

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**

**Τμήμα: Μηχανολογίας**

**Σχολή: Σ.Τ.Ε.Φ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

**“ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ”**



**ΕΙΣΗΤΗΤΗΣ:**

**Ιωάννης Καλογήρου  
Καθηγητής Εφαρμογών**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**

**Ιωαννίδης Παντελής**

**Πάτρα 2008**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Βασικές αρχές του κλιματισμού πλοίου .....	Σελίδα 3
Ανάλυση της εργασίας – τρόπος δουλειάς .....	Σελίδα 4
Καθορισμός παραδοχών .....	Σελίδα 5
Τρόπος εργασίας .....	Σελίδα 8
Βασική ψυχομετρία .....	Σελίδα 12
Προσδιορισμός των κερδών αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας .....	Σελίδα 16
Μεταφορά θερμότητας .....	Σελίδα 21
Μονοδιάστατη σταθερή κατάσταση αγωγιμότητας .....	Σελίδα 26
Συντελεστής αέρα παράκαμψης ( By-pass) .....	Σελίδα 38
Μελέτη κλιματιστικών φορτίων των χώρων που θα κλιματιστούν .....	Σελίδα 41
Περιπτώσεις κλιματισμού .....	Σελίδα 44
Μελέτη ψυκτικών φορτίων .....	Σελίδα 48
Καμπίνες 1-3-5-7-9-Αξιωματικών .....	Σελίδα 48
Καμπίνες 2-4-6-8-10-12 .....	Σελίδα 56
Λάντζα .....	Σελίδα 61
Αίθουσα συσκέψεων και σαλόνι 1 κυρίου καταστρώματος .....	Σελίδα 66
Κύριο κατάστρωμα καμπίνες 1-3-5-7-9 .....	Σελίδα 71
Κύριο κατάστρωμα καμπίνες 2-4-6-8-10 .....	Σελίδα 76
Καμπίνα γυμναστηρίου .....	Σελίδα 81
Άνω κατάστρωμα .....	Σελίδα 84
Καμπίνα ιδιοκτήτη και καμπίνες υψηλών προσκεκλημένων (VIPS cabin) .....	Σελίδα 84
Σαλόνι καταστρώματος προσκεκλημένων .....	Σελίδα 90
Κατάστρωμα γέφυρας .....	Σελίδα 92
Γέφυρα καμπίνα καπετάνιου και γραφείο καπετάνιου .....	Σελίδα 92
Οικονομικοί παράγοντες που επιδρούν στην σχεδίαση των αεραγωγών .....	Σελίδα 96
Διαθέσιμος χώρος και αρχιτεκτονική εμφάνιση .....	Σελίδα 101
Διακλαδώσεις .....	Σελίδα 111
Συστήματα αεραγωγών υψηλής ταχύτητας .....	Σελίδα 119
Επίδραση των καθοδηγητικών πτερυγίων στην επίδοση του στομίου εξόδου .....	Σελίδα 126
Ειδικές εφαρμογές .....	Σελίδα 137

Ο κλιματισμός ενός πλοίου αποτελεί μια ολοκληρωμένη εφαρμογή του κλιματισμού. Ωστόσο το ζήτημα του κλιματισμού ενός πλοίου είναι τεχνολογικά πιο δύσκολο στην προσέγγιση του. Οι λόγοι είναι κυρίως τρεις:

A) Οι παραδοχές που γίνονται για την μελέτη του κλιματισμού και του αερισμού ενός πλοίου βασίζονται σε όλες τις διεθνείς προδιαγραφές της ASHRAE και άλλων αρμόδιων οργανισμών, στην κατά γράμμα εφαρμογή της νομοθεσίας του κάθε κράτους (που και αυτή παίρνει υπ όψιν της όλες τις διεθνείς προδιαγραφές), που αφορά το ζήτημα αυτό, και προπαντός λαμβάνοντας υπ' όψιν τις αυστηρές απαιτήσεις υγιεινής που διέπουν την ναυσιπλοΐα όσον αφορά την παραμονή, την διαβίωση και τις συνθήκες εργασίας επιβατών και εργαζόμενων στα πλοία. Στην πορεία της εργασίας αυτής παρατίθενται και ειδικές αναφορές στις συνθήκες υγιεινής που αφορούν τον χώρο ενός πλοίου.

B) Οι συνθήκες άνεσης προσδιορίζονται με τον ίδιο τρόπο με αυτές ενός κλιματιζόμενου κτιρίου αλλά έχει μεγαλύτερη δυσκολία ο τρόπος επίτευξης τους.

Γ) Πρέπει να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, έχοντας εξασφαλίσει απόλυτη οικονομία ενέργειας μέσα σε ένα χώρο, που παρουσιάζει μέγιστη δυσκολία εγκατάστασης εξ αιτίας των ιδιομορφιών της κατασκευής ενός πλοίου.

Αυτοί οι τρεις κυρίως παράγοντες αναγκάζουν τον μελετητή να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στο ζήτημα και να αναζητήσει λύσεις, που πολλές φορές είναι τελείως διαφορετικές από αυτές που θα έδινε αν είχε να κλιματίσει ένα οποιοδήποτε κτίριο ή άλλες εγκαταστάσεις. Εδώ θα πρέπει να προστεθεί και μια επιπλέον δυσκολία που παρουσιάστηκε κατά την εργασία αυτή και που είναι η έλλειψη αντίστοιχης βιβλιογραφίας στην ελληνική γλώσσα.

Χρειάστηκε αναδρομή κυρίως στην ξένη βιβλιογραφία και στην βοήθεια Ελληνικών Εταιριών που κάνουν τέτοιου είδους μελέτες και εφαρμογές.

Επειδή λοιπόν ο κλιματισμός ενός πλοίου έχει πολλές δύσκολες τεχνολογικές προσεγγίσεις είναι απαραίτητη και η σωστή θεωρητική κατάρτιση του μελετητή. Η κατάρτιση αυτή πρέπει να περιλαμβάνει τις απαραίτητες γνώσεις της θεωρητικής προσέγγισης του κλιματισμού, εξειδικευμένου σε συνθήκες θαλάσσιου περιβάλλοντος, π.χ. μετάδοση της θερμότητας, μηχανική ρευστών κλπ. Όλα αυτά είναι απαραίτητα για να μπει σε σωστή βάση ο καθορισμός των παραμέτρων του εξεταζόμενου ζητήματος και να επιλυθούν όλα τα προβλήματα της εφαρμογής του.

Η μεταφορά όλων των θεωρητικών στοιχείων σχετικά με το θέμα αυτό θα διογκώσει την εργασία και θα την κάνει απρόσιτη. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται περιληπτικά τα άκρως απαραίτητα στοιχεία που επιλέγονται από την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία. Επειδή βρέθηκαν σύντομες και περιεκτικές αναφορές στα πιο παραπάνω θεωρητικά κεφάλαια από την ξένη βιβλιογραφία, μεταφέρθηκαν αυτούσια και μεταφρασμένα στην εργασία μιας και η μετάφραση των κειμένων αυτών αποτέλεσε και αυτή έναν βασικό άξονα της δουλειάς.

Προτού ξεκινήσει η παράθεση των θεωρητικών στοιχείων της Φυσικής που αφορούν το θέμα που εξετάζεται πρέπει να επισημανθούν ορισμένα στοιχεία σχετικά με το τι περιλαμβάνει μια μελέτη κλιματισμού ενός πλοίου, και πως θα προχωρήσει η συγκεκριμένη. Επίσης πρέπει να επισημανθούν και μερικά γενικά πράγματα σε σχέση με την γενικότερη πορεία της εργασίας και ποια ακριβώς θέματα αναλαμβάνει να μελετήσει.

## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Ξεκινώντας την αναφορά μας στο τμήμα αυτό αναφέρουμε περιληπτικά τα εξής: Ο κλιματισμός στηρίζεται στα κεφάλαια

- α) Της Ψυχομετρίας
- β) Στο κεφάλαιο που περιγράφει και καθορίζει τις λεγόμενες συνθήκες Άνεσης
- γ) Στον προσδιορισμό των ψυκτικών φορτίων
- δ) Στην Μετάδοση της Θερμότητας,
- ε) Στην Μεταφορά του αέρα κλιματισμού,
- στ) Στην Μηχανική των Ρευστών για τα υγρά και τα αέρια.
- ζ) Στην Θερμοδυναμική
- η) Στις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στο πλοίο και
- θ) Στην ισχύουσα νομοθεσία που αφορά τις συνθήκες Υγιεινής και Διαβίωσης σε πλοία, την Ασφάλεια των επιβατών και των συνθηκών εργασίας του πληρώματος.

Εκείνα τα κεφάλαια που έχουν ιδιαίτερη σημασία είναι αυτά της νομοθεσίας, των επιθυμητών συνθηκών που επικρατούν στο πλοίο, και το πως αυτοί οι δύο παράγοντες επιδρούν καθοριστικά σε έναν τρίτο, στον πιο βασικό, που είναι η Άνεση. Η Άνεση είναι ένα ιδιαίτερο πεδίο έρευνας κάθε φορά για τον κάθε μελετητή που θα σχεδιάσει ένα σύστημα κλιματισμού από την άποψη ότι κάθε κατηγορία υπό κλιματισμό χώρου, έχει και διαφορετικές απαιτήσεις. Επίσης η Άνεση σαν έννοια από μόνη της κάθε φορά αποτελεί ένα πεδίο έρευνας γενικότερο αλλά και ειδικότερο. Γι αυτό το λόγο θα επιμείνουμε πιο κάτω λίγο εκτεταμένα στο θέμα αυτό.

## ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Μετά την παράθεση των στοιχείων της θεωρίας ακολουθούν οι εξής ενότητες:

- A) Οι παραδοχές που αφορούν τις συνθήκες Άνεσης.
- B) Οι παραδοχές που αφορούν τον τρόπο που θα κλιματιστεί το πλοίο.
- Γ) Οι παραδοχές που αφορούν την εγκατάσταση του κλιματισμού στο συγκεκριμένο πλοίο.
- Δ) Γίνεται μελέτη των ψυκτικών φορτίων και βρίσκονται οι απαιτούμενες προδιαγραφές των κλιματιστικών μηχανημάτων
- Ε) Γίνεται η σχεδίαση του κλιματιστικού συστήματος βασισμένη σε όλα τα προηγούμενα κεφάλαια.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι τα θεωρητικά στοιχεία που θα παρατεθούν στην εργασία είναι άκρως απαραίτητα και σχεδόν όλη η θεωρία και όλη η ύλη του παραρτήματος θα αξιοποιηθούν από την εργασία. Οποιοδήποτε στοιχείο γύρω από θεωρητικά και τεχνικά ζητήματα, μεθόδους, κλπ, που δεν αφορά την εργασία άμεσα δεν θα παρουσιαστούν. Το θέμα του κλιματισμού και οι εφαρμογές του παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και από την άποψη έρευνας, και από την γενικότερη θεωρητική ανάλυση αλλά και από την άποψη των μελετών και εγκαταστάσεων. Θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εργασία σε οποιοδήποτε τομέα από αυτούς και να γραφτεί ένα πλήθος στοιχείων. Δεν είναι ο στόχος της εργασίας αυτής μια στείρα παράθεση απόψεων και ερευνών άλλων μελετητών ούτε η αύξηση του όγκου της.

Επιγραμματικά μπορεί να καθοριστεί ότι σκοπός της εργασίας αυτής είναι:

- 1) Η θεωρητική προσέγγιση του θέματος του κλιματισμού. Παρατίθενται αρκετά στοιχεία σχετικά με την εύρεση και επιλογή της κατάλληλης θεωρίας που καλύπτει το θέμα του κλιματισμού του πλοίου (- Φυσική του κλιματισμού πλοίων)
- 2) Η μελέτη ενός συστήματος κλιματισμού πλοίου.(ανάλυση φορτίων, επιλογή μηχανημάτων, σχεδιασμός του συστήματος).
- 3) Η έμπρακτη ενασχόληση με το θέμα. Αποτελείται από μια μικρή αλλά αντιπροσωπευτική συλλογή στοιχείων που αφορούν τη νομοθεσία που διέπει το σχεδιασμό των συστημάτων κλιματισμού πλοίων, τις συνθήκες άνεσης, των κανόνων υγιεινής, και γενικά στοιχεία για τα συστήματα κλιματισμού πλοίων.

## **ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΥΛΕΙΑΣ**

Ξεκινώντας η περιγραφή της εργασίας πρέπει να τονισθούν οι γενικές επιλογές που έγιναν για το συγκεκριμένο καράβι και τις τεχνολογίες του κλιματισμού του.

### ***Επιλογή του πλοίου***

Επιλέχθηκε σαν πλοίο για τη μελέτη ένα κρουαζιερόπλοιο -Γιοτ- που όμως κάτω από ειδικές συνθήκες μπορεί να εκτελέσει ακόμη και ειδικό δρομολόγιο γραμμής. Το μήκος του είναι 74 μέτρα, και έχει 6 καταστρώματα συμπεριλαμβανομένου και αυτού του μηχανοστασίου. Έχει δυνατότητα μεταφοράς 30 επιβατών στην θέση Α, και 22 ατόμων στη θέση ΑΒ. Άλλη θέση δεν υπάρχει. Το πλοίο δεν έχει δυνατότητα μεταφοράς αυτοκινήτων και εμπορευμάτων.

Η επιλογή αυτού του πλοίου γίνεται κατ' αρχήν για δύο λόγους

1) Ότι η δυναμικότητα του είναι χαμηλή και έτσι δεν απαιτούνται ειδικές δυνατότητες για την υποστήριξη της μελέτης του κλιματισμού του.

Είναι σαφές ότι ένα μεγαλύτερο πλοίο με δυναμικότητα διπλάσια ή τριπλάσια, χρειάζεται έμπειρους μηχανικούς, εξοπλισμένους με τα απαραίτητα λογισμικά που βοηθούν την υποστήριξη της μελέτης αυτής, έχοντας τη δυνατότητα υπολογισμού πολλαπλών χώρων για πολλαπλάσιους επιβάτες για πολυμελές πλήρωμα, εμπορεύματα, αυτοκίνητα κλπ., και φυσικά διαθέτουν πρακτική πείρα από την εκτέλεση παρόμοιων εργασιών στα πλοία από τα συνεργεία τους. Τέτοιες δυνατότητες έχουν μόνο οργανωμένες εταιρίες και μελετητικά γραφεία και η εκτέλεση τέτοιας έκτασης υπολογισμών που χρειάζονται για την εκπόνηση μιας ανάλογης μελέτης, από μια μικρή ομάδα σπουδαστών, θα ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρα και επίπονη. Ακόμη η έλλειψη εμπειρίας θα καθιστούσε το εξαγόμενο αποτέλεσμα αμφίβολο.

2) Ότι είναι ένα τυπικό Ποτ που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για κάποιο μελετητή αφ' ενός μεν γιατί έχει όλα τα είδη των τυπικών εφαρμογών του κλιματισμού, (π.χ. κλιματισμός χώρων με 100% νωπό αέρα, με ανακυκλοφορούντα αέρα και ένα ποσοστό νωπού, με απλό αερισμό, με επαναθέρμανση κλιματισμένου αέρα κλπ) και αφ' εταίρου γιατί υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις στις συνθήκες της Άνεσης. Είναι καθαρό ότι περισσότεροι είναι οι επιβάτες της Α' θέσης από εκείνους της ΑΒ'.

### ***Επιλογή θεωρητικού μέρους.***

Το θεωρητικό μέρος που αφορά τις γενικές αρχές του κλιματισμού είναι ιδιαίτερα πλούσια βιβλιογραφία. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η πιο σύντομη και περιεκτική που βρέθηκε. Είναι η βιβλιογραφία του ..... και επειδή είναι στην αγγλική γλώσσα παραθέεται αυτούσια μεταφρασμένα όλα τα μέρη της.

Από την υπόλοιπη βιβλιογραφία του κλιματισμού των πλοίων επιλέχθηκαν τμήματα από την..... Πολλά στοιχεία από την τεχνολογία των κλιματιστικών (κλιματιστικές μονάδες θαλάσσης, πύργοι ψύξης, ψυκτικά υγρά κλπ, που συλλέχθηκαν είναι από σημειώσεις που κρατήθηκαν μετά από σχετική ενημέρωση από τις εταιρίες.....

## **Καθορισμός παραδοχών**

Παρατίθεται μια γενική αναφορά των κανόνων του καθορισμού των επιβατών σε ένα πλοίο. Μια τέτοια αναφορά έχει αξία μόνο σαν πληροφορία. Επίσης παραθέτεται οποιαδήποτε συνθήκη νομική, επιστημονική και τεχνολογική καθορίζει τις συνθήκες Άνεσης σε ένα πλοίο αλλά και σε έναν οποιοδήποτε κλιματιζόμενο χώρο. Έγινε προσπάθεια να ερευνηθεί κάθε τι που θα μπορούσε να επηρεάσει τις συνθήκες Άνεσης ενός επιβάτη ενός πολυτελούς πλοίου μέσα σε λογικά πλαίσια και αποφεύγοντας πάντα τις ακρότητες.

Επίσης παραθέτονται κάποιες ιδιαίτερες παραδοχές που αφορούν την τεχνολογία του πλοίου.

### ***Επιλογή τεχνολογίας και τρόπου κλιματισμού.***

Υπάρχουν 3 γενικοί τρόποι κλιματισμού: Α) Ο αυτόνομος κλιματισμός κάθε χώρου όπου αυτός έχει μια μονάδα κλιματιστική με ξεχωριστή αποκλειστική αντλία θερμότητας.

Β) Το Ημικεντρικό σύστημα κλιματισμού όπου όλες οι εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες συνδέονται με κεντρική αντλία θερμότητας ή ψύκτη (αν πρόκειται για FAN-COIL)

Γ) Το κεντρικό σύστημα κλιματισμού όπου ο κλιματισμένος αέρας μεταφέρεται στους κλιματιζόμενους χώρους μέσω αεραγωγών.

**Περίπτωση Α:** Η περίπτωση αυτή για ένα πλοίο αποκλείεται λόγω ελλείψεως χώρου και μεγάλου κόστους εγκατάστασης

**Περίπτωση Β:** Η περίπτωση αυτή περιλαμβάνει την αυτόνομη ψύξη-θέρμανση του αέρα σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο ξεχωριστά, μέσω τερματικών κλιματιστικών μονάδων που συνδέονται με κεντρική αντλία θερμότητας ή ψύκτη. Εδώ συναντώνται δύο υποπεριπτώσεις.

Η πρώτη υποπερίπτωση περιλαμβάνει κεντρική αντλία θερμότητας με ψυκτικό μέσον R 22 ή R12 ή ακόμη το οικολογικό R 407 C και εσωτερικές τερματικές κλιματιστικές μονάδες με το ίδιο ψυκτικό μέσο.

Η δεύτερη περιλαμβάνει εσωτερικές τερματικές κλιματιστικές μονάδες θέρμανσης-κλιματισμού FAN-COILS με ψυκτικό μέσο το νερό, συνδεδεμένες με κεντρική αντλία θερμότητας ψυκτικού μέσου R 22 ή R12 ή ακόμη το οικολογικό R 407 C ή σύστημα ψύξης θέρμανσης του νερού με ψύκτη - λέβητα αντίστοιχα. Συνήθως σε αυτή την περίπτωση λόγω χαμηλότερου κόστους αγοράς, προτιμάται το κύκλωμα που χρησιμοποιεί νερό ως ψυκτικό μέσον του αέρα, ψύκτη νερού και τερματικές κλιματιστικές μονάδες FAN-COILS. Αυτή είναι μια διαδεδομένη μέθοδος κλιματισμού στα πλοία αλλά και σε άλλες εγκαταστάσεις. Οι λόγοι που την επιβάλλουν είναι οι εξής:

i) Παρέχει μεγαλύτερη ισορροπία στο σύστημα. Η παρέμβαση για τη λειτουργία του εσωκλίματος είναι άμεση και υπάρχει πλήρης αυτονομία. Στην περίπτωση δε που το σύστημα κλιματισμού είναι νερού (FAN-COILS), ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις των συνθηκών υγιεινής σε οποιοδήποτε χώρο και ειδικά σε ένα πλοίο, για το γνωστό λόγο ότι ο αέρας κλιματισμού έρχεται σε επαφή μόνο με σωληνώσεις ψυγμένου νερού ,που γενικά θεωρείται πιο φιλικό προς το κλιματιζόμενο περιβάλλον και όχι με σωληνώσεις που περιέχουν ψυκτικά υγρά όπως π.χ R 12.

ii) Δεν περιλαμβάνει κεντρικό αεραγωγό κατάθλιψης (προσαγωγής του κλιματισμένου αέρα στους χώρους κλιματισμού). Έτσι η εγκατάσταση κερδίζει σε οικονομία γιατί υπάρχει ευκολία στην μελέτη και το σχεδιασμό της, αλλά και στην τοποθέτηση του συστήματος στο πλοίο. Επιπλέον δεν υπάρχουν οι απώλειες των αεραγωγών.

iii) Είναι επίσης οικονομική σαν εγκατάσταση ως προς το κόστος αγοράς και λειτουργίας.

iv) Λόγω του ότι παρέχει αυτονομία του κλιματισμού ενός χώρου περιορίζει την εισαγωγή του νωπού αέρα στο απαραίτητο ποσοστό για τις απαιτούμενες εναλλαγές στην καμπίνα, και έτσι περιορίζει την ενεργειακή σπατάλη που συμβαίνει στη περίπτωση που έχουμε διανομή κλιματιζόμενου αέρα μέσα από δίκτυο κεντρικού κλιματισμού, όπου εκεί αναγκαζόμαστε, για λόγους που θα περιγράψουμε παρακάτω, να κλιματίζουμε τους χώρους με 100% ποσότητα νωπού αέρα.

v) Με την ίδια ακριβώς εγκατάσταση, εκτός της ψύξης, μπορεί να τελεστεί και θέρμανση.

#### Μειονέκτημα αποτελεί:

I) Η πολυπλοκότητα της εγκατάστασης.

Μέσα σε κάθε καμπίνα πρέπει να υπάρχει ένα μηχάνημα ενώ πολλές φορές ο χώρος εκεί είναι πολύ περιορισμένος, χρειάζεται πολύπλοκο δίκτυο σωληνώσεων, πιθανόν να υπάρχει και δίκτυο προεπεξεργασμένου – αφυγρασμένου - νωπού αέρα, κλπ.

II) Ότι η απ' ευθείας αφύγρανση του νωπού αέρα στις θαλάσσιες συνθήκες όταν αυτή περνάει μέσα από τις κλιματιστικές μονάδες που κλιματίζουν τις καμπίνες δημιουργεί ορισμένα προβλήματα στον κατασκευαστή των μηχανημάτων και στον μελετητή της εγκατάστασης που αφορούν τις συνθήκες άνεσης. Το γιατί περιγράφεται περιληπτικά παρακάτω.

Η διεργασία της μεταβολής που θα τελεστεί όταν κλιματίζεται ένας χώρος πλοίου με ψυχρό αέρα, είναι η ψύξη με αφύγρανση. Πολλές φορές λόγω του ότι το ποσοστό της ειδικής υγρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας είναι υψηλό, πρέπει να αφυγρανθεί ο νωπός αέρας που εισέρχεται μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους κατά ένα μεγάλο ποσοστό (20% περίπου). Η διεργασία αυτή είναι απαραίτητη για να επιτευχθούν οι λεγόμενες συνθήκες άνεσης όπου εξαρτώνται και από την αναλογία της σχετικής υγρασίας στον κλιματιζόμενο χώρο. Η αφύγρανση του νωπού αέρα όταν περνάει μέσα από την διαδικασία της ψύξης του και μόνο, χρειάζεται την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ψύξη του. Αυτό το διαπιστώνουμε εύκολα αν δούμε τη μεταβολή αυτή στον ψυχομετρικό χάρτη. Έτσι συναντάται το εξής πρόβλημα:

Αν η αφύγρανση του αέρα μέσω της ψύξης του, επιτευχθεί στο επιθυμητό σημείο, η θερμοκρασία του αέρα όταν αυτός θα βγαίνει από το κλιματιστικό μηχάνημα θα είναι όπως προκύπτει από πρότυπους υπολογισμούς και τον ψυχομετρικό χάρτη περίπου 22° C. Είναι η θερμοκρασία αυτή επιθυμητή για τον επιβάτη; Όσα πρότυπα και να υπάρχουν για τον καθορισμό των συνθηκών άνεσης σε ένα κλιματιζόμενο χώρο, εκείνος που έχει πάντα τον τελευταίο λόγο είναι ο άνθρωπος που ζει μέσα σε αυτό το χώρο. Τι γίνεται λοιπόν στην περίπτωση που ο επιβάτης δεν επιθυμεί τόσο χαμηλή θερμοκρασία στην καμπίνα του; Η ρύθμιση της θερμοκρασίας εξόδου του κλιματισμένου αέρα από το κλιματιστικό μηχάνημα είναι καθοριστική για την γενικότερη ρύθμιση της θερμοκρασίας του έσω χώρου. Στην προσπάθεια του λοιπόν να διορθώσει τις συνθήκες της άνεσης του αυξάνοντας την θερμοκρασία εξόδου του αέρα από το μηχάνημα, θα αυξήσει και το ποσοστό υγρασίας της καμπίνας, διαταράζοντας πάλι τις προαναφερόμενες συνθήκες. Άρα το κλιματιστικό μηχάνημα πρέπει να είναι ειδικών προδιαγραφών ( με ενσωματωμένο αφυγραντήρα, με μηχανισμό επαναθέρμανσης κλπ) όταν εκτελεί απ' ευθείας αφύγρανση, ή πρέπει να υπάρχουν σε κάθε καμπίνα ειδικές συσκευές αφύγρανσης οι λεγόμενοι Αφυγραντήρες ή πρέπει ο νωπός αέρας να περνά από προηγούμενη διαδικασία αφύγρανσης .

iii) ότι έχουμε απώλεια ισχύος από τις σωληνώσεις. Είναι γεγονός ότι η μεταφορά του αέρα μέσω των αεραγωγών δημιουργεί τη δική της απώλεια ενέργειας. Η τοποθέτηση σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο μικρών τερματικών μονάδων δημιουργεί ένα πολύπλοκο σύστημα κυκλοφορίας του νερού ή άλλου ψυκτικού μέσου, το οποίο έχει τις δικές του απώλειες και σε πίεση αλλά και σε ψυκτική ισχύ.

