεις έως 600HP.

2.2.4.1.3α- Συμπιεστές ελικοειδούς μορφής (Screw type)

Χωρίζονται σε δυο κατηγορίες :α)Με μονό έλικα :Εφαρμοστήκαν μετά το 1960 στον κλιματισμό και την βιομηχανική ψύξη . Αποτελούνται από έναν κοχλία (ρήτορα)και ένα ζευγάρι τροχών αστεροειδούς μορφής. Ο κεντρικός κοχλίας έχει έξι (6)ελικοειδείς προεξοχές και οι δυο τροχοί από έντεκα (11) δόντια που βρίσκονται σε δυο αντίθετες πλευρές από τον κεντρικό κοχλία. Κατά τη συνεχής περιστροφή του κοχλίας και των αστεροειδών τροχών διακρίνουμε τρεις φάσεις :Αναρρόφηση, Συμπίεση, κατάθλιψη. β)Με δίδυμο έλικα (Screw tire):Οι συμπιεστές με δίδυμο έλικα αναπτύχθηκαν μετά το 1930.Στη βιομηχανία ψύχους Εφαρμοστήκαν μετά την ανάπτυξη της μεθόδου εκτόξευσης λιπαντικού, το 1950.Αποτελείται από δυο κοχλίες ελικοειδούς μορφής, που περιστρέφει ο ένας τον άλλο και το κέλυφος του . Συνήθως οι δυο κοχλίες, έχουν ίδια διάμετρο. Η Συμπίεση γίνεται σε τέσσερις φάσεις: Αναρρόφηση -Μεταφορά -Συμπίεση - Κατάθλιψη. Οι ιπποδυνάμεις των κινητήρων των κοχλιωτών συμπιεστών κυμαίνονται μεταξύ 20 και 1500HP.Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτική αξιόπιστη λειτουργία των κοχλιωτών συμπιεστών είναι η σωστή και αδιάκοπη λειτουργία του κυκλώματος κυκλοφορίας , εκτόξευσης, ανάκτησης και ψύξης του λιπαντικού. Στους διδύμους κοχλιωτούς συμπιεστές υπάρχει μηχανισμός για συνεχή μεταβολή του φορτιού συνήθως από 10% έως 100%. Το μηχανισμό μεταβολής του φορτιού κινεί ένα έμβολο που μετακινείται με τη βοήθεια της πίεσης του λιπαντικού.

2.2.4.1.3β- Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Turbo compressors)

Έχουν εφαρμογή στη βιομηχανική ψύξη και τον κλιματισμό κυρίως που απαιτούνται μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως και 50.000 m³/h. Οι ταχύτητες περιστροφής κυμαίνονται από 1.800 έως 90.000 rpm και η θερμοκρασία αναρρόφησης τους από -100 ° C. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 30. Εργάζονται με όλα τα ψυκτικά μέσα.

2.2.4.1.3γ- Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα (Rotary Vane)

Ο συμπιεστής αυτού του τύπου αποτελείται από έναν άξονα που φέρει ακτινικά πτερύγια ο οποίος περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος του ροτορα. Καθώς περιστρέφεται ο άξονας, ο όγκος του παγιδευμένου αερίου μειώνεται το αέριο συμπιέζεται και τελικά εκτονώνεται από τη θυρίδα εξόδου. Το εύρος μεγέθους των συγκεκριμένων συμπιεστών κυμαίνεται από 1KW-40KW.

2.2.4.1.3δ- Σπειροειδείς συμπιεστές (Scroll)

Και οι Σπειροειδείς συμπιεστές είναι περιστροφικού τύπου με θεϊκό εκτόπισμα. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικρές συσκευές κλιματιστικών αντλιών θερμότητας (5-35 KW) και συστήματα κλιματιστικών αυτοκινήτων. Το σπειροειδές είναι ανοικτό σπείρωμα υποστηριζόμενο σε μια επίπεδη πλακά. Η σπειροειδής διάταξη αποτελείται από δυο σπειροειδές. Το ένα σταθερό και το άλλο, είναι τοποθετημένο σε σχέση με το σταθερό κατά γωνιά 180°, κινούμενο γύρω από το σταθερό σημείο του σταθερού (παράλληλη μετατόπιση). Καθώς το κινούμενο μετατοπίζεται παράλληλα, το αέριο εισέρχεται στο μεταξύ διάστημα των σπειροειδών και συγκεκριμένα στα άκρα της διάταξης. Καθώς το αέριο κινείται εσωτερικά, ο όγκος του κενού μειώνεται και το αέριο συμπιέζεται. Τέλος η θυρίδα εκτόνωσης ανοίγει και το αέριο εκτονώνεται. Ο σπειροειδής συμπιεστής έχει σταθερή σχέση συμπίεσης. Η σχέση συμπίεσης ρυθμίζεται από τον αριθμό των τυλιγμάτων του ανοικτού σπειρώματος και τη θέση των θυρίδων αναρρόφησης και εκτόνωσης. Οι σπειροειδής συμπιεστές είναι κατά 10% πιο αποδοτικοί από όλους

τους περιστροφικούς που Χρησιμοποιούνται σήμερα στις κλιματιστικές μονάδες.

2.2.4.2- Απόδοση συμπιεστή και Απόδοση συστήματος

Είναι πολύ βασικό να αποδίδεται σωστά η διαφορά μεταξύ της απόδοσης του συμπιεστή και εκείνης του συστήματος ψύξης. Η παράμετρος της απόδοσης συγχέεται συχνά, για τον λόγο αυτόν είναι απαραίτητο να δοθεί ξεκάθαρα η σχέση τους. Η Απόδοση συμπιεστή συχνά παρουσιάζεται από τους κατασκευαστές είτε υπό μορφή διαγράμματος (διάγραμμα 3)είτε σε πίνακες απόδοσης και ισχύος για την περιοχή θερμοκρασιών συμπύκνωσης και εξάτμισης . Όταν λοιπόν μιλάμε για Απόδοση του ψυκτικού συστήματος εννοούμε την ένδειξη της ενεργειακής απόδοσης ολοκλήρου του ψυκτικού κύκλου. Συνήθως την εκφράζουμε με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP).Ο συντελεστής συμπεριφοράς (COP) ενός ψυκτικού συγκροτήματος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες:

α)Το ψυκτικό μέσο

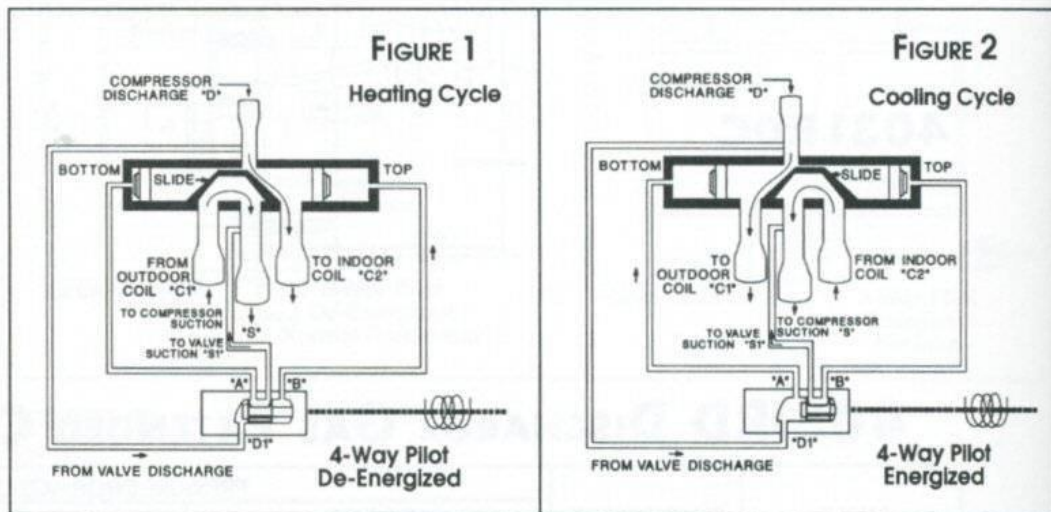
β)τη διάταξη του κύκλου

γ)τις θερμοκρασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης

δ)Την Απόδοση του συμπιεστή

ε)Την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον βοηθητικό εξοπλισμό.

Κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες έχει μια συγκεκριμένη επίδραση στο COP και οπωσδήποτε στην συνολική ενεργειακή Απόδοση. Για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας κατά 1°C μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή κατά 3%. Η ουσιαστική παρατήρηση που γίνεται άμεσα αντιληπτή είναι ότι η Απόδοση του συμπιεστή είναι ένας από τους περιβάλλοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή και κατά επέκταση το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος ψύξης.



ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Nominal cooling capacity*	kW	54.00
Nominal heating capacity**	kW	58.15
Operating weight	kg	690
Refrigerant charge R-407C	kg	8.2 x 2
Compressor		Hermetic
Quantity		2
Oil charge (each)	l	4.0
Indoor coil		pretreated aluminium
Face area	m ²	1.71
Rows ... fin spacing	mm	3 ... 1.81
Outdoor coil		pretreated aluminium
Face area	m ²	1.93
Rows ... fin spacing	mm	4 ... 1.70
Indoor fan		il
Air flow	l/s	3278
Fan speed	r/s	18.08
Nominal power input	kW	4.05
Outdoor fan		
Diameter	mm	760
Fan speed	r/s	16.66
Nominal power input (each)	kW	1.50

Σύμφωνα με τα ψυκτικά φορτία και με τις θερμικές απώλειες που έχουμε υπολογίσει, για τους χώρους του υποκαταστήματος τραπέζης, επιλέξαμε αντλία θερμότητας με τα εξής χαρακτηριστικά :

ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ : 54 kW

ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ: 58.15 kW

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

3.1- ΓΕΝΙΚΑ

Η βασική διάκριση των συστημάτων κλιματισμού αναφέρεται στον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών στον κλιματιζόμενο χώρο. Με αφετηρία τη σχετική θέση και απόσταση της μονάδος παραγωγής ή παραλαβής θερμότητας και τη θέση και το μέγεθος των κλιματιζόμενων χώρων, γίνεται η διάκριση σε:

~ τοπικά συστήματα κλιματισμού

~ κεντρικά συστήματα κλιματισμού

Αν και σε μικρές εγκαταστάσεις μπορεί να μην είναι σαφής ο ανωτέρω διαχωρισμός, ιδίως στην περίπτωση κλιματιστικών εγκαταστάσεων που λειτουργούν με την αντλία θερμότητας, συνηθίζεται η ενιαία κλιματιστική διάταξη που εξυπηρετεί περισσότερους από τρεις μικρούς χώρους να θεωρείται κεντρική.

Σε γενικές γραμμές, στα κεντρικά συστήματα κλιματισμού, το κεντρικό μηχανοστάσιο (λεβητοστάσιο, ψυχοστάσιο, εναλλάκτης θερμότητας) βρίσκεται σχετικά μακριά από τους κλιματιζόμενους χώρους. Οι τερματικές μονάδες που βρίσκονται σε κάθε χώρο, συνδέονται με το κεντρικό μηχανοστάσιο με τη βοήθεια κατάλληλων αγωγών (αεραγωγών ή σωληνώσεων).

Μια κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού περιλαμβάνει:

1- Την κεντρική μονάδα θερμότητας, η οποία μπορεί να επεξεργάζεται αέρα (συστήματα αέρα – αέρα) , νερό (συστήματα νερού – αέρα) ή ψυκτικού υγρού (συστήματα ψυκτικού – αέρα).

2- Το δίκτυο αγωγών προσαγωγής και απαγωγής θερμότητας (σωληνώσεις και αεραγωγούς).

3- Τα στοιχεία τοπικής επεξεργασίας ή προσαγωγής και διαχύσεως της θερμότητας ή παραλαβής της θερμότητας στον ,ή από τον, αέρα του χώρου, καθώς και τα στοιχεία παραλαβής και απομακρύνσεως του «μολυσμένου» αέρα (εφ' όσον η εγκατάσταση περιλαμβάνει παρόμοια διαδικασία).

4- Τους αυτοματισμούς και τα ανάλογα συστήματα ελέγχου, που είναι απαραίτητα για την προσαρμογή της μονάδος στις ανάγκες των χώρων.

Ο κεντρικός κλιματισμός αποτελεί αναμφισβήτητα ένα κορυφαίο τεχνολογικά επίτευγμα, του οποίου η κοινωνική και οικονομική συνεισφορά είναι τεράστια. Η κλιματική βελτίωση του περιβάλλοντος σε ακραίες περιπτώσεις κυριολεκτικά «σώζει ζωές», αλλά και στην πληθώρα των περιπτώσεων προστατεύει την υγεία και βελτιώνει σημαντικά την παραγωγή και την παραγωγικότητα.

Ο πλήρως κλιματισμένος αέρας προσφέρει ολοκληρωμένη αίσθηση ανέσεως και ευεξίας, εξασφαλίζοντας άριστες προϋποθέσεις για την προσέγγιση του αγαθού της «ποιότητας ζωής», την προστασία της υγείας αλλά και των υψηλών αποδόσεων στους χώρους εργασίας.

Ο κεντρικός κλιματισμός αποτελεί άριστη λύση για πλήθος περιπτώσεων, στις οποίες κυριαρχούν το μέγεθος και οι αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές.

3.2 – ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.

Η βασική κατάταξη των κεντρικών συστημάτων κλιματισμού, γίνεται με κύριο κριτήριο τον τρόπο και τα μέσα, με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών ανέσεων στον κλιματιζόμενο χώρο.

Τις συνθήκες ανέσεως διαμορφώνουν:

- 1- η θερμοκρασία του χώρου, με πρόσθετη απαίτηση την ισοκατανομή της
- 2- η υγρασία, της οποίας η διακύμανση δεν πρέπει να υπερβαίνει δεδομένα όρια
- 3- η καθαρότητα του αέρα (φιλτράρισμα ή ανανέωση)
- 4- η ανυπαρξία ενοχλητικών ρευμάτων αέρα
- 5- η χαμηλή στάθμη θορύβου , κ.α.

Στην απλούστερη των περιπτώσεων μπορεί ο κλιματισμός να ρυθμίζει μόνο τη θερμοκρασία. Είναι όμως αυτονόητο ότι όσο περισσότερες απαιτήσεις καλύπτονται, τόσο οι συνθήκες ανέσεως προσεγγίζονται και αναβαθμίζεται ποιοτικά ο προσφερόμενος κλιματισμός.

Με αφετηρία τη λειτουργική διαδικασία (τρόπος και μέσα), διακρίνουμε:

- 1- Συστήματα κλιματισμού «μόνο με αέρα»
- 2- Συστήματα κλιματισμού «μόνο με νερό»
- 3- Συστήματα κλιματισμού «αέρα και νερού»
- 4- Συστήματα κλιματισμού «ψυκτικού ρευστού & αέρα»

3.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ «ΜΟΝΟ ΜΕ ΑΕΡΑ»

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι ότι επεξεργάζονται σε κεντρικές μονάδες (στο μηχανοστάσιο) νωπό αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας και οδηγούν στον κλιματιζόμενο χώρο, κατάλληλη ποσότητα, μέσω δικτύου αεραγωγών.

Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες κεντρικών συστημάτων κλιματισμού «μόνο με αέρα»:

- α) Συστήματα μονής διαδρομής ή μονοβάθμια
- β) Συστήματα διπλής διαδρομής ή διβάθμια.

Στα μονοβάθμια συστήματα όλες οι επεξεργασίες του αέρα γίνονται στο μηχανοστάσιο. Οι εναλλάκτες (στοιχεία) ψύξεως και θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα τοποθετούνται "εν σειρά" ως προς τη ροή και χρησιμοποιείται ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών, για προσαγωγή του αέρα στα στόμια ή γενικά τις τερματικές συσκευές διαχύσεως του κλιματισμένου αέρα στον χώρο. Η θερμοκρασία του προσαγόμενου κλιματισμένου αέρα είναι η ίδια σε όλες τις θέσεις προσαγωγής.

Τα διβάθμια συστήματα (ή διπλής διανομής) έχουν τα συστήματα που περιέχουν τους εναλλάκτες (στοιχεία) ψύξεως και θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή και χρησιμοποιούν για τη διανομή του αέρα :

- α. Ένα διπλό δίκτυο αεραγωγών (ένα για τον ψυχρό και ένα για τον θερμό αέρα)μέχρι τις τερματικές συσκευές διανομής του αέρα στους χώρους.
- β. Ένα ξεχωριστό δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής για κάθε ζώνη (ομάδα χώρων ομοειδών απαιτήσεων), αφού έχει γίνει προηγουμένως ανάμιξη ψυχρού και θερμού αέρα, σε κατάλληλες αναλογίες.

Μια περαιτέρω διάκριση των μονοβάθμιων συστημάτων κλιματισμού "μόνο με αέρα, είναι :

- α. Συστήματα μονού αγωγού, σταθερής παροχής

- β. Συστήματα μονού αγωγού, με αναθέρμανση
- γ. Συστήματα μονού αγωγού, μεταβαλλόμενης παροχής.

Τα διβάθμια συστήματα κλιματισμού "μόνο με αέρα" διακρίνονται σε:

- α. Πολυζωνικά συστήματα
- β. Συστήματα διπλού αγωγού (σταθερής ή μεταβαλλόμενης παροχής).

Μια ακόμη διάκριση των συστημάτων κεντρικού κλιματισμού "μόνο με αέρα", αναφέρεται στην πίεση και την ταχύτητα;

- α. Εγκατάσταση χαμηλής πίεσεως, όταν η ταχύτητα ροής του αέρα είναι περίπου 10 m/s, η πίεση $\Delta p = 2$ mbar και $\Delta t = 6-8$ °C
- β. Εγκατάσταση υψηλής πίεσεως, όταν η ταχύτητα είναι 15-20 m/s, η πίεση $\Delta p = 20$ mbar και $\Delta t = 12-16$ °C.

3.2.1α- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΜΟΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ" ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Είναι το απλούστερο σύστημα και μπορεί να εξυπηρετήσει ομάδα χώρων ομοειδών απαιτήσεων (μια κλιματιστική ζώνη). Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι τοπικό ή κεντρικό.

Η ποσότητα του αέρα που προσάγεται στους χώρους είναι σταθερή και δεδομένη. Η προσαρμογή στις θερμοκρασιακές ανάγκες επιτυγχάνεται με μεταβολή της θερμοκρασίας του προσαγόμενου αέρα.

Με την προσθήκη υγραντήρα μπορεί να ρυθμίζει και την υγρασία, κατά την περίοδο της θερμάνσεως.

Κατά την περίοδο δροσισμού (θερινός κλιματισμός), ενώ διαθέτει ευελιξία ως προς τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, δεν μπορεί να ρυθμίσει τη σχετική υγρασία.

Πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η φθηνή (και απλή) κατασκευή και λειτουργία. Βασικό μειονέκτημα είναι η αδυναμία του συστήματος να διαφοροποιήσει την παροχή θερμότητας, ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες χώρων ή ζωνών.

3.2.1β- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΜΟΝΟΥ ΑΓΩΓΟ" ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η παροχή διατηρείται σταθερή και σ' αυτό το σύστημα. Υπάρχει όμως παράλληλα η δυνατότητα προσθήκης θερμότητας τοπικά, είτε στον αγωγό προσαγωγής του αέρα σε κάθε κλιματιστική ζώνη, είτε σε κατάλληλη τερματική συσκευή διανομής. Η προσθήκη θερμότητας γίνεται με στοιχείο νερού, ατμού ή ηλεκτρικό στοιχείο.

Το σύστημα έχει τη δυνατότητα ρυθμίσεως των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας, σε κάθε ζώνη, με ιδιαίτερα ικανοποιητική ακρίβεια.

Μειονέκτημα του συστήματος είναι το υψηλό λειτουργικό κόστος του.

3.2.1γ- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΜΟΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ", ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ (ΜΠΑ).

Τα συστήματα μεταβαλλόμενης παροχής είναι πάντοτε κεντρικά, εξυπηρετούν πολλές ζώνες και συναντώνται σε πλήθος παραλλαγών. Κοινό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η μεταβαλλόμενη παροχή του συστήματος (ενώ η θερμοκρασία του αέρα παραμένει σταθερή), με στόχο την προσαρμογή στις μεταβολές των φορτίων του χώρου. Η προσαρμογή μπορεί να αφορά στη συνολική παροχή του συστήματος, την παροχή σε μια ή περισσότερες ζώνες ή και τα δύο ταυτοχρόνως.

Η μεταβολή της παροχής ελέγχεται με θερμοστάτη χώρου και μπορεί να επιτευχθεί με τερματικές συσκευές που ρυθμίζουν τη διανομή του αέρα.

Ανάλογα με τη συνθετότητα του δικτύου διανομής του αέρα, την αναμενόμενη ελάχιστη αναγκαία τιμή της παροχής ,το κόστος εγκατάστασής και τη δυνατότητα να ισοσταθμιστεί το σύστημα μεταξύ του μέγιστου και ελάχιστου φορτίου, ο μελετητής εκτιμά αν η μεταβολή της παροχής του αέρα του συστήματος θα συνδυαστεί με ανεμιστήρα παροχής ή όχι.

Για να μπορούν όμως να επιτευχθούν όλα τα πλεονεκτήματα ενός γνήσιου γνήσιου συστήματος ΜΠΑ (Μεταβαλλόμενης Παροχής Αέρα) και κυρίως το πλεονέκτημα της εξοικονομήσεως ενέργειας, άρα και του λειτουργικού κόστους, απαιτείτε:

1- Να χρησιμοποιηθούν ειδικά στόμια και τερματικές συσκευές ρυθμίσεως και

και διανομής του αέρα, που αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τα προβλήματα θορύβου, των ψυχρών ρευμάτων και της άπνοιας σε συνθήκες μερικού φορτίου.

2- Να χρησιμοποιηθεί μια κεντρική κλιματιστική μονάδα ΜΠΑ, που να είναι κατάλληλη για σύστημα διανομής του αέρα που έχει μελετηθεί.

Το απλούστερο σύστημα (ΜΠΑ), είναι ένα σύστημα "μονού αγωγού", και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε περιπτώσεις όπου όλες οι ζώνες απαιτούν μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση.

Παραλλαγή του απλού συστήματος ΜΠΑ είναι το σύστημα ΜΠΑ με αναθέρμανση. Το σύστημα αυτό μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες θέρμανσεως σε μια ή περισσότερες ζώνες, τη στιγμή που οι άλλες ζώνες απαιτούν ψύξη. Αυτό επιτυγχάνεται με την πρόσθεση θερμαντικών στοιχείων στους κλάδους που τροφοδοτούν ορισμένες ζώνες. Όσο ελαττώνεται το ψυκτικό φορτίο, τόσο η παροχή του αέρα μειώνεται, μέχρι ένα προκαθορισμένο ποσοστό πλήρους παροχής και στη συνέχεια ενεργοποιούνται τα θερμαντικά σώματα.

3.2.1δ- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ "ΖΩΝΕΣ"

Όταν υπάρχουν διαφορετικές ανάγκες σε ομάδες χώρων (ζώνες), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα σταθερής παροχής και μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα επεξεργασίας του αέρα διαθέτει τα θερμαντικά και τα ψυκτικά στοιχεία σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του αέρα και περιλαμβάνει ένα θάλαμο ψυχρού και θερμού αέρα και ένα ζεύγος διαφραγμάτων αναμίξεως για κάθε ζώνη. Τα διαφράγματα αναμίξεως, ελέγχονται ανά ζεύγος θερμοστάτη χώρου της αντίστοιχης ζώνης

και αναμιγνύουν την απαιτούμενη ποσότητα ψυχρού και θερμού αέρα, που στη συνέχεια προσάγεται στη ζώνη μέσω ενός μονού αεραγωγού.

Ο αεραγωγός ανακυκλοφορίας είναι συνήθως ενιαίος για όλες τις ζώνες.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται πρακτικά σε κτίρια με περιορισμένο αριθμό ζωνών (συνήθως μέχρι 12) και μπορεί να εξυπηρετεί ,ταυτόχρονα, ανάγκες ψύξεως και θερμάνσεως.

3.2.1ε- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΥΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ, ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ Ή ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ.

Η τυπική διάταξη των συστημάτων κλιματισμού με δύο αεραγωγούς περιλαμβάνει τα θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας του αέρα, σε παράλληλη διάταξη ως προς την ροή του αέρα.

Διανέμει τον αέρα που διέρχεται από αυτά τα στοιχεία σε δύο παράλληλους αεραγωγούς, εκ των οποίων ο ένας μεταφέρει ψυχρό και ο άλλος θερμό αέρα.

Σε κάθε ζώνη ή κλιματιζόμενο χώρο, κατάλληλες ποσότητες ψυχρού και θερμού αέρα αναμιγνύονται σε τερματικές συσκευές ή κιβώτια αναμίξεως. Τις αναλογίες κατά την ανάμιξη καθορίζουν θερμοστάτες χώρου της κάθε ζώνης.

Από τα κιβώτια αναμίξεως, ο κλιματισμένος αέρας οδηγείται και διανέμεται στους χώρους μέσω κατάλληλων στομιών προσαγωγής. Ο αεραγωγός επιστροφής είναι συνήθως κοινός.

Στη βασική του μορφή το σύστημα διπλού αεραγωγού είναι ένα σύστημα σταθερής παροχής αέρα. Σε κάθε κιβώτιο αναμίξεως πρέπει να υπάρχει ρυθμιστής σταθερής παροχής, αλλιώς η στατική πίεση στους αεραγωγούς υπάρχει κίνδυνος να μεταβάλλεται σημαντικά.

Το σύστημα δύο αεραγωγών είναι κατάλληλο για ένα μεγάλο αριθμό ζωνών. Με το σύστημα αυτό μπορεί να περιοριστεί το κόστος λειτουργίας που θα προέκυπτε αν κατασκευαζόταν ένα σύστημα αναθερμάνσεως.

Παραλλαγή αυτού του βασικού συστήματος αποτελεί το σύστημα δύο αεραγωγών μεταβλητής παροχής, που προσφέρει ακόμη οικονομικότερη λειτουργία. Στο σύστημα αυτό ο έλεγχος της θερμοκρασίας κάθε ζώνης γίνεται με τον συνδυασμό της μείωσης της παροχής του αέρα στη ζώνη και αναμίξεως του ψυχρού και θερμού αέρα.

Στα όρια του μέγιστου φορτίου (λ.χ. της ψύξεως), το σύστημα λειτουργεί όπως ακριβώς το αντίστοιχο σύστημα σταθερής παροχής και διανέμει στον χώρο τη μέγιστη παροχή. Όσο ελατώνεται το ψυκτικό φορτίο της ζώνης, και πριν ανοίξει η είσοδος θερμού αέρα κιβώτιο αναμίξεως της ζώνης, ο ρυθμιστής παροχής μειώνει την παροχή ψυχρού αέρα, μέχρι το ελάχιστο προκαθορισμένο όριο.

Στη συνέχεια, ανοίγει η είσοδος θερμού αέρα, ενώ ο ψυχρός αέρας συνεχίζει να μειώνεται, έτσι ώστε τελικά η παροχή αέρα στη ζώνη να μείνει ίση με το ελάχιστο προκαθορισμένο όριο. Το σύστημα αυτό απαιτεί θαλάμους αναμίξεως διαφορετικής

κατασκευής από εκείνες του βασικού συστήματος.

3.2.2- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΜΟΝΟ ΜΕ ΝΕΡΟ"

Τα συστήματα κλιματισμού "μόνο με νερό" επιτυγχάνουν την ψύξη (ή και θέρμανση) του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου, διανέμοντας στις τερματικές μονάδες ψυχρό (ή και θερμό) νερό που παρασκευάζεται σε κεντρική εγκατάσταση. Η ψύξη, η θέρμανση, η αφύγρανση, το φιλτράρισμα και η ανανέωση του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου γίνονται μόνο από τις τερματικές μονάδες, που περιλαμβάνουν θερμαντικό / ψυκτικό στοιχείο φυσικής ή εξαναγκασμένης ροής του αέρα. Οι τερματικές αυτές μονάδες μπορεί να περιλαμβάνουν ή όχι φίλτρα αέρα και θάλαμο μίξεως για ανανέωση του αέρα του χώρου μέχρι και ποσοστού 100 %.