**Περίπτωση Γ:** Η περίπτωση αυτή είναι η συνηθέστερη για τα πλοία. Οι μηχανισμοί ρύθμισης της ποσότητας του κλιματισμένου αέρα, και της επαναθέρμανσης του, παρέχουν αυτονομία κλιματισμού του κάθε κλιματιζόμενου χώρου.



Αν αντιστρέψουμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προηγούμενης περίπτωσης μπορούμε να βρούμε τα αντίστοιχα αυτής περίπτωσης. Τα μειονεκτήματα της προηγούμενης περίπτωσης εδώ μπορούν να σημειωθούν πλεονεκτήματα ενώ τα πλεονεκτήματα της προηγούμενης εδώ υπάρχουν ως ελλείψεις και αδυναμίες. Εκ πρώτης όψεως τα πιο βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι

α) το ότι για τον κλιματισμό των καμπίνων απαιτείται αέρας κλιματισμού 100 % νωπός. Επειδή ο αέρας κλιματισμού παράγεται σε ένα κέντρο και από εκεί διανέμεται στους κλιματιζόμενους χώρους μέσω αεραγωγών, πρέπει μέσα σε αυτόν, για λόγους κυρίως υγιεινής, να μην υπάρχει καθόλου αέρας επανακυκλοφορίας αλλά 100% νωπός.( π.χ για να μην μεταφέρεται μέσω του δικτύου κλιματισμού ένας υιός).Αυτό σημαίνει μεγάλη δαπάνη ενέργειας, περίπου τη διπλάσια από εκείνη που θα χρειαζόταν αν ο αέρας κλιματισμού περιείχε ποσότητα ανακυκλοφορούντος αέρα..

β) το ότι υπάρχουν απώλειες κλιματιστικού φορτίου κατά τη μεταφορά του αέρα από τους αεραγωγούς. Το αξιοσημείωτο όμως είναι ότι δύο πολύ βασικά μειονεκτήματα ( όπως προκύπτει από μια πρώτη εξέταση των πραγμάτων), του κλιματισμού με 100% νωπό αέρα και των απωλειών σε κλιματιστικό φορτίο από την μεταφορά του αέρα μέσω αεραγωγών τελικά μετατρέπονται σε ένα μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής! Πιο συγκεκριμένα, συμβαίνει η εξής διεργασία : Ο νωπός αέρας ψύχεται μέχρι το σημείο που να φτάσει η αφύγρανση του στα επιθυμητά όρια. Η θερμοκρασία του εκείνη τη στιγμή όπως προκύπτει και από τον ψυχομετρικό χάρτη είναι χαμηλότερη της κατώτερης επιθυμητής θερμοκρασίας εισόδου στους χώρους κλιματισμού. Στη συνέχεια, κατά την διαδικασία της μεταφοράς του μέσω των αεραγωγών, ανεβαίνει η θερμοκρασία του στα επιθυμητά για τον κλιματισμό και την άνεση όρια. Έτσι επιτυγχάνεται η αφύγρανση του νωπού αέρα χωρίς την διατάραξη των συνθηκών ισορροπίας του κλιματιζόμενου θαλάμου.

Το γεγονός τώρα ότι η όλη διαδικασία εγκατάστασης του συστήματος κλιματισμού με αυτή τη μέθοδο απλοποιείται, και γλιτώνει την εγκατάσταση από πολλαπλές τερματικές κλιματιστικές μονάδες, σωληνώσεις, αφυγραντήρες, δίκτυα προσαγωγής αφυγρασμένου νωπού αέρα, και τερματικές κλιματιστικές μονάδες υψηλών προδιαγραφών, ουσιαστικά την κάνει να είναι η επικρατέστερη.

Τα νεώτερα δεδομένα από το μέτωπο της υγιεινής επαληθεύουν την ορθότητα της χρήσης της μεθόδου αυτής ιδιαίτερα σε ένα υγρό περιβάλλον όπως είναι το θαλάσσιο. Αποσπασματικά αναφέρουμε για τις συνθήκες ανάπτυξης της νόσου:

«Η ανάπτυξη του βακτηριδίου Legionella Pneumophila που είναι υπεύθυνο για τη Νόσο των Λεγεωνάριων σχετίζεται με:

α) Την ύπαρξη ευνοϊκού περιβάλλοντος νερού. Ειδικότερα, το ευνοϊκό περιβάλλον νερού που ενισχύει την πιθανότητα ανάπτυξης του βακτηριδίου χαρακτηρίζεται από:

- θερμοκρασία νερού 20-45 βαθμών Κελσίου περίπου,
- παρουσία στο νερό αιωρούμενων στερεών, ποικίλης μορφής (λάσπες από άλατα του νερού, οξειδία μετάλλων, οργανικά υλικά),

β) Τη μεταφορά, μέσω λεπτών διαμερισμένων σταγονιδίων νερού στον αέρα και την εισπνοή του από τον άνθρωπο. Αυτός είναι ο τρόπος που είναι δυνατόν το βακτήριο να προσβάλει τον ανθρώπινο οργανισμό. Για την πρόληψη του συνιστάται

« - Περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των εκτινάξεων σταγονιδίων νερού. Αποφυγή χρήσης υλικών που ευνοούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών (π.χ., ξύλου).

- Τοποθέτηση των πύργων ψύξης σε μακρινή απόσταση από σημεία εισαγωγής του αέρα, καθώς και σε σημεία που η τάση για την είσοδο φερτών υλικών από τον αέρα στο νερό είναι κατά το δυνατόν μειωμένη.»

Αν πάρουμε υπ όψη μας το ατμοσφαιρικό περιβάλλον που επικρατεί πάνω από ένα θαλάσσιο χώρο, το ότι μέσα στις καμπίνες κυριαρχούν υλικά όπως το ξύλο και ότι ακόμη και στην περίπτωση που αντί για πύργους ψύξης έχουμε αντλίες θερμότητας, οι αντλίες που είναι διαδεδομένες στα πλοία είναι αντλίες νερού, οδηγούμαστε σε ένα και μόνο συμπέρασμα:

Ο αέρας κλιματισμού πρέπει να μεταφέρεται από μια σχετική απόσταση ,στο χώρο που θα κλιματιστεί ειδικά όταν πρόκειται για θαλάσσιο περιβάλλον, και το σύστημα του κλιματισμού να είναι προσβάσιμο σε εύκολη και αποτελεσματική συντήρηση. Να σημειωθεί εδώ ότι το γεγονός της ύπαρξης της νόσου αυτής επιφορτίζει με μεγάλο κόστος συντήρησης **όλα** τα συστήματα κλιματισμού. Στο σύστημα κεντρικού κλιματισμού δίνεται βάση στον αεραγωγό.



**Τελευταία παραδοχή :** Η πίεση μέσα στο εσωτερικό του πλοίου πρέπει να είναι κατά τι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική, δηλ. της τάξης των + 0,003 atm επιπλέον. Αυτό βεβαίως ισχύει έτσι και αλλιώς μέσα σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο που κλιματίζεται με αναγκαστική ροή του αέρα. Ξέχωρα όμως από αυτό, όταν γίνεται μια μελέτη κλιματισμού ενός πλοίου, αυτή η κατάσταση αποτελεί αντικείμενο συγκεκριμένης επιδίωξης για λόγους που επιβάλουν οι παράμετροι σχεδίασης και λειτουργίας των πλοίων. Και αυτό γιατί αν η πίεση μέσα στο εσωτερικό του πλοίου γίνει αρνητική, τότε θα υπάρχει αναρρόφηση του εξωτερικού αέρα στους χώρους του πλοίου με όλο το ποσοστό σχετικής υγρασίας που διαθέτει αυτός. Αυτή η κατάσταση η οποία θα συμβαίνει διαρκώς, μπορεί να γίνει σοβαρή αιτία διάβρωσης μετάλλων, καταστροφής οργάνων και κονσόλων του πλοίου, Μπουλμέδων και άλλων ευαίσθητων μερών του. Επίσης για το λόγο ότι η πίεση του κλιματισμένου αέρα μέσα στο πλοίο είναι θετική, δεν λαμβάνονται υπ όψιν κατά την μελέτη καθορισμού των ψυκτικών φορτίων, το θερμικό κέρδος από διαφυγή του αέρα.

**Το σύστημα εξαερισμού που θα συμπληρώσει την εγκατάσταση είναι τελείως ανεξάρτητο από το σύστημα παροχής κλιματισμένου αέρα..**

Επειδή η παροχή του αέρα κλιματισμού είναι κεντρική και η δυναμικότητα του πλοίου είναι μικρή, θα μελετηθεί κατ' αρχήν η εκδοχή, να μην υπάρχει ανακύκλωση του κλιματισμένου αέρα στο πλοίο. Αυτό μπορεί να γίνεται για λόγους υγιεινής από την άποψη ότι αν υπάρχει κάποιος υιός ασθένειας που μεταδίδεται από τον αέρα και μπει μέσα στο κεντρικό σύστημα κλιματισμού θα εξαπλωθεί σε όλο το πλοίο. Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται σε πάρα πολλά πλοία, μικρής και μεσαίας χωρητικότητας. Σε πλοία μεγάλης χωρητικότητας γίνεται ανακύκλωση ενός ποσοστού αέρα λόγω του ότι χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας, για να κλιματιστεί μεγάλη ποσότητα νωπού αέρα. Για το κύκλωμα όμως αυτού του πλοίου ο σχεδιασμός είναι ειδικός και πολύπλοκος και δε θα αποτελέσει αντικείμενο απασχόλησης της εργασίας αυτής αν δεν παρουσιαστεί η ανάγκη αυτή.

## **Τρόπος εργασίας.**

Η μελέτη ξεκινά από κάθε ένα πρότυπο χώρο που θα κλιματιστεί, π.χ. Θαλαμίσκος Α' θέσης (καμπίνα), Γέφυρα πλοίου, κοκ. Εκεί γίνεται η αρχική μελέτη για τα ψυκτικά φορτία και τις εναλλαγές του αέρα που καθορίζονται από το θερμικό κέρδος ( ή την απώλεια ψυκτικής ισχύος) και τις συνθήκες Άνεσης του συγκεκριμένου χώρου. Επειδή ο αέρας κλιματισμού ψύχεται ενιαία και έχει σε όλους τους χώρους που κατανέμεται έχει την ίδια ονομαστική θερμοκρασία εισόδου, η κάλυψη των ψυκτικών αναγκών του κάθε χώρου βασίζεται στις εναλλαγές του αέρα στη μονάδα του χρόνου. Με γνώμονα αυτό και με βάση τις ανάγκες όλων των χώρων των οποίων οι συνθήκες κλιματισμού είναι παρόμοιες με τον κάθε πρότυπο χώρο, γίνεται πλέον η σχεδίαση των αεραγωγών και μέσω αυτής καθορίζονται η ταχύτητα, η παροχή και οι εναλλαγές του αέρα κλιματισμού σε κάθε ένα χώρο. Στη συνέχεια επιλέγεται η κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα του καταστρώματος και με βάση τις γενικές ανάγκες των χώρων.

## **Θεωρητική Ανάλυση του Κλιματισμού-Εξειδίκευση σε χώρο εφαρμογής πλοίου.**

Η ανάλυση αποτελείται από τις εξής ενότητες:

1. Φυσιολογικές Απαιτήσεις
2. Βασική Ψυχομετρία
3. Κανονισμός και λειτουργία A/C συστημάτων (κυρίως θαλάσσης)
4. Υπολογισμός θερμικού κέρδους και απωλειών
5. Συστήματα Ελέγχου
6. Καθαρισμός καπνού

1.1. Ο σκοπός του κλιματισμού αέρα είναι να ελέγχει το περιβάλλον, ως προς τον αέρα, είτε για την ανθρώπινη άνεση είτε να δίνει τις απαιτούμενες συνθήκες για τη λειτουργία του ηλεκτροχημικού εξοπλισμού. Ένας αριθμός λειτουργιών ελέγχονται για τον πλήρη κλιματισμό του αέρα των τροφίμων.

1.1.1 Ρύθμιση της θέρμανσης του αέρα.

1.1.2 Ρύθμιση της ψύξης του αέρα.

1.1.3 Ρύθμιση του βαθμού άνεσης.

1.1.4 Οριοθέτηση της ποσότητας σωματιδίων στον αέρα(π.χ σκόνη).

1.1.5 Διατήρηση της απαραίτητης ποσότητας οξυγόνου στον αέρα.

1.1.6 Τμήμα μελέτης δίνεται για τις τοπικές ταχύτητες του αέρα.

Είναι χρήσιμο να ξαναδούμε την ενεργειακά αντίστροφη θερμοκρασία που λαμβάνει χώρα στο ανθρώπινο σώμα, προτού συζητήσουμε για τις φυσιολογικές απαιτήσεις για "άνεση".

2.1 Η τροφή που καταναλώνεται από έναν άνθρωπο οξειδώνεται από τον εισπνεόμενο αέρα δια μέσω των πνευμόνων. Θερμότητα και μηχανικό έργο αναπτύσσονται από αυτές τις αντιδράσεις. Ο δείκτης κατά τον οποίο θερμότητα και έργο αναπτύσσονται από τις διαδικασίες της οξείδωσης ονομάζεται δείκτης μεταβολισμού. Έτσι:

$$M = W + H$$

Ο βαθμός μεταβολισμού κυμαίνεται μεταξύ 70W (κατά τη διάρκεια του ύπνου) μέχρι περίπου 800W (κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης). Η μηχανική απόδοση (W/M) κυμαίνεται μεταξύ 0 (κατά τη διάρκεια του ύπνου) έως 0,20-0,25 (όταν κάνουμε ανάβαση ή όταν σηκώνουμε σακιά, κ.α.).

2.2 Το σώμα από μόνο του πρέπει να διατηρεί συγκριτικά σταθερή θερμοκρασία (περίπου 37,2 C στο βαθύτερο ιστό) για να λειτουργεί σωστά. Αυτή η απαιτούμενη θερμοκρασία διατηρείται από το σώμα ισορροπώντας τη ροή της θερμότητας από τους τρεις κύριους μηχανισμούς που έχει στη διάθεση του (το σώμα):

Την Εξάτμιση(E), την Ακτινοβολία(P) και την μετάδοση θερμότητας(°0).

Η εξίσωση της θερμικής ισορροπίας για το σώμα είναι:  $M - W = E + R + C$

Θεωρώντας ότι δεν υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια μέσα στο σώμα και αμελητέα τη μεταφερόμενη θερμότητα από αγωγιμότητα.

### 2.3 Εξάτμιση.

Η εξάτμιση μπορεί να εμφανιστεί μέσω τριών μηχανισμών:

- Από τις αναθυμιάσεις των υδρατμών από τους πνεύμονες
- Από την εφίδρωση
- Από την εφίδρωση (επείγουσα διαδικασία μεταφοράς θερμότητας)

### 2.4 Ακτινοβολία

Η εναλλαγή της καθαρής θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ των εκτεθειμένων μερών του σώματος και του περιβάλλοντος θα είναι ανάλογη με:

$$(T_s)^4 - (T_r)^4$$

όπου ( $T_c$ ) η θερμοκρασία του δέρματος (C) και ( $T_r$ ) η κύρια θερμική ακτινοβολία των επιφανειών του περιβάλλοντος (καθορίζεται ως : η επιφάνεια θερμοκρασία εκείνης της σφαίρας η οποία αν ήταν γύρω από το σημείο αναφοράς, θα ακτινοβολούσε σε αυτό το ίδιο ποσό θερμότητας με τις επιφάνειες του δωματίου οι οποίες είναι γύρω από το σημείο), επίσης σε βαθμούς Κελσίου. Η εναλλαγή της καθαρής θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ των ενδεδειγμένων τμημάτων του σώματος και του περιβάλλοντος θα αναλογούν με:

$$(T_o)^4 - (T_r)^4$$

όπου ( $T_s$ ) η θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ ) της εξωτερικής επιφάνειας των ρούχων καθορίζεται(εξαρτάται) από τη θερμοκρασία του δέρματος και τη θερμική αντίσταση των ρούχων.

## 2.5 Μετάδοση Θερμότητας

Η ροή της θερμότητας από τις εκτεθειμένες επιφάνειες του σώματος μέσω της μεταφοράς θερμότητας υπολογίζεται ως:

$$(T_s - T)$$

όπου  $T$  η θερμοκρασία ξηρού βολβού του περιβάλλοντος αέρα. Η έκφραση ισοδυναμίας για τις ενδεδειγμένες επιφάνειες είναι:

$$(T_o - T)$$

2.6 Προκύπτει ότι οι περιβαλλοντολογικές που μπορούν να επηρεάσουν το βαθμό της μεταφοράς θερμότητας (και την όθεν σωματική άνεση) είναι:

- 2.6.1 Η θερμοκρασία ξηρού βολβού (επηρεάζοντας την εξάτμιση και τη διάδοση της θερμότητας)
- 2.6.2 Η ταχύτητα του αέρα (επηρεάζοντας τη διάδοση της θερμότητας)
- 2.6.3 Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (επηρεάζοντας την ακτινοβολία)

2.7 Το σώμα έχει κάποιο έλεγχο στη ροή θερμότητας χρησιμοποιώντας την ικανότητα του να ρυθμίζει τη θερμοκρασία της επιδερμίδας. Αυτή η ρύθμιση επιτυγχάνεται μεταβάλλοντας την ποσότητα του ρέοντος αίματος κοντά στην επιφάνεια της επιδερμίδας μέσω της σύσφιξης ή διαφορετικά των τριχοειδών αγγείων του αίματος. Άλλες μέθοδοι ελέγχου κάτω από ψυχρές συνθήκες είναι η διαμόρφωση "goose ripples" (τα οποία αυξάνουν αποτελεσματικά τη θερμομονωτική τιμή της επιδερμίδας) και το ελαφρύ ρίγος (το οποίο φροντίζει να αυξάνει το ρυθμό παραγωγής θερμότητας). Το σώμα επίσης έχει κάποιο έλεγχο στο ρυθμό απωλειών κατά την εξάτμιση, η "εφίδρωση" είναι μια διαδικασία κρίσιμης κατάστασης με την οποία η θερμότητα μπορεί να χαθεί γρήγορα. Είναι, ασφαλώς, η εμφανής μέθοδος ελέγχου θερμικών απωλειών μεταβάλλοντας το ποσό των φορεμένων ρούχων.

2.8 Απαιτήσεις για Ανθρώπινη Άνεση : Ο όρος άνεση δεν είναι εύκολα οριζόμενος αφού είναι ζήτημα ατομικής εκτίμησης. Ένα περαιτέρω πρόβλημα είναι ότι οι συνθήκες για άνεση δεν είναι εύκολα προσδιορισμένες γιατί, όπως επισημάνθηκε στην ενότητα 2.6, ενέχονται τέσσερις (τουλάχιστον) περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Για να παραδεχτεί ως γεγονός ότι το ανθρώπινο σώμα εγκλιματίζεται σε μακροπρόθεσμες αλλαγές των κλιματολογικών συνθηκών, δίνονται διαφορετικές ζώνες για καλοκαίρι και χειμώνα. Δεν είναι πάντα πρακτικό να κρατάμε συνθήκες μαζί με τις ζώνες, οι προδιαγραφόμενες συνθήκες εκφράζονται ως το σχεδιασμένο σημείο (για τους σκοπούς υπολογισμού του μέγιστου θερμικού κέρδους) είναι, όντως, έξω από την καλοκαιρινή ζώνη και δίνονται σε όρους μιας "αποτελεσματικής" θερμοκρασίας στους 26 C για πλοία που έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν στους τροπικούς. Κάτω από συνθήκες ψυχρού καιρού, η σχεδιαζόμενη διαδικασία δεν επιτρέπει η θερμοκρασία ξηρού βολβού να πέσει κάτω από τους 18 C.

2.9 Αποτελεσματική Θερμοκρασία είναι μια τεχνητή θερμοκρασιακή κλίμακα που χρησιμοποιείται ως μέτρο για τη σωματική άνεση σε καταστάσεις μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης του αέρα και κατάστασης καθορισμού τύπου χαρακτήρων.

#### 2.10 Εισαγωγή Νωπού Αέρα

Οι άνθρωποι όταν αναπνέουν ήσυχα εισπνέουν 0,2 lit/sec αέρα. Ωστόσο, για έναν κλιματιζόμενο χώρο είναι επιθυμητή μία σημαντικά μεγαλύτερη εισαγωγή φρέσκου αέρα να αραιώσει τον ανακυκλοφορούμενο αέρα έτσι ώστε να ελεγχθούν οι συσσωρευμένες οσμές. Όμως προσδιορίζεται μια αραιώση για ελεγχθούν οι συσσωρευμένες οσμές. Έτσι προσδιορίζεται μία χορήγηση 5 lit/sec για κάθε άτομο για κάθε διαμέρισμα και αυτό συνήθως εξάγει έναν μέσο όρο για όλο το πλοίο περίπου 13 lit/sec για κάθε άτομο.

#### 2.11 Άλλοι κανόνες για Άνεση

- 2.11.1 Η θερμοκρασία ξηρού βολβού του προμηθευόμενου αέρα δεν θα πρέπει να είναι κάτω από τους 8°C (και κατά προτίμηση υψηλότερα από αυτή την τιμή)
- 2.11.2 Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ κεφαλιού και ποδιών θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη (ποτέ μεγαλύτερη από 3°C)
- 2.11.3 Η θερμική ακτινοβολία δεν θα πρέπει να κατευθύνεται στην κορυφή των κεφαλιών των ανθρώπων.
- 2.11.4 Τα ρεύματα αέρα δεν θα πρέπει κατευθύνονται στους λαιμούς των ανθρώπων.
- 2.11.5 Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία δωματίου. Οι ψυχροί τοίχοι σε ζεστά δωμάτια δίνουν μια αίσθηση "ευθιξίας".
- 2.11.6 Η κίνηση του αέρα θα πρέπει να είναι μεταβλητή.

2.12 Η ικανότητα ενός ανθρώπου να πραγματοποιεί μία στοιχειώδη εργασία επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τυπικά, μία στοιχειώδης εργασία θα αποτελείται από την εισαγόμενη πληροφορία, την ανάλυση της στο φως προηγούμενης εμπειρίας ή από πληροφορίες καταχωρημένες στη μνήμη και τη δράση. Για να εξασκήσει ένα άτομο το βέλτιστο της ικανότητας του, θα πρέπει να είναι στο βέλτιστο Διεγερμένο Επίπεδο. Η κλίμακα Διεγερμένου Επιπέδου κινείται από την "χαμηλή διέγερση" (αίσθηση νύστας ή υπνηλίας), μέσω της βέλτιστης διέγερσης" (αίσθηση προσήλωσης) στην "υψηλή διέγερση" (αίσθηση υπερέντασης ή ακόμα και άγχους). Η φροντίδα για άνεση στις συνθήκες εργασίας είναι μείζον παράγοντας για να εξασφαλιστεί ότι τα άτομα θα είναι στο βέλτιστο διεγερμένο επίπεδο και θα μπορούν να αντεπεξέλθουν στις περιστάσεις.

### 3.0 Βασική Ψυχομετρία

#### 3.1 Ορισμοί

Θερμοκρασία Ξηρού βολβού είναι εκείνη που μετρήθηκε από ένα θερμόμετρο του οποίου ο αισθητικός παράγοντας είναι ξηρός και επίσης δεν επηρεάζεται από την ανταλλαγή ακτινοβολίας μεταξύ των σημαντικών δικτύων και του περιβάλλοντος.