Οι τερματικές μονάδες φυσικής ροής του αέρα δεν έχουν μεγάλη εφαρμογή στην ψύξη.

Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό είναι τα συστήματα που έχουν ως τερματικές μονάδες, τοπικές συσκευές (μονάδες) ανεμιστήρα – στοιχείου γνώστες ως Fan-Coils. Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού, γιατί η Παρασκευή και η διανομή ψυχρού – θερμού νερού γίνεται από μια κεντρική εγκατάσταση.

3.2.2α- ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΜΟΝΟ ΜΕ ΝΕΡΟ" ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ – ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (ΤΜΑΣ).

Το βασικό (απλό) σύστημα κεντρικού κλιματισμού "μόνο με νερό" και ΤΜΑΣ (Τοπικές Μονάδες Ανεμιστήρα – Στοιχείου), περιλαμβάνει κεντρική εγκατάσταση θερμού νερού (π.χ. λεβητοστάσιο), κρύου νερού (π.χ. ψυχοστάσιο με ψύκτη και πύργο ψύξεως), τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου στους κλιματιζόμενους χώρους και δίκτυο κυκλοφορίας του νερού, με σύστημα δύο σωλήνων (προσαγωγή – επιστροφή).

Το σύστημα αυτό παρέχει μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση, σε όλους τους κλιματιζόμενους χώρους, γιατί το ζεστό ή κρύο νερό κυκλοφορεί (εναλλακτικά) στους ίδιους σωλήνες.

Το φαινομενικό αυτό μειονέκτημα συνήθως δεν έχει πρακτική σημασία. Πάντως σε σπάνιες περιπτώσεις που υπάρχει πιθανότητα να χρειαστούν ταυτόχρονα μερικοί

χώροι δροσισμό και άλλοι θέρμανση, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με κατάλληλη ομαδοποίηση των ΤΜΑΣ σε ζώνες, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία μιας ή περισσότερων ζωνών σε ψύξη και των άλλων σε θέρμανση.

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας των κλιματιζόμενων χώρων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια θερμοστάτη χώρου, ή βολβού (αισθητηρίου) και τρίοδης βαλβίδος που ρυθμίζει την παροχή νερού και ταυτόχρονα με διακόπτη επιλογής ταχύτητας του ανεμιστήρα (συνήθως 3 βαθμίδες) που βρίσκεται στην τοπική μονάδα ανεμιστήρα – στοιχείου.

3.2.2β- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΜΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ

Το σύστημα αυτό θεωρείται βελτίωση του προηγούμενου, γιατί επιτρέπει την ταυτόχρονη διανομή κρύου και ζεστού νερού στις τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου (ΤΜΑΣ). Με τον τρόπο αυτό κάθε τερματική μονάδα γίνεται ανεξάρτητη ζώνη, που λειτουργεί σύμφωνα με τις τοπικές ανάγκες.

Η βαλβίδα ελέγχου της ΤΜΑΣ επιλέγει ζεστό ή κρύο νερό, ανάλογα με τις περιστατικές ανάγκες του χώρου. υπάρχουν δύο παραλλαγές του συστήματος, με 3 ή 4 σωλήνες.

-Συστήματα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου 3 σωλήνων.

Στο σύστημα 3 σωλήνων υπάρχουν:

- Ένας σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού
- Ένας σωλήνας προσαγωγής ζεστού νερού
- Ένας σωλήνας κοινής επιστροφής

Στο σύστημα αυτό, στην ΤΜΑΣ (που έχει πάντοτε ένα μόνο στοιχείο), παρέχεται μόνο ψυχρό ή μόνο ζεστό νερό, χωρίς να αναμιγνύονται οι δύο ροές. Ανάμιξη γίνεται μόνο στον σωλήνα κοινής επιστροφής. χρησιμοποιούνται στην είσοδο της μονάδας είτε τρίοδες βαλβίδες ειδικής κατασκευής, στις οποίες η κάθε είσοδος ανοίγει προοδευτικά ενώ η άλλη παραμένει κλειστή, είτε 2 δίοδοι προοδευτικής λειτουργίας.()

Μειονέκτημα του συστήματος 3 σωλήνων είναι οι ενεργειακές απώλειες λόγω αναμίξεως ψυχρού – θερμού νερού στην επιστροφή, οι οποίες και μεγιστοποιούνται στην περίπτωση που ταυτοχρόνως ζητούμενα, ψυκτικά και θερμαντικά φορτία των χώρων, είναι διασκορπισμένα και εν μπορούν να ομαδοποιηθούν.

-Σύστημα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου 4 σωλήνων.

Το σύστημα 4 σωλήνων διαθέτει δύο τελείως ανεξάρτητα κυκλώματα κυκλοφορίας ψυχρού και ζεστού νερού, εξαλείφοντας το μειονέκτημα της αναμίξεως των δύο ροών. Οι ΤΜΑΣ στην περίπτωση αυτή μπορεί και να διαθέτουν 2 ανεξάρτητα στοιχεία (θερμαντικό και ψυκτικό), αν και αυτό δεν είναι συνηθισμένο, τόσο για λόγους οικονομίας όσο και γιατί οι μονάδες με ένα κοινό στοιχείο έχουν σχεδόν αποκλειστική εφαρμογή.

3.2.3- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΑΕΡΑ – ΝΕΡΟΥ"

Τα συστήματα "αέρα – νερού" συνδυάζουν τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα τόσο των συστημάτων "μόνο με αέρα", όσο και "μόνο με νερό". Για τη διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, παρέχεται από κεντρικές εγκαταστάσεις, ταυτόχρονα νερό (ζεστό – ψυχρό) και επεξεργασμένος αέρας.

Ο προσαγόμενος στους χώρους επεξεργασμένος αέρας, αντιμετωπίζει τις ανάγκες αερισμού του χώρου και αναλαμβάνει μέρος του θερμικού φορτίου. Η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών γίνεται από κατάλληλη τερματική μονάδα, που τροφοδοτείται με νερό.

Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού, που μπορούν να αντιμετωπίσουν έναν απεριόριστο αριθμό ζωνών και ποικίλες ανάγκες ταυτοχρόνως, τόσο σε ψύξη όσο και σε θέρμανση.

Επειδή το νερό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και ειδική θερμότητα από τον αέρα, η συνολική διατομή των σωλήνων και των αεραγωγών που οδεύουν προς τους κλιματιζόμενους χώρους είναι μικρότερη, σε σχέση με την αντίστοιχη συνολική διατομή στα συστήματα μόνο με αέρα.

Διακρίνονται δύο βασικά συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού που έχουν διαδεδομένη εφαρμογή:

- 1- Το σύστημα με ΤΜΑΣ (Fan-Coil) και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα.
- 2- Το σύστημα με τερματικές μονάδες επαγωγής (ΤΜΕ)

3.2.4- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ – ΑΕΡΑ"

Τα τελευταία χρόνια, κυρίως στον χώρο του ημικεντρικού κλιματισμού, έχουν εμφανιστεί νέα συστήματα, στα οποία το ψυκτικό ρευστό οδηγείται μέχρι τις τερματικές μονάδες των χώρων, αντί θερμού ή κρύου νερού. Δηλαδή στις τερματικές συσκευές λειτουργούν εναλλάκτες “ψυκτικού ρευστού – αέρα”.

3.3 – ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας του αέρα ή κεντρική κλιματιστική συσκευή είναι το τμήμα της κλιματιστικής εγκαταστάσεως στο οποίο πραγματοποιούνται όλες σχεδόν οι επεξεργασίες του κλιματιζόμενου αέρα, όπως:

- 1- Ο καθαρισμός του αέρα μέσω των φίλτρων
- 2- Η ανάμιξη πρωτεύοντος και ανακυκλοφορούντος αέρα
- 3- Η ψύξη
- 4- Η θέρμανση
- 5- Η ύγρανση
- 6- Η αφύγρανση
- 7- Η προώθηση του αέρα προς τους κλιματιζόμενους χώρους.

Οι κεντρικές μονάδες επεξεργασίας αποτελούνται από πολλά ανεξάρτητα τμήματα τα οποία, ανάλογα με το μέγεθος, ή συναρμολογούνται στο εργοστάσιο ή επί τόπου του έργου. Η συναρμολόγηση μπορεί να γίνει ή σε οριζόντια ή σε κατακόρυφη διάταξη. Ακόμη, ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ο ανεμιστήρας (ή οι ανεμιστήρες), οι μονάδες χαρακτηρίζονται σε μονάδες αναρροφήσεως ή μονάδες καταθλίψεως .

Επίσης χαρακτηρίζονται σαν μονάδες μιας ζώνης ή σαν μονάδες πολλών ζωνών, ανάλογα με το πόσοι κεντρικοί αεραγωγοί με αέρα διαφορετικών συνθηκών αναχωρούν από τη μονάδα.

Σε κάθε κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα, συναντούμε τα ακόλουθα τμήματα, στα οποία είναι τοποθετημένα τα διάφορα εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα. Τα τμήματα αυτά είναι:

- 1- Τμήμα καθαρισμού
- 2- Τμήμα μίξεως του αέρα
- 3- Τμήμα μετωπικών και παρακαμπτήριων διαφραγμάτων
- 4- Τμήμα θερμικής επεξεργασίας
- 5- Τμήμα υγράνσεως
- 6- Τμήμα ανεμιστήρα

Η εξωτερική κατασκευή του κάθε τμήματος πρέπει:

- α. Να γίνεται από υλικά υψηλής αντοχής στη διάβρωση.
- β. Να είναι στιβαρή ώστε να αντέχει στις καταπονήσεις της μεταφοράς και της λειτουργίας (αντοχή σε κάμψη και σε κραδασμούς).

γ. Να παρέχει υψηλή θερμική και ηχητική προστασία.

δ. Να είναι λυομένη, ώστε να μπορεί σε περίπτωση που χρειαστεί να αποσυνδεθεί, να περάσει από ένα στενό χώρο και να συναρμολογηθεί εκ νέου στο τελικό σημείο τοποθετήσεως.

ε. Να έχει όσο γίνεται μικρότερο όγκο.

Για όλους τους ανωτέρω λόγους, ο καλύτερος τρόπος κατασκευής είναι η πλαισιωτή κατασκευή με κολώνες από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή προφίλ αλουμινίου που συνδέονται μεταξύ τους μέσω ειδικών συνδέσμων και βιδών. Το προφίλ του αλουμινίου ή της λαμαρίνας πρέπει να είναι τέτοιας διαμορφώσεως ώστε να μην υπάρχουν σημεία όπου να μπορούν να συγκεντρωθούν σταγονίδια νερού και να δημιουργήσουν μελλοντικά διάβρωση.

3.4- ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

3.4.1- 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:

3.4.1α- Εξωτερικοί τοίχοι

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

όπου:

Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i

i : Οι ώρες της ημέρας

K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

Dt_{ei} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

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

για σκούρο χρώμα:

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

για ενδιάμεσο χρώμα:

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

για ανοικτό χρώμα:

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

όπου:

D: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

Dt_{emi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο

Dt_{esi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

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

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

όπου:

R_e : Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

R_{es} : Σκιασμένη επιφάνεια

3.4.1β- Οροφές

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

3.4.1γ- Εσωτερικοί τοίχοι

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

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

όπου:

Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

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

3.4.1δ- Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

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

όπου:

Q : Το υπολογιζόμενο φορτίο

K : Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

Dt : Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία

εδάφους (θεωρείται σταθερή)

3.4.1ε- Ανοίγματα

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

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

όπου:

Q_i : Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i

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

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

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

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

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας

K : Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

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

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

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας

του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{ai} = (A \times D_i \times E_{Sout\ i} \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))) + (A \times D_{esi} \times (1 - E_{Sout\ i}) \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)))$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-4μμ

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

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

D_{esi} : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)

$E_{Sout\ i}$: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης

E_{Sin} : Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης

S_1 : Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμια με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμια χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο

S_2 : Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη

A_t : Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο

T_{adp} : Η τιμή του σημείου δρόσου

3.4.1ζ- Φορτία φωτισμού

Τα φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

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

όπου:

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

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

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

3.4.1η- Υπολογισμός φορτίων ατόμων

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

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

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

όπου:

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

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

j : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα 3.1 ⁽¹⁾ που προτείνεται από την Carrier.

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

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

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

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

3.4.1θ- Φορτία συσκευών

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

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{aj} \times N_j \right) + Q_1$$

⁽¹⁾ παράρτημα πινάκων και σχεδιαγραμμάτων

k

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

όπου:

Q_a: Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

Q_l: Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

j: Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7

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

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

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

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

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

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

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	-

l

3.4.1i- Φορτία από χαραμάδες

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

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

όπου:

Q_i : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

P_j : Η περίμετρος του ανοίγματος j

n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων

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

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

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

3.4.1κ- Αερισμός

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

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

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

όπου:

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

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

V : Ο όγκος του χώρου

n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

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

D_{g_i} : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία. Η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες υπολογισμού

3.5- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

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

- Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)
- Προσανατολισμός
- Μήκος (m)
- Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m^2)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m^2)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m^2)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m^2)
- Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης
- Ύπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

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

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

- Φωτισμού
- Ατόμων
- Συσκευών

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

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

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

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

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

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

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

—

<u>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ</u>									
Διακ./	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
5.0	-4.7	-4.1	-3.5	-3.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5
7.5	-6.2	-5.4	-4.7	-3.8	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5
10.0	-7.4	-6.3	-5.2	-4.0	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5
12.5	-8.4	-6.9	-5.5	-4.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5
15.0	-9.4	-7.9	-6.5	-4.8	-3.0	-1.8	-0.5	0.0	-0.5
17.5	-10.5	-8.8	-7.0	-5.3	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-0.5
20.0	-12.0	-10.0	-8.0	-6.1	-4.1	-2.3	-0.5	0.0	-0.5
22.5	-13.5	-11.3	-9.0	-6.8	-4.5	-2.5	-0.5	0.0	-0.5
25.0	-14.5	-12.0	-9.5	-7.0	-4.5	-2.8	-1.1	0.0	-1.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
Προσανατολισμός:	BA								
B 100	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8
A 300	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7
P 500	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.6	7.8	8.9	7.8
Προσανατολισμός:	A								
B 100	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8
A 300	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7
P 500	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	3.3	11.1	10.0
H 700	5.6	5.0	4.9	5.0	5.6	8.3	10.0	10.6	10.0
Προσανατολισμός:	NA								
B 100	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9
A 300	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0
P 500	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9
Προσανατολισμός:	N								
B 100	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4
P 500	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.0
H 700	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	6.5
Προσανατολισμός:	NΔ								
B 100	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2
A 300	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8
P 500	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4
Προσανατολισμός:	Δ								
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2
A 300	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4
P 500	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7
H 700	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5
Προσανατολισμός:	BΔ								
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.6	6.7	10.6	13.3
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7
P 500	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Προσανατολισμός:	B								
B 100	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5
P 500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2
H 700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
ΟΡΟΦΗ: ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ									
B 50	-3.9	-2.8	-0.5	3.9	8.3	13.1	17.8	21.1	23.9
A 200	-1.1	-0.5	1.1	5.0	8.9	12.8	16.7	20.0	22.8
P 300	1.1	1.7	3.3	5.5	8.9	12.8	15.6	18.3	21.1
H 400	3.3	3.9	4.4	6.1	8.9	12.2	15.0	17.2	19.4
	6.1	6.1	6.7	7.2	8.9	12.2	14.4	15.6	17.8
ΟΡΟΦΗ: ΜΕ ΝΕΡΟ									
B 50	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0
A 200	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0
P 300	-0.5	-0.5	0.0	2.8	5.5	7.2	8.3	8.3	8.9
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8
	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8
ΟΡΟΦΗ: ΠΟΤΙΖΟΜΕΝΗ									
B 50	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9
A 200	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9
P 300	-0.5	-0.5	0.0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7
	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7
ΟΡΟΦΗ: ΣΚΙΑΣΜΕΝΗ									
B 50	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8
A 200	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8
P 300	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h m²)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 20 ΑΠΡΙΛΙΟΥ

	8 πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	222	124	43	38	38	38	38	35	29
A	433	393	273	122	38	38	38	35	29
NA	374	396	377	290	179	67	38	35	29
N	65	138	241	263	276	263	241	138	65
NΔ	29	35	38	67	179	290	377	396	374
Δ	29	35	38	38	38	122	273	393	439
BΔ	29	35	38	38	38	38	43	124	222
B	29	35	38	38	38	38	35	35	29
ΟΡΙΖ.	271	406	501	556	556	556	501	406	271

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21 ΜΑΙΟΥ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	234	179	70	38	38	38	38	35	32
A	444	390	265	116	38	38	38	35	32
NA	322	339	298	222	113	40	38	35	32
N	35	70	119	170	187	170	119	70	35
NΔ	32	35	38	40	113	222	298	339	322
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444
BΔ	32	35	38	38	38	38	70	179	284
B	32	35	38	38	38	38	38	35	32
OPIZ.	341	463	550	610	631	610	550	463	341

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21 ΙΟΥΝ.

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	303	198	81	38	38	38	38	35	32
A	439	385	257	119	38	38	38	35	32
NA	295	301	268	192	92	38	38	35	32
N	32	51	94	119	146	119	94	51	32
NΔ	32	35	38	38	92	192	258	301	295
Δ	32	35	38	38	38	119	257	385	439
BΔ	32	35	38	38	38	38	81	198	303
B	32	35	38	38	38	38	38	32	32
OPIZ.	363	485	569	629	642	629	569	485	363

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 23 ΙΟΥΛ.

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	234	179	70	38	38	38	38	35	32
A	444	390	265	116	38	38	38	35	32
NA	322	339	298	222	113	40	38	35	32
N	35	70	119	170	187	170	119	70	35
NΔ	32	35	38	40	113	222	298	339	322
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444
BΔ	32	35	38	38	38	38	70	179	284
B	32	35	38	38	38	38	38	35	32
OPIZ.	341	463	550	610	631	610	550	463	341

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 24 ΑΥΓ.

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μ	3μμ	4μμ
BA	222	124	43	38	38	38	38	35	29
A	433	393	273	122	38	38	38	35	29
NA	374	396	377	290	179	67	38	35	29
N	65	138	241	263	276	263	241	138	65
NΔ	29	35	38	67	179	290	377	396	374
Δ	29	35	38	38	38	122	273	393	239
BΔ	29	35	38	38	38	38	43	124	222
B	24	35	38	38	38	38	35	35	29
OPIZ.	271	406	501	556	580	556	501	406	271

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 22 ΣΕΠΤ.

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	157	70	35	35	38	35	35	32	24
A	404	377	268	122	38	35	35	32	24
NA	390	439	425	360	244	111	38	32	24
N	119	219	298	330	379	330	298	219	119
NΔ	24	32	38	111	244	360	425	439	390
Δ	24	32	35	35	38	122	268	219	119
BΔ	24	32	35	35	38	35	35	70	157
B	24	32	35	35	28	35	35	32	24
OPIZ.	181	336	414	477	496	477	414	336	181

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5. ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

8πμ 9πμ 10πμ 11πμ 12πμ 1μμ 2μμ 3μμ 4μμ

20 ΑΠΡ.									
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258
21 ΜΑΙΟΥ									
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267
21 ΙΟΥΝ.									
Ηλ.Υψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	37
Αζιμ.	89	100	114	138	180	222	246	260	271
23 ΙΟΥΛ.									
Ηλ.Υψ.	35	47	57	66	70	66	57	47	35
Αζιμ.	93	104	118	143	180	217	242	256	267
24 ΑΥΓ.									
Ηλ.Υψ.	30	41	51	58	61	58	51	41	30
Αζιμ.	102	113	129	151	180	209	231	247	258
22 ΣΕΠΤ.									
Ηλ.Υψ.	23	33	42	48	50	48	42	33	23
Αζιμ.	110	122	138	157	180	203	222	238	250

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7 ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLF) ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
ΒΑ	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26
Α	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26
ΝΑ	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33
Ν	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47
ΝΔ	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58
Δ	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50
ΒΔ	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42
Β	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74
ΟΡΙΖ.	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

1

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	262,9	201,1	78,6	42,7	42,7	42,7	42,7	39,3	36,0
A	498,8	438,2	297,7	130,3	42,7	42,7	42,7	39,3	36,0
NA	361,8	380,9	334,8	249,4	127,0	44,9	42,7	39,3	36,0
N	39,3	78,6	133,7	191,0	210,1	191,0	133,7	78,6	39,3
NΔ	36,0	39,3	42,7	44,9	127,0	249,4	334,8	380,9	361,8
Δ	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	130,3	297,7	438,2	498,8
BΔ	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	42,7	78,6	201,1	319,1
B	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	39,5	36,0

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :

2

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
BA	262,9	201,1	78,6	42,7	42,7	42,7	42,7	39,3	36,0
A	498,8	438,2	297,7	130,3	42,7	42,7	42,7	39,3	36,0
NA	361,8	380,9	334,8	249,4	127,0	44,9	42,7	39,3	36,0
N	39,3	78,6	133,7	191,0	210,1	191,0	133,7	78,6	39,3
NΔ	36,0	39,3	42,7	44,9	127,0	249,4	334,8	380,9	361,8
Δ	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	130,3	297,7	438,2	498,8
BΔ	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	42,7	78,6	201,1	319,1
B	36,0	39,3	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	39,3	36,0

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ (°C)	ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ
21 ΙΟΥΝ.	31.8	12.6
23 ΙΟΥΛ.	35.0	13.1
24 ΑΥΓ.	35.0	13.0
ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	:	0
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΟΜΙΧΛΗ	:	ΟΧΙ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	26
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:	5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	:	1
ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m)	:	4.50

ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

: Watt
: CARRIER

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
ΔΙΟΡΘΩΣΗ D.B.	-8.6	-7.2	-5.7	-4.3	-2.8	-1.7	-0.5	0.0	-0.5
ΔΙΟΡΘ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ.	26.4	27.8	29.3	30.7	32.2	33.3	34.5	35.0	34.5
ΔΤ ΠΑΡΑΘΥΡΩ	0.4	1.8	3.3	4.7	6.2	7.3	8.5	9.0	8.5
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ ΧΩΡΩΝ	-4.6	-3.2	1.7	-0.3	1.2	2.3	3.5	4.0	3.5

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ (23 ΙΟΥΛ.) : -0.20

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου

Εξ. Τοίχο Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. κ Kcal/m ² h	Βάρος kg/m ²	Εσ. Τοίχ. Δάπτ.	Συντ. κ Kcal/m ² h	Ανοίγμ.	Πλάτ. (m)	Υψος (m)	Συντ.κ Kcal/m ² h	Συντ. Τζαμ.	Συντ.α
<u>T1</u>	C	G1	0.55	300	<u>E1</u>	1.50	<u>A1</u>	2.00	2.00	3.20	0.90	1.20
<u>O1</u>	3	2	2.80	100	<u>Δ4</u>	2.12	<u>A2</u>	1.40	2.20	3.20	0.90	1.20

T1 = Εξωτερικός τοίχος

E1 = Εσωτερικός τοίχος

O1 = Οροφή

Δ4 = Δάπεδο

A1 = Παράθυρο

A2 = Πόρτα

Είδος Πλαισίου : ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΧΩΡΟΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΗΣ

Συνολικά ψυκτικά φορτία (χωρίς αερισμό): 23739 Watt

Φύλλο

Είδ. Επιφ.	Προσανατολ.	κ (Kcal/m ² hc)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκία.
T1	Δ	0.55	6.40	4.50	28.80	1	28.80	8.00	20.80	
A1	Δ	3.20	2.00	2.00	4.00	2	8.00		8.00	0.65
E1	Ε	1.50	7.10	4.50	31.95	1	31.95	3.08	28.87	
A2	Ε	3.20	1.40	2.20	3.08	1	3.08		3.08	0.75
T1	Δ	0.55	2.00	4.50	9.00	1	9.00		9.00	
T1	N	0.55	13.40	4.50	60.30	1	60.30	20.00	40.30	
A1	N	3.20	2.00	2.00	4.00	5	20.00		20.00	0.65
T1	B	0.55	13.40	4.50	60.30	1	60.30		60.30	
Δ1		2.12	147.9	1.00	147.9	1	147.9		147.9	
O1		2.80	147.9	1.00	147.9	1	147.9		147.9	

Συντελεστές Σκίασης

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	20.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	8.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	28.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2	3.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	40.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	20.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	60.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	147.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	147.9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1. Με βάση τον τύπο $Q_i = K \times A \times D_{t_{ei}}$ ο οποίος εφαρμόζεται για τους εξωτερικούς τοίχους, για το δάπεδο και την οροφή προκύπτουν τα κάτωθι αποτελέσματα (για τα ανοίγματα χρησιμοποιείται και ο τύπος ακτινοβολίας ο οποίος βρίσκεται στο παράρτημα του κεφαλαίου για τους πίνακες υπολογισμού) :

Φορτία Ανα Επιφάνεια

Είδ. Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	
T1	20.80	-10	-8	-6	8	22	47	70	132	179
A1	8.00	278	350	422	470	517	1203	2479	3533	3965
E1	28.87	-257	-177	-96	-16	64	129	194	222	194
A2	3.08	-59	-40	-22	-4	15	29	44	50	44
T1	9.00	-4	-4	-3	3	10	20	30	57	78
T1	40.30	-68	-54	-37	77	143	250	309	329	347
A1	20.00	756	1601	2737	3915	4386	4129	3166	2190	1423
T1	60.30	-102	-81	-55	-30	-8	64	132	178	225
Δ1	147.9	-2006	-2006	-2006	-2006	-2006	-2006	-2006	-2006	-2006
O1	147.9	-817	-441	349	2088	3956	5766	7576	8998	10225

2. Τα φορτία φωτισμού υπολογίζονται με βάση τον τύπο

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

Δεδομένα Φωτισμού

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	2000	2491
Από Πυράκτωση	1.00	-	-

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80
Φορτίο	2740	2740	2740	2740	2740	2740	2740	2466	2192

3. Τα φορτία από τον αριθμό και τον βαθμό ενεργητικότητας των ατόμων υπολογίζονται από τους τύπους

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

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

Δεδομένα Ατόμων

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	30	1751	1250	3001
Δουλειά Γραφείου	72.95	78.24	10	730	782	1512
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86.38	99.70	20	1728	1994	3722

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.70
Φορτίο Αισθητό	4629	4629	4629	4629	4629	4629	4629	3703	3240
Φορτίο Λανθάνον	4429	4429	4429	4429	4429	4429	4429	3543	3100
Σύνολο	9057	9057	9057	9057	9057	9057	9057	7246	6340

4. Από τους τύπους:

Για τις συσκευές που υπάρχουν στο χώρο

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{aj} * N_{ji} \right) + Q_1 \quad Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{lj} * N_{ji} \right) + Q_2$$

Για τις απώλειες από χαραμάδες

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

Για τις απώλειες από τον αερισμό:

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

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

Προκύπτει ο κάτωθι πίνακας

Πρόσθετα Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Φωτισμός	2740	2740	2740	2740	2740	2740	2740	2466	2192
Άτομα (Αισθητό)	4629	4629	4629	4629	4629	4629	4629	3703	3240
Άτομα (Λανθάνον)	4429	4429	4429	4429	4429	4429	4429	3543	3100
Άτομα (Σύνολο)	9057	9057	9057	9057	9057	9057	9057	7246	6340
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Αισθητό	5.08	6.51	8.65	11.88	14.47	17.00	19.36	19.85	20.11
Λανθάνον	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	3.54	3.10
Σύνολο	9.51	10.94	13.08	16.30	18.90	21.43	23.79	23.40	23.21

Αντίστοιχα για τον χώρο 2:

Χώρος : 2

Ονομασία : W.C.

Συνολικά ψυκτικά φορτία (χωρίς αερισμό) : 802,1 Watt

Φύλλο

Είδ. Επιφ.	Προσανατ.	K (Kcal/m ² hc)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T1	B	0.55	4.00	4.50	18.00	1	18.00		18.00
T1	A	0.55	1.90	4.50	8.55	1	8.55		8.55
Δ1		2.12	4.00	1.90	7.60	1	7.60		7.60
O1		2.80	4.00	1.90	7.60	1	7.60		7.60

Συντελεστές Σκίασης

Είδ. Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	18.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	7.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1. Με βάση τον τύπο $Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$ ο οποίος εφαρμόζεται για τους εξωτερικούς τοίχους, για το δάπεδο και την οροφή προκύπτουν τα κάτωθι αποτελέσματα (για τα ανοίγματα χρησιμοποιείται και ο τύπος ακτινοβολίας ο οποίος βρίσκεται στο παράρτημα του κεφαλαίου για τους πίνακες υπολογισμού) :

Φορτία Ανα Επιφάνεια

Είδ. Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	
T1	18.00	-30	-24	-16	-9	-3	19	39	53	67
T1	8.55	-4	51	76	79	80	51	40	38	38

Δ1	7.60	-103	-103	-103	-103	-103	-103	-103	-103	-103
Ο1	7.60	-42	-23	18	107	203	296	389	462	525

2. Τα φορτία φωτισμού υπολογίζονται με βάση τον τύπο

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

Δεδομένα Φωτισμού

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	50	62
Από Πυράκτωση	1.00	-	-

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80
Φορτίο	69	69	69	69	69	69	69	62	55

3. Τα φορτία από τον αριθμό και τον βαθμό ενεργητικότητας των ατόμων υπολογίζονται από τους τύπους

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

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

Δεδομένα Ατόμων

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	1	58	42	100
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86.38	99.70	1	86	100	186

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.70
Φορτίο Αισθητό	159	159	159	159	159	159	159	127	111
Φορτίο Λανθάνον	155	155	155	155	155	155	155	124	109
Σύνολο	315	315	315	315	315	315	315	252	220

4. Από τους τύπους:

Για τις συσκευές που υπάρχουν στο χώρο

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{a_j} * N_j \right) + Q \quad Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{l_j} * N_j \right) + Q_2$$

Για τις απώλειες από χαραμάδες

$$Q_i = \left(\sum_{j=1}^n P_j * a_j * b \right) * D_t$$

Για τις απώλειες από τον αερισμό:

$$Q_{a_i} = 0.29 * V * n * D_t$$

$$Q_{l_i} = 0.71 * V * n * D_g$$

Προκύπτει ο κάτωθι πίνακας

Πρόσθετα Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Φωτισμός	69	69	69	69	69	69	69	62	55
Άτομα (Αισθητό)	159	159	159	159	159	159	159	127	111
Άτομα (Λανθάνον)	155	155	155	155	155	155	155	124	109
Άτομα (Σύνολο)	315	315	315	315	315	315	315	252	220
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Αισθητό	0.05	0.13	0.20	0.30	0.40	0.49	0.59	0.64	0.69
Λανθάνον	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12	0.11
Σύνολο	0.20	0.28	0.36	0.46	0.56	0.65	0.75	0.76	0.80

Αντίστοιχα για τον χώρο 3

Χώρος : 3

Ονομασία : ΓΡΑΦΕΙΟ 1

Συνολικά ψυκτικά φορτία (χωρίς αερισμό) : 1348 Watt

Φύλλο

Είδ. Επιφ.	Προσανατολ.	k (Kcal/m ² hc)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T1	A	0.55	4.00	4.50	18.0	1	18.0		18.0
Δ1		2.12	4.00	4.00	16.0	1	16.0		16.0
O1		2.80	4.00	4.00	16.0	1	16.0		16.0

Συντελεστές Σκίασης

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	18.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	16.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	16.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1. Με βάση τον τύπο $Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$ ο οποίος εφαρμόζεται για τους εξωτερικούς τοίχους, για το δάπεδο και την οροφή προκύπτουν τα κάτωθι αποτελέσματα (για τα ανοίγματα χρησιμοποιείται και ο τύπος ακτινοβολίας ο οποίος βρίσκεται στο παράρτημα του κεφαλαίου για τους πίνακες υπολογισμού) :

Φορτία Ανα Επιφάνεια

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	18.0	-9	108	159	166	167	107	84	81	79
Δ1	16.0	-217	-217	-217	-217	-217	-217	-217	-217	-217
O1	16.0	-88	-48	38	226	428	624	820	973	1106

2. Τα φορτία φωτισμού υπολογίζονται με βάση τον τύπο

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

Δεδομένα Φωτισμού

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	100	125
Από Πυράκτωση	1.00		

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80
Φορτίο	137	137	137	137	137	137	137	123	110

3. Τα φορτία από τον αριθμό και τον βαθμό ενεργητικότητας των ατόμων υπολογίζονται από τους τύπους

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

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

Δεδομένα Ατόμων

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	2	117	83	200
Δουλειά Γραφείου	72.95	78.24	1	73	78	151

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.70
Φορτίο Αισθητό	209	209	209	209	209	209	209	167	146
Φορτίο Λανθάνον	178	178	178	178	178	178	178	142	124
Σύνολο	386	386	386	386	386	386	386	309	270

4. Από τους τύπους:

Για τις συσκευές που υπάρχουν στο χώρο

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{a_j} * N_j \right) + Q \quad Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{l_j} * N_j \right) + Q_2$$

Για τις απώλειες από χαραμάδες

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

Για τις απώλειες από τον αερισμό:

$$Q_{a_i} = 0.29 * V * n * D t_i$$

$$Q_{l_i} = 0.71 * V * n * D_g$$

Προκύπτει ο κάτωθι πίνακας

Πρόσθετα Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Φωτισμός	137	137	137	137	137	137	137	123	110
Άτομα (Αισθητό)	209	209	209	209	209	209	209	167	146
Άτομα (Λανθάνον)	178	178	178	178	178	178	178	142	124
Άτομα (Σύνολο)	386	386	386	386	386	386	386	309	270
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Αισθητό	0.03	0.19	0.33	0.52	0.72	0.86	1.03	1.13	1.22
Λανθάνον	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.14	0.12
Σύνολο	0.21	0.37	0.50	0.70	0.90	1.04	1.21	1.27	1.35

Αντίστοιχα για το χώρο 4

Χώρος : 4

Ονομασία : ΓΡΑΦΕΙΟ 2

Συνολικά ψυκτικά φορτία (χωρίς αερισμό) : 2714 Watt

Φύλλο

Είδ. Επιφ.	Προσανατ.	k (Kcal/m ² hc)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκία.
T1	A	0.55	5.40	4.50	24.30	1	24.30		24.30	
T1	N	0.55	4.00	4.50	18.00	1	18.00	4.00	14.00	
A1	N	3.20	2.00	2.00	4.00	1	4.00		4.00	0.65
Δ1		2.12	5.40	4.00	21.60	1	21.60		21.60	
O1		2.80	5.40	4.00	21.60	1	21.60		21.60	

Συντελεστές Σκίασης

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	24.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	14.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	21.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	21.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1. Με βάση τον τύπο $Q_i = K \times A \times D_{t_{ei}}$ ο οποίος εφαρμόζεται για τους εξωτερικούς τοίχους, για το δάπεδο και την οροφή προκύπτουν τα κάτωθι αποτελέσματα (για τα ανοίγματα χρησιμοποιείται και ο τύπος ακτινοβολίας ο οποίος βρίσκεται στο παράρτημα του κεφαλαίου για τους πίνακες υπολογισμού) :

Φορτία Ανα Επιφάνεια

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
T1	24.30	-12	146	215	224	226	144	113	109	107
T1	14.00	-24	-19	-13	27	50	87	107	114	121
A1	4.00	151	320	547	783	877	826	633	438	285
Δ1	21.60	-293	-293	-293	-293	-293	-293	-293	-293	-293
O1	21.60	-119	-64	51	305	578	842	1106	1314	1493

2. Τα φορτία φωτισμού υπολογίζονται με βάση τον τύπο

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

Δεδομένα Φωτισμού

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	200	249
Από Πυράκτωση	1.00	-	-

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80
Φορτίο	274	274	274	274	274	274	274	247	219

3. Τα φορτία από τον αριθμό και τον βαθμό ενεργητικότητας των ατόμων υπολογίζονται από τους τύπους

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

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

Δεδομένα Ατόμων

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	4	233	167	400
Δουλειά Γραφείου	72.95	78.24	2	146	156	302

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.70
Φορτίο Αισθητό	417	417	417	417	417	417	417	334	292
Φορτίο Λανθάνον	355	355	355	355	355	355	355	284	249
Σύνολο	773	773	773	773	773	773	773	618	541

4. Από τους τύπους:

Για τις συσκευές που υπάρχουν στο χώρο

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{a_j} * N_j \right) + Q \quad Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{l_j} * N_j \right) + Q_2$$

Για τις απώλειες από χαραμάδες

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

Για τις απώλειες από τον αερισμό:

$$Q_{a_i} = 0.29 * V * n * D_{t_i}$$

$$Q_{l_i} = 0.71 * V * n * D_g$$

Προκύπτει ο κάτωθι πίνακας

Πρόσθετα Φορτία Ανα Ώρα

	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Φωτισμός	274	274	274	274	274	274	274	247	219
Άτομα (Αισθητό)	417	417	417	417	417	417	417	334	292
Άτομα (Λανθάνον)	355	355	355	355	355	355	355	284	249
Άτομα (Σύνολο)	773	773	773	773	773	773	773	618	541
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Ανα Ώρα

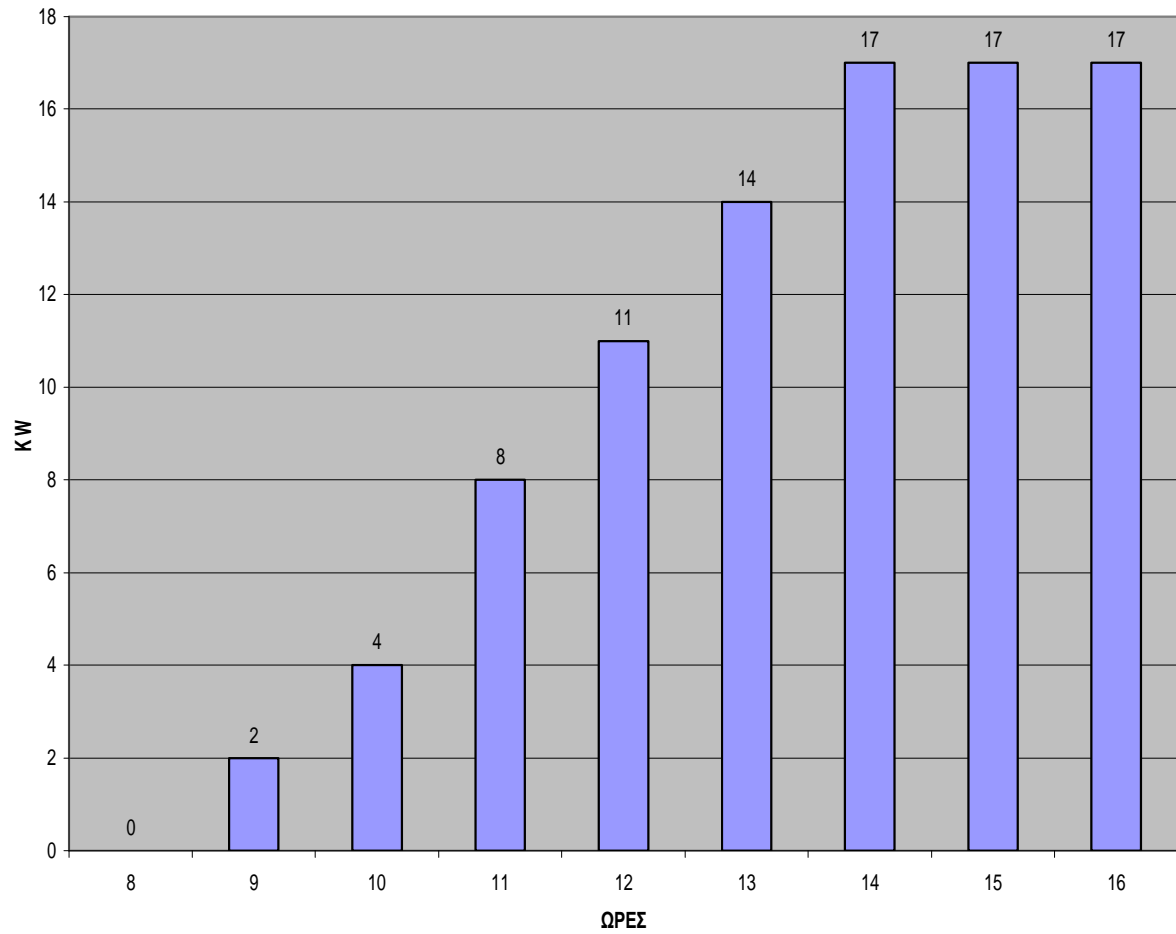
	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ
Αισθητό	0.39	0.78	1.20	1.74	2.13	2.30	2.36	2.26	2.22
Λανθάνον	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.28	0.25
Σύνολο	0.75	1.14	1.55	2.09	2.48	2.65	2.71	2.55	2.47

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)									
ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
21 ΙΟΥΝ.	0	2	4	8	11	14	17	17	17
23 ΙΟΥΛ.	11	13	15	20	23	26	28	28	28
24 ΑΥΓ.	11	14	19	22	25	28	32	30	29
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)									
ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
21 ΙΟΥΝ.									
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-14	-12	-9	-6	-2	0	4	6	7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ:	-5	-3	-1	3	6	9	12	13	14
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ:	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ									
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	0	1	2	2	3	3	3
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-3	-2	-1	0	1	2	4	4	4
ΣΥΝΟΛΟ :	-4	-1	4	9	14	19	24	24	24
23 ΙΟΥΛ									
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-3	-1	2	6	9	12	15	17	18
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	6	8	10	14	18	21	23	24	24
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ									
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	1	2	3	3	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	0	2	3	4	6	7	7	7
ΣΥΝΟΛΟ :	10	14	19	25	31	35	40	40	39
24 ΑΥΓ.									

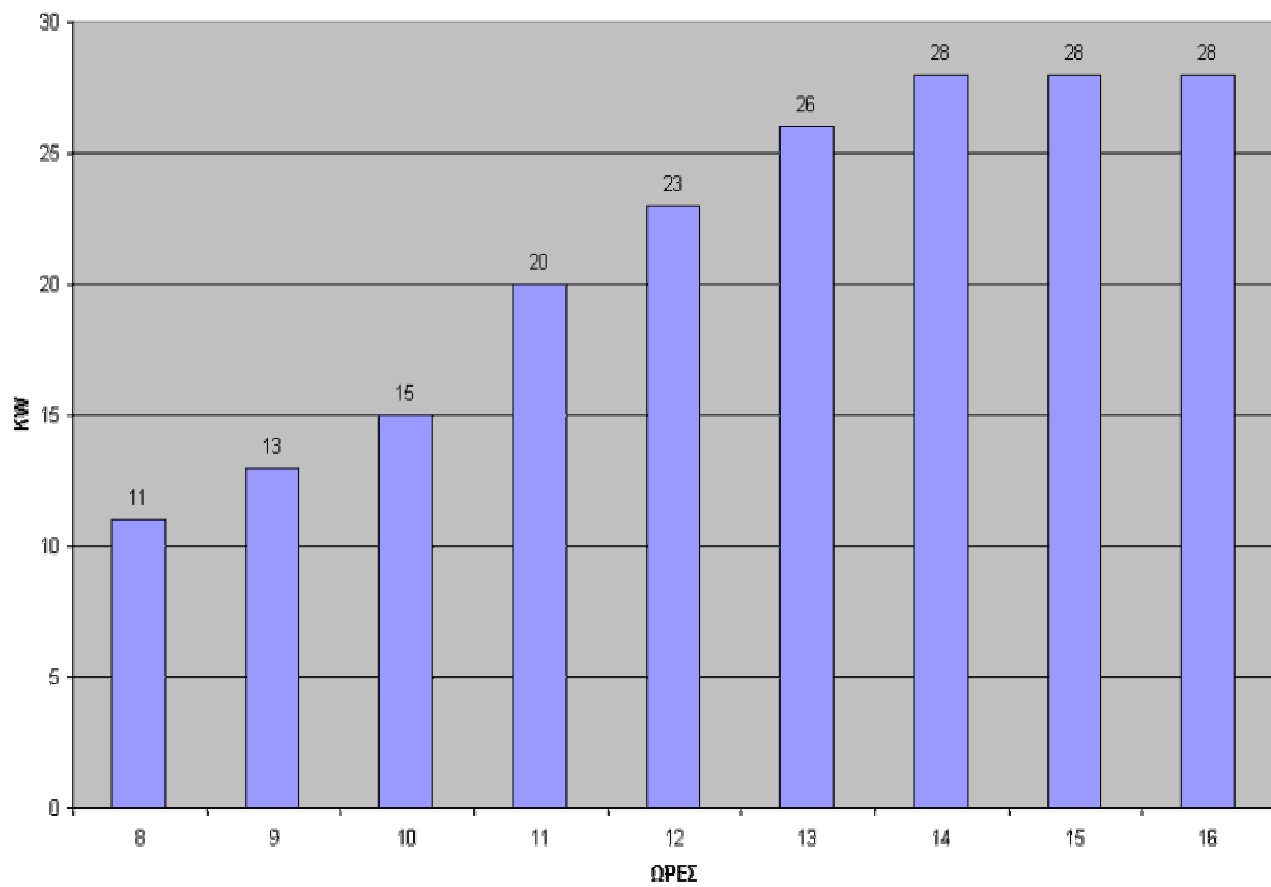
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ										
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	-2	1	5	8	11	14	18	18	19
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:		5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ		0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.		0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	6	9	13	17	20	23	26	26	25
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ										
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	1	2	3	3	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	-1	0	2	3	4	6	7	7	7
ΣΥΝΟΛΟ	:	11	16	22	28	33	38	43	42	40

ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ KW									
ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ
21 ΙΟΥΝ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1									
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-14	-12	-9	-6	-2	0	4	6	7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	-5	-3	-1	3	6	9	12	13	14
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ									
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	0	1	2	2	3	3	3
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-3	-2	-1	0	1	2	4	4	4
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	-4	-1	4	9	14	19	24	24	24
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1									
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-3	-1	2	6	9	12	15	17	18
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	6	8	10	14	18	21	23	24	24
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ									
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	1	2	3	3	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	0	2	3	4	6	7	7	7
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	10	14	19	25	31	35	40	40	39
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1									
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	1	5	8	11	14	18	18	19	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	6	9	13	17	20	23	26	26	25
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	5	5	5	5	5	5	5	4	4
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ									
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	0	1	2	3	3	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	0	2	3	4	6	7	7	7
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. :	11	16	22	28	33	38	43	42	40

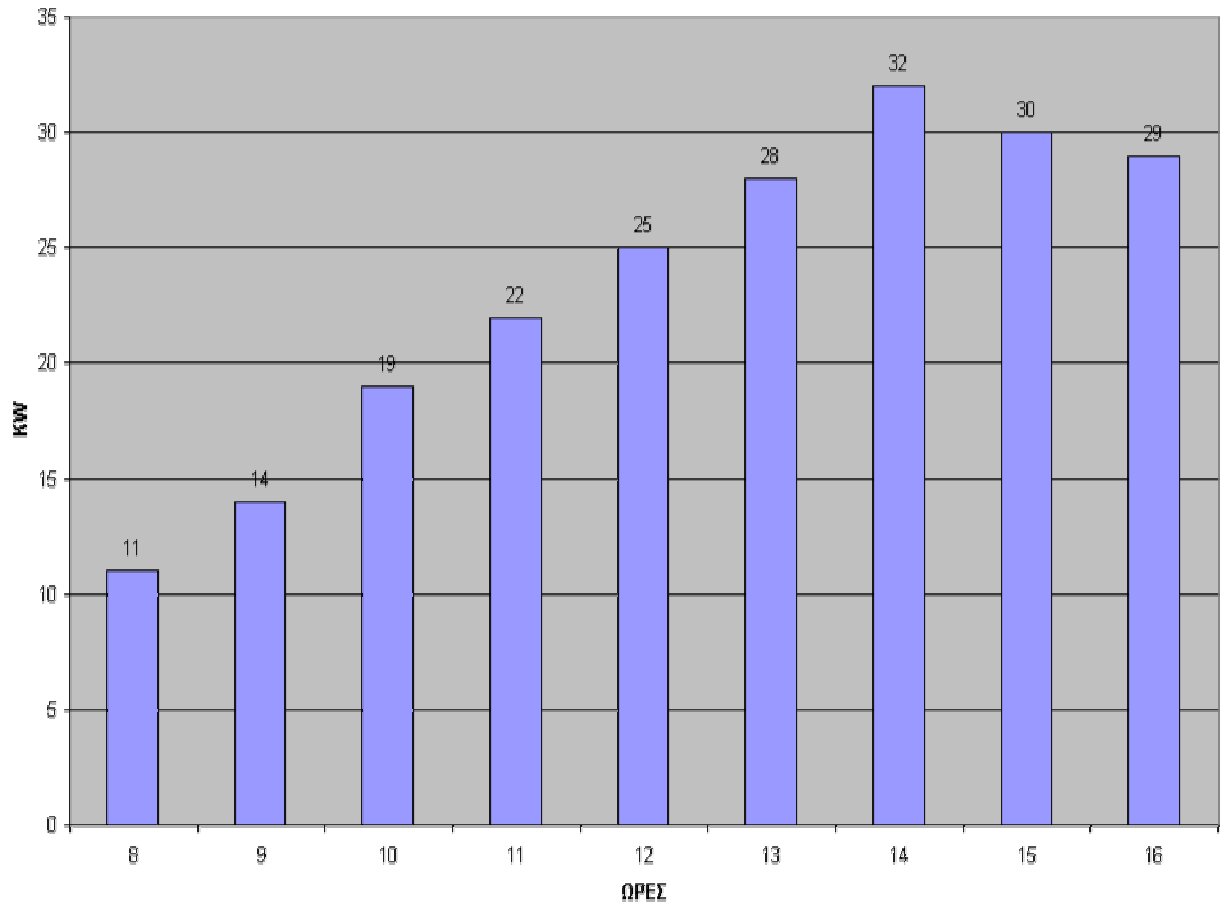
Διαγράμματα Συγκ/κών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό
21 ΙΟΥΝ.



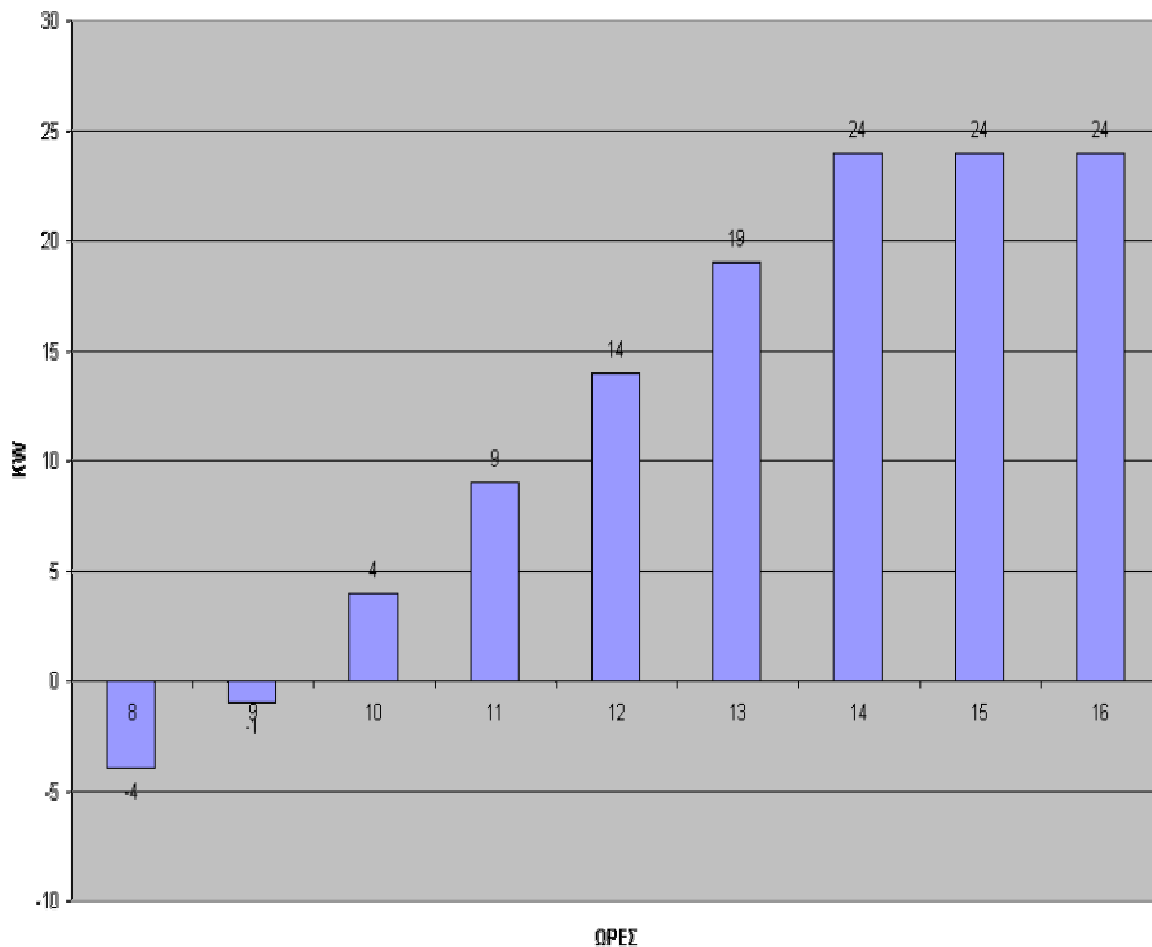
23 ΙΟΥΛ.



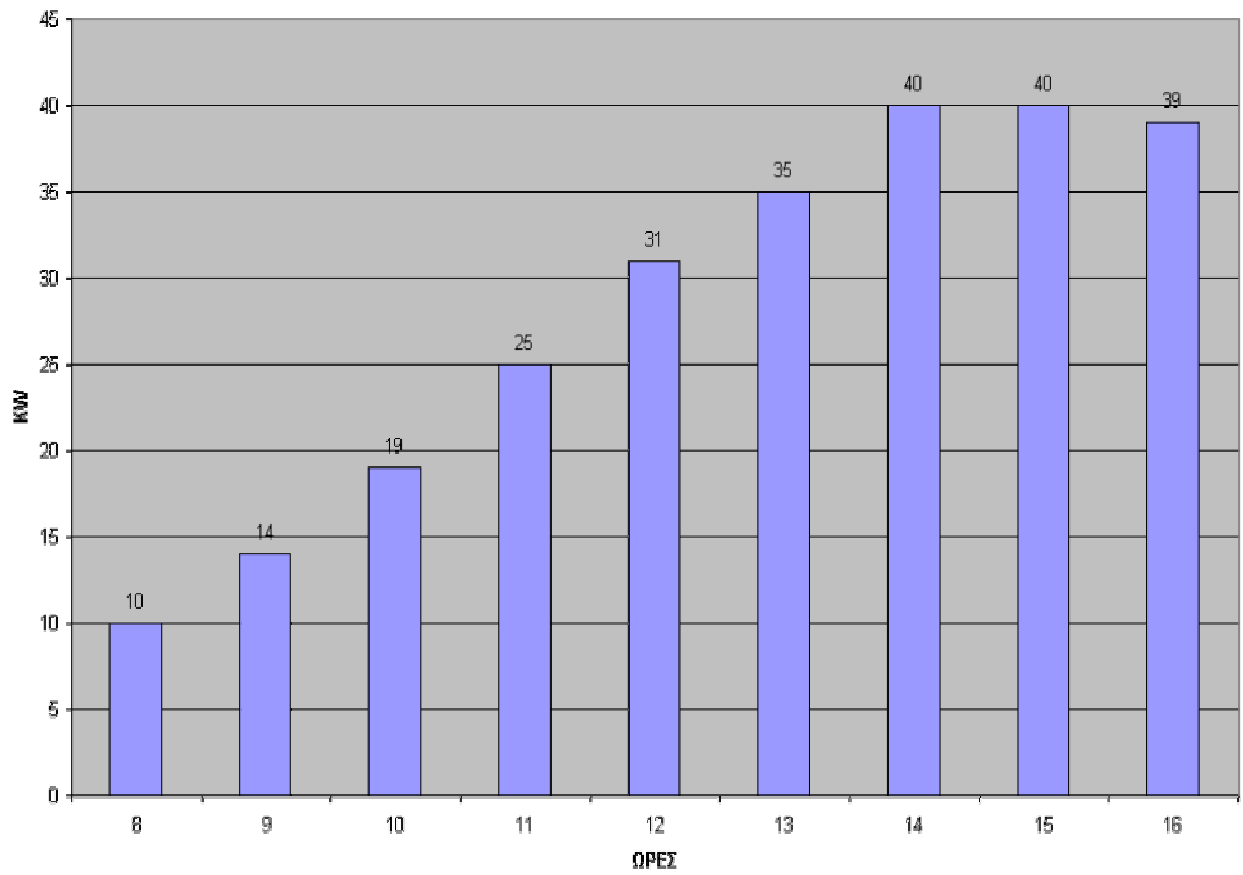
24 ΑΥΓ.