Θερμοκρασία Υγρού βολβού είναι εκείνη που μετρήθηκε από ένα θερμόμετρο -ου οποίου ο αισθητικός παράγοντας είναι ξηρός, δεν επηρεάζεται από την ανταλλαγή ακτινοβολίας μεταξύ των σημαντικών δικτύων και του περιβάλλοντος και είναι καλυμμένος από ένα φυτίλι εμποτισμένο σε αποσταγμένο νερό πάνω από το οποίο περνάει αέρας με προσδιορισμένη ελάχιστη ταχύτητα.

Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου του αέρα σε μία ιδιαίτερη συνθήκη είναι η θερμοκρασία στην οποία φθάνει ψυχόμενος ο αέρας προτού ξεκινήσει η υγροποίηση των περιεχόμενων υδρατμών που εμπεριέχονται σε αυτόν.

Περιεκτικότητα Υγρασίας (μερικές φορές καλείται Ειδική Υγρασία ή Αναλογία Υγρασίας) είναι η ποσότητα των υδρατμών σε χιλιογράμμο συσχετιζόμενα με ένα χιλιογράμμο ξηρού αέρα σε ένα μίγμα αέρα-νερού.

Σχετική Υγρασία είναι η αναλογία της μερικής πίεσης των υδρατμών του νερού σε μία δοσμένη ποσότητα αέρα προς τη μερική πίεση των υδρατμών του νερού που απαιτούνται για να κορεστεί αυτή η ποσότητα των υδρατμών του αέρα στην ίδια θερμοκρασία ξηρού βολβού. Συνήθως εκφράζεται σε εκατοστιαία αναλογία.

Ποσοστό επί της εκατό ( % ) κορεσμού είναι η αναλογία της περιεκτικότητας σε υγρασία, σε ένα δοσμένο μίγμα, προς την περιεκτικότητα σε υγρασία του κορεσμένου αέρα στην ίδια θερμοκρασία ξηρού βολβού. Εκφράζεται πάντα σε εκατοστιαία αναλογία.

Φαίνεται από τον αριθμό των προηγούμενων ορισμών ότι το σύνολο των υδρατμών που εμφανίζονται σε ένα δείγμα μίγματος αέρα-νερού μπορεί να προσδιοριστεί από έναν αριθμό τρόπων και τα μέσα μετατροπής από τον έναν τρόπο στον άλλο θα πρέπει να καλύπτονται. Οι πρωτότυπες μετρήσεις δίνονται συχνά σε όρους ερμηνείας θερμοκρασίας υγρού και ξηρού βολβού και αυτοί μπορούν να μετατραπούν είτε σε ποσοστό επί της εκατό κορεσμού είτε σε περιεκτικότητα υγρασίας χρησιμοποιώντας είτε τους πίνακες "Chartered Institution of Building Services" (CIBS) είτε τον ψυχομετρικό χάρτη του CIBS είτε ειδικούς πίνακες μετατροπής.

Μπορεί να δειχθεί ότι:

$$\text{Ποσοστό επί της εκατό κορεσμού} = \frac{P_{at} - P_{ss}}{P_{at} - P_s} \times \text{Σχετική Υγρασία} \times 100$$

Όπου :

( $P_{at}$  η ατμοσφαιρική πίεση

$p_s$ : η μερική πίεση των υδρατμών του νερού σε ένα δοσμένο μίγμα

$p_{ss}$  :η μερική πίεση των υδρατμών του νερού σε ένα κορεσμένο μίγμα στην ίδια θερμοκρασία ξηρού βολβού με αυτή του δοσμένου μίγματος)

$$P_{at} - P_{ss}$$

Στην πράξη ο παράγοντας  $\frac{P_{at} - P_{ss}}{P_{at} - P_s}$  είναι περίπου μονάδα και η διαφορά μεταξύ του ποσοστού επί της εκατό

$$P_{at} - P_s$$

κορεσμού και της σχετικής υγρασίας είναι τόσο μικρή που παίρνονται σαν ίδιο ποσό.

### 3.2 Ψυχομετρικός Χάρτης

Ο ψυχομετρικός χάρτης παρέχει μία χρήσιμη βάση για την πραγματοποίηση υπολογισμών κλιματισμού του αέρα. Παρέχει επίσης, από αντίστοιχη μέθοδο έκφρασης, μία μέθοδο μετατροπής της ποσότητας της εμφανιζόμενης υγρασίας σε άλλη. Ο χάρτης δίνει τις δυνατότητες του υγρού αέρα χρησιμοποιώντας συντεταγμένες περιεκτικότητας σε υγρασία και ενέργεια (ενθαλπία). Ο άξονας ενθαλπίας είναι τοποθετημένος σε μία έντονη γωνία του άξονα περιεκτικότητας υγρασίας, η γωνία είναι τέτοια που οι γραμμές των σταθερών θερμοκρασιών ξηρού βολβού φαίνονται να είναι κατακόρυφες. Όντως, μόνο η γραμμή των 30 C είναι κατακόρυφη, με τις υπόλοιπες γραμμές να αποκλίνουν ελαφρά. Κάθε σημείο στο χάρτη είναι γνωστό ως δηλωμένο σημείο, η θέση του οποίου δημιουργείται από οποιοσδήποτε δύο ψυχομετρικές συνθήκες.

Ο χάρτης έχει φτιαχτεί μία πίεση περιβάλλοντος των 101,325 KPa, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με λογική ακρίβεια για ατμοσφαιρικές πιέσεις εντός της περιοχής από 95 έως 105 KPa. Για πιέσεις έξω αυτής της περιοχής μπορούν να εκτελεστούν κατά προσέγγιση υπολογισμοί χρησιμοποιώντας τους νόμους των αερίων, το νόμο του Dalton και πίνακες ατμών.

Υπενθυμίζεται ότι οι νόμοι των αερίων και ο νόμος του Dalton δεν είναι αυστηρά ακριβείς και έτσι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν συντελεστές διόρθωσης για να εξασφαλιστούν πιο ακριβή αποτελέσματα.

### 3.3 Εξετάζοντας μεθόδους κλιματισμού του αέρα στον ψυχομετρικό χάρτη

3.3.1 Ανάμιξη δύο υγρών ρευμάτων, (χωρίς θερμική ανταλλαγή με τους αγωγούς των τοίχων).

Αν ένα υγρό ρεύμα αέρα με βαθμό ροής μάζας  $ma_1$  αναμειχθεί με ένα δεύτερο υγρό ρεύμα με βαθμό ροής μάζας  $ma_2$  το δηλωμένο σημείο του εξαγόμενου μίγματος θα είναι σε μία ευθεία γραμμή συνδέοντας τα δηλωμένα σημεία των συστατικών ρευμάτων έτσι ώστε:

$$\frac{\text{απόσταση 1-3}}{\text{απόσταση 2-3}} = \frac{ma_2}{ma_1}$$

(σημειώνεται ότι  $ma_1$  και  $ma_2$  είναι ο βαθμός ροής μάζας του ξηρού αέρα)

### 3.3.2 Αισθητή Θέρμανση και Ψύξη

Αισθητή θέρμανση σημαίνει ότι αποκτάται θερμότητα χωρίς καμία αλλαγή στην περιεκτικότητα σε υγρασία, (π.χ. ρεύμα αέρα που περνά μέσα από πηνία θέρμανσης). Αισθητή ψύξη συμβαίνει όταν χάνεται θερμότητα χωρίς καμία αλλαγή στην περιεκτικότητα σε υγρασία (π.χ. ρεύμα αέρα περνά μέσα από πηνία θέρμανσης χωρίς να λαμβάνει χώρα υγροποίηση).

### 3.3.3 Αφύγρανση υε ψύξη κάτω από το σημείο δροσιάς.

Η υγροποίηση λαμβάνει χώρα όταν ο υγρός αέρας ψύχεται κάτω από το σημείο δροσιάς του, με μία προκύπτουσα πτώση της περιεκτικότητας του σε υγρασία. Η διαδικασία από 1 σε 2 είναι η διαδικασία που λαμβάνει χώρα όταν ο υγρός αέρας περνά μέσα από ψυχρά πηνία, τα οποία έχουν μέση θερμοκρασία  $t_3$ . Το ρεύμα δεν φτάνει τους  $t_3$  γιατί ο ψυκτήρας δεν μπορεί να είναι 100% "αποτελεσματικός". Η "αποτελεσματικότητα" του ψυκτήρα ονομάζεται παράγοντας επαφής και καθορίζεται ως:

**παράγοντας επαφής =**

Μία εναλλακτική μέθοδος καθορισμού της απόδοσης του ψυκτήρα είναι να χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής παράκαμψης όπου:

**συντελεστής παράκαμψης =**

(Σημειώνεται ότι η συνθήκη που χρησιμοποιείται για να διευκρινιστεί η διαδικασία στον ψυχομετρικό χάρτη είναι διαφορετική από εκείνη που χρησιμοποιείται σε άλλα διαγράμματα θερμοδυναμικών ιδιοτήτων)

### 3.3.4 Ύγρανση με την προσθήκη υγρού H<sub>2</sub>O

Μπορεί να δειχθεί ότι (αναφορά 2) αυτού του είδους η διαδικασία ύγρανσης θα ακολουθήσει την γραμμή της σταθερής θερμοκρασίας υγρού βολβού, αν το νερό που θα προστεθεί βρίσκεται στη θερμοκρασία υγρού βολβού του αρχικού μίγματος. Ωστόσο, ακόμα και αν το νερό που θα προστεθεί δεν βρίσκεται στη θερμοκρασία υγρού βολβού του μίγματος, θα υπάρχει μικρή απώλεια ακρίβειας αν θεωρηθεί ότι η διαδικασία είναι μία από τις σταθερές θερμοκρασίες υγρού βολβού, υπό τον όρο ότι όλο το νερό εξατμίζεται.

Ο όρος που χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την απόδοση ενός υγροποιητή είναι ο συντελεστής απόδοσης υγρασίας όπου:

**συντελεστής απόδοσης υγρασίας =**

(σημειώνεται ότι οι υγροποιητές δεν ζητούνται συχνά σε θαλάσσιες εφαρμογές).

### 3.3.5 Ύγρανση με την προσθήκη H<sub>2</sub>O σε μορφή ατμού (υδρατμός).

Ο ατμός προμηθευτεί πιθανόν σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του πρωτότυπου μίγματος και αυτό θα σημαίνει ότι θα λάβει χώρα κάποια αύξηση στη θερμοκρασία ξηρού βολβού του πρωτότυπου μίγματος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας). Ωστόσο, για πιο πρακτικούς σκοπούς, αυτή η αύξηση μπορεί να είναι αμελητέα όπως επίσης μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτή η διαδικασία είναι μία από αυτές των σταθερών θερμοκρασιών ξηρού βολβού.

## 4.0 Διευθέτηση και Λειτουργία θαλάσσιων συστημάτων κλιματισμού

### 4.1 Χωροδιάταξη του βασικού συστήματος κλιματισμού

Το σχήμα 4.1 δείχνει ένα σχηματικό σχεδιάγραμμα ενός βασικού τύπου συστήματος κλιματισμού ενός πλοίου. Αυτό το απλό πλάνο είναι τυπικό της ισχύουσας πρακτικής των πλοίων του Βασιλικού πολεμικού ναυτικού μία εγκατάσταση παγωμένου προμηθεύει έναν αριθμό "μονάδων μεταχείρισης του αέρα" και εναλλάξ μία μονάδα μεταχείρισης του αέρα θα προμηθεύει έναν αριθμό θαλάμων. Εμπορικά και επιβατικά πλοία κλίνουν στη χρησιμοποίηση πιο πολύπλοκων συστημάτων και αυτά περιγράφονται σε επόμενη υποενότητα. Η μπαταρία προθέρμανσης του εισαγόμενου φρέσκου αέρα χρησιμοποιείται μόνο σε πολύ ψυχρές εξωτερικές συνθήκες και βοηθά να εμποδίζεται η υγροποίηση, που ειδάλλως θα συνέβαινε, μεταφέροντας τον ψυχρό αέρα μέσα από ένα σχετικά θερμό τμήμα του πλοίου. Επίσης προστατεύει τους ψυκτήρες σε άλλο μέρος του συστήματος οι οποίοι θα πάγωναν αν εκθέτονταν στον πολύ ψυχρό αέρα. Τα συστήματα κλιματισμού είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν κάτω από συνθήκες όπου οι πόρτες είναι κλειστές και φροντίδα αυτές οι συνθήκες να επικρατήσουν.

### 4.2 Λειτουργίες του βασικού συστήματος κλιματισμού

Η διαφορά της ειδικής ενθαλπίας μεταξύ των δύο σημείων μπορεί να θεωρηθεί ότι εξαρτάται από δύο συνιστώσες:

Τα κέρδη αισθητής θερμότητας προέρχονται από: τη θερμότητα που εκπέμπεται από το μηχανικό ή ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τη θερμότητα που άγεται μέσω των τοίχων των θαλάμων, τη θερμότητα που αποκτάται από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω των παραθύρων, τη θερμότητα που αποκτάται από τον τεχνητό φωτισμό, τη θερμότητα που αποκτάται από τη διήθηση (φιλτράρισμα) του εξωτερικού αέρα, τη θερμότητα που αποκτάται από τους θερμούς αγωγούς. Τη θερμότητα που αποκτάται από τους ανθρώπους με τη διάδοση θερμότητας και τις διαδικασίες ακτινοβολίας, κτλ.

Τα κέρδη λανθάνουσας θερμότητας προέρχονται από: του ατμούς του νερού που εκπέμπονται από τον εξοπλισμό, τη μη αισθητή εφίδρωση και ιδρώτα από τους ανθρώπους, την υγρασία που περιέχει ο εξωτερικός αέρας όταν εισέρχεται μέσα από τις ανοιχτές πόρτες και διαρροές, κτλ.

Κέρδη λανθάνουσας θερμότητας δημιουργούνται όποτε απελευθερώνονται ατμοί νερού σε ένα θάλαμο, κάτι που σημαίνει ότι μία αναγκαία προϋπόθεση για ένα λανθάνον κέρδος θερμότητας είναι η ατμόσφαιρα του θαλάμου να μην είναι υπερπλήρης. Η πορεία του κέρδους λανθάνουσας θερμότητας είναι το ίδιο με αυτό της διαδικασίας έκχυσης του ατμού στην παράγραφο 3.3.5.

## 4.3 Ορολογία



$$\begin{aligned} \text{Φορτίο Δωματίου} &= m (h_R - h_F) && \text{RW} \\ \text{Φορτίο Αναθέρμανσης} &= m (h_F - h_D) && \text{RW} \\ \text{Φορτίο Ψύξης} &= m (h_L - h_D) && \text{RW} \end{aligned}$$

Όπου m είναι ο κατάλληλος δείκτης ροής μάζας του αέρα.

**Συνολική Θερμότητα = | Λανθάνουσα θερμότητα | + | Αισθητή Θερμότητα |**

#### 4.4 Επιλογή της συνθήκης προμήθειας του μίγματος στο θάλαμο

Η βέλτιστη συνθήκη προμήθειας αέρα στο δωμάτιο είναι στη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία (υπό τον όρο ότι δεν είναι τόσο ψυχρή που να προκαλεί δυσφορία).

#### 4.5 Ρύθμιση Ψυκτήρα Παράκαμψης

Με τη ρύθμιση αυτή εξαλείφεται η ανάγκη για αναθέρμανση χωρίς να υπάρχει μια ενοχλητικά χαμηλή προμηθευόμενη θερμοκρασία.

#### 4.6 Τυπικές ρυθμίσεις θαλάσσιων συστημάτων κλιματισμού-RN πλοίων

Η πιο συνηθισμένη ρύθμιση συστημάτων κλιματισμού χωροδιάταξης RN χρησιμοποιείται για να προμηθεύει έναν αριθμό θαλάμων και έτσι οριοθετείται το "Ομαδικό Σύστημα". Η εναλλακτική ρύθμιση είναι γνωστή σαν "Σύστημα Μονάδας" στο οποίο ο φρέσκος αέρας, για έναν αριθμό χώρων ψύχεται και διανέμεται σε κάθε χώρο ξεχωριστά όπου ψύχεται περαιτέρω.

##### Πλεονεκτήματα του Συστήματος Μονάδας

- 1) less trunking
- 2) Ευκολότερη ισορροπία στο σύστημα

##### Μειονεκτήματα του Συστήματος Μονάδας

- 1) Μικρότερη διανομή αέρα μέσα στους θαλάμους
- 2) Κατώτερη απομάκρυνση των οσμών
- 3) Πολυπλοκότερη σωλήνωση
- 4) Περισσότερος θόρυβος

Το Ομαδικό Σύστημα είναι η προτεινόμενη προσέγγιση σήμερα.

#### 4.7 Τυπικές ρυθμίσεις θαλάσσιων συστημάτων κλιματισμού-εμπορικά πλοία

##### 4.7.1 Υψηλής ταχύτητας-μονού αγωγού-σύστημα ζώνης

Αυτή είναι μία καθιερωμένη χωροδιάταξη που χρησιμοποιείται ευρέως σε τάνκερ και φορτηγά πλοία. Βασίζεται σε μία ή περισσότερες συλλογές μονάδων επεξεργασίας του αέρα οι οποίες είναι τοποθετημένες στρατηγικά σε όλο το πλοίο. Οι θάλαμοι έχουν ομαδοποιηθεί σε βάση παρόμοιας απαίτησης για κάθε σειτ μονάδων και τροφοδοτούνται από τον ίδιο ζωνικό τομέα του τμήματος διανομής του πλοίου. Τα συστήματα "Υψηλής Ταχύτητας" χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει ανάγκη να εξοικονομηθεί χώρος χρειάζονται ανεμιστήρες υψηλής ταχύτητας ενώ απαιτούν καλύτερη ηχομόνωση. Οι ταχύτητα του αέρα είναι της τάξης των 23 m/sec και είναι υψηλότερη συγκρινόμενη με τα περίπου 6 m/sec για τα συμβατικά συστήματα.

##### 4.7.2 Σύστημα Υψηλής Ταχύτητας, διπλού αγωγού

Ο συμβατικός μονός αγωγός μπορεί να μην είναι κατάλληλος όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός χώρων, μαζί με απαιτήσεις για ευελιξία ελέγχου (π.χ. οι καμπίνες των επιβατικών πλοίων γραμμής όπου οι συνθήκες κλιματισμού απαιτούν θερμότερο αέρα στις εξωτερικές από ότι στις εσωτερικές καμπίνες και αντίστροφα). Κάτω από αυτές τις συνθήκες το σύστημα διπλού αγωγού παρέχει αυξημένη ελαστικότητα.

#### 4.7.3 Σύστημα Ταχύτητας με δυνατότητα αυτοαναθέρμανσης

Όταν ένα πλοίο λειτουργεί κυρίως κάτω από ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες, ένα σύστημα αυτοαναθέρμανσης θα του δώσει μεγαλύτερη ελαστικότητα στον έλεγχο της θερμοκρασίας ξεχωριστά για κάθε θάλαμο.

#### 5.0 Προσδιορισμός των κερδών αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας

Για να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός των κερδών αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας ενός θαλάμου, είναι απαραίτητη η γνώση για του κλίματος και του τρόπου με τον οποίο λαμβάνεται η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης, ιδίως αφού τα ηλιακά κέρδη είναι συχνά η βασική συνιστώσα των κερδών της αισθητής θερμότητας.

#### 5.1 Ηλιακή Ακτινοβολία

Ο ήλιος συμπεριφέρεται παρόμοια με ένα μαύρο σώμα το οποίο βρίσκεται σε θερμοκρασία 5700°K περίπου. Η ηλιακή ενέργεια ακτινοβολίας κινείται με μία σχετικά αμεταποίητη μορφή μέχρι να φτάσει τα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας της γης (η ένταση της ενέργειας ακτινοβολίας σε εκείνο το σημείο είναι 1353 W/m και αυτή η τιμή είναι γνωστή ως Ηλιακή Σταθερά". Καθώς η ενέργεια ακτινοβολίας διαπερνά την ατμόσφαιρα της γης μετασχηματίζεται από:

- τη διασκόρπιση της ακτινοβολίας από τα σταγονίδια του νερού και τα σωματίδια της σκόνης.
- την απορρόφηση από το όζον έτσι ώστε αυτό να παράγει O<sub>2</sub> και O, κτλ.

Μία ένδειξη αυτών των αποτελεσμάτων, σε μία σχετικά αίθρια μέρα, φαίνεται στο συνοδευτικό σχήμα. Οι εποχιακές αλλαγές του κλίματος προκύπτουν από το γεγονός ότι η γη γέρνει περίπου 23 deg. στον άξονα της περιφοράς της γύρω από τον ήλιο. Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της τροχιάς μέσα από την ατμόσφαιρα της γης, τόσο μεγαλύτερες θα είναι οι απώλειες της προσπίπτουσας ενέργειας ακτινοβολίας. Η απώλεια ενέργειας με το αυξανόμενο μήκος τροχιάς εξηγεί επίσης τη μεταβολή του κλίματος με το γεωγραφικό πλάτος.

Η μεταβιβασιμότητα των χερσαίων μαζών στην ηλιακή ακτινοβολία είναι μηδέν, έτσι η περισσότερη ηλιακή ενέργεια απορροφάται από την επιφάνεια με την εναπομένουσα (ενέργεια) να ανακλάται. Συνεπώς η επιφάνεια της γης θερμαίνεται αρκετά γρήγορα κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά κρυώνει γρήγορα τη νύχτα ακτινοβολώντας την οφειλόμενη ενέργεια στο χώρο. Οι ωκεανοί συμπεριφέρονται αρκετά διαφορετικά καθώς η μεταβιβασιμότητα του νερού είναι αρκετά υψηλή. Έτσι η ηλιακή απορροφάται από τα βαθύτερα στρώματα, με αποτέλεσμα η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού, κατά τη διάρκεια της μέρας, να είναι χαμηλότερη από τη γειτονική χερσαία θερμοκρασία. Η κατάσταση αυτή κλίνει να αντιστρέφεται το βράδυ. Ο βαθμός ανταλλαγής ακτινοβολίας επηρεάζεται πολύ από την παρουσία σύννεφου (νέφους), το οποίο εγκλωβίζει την εισερχόμενη ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά δρα σαν μονωτικό εμπόδιο τη νύχτα.

#### 5.2 Ημερόβια μεταβολή στη θερμοκρασία και υγρασία

Η καμπύλη της θερμοκρασίας που δείχνει την ημερόβια μεταβολή της θερμοκρασίας ξηρού βολβού και της σχετικής υγρασίας για μία αίθρια (ανέφελη) καλοκαιρινή μέρα στην ξηρά δεν είναι συμμετρική γιατί η χαμηλότερη βρίσκεται να είναι μία ώρα, περίπου, πριν το ξημέρωμα (μετά από αυτό το σημείο αρχίζουν να αποκτούνται κέρδη ακτινοβολίας) ενώ θερμοκρασία βρίσκεται να είναι μία ή δύο ώρες αφού ο ήλιος έχει περάσει το ζενίθ του (εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στην ανώτερη ατμόσφαιρα). Η αναλογία σε υγρασία πάνω στην ξηρά κατά τη διάρκεια μίας αίθριας μέρας δεν παραμένει σταθερή εξαιτίας της απελευθέρωσης της παγιδευμένης υγρασίας της βλάστησης. Τα ισοδύναμα χαρακτηριστικά για μία αίθρια μέρα στη θάλασσα θα έδειχναν μικρότερη μεταβολή της θερμοκρασίας ξηρού βολβού, ενώ η σχετική υγρασία θα ήταν συγκριτικά υψηλή καθ' όλη τη μέρα.

#### 5.3 Κέρδη Ηλιακής Θερμότητας

Θα υπάρχουν τρεις πιθανοί σχηματισμοί της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνεται σε ένα σημείο στην επιφάνεια της γης:

- 1) Ευθεία ακτινοβολία από τον ήλιο
- 2) "Διάχυτη" ή "διασπαρμένη" ακτινοβολία, η οποία θα είναι ιδιαίτερα υψηλή τις νεφελώδης μέρες, και
- 3) Ακτινοβολία που ανακλάται από άλλες επιφάνειες (π.χ. τοίχους)

όπου α το "Γωνιακό Ύψος" του ήλιου. Είναι η γωνία που δημιουργείται από μία ευθεία ακτίνα από του ηλίου και τον ορίζοντα, σε ένα συγκεκριμένο μέρος στην επιφάνεια της γης και όπου δ το "Αζιμούθιο ηλιακό τοίχος". Είναι η γωνία που δημιουργείται μεταξύ της οριζόντιας συνιστώσας της ηλιακής ακτίνας με μία ομαλή κατεύθυνση και μίας ιδιαίτερης επιφάνειας.

#### 5.4 Μετάδοση της Ηλιακής Ακτινοβολίας μέσα από γυαλί (τζάμι)

Η μεταβιβασιμότητα του γυαλιού στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από την προσπίπτουσα γωνία, όπως διευκρινίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Η μεταβιβασιμότητα του γυαλιού στην έμμεση ακτινοβολία είναι περίπου 0,79 ενώ η απορροφητικότητα του είναι 0,60.

Υπάρχουν ειδικοί τύποι θερμικής αντανάκλασης και θερμικής απορρόφησης, οι οποίες έχουν ιδιότητες που είναι σημαντικά διαφορετικές από τις παραπάνω τιμές. Μόλις η ενέργεια ακτινοβολίας μεταδοθεί μέσα από το τζάμι του παραθύρου ενός δωματίου και απορροφηθεί από μία επιφάνεια, πολύ λίγη από αυτή θα επανακτινοβοληθεί μέσα από το τζάμι εξαιτίας του γεγονότος ότι η μεταβιβασιμότητα του γυαλιού ποικίλει και αυτή ανάλογα με το μήκος του κύματος. Η εξίσωση του Planck δίνει τη φόρμα της σφοδρότητας της ακτινοβολίας προς το χαρακτηριστικό μήκος κύματος για μία μαύρη επιφάνεια σε μία αντιπροσωπευτική θερμοκρασία (35°C). Μπορεί να δειχθεί ότι αυτή η ακτινοβολία συμβαίνει στην περιοχή όπου η μεταβιβασιμότητα του γυαλιού είναι πολύ χαμηλή.

#### 5.5 Υπολογισμός των ηλιακών θερμικών κερδών

Είναι δυνατόν να υπολογιστεί η τιμή της θερμικής μετάδοσης, μέσα από την πλευρά ενός πλοίου, η οποία οφείλεται στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, χάρη στα πρώτα αξιώματα. Για τον υπολογισμό αυτό απαιτούνται τα ακόλουθα:

- 1) Η, από τα προηγούμενα αντλούμενη, εξίσωση για προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.
- 2) Η γνώση της απορροφητικότητας της εξωτερικής επιφάνειας του πλοίου.
- 3) Η γνώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα και η κατάλληλη.

#### 6.0 Έλεγχος

##### 6.1 Αισθητήρες

###### 6.1.1 Θερμοκρασίας

- 1) Διμεταλλικές λωρίδες
- 2) Θερμόμετρα επαφής (υδράργυρος σε σωληνάριο)
- 3) Θερμίστορς (υψηλή αντίσταση, συσκευές στερεάς κατάστασης)
- 4) Θερμόμετρα με αντίσταση λευκόχρυσου
- 5) Θερμοζεύγη
- 6) Φιάλες εκτόνωσης ρευστών (είτε φυσερά είτε σωληνάριο Bourdon)

###### 6.1.2 Υγρασία

- 1) Ηλεκτρική αντίσταση (συσκευή στερεάς κατάστασης που χρησιμοποιεί σκεύασμα αντίστασης που ποικίλει με τη θερμοκρασία όπως το χλωρίδιο του λιθίου)
- 2) Συνθετικά υφάσματα (τα οποία αλλάζουν διαστάσεις με τη μεταβολή της υγρασίας)
- 3) Αισθητήρες σημείου Δροσιάς (ψυχρός καθρέπτης με ακτίνα φωτός)

### 6.1.3 Πίεσης

Είναι πιθανοί διάφοροι τύποι αλλά το διάγραμμα της μετατροπής μορφής της μετρημένης έντασης είναι το πιο συνηθισμένο.

### 6.2 Μέθοδοι Ενεργοποίησης

- 1) Συστήματα αυτοενεργοποίησης: συνδυάζουν αισθητήρα και μηχανισμό κίνησης σε μία μονάδα, π.χ. φιάλη εκτόνωσης ρευστών που δρα σε ένα διάφραγμα συνδεδεμένο με μία βαλβίδα ελέγχου ροής.
- 2) Ηλεκτρικοί / Ηλεκτρονικοί: που ελέγχουν τις βαλβίδες ελέγχου ροής και τη θέση των αποσβεστήρων της ροής του αέρα, ηλεκτρονόμοι που ελέγχουν τον εξοπλισμό ψύξης, ηλεκτρικά θερμικά στοιχεία, κτλ.
- 3) Πνευματικά ή Ηλεκτροπνευματικά: χρησιμοποιούν σχετικά χαμηλές πιέσεις αέρα, 1-2 bar, είναι σχετικά οικονομικά, κλίνουν να χρησιμοποιούνται συνηθέστερα σε απλά συστήματα.
- 4) Υδραυλικά ή Ηλεκτρουδραυλικά: χρησιμοποιούνται μόνο όπου απαιτούνται υψηλές δυνάμεις λειτουργίας (π.χ. εκφόρτωση ενός συμπιεστή).

### 6.3 Σχέδιο Υποσυστήματος

Ο έλεγχος ενός συστήματος κλιματισμού διαιρείται συνήθως σε έναν αριθμό υπομονάδων, οι οποίες θα εξετάζονται ατομικά παρακάτω:

#### 6.3.1 Έλεγχος Εξωτερικού Αέρα

Υπάρχει μία κανονικά ορισμένη απαίτηση για εισαγωγή νωπού αέρα σε ένα σύστημα κλιματισμού για την προμήθεια οξυγόνου για την λειτουργία της αναπνοής και το διασκορπισμό των οσμών. Ωστόσο, κάτω από ορισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, η κατανάλωση ενέργειας ενός συστήματος κλιματισμού μπορεί να μειωθεί εισάγοντας σε μεγαλύτερη αναλογία εξωτερικό αέρα.

Όταν ο εξωτερικός αέρας είναι πολύ ψυχρός, οι αποσβεστήρες εξωτερικού αέρα και ανακούφισης (εξαγωγής) είναι στις κατώτερες θέσεις, ενώ ο αποσβεστήρας επιστροφής του αέρα είναι ανώτερη θέση ροή, Αυτό εξασφαλίζει ότι το θερμικό φορτίο για το σύστημα κλιματισμού του αέρα είναι στο ελάχιστο. Αν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα αυξηθεί το θερμόμετρο του μίγματος αέρα θα ανιχνεύσει μία αυξανόμενη θερμοκρασία (T<sub>0</sub>) και θα δώσει σήμα στους αποσβεστήρες εξωτερικού αέρα και ανακούφισης να ανοίξουν, ενώ στον αποσβεστήρα επιστροφής να κλείσει ούτως ώστε να χωρέσει περισσότερος αέρας για να διατηρηθεί η θερμοκρασία μίγματος που ετέθη. Αυτό θα οδηγήσει σε μία μείωση στο ψυκτικό φορτίο, αν ο εξωτερικός αέρας είναι αρκετά κοντά στις ζητούμενες συνθήκες προμήθειας αέρα θαλάμου. Αν η θερμοκρασία (T<sub>2</sub>) του εξωτερικού αέρα αυξάνεται σε μία αρκετά υψηλή τιμή, αυτό ανιχνεύεται από το θερμόμετρο του μίγματος αέρα και στέλνονται σήμα-τα για να κλείσουν οι αποσβεστήρες εξωτερικού αέρα και ανακούφισης ενώ θα ανοίξει ο αποσβεστήρας επιστροφής του αέρα. Αυτό θα οδηγήσει σε μείωση του φορτίου στον ψυκτήρα. Περαιτέρω εξοικονομήσεις ενέργειας είναι δυνατές αν το σημείο που τέθηκε για τη θερμοκρασία μίγματος αέρα ποικίλει για να ταιριάζει στα θερμικά / ψυκτικά φορτία στους θαλάμους / ζώνες.

#### 6.3.2 Έλεγχος Στατικής Πίεσης

Αυτό εφαρμόζεται όπου υπάρχει απαίτηση να διατηρήσουμε ένα θάλαμο ή ομάδα θαλάμων σε μία σταθερή πίεση είτε πάνω είτε κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση. Ο ελεγκτής στατικής πίεσης ανιχνεύει τη διαφορά μεταξύ της ατμοσφαιρικής και της πίεσης του θαλάμου και στέλνει σήματα για να ρυθμιστούν οι αποσβεστήρες και να διατηρηθεί μία προκαθορισμένη διαφορική. Ένα αναλογικά και ακέραια επανατροφοδοτούμενο κύκλωμα εφαρμόζεται συνήθως με κάποιο είδος στοιχείου καθυστέρησης για να αντεπεξέλθει σε ξαφνικές υπερτάσεις που προκαλούνται με τον άνοιγμα των πόρτων.

### 6.3.3 Έλεγχος της Προθέρμανσης

Η προθέρμανση εφαρμόζεται κάτω από συνθήκες όπου ο εξωτερικός αέρας είναι πολύ ψυχρός και υπάρχει κίνδυνος να παγώσουν τα πηνία της ψύξης / θέρμανσης ή ανάγκη να περιοριστούν τα μήκη παγωμένων αγωγών τα οποία θα πρέπει να απλώνονται μέσα σε θερμές και υγρές περιοχές. Η παρακάτω εικόνα δείχνει μία πιθανή ρύθμιση όπου χρησιμοποιούνται σε προσθήκη επιφανειακοί και παρακαμπτήριοι αποσβεστήρες στον on / off έλεγχο του ζεστού νερού / ατμού έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ένας πιο ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή σε αυτή τη ρύθμιση για να εξασφαλιστεί ότι τα παρακαμπτήριο και τα ρεύματα του προθερμαντήρα είναι καλά αναμεμειγμένα με χαμηλότερα ρεύματα των θερμικών πηνίων.

### 6.3.4 Έλεγχος πηνίων θέρμανσης και ψύξης

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει μία συνηθισμένη ρύθμιση όπου η θέρμανση εξασφαλίζεται από πηνία τα οποία προμηθεύονται είτε ζεστό νερό είτε ατμό. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας που είναι τοποθετημένος μέσα στην περιοχή (ή θάλαμο) δίνει ένα σήμα για να ελέγχεται 'θέση της βαλβίδας παροχής νερού / ατμού. Ένας άλλος αισθητήρας θερμοκρασίας που είναι τοποθετημένος στην χαμηλή περιοχή ροής των πηνίων δίνει ένα σήμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλιστεί ότι δεν θα ανέβει πολύ ψηλά η θερμοκρασία εξόδου. Μία παρόμοια ρύθμιση θα χρησιμοποιηθεί για να ελεγχθούν τα πηνία ψύξης μέσα από τα οποία περνά παγωμένο νερό και αλατόνερο.

### 6.3.5 Έλεγχος πηνίων ψύξης άμεσης διαστολής

Μία εναλλακτική λύση στη χρήση παγωμένου νερού ή αλατόνερου είναι η τοποθέτηση του βραστήρα του συστήματος ψύξης εντός του αγωγού, δημιουργώντας τα λεγόμενα πηνία άμεσης εκτόνωσης. Αυτή η ρύθμιση δεν σκοπεύει να δώσει μικρότερη ακρίβεια στον έλεγχο της θερμοκρασίας εξόδου, η οποία, όπως και στην προθέρμανση, μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας αποσβεστήρες επιφάνειας και παράκαμψης.

### 6.3.6 Έλεγχος της Υγρασίας-Παράκυκλος αέρα με προθέρμανση

Είναι και τα δύο ψυκτικά και υγρασιμικά αποτελέσματα όταν υγρό  $H_2O$  ψεκάζεται μέσα στο ρεύμα αέρα, με την εξαγόμενη διαδικασία να ακολουθεί κατά προσέγγιση μία γραμμή μια σταθερής θερμοκρασίας υγρού βολβού. Ο μόνος έλεγχος που μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά στον παράκυκλο του αέρα είναι η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του ψεκαστήρα.

Επομένως είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί προθέρμανση αν απαιτείται κάποια μορφή ελέγχου στην αναλογία υγρασίας στα χαμηλά στρώματα της ροής του αέρα του παράκυκλου. Κατά τη χρησιμοποίηση παράκυκλου αποτελεί πάντοτε κίνδυνο η βακτηριακή μόλυνση. Επίσης ο νερό που χρησιμοποιείται χρειάζεται χημική κατεργασία έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα ιζήματα.

### 6.3.7 Έλεγχος Υγρασίας - Παράκυκλος Αέρα με ανάμικτο αέρα και ψύξη

Αυτή η ρύθμιση ελέγχει την αναλογία του ανακυκλοφορούμενου αέρα έτσι ώστε το εξαγόμενο μίγμα να φτάσει σε μία κατάλληλη γραμμή υγρού βολβού. Τότε ο παράκυκλος αέρα αυξάνει την υγρασία στην κοντινή γραμμή κορεσμού. Τα πηνία ψύξης (ή τα πηνία άμεσης διαστολής) ενεργοποιούνται αν η θερμοκρασία εξόδου του παράκυκλου υπερβαίνει μία καθορισμένη θερμοκρασία ( $T_i$ ) και ο εξωτερικός αέρας δεν μπορεί να παρέχει άλλη ψύξη (π.χ οι συνθήκες κάτω από τις οποίες η θερμοκρασία  $T_i$  είναι ακόμα πολύ υψηλή όταν χρησιμοποιείται 100% εξωτερικός αέρας (ψυχρός))

## 6.4 Ολοκληρωμένα Συστήματα Ελέγχου

Η λειτουργία διαφόρων υποσυστημάτων, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν σαν τα δομικά κομμάτια για ολοκληρωμένα συστήματα, περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Τώρα θα δοθούν μερικά παραδείγματα που έχουν υιοθετηθεί για τον έλεγχο ολοκληρωμένων συστημάτων κλιματισμού. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτά τα συστήματα είναι μόνο παραδείγματα και ένας σχεδιαστής είναι ελεύθερος να κατασκευάσει εναλλακτικά αντίστοιχα συστήματα χρησιμοποιώντας τα διάφορα δομικά κομμάτια για να ταιριάξουν σε ειδικές εφαρμογές.

#### 6.4.1 Προμήθεια Απλής Ζώνης από Μονάδα Απλής Κατεργασίας του Αέρα

Αυτό είναι ένα απλό σύστημα όπου υπάρχει ένας αισθητήρας θερμοκρασίας στο δωμάτιο ο οποίος ελέγχει τις ροές στα πηνία ψύξης και θέρμανσης. Οι αποσβεστήρες ροής του αέρα βρίσκονται εκεί για να κλείνουν το σύστημα όταν αυτό σβήνει και ανοίγουν σε καθορισμένες θέσεις όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας. Ένα πρόβλημα σε αυτή τη ρύθμιση είναι η καθυστέρηση στο χρόνο μεταξύ του θερμοστάτη (T<sub>1</sub>) του δωματίου, που ανιχνεύει τη θέρμανση / ψύξη που απαιτείται, και του θερμού / ψυχρού αέρα που φτάνει στο δωμάτιο. Οι ταλαντώσεις στη θερμοκρασία μπορούν να μειωθούν έχοντας έναν δεύτερο αισθητήρα θερμοκρασίας (T<sub>2</sub>) στην περιοχή των χαμηλών ρευμάτων των πηνίων. Με αυτή τη ρύθμιση το σήμα από τον αισθητήρα του αέρα εξόδου θέτει μία ζητούμενη θερμοκρασία για τον αέρα εξόδου και το σήμα από τον αισθητήρα χρησιμοποιείται τόσο για να ελέγχει τις ροές στα πηνία όσο και να επιτυγχάνει την απαιτούμενη θερμοκρασία εξόδου. Αυτός ο τύπος συστήματος είναι συνηθισμένος σε θαλάσσιες εφαρμογές αφού η απλότητα του οδηγεί σε ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.

#### 6.4.2 Προμήθεια Απλής Ζώνης από μονάδα Απλής Κατεργασίας του Αέρα με Έλεγχο του Εξωτερικού Αέρα

Εξηγήθηκε στην υποενότητα 6.3.1 πώς η ροή του εξωτερικού αέρα μπορεί να ελεγχθεί για να ελαχιστοποιηθούν τα θερμικά φορτία κάτω από ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες και τα ψυκτικά φορτία κάτω από θερμές κλιματολογικές συνθήκες. Η παρακάτω εικόνα δείχνει πώς αυτός ο έλεγχος μπορεί να ολοκληρωθεί με μία μονάδα απλής κατεργασίας του αέρα. Σημειώνεται ότι θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα ώστε το καθορισμό σημείο του θερμοστάτη (T<sub>1</sub>) του μίγματος αέρα, να επαναρυθμιστεί σε ανταπόκριση των σημάτων του αισθητήρα (T<sub>4</sub>) της θερμοκρασίας "δωματίου".

#### 6.4.3 Προμήθεια Πολλών Ζωνών από Μονάδα Απλής Κατεργασίας του Αέρα με Έλεγχο του Εξωτερικού Αέρα

Η ροή μοιράζεται σε θερμά και ψυχρά ρεύματα και αυτά αναμιγνύονται σε κατάλληλες αναλογίες για κάθε ζώνη. Η ανάμιξη ελέγχεται από αποσβεστήρες μίξης των οποίων οι ρυθμίσεις καθορίζονται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας της ζώνης.

Το σύστημα είναι ταιριασμένο με μία ρύθμιση ανεμιστήρα επιστροφής -ανακούφισης, ένα χαρακτηριστικό που συχνά όπου υπάρχουν μήκη αγωγών μεταξύ της μονάδας επεξεργασίας του αέρα και της / των ζώνης / ζωνών. Αυτό παρέχει ένα επιπλέον σημείο ελέγχου έτσι ώστε να μπορεί να ισορροπηθεί η προμήθεια του αέρα από τις προμήθειες του νωπού αέρα επιστροφής.

#### 6.4.4 Σύστημα Προμήθειας Πολλών Ζωνών με Αέρα Μεταβλητού Όγκου(VAV) από μονάδα Απλής Κατεργασίας του Αέρα

Η θερμοκρασία του προμηθευόμενου αέρα διατηρείται ονομαστικά σταθερή για μία δοσμένη κλιματολογική κατάσταση και ο όγκος του προμηθευόμενου αέρα μεταβάλλεται για να διατηρήσει τη θερμοκρασία που τέθηκε για τη ζώνη.

Στα περισσότερα συστήματα ( VAV ) προτιμάται να περιλαμβάνουν διατάξεις για να μεταβάλλουν τη χωρητικότητα της ροής μέσα από τον ανεμιστήρα, στη συγκεκριμένη την περίπτωση μεταβλητά πτερύγια εισόδου, από το να στραγγαλίζουν απλά το σύστημα. Αν χρησιμοποιηθεί μία ρύθμιση ανεμιστήρα επιστροφής (όπως περιγράφηκε στην 6.4.3), ο συγκεκριμένος ανεμιστήρας θα πρέπει να περιλαμβάνει διάταξη για να μεταβάλλει την χωρητικότητα της ροής του αέρα.

### 7.0 Καθαρισμός Καπνού

#### 7.1 Εισαγωγή

Σε περίπτωση φωτιάς πάνω στο πλοίο, η επίδραση του καπνού συχνά προκαλεί περισσότερα προβλήματα και από την ίδια τη φωτιά. Ο καπνός από το θάλαμο που καίγεται θα διαδοθεί ραγδαία, συχνά μέσα από το σύστημα κλιματισμού, προτού σβηστεί η φωτιά. Τα πολεμικά πλοία είναι διαιρεμένα σε "ζώνες" οι οποίες είναι, όσο το δυνατόν, απομονωμένες μεταξύ τους. Η αρχή είναι ότι ο καπνός από μία φωτιά σε μία ζώνη πρέπει να προσβάλλει μόνο διαμερίσματα της ίδιας ζώνης. Υπάρχουν δύο πιθανές διαδικασίες, για τον καθαρισμό του καπνού, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν.

- 1) Να αντιστραφεί το σύστημα κλιματισμού ενώ κλείνεται ο αγωγός ανακυκλοφορίας. Το πρόβλημα με αυτή τη διαδικασία είναι η ανάγκη για μεγαλύτερα φίλτρα εισαγωγής και η πρακτική δυσκολία αντιστροφής της κατεύθυνσης της ροής.
- 2) Η προμήθεια ενός ξεχωριστού ανεμιστήρα (ή ανεμιστήρων) καθαρισμού του καπνού για κάθε θάλαμο (ή συγκροτήματος θαλάμων) και η αποβολή ,του καπνού, απευθείας στη θάλασσα. Αυτή η διαδικασία απαιτεί το σβήσιμο (απενεργοποίηση) του συστήματος κλιματισμού. Πάλι υπάρχει το πρόβλημα της ανάγκης για αυξημένη περιοχή φιλτραρίσματος. Υπάρχει επίσης το μειονέκτημα της προμήθειας της επιπλέον αγωγών και ανεμιστήρων που είναι συνδεδεμένα με διαφράγματα διείσδυσης.

## 7.2 Θεωρία για τον καθαρισμό του καπνού

Μπορεί να συμπεραθεί, για έναν απλό θάλαμο, ότι από τη συγκέντρωση καπνού  $C_s$  θα προκύψει μία σχέση με τις παρακάτω μεταβλητές:

$$C_s = f ( C_{so}, T_{so}, T_A, t, Q, g_e )$$

όπου,  $C_{so}$  = η συγκέντρωση καπνού πριν τον καθαρισμό του καπνού

$T_{so}$  = η αρχική θερμοκρασία του καπνού  $T_A$  = η θερμοκρασία του νωπού αέρα

$t$  = ο χρόνος που απαιτείται για τον καθαρισμό του καπνού

$Q$  = ο ρυθμός ροής του νωπού αέρα

$g_e$  = το σύμβολο που αντιπροσωπεύει τη γεωμετρία του δωματίου Η εφαρμογή της διαστατικής ανάλυσης οδηγεί στο:

$$\frac{C_s}{C_{so}} = f\left(\frac{T_{so}}{T_A}, t, Q, g_e\right)$$

## ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### Αγωγιμότητα.

##### Νόμος Fourier

Μία βαθμωτή μεταβολή της θερμοκρασίας σε μια ομοιογενή ουσία παράγει μια ροή θερμότητας  $q$ (j/s) που δίνεται από τον τύπο:

$$q = -k \frac{\partial T}{\partial x} \quad 101$$

όπου  $T$  είναι η θερμοκρασία και  $\partial T/\partial x$  είναι η βαθμωτή μεταβολή με κάθετη διεύθυνση προς την περιοχή  $A$ .

Το αρνητικό πρόσημο χρειάζεται για να επιβεβαιώσει ότι η ροή της θερμότητας είναι κατά ένα βαθμό μικρότερη μετατοπιζόμενη από την περιοχή της θερμότητα, προς την περιοχή του ψύχους.

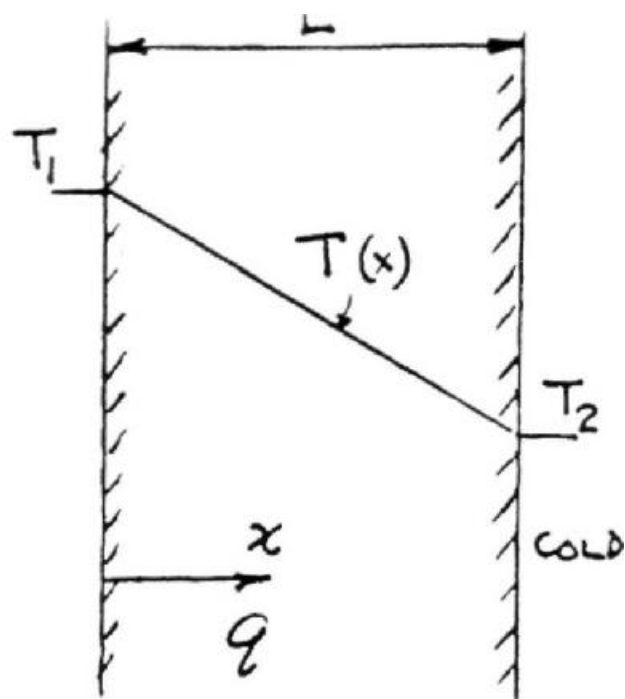
Παράδειγμα: Η αγωγιμότητα δια μέσω μιας πλάκας,  $q$  είναι η τιμή της ροής της θερμότητας προς την κατεύθυνση  $x$  στην οποία το πηλίκο  $\partial T/\partial x$  είναι αρνητική.

Αν  $x$  είναι η μοναδική κατεύθυνση της σταθερής ροής της θερμότητας σε ένα επίπεδο σύστημα,  $q = \text{σταθερή}$ , ούτως ώστε αν  $k$  είναι μια σταθερά,  $dT/dx$  είναι μια σταθερά και γι' αυτό το λόγο η  $T$  διαφοροποιείται γραμμικά με τον  $x$ .

$$\frac{q}{A} = -k \frac{\partial T}{\partial x}$$

Ο συντελεστής  $K$  καλείται συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (J/smC).





Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας.

Ο  $K$  εξαρτάται από το αγωγίμο υλικό. Οι διαστάσεις του είναι καθορισμένες από το νόμο του Fourier (101) και εκφράζεται σε  $J/smC$  ή  $W/mC$ .

Στερεά: Τα μέταλλα έχουν συνήθως τον υψηλότερο  $K$ , και τα μονωτικά τον χαμηλότερο. Η θερμική αγωγιμότητα είναι γενικά συνάρτηση της θερμοκρασίας, αλλά δεν είναι πάντοτε ομοιογενής ή ιστροπική, πχ στο ξύλο.