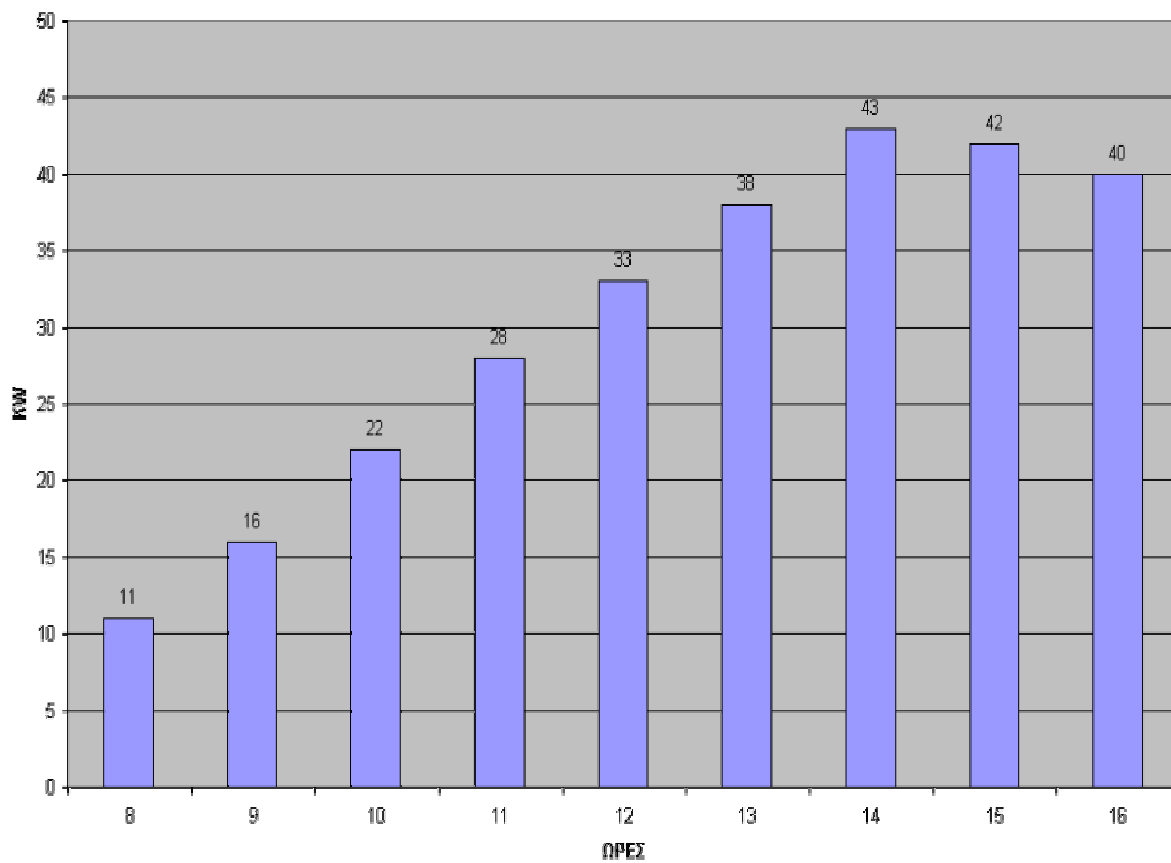
Διαγράμματα Συγκ/κών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό
21 ΙΟΥΝ.



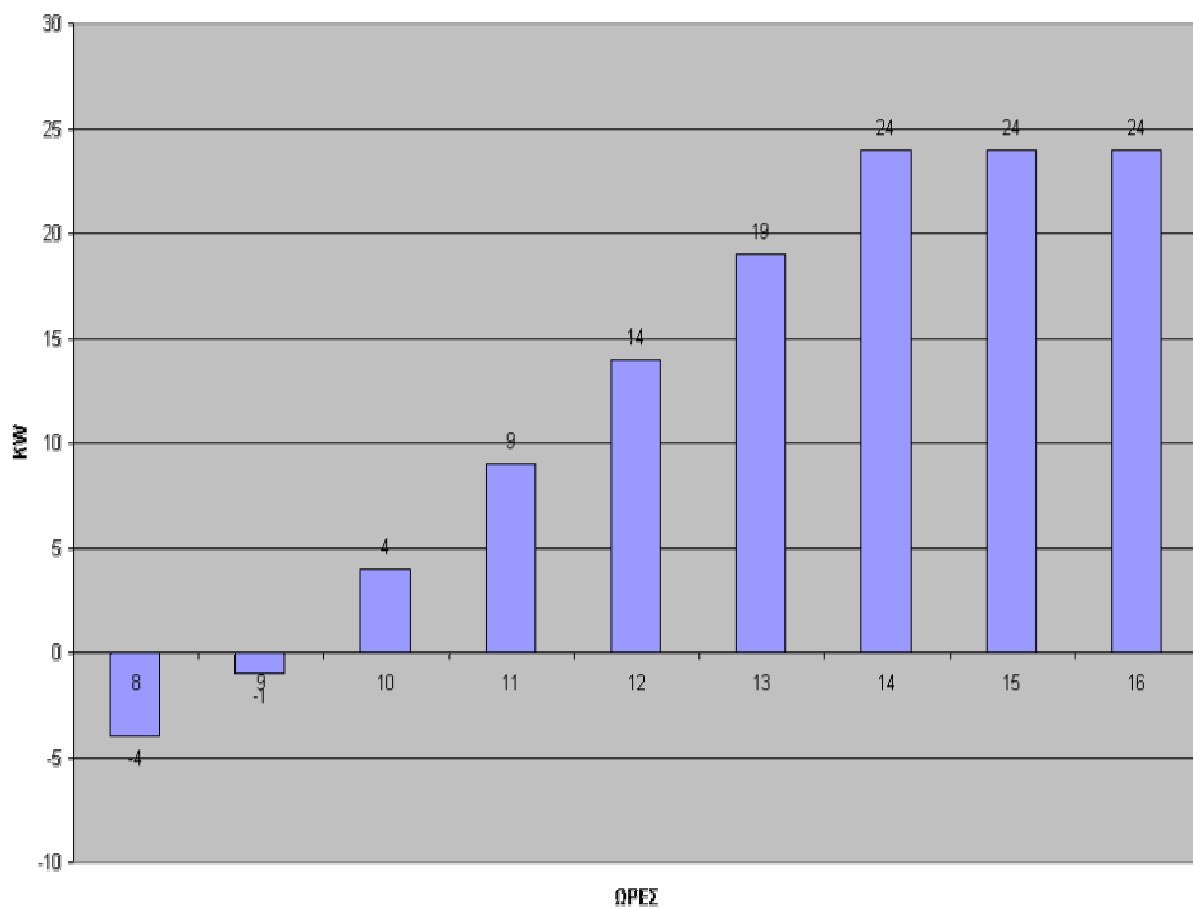
23 IOYA.



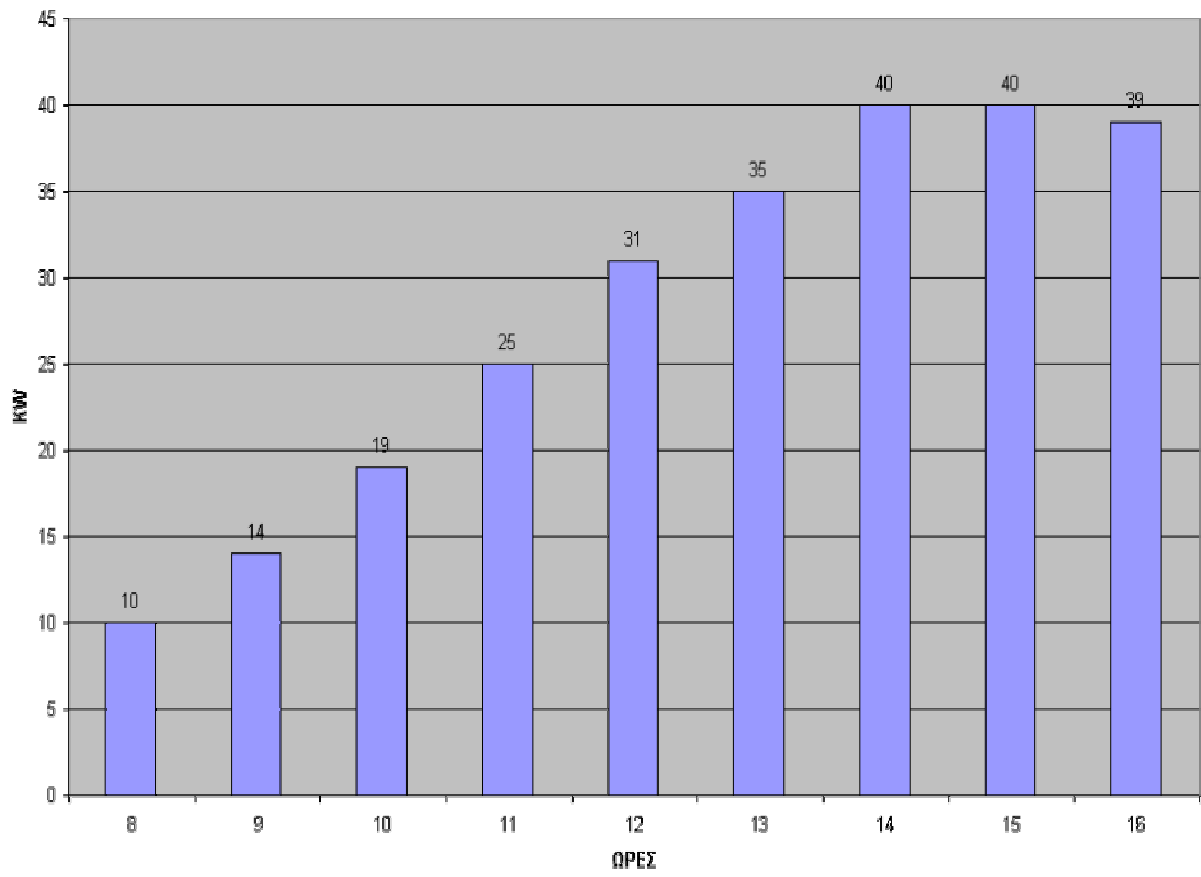
24 ΑΥΓ.



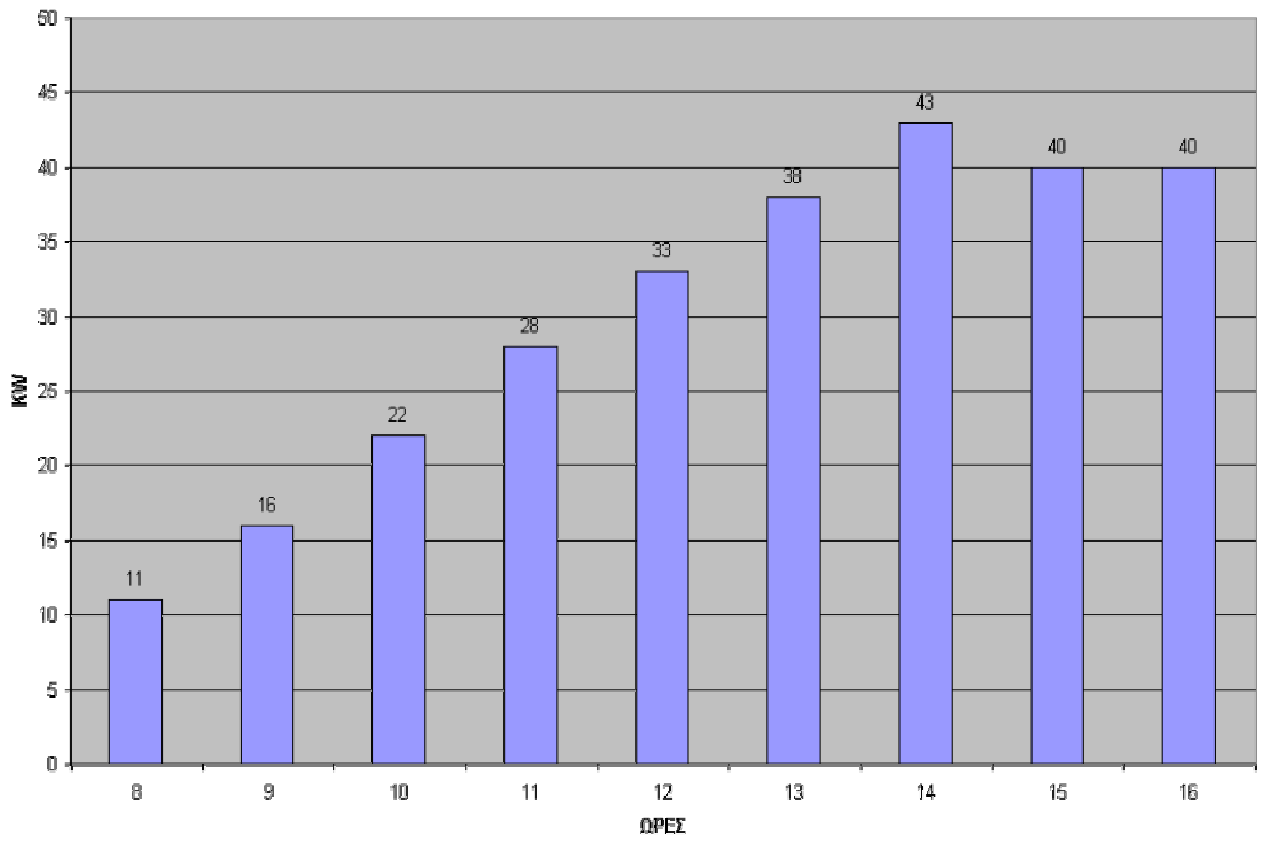
Διαγράμματα Συστημάτων
21 ΙΟΥΝ.



23 ΙΟΥΛ.



24 ΑΥΓ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

4.1-ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

α). Αντίσταση Θερμοδιαφυγής επίπεδου τυπικού τοιχώματος χωρίς θερμομόνωση ($\frac{1}{\Lambda}$)

Η απλούστερη περίπτωση αναφέρεται στην ύπαρξη απλού τοιχώματος πάχους δ , από ομογενές υλικό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ και θερμοκρασίες $t_{w,1}$ και $t_{w,2}$ στις δύο παράλληλες εξωτερικές του επιφάνειες (Σχήμα 4.1.41).

Η ποσότητα θερμότητας που διαπερνάει το τοίχωμα στην μονάδα του χρόνου είναι :

$$Q = \lambda * (t_{w,1} - t_{w,2})$$

Στην περίπτωση που το επίπεδο τοίχωμα αποτελείται από αλληπάλληλα στρώματα πάχους $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$, αντίστοιχων συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n$, η αντίστοιχη ποσότητα θερμότητας είναι:

$$Q = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + K + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} * (t_{w,1} - t_{w,2}) = \Lambda * (t_{w,1} - t_{w,2})$$

$$\text{Όπου } \frac{1}{\Lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + K + \frac{\delta_n}{\lambda_n}$$

Είναι η αντίσταση του τοιχώματος.

β) Συντελεστής θερμοπερατότητας (k) επίπεδου τοιχώματος.

Όταν ένα τοίχωμα ειδικής αγωγιμότητας λ και πάχους δ , χωρίζει ένα θερμό ρευστό θερμοκρασίας⁹⁾ t_i από ένα ψυχρότερο ρευστό θερμοκρασίας t_a , η μετάδοση της θερμότητας εξαρτάται βασικά από το τοίχωμα, αλλά και από την κατάσταση του ρευστού (υγρός ατμός, αέριο κ.λ.π.), την ταχύτητα ροής και το είδος του ρευστού (φυσικές ιδιότητες όπως πυκνότητα, συνεκτικότητα κ.ά.). Αν α_i και α_a είναι οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής μεταβάσεως, για τη ροή της θερμότητας προκύπτουν οι σχέσεις :

$$Q_1 = \alpha_i * (t_i - t_{w,1})$$

$$Q_2 = \frac{\lambda}{\delta} * (t_{w,1} - t_{w,2})$$

$$Q_3 = \alpha_a * (t_{w,2} - t_a)$$

Και από την επίλυση του συστήματος :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}} * (t_i - t_a)$$

Αν το τοίχωμα είχε περισσότερα στρώματα θα καταλήγαμε στην σχέση:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + K + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}} * (t_i - t_a) =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}} * (t_i - t_a) = k * (t_i - t_a)$$

Δηλαδή για τον ολικό συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (k), ισχύει η σχέση:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Όπου k είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχώματος. Τα k , Λ και α εκφράζονται συνήθως σε $\text{kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}$, ενώ η αντίστοιχη μονάδα στο S.I. είναι $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$.

⁹⁾Επειδή οι τύποι του κανονισμού θερμομονώσεως (Κ.Θ.Κ.) αναφέρονται σε κτίρια, χρησιμοποιούνται ο δείκτης i (inner = εσωτερικός) και a (ausser = εξωτερικός) για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους.

4.2- ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΚΥΡΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

α) Γενικές αρχές

Στα κυρτά σώματα, η μετάδοση της θερμότητας, λόγω του διαφορετικού μεγέθους των επιφανειών, παρουσιάζει κάποιες δυσκολίες σε σύγκριση με τις περιπτώσεις επίπεδου τοιχώματος. Στη μόνιμη ροή μεταφέρεται μέσω κάθε επιφάνειας σταθερή ποσότητα θερμότητας και πρέπει να διευκρινίζεται σε ποια επιφάνεια αναφέρεται κάθε συντελεστής μεταδόσεως.

Οι δείκτες (i) για το εσωτερικό και (a) για το εξωτερικό του χώρου, συμπληρώνονται εδώ με το (m) που αναφέρεται σε μέσες τιμές.

Σε ένα απλό κυρτό τοίχωμα πάχους d ισχύει η σχέση :

$$\frac{1}{k \cdot F} = \frac{1}{\alpha_i \cdot F_i} + \frac{d}{\lambda \cdot F_m} + \frac{1}{\alpha_a \cdot F_a}$$

Υποβοηθάει τους υπολογισμούς, το k να υπολογίζεται σαν συνάρτηση της εξωτερικής επιφάνειας F_a οπότε:

$$\frac{1}{k_a} = \frac{1}{\alpha_i} \cdot \frac{F_a}{F_i} + \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{F_a}{F_m} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Η μέση επιφάνεια F_m διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και υπολογίζεται:

- Για τα κυρτά τοιχώματα (π.χ. σωλήνες):

$$F_m = \frac{F_a - F_i}{\ln(F_a - F_i)}$$

- Για σφαιρικά κυρτά τοιχώματα:

$$F_m = \sqrt{F_a * F_i}$$

Για τον υπολογισμό της ροής θερμότητας σε σωλήνα μήκους l , χρησιμοποιείται η σχέση :

$$Q = \frac{\pi * l * \Delta t_m}{\frac{1}{\alpha_i d_i} + \frac{1}{2 * \lambda} * \ln\left(\frac{d_a}{d_i}\right) + \frac{1}{\alpha_a * d_a}}$$

β) Σωλήνες με παχιά τοιχώματα, δύο στρωμάτων

Πολύ συνηθισμένη είναι η περίπτωση σωλήνων που περιβάλλονται από μονωτικό στρώμα, όπως αυτοί του σχήματος 4.1.45

Για μήκος l του σωλήνα, είναι

$$F_i = \pi * \delta_i * l$$

$$F_a = \pi * \delta_a * l$$

$$F_o = \pi * \delta_o * l$$

$$d_1 = \frac{\delta_o - \delta_i}{2}$$

$$d_2 = \frac{\delta_a - \delta_o}{2}$$

$$F_{m,1} = \frac{F_o - F_i}{\ln \frac{F_o}{F_i}} = \pi * l * \frac{\delta_o - \delta_i}{\ln \frac{\delta_o}{\delta_i}}$$

$$F_{m,2} = \frac{F_a - F_i}{\ln \frac{F_a}{F_o}} = \pi * l * 6 * \frac{\delta_a - \delta_o}{\ln \frac{\delta_a}{\delta_o}}$$

$$\frac{1}{k * F} = \frac{1}{\alpha_i * F_i} + \frac{d_1}{\lambda * F_{m,1}} + \frac{d_2}{\lambda * F_{m,2}} + \frac{1}{\alpha_a * F_a}$$

Για τον υπολογισμό των θερμοκρασιών στα τοιχώματα, χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\frac{t_w' - t_0}{t_0 - t_w''} = \frac{\frac{d_1}{\lambda_1 * F_{m,1}}}{\frac{d_2}{\lambda_2 * F_{m,2}}}$$

Η ροή θερμότητας Q στην παραπάνω περίπτωση είναι :

$$Q = \frac{\pi * l * \Delta t_m}{\frac{1}{\alpha_i d_i} + \frac{1}{2 * \lambda} * \ln\left(\frac{d_0}{d_i}\right) + \frac{1}{2 * \lambda} * \ln\left(\frac{d}{d_0}\right) + \frac{1}{\alpha_a * d_a}}$$

γ) Κυρτά τοιχώματα πολλών στρωμάτων

Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται επάλληλα στρώματα σε κυρτά τοιχώματα. Για την μεταφορά π.χ. ρευστών υψηλής ή ταπεινής θερμοκρασίας, χρησιμοποιούνται, σε άμεση επαφή με τους αγωγούς, ιδιαίτερα ανθεκτικά μονωτικά υλικά, άρα και ακριβότερα, ενώ σε επόμενες στοιβάδες χαμηλότερης θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται φθηνότερα μονωτικά.

Άλλη σοβαρή αιτία που οι μονώσεις τοποθετούνται σε στοιβάδες είναι το πρόβλημα της υγρασίας (παρεμβάλλονται στεγανωτικές στρώσεις).

- Κύλινδρος μήκους l και n στοιβάδων μονωτικού υλικού :

$$Q = \frac{2 * \pi * l * (t_1 - t_{n+1})}{\frac{1}{\lambda_1} * \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{1}{\lambda_2} * \ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right) + K + \frac{1}{\lambda_n} * \ln\left(\frac{r_{n+1}}{r_n}\right)}$$

Βασικό στοιχείο των υπολογισμών που οδηγούν στην εκλογή κατάλληλου μονωτικού, είναι η θερμοκρασία στο τέλος της στοιβάδας x.

$$t_{x+1} = t_x - \frac{Q}{2 * \pi * l * \lambda_x} * \ln \frac{r_{x+1}}{r_x}$$

- Σφαίρα με n στοιβάδες υλικού:

$$Q = \frac{4 * \pi * (t_1 - t_{n+1})}{\frac{1}{\lambda_1} * \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \frac{1}{\lambda_2} * \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + K + \frac{1}{\lambda_n} * \left(\frac{1}{r_n} - \frac{1}{r_{n+1}}\right)}$$

$$\text{και } t_{x+1} = t_x - \frac{Q}{4 * \pi * \lambda_x} * \left(\frac{1}{r_x} - \frac{1}{r_{x+1}}\right)$$

Για την κατανομή θερμοκρασίας έχουμε :

$$t = t_x - \frac{Q}{4 * \pi * \lambda_x} * \left(\frac{1}{r_x} - \frac{1}{r}\right)$$

Στις παραπάνω σχέσεις δεν έχουν ληφθεί υπ' όψη οι συντελεστές α_a και α_i .

Για τους πραγματικούς υπολογισμούς, η παράλειψη αυτή άλλοτε είναι επουσιώδης και άλλοτε οδηγεί σε σοβαρά σφάλματα υπολογισμών, όταν τα t_a και t_i διαφέρουν σημαντικά από τις θερμοκρασίες t_{n+1} και t_n αντίστοιχα.

Για σωλήνες πολλών στοιβάδων η πλήρης σχέση υπολογισμού της ροής θερμότητας Q είναι :

$$Q = \frac{\pi * l * (t_i - t_a)}{\frac{1}{\alpha_i * d_i} + \frac{1}{2\lambda_1} * \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} * \ln \frac{d_3}{d_2} + K + \frac{1}{2\lambda_n} * \ln \frac{d_{n+1}}{d_n} + \frac{1}{\alpha_a * d_a}}$$

(Στην τελευταία σχέση, αντί των ακτινών r χρησιμοποιήσαμε τις διαμέτρους d)

4.3- ΡΟΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΕΩΣ

4.3.1- Βασικές αρχές της ροής θερμότητας στα κτίρια

Η βασική αρχή της θερμοδυναμικής, σύμφωνα με την οποία παρατηρείται ροή θερμότητας από κάθε περιοχή, χώρο ή αντικείμενο σχετικά υψηλής θερμοκρασίας, προς περιοχές, χώρους και αντικείμενα χαμηλότερης θερμοκρασίας, είναι η αιτία που μας αναγκάζει να σχεδιάζουμε και κατασκευάζουμε εγκαταστάσεις θερμάνσεως και κλιματισμού.

Τον χειμώνα, οι κλειστοί χώροι έχουν συνήθως υψηλότερη θερμοκρασία από το ψυχρό, φυσικό περιβάλλον. Παρατηρείται λοιπόν ροή θερμότητας από τους κλειστούς χώρους προς το περιβάλλον. Η ροή αυτή πραγματοποιείται από τα σταθερά τοιχώματα, από τα κλειστά (κατά τεκμήριο) κουφώματα, αλλά και εξαιτίας ρευμάτων από τις χαραμάδες και τα περιοδικά ανοίγματα θυρών και παραθύρων. Η ροή (απώλεια) αυτή θερμότητας είναι τόσο εντονότερη, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά, όσο «ασθενέστερα» είναι τα στερεά τοιχώματα (τοιχοί, κουφώματα), όσο περισσότερες χαραμάδες υπάρχουν και όσο συχνότερα ανοίγουν οι πόρτες και τα παράθυρα.

Το καλοκαίρι παρατηρείται ανάλογο φαινόμενο με αντίστροφη πορεία.

Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη προσθήκης θερμότητας στους χώρους τον χειμώνα και απομακρύνσεως θερμικών φορτίων το καλοκαίρι. Οι αναγκαίες ποσότητες θερμότητας πρέπει να προστίθενται ή αφαιρούνται με ρυθμό ανάλογο των αναγκών. Είναι επομένως σημαντική η εξοικονόμηση ενέργειας στην δομή των κτιρίων και η χρήση των χώρων από τους ανθρώπους, με τρόπο ώστε να μειώνουν, κατά το δυνατό, τις αναγκαίες προσθαφαιρέσεις ενέργειας. Όταν π.χ. αποφεύγονται τα άσκοπα ανοίγματα θυρών και παραθύρων, όταν φράσσονται κατά το δυνατόν οι χαραμάδες ή βελτιώνεται η συναρμογή κινητών και σταθερών τμημάτων των κουφωμάτων και κυρίως όταν οι χώροι διαθέτουν κατάλληλα θερμομονωτικά τοιχώματα και ανοίγματα, το μέγεθος της αναγκαίας εγκαταστάσεως ψύξης ή θέρμανσης είναι αισθητά μικρότερο και το λειτουργικό κόστος της χαμηλότερο.

Μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση το 1973, η θερμομόνωση των οικοδομών αποτελεί πρωταρχικό μέλημα όλων των σοβαρών κατασκευαστών κτιρίων.

Με την θερμομόνωση επιδιώκουμε κατ' αρχήν να μειώσουμε την ταχύτητα ροής της θερμότητας **από** ή **προς** ένα χώρο. Με την θερμομόνωση π.χ. μιας κατοικίας, μειώνουμε, κατά την χειμερινή περίοδο, την ταχύτητα ροής της θερμότητας προς το περιβάλλον και επιτυγχάνουμε διατήρηση της «επιθυμητής» θερμοκρασίας, με την περιοδική προσθήκη μικρών ποσοτήτων θερμότητας (θέρμανση). Αντίστοιχα κατά την θερινή περίοδο, η θερμομόνωση επιβραδύνει την εισροή εξωτερικής θερμότητας και επιτρέπει στα μηχανήματα κλιματισμού να λειτουργούν με πολύ μικρότερο κόστος.

Θεωρητικά, αυξάνοντας το πάχος του θερμομονωτικού υλικού, μπορούμε να μηδενίσουμε σχεδόν πλήρως την ροή της θερμότητας. Είναι όμως φανερό ότι η αύξηση του πάχους του μονωτικού, αυξάνει το πάχος των τοιχωμάτων (κόστος χώρου) και απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα (κόστος υλικού μονώσεως). Σε κεντρικές κτιριακές εγκαταστάσεις το συνολικό πάχος των τοιχωμάτων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα, γιατί είναι πολύ υψηλό το κόστος του διατιθέμενου ωφέλιμου εμβαδού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, είναι δικαιολογημένη η χρήση «ισχυρών» μονωτικών, έστω και υψηλού κόστους αγοράς, γιατί προέχει η εξοικονόμηση χώρου. Όταν το πρόβλημα του χώρου δεν είναι βασικό, αναζητείται ο αποδεκτός συσχετισμός κόστους κατασκευής (μονωτικό υλικό, τοποθέτηση) και εξοικονομήσεως ενέργειας.

Οι προδιαγραφές θερμομονώσεως μιας κτιριακής κατασκευής είναι αυστηρότερες (άρα και δαπανηρότερη κατασκευή), όσο περισσότερες ακραίες θερμοκρασιακές καταστάσεις θα έχει να αντιμετωπίσει το κτίριο και όσο περισσότερο απαιτητικοί είναι οι χρήστες των χώρων.

Πρακτικά με την θερμομόνωση μπορούμε να μειώσουμε τις δαπάνες, σε ενέργεια και χρήματα, θερμάνσεως των κατοικιών, από 30% με βελτιώσεις σε υπάρχουσες κατασκευές, μέχρι 60% σε νέες κατασκευές.

Είναι λοιπόν απόλυτα δικαιολογημένο ότι στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως και κλιματισμού, η ροή θερμότητας είναι αντικείμενο ενδιαφέροντος μεγάλου αριθμού ειδικών επιστημόνων, ερευνητών, κατασκευαστών κτιρίων και παραγωγών δομικών υλικών.

Οι μελετητές, για τις περισσότερες περιπτώσεις και για σχετικά απλές εγκαταστάσεις, αρκούνται στην τυποποιημένη διαδικασία επιλογών και υπολογισμού που καθορίζει ο Κ.Θ.Κ., συνεκτιμώντας την εμπειρία τους και πληροφορίες για διάφορα κατασκευαστικά υλικά και συστήματα κατασκευής.

Στις σοβαρότερες πάντως κατασκευές τα θέματα της ροής θερμότητας στο κέλυφος του κτιρίου είναι συχνά αρκετά πολύπλοκα και απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις και υπολογισμούς.

4.3.2- Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.

Ο Κ.Θ.Κ. καθορίζει διαδικασία¹⁾ και βάζει περιορισμούς για τις τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των στοιχείων οικοδομής που περικλείουν θερμαινόμενους χώρους.

Σε κάθε περίπτωση, τα εξωτερικά δομικά στοιχεία της οικοδομής ή των θερμαινόμενων χώρων της (τοιχώματα, δάπεδα, οροφές, στέγες, πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες, υαλοστάσια, αίθρια κ.ά.) ανάλογα με την αντίσταση θερμοπερατότητας, μπορούν να θεωρηθούν επαρκή ή να χρειαστεί να ενισχυθούν με την προσθήκη ή παρεμβολή ειδικών θερμομονωτικών υλικών.

Άλλωστε ένα από τα πρώτα βασικά βήματα στη πορεία εκτελέσεως μιας μελέτης θερμομονώσεως (η οποία είναι φανερό ότι επηρεάζει σημαντικά την εργασία των μελετητών θερμάνσεως ή κλιματισμού), είναι ο καθορισμός και σε πολλές περιπτώσεις η διόρθωση του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις²⁾, δηλαδή οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές, του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων, καθορίζονται από τον Κ.Θ.Κ. (§ 7.2), με την βοήθεια του **χάρτη** που διαχωρίζει την Ελλάδα σε ζώνες και με τον Πίνακα 4.2.1. (που αντιστοιχεί στον Πίνακα 2 του Κ.Θ.Κ.).

Ο χάρτης χωρίζει την Ελλάδα σε 3 ζώνες Α, Β, και Γ ανάλογα με τα κύρια κλιματικά χαρακτηριστικά τους, όπως έχουν προκύψει από μετρήσεις και στατιστικές αναλύσεις πολλών ετών.

Ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για τοιχώματα κατασκευασμένα από διάφορα υλικά και μονωμένα με υλικά διαφόρων δυνατοτήτων, είναι αντικείμενο της μελέτης θερμομόνωσης. Για την μελέτη της κεντρικής θερμάνσεως, οι συντελεστές θερμοπερατότητας είναι επομένως δεδομένοι και «υποχρεωτικοί».

Παρ' όλα αυτά, θεωρούμε χρήσιμο να υπενθυμίζουμε μερικούς πίνακες από τον Κ.Θ.Κ. και τις βασικές αρχές της μελέτης θερμομονώσεως, γιατί ο μελετητής της

θερμάνσεως ή του κλιματισμού πρέπει απαραίτητα να **ελέγξει** σε ποιο βαθμό θα εφαρμοστεί στην πράξη ή εφαρμόστηκε η μελέτη θερμομονώσεως. Συνήθως, σε μελέτες που θα εφαρμοστούν σε σχεδόν έτοιμα κτίρια και σε αρκετές κατασκευές που έχουν ήδη ολοκληρωθεί, ανακύπτει ανάγκη να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές τιμές στις μελέτες θερμάνσεως ή κλιματισμού, γιατί σπάνια τηρούνται στην πράξη οι προδιαγραφές του Κ.Θ.Κ.

¹⁾ Βλέπε «ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ – ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ» των Β. Η. Σελλούντου και Στ. Περγίου, εκδόσεις «ΦΟΙΒΟΣ» 1983.

²⁾ Ο μηχανικός Κ.Θ. ή κλιματισμού, είναι πολύ πιθανό να αποφασίσει πρόσθετη θερμομόνωση ή και μικρές τοπικές παρεμβάσεις. Γι' αυτό είναι αναγκαίο οι σχετικές μελέτες να γίνονται από τον ίδιο Μηχανικό ή συνεργαζόμενη ομάδα.

4.3.2.1- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΕΩΣ

α. Υπολογισμός του k

Στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, υπεισέρχονται η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($\frac{1}{\Lambda}$) και οι θερμικές αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

($\frac{1}{\alpha_i}$ τοιχώματος και εσωτερικού αέρα και $\frac{1}{\alpha_a}$ τοιχώματος και εξωτερικού αέρα).

Για την αντίσταση θερμοδιαφυγής επιπέδου τοιχώματος, ισχύει η σχέση :

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\alpha_1} + \frac{d_2}{\alpha_2} + K + \frac{d_n}{\alpha_n}$$

Πρόκειται για ένα σύνθετο τοίχωμα, του οποίου οι στρώσεις παρουσιάζουν πάχη $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ με αντίστοιχους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$.

Οι τιμές των λ προκύπτουν από τον Πίνακα 1 του Κ.Θ.Κ. ή τον Πίνακα 4.1.6. (σελ. 4.11).

Για τις αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως, χρησιμοποιούνται οι τιμές που δίδονται

από τον Πίνακα 3 του Κ.Θ.Κ. ή τον ίδιο Πίνακα όπως δίδεται στις οδηγίες του Υπ. Δημ. Έργων (εδώ Πίνακας 4.2.2).

Μετά τον προσδιορισμό των τιμών της αντιστάσεως θερμοδιαφυγής και των αντιστάσεων θερμικής μεταβάσεως, προκύπτει ο συντελεστής θερμοπερατότητας από τη σχέση :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad \text{ή} \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

Συνήθως για την φάση αυτή των υπολογισμών, χρησιμοποιούνται ειδικά έντυπα όπως το έντυπο του σχήματος 4.2.1. Ειδικά σ' αυτό το έντυπο, αλλά λίγο πολύ και σε όλες τις ποικιλίες τέτοιων εντύπων που κυκλοφορούν, προσδιορίζεται κατ' αρχάς το είδος και η θέση του δομικού στοιχείου για το οποίο θα γίνουν οι υπολογισμοί (όροφος, χώρος, επιφάνεια). Συνηθίζεται να ακολουθεί σκαρίφημα της τομής του δομικού στοιχείου και αρίθμηση των στρώσεων από μέσα προς τα έξω.

Για τον υπολογισμό της αντιστάσεως θερμοδιαφυγής ($\frac{1}{\Lambda}$), συμπληρώνεται Πίνακας του εντύπου και αθροίζονται οι στήλες (3), (4), και (6) που δίνουν αντίστοιχα το πάχος του στοιχείου (σε m), το βάρος (σε Kg/m) και το $\frac{1}{\Lambda}$. Αφού εκλεγούν, όπως ήδη αναφέρθηκε, τα $\frac{1}{\alpha_i}$ και $\frac{1}{\alpha_a}$, βρίσκεται η τιμή του $\frac{1}{k}$ και τελικά ελέγχεται αν η τιμή του k είναι αποδεκτή από τον Κ.Θ.Κ.

β. Υπολογισμός του $k_{m(w,F)}$

Αμέσως μετά τον υπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, για τον οποίο ισχύουν οι περιορισμοί του Πίνακα 4.2.1., γίνεται ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων και ανοιγμάτων κάθε ορόφου του κτηρίου και ελέγχεται κατά πόσο :

$$K_m (W,F) \leq 1,6 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$$

Όπου :

$$K_m (W,F) = \frac{k_w \cdot F_w + k_F \cdot W_F}{F_w + F_F}$$

Τα σύμβολα υποδηλώνουν:

Δείκτης W : τοίχος

Δείκτης F : άνοιγμα

Σύμβολο F : επιφάνεια

Σύμβολο F_w : επιφάνεια εξωτερικών τοίχων ορόφου και

Σύμβολο F_F : επιφάνεια ανοιγμάτων ορόφου

Υπολογισμός των k_F

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας (k_F) για ανοίγματα (παράθυρα και πόρτες), προκύπτουν από τον Πίνακα 7 του Κ.Θ.Κ. (§ 8,2), ο οποίος πίνακας επαναλαμβάνεται στις οδηγίες του Υπ. Δημ. Έργων με τη μορφή του Πίνακα 4.2.3. Από τον Πίνακα 4.2.3 (ή §7 του Κ.Θ.Κ.), λαμβάνονται οι τιμές για κάθε άνοιγμα.

Συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχων και ανοιγμάτων ορόφου, $k_m (W,F)$.

Οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας για τους τοίχους και τα ανοίγματα κάθε ορόφου, συγκεντρώνονται σε ένα πινακίδιο του ίδιου εντύπου που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση των τιμών k_w (σχήμα 4.2.2), για να προσδιοριστεί ο συντελεστής $k_m (W,F)$ του ορόφου και να ελεγχθεί κατά πόσο διασφαλίζονται οι περιορισμοί του Κ.Θ.Κ. (§7.3.4.):

$$K_m (W,F) \leq 1,6 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$$

$$\text{ή } k_m (W,F) \leq 1,9 \text{ kcal}/(\text{m}^2 * \text{h} * \text{°C})$$

Για τον προσδιορισμό υαλόφρακτων ανοιγμάτων, οι τιμές του k_F λαμβάνονται αυτούσιες από τον Πίνακα 4.2.3. Όταν όμως αναφερόμαστε σε πόρτα της οποίας οι υαλοπίνακες καλύπτουν μικρό ή ελάχιστο τμήμα της επιφάνειάς της, πρέπει να γίνει αναλυτικός ή έστω προσεγγιστικός υπολογισμός του αντίστοιχου k_F .

γ. Υπολογισμός του k_m

Βασική επιταγή του Κ.Θ.Κ. αποτελεί η διατήρηση του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας της οικοδομής κάτω από μια δεδομένη τιμή, που εξαρτάται από την γεωγραφική θέση του κτιρίου, Ζώνη Α, Β και Γ, και το λόγο $\frac{F}{V}$, δηλαδή το λόγο της συνολικής εξωτερικής του επιφάνειας προς τον όγκο του.

Η ολική εξωτερική επιφάνεια ενός κτιρίου υπολογίζεται με τη σχέση (Κ.Θ.Κ. § 7.3.2):

$$F = F_W + F_F + F_D + F_G + F_{DL}$$

Όπου

F_W : η συνολική εξωτερική επιφάνεια των τοιχωμάτων του κτιρίου, με συνυπολογισμό και πιθανών κατασκευών από υαλόπλιθους.

F_F : η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων της οικοδομής (παράθυρα, πόρτες, μπαλκονόπορτες κ.λπ.).

F_D : η επιφάνεια οροφής που διαχωρίζει χώρους διαμονής από τον πάνω εξωτερικό αέρα ή θερμομονωμένης στέγης ή η επιφάνεια οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.

F_G : το δάπεδο του κτιρίου όταν δεν συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα (στην περίπτωση ακατοίκητου υπογείου σαν επιφάνεια F_G θα μετρηθεί και η επιφάνεια της οροφής του υπογείου).

F_{DL} : η επιφάνεια οροφής που διαχωρίζει χώρους διαμονής προς τα κάτω με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. δάπεδο πάνω από Pilotis).

Με αφετηρία την τιμή F που προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία και τον όγκο του κτιρίου, υπολογίζεται ο λόγος $\frac{F}{V}$ για το κτίριο. Με βάση το λόγο $\frac{F}{V}$ και την βοήθεια του διαγράμματος του σχήματος 4 του Κ.Θ.Κ. (Πίνακας 4.2.4) της §7.3.4 του Κ.Θ.Κ., προσδιορίζεται μια μέγιστη τιμή $k_{m,max}$, που δεν πρέπει να υπερβαίνει ο μέσος ή ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

$$K_m \leq k_{m,max}$$

Η συγκέντρωση των στοιχείων της οικοδομής γίνεται σε τυποποιημένα έντυπα τα οποία επιταχύνουν την εργασία και διευκολύνουν τον έλεγχο ³⁾. Στο συγκεντρωτικό έντυπο γίνεται ο τελικός έλεγχος, που σε τελευταία ανάλυση οριστικοποιεί τις τιμές του k που έχουν ληφθεί για τα διάφορα στοιχεία της οικοδομής.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι οριστικοποιημένες αυτές τιμές αποτελούν την αφετηρία του υπολογισμού των **θερμικών απωλειών** της οικοδομής.

Στην κορυφή της πρώτης σελίδας, σε ειδικές θέσεις μπαίνουν τα στοιχεία της οικοδομής και καθορίζεται ο όροφος για τον οποίο γίνεται ο υπολογισμός.

Ακολουθούν πινακίδια για τον υπολογισμό των $k_{W,1}$ και $k_{W,2}$ και $k_{W,z}$. Η δεύτερη σελίδα περιλαμβάνει πινακίδια για τον υπολογισμό των $k_{W,4}$, $k_{W,5}$ και συγκεντρωτικό πίνακα για τον υπολογισμό του $k_{m(W,F)}$.

4.4- ΧΕΙΜΕΡΙΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ – ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ

Ένας τυπικός κλειστός χώρος κτιρίου, ακόμα και χωρίς ειδική πρόβλεψη θερμομονώσεως, παρουσιάζει κατά την χειμερινή περίοδο θερμοκρασία υψηλότερη από εκείνη του περιβάλλοντος. Επομένως κατά τα γνωστά, θα παρατηρείται ροή θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το περιβάλλον. Θα παρατηρηθούν δυνατές **θερμικές απώλειες**, οι οποίες θα προκαλέσουν βαθμιαία μείωση της θερμοκρασίας του χώρου.

Εάν π.χ. είναι θ_1 η θερμοκρασία (στιγμιαία τιμή) που επικρατεί σε ένα κλειστό χώρο που χωρίζεται από το περιβάλλον με ένα τοίχο και θ_2 είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ή γειτονικού ψυχρότερου χώρου, θα παρατηρηθεί μια ροή θερμότητας $Q_{1 \rightarrow 2}$ από το θερμότερο προς το ψυχρότερο. Η ροή αυτή της θερμότητας θα τείνει ασυμπτωτικά να εξισώσει τις δύο θερμοκρασίες, αν το φαινόμενο συνεχιστεί σε άπειρο χρόνο. Η ταχύτητα με την οποία θα ρέει η θερμότητα από το χώρο προς το περιβάλλον ή ένα λιγότερο θερμό χώρο, είναι ανάλογη της θερμοκρασιακής διαφοράς ($\theta_1 - \theta_2$) και είναι επίσης ανάλογη της θερμικής αγωγιμότητας (ή αντιστρόφως ανάλογη της θερμικής αντιστάσεως) του τοιχώματος.

Εάν επιθυμούμε να μη μειωθεί η θερμοκρασία θ_1 του χώρου, θα πρέπει από κάποια θερμική πηγή να μεταφέρουμε ποσά θερμότητας (θερμικά φορτία), τα οποία θα αντισταθμίζουν τις θερμικές απώλειες. Για να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του χώρου, είναι φανερό ότι πρέπει τα ποσά θερμότητας να είναι ίσα με τις θερμικές απώλειες.

Εάν δηλαδή σε ένα χώρο είχαμε προς στιγμήν επιτύχει ικανοποιητική θερμοκρασία, για να εξασφαλίσουμε τη διατήρησή της, αρκεί να επιτύχουμε μια συνεχή ροή θερμικού φορτίου, το οποίο θα αντισταθμίζει τις θερμικές απώλειες του χώρου.

Όταν η θερμοκρασία θ_1 ενός χώρου δεν κρίνεται ικανοποιητική, όπως συμβαίνει κατά την έναρξη της λειτουργίας ενός συστήματος θέρμανσης, πρέπει κατ' αρχάς να προσαχθούν στο χώρο ποσά θερμότητας τα οποία θα προκαλέσουν άνοδο της θερμοκρασίας μέχρι της επιθυμητής τιμής θ_1 και στη συνέχεια θα πρέπει να εξασφαλιστεί παροχή θερμότητας, μειωμένη πλέον, η οποία θα αντισταθμίζει τις απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον.

Η παραπάνω παρατήρηση έχει ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό εγκαταστάσεων θέρμανσεως οι οποίες δεν θα λειτουργούν συνεχώς, όπως ισχύει

σχεδόν πάντα. Δεν αρκεί δηλαδή να εξασφαλιστεί στους χώρους ροή θερμότητας που θα αντισταθμίζει τις απώλειες, αλλά και χρειάζεται και μια πρόσθετη, ενισχυμένη προσαγωγή θερμότητας κατά της αρχική φάση, όταν δηλαδή ξεκινάει η λειτουργία του συστήματος θερμάνσεως, μετά από μεγάλη ή μικρή διακοπή. Όπως μάλιστα θα αναλυθεί στη συνέχεια, η πρόσθετη αυτή παροχή ενέργειας κατά την έναρξη της θερμάνσεως, εξαρτάται από το χρόνο που παρέμεινε το κτίριο χωρίς θέρμανση, από τη θερμοσυσσωρευτική και θερμομονωτική ικανότητα των τοιχωμάτων του και τη «σκληρότητα» του κλίματος⁵⁾ της περιοχής.

Η προσεκτική και ακριβής εκτίμηση (υπολογισμός) των θερμικών απωλειών κάθε χώρου και συνολικά του κτιρίου, αποτελούν την αφετηρία του σχεδιασμού κάθε εγκατάστασης θέρμανσης.

⁵⁾ Ο καινοφανής αλλά όχι αδόκιμος αυτός όρος, «σκληρότητα κλίματος», σε αντιδιαστολή με το «ήπιο» ή «μαλακό κλίμα», υποδηλώνει μεγάλες και απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές στο περιβάλλον, σε συνδυασμό με υψηλά ποσοστά υγρασίας και ισχυρούς ανέμους.

4.4.1- Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου

Όπως εξηγήθηκε στο κεφάλαιο της ανέσεως, αλλά και για να τηρηθούν οι απαιτήσεις των κανονισμών και οι πραγματικές ανάγκες εκείνων που θα χρησιμοποιήσουν ένα χώρο, πρέπει να προβλεφθεί η άνοδος και διατήρηση της θερμοκρασίας (θέρμανση) μέχρι μιας προκαθορισμένης «επιθυμητής» θερμοκρασίας.

Ο Κ.Θ.Κ. στο Πίνακα 7 της §7.1., καθορίζει (βλέπε Πίνακα 1.3.4. στ σελίδα 1.12) την «επιθυμητή» θερμοκρασία για χώρους κατοικιών, καταστημάτων και γραφείων και εκπαιδευτικών κτιρίων. Ακόμα αναφέρει ότι

- Οι θερμοκρασίες των χώρων θεάτρων, εργοστασίων, νοσοκομείων, εκκλησιών κ.λ.π., καθορίζονται μετά από μελέτη των ειδικών συνθηκών και απαιτήσεων, κατά περίπτωση.
- Στο συνεχές διάστημα δομήσεως, μεταξύ κτισμένων κτιρίων και για τα τμήματα που βρίσκονται σε επαφή, ως θερμοκρασία του γειτονικού κτιρίου, εφόσον αυτό θερμαίνεται, λαμβάνεται η τιμή 15°C

Όταν το κτίριο που βρίσκεται σε επαφή δεν θερμαίνεται, λαμβάνονται οι τιμές:

Για τη ζώνη Α+10°C

Για τη ζώνη Β+7°C

Για τη ζώνη Γ+3°C

- Μη θερμαινόμενος χώρος θεωρείται εκείνος του οποίου η θερμοκρασία δεν είναι σύμφωνη με τον Πίνακα 5 του Κ.Θ.Κ. (βλέπε Πίνακα 1.3.4 σελ. 1.12), σε συνδυασμό με τον λειτουργικό προορισμό του.

Επαγγελματικοί ή/και άλλοι χώροι, των οποίων η θερμοκρασία κατά περιόδους ή για χρονικά διαστήματα μεγαλύτερα των 24 ωρών, φτάνει κάτω από 15 °C, λαμβάνονται εκτός υπολογισμού ως μη θερμαινόμενοι χώροι, δηλαδή :

Για τη ζώνη Α+10°C

Για τη ζώνη Β+7°C

Για τη ζώνη Γ+3°C

- Ως θερμοκρασία χώρων οι οποίοι βρίσκονται κάτω από κεκλιμένη στέγη (π.χ. από κεραμίδια ή φύλλα αμιαντοτσιμέντου), λαμβάνεται η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία, αυξημένη κατά 3°C, εφόσον έχουν τηρηθεί οι οδηγίες (§7.2.2.) του Κ.Θ.Κ.

- Ως θερμοκρασία μη θερμαινόμενων ημιυπόγειων ή υπόγειων χώρων που έχουν παράθυρα ή πόρτες προς τον εξωτερικό χώρο, λαμβάνεται :

Για τη ζώνη Α+10°C

Για τη ζώνη Β+7°C

Για τη ζώνη Γ+3°C

- Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών θερμότητας, μέσω του δαπέδου (ο χώρος ο οποίος βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος), ως θερμοκρασιακή διαφορά

εσωτερικού χώρου και εδάφους (ΔT) λαμβάνεται το ήμισυ της διαφοράς της θερμοκρασίας του χώρου από την μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία.

4.4.2- Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Όπως είναι γνωστό, σε κάθε χρονική στιγμή και θέση, επικρατεί διαφορετική θερμοκρασία στο φυσικό περιβάλλον. Θεωρητικά, για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών, είναι αναγκαίο σε κάθε περίπτωση να είναι γνωστή η θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος ο οποίος έρχεται σε επαφή με τα εξωτερικά τοιχώματα του χώρου. Στη πράξη, για τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών, είναι επαρκές να προσδιορισθεί η πιθανή δυσμενέστερη (δηλαδή ταπεινότερη) εξωτερική χειμερινή θερμοκρασία (t_a) στην περιοχή που υπάρχει ή θα κατασκευαστεί το κτίριο που πρόκειται να θερμανθεί με κεντρική θέρμανση.

Η πιθανή χαμηλότερη (ταπεινότερη) χειμερινή θερμοκρασία για τις μεγαλύτερες ελληνικές πόλεις, δίδεται στον Κ.Θ.Κ. (Πίνακας 4 §6). Υπενθυμίζεται εδώ ότι ο Πίνακας δίνει τη «**μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία**», που είναι η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας που μπορεί να εμφανιστεί μια φορά το χρόνο, για δύο τουλάχιστον συνεχόμενες μέρες.

Η «μέση ελάχιστη» τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας θεωρείται επαρκής αφετηρία για τους υπολογισμούς. Η χρησιμοποίηση της «απολύτως ελάχιστης» τιμής της εξωτερικής θερμοκρασίας, η οποία έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 20 (π.χ.) χρόνια σε μια περιοχή, δίνει αδικαιολόγητα αυξημένες «θερμικές απώλειες», άρα οδηγεί σε μεγαλύτερες του αναγκαίου μεγέθους εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

Όταν ο μελετητής χρησιμοποιεί τιμές του Πίνακα του Κ.Θ.Κ., πρέπει να λαμβάνει υπ'όψη του ότι αναφέρονται σε κτίρια μέσα σε πόλεις, σε περιοχές συνεχούς δομήσεως. Σε κάθε διαφορετική περίπτωση, ο μελετητής θα πρέπει να «διορθώσει» τις τιμές αυτές (συνήθως μία έως τρεις μονάδες).

4.4.3- Εισαγωγική διαδικασία για τους υπολογισμούς και μερικές παραδοχές θερμικών απωλειών

Όταν σε ένα χώρο έχει επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, παρατηρούνται απώλειες θερμότητας από το χώρο αυτό προς κάθε γειτονικό, χαμηλότερης θερμοκρασίας και βέβαια προς το ψυχρό περιβάλλον. Οι σχετικές απώλειες θα εξαρτώνται από τη διαφορά θερμοκρασίας, τη θερμοπερατότητα των παρεμβαλλομένων εμποδίων και τις μετακινήσεις ποσοτήτων αέρα δια των χαραμάδων και ανοιγμάτων.

Αν με Q_h παρασταθούν οι ωριαίες θερμικές απώλειες (σε kcal/h ή W/h) ενός θερμαινόμενου χώρου, θα υπάρχουν απώλειες μέσω στερεών τοιχωμάτων (Q_T) και ακόμη, απώλειες, έστω σαν Q_L , για την θέρμανση ψυχρού αέρα (απώλειες αερισμού), ο οποίος εισέρχεται στο χώρο, διώχνοντας αντίστοιχη ποσότητα θερμού αέρα προς το περιβάλλον, θα είναι :

$$Q_h = Q_T + Q_L \text{ (σε kcal/h ή W/h)}$$

Η Q_T είναι το άθροισμα των επιμέρους απωλειών θερμότητας ($\sum q_v$), οι οποίες εμφανίζονται σε κάθε διαχωριστική επιφάνεια (F_v) του χώρου (t_o) και εξαρτάται από το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του στερεού τοιχώματος στο οποίο αναφέρεται και από την θερμοκρασία η οποία επικρατεί στην άλλη πλευρά του τοιχώματος, στο οποίο έχει δοθεί (αυθαίρετα) ο ενδεικτικός αριθμός v (για να αναγνωρίζεται μονοσήμαντα).

Δηλαδή⁶⁾ :

$$q_v = k_v * F_v * (t_o - t_a)$$

Στην ενδεικτική κάτοψη του τμήματος του ορόφου, του σχήματος 4.3.2., σε κυκλίσκο έχουν σημειωθεί ο αύξων αριθμός του χώρου ο οποίος θέλουμε να θερμανθεί (π.χ. το «γραφείο» έχει λάβει τον ενδεικτικό αριθμό 1) και η «επιθυμητή θερμοκρασία» (για τον χώρο 1 είναι π.χ. 20°C).