Υγρά: Ο  $K$  είναι γενικά μια συνάρτηση θερμοκρασίας και πίεσης, και η προηγούμενη συνάρτηση μπορεί να μην ισχύει.

Παραδείγματα:

Χαλκός	386 $J/smC$
Αλουμίνιο	204
Χάλυβας	12-60
Τούβλο	0.7 - 3.0
Ύαλος	0.8
Άσβεστος	0.15
Υαλοβάμβακας	0.04
Νερό (20°C)	0.597
Νερό (100°C)	0.680
Αέρας (300°K, 1 bar)	0.0262 $J/smC$
Αέρας (400°K, 1 bar)	0.0337 $J/smC$
Αέρας (1000°K, 1 bar)	0.0675 $J/smC$

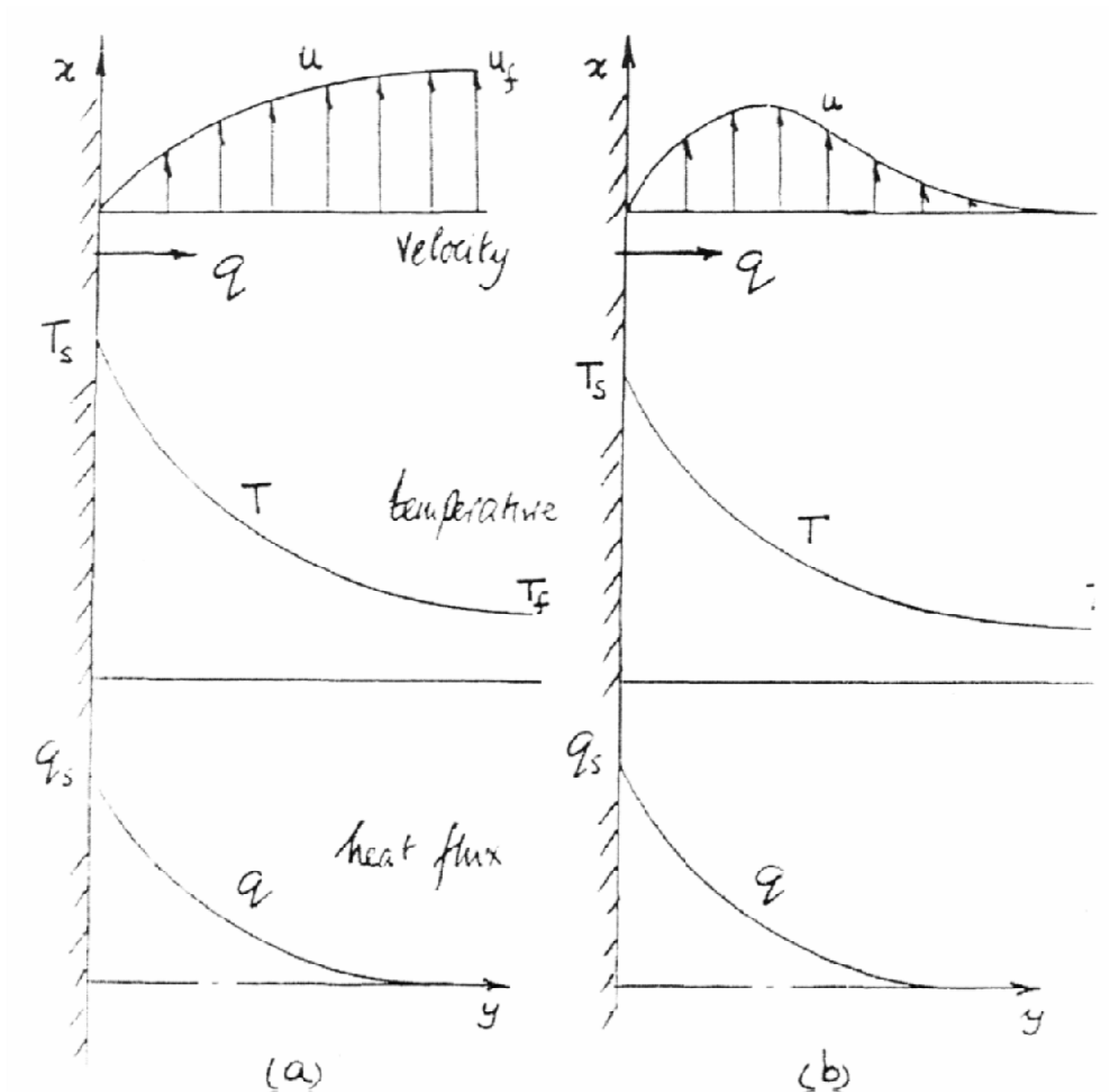
## 1.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Νόμος του Newton για την Ψύξη.

Ο νόμος του Νεύτωνα για την ψύξη εκφράζει την μεταφορά θερμότητας από μία επιφάνεια σε ένα κινούμενο υγρό:

$$q_s = -hA(T_f - T_s)$$

102



Τα σχήματα δείχνουν την μεταφορά θερμότητας δια μέσω ενός θερμού τοίχου

(α) για αναγκαστική μετάδοση θερμότητας και

(β) με φυσικό τρόπο μετάδοσης θερμότητας.

Στην αναγκαστική μετάδοση θερμότητας η ροή του υγρού γίνεται με μηχανικό τρόπο πχ από μια αντλία ή από fan.

Στην δια φυσικού τρόπου (ή ελεύθερη) μετάδοση θερμότητας η κίνηση προκύπτει από τις διαφορές της πυκνότητας μέσα στο υγρό και γι αυτό το λόγο είναι στενά συνδεδεμένη με την διαδικασία της μεταφοράς θερμότητας.

Το αρνητικό πρόσημο χρειάζεται στα 101 και 102 για να αποκαλύψει τη ροή της θερμότητας από το ζεστό προς το κρύο.

#### *Συντελεστής Μεταφοράς θερμότητας.*

Η ποσότητα  $h$  καλείται συντελεστής μεταφοράς θερμότητας επιφανείας. Οι διαστάσεις του είναι  $J/sm^2K$  ή  $W/m^2K$ .

Το  $h$  είναι ένας συντελεστής όχι μόνο για τις ιδιότητες του υγρού, αλλά επίσης και για τις τοπικές συνθήκες ροής. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει το πώς ο συντελεστής  $h$  διαφοροποιείται ανάλογα με τις διαφορετικές συνθήκες ροής. Σημειώνεται τις ακραία υψηλές τιμές για τον βρασμό και την συμπύκνωση των υγρών.

Θα δειχθεί αργότερα ότι, για παράδειγμα:

$$\frac{hL}{K_f} = f\left(\frac{PUL}{\mu c_p}, \frac{\mu c_p}{K_f}, \dots\right)$$

όπου  $K_f$  είναι η θερμική αγωγιμότητα του υγρού,  $c_p$  είναι η θερμική αγωγιμότητα κλπ. Ο καθορισμός (εμπειρικός ή κατόπιν υπολογισμών) από τέτοιες σχέσεις είναι το κύριο αντικείμενο της μελέτης της μεταφοράς θερμότητας.

#### *Συνθήκες ισορροπίας σε μια περιοχή.*

Σε μια περιοχή υγρού στερεού, με συνεχή ροή θερμότητας όπως περιγράφεται από τις εξισώσεις 101 και 102 θα πρέπει:

$$K\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_s = -h(T_s - T_f)$$

όπου το  $s$  δηλώνει τις συνθήκες της επιφάνειας ( την αλληλεπίδραση υγρών-στερεών) και η βαθμονόμηση είναι αυτή της θερμοκρασίας μέσα στο στερεό.

#### **Ακτινοβολία.**

Η μεταφορά θερμότητας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα μέσω της διασποράς με την οποία μπορεί να συμβεί κατά τις συνθήκες της αναρρόφησης επιπροσθέτως στο ενδιάμεσο της. Η μεταφορά θερμότητας από ακτινοβολία είναι ανάλογη με την 4<sup>η</sup> δύναμη της θερμοκρασίας.

#### *Νόμος Stefan-Boltzmann:*

Η μετάδοση θερμότητας από ένα μαύρου χρώματος σώμα δίνεται από το νόμο του Stefan-Boltzmann

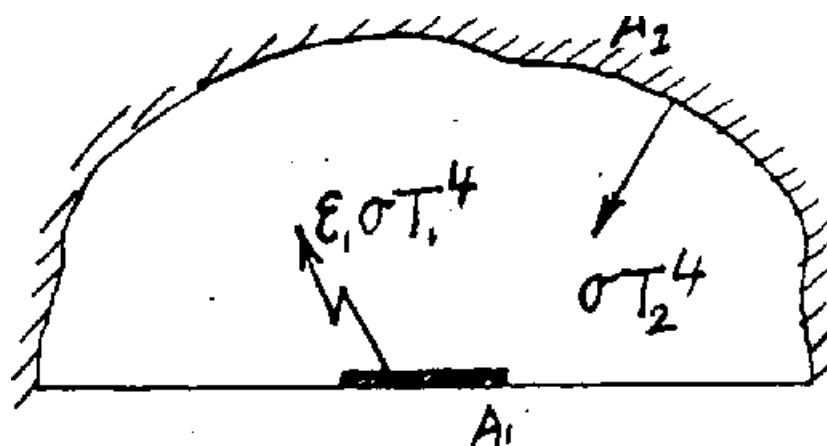
$$q = \sigma AT^4$$

όπου  $\sigma$  είναι η σταθερά Stefan-Boltzmann και  $\sigma = 5,6697 \times 10^{-8} W/m^2K^4$

Πραγματικές επιφάνειες που εκπέμπουν μικρότερο από το ποσό αυτό καλύπτονται από την παραπάνω σχέση. Η εκπομπή θερμότητας από επιφάνειες γκρίζου χρώματος δίνονται από την παρακάτω σχέση

$$q = \epsilon \sigma AT^4$$

όπου  $\epsilon$  η εκπομπή από επιφάνειες που μπορεί να έχουν ακτίνα εκπομπής από 0 μέχρι 1.



Γενικά (αν υποθεθεί) ότι υπάρχει ένα πολύ σύνθετο αντικείμενο. Προς το παρόν μελετάται μόνο μια απλή περίπτωση. Μια αδιαφανή πλάκα της περιοχής  $A_1$ , με θερμοκρασία  $T_1$  εκτίθεται σε μια μεγαλύτερη περιβάλλουσα περιοχή  $A_2 \gg A_1$  με θερμοκρασία  $T_2$ .

Το μεταξύ τους διάστημα περιέχει αέρα είναι διαπερατός από την θερμική ακτινοβολία, (δηλαδή δεν απορροφά κάποια ποσότητα από αυτή).

Η περιοχή  $A_2$  συμπεριφέρεται ως μαύρο σώμα και η διακύμανση της ακτινοβολίας ( $q''$  ή  $q/A$ ) που εκπέμπεται είναι  $\sigma T_2^4$ . Υπάρχει επίσης και η διακύμανση της ακτινοβολίας που προέρχεται από την περιοχή  $A_1$ . Γι αυτό το λόγο η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται από την  $A_1$  είναι

$$q_{abs} = A_1 \alpha_1 \sigma T_2^4$$

Το καθαρό ποσό της ακτινοβολίας που χάνεται από την επιφάνεια  $A_1$  είναι η διαφορά ανάμεσα στην εκπεμπθείσα ακτινοβολία και την απορροφώμενη ενέργεια, ήτοι :

$$q_1 = A_1 \epsilon_1 \sigma T_1^4 - A_1 \alpha_1 \sigma T_2^4$$

και για  $\epsilon_1 = \alpha_1$

$$q_1 = A_1 \epsilon_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

και σε γενική έκφραση είναι

$$q_1 = F_1 A_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

όπου  $F_1$  είναι ένας παράγων που περιλαμβάνει τα αποτελέσματα του από τον προσανατολισμό των επιφανειών και την ικανότητα εκπομπής τους (εκπεμπτικότητα τους). Ο καθορισμός του  $F_1$  δεν είναι συνήθως εύκολος για τις γεωμετρίες των μηχανικών.

*Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από ακτινοβολία.*

Για να απλοποιήσουμε τους υπολογισμούς που επιδρούν σε διαφορετικές μεθόδους είναι μερικές φορές δυνατόν να προσεγγίσουμε την ακτινοβολία από μεταφορά θερμότητας καθορίζοντας ένα συντελεστή μεταφοράς θερμότητας  $h_{rad}$ , δηλαδή

$$q_{rad} = h_{rad} A_1 (T_1 - T_2)$$

αλλά από την 106,

$$q_1 = A_1 \epsilon_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4) = A_1 \epsilon_1 \sigma (T_1^2 - T_2^2) (T_1 + T_2) (T_1 T_2)$$

Γ' αυτό

$$h_{rad} = \epsilon_1 \sigma (T_1^2 - T_2^2) (T_1 + T_2)$$

ή για σχετικά μικρές θερμοκρασιακές διαφορές  $(T_1 - T_2) \ll T_1$

$$h_{rad} = 4\epsilon_1 \sigma T_1^3$$

Γ' αυτό

$$h_{rad} = \epsilon_1 \sigma (T_1^2 - T_2^2) (T_1 + T_2)$$

ή για σχετικά μικρές θερμοκρασιακές διαφορές  $(T_1 - T_2) \ll T_1$

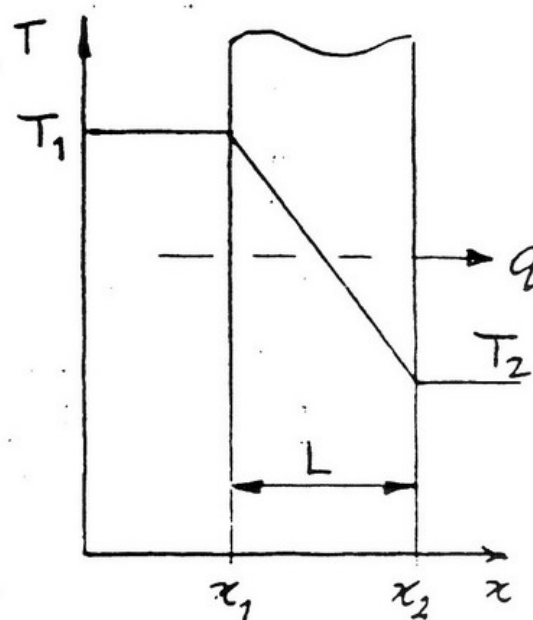
$$h_{rad} = 4\epsilon_1 \sigma T_1^3$$

## 1. ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ.

### α. Μονοδιάστατο Επίπεδο-Αγωγιμότητας -Σταθερές Θερμοκρασίες Επιφανειών

Συνθήκες: Απλός τοίχος πάχους  $L = x_2 - x_1$  Ομογενές υλικό, σταθερά  $k$ , σταθερή θερμοκρασία επιφάνειας  $T_1$  και  $T_2$ .

Ολοκληρώνουμε τον νόμο του Fourier (101) για να δώσει:



$$q \int_{x_1}^{x_2} dx = -kA \int_{T_1}^{T_2} dT$$

$$q = -kA \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} = \frac{T_1 - T_2}{L/kA} \quad 201$$

Thermal Resistance

Καθορίζουμε την θερμική αντίσταση με την εξής σχέση ως:  $R = L/kA$  άρα η σχέση 201 γράφεται

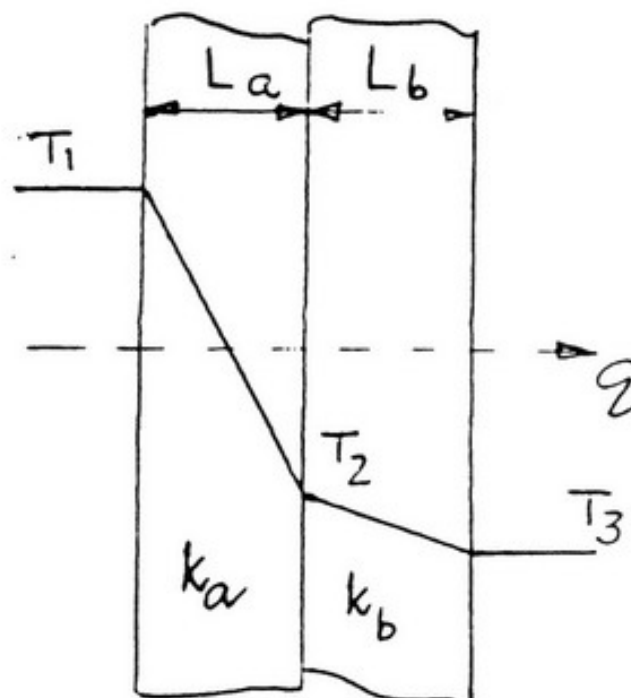
$$q = \frac{T_1 - T_2}{R} = \frac{\text{ωφέλιμο αποτέλεσμα}}{\text{thermal resistance}}$$

και

$$R = \frac{L}{kA}$$

Σύνθετος τοίχος

Τώρα θεωρούμε ότι έχουμε ροή θερμότητας δια μέσω ενός σύνθετου επίπεδου τοίχου που αποτελείται από δύο διαφορετικά υλικά α και β. Όταν η θερμική επαφή μεταξύ των δύο υλικών είναι πλήρης:



$$q = \frac{T_1 - T_2}{L_a/k_a A} = \frac{T_2 - T_3}{L_b/k_b A}$$

$$\begin{aligned} T_1 - T_2 &= qR_a \\ T_2 - T_3 &= qR_b \end{aligned}$$

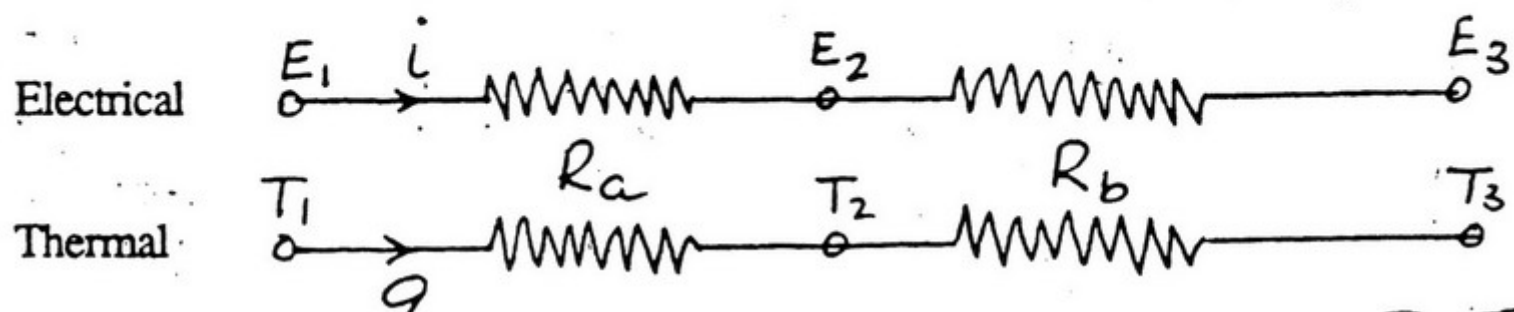
add

$$T_1 - T_3 = q(R_a + R_b)$$

$$q = \frac{T_1 - T_3}{R_a + R_b} = \frac{\text{over all temperature difference}}{\text{sum of resistances}}$$

Η Αναλογία από τον νόμο του Ohm  $i = (E_1 - E_2)/R$  μπορεί να βοηθήσει πολύ όπως :

$$\text{current} = \frac{\text{over all voltage difference}}{\text{sum of resistances}}$$



$$\text{Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος} = \frac{\text{Συνολική διαφορά δυναμικού}}{\text{Συνολική αντίσταση}}$$

Ατελής επαφή στην επιφάνεια μεταξύ δύο υλικών σημαίνει ότι η θερμοκρασία δεν είναι συνεχής εκεί. Η ατελής επαφή εξηγείται από τις προδιαγραφές της θερμικής επαφής μιας αντίστασης η οποία προστίθεται στις άλλες αντιστάσεις όπως στο παρακάτω παράδειγμα.

## 2.2 Radial Conduction in a Cylinder - Σταθερές επιφανειακές θερμοκρασίες

Ας μελετήσουμε τώρα την μεταφορά θερμότητας δια μέσω ενός κυλινδρικού τοιχώματος, π.χ. μιας πίπας. Το υλικό είναι ομογενές,  $K = \text{σταθερό}$ , και οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες σταθερές (αυτή η συνθήκη μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε

ένα μικρό μήκος της πίπας  $\delta x$ ).

Κατά μήκος της ακτίνας  $r$  η περιοχή για την ακτινική μεταφορά θερμότητας είναι  $A = 2\pi r \delta x$ . Με αυτή την αντικατάσταση ο νόμος του Fourier (101) γίνεται

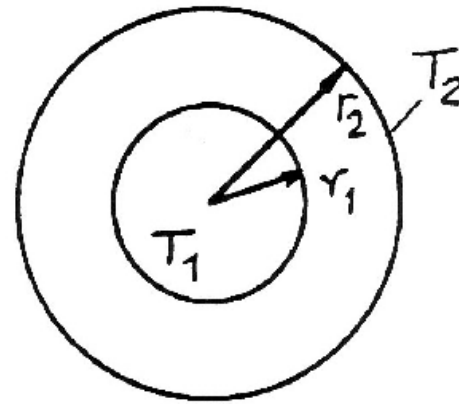
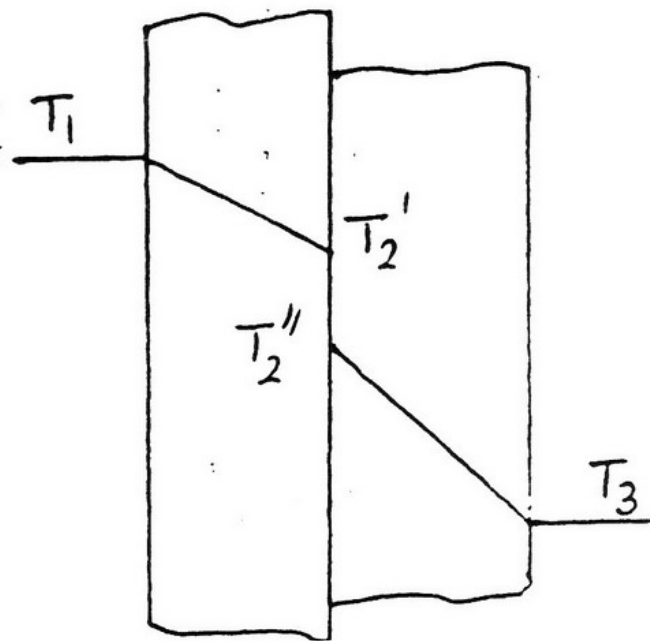
$$q = -2\pi r \delta x$$

Και σύμφωνα με αυτά το ολοκλήρωμα για την σταθερά  $q$  δίνει :

$$q \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = -2\pi k \delta x \int_{T_1}^{T_2} dT$$

$$q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{2\pi \delta x k} \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right)} = \frac{T_1 - T_2}{R}$$





Και η θερμική αντίσταση σ' αυτή την περίπτωση είναι :

$$R = \frac{1}{2\pi r_m \lambda} \log_e \quad 204$$

*Κύρια περιοχή για την ακτινική αγωγιμότητα*

Υπενθυμίζουμε ότι η απλή υπόθεση που είχαμε είναι ότι  $R = \text{πάχος}/kA$ . Είναι εύκολο να προσθέσουμε την 204 σε αυτόν τον τύπο. Το εξαγόμενο είναι:

$$R = \frac{(T_2 - T_1)}{h_m A_m}$$

Όπου  $h_m$  είναι μια μέση περιοχή που ορίζεται από

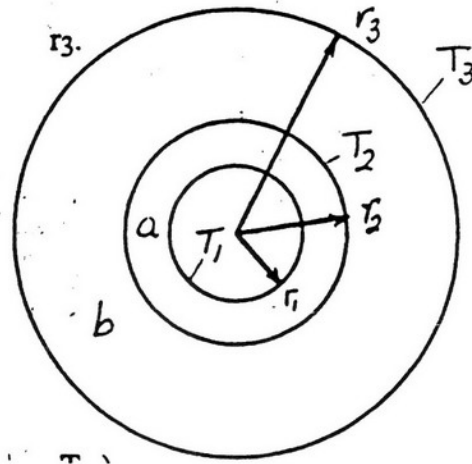
$$A_m = \frac{2\pi \lambda (T_2 - T_1)}{T_2 - T_1} = \frac{A_2 - A_1}{\lambda}$$

*Σύνθετος τοίχος*

Τώρα υποθέτουμε για παράδειγμα, ένα μικρό μήκος  $\delta x$  από την lagged pipe όπου η μόνωση επεκτείνεται από την ακτίνα  $r_2$  της πίπας στην ακτίνα  $r_3$ . Η μέθοδος όπως προηγουμένως δίνει

$$T_1 - T_2 = \frac{q}{2\pi r_2 \lambda} \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right)$$

$$T_2 - T_3 = \frac{q}{2\pi r_3 \lambda} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right)$$



όπου βγαίνει το εξής:

$$q = \frac{\Delta \text{πολ}(T_1 - T_3)}{\frac{L_a}{k_a} + \frac{L_b}{k_b}} = \frac{(T_1 - T_3)}{\frac{D_a}{k_a} + \frac{D_b}{k_b}}$$

Όπου :

$$R_a = \frac{1}{2\pi r_2 L k_a} \log_e \quad \text{και} \quad R_b = \frac{1}{2\pi r_2 L k_b} \log_e$$

### 2.3 Μονοδιάστατη Απλή Αγωγιμότητα - Συνθήκες και περιορισμοί της Μεταφοράς θερμότητας.

Συνήθως οι θερμοκρασίες της επιφάνειας μπορεί να είναι άγνωστες και να έχουν να συσχετιστούν με τις διάφορες θερμοκρασίες των γειτονικών υγρών δια του νόμου του Νεύτωνα για την ψύξη. Η κατανομή της θερμοκρασίας δια μέσω ενός απλού τοίχου με δύο στρώσεις είναι όπως σχεδιάστηκε, q είναι μία σταθερά ούτως ώστε να ισχύουν οι νόμοι του Newton και του Fourier.