⁶⁾ Υπενθυμίζεται ότι στην γερμανική βιβλιογραφία, για την θερμοκρασία χώρου (για την οποία προτιμήσαμε τον δείκτη «ο») χρησιμοποιείται ο δείκτης "i" και για το περιβάλλον (που χρησιμοποιήσαμε το δείκτη «α») χρησιμοποιείται ο δείκτης "a".

Για τους χώρους οι οποίοι δεν θα θερμανθούν, ο κυκλίσκος περιλαμβάνει μόνο την θερμοκρασία την οποία έχουμε αποδεχτεί για τους υπολογισμούς. Για το δρόμο π.χ. έχουμε αποδεχτεί θερμοκρασία $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, για το φωταγωγό $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ κ.ο.κ. Οι τιμές αυτές λαμβάνονται από βοηθητικούς πίνακες ή εκτιμήσεις του μελετητή. Ένας τέτοιος πίνακας, που βασίζεται σε γερμανικούς κανονισμούς είναι ο 4.3.1. ⁷⁾

Επειδή κάθε χώρος διαθέτει αρκετά περισσότερα του ενός, διακεκριμένα χωρίσματα, προκύπτουν θερμικές απώλειες $q_1, q_2, \dots, q_v, \dots, q_n$, εάν n είναι το σύνολό του. Αθροιζόμενες οι παραπάνω τιμές δίνουν το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου προς το περιβάλλον (και τους γειτονικούς μη επαρκώς θερμαινόμενους χώρους), λόγω αγωγιμότητας.

Δηλαδή :

$$Q_t = \sum_{v=1}^{v=n} q_v = \sum_{v=1}^{v=n} k_v * F_v * (t_o - t_{a,v})$$

Ο δείκτης v έχει επεξετάθη και στη θερμοκρασιακή διαφορά $t_o - t_a$ για να συμπεριλάβει θερμοκρασίες εξωτερικές του χώρου, διάφορες όμως της t_a .

Στις πρακτικές εφαρμογές, για κάθε τοίχωμα, αρκετά σπάνια χρησιμοποιείται η αναλυτική σχέση που δίνει τον εκάστοτε συντελεστή θερμοπερατότητας, k :

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_o} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + K + \frac{\delta_x}{\lambda_x} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

Συνήθως οι τιμές του k αναζητούνται έτοιμες σε σχετικούς πίνακες (όταν δεν προκύπτουν με σαφήνεια και ασφάλεια από την μελέτη θερμομονώσεως). Στους πίνακες αυτούς περιγράφονται τυποποιημένες (συνήθως) κατασκευές τοίχων και κουφωμάτων και δίνονται γι'αυτούς έτοιμες τιμές για το k .

⁷⁾ Θερμοκρασίες -18 ή $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ είναι βεβαίως ασυνήθεις για την ελληνική πραγματικότητα. Δοθέντος όμως ότι ο πίνακας προέρχεται από την γερμανική βιβλιογραφία, όπου παρόμοιες θερμοκρασίες είναι συνήθεις, προτιμήσαμε να το περιλάβουμε στη πλήρη μορφή του, καλύπτοντας έτσι και την πιθανότητα ειδικών μελετών.

4.5- ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

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

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

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

όπου:

Q_o : Απώλειες θερμότητας

F: Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2

k: Συντελεστής θερμοπερατότητας $W/m^2 K$ (ή $Kcal/m^2 K$)

$1/k$: Αντίσταση θερμοπερατότητας σε $m^2 K/W$

t_i : Θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$

t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

β) Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

β1) προσαύξηση Z_H την επίδραση του προσανατολισμού.

($Z_H = -5$ για N, NΔ, NA $Z_H = +5$ για B, BΔ, BA και $Z_H = 0$ για Δ και A)

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

β2.1) Z_D για DIN77

Τιμή D

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

β2.2) Ο συντελεστής Z_D για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη Z_D για το DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

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

γ) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

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

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m³/s

c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε kJ/g K

ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m³

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

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

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

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

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

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

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Z_{Γ} : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

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

$$Q_{o\lambda} = Q_T + Q_L$$

4.6- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

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

- 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

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

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Πάτρα
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία

Εξωτ. Τοίχοι	Συντ.κ (Watt/m ² hc)	Εσωτ. Τοίχοι	Δάπεδα	Συντ.κ (Watt/m ² hc)	Ανοίγμ.	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντ.κ (Watt/m ² hc)	Συντ.α	Φύλλα
T1	0.55	E1		1.50	A1	2.00	2.00	3.20	1.20	1
O1	2.80		Δ1	2.12	A2	1.40	2.20	3.20	1.20	2

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

T1: ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ

E1: ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ

A1: ΠΑΡΑΘΥΡΟ

A2: ΠΟΡΤΑ

O1: ΟΡΟΦΗ

Δ1: ΔΑΠΕΔΟ

Με βάση τα χαρακτηριστικά στοιχεία των εξωτερικών τοίχων, των ανοιγμάτων, των δαπέδων, της οροφής, των εξωτερικών συνθηκών και με βάση τους τύπους

1. $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$ όσο αφορά τις συνολικές απώλειες

2. $Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z$ όσο αφορά τις απαιτήσεις του χώρου μετά από τις προσαυξήσεις λόγω ωρών λειτουργίας και προσανατολισμού

3. $Q_o = k \cdot f \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{\frac{1}{k}}$ σε w (ή Kcal/h) όσο αφορά τις απώλειες θερμοπερατότητας

4. $Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a)$ (σε w) όσο αφορά τις απώλειες αερισμού

5. $Q_L = \Sigma Q A_i$, όπου:

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

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

*Οι επεξηγήσεις των μεταβλητών βρίσκονται στην παράγραφο του κεφαλαίου περί πινάκων υπολογισμού.

Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΗΣ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ.	Αφ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.	Συντ. k	Διαφ. Θερμ.	Καθ. Απώλ.
T1	Δ			6.40	4.50	28.80	1	28.80	8.00	20.80	0.55	21.00	240.2
A1	Δ	α		2.00	2.00	4.00	2	8.00		8.00	3.20	21.00	537.6
E1	Ε			7.10	4.50	31.95	1	31.95	3.08	28.87	1.50	10.00	433.0
A2	Ε	α		1.40	2.20	3.08	1	3.08		3.08	3.20	10.00	98.56
T1	Δ			2.00	4.50	9.00	1	9.00		9.00	0.55	21.00	104.0
T1	N			13.40	4.50	60.30	1	60.30	20.00	40.30	0.55	21.00	465.5
A1	N	α		2.00	2.00	4.00	5	20.00		20.00	3.20	21.00	1344
T1	B			13.40	4.50	60.30	1	60.30		60.30	0.55	21.00	696.5
Δ1				147.9	1.00	147.9	1	147.9		147.9	2.12	10.00	3135
O1				147.9	1.00	147.9	1	147.9		147.9	2.80	21.00	8697

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 15751

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 30 % 4725

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 25

$$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t)= 15751/ (1635.9 \times 21) = 0.46$$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 20477

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) = 954.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V_xρ_xc_xΔt = 9403

Ογκος Χώρου $V = 147.9 \times 1.00 \times 4.50 =$	666
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$	2.00
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L =$	30834

Αντίστοιχα για τον χώρο 2:

Με βάση τα χαρακτηριστικά στοιχεία των εξωτερικών τοίχων, των ανοιγμάτων, των δαπέδων, της οροφής, των εξωτερικών συνθηκών και με βάση τους τύπους

7. $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$ όσο αφορά τις συνολικές απώλειες

8. $Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z$ όσο αφορά τις απαιτήσεις του χώρου μετά από τις προσαυξήσεις λόγω ωρών λειτουργίας και προσανατολισμού

9. $Q_o = k \cdot f \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{\frac{1}{k}}$ σε w (ή Kcal/h) όσο αφορά τις απώλειες θερμοπερατότητας

10. $Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a)$ (σε w) όσο αφορά τις απώλειες αερισμού

11. $Q_L = \Sigma Q A_i$, όπου:

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

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

*Οι επεξηγήσεις των μεταβλητών βρίσκονται στην παράγραφο του κεφαλαίου περί πινάκων υπολογισμού.

Επίπεδο : 1 Χώρος : 2

Ονομασία Χώρου W.C.

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πλάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ.	Αφ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.	Συντ. κ	Διαφ. Θερμ.	Καθ. Απώλ.
T1	B			4.00	4.50	18.00	1	18.00		18.00	0.55	21.00	207.9
T1	A			1.90	4.50	8.55	1	8.55		8.55	0.55	21.00	98.75
Δ1				4.00	1.90	7.60	1	7.60		7.60	2.12	10.00	161.1
O1				4.00	1.90	7.60	1	7.60		7.60	2.80	21.00	446.9

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 915

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 30 % 274

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 25

$$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t)= 915/ (68.3 \times 21) = 0.64$$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 1189

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V_xρ_xc_xΔt = 724.8

Ογκος Χώρου V = 4.00x1.90x4.50= 34

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 3.00

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1914

Αντίστοιχα για το χώρο 3:

Με βάση τα χαρακτηριστικά στοιχεία των εξωτερικών τοίχων, των ανοιγμάτων, των δαπέδων, της οροφής, των εξωτερικών συνθηκών και με βάση τους τύπους

$$13. Q_{o\lambda} = Q_T + Q_L \text{ όσο αφορά τις συνολικές απώλειες}$$

$$14. Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z \text{ όσο αφορά τις απαιτήσεις του χώρου μετά από τις προσαυξήσεις λόγω ωρών λειτουργίας και προσανατολισμού}$$

$$15. Q_o = k * f * (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{\frac{1}{k}} \text{ σε w (ή Kcal/h) όσο αφορά τις απώλειες θερμοπερατότητας}$$

$$16. Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w) όσο αφορά τις απώλειες αερισμού}$$

$$17. Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$18. Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα}$$

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

*Οι επεξηγήσεις των μεταβλητών βρίσκονται στην παράγραφο του κεφαλαίου περί πινάκων υπολογισμού.

Χώρος : 3

Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ 1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/ m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	A			4.00	4.50	18.00	1	18.00		18.00	0.55	21.00	207.9
Δ1				4.00	4.00	16.00	1	16.00		16.00	2.12	10.00	339.2
O1				4.00	4.00	16.00	1	16.00		16.00	2.80	21.00	940.8

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q_0 1488

Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 25\%$ 372

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού $ZH =$ 0

Προσαύξηση λόγω διακοπών $ZD = 25$

$D = Q_0 / (F_{ges} \times \Delta t) = 1488 / (104.0 \times 21) =$ 0.68

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1 + ZD + ZH)$ 1860

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου $H =$ 0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων $Z\Gamma =$ 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t =$ 508.6

Ογκος Χώρου $V = 4.00 \times 4.00 \times 4.50 =$ 72

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$ 1.00

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{o\lambda} = Q_T + Q_L =$ 2368

Αντίστοιχα για τον χώρο 4:

Με βάση τα χαρακτηριστικά στοιχεία των εξωτερικών τοίχων, των ανοιγμάτων, των δαπέδων, της οροφής, των εξωτερικών συνθηκών και με βάση τους τύπους

$$19. Q_{ολ} = Q_T + Q_L \text{ όσο αφορά τις συνολικές απώλειες}$$

$$20. Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z \text{ όσο αφορά τις απαιτήσεις του χώρου μετά από τις προσαυξήσεις λόγω ωρών λειτουργίας και προσανατολισμού}$$

$$21. Q_o = k * f * (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{\frac{1}{k}} \text{ σε w (ή Kcal/h) όσο αφορά τις απώλειες θερμοπερατότητας}$$

$$22. Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w) όσο αφορά τις απώλειες αερισμού}$$

$$23. Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$24. Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα}$$

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

*Οι επεξηγήσεις των μεταβλητών βρίσκονται στην παράγραφο του κεφαλαίου περί πινάκων υπολογισμού.

Χώρος : 4

Ονομασία Χώρου ΓΡΑΦΕΙΟ 2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνει	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ.	Αφ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.	Συντ. κ	Διαφ. Θερμ.	Καθ. Απώλ.
T1	A			5.40	4.50	24.30	1	24.30		24.30	0.55	21.00	280.7
T1	N			4.00	4.50	18.00	1	18.00	4.00	14.00	0.55	21.00	161.7
A1	N	α		2.00	2.00	4.00	1	4.00		4.00	3.20	21.00	268.8
Δ1				5.40	4.00	21.60	1	21.60		21.60	2.12	10.00	457.9
O1				5.40	4.00	21.60	1	21.60		21.60	2.80	21.00	1270

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 2439

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 15 % 366

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = -5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 20

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 2439 / (127.8 \times 21) = 0.91$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 2805

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) = 126.3

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxαxΔt = 686.7

Ογκος Χώρου V = 5.40x4.00x4.50= 97

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 1.00

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 3618

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : 1

1 ΧΩΡΟΣ ΣΥΝΑΜΜΑΓΗΣ	:	30834
2 W.C.	:	1914
3 ΓΡΑΦΕΙΟ 1	:	2368
4 ΓΡΑΦΕΙΟ 2	:	3618

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 38735

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

5.1 - ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑ – ΣΤΟΜΙΑ – ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ

Για τη μεταφορά του κλιματισμένου αέρα στους χώρους και την απομάκρυνση ποσοτήτων αέρα από τους χώρους, χρειάζονται αεραγωγοί, στόμια παραλαβής και εκροής αέρα και ανεμιστήρες, οι οποίοι θα εξασφαλίζουν τις αναγκαίες πιέσεις (υπερπίεση ή υποπίεση) με τις οποίες θα ρυθμιστούν οι σχετικές παροχές .

5.2- ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

Με τους αεραγωγούς μεταφέρεται ο κλιματισμένος αέρας στους χώρους και απάγεται από αυτούς αέρας που έχει ρυπανθεί. Γι αυτό, στα συστήματα κεντρικού κλιματισμού, έχουμε αφ' ενός μεν αεραγωγούς προσαγωγής αέρα και αφ' ετέρου αεραγωγούς απαγωγής αέρα.

Τα δίκτυα αεραγωγών αποτελούν (τόσο σαν προμήθεια όσο και σαν τοποθέτηση), δαπανηρό τμήμα των εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού και η σωστή διαστασιολόγηση και κατασκευή τους επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα και το συνολικό κόστος της τελικής εγκατάστασης

Πρέπει επομένως να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των διαδρομών, τον υπολογισμό των διαστάσεων, την εκλογή των υλικών κατασκευής, συνδέσεων και στηρίξεως τη διαδικασία τοποθέτησής (και ιδιαίτερα στηρίξεως) των αεραγωγών, τη σωστή συνεργασία τους με τα στόμια αέρα, κ.α.

Επειδή εξ'άλλου κατά τη λειτουργία των αεραγωγών σημειώνεται τοπική συσσώρευση ρύπων (σε γωνίες, ενώσεις κ.λ.π.), πρέπει να προβλέπονται, ανά μικρές αποστάσεις, ανοίγματα καθαρισμού.

Στα δίκτυα αερισμού και κλιματισμού η κίνηση του αέρα είναι εξαναγκασμένη με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων ανεμιστήρων.

Στις ελάχιστες περιπτώσεις 'φυσικής' κυκλοφορίας, η αναγκαία για την κίνηση του αέρα διαφορά πιέσεως, προκύπτει από τη διαφορά πυκνότητας μεταξύ αερίων

μαζών διαφορετικής θερμοκρασίας. Σε ένα κατακόρυφο αεραγωγό η διαφορά πίεσεως, η οποία ονομάζεται ενεργός πίεση, είναι

$$H=h (\gamma_1-\gamma_2) = h (1/u_1+u_2) \text{ mm}$$

Όπου

h- το κατακόρυφο ύψος του αεραγωγού, από το σημείο εξόδου του αέρα μέχρι το σημείο εξόδου στην ατμόσφαιρα (σε m)

γ_1 - το ειδικό βάρος του αέρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος (σε kg/m³)

γ_2 - το ειδικό βάρος του αέρα στον αεραγωγό (σε kg/m³)

(u_1 και u_2) - οι αντίστοιχες τιμές των ειδικών όγκων του αέρα (σε m³/ kg)

Τα γ_1 και γ_2 εξαρτώνται από τη θερμοκρασία (πίνακες 5.1 και 5.2) και την περιεκτικότητα υγρασίας.

Έτοιμες τιμές της ενεργού πίεσεως (σε mm) για αέρα διαφόρων θερμοκρασιών και ακίνητο αέρα δίνει ο πίνακας 5.3

Στη κίνηση του αέρα μέσα στους αγωγούς (είτε αυτή προκαλείται από ενεργό πίεση, είτε από υπερπίεση, την οποία δημιουργεί ανεμιστήρας), αντιδρούν οι αντιστάσεις τριβής. Οι αντιστάσεις τριβής εξαρτώνται από την ταχύτητα ροής του αέρα, τη γεωμετρική μορφή και τη ποιότητα της εσωτερικής επιφανείας των αεραγωγών.

5.3- ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Οι απώλειες πίεσεως σε κυκλικής διατομής αεραγωγούς δίδεται από τη σχέση των Darcy - fauning

$$\Delta P = (f L V^2/2D)\rho$$

Όπου

ΔP - η απώλεια πίεσεως του αέρα (σε pa)

f- αδιάστατος συντελεστής τριβής

L- το μήκος του αεραγωγού (σε m)

D- η εσωτερική διάμετρος του αεραγωγού (σε m)

V- η ταχύτητα ροής του αέρα (σε m/s)

ρ - η πυκνότητα του ρευστού (σε kg/m³)

Ο συντελεστής τριβών f προκύπτει από το διάγραμμα Moody το οποίο συσχετίζει τον αριθμό Re με την σχετική τραχύτητα επιφανείας του αεραγωγού.

Στις σπάνιες περιπτώσεις κατά τις οποίες ο συντελεστής τριβής πρέπει να βρεθεί με πολύ μεγάλη ακρίβεια χρησιμοποιείται ο τύπος του Colebrook.

$$f = \frac{1}{1.14 + 2 \cdot \log \frac{D}{\varepsilon} \left[2 \cdot \log \left(1 + \frac{9.3}{Re \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D} \right)^{1/4}} \right) \right]}$$

Ο αριθμός Re προκύπτει από τη σχέση

$$Re = v \cdot d_e / \mu$$

Όπου μ είναι η συνεκτικότητα του ρευστού (σ.σ ιξώδες)

5.4- ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές οι αεραγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι ορθογωνικής διατομής. Για τον υπολογισμό της πτώσης πίεσεως σε αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής χρησιμοποιείται η σχέση

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D_{\sigma}} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho$$

Όπου D_{σ} είναι η ισοδύναμος διάμετρος, μια συμβατική τιμή που συσχετίζει τους αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής με τους αεραγωγούς κυκλικής διατομής. Η D_{σ} δίνεται από τη σχέση

$$D_{i\sigma} = 2 (a b / a + b)$$

Με την βοήθεια της ισοδυναμίου $D_{i\sigma}$ μπορεί να υπολογιστεί η πτώση πίεσης ανά μέτρο μήκους των αεραγωγών ορθογωνικής διατομής.

5.5- ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΕ ΣΤΕΝΩΣΕΙΣ, ΔΙΕΥΡΥΝΣΕΙΣ, ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ, ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΔΙΕΥΡΥΝΣΕΩΣ ΡΟΗΣ

Κατά τη ροή του αέρα στους αεραγωγούς προκύπτουν πρόσθετες απώλειες (Z), σε κάθε περίπτωση κατά την οποία η ροή συναντά μια τοπική αντίσταση. Γενικά ισχύει η σχέση

$$Z = \zeta(\rho/2) V^2$$

Όπου ζ είναι η τιμή του αντίστοιχου συντελεστή τοπικής αντιστάσεως .

Οι τιμές των ζ , για τις περισσότερες των περιπτώσεων έχουν προσδιοριστεί με πειραματικές διαδικασίες και έχουν αποτυπωθεί σε πληθώρα πινάκων και διαγραμμάτων. Κατά τη χρήση αυτών των πινάκων και διαγραμμάτων χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή τόσο στις συνθήκες ροής για τις οποίες ισχύουν οι τιμές του ζ , όσο και στις μονάδες.

Σε περιοχές όπου σημειώνεται μεταβολή της ταχύτητας ροής η τιμή του τοπικού συντελεστή αντιστάσεως πρέπει να συσχετιστεί και με την ταχύτητα. Για αυτό οι τιμές του ζ λαμβάνουν δείκτες κατά αναλογία με του δείκτες της αντίστοιχης τιμής της ταχύτητας ροής.

5.6- ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΡΙΒΗΣ (ζ) ΣΕ ΣΤΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΕΥΡΥΝΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Κατά τη μεταβολή της διατομής των αεραγωγών εφ' όσον είναι δεδομένη η παροχή , μεταβάλλεται η ταχύτητα ροής. Όταν π.χ. υπάρχει μια στένωση στη διατομή του αεραγωγού θα προκύπτει μια πτώση πίεσεως $\Delta P = r_1 - r_2$ η οποία θα εξαρτάται από τον λόγο μεταβολής της διατομής ($\frac{F_1}{F_2}$).

Για την περίπτωση στένωσης του αεραγωγού θα ισχύει η σχέση

$$\frac{p^1}{\rho} + \frac{V^2}{2} = \frac{p^2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2}$$

5.6.α- ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΡΙΒΗΣ ΣΕ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Όταν ένας αεραγωγός διακλαδίζεται και δίδει αέρα προς διάφορες κατευθύνσεις, προκύπτουν απώλειες πίεσεως που εξαρτώνται από μια σειρά παραγόντων. Για τον υπολογισμό της πίεσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση

$$\Delta P = \zeta \rho V^2/2$$

Όπου V είναι η ταχύτητα του αέρα.

5.6.β- ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΡΙΒΗΣ (ζ) ΣΕ ΣΗΜΕΙΑ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ

Οι τιμές των απωλειών τριβής σε καμπύλες αεραγωγών, είναι σχεδόν ανεξάρτητες από την ταχύτητα των τοιχωμάτων του αεραγωγού.

Οι απώλειες πίεσεως υπολογίζονται από τη γνωστή σχέση

$$\Delta P = \zeta (\rho V^2/2)$$

Το πρόβλημα της διαταραχής της ροής στις καμπύλες μεταβολής της διευθύνσεως της, έχει απασχολήσει πολλούς μελετητές και τα συμπεράσματά τους μπορούν να συνοψιστούν

A) Οι απώλειες μειώνονται όσο αυξάνουν τα πτερύγια αλλαγής πορείας, αρκεί η παρουσία τους να μην μειώνει την ωφέλιμη διατομή.

B) Οδηγητικά ελάσματα συμφέρει να τοποθετούνται κοντά στο εσωτερικό τοίχωμα.

Γ) Η στρογγύλευση της εξωτερικής καμπυλότητας ελάχιστα βελτιώνει τη ροή.

5.7-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Οι αεραγωγοί μεταφέρουν αέρα προκαθορισμένης “ποιότητας” από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας στους διαφόρους χώρους. Όπως ήδη έχει αναφερθεί κατά τη ροή του αέρα στους αεραγωγούς παρατηρείται πτώση πίεσεως λόγω τριβών τόσο στα ευθύγραμμα τμήματα όσο και στα σημεία διαταραχής της ροής.

Για να φθάσει ο αέρας στους κλιματιζόμενους χώρους πρέπει να εξασφαλιστεί υπερπίεση ικανή να καλύψει τις απώλειες λόγω τριβών και ακόμη να εκσφενδονίσει τον αέρα, δια τον στομίων προσαγωγής. Την υπερπίεση αυτή προσφέρουν οι ανεμιστήρες της κύριας επεξεργασίας ή ανεμιστήρες διαφόρων κλάδων στα σημεία αναχωρήσεως του κλιματιζόμενου αέρα.

Δηλαδή σημείο εκκινήσεως του αέρα είναι το πέρας της κεντρικής μονάδος επεξεργασίας και τελικό σημείο οι χώροι. Αντίθετα οι αεραγωγοί προσαγωγής καταλήγουν στα στόμια προσαγωγής του αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους

Στο σύστημα επιστροφής ή απαγωγής του μολυσμένου αέρα το δίκτυο αεραγωγών αρχίζει από τα στόμια παραλαβής και καταλήγει στα σημεία αποβολής του στην ατμόσφαιρα ή τον χώρο καθαρισμού και αναμίξεως του με νωπό αέρα.

Η εργασία χαράξεως της διαδρομής και υπολογισμού των διαστάσεων δικτύου αεραγωγών είναι δύσκολη και ο μελετητής πρέπει να συνεκτιμήσει ποικιλία παραγόντων και δεδομένων.

Δεν πρέπει κατ'αρχάς να λησμονείται ότι οι αεραγωγοί διέρχονται από κατοικημένους χώρους άρα υπόκεινται σε δομικούς, αρχιτεκτονικούς και αισθητικούς περιορισμούς.

Ακόμη πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά η διασταύρωση των αεραγωγών με άλλα δίκτυα που εξυπηρετούν το κτίριο.

Οι διελεύσεις των αεραγωγών μέσα από δομικά στοιχεία, ακόμη και όταν δεν προκαλούν προβλήματα στη λειτουργικότητα κάπως υποβαθμίζουν τη στατική ικανότητα των δομικών στοιχείων. Ο άμεσος επηρεασμός μπορεί να προέλθει από την απρόσεκτη διάνοξη οπών σε φέροντα δομικά στοιχεία. Ο μακροπρόθεσμος επηρεασμός μπορεί να προέλθει από επιπτώσεις που προκύπτουν από την αυξομείωση της θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων τα οποία θα βρεθούν σε επαφή με τους αεραγωγούς, αλλά και κυρίως από τη πιθανότητα να εμφανιστούν εστίες υγρασίας

Ένα άλλο δεδομένο που πρέπει να εξεταστεί με προσοχή είναι η πυρασφάλεια των χωρών, τόσο γιατί υπάρχουν σχετικές διατάξεις των κανονισμών, όσο και γιατί τα δίκτυα αεραγωγών έγιναν στο παρελθόν κύριες εστίες ταχύτατης εξαπλώσεως της φωτιάς σε ολόκληρο το κτίριο.

Σε μερικές περιπτώσεις η χάραξη του δικτύου των αεραγωγών συνεπάγεται μεταβολές στη δομική και αρχιτεκτονική διαμορφώσει των χωρών. Για αυτό η συνεργασία του μηχανολόγου με τον πολιτικό μηχανικό και τον αρχιτέκτονα πρέπει να αρχίζει εγκαίρως ,όταν ακόμη η πρόβλεψη μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη ποιότητα κατασκευών, μεγαλύτερη ασφάλεια, ικανοποιητική λειτουργικότητα και μικρότερο κόστος. Πάντως ο μηχανικός θερμάνσεως ή κλιματισμού πρέπει να προσέξει μήπως η υπερβολική υποταγή του στη δεδομένη δομική ή αρχιτεκτονική κατασκευή, καθιστά αμφίβολης επιτυχίας, αξιοπιστίας, οικονομικότητας και ασφάλειας τη δική του εργασία. Σε αυτή τη περίπτωση χωρίς ακεραιότητες πρέπει να συνεργαστεί στενά με του αρμοδίους και να ζητήσει τις αναγκαίες αλλαγές.

Οι αεραγωγοί είναι συνήθως ορθογωνικής διατομής, για να εξυπηρετούνται στόχοι απλότητας της κατασκευής και καλύτερου αισθητικού αποτελέσματος. Πάντως σε πολλές περιπτώσεις προτιμώνται αεραγωγοί κυκλικής διατομής, ιδίως σε δίκτυα υψηλής πίεσεως, κυρίως γιατί είναι ευκολότερη η στεγάνωση ,και είναι απλούστερη κατασκευή. Όμως οι κυκλικοί αεραγωγοί αποτελούν πρόβλημα στους χώρους όπου το αισθητικό αποτέλεσμα έχει ιδιαίτερη σημασία ή υπάρχουν ειδικά προβλήματα χώρου

5.8- Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ Η ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ

Με αφετηρία την ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς διακρίνονται τα δίκτυα σε χαμηλής ταχύτητας ή συμβατικά και σε δίκτυα χαμηλής ταχύτητας. Μεταξύ των δυο ομάδων δεν υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια. Ως προς την πίεση τα δίκτυα διακρίνονται σε χαμηλής, μέσης, και υψηλής πίεσεως. Οι διακρίσεις αυτές αναφέρονται στην ολική πίεση, δηλαδή περιβάλλουν την πτώση πίεσεως από τη συσκευή κεντρικού κλιματισμού και τα στόμια εξόδου. Δηλαδή αντιστοιχούν στην ολική πίεση τη οποία πρέπει να υπερνικήσει ο ανεμιστήρας του δικτύου προσαγωγής.

Συνηθίζεται η διάκριση

A) Χαμηλής πίεσεως για δίκτυα 50 mm

B) Μέσης πίεσεως και θέσεως των αεραγωγών. Συχνά ο διαθέσιμος χώρος για την διέλευση των αεραγωγών υπαγορεύει σε σημαντικό βαθμό την ταχύτητα ροής και την πίεση, άρα και το μέγεθος κλιματιστικής μονάδας και των ανεμιστήρων.

Σε χώρους και θέσεις για τις οποίες προέχει η οικονομία διαστάσεων, επιλέγονται συστήματα υψηλής ταχύτητας ροής με μικρής διαμέτρου, κυκλικής διατομής αεραγωγούς. Εάν αντιθέτως για την διέλευση των αεραγωγών προκριθεί η κατασκευή ψευδοροφής φαίνεται προτιμότερη η λύση των αεραγωγών ορθογωνικής διατομής και μάλιστα σημαντικά άνισων διαστάσεων

Εάν οι αεραγωγοί τοποθετηθούν στην οροφή, αλλά είναι εμφανείς συνηθίζεται η κατακόρυφη διάσταση τους να παραμένει σταθερή, ώστε να λαμβάνουν τη μορφή οριζόντιων δοκών.

Κατά τον ορισμό και κλιματισμό πολύ μεγάλων χώρων και μάλιστα εμπορικής ή παραγωγικής δραστηριότητας, υπάρχουν τα κριτήρια της οικονομικότητας και λειτουργικότητας των αεραγωγών.

5.9- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Η ισορροπία μεταξύ κόστους κατασκευής και κόστους λειτουργίας ενός δικτύου αεραγωγών, πρέπει να εξετάζεται με προσοχή, πάντοτε βέβαια σε συνδυασμό με το διαθέσιμο χώρο, τις πιθανές τεχνικές και κατασκευαστικές λύσεις, τη δυνατότητα ελαχιστοποίησης των απωλειών τριβής και το πρόβλημα στάθμης θορύβου.

Η μορφή των αεραγωγών, σχετίζεται με το θερμικό κέρδος και τις θερμικές απώλειες όταν τμήμα αυτού από μη κλιματιζόμενους χώρους ή το συνολικό μήκος των αεραγωγών είναι σημαντικό. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να συνεκτιμώνται με επαρκή ακρίβεια και τα πρόσθετα φορτία και η επιρροή όσο στα τεχνικά όσο και στα οικονομικά δεδομένα.

Αν και είναι αδύνατον να τεθούν κανόνες απόλυτης αξίας μπορούν να δοθούν μερικές βασικές αρχές

A) Ο αέρας πρέπει να μεταφέρεται, κατά το δυνατόν, απ' ευθείας γραμμής και με τις επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα με τη ελάχιστη επιβάρυνση σε θόρυβο, και τη μέγιστη δυνατή οικονομία σε κατανάλωση ισχύος, δαπάνη υλικών και δέσμευση χώρου.

B) Απότομες μεταβολές της διεύθυνσεως της ροής του αέρα στους αεραγωγούς, συνεπάγεται αυξημένες τριβές και επομένως μεγαλύτερης ισχύος εξοπλισμό και αυξημένο λειτουργικό κόστος. Όπου είναι επιβεβλημένες οι απότομες αλλαγές στη διεύθυνση ροής, να χρησιμοποιούνται κατάλληλα οδηγητικά πτερύγια ή ελάσματα.

Γ) Τα τμήματα μεταβολής της διατομής του αεραγωγού, πρέπει να κατασκευάζονται με προσοχή από ειδικευμένους τεχνίτες ή να χρησιμοποιούνται τυποποιημένα στοιχεία σοβαρών κατασκευαστών. Σε απότομες διευρύνσεις ή στενώσεις όπου είναι αναπόφευκτες, πρέπει να τοποθετούνται οδηγητικά πτερύγια ή ειδικά τεμάχια διευκόλυνσεως της ομαλής μεταβάσεως του αέρα από τη μια διατομή στη άλλη.

Δ) Ορθογωνικοί αεραγωγοί με σημαντική διαφορά διαστάσεων, παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό θερμικών απωλειών. Το διάγραμμα του σχήματος 5.1.6 δίδει ενδεικτικές πληροφορίες για την επί τοις % αύξηση των απωλειών θερμότητας, όταν μεταβάλλεται η αναλογία διαστάσεων της ορθογωνικής διατομής του αεραγωγού αφετηρία έχει ληφθεί η τετραγωνική διατομή η οποία προσεγγίζει την κυκλική για τη οποία οι θερμικές απώλειες είναι ελάχιστες.

Ε) Αεραγωγοί οι οποίοι μεταφέρουν μικρές ποσότητες αέρα, με χαμηλή ταχύτητα, παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό απωλειών θερμότητας

ΣΤ) Με τη θερμική μόνωση των αεραγωγών, μπορούν να μειωθούν οι αντίστοιχες θερμικές απώλειες μέχρι 90% και περισσότερο

Ζ) Η εσωτερική επιφάνεια των αεραγωγών πρέπει να είναι όσον το δυνατόν λεία.

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η επιδίωξη οικονομικών πλεονεκτημάτων στο δίκτυο των αεραγωγών οδηγεί σε αεραγωγούς κυκλικής διατομής ή τετραγωνικής ή έστω μικρής αναλογίας διαστάσεων και μικρές διαστάσεις διατομών σε συνδυασμό με υψηλές τάχιστες ροής και πίεσεως. Σε τμήματα αεραγωγών τα οποία διέρχονται από μη κλιματιζόμενους χώρους είναι απαραίτητη η θερμική μόνωση.

5.10- ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Ο σχεδιασμός ενός δικτύου αεραγωγών βασίζεται

Α) Στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος αερισμού, θερμάνσεως ή δροσισμού με αέρα ή πλήρους κλιματισμού.

Β) Στον λεπτομερειακό υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων κάθε χώρου και του συνολικού αντίστοιχου φορτίου το οποίο θα πρέπει να καλύψει η κεντρική μονάδα θερμάνσεως δροσισμού ή κλιματισμού

Γ) Στον υπολογισμό των ποσοτήτων αέρα οι οποίες χρειάζονται σε κάθε χώρο.

Με αφετηρία όσα ήδη έχουν αναφερθεί για τον υπολογισμό των απωλειών τριβής στα ευθύγραμμα τμήματα τις καμπύλες και τις άλλες τοπικές αντιστάσεις, όταν είναι γνωστή η παροχή σε κάθε κλάδο, μπορούν να προσδιοριστούν οι συνολικές απώλειες τριβής στο δίκτυο αεραγωγών. Κατάλληλος ανεμιστήρας θα καλύψει αυτές τις απώλειες προσαυξημένες με τις απώλειες στο εσωτερικό της κλιματιστικής συσκευής, τις απώλειες ροής δια των στομιών και μερικές φορές και του τμήματος απαγωγής του αέρα.

Αν και κάθε εγκατάσταση έχει πληθώρα χαρακτηριστικών που την διακρίνουν από κάθε άλλη μπορούν να επισημανθούν κάποιες γενικές αρχές, οι οποίες με διαφορετική βαρύτητα, αναφέρονται στο σύνολο των εγκαταστάσεων. Μερικές από αυτές είναι:

Α] Οι λειτουργικές απαιτήσεις του σχεδιαζόμενου συστήματος αερισμού, θερμάνσεως

,δροσισμού ή πλήρους κλιματισμού.

Β] Οι αρχιτεκτονικές οι δομοστατικές απαιτήσεις και οι ειδικοί μορφολογικοί και λειτουργικοί περιορισμοί του κτιρίου. Για τον σκοπό αυτό γίνεται προσεκτική μελέτη των οικοδομικών σχεδίων του κτιρίου και σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα καθορίζονται οι θέσεις στομίων παραλαβής του απαγόμενου αέρα. Ειδικά για τα στόμια γίνεται μια πρώτη επιλογή και βασικών τεχνικών χαρακτηριστικών, με τη βοήθεια καταλόγων κατασκευαστών.

Γ] Οι απαιτήσεις χώρου, διαδρομών για την διέλευση ή τοποθέτηση των άλλων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Δ] Η απλοποίηση των κατασκευαστικών εργασιών με στόχο την επίτευξη ποιοτικά άρτιας κατασκευής με το βέλτιστο συνδυασμό κατασκευαστικού και λειτουργικού κόστους.

Στη φάση αυτή είναι απαραίτητη η χάραξη ενός πρόχειρου σχεδίου των διαδρομών του δικτύου των αεραγωγών με στόχο την αναζήτηση μιας απλής μορφής δικτύου. Το δίκτυο αυτό πρέπει να συνδέει τα στόμια προσαγωγής και επιστροφής με κατάλληλες διαδρομές και διακλαδώσεις και να συνεκτιμά αρχιτεκτονικούς και λειτουργικούς περιορισμούς που ήδη αναφέρθηκαν.

Ε] Η προσωπική και έγκαιρη πρόβλεψη και δημιουργία καταλλήλων προσβάσεων για την διαδικασία ελέγχου ρυθμίσεως συντήρησης και επισκευών της εγκαταστάσεως.

Δ] Η πλήρης συμμόρφωση προς τους ισχύοντες τεχνικούς κανονισμούς και ιδιαίτερα όσους αναφέρονται σε θέματα ασφαλείας

Ζ] Η προσεκτική συμμόρφωση προς τις υποδείξεις επιτρεπτών αναλογιών διαστάσεων, μορφής κατασκευής και συνδέσεων του αεραγωγού.

Η] Η προσεκτική εξέταση των πιθανοτήτων να εμφανιστούν εστίες παραγωγής ή μεταφοράς θορύβων, προς τους κλιματιζόμενους χώρους.

5.11- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Οι αεραγωγοί αναπτύσσονται παρά τις οροφές ή τους τοίχους και σε χώρους με ψευδοροφή μέσα στις ψευδοροφές.

Οι κατακόρυφες διαβάσεις μεταξύ γίνονται από ειδικές οπές καταλλήλων διαστάσεων που έχουν προβλεφθεί στα οικοδομικά.

Στις διαβάσεις αεραγωγών προς άλλα πυροδιαμερίσματα τοποθετούνται πυρασφαλή διαφράγματα (Fire Dampers).

Το υλικό κατασκευής των αεραγωγών θα είναι Λαμαρίνα.

Το πάχος τους θα είναι ανάλογο με τις διαστάσεις, όπως ακριβώς αναφέρεται στις προδιαγραφές.

Οι αεραγωγοί ψυχρού αέρα μονώνονται σε όλο το μήκος τους με μόνωση από πλάκα αφρώδους πολυαιθυλαινίου (ενδ. τύπος FRELEN) ή εναλλακτικά με πάπλωμα υαλοβάμβακα. Τα αντίστοιχα πάχη αναφέρονται στις προδιαγραφές. Οι αεραγωγοί θερμού αέρα μονώνονται μόνο όταν οδεύουν σε χώρους μη θερμαινόμενους. Αεραγωγοί δικτύων εξαερισμού δεν μονώνονται.

5.11.1- Γενικά

Ο τρόπος εγκατάστασης και σύνδεσης των αγωγών θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις αντοχής και λειτουργίας της κατασκευής. Όλη η εγκατάσταση θα βαφτεί με δύο στρώσεις μίνιο. Η εγκατάσταση περιλαμβάνεται στην τιμή της κατασκευής ανά kg.

5.11.2- Αεραγωγοί από μαύρο σιδηροέλασμα

Στις κατασκευές από μαύρο σιδηροέλασμα η σύνδεση μεταξύ τους και με το σίδηρο μορφής θα γίνεται με ηλεκτροσυγκόλληση. Το πάχος του χρησιμοποιούμενου ελάσματος, οι σιδηρές ενισχύσεις και το είδος της συναρμογής θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις στεγανότητας και αντοχής.

Ειδικά τα λυόμενα τεμάχια θα προσαρμόζονται με σιδηρούς κοχλίες με βήμα και διάμετρο, ανάλογα με τις απαιτήσεις, με παρεμβύσματα κατάλληλα για επίτευξη στεγανότητας στην πίεση θερμοκρασίας και λοιπές ιδιότητες του περιεχόμενου ρευστού.

Η κατασκευή θα βάφεται, όπου απαιτείται, με αντιοξειδωτική προστασία και η εργασία αυτή περιλαμβάνεται στην τιμή της κατασκευής ανά kg.

5.11.3- Αεραγωγοί από γαλβανισμένο σιδηροέλασμα

Στις κατασκευές από γαλβανισμένο σιδηροέλασμα η σύνδεση μεταξύ τους θα γίνεται με αναδίπλωση (θηλύκωμα) για πάχος ελασμάτων μέχρι 1.5 mm και με ηλεκτροσυγκόλληση για μεγαλύτερο πάχος. Η συγκόλληση με κράμα κασσίτερου-μολύβδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο βοηθητικά, για στεγανοποίηση συνδέσεων που έγιναν με αναδίπλωση.

Η σύνδεση των γαλβανισμένων ελασμάτων με τα σιδηρά μορφής, που τοποθετήθηκαν για ενίσχυση, θα γίνεται με καρφιά ή ηλεκτροσυγκόλληση, ανάλογα με τις απαιτήσεις στεγανότητας.

5.11.4- Κατασκευή Αεραγωγών.

Η σιδηροκατασκευή των αεραγωγών θα γίνει από γαλβανισμένο σιδηροέλασμα και το πάχος θα καθορίζεται από τη μεγαλύτερη διάσταση της διατομής κάθε τμήματος, ως εξής:

Μεγαλύτερη διάσταση	Πάχος ελάσματος
μέχρι 40 cm	0.60 mm
41 - 80 cm	0.80 mm
81 - 135 cm	1.00 mm
πάνω από 136 cm	1.00 mm

Οι κατά μήκος συνδέσεις των ελασμάτων των αεραγωγών θα κατασκευαστούν με διπλή αναδίπλωση (διπλοθυλήκωμα), ενώ οι εγκάρσιες και οι ενισχύσεις των επιπέδων τοιχωμάτων, ως εξής:

Μέγιστη διάσταση	Σύνδεση	Ενίσχυση
μέχρι 0.60m	Με συρτάρι	Καμία
0.61 - 1.00m	Με συρτάρι	Πλαίσιο από σιδηρογωνίες 30x30x3mm σε απόσταση 2.00m από τη σύνδεση
1.01 - 1.50m	Με φλάντζες από σιδηρογωνίες 35X35X4 ανά 2.00 m	Πλαίσιο από σιδηρογωνίες 35x35x4mm σε απόσταση 1.00m από τη σύνδεση
μέχρι 2.50m	Με φλάντζες από σιδηρογωνίες 45X45X4mm ανά 2.00 m	Πλαίσιο από σιδηρογωνίες 45x45x4mm σε απόσταση 1.00m από τη σύνδεση

Για να υπάρχει δυνατότητα αποσυναρμολόγησης των αεραγωγών, όπου συντρέχουν ειδικοί λόγοι, οι αεραγωγοί μικρής διατομής μπορούν να συνδέονται με φλάντζες από σιδηρογωνίες 25x3 mm.

Τα παρεμβύσματα στεγανότητας των φλαντζών θα έχουν αντιδιαβρωτικές ιδιότητες. Τα τοιχώματα των αεραγωγών πλάτους μεγαλύτερου των 40 cm θα ενισχυθούν με χιαστί νευρώσεις του ελάσματος, που θα γίνουν με ελαφριά κάμψη του.

Τα από μορφοσίδηρο τμήματα κατασκευής των αεραγωγών και οι σιδηρές διατάξεις ανάρτησής τους θα προστατευθούν από διαβρώσεις με δύο στρώσεις μινιού.

Στις θέσεις διακλαδώσεως των αεραγωγών, όπου σημειώνεται στα σχέδια ή καθοριστεί από τον επιβλέποντα στον τόπο του έργου τοποθετούνται είτε πολύφυλλα διαφράγματα ρυθμίσεως της ποσότητας του αέρα, και με τα πτερύγια να κινούνται αντίστροφα μεταξύ τους με ενιαίο μηχανισμό, είτε διαχωριστές ροής (SPLITTERS).

Τόσο τα διαφράγματα, όσο και οι διαχωριστές ροής κατασκευάζονται από γαλβανισμένη λαμαρίνα και φέρουν μηχανισμό για εξωτερικό χειρισμό και περιλαμβάνονται στην τιμή κατασκευής των αεραγωγών.

5.11.5- Μονώσεις αεραγωγών.

Οι αεραγωγοί θα μονωθούν με μονωτική πλάκα από εξηλασμένο πολυαιθυλαίνιο, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, ενδεικτικού τύπου FERLEN, ή εναλλακτικά απο πάπλωμα υαλοβάμβακα με τη μια επιφάνειά του καλυμμένη με φύλλο αλουμινίου.

Για αεραγωγούς που διέρχονται από κλιματιζόμενους χώρους η μόνωση θα είναι πάχους 10 mm ή πάχους 25 mm αντίστοιχα.

Για αεραγωγούς που διέρχονται από μη κλιματιζόμενους χώρους η μόνωση θα είναι πάχους 20 mm ή πάχους 50 mm αντίστοιχα.

5.11.6- Μονώσεις αεραγωγών που βρίσκονται στο ύπαιθρο.

Θα μονωθούν όπως παραπάνω με πλάκα πάχους 20 mm ή πάπλωμα πάχους 50 mm, και θα επικαλύπτονται με φύλλο αλουμινίου πάχους 0.6 mm.

5.11.7-Στόμια προσαγωγής αέρος τοίχου.

Τα στόμια προσαγωγής είναι ορθογωνικού σχήματος εξ ολοκλήρου από αλουμίνιο, με δυνατότητα να έχουν μια ή δυο σειρές ευθύγραμμων κινητών πτερυγίων και ρυθμιζόμενο διάφραγμα, θα είναι δε κατάλληλα για τοποθέτηση επί κατακόρυφων οικοδομικών στοιχείων, ή πάνω στους αεραγωγούς.

Η στερέωση θα γίνει με επιχρωμιωμένη βίδα, ειδικής μορφής κεφαλής, η δε στεγανοποίηση μέσω αφρώδους ελαστικού παρεμβύσματος, το οποίο θα διαθέτει το στόμιο. Τα στόμια θα είναι ανοδευμένα στις αποχρώσεις του χρώματος του αλουμινίου, ή του καφέ, ή θα έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία για να δεχθούν βαφή φούρνου όταν υπάρχουν απαιτήσεις για άλλες αποχρώσεις από τις παραπάνω αναφερόμενες. Τόσο η ανοδείωση όσο και η βαφή θα περιλαμβάνονται στην τιμή των στομιών.

5.11.8- Στόμια προσαγωγής αέρος τεσσάρων – τριών - δύο ή μιας κατευθύνσεως.

Τα στόμια αυτού του τύπου τοποθετούνται σε οροφές ή τοίχους και είναι εξολοκλήρου κατασκευασμένα από αλουμίνιο, με μια σειρά καμπύλων κινητών πτερυγίων και δυνατότητα να προσαγάγουν τον αέρα στον χώρο κατά μια ή δύο ή τρεις ή και τέσσερις διευθύνσεις, ενώ μπορούν να εφοδιαστούν με ρυθμιζόμενο διάφραγμα. Τα πτερύγια κάθε διευθύνσεως θα μετακινούνται ταυτόχρονα και όχι το κάθε ένα μεμονωμένα.

5.11.9- Στόμια προσαγωγής αέρος δαπέδου.

Τα στόμια αυτού του τύπου είναι ισχυρής κατασκευής λόγω του ότι κατασκευάζονται προκειμένου να τοποθετούνται κύρια στο δάπεδο, είναι κατασκευασμένα εξολοκλήρου από αλουμίνιο και φέρουν ισχυρά πτερύγια πάχους 5.5 mm.

5.12- ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Οι υπολογισμοί βασίζονται εναλλακτικά στις ακόλουθες μεθοδολογίες:

- Ίσων Ταχυτήτων (ίση ταχύτητα αέρα σε κάθε τμήμα του δικτύου).
 - Ίσων Τριβών (equal friction) στην οποία οι τριβές του αέρα ανά μονάδα μήκους είναι σταθερές και το δίκτυο όσο πιο συμμετρικό γίνεται
 - Ανάκτησης της στατικής πίεσης, όπου η εκλογή των διαστάσεων σε ένα κλάδο γίνεται έτσι, ώστε η αύξηση της στατικής πίεσης (ανάκτηση εξαιτίας μείωσης στην ταχύτητα) σε κάθε κόμβο ή στόμιο να αντισταθμίζει ακριβώς την απώλεια τριβής στο αμέσως επόμενο τμήμα της διαδρομής.

β) Ο υπολογισμός της παροχής του αέρα στον αεραγωγό υπολογίζεται εναλλακτικά:

β1) είτε με βάση την προσεγγιστική σχέση:

$$P = \frac{Q_f}{0.29 * \Delta t}$$

όπου:

P: Παροχή Αέρα (m³/h)

Q_f: Αισθητό φορτίο χώρου (Kcal/h, w, ή Kbtu/h)

Δt: Διαφορά θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής
με αέρα επιστροφής (του χώρου)

β2) είτε με αναλυτικούς ψυχομετρικούς υπολογισμούς, από τους οποίους προκύπτει το P με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

γ) Οι απώλειες τριβών δικτύου αεραγωγών οφείλονται:

γ1) Στις απώλειες τριβών του υλικού των αεραγωγών:

$$\Delta p = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{\rho}{2} u^2 \quad \text{σε N/m}^2$$

γ2) Στις απώλειες τριβών λόγω εξαρτημάτων (γωνίες, ταφ κλπ)

$$Z = \frac{\rho}{2} * \zeta * u^2 \quad \text{σε N/m}^2$$

όπου:

λ: Συντελεστής Τριβής

ρ: Πυκνότητα Αέρα (kg/m³)

d: Διατομή Αγωγού (m²)

u: Ταχύτητα Αέρα (σε m/s)

ζ: Συντελεστής τριβής Εξαρτήματος

δ) Η Ισοδύναμη Διάμετρος κυκλικού αγωγού d προκύπτει από την σχέση:

$$d = 1.3 \times \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

όπου a, b οι διαστάσεις ορθογώνιου αγωγού.

ε) Ο θόρυβος των στομιών υπολογίζεται από την προσεγγιστική σχέση (Hubert):

$$L = 10 + 10/gF + 30/g\zeta + 60/gu \text{ σε dB}$$

όπου:

F: Επιφάνεια στομίου (m^2)

ζ : Συντελεστής αντίστασης

u: Ταχύτητα αέρα (m/s)

στ) Τα Βεληνεκή των στομιών προσδιορίζονται από την σχέση:

$$L = \sigma \sqrt{u} \nu F$$

όπου:

F: Επιφάνεια στομίου (m^2)

u: ταχύτητα αέρα (m/s)

$\sigma = 2 \sqrt{1/\nu}$ χαρακτηριστικός συντελεστής του στομίου, που βρίσκεται από τα διαγράμματα των κατασκευαστών.

5.13- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

- Τμήμα Δικτύου
- Μήκος Αγωγού (m)
- Παροχή Αέρα (m^3/h)
- Είδος Αγωγού (ορθογωνικός, κυκλικός)
- Πλάτος Αγωγού (ή Διάμετρος) (mm)
- Ύψος Αγωγού (mm)
- Ταχύτητα Αέρα (m/s)
- Τριβή ανά m (mmΥΣ)
- Αντίσταση Σζ Εξαρτημάτων
- Τριβή Εξαρτημάτων (mmΥΣ)
- Τριβή Αγωγού (mmΥΣ)
- Ολική Τριβή (mmΥΣ)

α) Κάθε τμήμα του δικτύου προσαγωγής συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας τελεία (.) πχ. 1.2.

β) Κάθε τμήμα του δικτύου απαγωγής συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας παύλα (-) πχ. 3-4.