Ισχύουν οι σχέσεις :

$$q = -h_1 A (T_1 - T_{f1})$$

$$q = -k_a A (T_2 - T_1) / L_a$$

$$q = -k_b A (T_3 - T_2) / L_b$$

$$q = -h_3 A (T_{f2} - T_3)$$

$$T_1 - T_{f1} = -q / h_1 A$$

$$T_2 - T_1 = -q L_a / k_a A$$

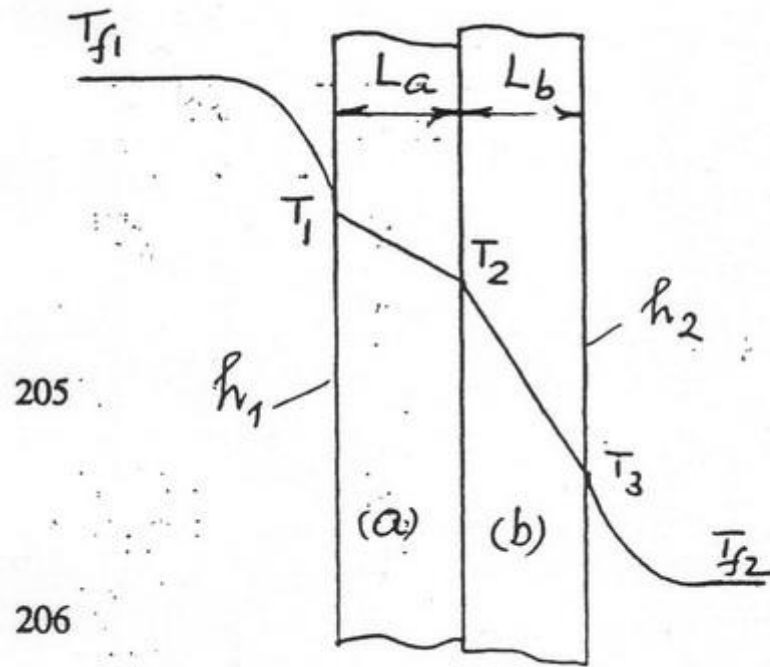
$$T_3 - T_2 = -q L_b / k_b A$$

$$T_{f2} - T_3 = -q / h_3 A$$

Όπου :  $f1$  είναι υγρό, a είναι στερεό, b είναι στερεό,  $f2$  είναι υγρό

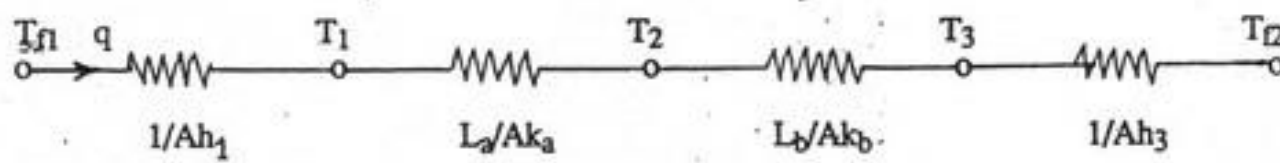
Η παραπάνω εξίσωση θερμικής αντίστασης εξισώνεται με την ακόλουθη σχέση

$$T_{f1} - T_{f2} = \frac{q}{A} \left( \frac{1}{h_1} + \frac{L_a}{k_a} + \frac{L_b}{k_b} + \frac{1}{h_3} \right)$$



Ηλεκτρική Αναλογία.

Οι αντιστάσεις εν σειρά είναι



Από το ταίριασμα των εξισώσεων των διακυμάνσεων που δίνονται από τον νόμο των Newton και Fourier στην επιφάνεια έχουμε την εξίσωση 103

$$k \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_s = -h(T_s - T_f) \quad 103$$

όπου  $s$  δηλώνει τις συνθήκες της επιφάνειας, και  $T_f$  είναι η θερμοκρασία του υγρού. Τώρα εάν το  $L$  είναι μια απόσταση μέσα στο στερεό που πάνω από αυτήν η θερμοκρασία αλλάζει από  $T_s$  σε  $T_2$  η εξίσωση 103 μπορεί να γραφτεί

$$k \frac{T_s - T_1}{L} = h(T_f - T_s)$$

$$\frac{T_s - T_1}{T_f - T_s} = \frac{hL}{k} = Bi$$

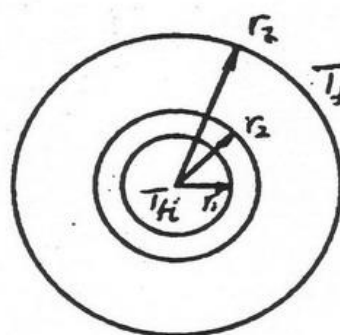
Γενικός Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας.

Μερικές φορές είναι πιο βολικό (π.χ. κατά την σχεδίαση ενός εναλλάκτη θερμότητας και στην εκτέλεση της ανάλυσης) να δουλέψουμε με αυτό το μέγεθος σε αντικατάσταση της αντίστασης. Συνήθως δηλώνεται από το  $U$  ( μια ατυχής επιλογή) και καθορίζεται από την μετατροπή της εξίσωσης 205 σε μια γενικότερη μορφή

$q = -UA(T_{\Omega} - T_{\Pi})$	207
$\frac{1}{U} = \left( \frac{1}{h_1} + \frac{L_a}{k_a} + \frac{L_b}{k_b} + \frac{1}{h_3} \right)$	208
$U = \frac{1}{AR}$	209

### 2.4 Ακτινική Αγωγιμότητα σε έναν Κύλινδρο - Συνθήκες Περιορισμοί

Μελετάται, όπως πριν, ένας μονωμένος αγωγός. Ωστόσο σε αυτή την περίπτωση η θερμοκρασία εσωτερικής και εξωτερικής επιφανείας δεν είναι γνωστές παρά μόνο οι θερμοκρασίες  $T_{f1}$  και  $T_{f0}$  των ρευστών που βρίσκονται εσωτερικά και εξωτερικά. Η αγωγιμότητα του υλικού του αγωγού και η μόνωση δίνονται από την ισότητα 203. Έπειτα για τη σταθερά  $q$  ακτινικά και για μήκος αγωγού  $L$ :

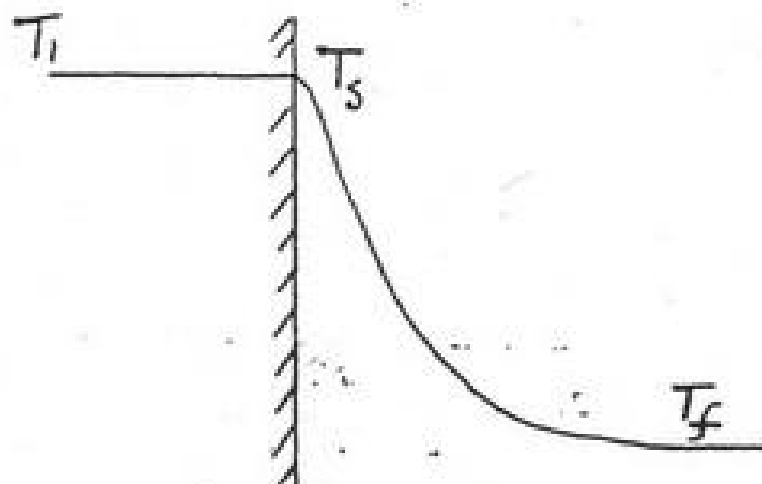
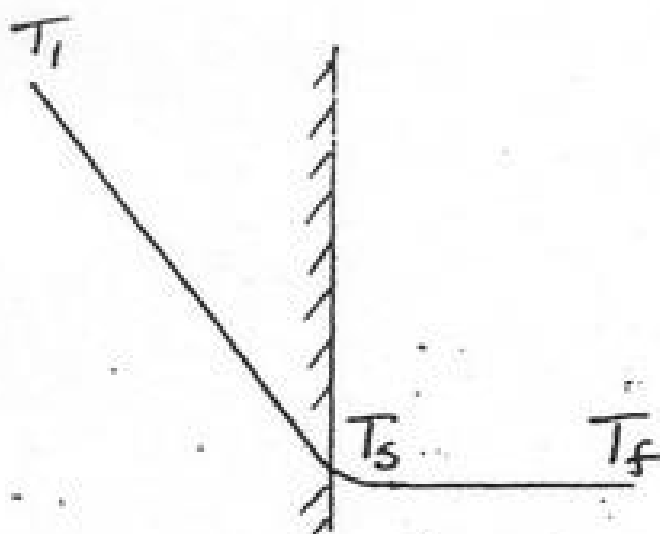


$$\begin{aligned}
 q &= h_1 2\pi r_1 \delta x (T_1 - T_2) \\
 &= k_a 2\pi \delta x (T_2 - T_1) / \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right) \\
 &= k_b 2\pi \delta x (T_3 - T_2) / \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right) \\
 &= h_3 2\pi r_3 \delta x (T_{f0} - T_3)
 \end{aligned}$$

Αναδιασκευάζοντας και προσθέτοντας, όπως στο προηγούμενο παράδειγμα, θα ισχύει:

$$(T_{f0} - T_{f1}) = -\frac{q}{2\pi r_1 h_1} \left[ \frac{1}{h_1} + \frac{1}{k_a} \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right) + \frac{1}{k_b} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right) + \frac{1}{h_3} \right] \quad 210$$

Η θερμική αντίσταση



$$Bi \rightarrow \infty \quad T_s \rightarrow T_f$$

$$Bi \rightarrow 0 \quad T_s \rightarrow T_1$$

$$R = \frac{1}{2\pi r_1 h_1} \left[ \frac{1}{h_1} + \frac{1}{k_a} \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right) + \frac{1}{k_b} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right) + \frac{1}{h_3} \right] \quad 211$$

Οι συντελεστές ολικής μεταφοράς θερμότητας θα πρέπει να αναφέρονται είτε για τις εσωτερικές ( $r_1$ ) είτε για τις εξωτερικές ( $r_3$ ) επιφάνειες.

$$q = -2\pi r_1 \delta x U_1 (T_{f2} - T_{f0}) = -2\pi r_3 \delta x U_3 (T_{f2} - T_{f0})$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{h} = \left[ \frac{1}{h} + \frac{1}{k} \log_e \left( \frac{r_2}{r_1} \right) + \frac{1}{k} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right) + \frac{1}{h} \right] \quad 212$$

#### Κρίσιμο πάχος θερμομόνωσης

Σε πολλές περιπτώσεις η θερμική αντίσταση ενός μεταλλικού τοιχώματος αγωγού είναι αμελητέα μικρή ώστε ο αγωγός να είναι αποτελεσματικά σε ομοιόμορφη θερμοκρασία. Αν αυτή η θερμοκρασία είναι περίπου ίση με αυτή του ρευστού που βρίσκεται μέσα στον αγωγό (αν  $h_i$  είναι μεγάλη), θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν μόνο η θερμομόνωση και η διάδοση θερμότητας προς τα έξω. Όσο το πάχος της θερμομόνωσης αυξάνεται και  $r_3$  αυξάνεται, η αντίσταση θερμομόνωσης  $R_b$  φυσικά αυξάνεται γιατί η διαδρομή της θερμικής αγωγιμότητας  $r_3-r_2$  επιμηκύνεται.

$$R_b = \frac{1}{2\pi k l} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right)$$

αλλά η αντίσταση  $R_3$  στην, προς τα έξω, διάδοση της θερμότητας μειώνεται γιατί η περιφέρεια αυξάνεται.

$$R_3 = \frac{1}{2\pi r_3 l} \left[ \frac{1}{h} \right]$$

Έπεται ότι θα υπάρχει μία κρίσιμη τιμή της ακτίνας  $r_3$  για την οποία η αντίσταση θα είναι ελάχιστη και ο θερμικός βαθμός  $q$  μέγιστος. Για να βρεθεί αυτή η διαφορική εξίσωση όπως ακολουθεί:

$$\frac{d}{dr_3} \left[ \frac{1}{r_3} \log_e \left( \frac{r_3}{r_2} \right) + \frac{1}{r_3} \right] = 0$$

$$-\frac{1}{r_3^2} + \frac{1}{r_3} = 0$$

δίνοντας την κρίσιμη ακτίνα ως  $(r_3)_{crit} = l$

Έτσι, αν  $r_3 < r_{crit}$  η απώλεια θερμότητας αυξάνεται με προσθήκη θερμομόνωσης μέχρι  $r_3 = r_{crit}$  μετά την οποία θα μειωθεί.

#### 2.5 Διασταλμένες Επιφάνειες - Ανάλυση λεπτού πτερυγίου

##### Κίνητρο

Η μεταφορά θερμότητας από μία επιφάνεια δίνεται από το νόμο της ψύξης του Νεύτωνα.

$$q_s = -hA(T_f - T_s)$$

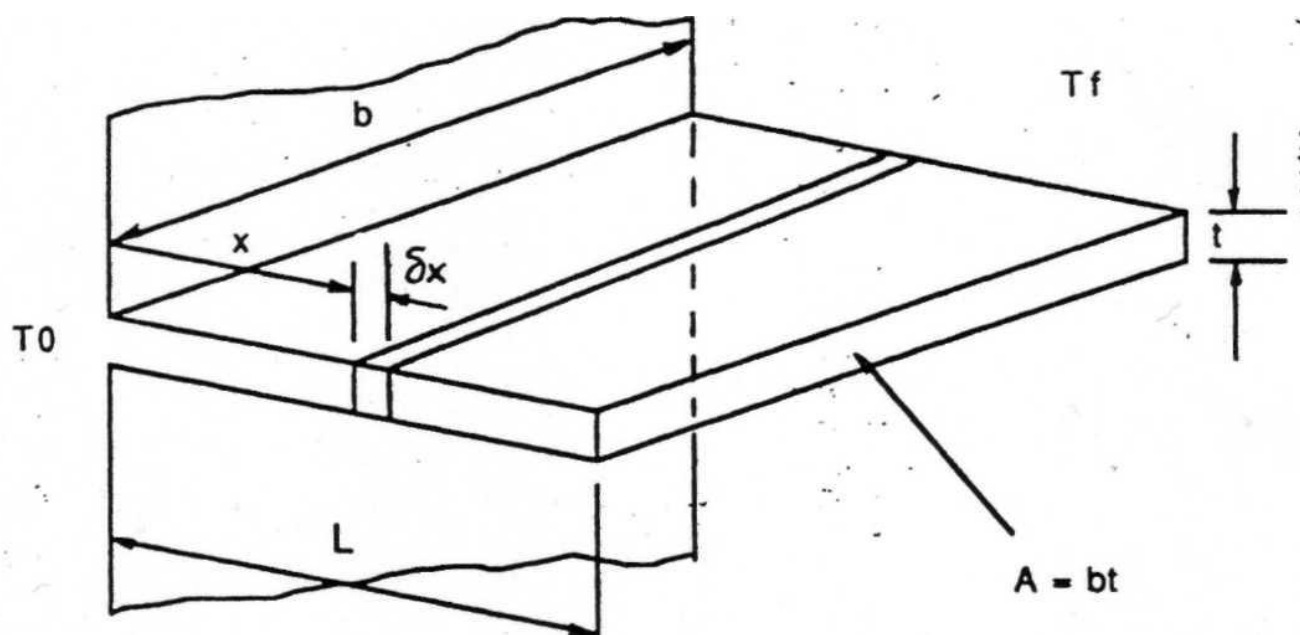
Προφανώς υπάρχουν τρεις τρόποι αύξησης του θερμικού βαθμού

1. Αυξάνοντας τη διαφορά θερμοκρασίας (κάτι που μπορεί να μην είναι εφικτό)
2. Αυξάνοντας το συντελεστή μεταφοράς θερμότητας  $h$  (τραχύνοντας την επιφάνεια, χρησιμοποιώντας νευρώσεις, αυξάνοντας την ταχύτητα ροής ή αλλιώς παράγοντας στροβιλισμούς).
3. Αυξάνοντας την περιοχή που είναι διαθέσιμη για μεταφορά θερμότητας (με πτερύγια ή ράβδους στις αερόψυκτες μηχανές, με χρήση αγωγών με πτερύγια στους ανταλλάκτες θερμότητας, με εκτενείς περιοχές στα καλοριφέρ κτλ).

Εδώ εξετάζουμε την τρίτη περίπτωση. Λαμβάνεται υπ' όψιν με κάποιες λεπτομέρειες σαν ένα κατατοπιστικό παράδειγμα συνδυασμού αγωγιμότητας και διάδοσης της θερμότητας για να διευκρινιστεί η εφαρμογή προηγούμενων ιδεών και για να γίνουν παραδείγματα προηγούμενες μέθοδοι.

Ορθογώνιο πτερύγιο, Ομοιόμορφο εγκάρσιο τμήμα

Θεωρείται ένα λεπτό πτερύγιο μήκους  $L$  προσκολλημένο σε ένα σώμα του οποίου η θερμοκρασία είναι  $T_0$ . Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ρευστού είναι  $T_f$  και ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας είναι παντού σταθερός και ίσος με  $h$ .



Αν το πτερύγιο είναι "λεπτό", αν δηλαδή  $t/T \ll 1$ , μπορεί να θεωρηθεί ότι η θερμοκρασία είναι ομοιόμορφη εγκάρσια του  $t$ . Αν το  $b$  είναι μεγάλο μπορεί να θεωρηθεί ότι η αγωγιμότητα είναι μόνο στη διάσταση  $x$ .

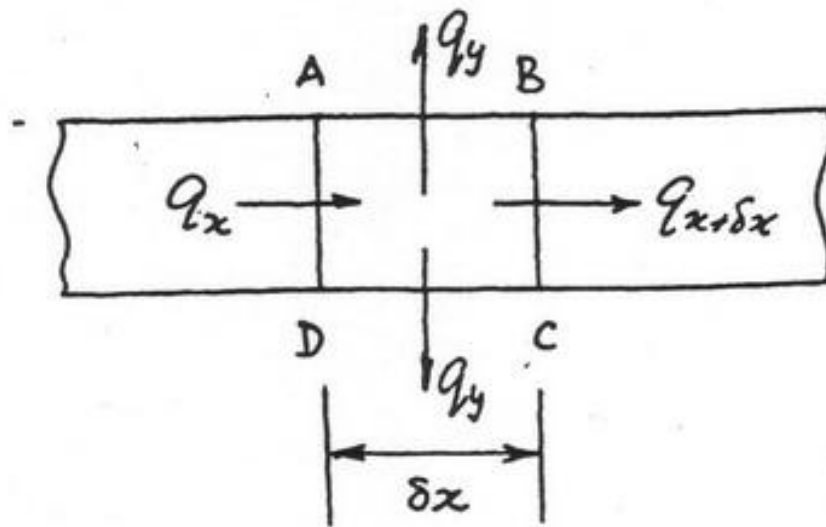
Εφαρμόζεται μία ενεργειακή ισορροπία σε ένα μικρό κομμάτι  $\delta x$  όπως φαίνεται, όπου  $A = bt$ .

Η εσωτερική αγωγιμότητα εγκάρσια του προσώπου AD είναι:

$$q_x = -kA \frac{dT}{dx}$$

Η εσωτερική αγωγιμότητα εγκάρσια του προσώπου BC είναι:

$$q_{x+\delta x} = -kA \frac{dT}{dx} + \frac{d}{dx} \left( -kA \frac{dT}{dx} \right) \delta x$$



Καθαρή θερμική αγωγιμότητα έξω από το κομμάτι (k σταθερό)

$$q_{x+\delta x} - q_x = -kA \frac{d^2 T}{dx^2} \delta x$$

Διάδοση θερμότητας από τις επιφάνειες

α) κορυφή και πυθμένας(πάτος)  $q_y = -2\delta x(T_f - T)$

β) άκρα  $q_z = -2h \delta x(T_f - T)$

Έπειτα, για ισορροπία, το άθροισμα πρέπει να είναι μηδέν

$$-kA \frac{d^2 T}{dx^2} \delta x - 2\delta x(b+t)(T_f - T) = 0$$

Αν  $p=(b+t)$  είναι η περίμετρος του πτερυγίου και  $\theta = (T_f - T)$ . Η διαφορική εξίσωση προσλαμβάνει μία γνωστή μορφή

$$\frac{d^2 \theta}{dx^2} - m^2 \theta = 0 \quad 213$$

στην οποία  $m^2 = \frac{hp}{Ak}$ . Εύκολα επαληθεύεται ότι η γενική επίλυση της 213 είναι:

$$\theta(x) = C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx} \quad 214$$

όπου οι σταθερές  $C_1$  και  $C_2$  αποτιμούνται από τις οριακές συνθήκες. Η πρώτη οριακή συνθήκη είναι ότι στη ρίζα του πτερυγίου  $x=0$ ,  $\theta=\theta_0$  δίνοντας:

$$C_1 + C_2 = \theta_0 \quad 215$$

Η δεύτερη οριακή συνθήκη είναι η συνοχή της ροής θερμότητας στο άκρο του πτερυγίου, γενικά:

$$\left(-k \frac{d\theta}{dx}\right)_{x=L} = h\theta_{x=L}$$

Αυτό οδηγεί σε μία μάλλον δυσκίνητη έκφραση και είναι επιθυμητή και εφικτή η περαιτέρω απλοποίηση.

α) Αν το πτερύγιο είναι πολύ μακρύ η θερμοκρασία στο άκρο είναι περίπου ίση με αυτή του ρευστού.

Ρευστό  $\theta = \theta_L$ . Αν  $x \rightarrow \infty$ ,  $\theta \rightarrow 0$  δίνοντας  $C_1=0$  και από εξίσωση 215,  $C_2=\theta_0$

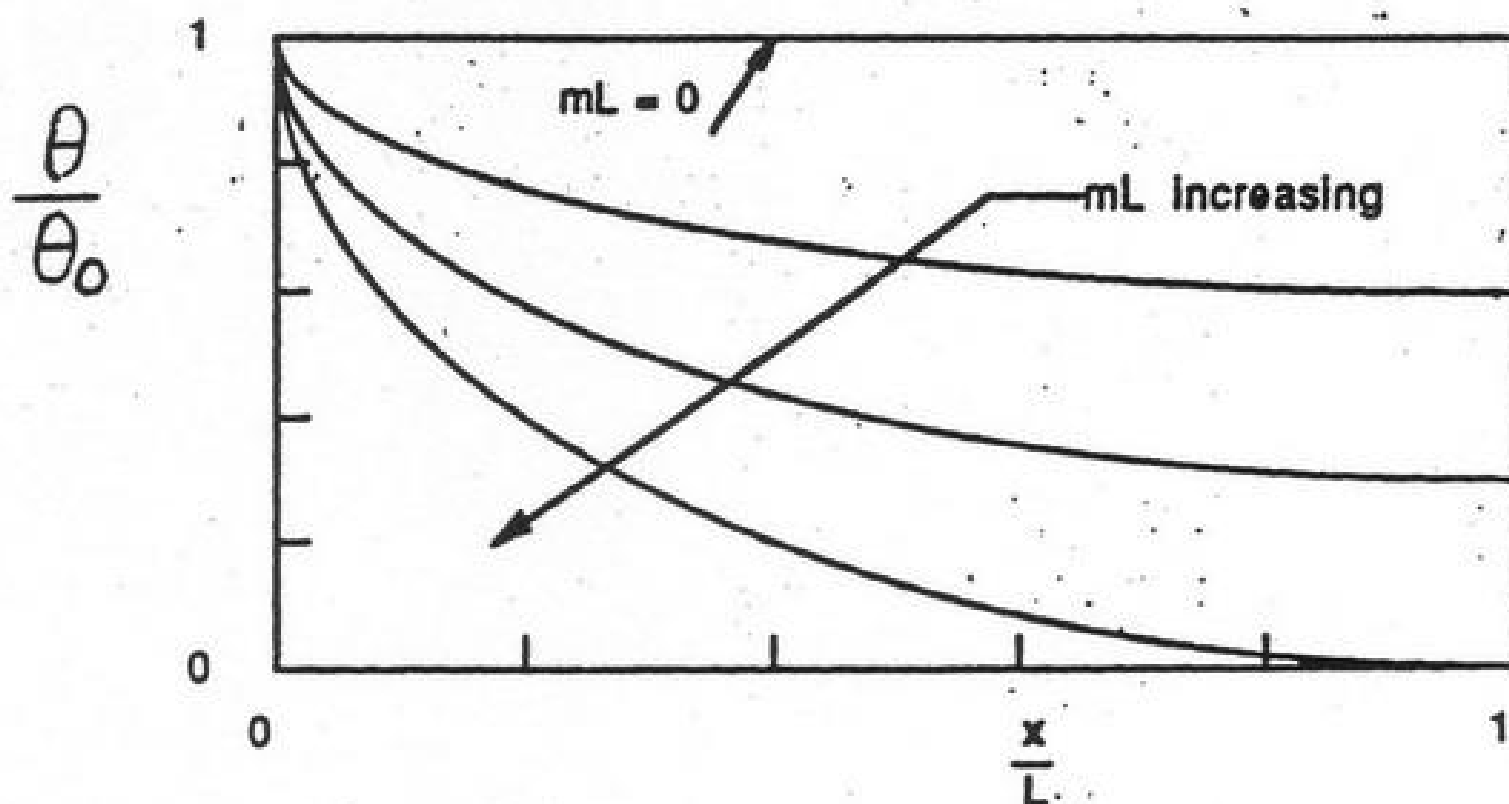
Η κατανομή της θερμοκρασίας είναι:  $\frac{\theta}{\theta_0} = e^{-mx}$  216

β) Αν το πτερύγιο είναι μακρύ αλλά πεπερασμένου μήκους, ο θερμικός βαθμός από το άκρο είναι αμελητέα μικρός και οι οριακές συνθήκες είναι:

$$\left(-k \frac{d\theta}{dx}\right)_{x=L} = 0$$

Λίγη άλγεβρα επιφέρει την κατανομή θερμοκρασίας

$$\frac{\theta}{\theta_0} = \frac{(A \cos mx)}{(A \cos mL)} = \frac{e^{-mx} + e^{mx}}{e^{-mL} + e^{mL}} = \frac{\cos mx}{\cos mL}$$
 217



Παρατηρήσεις

α) Σημειώνεται ότι υψηλές τιμές του  $h$  θα έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας του πτερυγίου από υψηλούς βαθμούς διάδοσης θερμότητας, έτσι που η ακραία θερμοκρασία θα πλησιάσει αυτή του ρευστού.

Το υψηλό  $h$  συνδέεται με υψηλό  $m$  επειδή  $m = \sqrt{\frac{hp}{Ak}}$

Αν  $m \rightarrow \infty$  τότε η λύση της εξίσωσης 217 γίνεται λύση της 216:  $\frac{\theta}{\theta_0} = e^{-mx}$



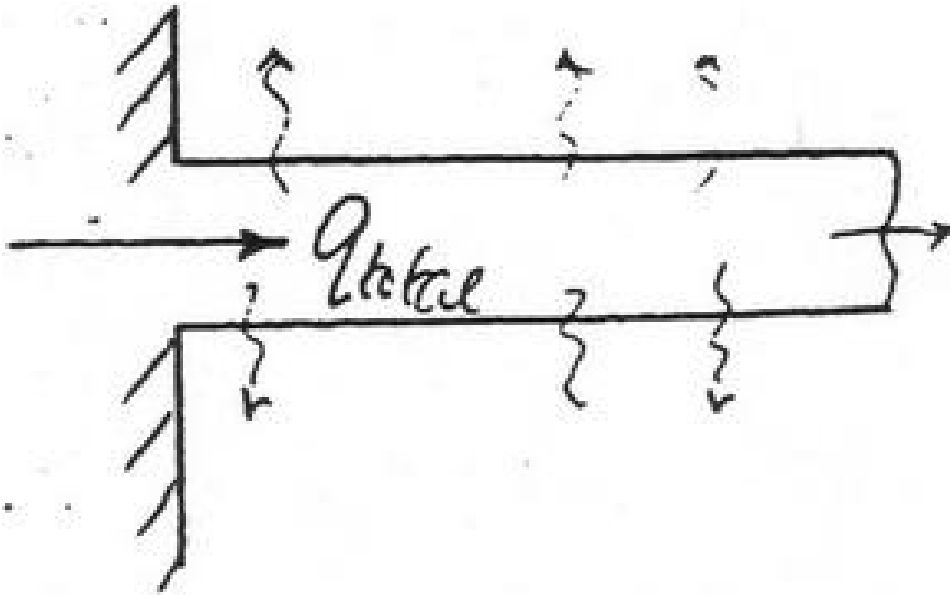
β) Αν  $b \rightarrow t$ , τότε

$$m^2 = \frac{2h(b+t)}{kA}$$

218

Βαθμός μεταφοράς θερμότητας από ένα πτερυγίο

Θα ήταν αρκετά πιθανό να υπολογιστεί ο βαθμός μεταφοράς θερμότητας ενοποιώντας τη διαδιδόμενη ροή σε όλη την επιφάνεια του πτερυγίου. Αλλά υπάρχει πολύ ευκολότερος τρόπος. Η ολική ροή θερμότητας από το πτερυγίο πρέπει να ισούται με την ροή αγωγιμότητας στη ρίζα ( $x=0$ ).



$$q_{total} = -\left(kA \frac{dT}{dx}\right)_{x=0} = (k \quad 218$$

Έπειτα διαφοροποιώντας τις εξισώσεις 216 ή 217 έχουμε τις εναλλακτικές τελικές οριακές συνθήκες:

α)  $q_{total} = -kA(T_f - T_0) \quad 220$

β)  $q_{total} = -kA(T_f - T_0)m \tanh mL \quad 221$

### Συντελεστής Απόδοσης Πτερυγίου

Ο σκοπός των πτερυγίων είναι να αυξάνουν τη μεταφορά θερμότητας αυξάνοντας τη διαθέσιμη(ωφέλιμη) περιοχή. Η απόδοση εκφράζεται σε όρους απόδοσης πτερυγίου, η:

$\eta = (\text{πραγματική μεταφερόμενη θερμότητα}) / (\text{μεταφερόμενη θερμότητα σε ομοιόμορφη θερμοκρασία } T_0)$

Η ροή θερμότητας από εγκάρσιο τμήμα πτερυγίου ομοιόμορφης θερμοκρασίας είναι:

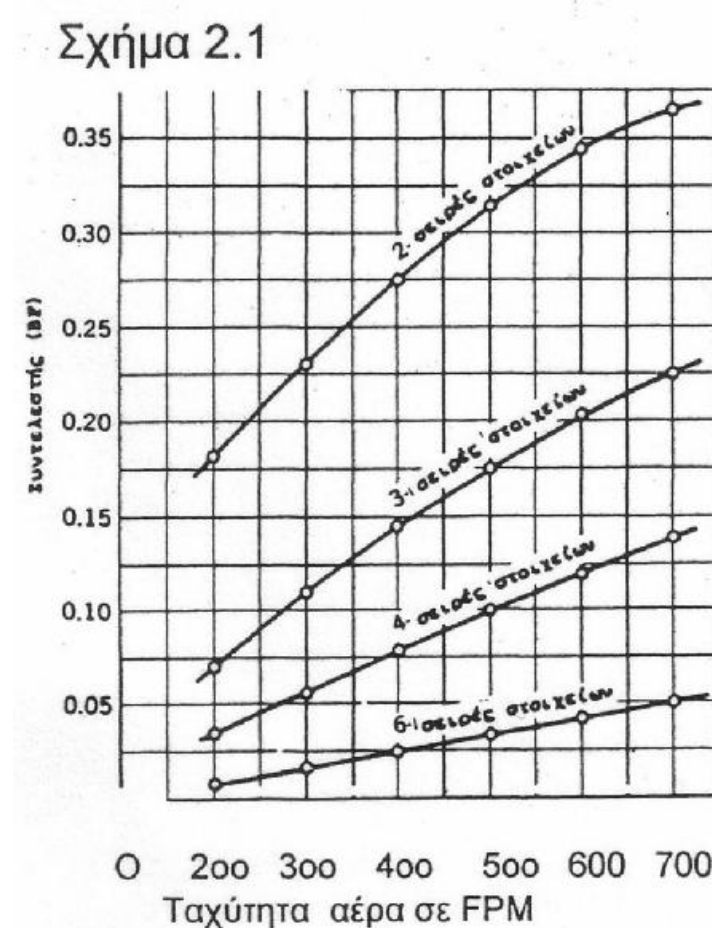
$$q_{max} = \frac{q_{total}}{A} = \frac{-kA(T_f - T_0)m \tanh(mL)}{A} = \frac{\tanh(mL)}{m} \quad 222$$

Σημείωση: Λαμβάνονται διαφορετικές εκφράσεις για πτερύγια διαφορετικής γεωμετρίας. Η παραπάνω εξίσωση είναι βάσιμη για ομοιόμορφα πτερύγια εγκάρσιων τμημάτων, επίπεδα ή στρογγυλά(κυκλικά). Στον υπολογισμό του βαθμού μεταφοράς θερμότητας από ένα πτερύγιο είναι συχνά ευκολότερο να υπολογιστεί ο βαθμός  $q_{max}$  για πτερύγια ομοιόμορφης θερμοκρασίας και έπειτα να πολλαπλασιαστεί με  $\eta$  από την 230 ή ισοδύναμες εκφράσεις.

## Συντελεστής αέρα παράκαμψης (By-pass)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ο αέρας που περνά από την κλιματιστική συσκευή δεν έρχεται όλος σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου. Έτσι ένα ποσοστό του αέρα παρακάμπτεται, θα λέγαμε, τις ψυχρές επιφάνειες των στοιχείων και επομένως εξέρχεται από το στοιχείο χωρίς να υποστεί καμιά ψυχομετρική αλλαγή.

Κατά αυτόν τον τρόπο ο αέρας που εξέρχεται από το ψυκτικό στοιχείο, δεν έχει τη θερμοκρασία των ψυχρών επιφανειών του ψυκτικού στοιχείου, αλλά μια θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη του αέρα που ήλθε σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια και του αέρα που την παρέκαμψε (αέρα By-pass). Το ποσοστό του αέρα που παρακάμπτεται την ψυχρή επιφάνεια, λέγεται **Συντελεστής** αέρα By-pass (BF) και εξαρτάται βασικά από τα κατασκευαστικά στοιχεία του στοιχείου της κλιματιστικής συσκευής και από την ταχύτητα του αέρα, που περνά από το στοιχείο. Στο σχήμα (2-18) φαίνεται η μεταβολή του συντελεστή By-pass (BF) σε συνάρτηση προς την ταχύτητα του αέρα. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα αυξάνεται και ο συντελεστής (BF). Επίσης όσο αυξάνεται ο αριθμός των σειρών των ψυκτικών στοιχείων τόσο μειώνεται ο συντελεστής (BF). Βέβαια σπουδαίο ρόλο παίζει και ο αριθμός των πτερυγίων (λαμάκια) ανά ίντσα, που φέρει το στοιχείο. Συνήθως ο αριθμός των πτερυγίων ανά ίντσα σωλήνα, στις εφαρμογές κλιματισμού, κυμαίνεται από 12 έως 14 και η συνήθης τιμή του (BF) κυμαίνεται από 0,10 έως 0,30.



Ο συντελεστής (BF) είναι εκ των προτέρων γνωστός κατά την εκλογή του ψυκτικού στοιχείου μιας κλιματιστικής συσκευής, από τους καταλόγους των κατασκευαστών. Έτσι η ικανότητα της συσκευής μπορεί να υπολογισθεί εκ των προτέρων, εφόσον βέβαια είναι στη διάθεση μας και τα υπόλοιπα στοιχεία που απαιτούνται για την επιλογή της κλιματιστικής συσκευής.

Όταν ο συντελεστής (BF) είναι μικρός, παρουσιάζονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ (BF)

Συντελεστής (BF)	Είδος κατασκευής	Ενδεικτικός χώρος
0,30 έως 0,50	Μικρά φορτία ή κατασκευές με αυξημένη απαίτηση λανθάνουσας θερμότητας.	Κατοικίες

0,20 έως 0,30	Συνήθεις κατασκευές με ίσα περίπου ποσά Αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας.	Κατοικίες Μικρά Καταστήματα. Εργαστήρια.
0,10 έως 0,20	Μεγάλες κατασκευές ανέσεως.	Τράπεζες Εργαστήρια
0,10-0	Πολύ μεγάλες κατασκευές με κύριο στόχο τον αερισμό.	Εστιατόρια Μεγάλα Καταστήματα. Εργοστάσια Νοσοκομεία

#### **Πλεονεκτήματα**

- Απαιτείται μικρότερη ποσότητα αέρα τροφοδοτήσεως για να επιτευχθεί ο κλιματισμός του χώρου
- Απαιτούνται μικρότερες διατομές αεραγωγών
- Απαιτείται μικρότερος ανεμιστήρας και επομένως μικρότερη ιπποδύναμη του ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα
- Γενικά η εγκατάσταση ροής του αέρα είναι οικονομικότερη.

#### **Μειονεκτήματα**

- Σε μικρούς, κυρίως, χώρους δεν μπορούμε να έχουμε άνεση από απόψεως θερμοκρασίας (ο αέρας μπαίνει στο χώρο σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία)
- Απαιτούνται στοιχεία (ψύξεως ή θερμάνσεως) μεγάλου μεγέθους διαθέτονται μεγάλες επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας (τοποθέτηση πολλών σειρών στοιχείων και πολλών πτερυγίων ανά ίντσα)
- Το τελευταίο μειονέκτημα επιφέρει μεγάλη δαπάνη κατασκευής του χρησιμοποιούμενου στοιχείου και μεγάλες πτώσεις πίεσεως του αέρα λόγω τριβών. Τα αντίθετα φαινόμενα παρατηρούνται όταν ο παράγων (BF) είναι πολύ μεγάλος. Από τα προαναφερθέντα συμπεραίνεται ότι η λύση των προβλημάτων του κλιματισμού δεν θα πρέπει να αναζητείται στις ακραίες καταστάσεις, αλλά θα πρέπει να γίνεται ένας ορθολογιστικός τεχνικοοικονομικός συνδυασμός της εκλεγόμενης συσκευής και της ανέσεως στον κλιματιζόμενο χώρο.

#### **Υπολογισμός του συντελεστού αέρα (By-pass)**

Για τον υπολογισμό του συντελεστή (BF) πρέπει να μας δίνεται η θερμοκρασία στην επιφάνεια του στοιχείου, η θερμοκρασία του αέρα προ και μετά το στοιχείο. Η σχέση που μας δίνει το συντελεστή (BF) είναι η ακόλουθη:

$$BF = \frac{t_{εξ} - t_{στ}}{t}$$

- Όπου :
- Συντελεστής αέρα παρακάμψεως (%)
  - θερμοκρασία εξερχόμενου, από το στοιχείο, αέρα
  - θερμοκρασία του αέρα , προ της εισόδου του στο στοιχείο.
  - θερμοκρασία στην επιφάνεια του στοιχείου.

#### **Ανάμιξη του αέρα**

Ο αέρας τροφοδοτήσεως ενός κλιματιζόμενου χώρου, είναι δυνατόν να εξασφαλίζεται με τους ακόλουθους τρόπους:  
 Με την χρήση αέρα 100% επιστρέφονται (ανακυκλοφορίας από τον κλιματιζόμενο χώρο· Με τη χρήση αέρα 100% από το περιβάλλον (νωπός) Με αέρα που θα προέλθει από την ανάμιξη, νωπού και επιστρέφονται αέρα. Ο τελευταίος τρόπος είναι και ο

πλέον χρησιμοποιούμενος και εξασφαλίζει ικανοποιητικές συνθήκες ανέσεως, υγείας και σχετικά οικονομική λειτουργία της εγκαταστάσεως.

Η χρήση αέρα ανακυκλοφορίας 100% κάνει μεν οικονομικότερη την εγκατάσταση και τη λειτουργία της, αλλά η ατμόσφαιρα που δημιουργείται στον κλιματιζόμενο χώρο είναι αποπνικτική και ανθυγιεινή. Σε μερικές περιπτώσεις κλιματισμού, απαιτείται 100% νωπός αέρας (χειρουργεία, χώροι χημικών πειραμάτων κλπ.). Οι εγκαταστάσεις με 100% νωπό αέρα είναι δαπανηρές από απόψεως εγκαταστάσεως και λειτουργίας του κλιματιστικού συγκροτήματος, γι' αυτό και συναντώνται μόνον εφόσον υπάρχει συγκεκριμένη σκοπιμότητα.

Το ποσοστό του νωπού αέρα, καθώς και τα ψυχομετρικά στοιχεία αυτού, παίζουν πάρα πολύ μεγάλο ρόλο στη διαμόρφωση του μεγέθους της κλιματιστικής συσκευής, διότι τα στοιχεία αυτά διαμορφώνουν την κατάσταση του αέρα μίξης που είναι βασικά, και τα στοιχεία του αέρα που μπαίνει στην κλιματιστική συσκευή προς κλιματισμό.

Για την εύρεση της θερμοκρασίας (DB) του αέρα μίξης, χρησιμοποιείται

Η'

ακόλουθη σχέση:

$$(BF) = \frac{Q_{εξ} \cdot t_{εξ} + Q_{επ} \cdot t_{επ}}{Q}$$

όπου:  $t_m$  = Η θερμοκρασία (DB) του αέρα μίξης.

$t_{εξ}$  = Η θερμοκρασία (DB) του νωπού αέρα

$t_{επ}$  = Η θερμοκρασία (DB) του επιστρέφοντα αέρα (ανακυκλοφορίας).

$Q_{εξ}$  = Ποσό νωπού αέρα σε c.f.m.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω προτείνεται:

A) Στους χώρους των εστιατορίων και στην αίθουσα συνεδριάσεων να τοποθετηθούν ξεχωριστές τερματικές κλιματιστικές μονάδες που να λειτουργούν με μικτό σύστημα κλιματισμού δηλαδή να έχουν ανακυκλοφορία του αέρα και παράλληλα να γίνεται η αναπλήρωση της απαιτούμενης ποσότητας του νωπού αέρα.

Οι μονάδες αυτές να είναι τρεις τον αριθμό ούτως ώστε κάθε χώρος να έχει τη δική του ξεχωριστή κυκλοφορία αέρα. Έτσι δεν θα υπάρχει ανάμιξη του αέρα των τριών χώρων μεταξύ τους, που να επιφέρει την επιβάρυνση του ενός πχ της αίθουσας συνεδριάσεων από τις οσμές του άλλου πχ του μεγάλου σαλονιού εστιατορίου.

Επίσης επειδή στους χώρους αυτούς χρειάζονται περισσότερες αλλαγές του αέρα απ' ότι στους υπόλοιπους του πλοίου (7,5 τουλάχιστον), με κύριο στόχο τον αερισμό, προτείνεται ο συντελεστής παράκαμψης των μηχανημάτων να είναι περίπου 0,10 (από πίνακα 2,1). Γνωρίζοντας το συντελεστή παράκαμψης τις θερμοκρασίες εισόδου και επιθυμητή εξόδου του αέρα καθώς και την παροχή του νωπού αέρα από τον τύπο υπολογίζουμε για διάφορες τιμές του αέρα ανακυκλοφορίας την συνολική παροχή αέρα του μηχανήματος.

# ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΟΥΝ

Η μελέτη εκπονείται

A) με βάση τις παραγράφους ..... των άρθρων ..... του Π.Δ. 101 - 24/3/95 περί του καθορισμού συνθηκών υπολογισμού κλιματιστικών φορτίων, και διαβίωσης των επιβατών σε πλοία που εκτελούν περιηγητικούς πλόες.

B) Με βάση καθορισμένες κατασκευαστικές πληροφορίες για το πλοίο που προέρχονται από την κατασκευάστρια εταιρία

Γ) με βάση πίνακες για τον κλιματισμό και ειδικές παραδοχές θεωρητικών υπολογισμών που αναφέρονται παρακάτω.

Για τον καθορισμό των εξωτερικών και εσωτερικών συνθηκών, λαμβάνεται υπ' όψιν το άρθρο 12 παρ.1 που ορίζει ότι οι υπολογισμοί της μελέτης του κλιματισμού ενός πλοίου γίνονται με δεδομένα :

Εξωτερικές Συνθήκες, 35°C θερμοκρασία και 70% σχετική υγρασία και

Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες , 24°C θερμοκρασία και 50% σχετική υγρασία.

Για τις καμπίνες επιβατών Αβ' θέσης και πληρώματος.

-Εναλλαγές του αέρα Αρ.12 παρ.1,5,0 ανά ώρα για θαλαμίσκο (καμπίνα).

-Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας πλευρικών τοιχωμάτων ορόφων και δαπέδων  $K=0,6 \text{ Kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$  παρ.4 του ίδιου ΠΔ.

-Ελάχιστο ύψος ψευδοροφής από το δάπεδο (την τελική επίστρωση), με βάση το Αρ.6 παρ.2, 2,10m.

-Για τα φωτιστικά των καμπίνων, με βάση το Αρ.9 παρ.11, και με βάση την κατασκευή του πλοίου, ένας κεντρικός λαμπτήρας φθορισμού 60W και δύο μικρότερης ισχύος ατομικούς 25W.

-Άτομα ανά καμπίνα αυστηρά 2.

Για να γίνει μια καλύτερη προσέγγιση του θέματος η κατασκευάστρια εταιρία του πλοίου δίνει έναν πίνακα με χαρακτηριστικούς συντελεστές θερμοπερατότητας για ορισμένα καταστρώματα του πλοίου.

Τύπος επιφάνειας	Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) σε $\text{Kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$
Εξωτερική πλευρά πλοίου Διαχωριστικό τοίχωμα (μπουλμές) και κατάστρωμα καιρού μη εκτεθειμένο στον ήλιο	0,9
Κατάστρωμα και μπουλμές που διαχωρίζει χώρους από το μηχανοστάσιο	0,8
Κατάστρωμα και μπουλμές που διαχωρίζει χώρους από λεβητοστάσια	0,7
Ανοικτό κατάστρωμα ή κατάστρωμα καιρού εκτεθειμένο στον ήλιο ή κατάστρωμα άνω θερμών δεξαμενών	0,6
Κατάστρωμα πάνω από στενούς διαδρόμους που δεν εκτίθενται στο εξωτερικό περιβάλλον.	2,5

Από τους μελετητές του έργου καθορίζονται τα εξής:

- Οικιακές συσκευές που προσδίδουν θερμικό κέρδος στο περιβάλλον από τη λειτουργία τους, 1 στεγνωτήρας μαλλιών με ηλεκτρικό ανεμιστήρα ισχύος 80W ανά καμπίνα.

- Συντελεστής ακτινοβολίας από υαλοπίνακες (φιλιστρίνια)  $\Lambda=231 \text{ Kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$  -Απαιτούμενος νωπός αέρας 25-33  $\text{m}^3/\text{h}$ ,κατ' άτομο

### Παραδοχές

Τα υπολογιζόμενα φορτία κλιματισμού που προκύπτουν από το θερμικό κέρδος είναι τα εξής:

#### Ø Κλιματιστικό φορτίο από αγωγιμότητα

$$Q_A = K \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \text{ Kcal/h}$$

Όπου:  $K$  = Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας =  $0,6 \text{ Kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$

$A$  = Εμβαδόν εξωτερικής επιφάνειας σε  $\text{m}^2$ .

$T_1$  = εξωτερική θερμοκρασία (Περιβάλλοντος) σε  $^\circ\text{C}$

$T_2$  = επιθυμητή θερμοκρασία κλιματιζόμενου χώρου σε  $^\circ\text{C}$

#### Ø Κλιματιστικό φορτίο από θερμική ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

$$Q = K_{\text{ΑΠ}} \cdot A \text{ Kcal/h}$$

Όπου:

$K_{\text{ΑΠ}}$  = Ειδικός Συντελεστής ακτινοβολίας παραθύρου

$A$  = Εμβαδόν επιφάνειας σε  $\text{m}^2$

Ειδικός Συντελεστής ακτινοβολίας παραθύρου =  $231 \text{ Kcal/h m}^2$  βάσει πίνακα για γεωγραφικό πλάτος  $40^\circ$  και 24ωρη λειτουργία για μόνιμη έκθεση στον ήλιο με ΝΔ προσανατολισμό για τις μισές καμπίνες από την μία πλευρά του πλοίου. Για τις άλλες μισές καμπίνες που βρίσκονται από την άλλη πλευρά θεωρούμε ότι έχουν μόνιμη σκίαση, άρα ότι δεν υπάρχει σ' αυτές θερμικό κέρδος από ηλιακή ακτινοβολία.