Στον πίνακα υπολογισμού των στομιών εμφανίζονται σε στήλες τα παρακάτω μεγέθη:

- Τμήμα Δικτύου
- Κλιματιζόμενος χώρος
- Φορτίο Χώρου (Mcal/h, w, kbtu/h)
- Παροχή Αέρα (m^3/h)
- Είδος Στομίου

- Πλάτος Στομίου (mm)
- Ύψος Στομίου (mm)
- Θόρυβος Στομίου (dB)
- Βεληνεκές

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Αέρα Προσαγωγής (°C)	16
Επιθυμητή Θερμοκρασία Χώρων (°C)	25
Υλικό Αεραγωγών	Λαμαρίνα
Συντελεστής Τραχύτητας Αεραγωγών (μm)	150
Σύστ. Μον.	Mcal/h
Τρ. Υπολ.	Ισ. Πιέσεις

Με βάση τα στοιχεία από τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων και με βάση τους τύπους :

1. $P = \frac{Q_f}{0.29 * \Delta t}$ όσο αφορά την παροχή αέρα στους αεραγωγούς
2. $\Delta p = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{\rho}{2} u^2$ σε N/m² όσο αφορά τις απώλειες τριβών του υλικού
3. $Z = \frac{\rho}{2} * \zeta * u^2$ σε N/m² όσο αφορά τις απώλειες λόγω εξαρτημάτων στους αεραγωγούς
4. Και με δεδομένη ταχύτητα προσαγωγής μικρότερη των 3 m/s για την αποφυγή θορύβων στους αεραγωγούς που μπορεί να είναι ενοχλητικοί, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας :

Υπολογισμοί Δικτύου Αεραγωγών

Τμ. Δικτ.	Μήκος Αγωγ. (m)	Παρ. Αέρα (m ³ /h)	Αεραγ. Ορθ.	Πλάτ. Αεραγ. (mm)	Υψ. Αεραγ. (mm)	Ταχ. Αέρα (m/s)	Τριβή ανά m (mmΥ/m)	Σζ Εξαρ. (mmΥΣ)	Τριβ. Εξαρτ. (mmΥΣ)	Τριβ. Αγωγ. (mmΥΣ)	Ολ. Τριβή (mmΥΣ)
1.2	0.50	13874	ΟΡΘ.	1500	900	3.09	0.01	1.40	0.82	0.00	0.82
2.3	0.20	3108	ΟΡΘ.	800	400	2.96	0.02	0.60	0.32	0.00	0.33
3.4	2.71	3108	ΟΡΘ.	800	400	2.96	0.02			0.04	0.04
4.A	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
4.5	2.61	1828	ΟΡΘ.	500	400	2.71	0.02	0.70	0.31	0.05	0.36
5.B	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
5.6	4.12	547.6	ΟΡΘ.	400	350	1.16	0.00	0.70	0.06	0.02	0.08
6.Γ	0.20	547.6	ΟΡΘ.	400	350	1.16	0.00			0.00	0.00
2.7	2.68	5763	ΟΡΘ.	900	750	2.53	0.01			0.02	0.02
7.Δ	0.20	1280	ΟΡΘ.	600	400	1.59	0.01			0.00	0.00
7.8	1.14	4483	ΟΡΘ.	900	600	2.48	0.01	0.70	0.26	0.01	0.27
8.E	0.20	1280	ΟΡΘ.	600	400	1.59	0.01			0.00	0.00
8.9	2.95	3203	ΟΡΘ.	750	500	2.55	0.01	0.70	0.28	0.03	0.31
9.Z	0.20	1280	ΟΡΘ.	600	400	1.59	0.01			0.00	0.00
9.10	2.14	1923	ΟΡΘ.	600	500	1.90	0.01	0.70	0.15	0.02	0.17
10.H	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
10.11	3.92	643.4	ΟΡΘ.	350	350	1.55	0.01	0.70	0.10	0.04	0.14
11.Θ	0.20	643.4	ΟΡΘ.	350	300	1.82	0.01			0.00	0.00
2.12	5.48	5003	ΟΡΘ.	900	600	2.77	0.01	0.60	0.28	0.06	0.34
12.13	3.10	5003	ΟΡΘ.	900	600	2.77	0.01			0.03	0.03
13.I	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
13.14	2.99	3723	ΟΡΘ.	850	600	2.18	0.01	0.70	0.20	0.02	0.22
14.K	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
14.15	2.14	2443	ΟΡΘ.	600	500	2.42	0.01	0.70	0.25	0.02	0.28
15.Λ	0.20	1280	ΟΡΘ.	500	400	1.90	0.01			0.00	0.00
15.16	2.62	1163	ΟΡΘ.	500	400	1.73	0.01	0.70	0.13	0.02	0.15
16.M	0.20	1163	ΟΡΘ.	450	400	1.91	0.01			0.00	0.00

Υπολογισμός Ανεμιστήρα 1

Παροχή Αέρα (m ³ /h)	13874
Δυσμενέστερος Κλάδος (mmΥΣ)	1..M
Τριβές Δικτύου (mmΥΣ)	1.84
Στατική Πίεση (mmΥΣ)	1.84
Μέγεθος (Ανεμιστήρα)	700 X 1703 X 700
Παροχή (-//-)	14000 m ³ /h
Στατική Πίεση (-//-)	700 Pa- 70mmΥΣ
Ισχύς Κινητήρα (-//-)	17.25 KW
Ηλεκτρικά Δεδομένα (-//-)	900 rad/min - 500HZ

Πτώσεις πιέσεων στους κλάδους (mmΥΣ)

Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Α :	1.190
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Β :	1.550
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Γ :	1.630
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Δ :	0.840
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Ε :	1.110
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Ζ :	1.420
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Η :	1.590
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Θ :	1.730
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Ι :	1.190
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Κ :	1.410
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Λ :	1.690
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Μ :	1.840
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1--1 :	0.000
Δυσμενέστερος κλάδος	1..Μ :	1.840

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

Υπολογισμοί Δικτύου Αεραγωγών

Τμ. Δικτ.	Μήκος Αγωγ. (m)	Παρ. Αέρα (m ³ /h)	Αεραγ. 3:Ορθ.	Πλάτ. Αεραγ. (mm)	Υψ. Αεραγ. (mm)	Ταχ. Αέρα (m/s)	Τριβή ανά m (mmΥ/m)	Σζ Εξαρ. (mmΥΣ)	Τριβ. Εξαρτ. (mmΥΣ)	Τριβ. Αγωγ. (mmΥΣ)	Ολ. Τριβή (mmΥΣ)
1.17	2.55	13874	ΟΡΘ.	1500	1000	2.77	0.01	0.60	0.28	0.01	0.30
17.18	2.71	13874	ΟΡΘ.	1500	1000	2.77	0.01			0.02	0.02

18.A	0.20	5760	ΟΡΘ.	850	700	2.87	0.01			0.00	0.00
18.19	2.61	8114	ΟΡΘ.	950	850	2.98	0.01	0.70	0.38	0.02	0.40
19.B	0.20	5760	ΟΡΘ.	850	700	2.87	0.01			0.00	0.00
19.20	7.02	2354	ΟΡΘ.	750	500	1.88	0.01	0.70	0.15	0.04	0.20
20.21	1.61	547.6	ΟΡΘ.	350	250	1.87	0.02	1.40	0.30	0.02	0.32
21.Γ	0.20	547.6	ΟΡΘ.	350	250	1.87	0.02			0.00	0.00
20.22	1.09	1806	ΟΡΘ.	450	450	2.64	0.02	0.70	0.30	0.02	0.32
22.Δ	0.20	643.4	ΟΡΘ.	350	350	1.55	0.01			0.00	0.00
22.23	2.87	1163	ΟΡΘ.	400	400	2.15	0.01	0.70	0.20	0.04	0.24
23.E	0.20	1163	ΟΡΘ.	350	350	2.81	0.03			0.01	0.01

Υπολογισμός Ανεμιστήρα 1

Παροχή Αέρα (m ³ /h)	13874
Δυσμενέστερος Κλάδος (mmΥΣ)	1..E
Τριβές Δικτύου (mmΥΣ)	1.49
Στατική Πίεση (mmΥΣ)	1.49
Μέγεθος (Ανεμιστήρα)	700 X 1703 X 700
Παροχή (-//-)	14000 m ³ /h
Στατική Πίεση (-//-)	700 Pa- 70mmΥΣ
Ισχύς Κινητήρα (-//-)	17.25 KW
Ηλεκτρικά Δεδομένα (-//-)	900 rad/min - 500HZ

Πτώσεις πιέσεων στους κλάδους (mmΥΣ)

Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..A :	0.320
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..B :	0.720
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Γ :	1.240
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..Δ :	1.240
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..E :	1.490
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1--1 :	0.000

Δυσμενέστερος κλάδος	1..E :	1.490
----------------------	--------	-------

ΠΑΡΑΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας 3.1

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

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1: ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ (Κ.Θ.Κ. Πίνακας 2 §7.2)**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	k_{max} επιτρεπόμενο	
	kcal/m ² h°C	W/m ² K
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων εκ σκυροδέματος σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερον αέρα, είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα κείμενα επί του εδάφους ή δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιύπογείου χώρου		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7

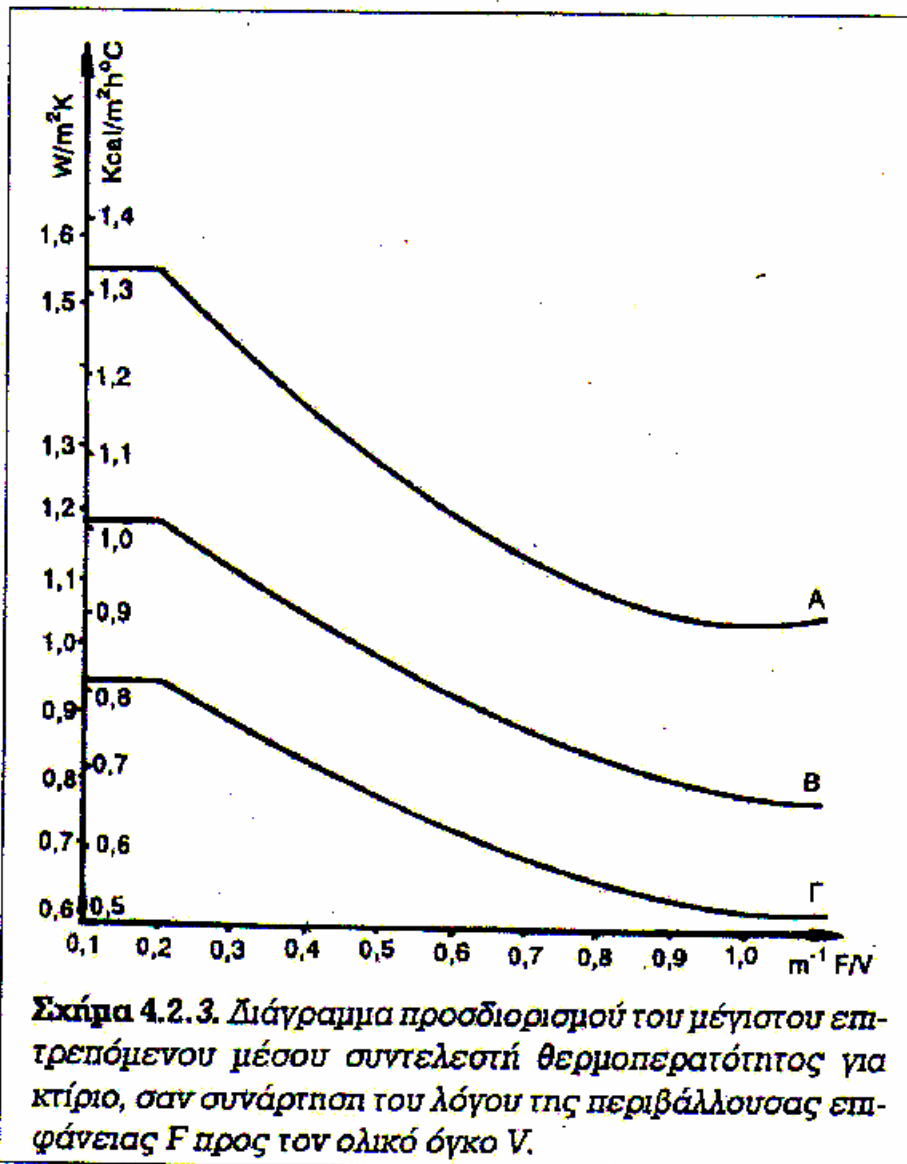
**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2: ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΕΩΣ
(Κ.Θ.Κ. §5 - ΠΙΝΑΚΑΣ 3)**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/a _i		1/a _e	
	- Εξωτερικοί τοίχοι - Οροφές - Ριζοίτις	0,14	0,12	0,05
- Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές - Κεκλιμένες στέγες	0,14	0,12	0,05	0,04
- Οροφές κάτω από στέγες όταν στο χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0,14	0,12	0,14	0,12
- Οροφές υπαγείων - Οροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0,20	0,17	0,20	0,17
- Εσωτερικές στοές ανοικτές	0,20	0,17	0,05	0,04
- Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0,20	0,17	0	0
- Ταίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0,14	0,12	0	0

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.3: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ k_f
(ΓΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΚΑΙ ΠΟΡΤΕΣ) (Κ.Θ.Κ. Πίνακας 7 § 8.2)**

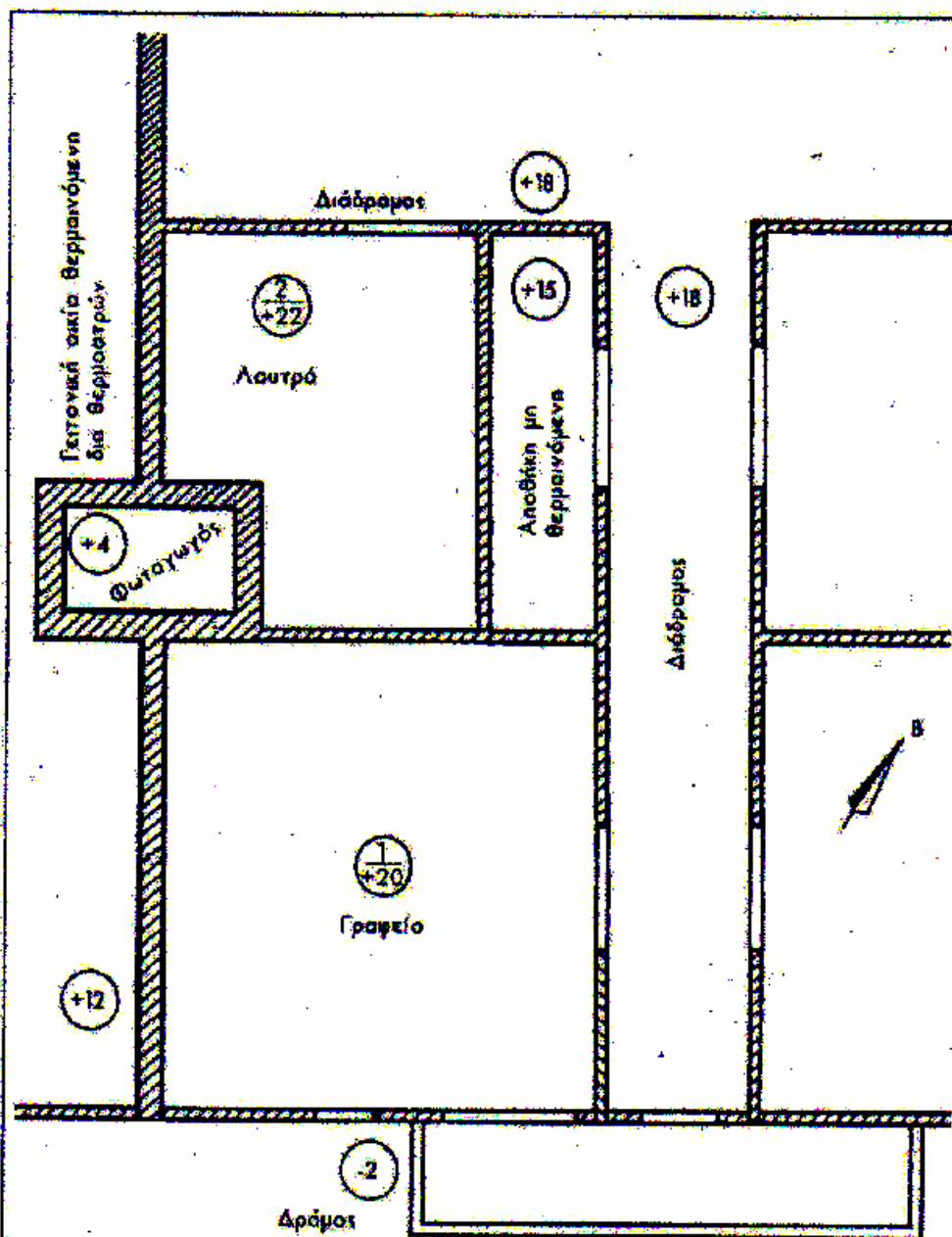
ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟ	ΥΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ			
	Ξύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβας Άλλα μέταλλα Σκυρόδεμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας k_f			
	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,23	5,0	5,81
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2 cm + 4 cm	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4 cm + 7 cm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων ≥ 7 cm	2,2	2,56	-	-
Τοίχος από υαλοπλίνθους, πάχους 80 mm	-	-	3,0	3,49
Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	3,49	5,0	5,81

Το k_f ισχύει για παράθυρα:
 $< 5,0 \text{ m}^2$ όταν η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 5,0 \text{ m}^2$ όταν η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 15\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 2,0 \text{ m}^2$ όταν η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.4: ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΟΣ ΣΑΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΓΚΟ ΤΟΥ (F/V) (Πίνακας 6 §7.3.2. Κ.Θ.Κ.)

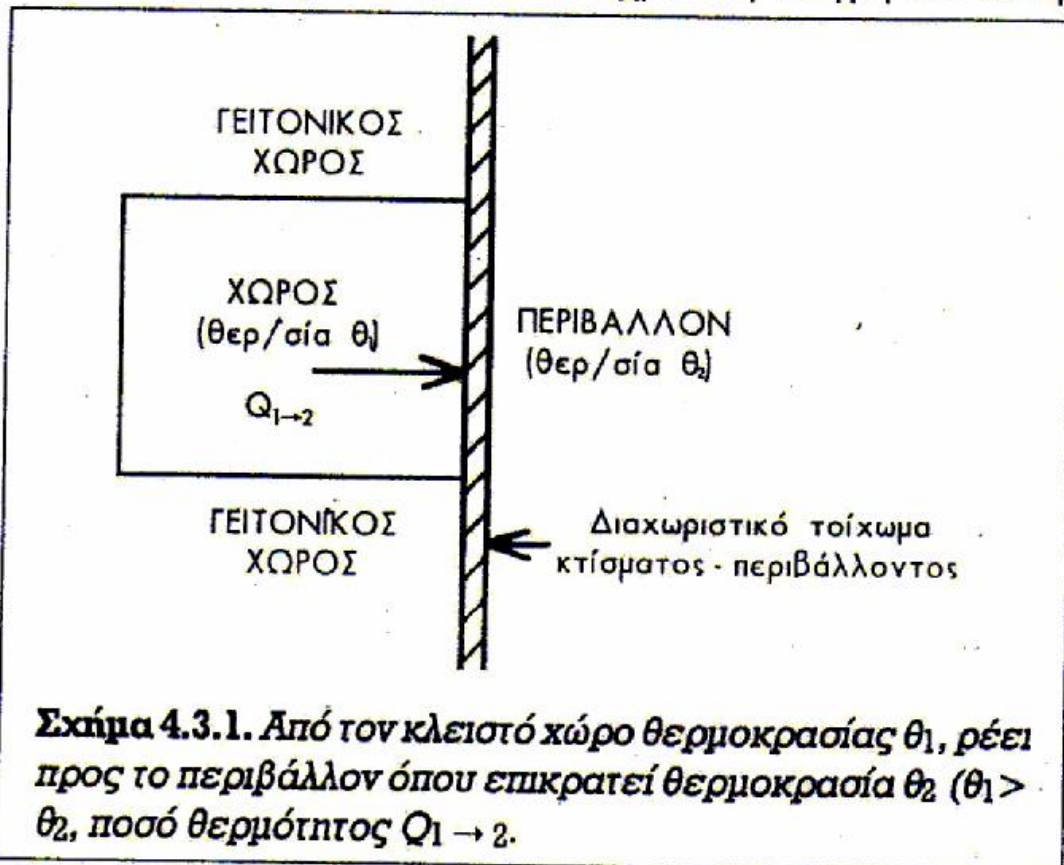
F/V m^{-1}	k_m σε $kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$			k_m σε $W/m^2 \cdot K$		
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
$\leq 0,2$	1,335	1,015	0,807	1,553	1,180	0,938
0,3	1,245	0,955	0,760	1,448	1,111	0,884
0,4	1,160	0,897	0,715	1,349	1,043	0,831
0,5	1,092	0,845	0,675	1,270	0,983	0,785
0,6	1,030	0,795	0,635	1,198	0,924	0,738
0,7	0,985	0,750	0,600	1,145	0,872	0,698
0,8	0,947	0,717	0,575	1,101	0,834	0,669
0,9	0,927	0,695	0,550	1,078	0,808	0,640
$\geq 1,0$	0,920	0,680	0,530	1,070	0,791	0,615



Σελίδα 4.3.2 Ενδεικτική παρουσίαση κατοίκωσης η οποία έχει προετοιμαστεί για τους υπολογισμούς θερμικών απωλειών των χώρων. Έχουν σχεδιαστεί οι τοίχοι και τα ανοίγματα και έχουν σημειωθεί ο προσανατολισμός, ο ενδεικτικός αριθμός, η χρήση και η επιθυμητή ή πιθανή θερμοκρασία κάθε χώρου. Πριν από την έναρξη των υπολογισμών πρέπει να σημειωθούν οι γεωμετρικές διαστάσεις χώρων, τοίχων και ανοιγμάτων. Μια σειρά από κατασκευαστικές λεπτομέρειες για τους τοίχους και τα ανοίγματα, τα δάπεδα και τις οροφές, θα χρειαστούν απαραίτητα στην πορεία των υπολογισμών.

4.3.2. Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Όπως είναι γνωστό, σε κάθε χρονική στιγμή και θέση,



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1: ΠΙΘΑΝΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ (σε °C)

	Ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία ⁷⁾				
	-18	-15	-12	-9	-6 έως 0
ΑΝΟΙΚΤΟΣ ΧΩΡΟΣ $k < 2$	-9	-6	-3	0	+4
στεγασμένος με οροφή $k = 2 - 5$	-12	-9	-6	-3	0
συντελεστή θερμοπερατότητας $k > 5$	-15	-12	-9	-6	-3 έως +3
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ σε συνάρτηση και με τη θερμότητα περιβάλλοντος					
α) Άνευ ανοιγμάτων	+3	+6	+6	+9	+12
β) Με ανοίγματα	-3	0	0	+3	+6
Εσωτερικοί χώροι συνορεύοντες μόνο με θερμαινόμενους χώρους			+15		
ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ					
α) Με γειτονικές οικοδομές θερμαινόμενες με κεντρική θέρμανση			+15		
β) Με γειτονικές οικοδομές θερμαινόμενες με θερμάστρες (τοπική θέρμανση)			+12		
γ) Με το λεβητοστάσιο			+20		
δ) Με υπόγεια κάτω από το έδαφος			+5		

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Θερμοκρασία 0 ⁰ C	Ενθαλπία h kcal/kg	Ειδικός όγκος υ m ³ /kg	Ειδική Εντροπία s kcal/kg.K
0	0,00	0,774	0,000
5	1,18	0,787	0,0042
10	2,39	0,801	0,0082
15	3,60	0,815	0,0122
20	4,80	0,829	0,0162
25	6,00	0,844	0,0202
30	7,22	0,858	0,0242
35	8,45	0,872	0,028
40	9,65	0,886	0,032
45	10,85	0,901	0,036
50	12,05	0,915	0,041
55	13,30	0,929	0,056
60	14,45	0,943	0,050
65	15,72	0,957	0,054
70	16,95	0,972	0,058
75	18,15	0,986	0,061
80	19,37	1,000	0,064
85	20,60	1,014	0,068
90	21,80	1,029	0,072
95	23	1,042	0,076
100	24,25	1,056	0,078

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

°C	Απόλυτη υγρασία	Μερική τάση υδρατμών		Ενθαλμία μίγματος ξηρού αέρα kcal/kg	°C	Απόλυτη υγρασία	Μερική τάση υδρατμών		Ενθαλμία μίγματος ξηρού αέρα kcal/kg
		kg/m ²	mm Hg				kg/m ³	mm Hg	
0	0,00390	62,26	4,579	2,32	45	0,0674	977,3	71,88	52,2
1	0,00420	66,97	4,93	2,74	46	0,0714	1028,5	75,65	55,0
2	0,00451	71,98	5,29	3,08	47	0,0755	1082,2	79,60	57,9
3	0,00485	77,29	5,69	3,61	48	0,0799	1138,1	83,71	60,8
4	0,00520	82,95	6,10	4,06	49	0,0846	1196,7	88,02	64,0
5	0,00558	88,96	6,54	4,50	50	0,0895	1257,7	92,51	67,3
6	0,00598	95,35	7,01	5,01	51	0,0947	1321,5	97,20	70,8
7	0,00642	102,15	7,51	5,52	52	0,1003	1388,0	102,1	74,6
8	0,00688	109,38	8,05	6,04	53	0,1061	1457,5	107,2	78,4
9	0,00736	117,05	8,61	6,57	54	0,1123	1529,7	112,5	82,6
10	0,00788	125,20	9,21	7,13	55	0,1189	1604,8	118,0	87,0
11	0,00844	133,84	9,84	7,70	56	0,1259	1683,2	123,8	91,9
12	0,00902	143,01	10,52	8,30	57	0,1333	1765,0	129,8	96,5
13	0,00964	152,69	11,23	8,91	58	0,1412	1850,1	136,1	101,7
14	0,01030	162,97	11,99	9,56	59	0,1495	1938,8	142,6	107,2
15	0,01100	173,86	12,79	10,2	60	0,1585	2030,9	149,4	113,0
16	0,01174	185,37	13,66	10,9	61	0,1680	2126,8	156,4	119,2
17	0,01254	197,55	14,53	11,6	62	0,1783	2226,6	163,8	126,0
18	0,01337	210,42	15,48	12,4	63	0,1888	2330,0	171,4	132,8
19	0,01425	224,02	16,48	13,2	64	0,2005	2437,9	179,3	140,6
20	0,01519	238,40	17,54	14,0	65	0,2129	2549,5	187,5	148,6
21	0,01618	253,56	18,65	14,8	66	0,2260	2666,0	196,1	157,0
22	0,01724	269,56	19,83	15,7	67	0,2403	2786,6	205,0	166,4
23	0,01833	286,44	21,07	16,6	68	0,2559	2911,8	214,2	176,5
24	0,01951	304,23	22,38	17,6	69	0,2721	3041,8	223,7	187,2
25	0,02077	322,98	23,76	18,6	70	0,2897	3177,1	233,7	198,4
26	0,02209	342,74	25,21	19,6	71	0,3086	3316,0	243,9	211,0
27	0,02347	363,54	26,74	20,7	72	0,329	3461,0	254,6	224
28	0,02493	385,43	28,35	21,9	73	0,352	3612,4	265,7	238
29	0,02649	408,46	30,04	23,1	74	0,376	3768,8	277,2	255
30	0,02814	432,67	31,82	24,5	75	0,403	3930,6	289,1	272
31	0,02988	458,11	33,70	25,6	76	0,432	4097,8	301,4	290
32	0,03169	484,87	35,66	27,0	77	0,463	4270,4	314,1	311
33	0,03364	512,96	37,73	28,4	78	0,499	4449,9	327,3	333
34	0,03569	542,45	39,90	29,9	79	0,538	4636,2	341,0	358
35	0,0379	573,40	42,18	31,5	80	0,580	4828	355,1	386
36	0,0401	605,87	44,56	33,2	82	0,683	5233	384,9	452
37	0,0425	639,91	47,07	34,9	84	0,813	5667	416,8	535
38	0,0451	675,60	49,69	36,7	86	0,986	6130	450,9	646
39	0,0478	712,99	52,44	38,6	88	1,219	6622	487,1	795
40	0,0506	752,18	55,32	40,6	90	1,559	7148	525,8	1014
41	0,0536	793,2	58,34	42,7	92	2,092	7710	567,0	1355
42	0,0568	836,1	61,50	45,0	94	3,05	8307	610,9	1970
43	0,0601	881,0	64,80	47,3	96	5,25	8942	657,6	3380
44	0,0637	928,0	68,26	49,8	98	15,60	9616	707,3	10010
					100	∞	10333	760,0	∞

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ (σε °C)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (σε °C)								
	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20
0	-	-	-	-	0,000	0,024	0,049	0,075	0,103
+1	-	-	-	-	0,005	0,029	0,054	0,080	0,108
+2	-	-	-	-	0,009	0,033	0,058	0,084	0,112
+3	-	-	-	-	0,014	0,038	0,063	0,089	0,117
+4	-	-	-	-	0,018	0,042	0,067	0,093	0,121
+5	-	-	-	0,000	0,023	0,047	0,072	0,098	0,126
+6	-	-	-	0,005	0,028	0,052	0,077	0,103	0,131
+7	-	-	-	0,009	0,032	0,056	0,081	0,107	0,135
+8	-	-	-	0,014	0,037	0,061	0,086	0,112	0,140
+9	-	-	-	0,018	0,041	0,065	0,090	0,116	0,144
+10	-	-	0,000	0,022	0,045	0,069	0,094	0,120	0,148
+12	-	-	0,009	0,031	0,054	0,078	0,103	0,129	0,157
+14	-	-	0,018	0,040	0,063	0,087	0,112	0,138	0,166
+15	-	0,000	0,022	0,044	0,067	0,091	0,116	0,142	0,170
+16	-	0,004	0,026	0,048	0,071	0,095	0,120	0,146	0,174
+18	-	0,013	0,035	0,057	0,080	0,104	0,129	0,155	0,183
+20	0,000	0,021	0,043	0,065	0,088	0,112	0,137	0,163	0,191
+25	0,020	0,041	0,063	0,085	0,108	0,132	0,157	0,183	0,211
+30	0,040	0,061	0,083	0,105	0,128	0,152	0,177	0,203	0,231
+35	0,059	0,080	0,102	0,124	0,147	0,171	0,196	0,222	0,250
+40	0,077	0,098	0,120	0,142	0,165	0,189	0,214	0,240	0,266
+45	0,095	0,116	0,138	0,160	0,183	0,207	0,232	0,258	0,286
+50	0,112	0,133	0,155	0,177	0,200	0,224	0,249	0,275	0,303
+55	0,112	0,133	0,155	0,177	0,200	0,224	0,249	0,275	0,320
+60	0,145	0,166	0,188	0,210	0,233	0,257	0,282	0,308	0,336

BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

- 1- ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - Β. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ
- 2- RECKNAGEL-SPRENGER, TASCHENBUCH FUER HEIZUNG UND KLIMATECHNIK
- 3- VDI KUEHLASTREGELN, VDI 2078
- 4- CARRIER HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN
- 5- ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ Κ. ΛΕΦΑ
- 6- ERLAETERUNGEN ZUR DIN 4701/83, MIT BEISPIELEN, WERNER-VERLAG
- 7- RIETSCHEL, RAISS, HEIZ UND KLIMATECHNIK, SPRINGER-VERLAG
- 8- ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ, Β. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ
- 9- ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ GARMS/PFEIFER (TEE)
- 10- ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS
- 11- ASHRAE HANDBOOK OF SYSTEMS
- 12- ASHRAE STANDARDS FOR NATURAL AND MECHANICAL VENTILATION

ΣΧΕΔΙΑ