#### Ø Κλιματιστικό φορτίο από μεταφορά θερμότητας μέσω της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα = 0 γιατί:

- i) Το παράθυρο (φιλιστρίνι) που βλέπει στη θάλασσα είναι απόλυτα μονωμένο στη μεταφορά αέρα, για ευνόητους λόγους.
- ii) Από τους διαδρόμους του πλοίου και τις τουαλέτες των καμπίνων γίνεται αναρρόφηση του αέρα και απαγωγή του προς το περιβάλλον
- iii) Η πίεση του αέρα μέσα στη καμπίνα πρέπει να είναι θετική άρα η πίεση του εισερχόμενου κλιματισμένου αέρα είναι μεγαλύτερη από αυτή του διαδρόμου και της τουαλέτας

Θεωρείται λοιπόν από τους πιο πάνω λόγους, ότι δεν υπάρχει στη καμπίνα διείσδυση του αέρα άρα κλιματιστικό φορτίο μέσω της μεταφοράς αυτού.

#### Ø Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h.

Εκτιμάται ότι κατά την διαμονή των επιβατών στην καμπίνα μια είναι η πιο απαραίτητη συσκευή στους επιβάτες. Ένας στεγνωτήρας μαλλιών ηλεκτρικός χειροκίνητος με ανεμιστήρα  $80\text{W}$ , που προσδίδει αισθητό φορτίο  $1870 \text{ BTU/H}$ , και λανθάνον  $330 \text{ BTU/H}$ , όπως προκύπτει από το βιβλίο του Β. Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ τόμος Α σ 4.82 πίνακας 4.5.61.

#### Ø Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Kcal/h

Για λαμπτήρες φθορισμού (κύριος φωτισμός καμπίνας)

$$Q_B = 4,25 \cdot N_\phi \text{ BTU/H}$$

$$\text{ή } Q_B = 1,25 \cdot N_\phi \text{ WATT}$$

ή  $Q_B = .N_\phi \text{ WATT}$  του αντίστοιχου λαμπτήρα πυρακτώσεως που έχουν μετατραπεί σε  $\text{Kcal/h}$  μέσω του συντελεστή  $0,85$ ) +28% της ισχύος αυτού σε  $\text{Kcal/h}$ .

Για λαμπτήρες πυρακτώσεως (δευτερεύων φωτισμός κάθε κρεβατιού)

$$Q_B = 3,4 \cdot N_\phi \text{ BTU/H}$$

$$\text{ή } Q_B = \cdot N_\phi \text{ WATT}$$

$$\text{ή } Q_B = 0,85 \cdot N_\phi \text{ (WATT)}$$

### Ø Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Οι καμπίνες στη θέση AB' έχουν σχεδιαστεί κυρίως για ανάπαυση και μόνο των επιβατών. Δεν ενδείκνυνται για παρατεταμένη διαμονή τους ούτε για άλλες δραστηριότητες. Επομένως υπολογίζουμε θερμικό κέρδος από κάθε επιβάτη ανάλογο με εκείνο ενός καθημένου αναπαυτικά ανθρώπου, που είναι ολική θερμότητα 88 Kcal/h, αισθητή θερμότητα 49 Kcal/h, λανθάνουσα θερμότητα 39 Kcal/h, υγρασία grains/h και άτομο 1000. (Πίνακας 3-7 σ.92 Αντ. Ασημακόπουλου ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ)

### Ø Κλιματιστικό φορτίο από τον εισερχόμενο νωπό αέρα

$$Q_S = V_{\text{Νωπού αέρα}} \times 0,29 \times \Delta T \text{ Kcal/h (Αισθητό φορτίο)}$$

Όπου  $V_{\text{Νωπού αέρα}}$  ο όγκος του νωπού αέρα σε  $\text{m}^3$ ,

$\Delta T = H$  διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικής - εσωτερικής σε  $^{\circ}\text{C}$

0,29 = Ειδικό βάρος του αέρα επί την ειδική θερμότητα του (1,2χ0,24)

$$Q_L = V_{\text{Νωπού αέρα}} \times 700 \times \Delta w \text{ (Λανθάνον φορτίο)}$$

Όπου  $V_{\text{Νωπού αέρα}}$  ο όγκος του νωπού αέρα σε  $\text{m}^3$ ,

700 = Ειδικό βάρος του Αέρα επί τη λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως του νερού υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος (1,2χ584)

$\Delta w$  = Διαφορά υγρασίας εξωτερικού - εσωτερικού αέρα Kg/Kg

Για εξωτερική θερμοκρασία αέρα  $35^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία 70% - όπως προκύπτει από τον ψυχομετρικό χάρτη – υγρασία 25,2 gr/Kgr

Για εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία αέρα  $24^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία 50% - όπως προκύπτει από τον ψυχομετρικό χάρτη - υγρασία 9,2 gr/Kgr

$$\text{Άρα } \Delta w = 0.0252 - 0.0092 = 0.016 \text{ Kg/Kg.}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ολικό}} = Q_S + Q_L$$

Η ελάχιστη απαίτηση του νωπού αέρα όπως απαιτεί το Π.Δ, είναι 5 ανανεώσεις του αέρα ανά ώρα, για καμπίνα που δεν αερίζεται με φυσικό τρόπο \*. Με βάση τις ανανεώσεις του αέρα όπως ορίζονται για τον κάθε χώρο του πλοίου από τον ίδιο νόμο, γίνονται όλοι οι υπολογισμοί που αφορούν το νωπό αέρα. Σε περίπτωση που η απαιτούμενη παροχή είναι μεγαλύτερη, λαμβάνεται υπ' όψιν αυτή στους υπολογισμούς.

Οι περιπτώσεις αυτές είναι οι εξής:

A) Να απαιτείται μεγαλύτερη παροχή κλιματισμένου αέρα από την προκαθορισμένη που προκύπτει από τις 5 ανανεώσεις, για την αντιμετώπιση του θερμικού κέρδους του θαλάμου (με βάση την καθορισμένη διαφορά θερμοκρασίας κλιματισμένου αέρα και θαλάμου). Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν υπάρχει δυσαναλογία μεταξύ των κλιματιστικών φορτίων και του όγκου του θαλάμου (πχ μεγάλη εξωτερική επιφάνεια και μικρές εσωτερικές ή μεγάλα θερμικά φορτία από άτομα και συσκευές σε μικρό χώρο ή θερμικό κέρδος από εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους).

B) Να απαιτείται μεγαλύτερη παροχή νωπού αέρα λόγω ιδιαίτερων εσωτερικών συνθηκών του θαλάμου. (πχ λόγω της παρατεταμένης λειτουργίας θερμικών συσκευών και απορροφητήρων στη κουζίνα και το παρασκευαστήριο πρωινού).

Σε όλες τις περιπτώσεις σαν γενική παραδοχή λαμβάνεται το ότι η μία πλήρης αλλαγή του αέρα του κάθε θαλάμου δεν πρέπει να γίνεται γρηγορότερα από 7 min, ή αργότερα από 12 min. Χρόνος αλλαγών μικρότερος των 7 min και μεγαλύτερος των 12 min πρέπει να αποφεύγεται, γιατί στην πρώτη περίπτωση δημιουργούνται ισχυρά ρεύματα και θόρυβοι, ενώ στη δεύτερη περίπτωση δεν υπάρχει η απαιτούμενη φρεσκάδα στον κλιματιζόμενο χώρο. Γι' αυτό σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπολογίζεται σωστά το φορτίο αιχμής και ο συντελεστής ετεροχρονισμού (ή μεταχρονισμού) του κάθε χώρου.

Αν παρ όλα αυτά από τους υπολογισμούς προκύψουν εναλλαγές του αέρα σε διάστημα μικρότερο από 7 min της ώρας, δυο διορθωτικές μέθοδοι ακολουθούνται:

α. μειώνεται από τον μελετητή το αισθητό φορτίο του χώρου με κάποιον τρόπο (Μόνωση στους τοίχους, ελάττωση θερμότητας από ακτινοβολία κλπ)

β. Αυξάνεται η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε αυτή του προσαγόμενου αέρα και της επιθυμητής του θαλάμου.

## ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ ΣΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΤΕΡΟΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ.

Στις καμπίνες των επιβατών το μέγιστο φορτίο των ανθρώπων συμπίπτει με το μέγιστο φορτίο από ακτινοβολία. Σ' εκείνες τις καμπίνες που ,κατά παραδοχή, έχουν μόνιμη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία κατά την ώρα της αιχμής, θεωρείται παράλληλη και η λειτουργία του κεντρικού εσωτερικού φωτισμού, λόγω της σκίασης που προκαλεί η κουρτίνα του παραθύρου. Στις υπόλοιπες καμπίνες που κατά την ίδια παραδοχή δεν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία, θεωρείται ότι υπάρχει θερμικό κέρδος από ουράνια ακτινοβολία περίπου 150 Kcal/h και ότι δεν υπάρχει σκιάδιο στα παράθυρα, άρα λόγω αυξημένης φωτεινότητας δεν υπάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης φωτισμού από λαμπτήρες.

Άλλοι τύποι:

**Διατομή κυκλικής επιφάνειας  $A = \pi D^2 / 4$**

Όπου D=διάμετρος φίλιστρινιού.

**Εμβαδόν καμπίνας = Μήκος εξωτερικής επιφάνειας X Μήκος πλευράς μεγαλύτερης επιφάνειας.**

**Όγκος αέρα καμπίνας = Εμβαδόν δαπέδου X 2,10 m**

Μετατροπή μονάδων:

1 BTU/H=0,2931WATT=0,2520 Kcal/h

## Περιπτώσεις κλιματισμού

1) κλιματισμός χώρων με 100% νωπό αέρα.

### Τρόπος υπολογισμού.

α) Υπολογισμός του αισθητού φορτίου του χώρου  $RH_s$ . ( ROOM HOT sensible)

β) Υπολογισμός του λανθάνοντος φορτίου του χώρου (ROOM HOT latent)

γ) Εύρεση του συντελεστή αισθητού φορτίου του χώρου.  $RSHF$  (ROOM SENSIBLE HOT FACTOR)

$$RSHF = \frac{RH_s}{RH_s + RH_l}$$

Ισχύουν από τη θεωρία τα εξής:

α) Για το φορτίο του νωπού αέρα

$$\dot{Q}_{T,va} = \dot{Q}_{S,va} + \dot{Q}_{L,va}$$

$$\text{Αισθητό φορτίο: } \dot{Q}_{S,va} = m_{a,va}(h_2' - h_1)$$

$$\text{Λανθάνον φορτίο: } \dot{Q}_{L,va} = m_{a,va}(h_2 - h_2')$$

Όπου  $\dot{Q}$  σε KW

h σε KJ/Kg<sub>da</sub>

$m_{a,va}$  σε Kg/sec



β) Συντελεστής αισθητού φορτίου χώρου, RSHF

$$RSHF = \frac{\dot{Q}_{T,X}}{\dot{Q}_{T,X} + \dot{Q}_{L,X}}$$

γ) Συντελεστής φορτίου μηχανήματος, GSHF

$$GSHF = \frac{\dot{Q}_{T,X}}{\dot{Q}_{T,X} + \dot{Q}_{L,X}}$$

δ) Ποσότητα εισαγωγής του αέρα στο χώρο.

Υποθέτουμε με βάση το ISO - ... ότι υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά του αέρα προσαγωγής από την επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου κατά 10 °C

$$\dot{Q}_{T,X} = \dot{m}_{a,X}(h_1 - h_4)$$

Παροχή μάζας :

$$\dot{m}_{a,X} = \frac{\dot{Q}_{T,X}}{c_p(T_1 - T_2)}$$

Για συντόμευση των υπολογισμών έχει χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της παροχής της μάζας του αέρα κλιματισμού ο εξής τύπος:

$$\frac{\dot{m}}{\dot{L}} = \frac{0.35}{0.35(T_1 - T_2)} \quad \text{Όπου } T_1 = \text{θερμοκρασία αέρα προσαγωγής και } T_2 = \text{θερμοκρασία κλιματιζόμενου χώρου}$$

Επιλέγουμε τον κατάλληλο συντελεστή παράκαμψης BF και υπολογίζουμε το ειδικό αισθητό φορτίο του χώρου ESHF. Επομένως παίρνουμε υπ όψη μας και το φορτίο που προστίθεται στο χώρο από τον αέρα που παρακάμπτει τη συσκευή.

$$ESHF = \frac{0.35 \dot{Q}_{T,X} + \dot{Q}_{L,X}}{\dot{Q}_{T,X} + \dot{Q}_{L,X}}$$

όπου OASH= αισθητό φορτίο του νωπού αέρα και OALH= λανθάνον φορτίο του αέρα,

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την ποσότητα του νωπού αέρα με βάση το σημείο δρόσου της συσκευής που επιλέγουμε από τον πίνακα 5, και τον συντελεστή παράκαμψης.

$$\frac{\dot{m}}{\dot{L}} = \frac{0.35 \dot{Q}_{T,X} + \dot{Q}_{L,X}}{0.35(1 - BF)(T_1 - T_2)}$$

όπου T<sub>2</sub> = Επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου και T<sub>adp</sub>= το σημείο δρόσου της συσκευής. Εφ όσον η νέα παροχή

ξεπερνάει τις αρχικές απαιτήσεις σε νωπό γίνεται επανυπολογισμός της με τη νέα ποσότητα νωπού αέρα που προκύπτει από τον τελευταίο τύπο.

## II) κλιματισμός χώρων με μίξη νωπού και αέρα ανακύκλωσης

α) Για το φορτίο του νωπού αέρα

$$\dot{Q}_{T,va} = \dot{Q}_{S,va} + \dot{Q}_{L,va}$$

$$\text{Αισθητό φορτίο: } \dot{Q}_{S,va} = \dot{m}_{a,va}(h_2' - h_1)$$

$$\text{Λανθάνον φορτίο: } \dot{Q}_{L,va} = \dot{m}_{a,va}(h_2 - h_2')$$

Όπου Q σε KW

h σε KJ/Kg<sub>da</sub>

o  
m<sub>α,να</sub> σε Kg/sec

β) Συντελεστής αισθητού φορτίου χώρου, RSHF

$$RSHF = \frac{\dots}{\dots}$$

γ) Συντελεστής φορτίου μηχανήματος, GSHF

$$GSHF = \frac{\dots}{\dots}$$

δ) Ποσότητα εισαγωγής του αέρα στο χώρο.

Υποθέτουμε με βάση το ISO - ... ότι υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά του αέρα προσαγωγής από την επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου κατά 10 °C

$$Q_{T,X}^{\circ} = m_{\alpha,\chi}^{\circ} (h_1 - h_4)$$

Παροχή μάζας :

$$m_{\alpha,\chi}^{\circ} = \frac{Q_{T,X}^{\circ}}{\dots}$$

Και 
$$m_{\alpha,\alpha\nu}^{\circ} = m_{\alpha,\chi}^{\circ} - m$$

Το σημείο ανάμιξης h<sub>3</sub> είναι:

$$m_{\alpha,\alpha\nu}^{\circ} (h_3 - h_1) = m_{\alpha,\nu\alpha}^{\circ} (h_2 - h_3) \Leftrightarrow h_3 = \frac{m_{\alpha,\alpha\nu}^{\circ} \cdot h_1 + m_{\alpha,\nu\alpha}^{\circ} \cdot h_2}{\dots} \text{Kj/Kg}_a$$

Το ολικό φορτίο του μηχανήματος είναι:

$$Q_{T,MHX}^{\circ} = m_{\alpha,MHX}^{\circ} (h_3 - \dots) \text{ και } Q_{T,MHX}^{\circ} = Q_{T,X}^{\circ} + Q$$

Άρα: 
$$h_4 = h_3 - \frac{Q_{T,MHX}^{\circ}}{\dots} \text{Kj/l}$$

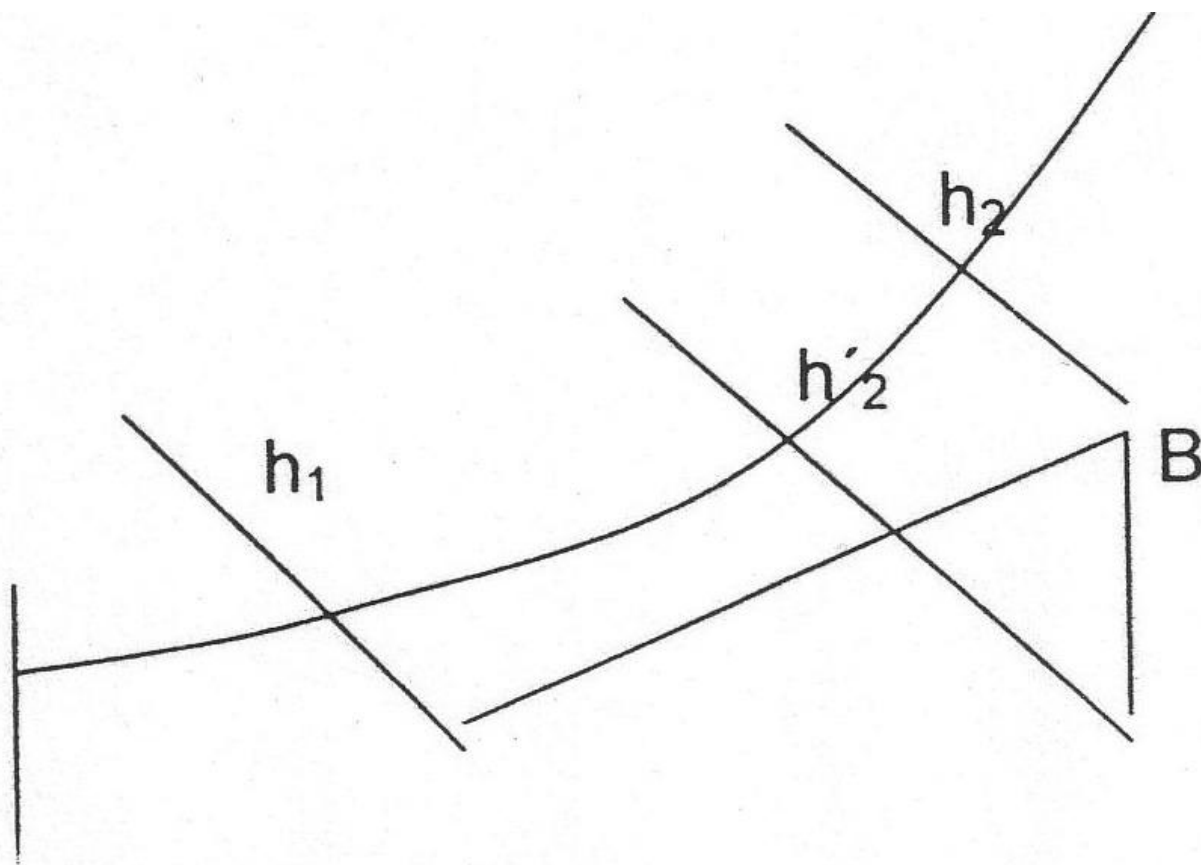
Αν υπάρχει σύγκλιση των τιμών h<sub>4</sub> σημαίνει ότι η θερμοκρασία T<sub>4</sub> είναι σωστή.

Αν η μεταβολή γίνει απ' ευθείας δηλαδή όσος αέρας χρειάζεται για την ψύξη του θαλάμου είναι και νωπός τότε έχουμε:

Το σημείο B με θερμοκρασία ξηρού βολβού 35° C , σχετική υγρασία 70% και ειδική ενθαλπία από ψυχομετρικό χάρτη h<sub>1</sub>=23,8 Kcal / h ή 99,65 Kj / h

Το σημείο B' με θερμοκρασία ξηρού βολβού 35° C, σχετική υγρασία 50% και ειδική ενθαλπία h<sub>1</sub>= 19,5 Kcal / h ή 81,64 Kj / h

Το σημείο A με θερμοκρασία ξηρού βολβού 14° C σχετική υγρασία 50% και ειδική ενθαλπία h<sub>4</sub> =8,8 Kcal / h ή 36,84 Kj / h



$t_{εξ}$  = Η θερμοκρασία (DB) του νωπού αέρα

$t_{επ}$  = Η θερμοκρασία (DB) του επιστρέφοντα αέρα (ανακυκλοφορίας).

$Q_{εξ}$  = Ποσό νωπού αέρα σε c.f.m.

# Μελέτη Ψυκτικών Φορτίων

## Υπολογισμοί

Χαμηλό Κατάστρωμα, (lower Deck)

- ΚΑΜΠΙΝΕΣ ΑΠΟ 1-3-5-7-9-Αξιωματικών

## ΦΥΛΛΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

### Επιφάνειες - Όγκοι

Αριθμός καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν Δωματίου m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
1	2,2	4,7	2,10	10,34	21,7
3	2,2	4,7	2,10	10,34	21,7
5	2,2	4,6	2,10	10,12	21,2
7	2,2	4,1	2,10	9,02	18,9
9	2,25	3,5	2,10	7,875	16,5
Αξιωματικών	2,5	4,6	2,10	11,5	24,15

### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	4,62	0,6	35	24	30,492
3	4,62	0,6	35	24	30,492
5	4,62	0,6	35	24	30,492
7	4,62	0,6	35	24	30,492
9	4,725	0,6	35	24	31,185
Αξιωματικών	5,25	0,6	35	24	34,65
				Σύνολο	187,8

### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Δαπέδου m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	10,34	0,6	30	24	37,224
3	10,34	0,6	30	24	37,224
5	10,12	0,6	30	24	36,432
7	9,02	0,6	30	24	32,472
9	7,875	0,6	30	24	28,35
Αξιωματικών	11,5	0,6	30	24	41,4
				Σύνολο	213,2

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Κλιματιστικό φορτίο από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Αριθμός καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	Ποσοστό Μείωσης Ακτινοβολίας	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	0,6	0,2827	231	35	65,31371
3	0,6	0,2827	231	35	65,31371
5	0,6	0,2827	231	35	65,31371
7	0,6	0,2827	231	35	65,31371
9	0,6	0,2827	231	35	65,31371
Αξιωματικών	0,6	0,2827	231	35	65,31371
				Σύνολο	254,7

Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος (+25%) Kcal/h
1	60	1	0,85	51	63,75
3	60	1	0,85	51	63,75
5	60	1	0,85	51	63,75
7	60	1	0,85	51	63,75
9	60	1	0,85	51	63,75
Αξιωματικών	60	1	0,85	51	63,75
				Σύνολο	382,5

Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Ισχύς Δευτερεύοντος Λαμπτήρα Πυρακτώσεως	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό κέρδος Kcal/h
1	25		0,85	42,5	42,5
3	25		0,85	42,5	42,5
5	25		0,85	42,5	42,5
7	25		0,85	42,5	42,5
9	25		0,85	42,5	42,5
Αξιωματικών	25		0,85	42,5	42,5

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
1	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
3	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
5	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
7	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
9	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
Αξιωματικών	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
						Σύνολο	1212

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
1	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
3	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
5	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
7	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
9	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
Αξιωματικών	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
	Αισθητό φορτίο Kcal/h	471	83	544	1	554
					Σύνολο	3326

### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	21,714	13	0,29	11	900,5
3	21,714	13	0,29	11	900,5
5	21,252	13,2	0,29	11	894,9
7	18,942	15	0,29	11	906,4
9	16,5375	16,8	0,29	11	886,3
Αξιωματικών	24,15	11,8	0,29	11	909,1
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	5397,5

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
1	21,714	700	0,016	243,2	
3	21,714	700	0,016	43,2	
5	21,252	700	0,016	238	
7	18,942	700	0,016	212,2	
9	16,5375	700	0,016	185,2	
Αξιωματικών	24,15	700	0,016	270,5	
Σύνολο	λανθάνοντος	φορτίου	1392,26Kcal/h		6789,8

### **ΚΑΜΠΙΝΑ ΑΞΙΩΜΑΤΙΚΩΝ ΠΛΟΙΟΥ**

#### Επιφάνειες-Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος m <sup>3</sup>
Αξιωματικών	4,7	4,9	2,1	9,87	48,363

#### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 0,6 Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T1 Εξ °C	T2 Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών	9,87	0,6	35	24	65,142

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή) Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

#### Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Δαπέδου m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 0,6 Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T1 Εξ °C	T2 Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών	23,03	0,6	30	24	82,908

### Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>	Ποσοστό Μείωσης %	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών	0,58	0,4	0,232	35	34,8
	0,58	0,4	0,232	35	34,8
	0,58	0,4	0,232	35	34,8

### Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
Αξιωματικών	60	2	0,85	102	127,5

### Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς δευτερεύοντος Λαμπτήρα πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών					

### Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' Άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	4	232	120	352
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	4	248	208	456
				Σύνολο			808

### Θερμικό κέρδος από οικιακές συσκευές Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Είδος συσκευής	Θερμικό Κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός Συσκευών	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h

### Συνολικό Κλιματιστικό φορτίο από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής 0,29	Διαφορά Θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών	48,363	8,9	0,29	11	1373,1

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
Αξιωματικών	48,4	700		0,016	541,7



## ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΑ ΚΑΜΠΙΝΑ

### Καμπίνα 1-Συγκεντρωτικά φορτία

Kcal/h

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	67,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,5
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	765,2
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	930,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,82
Αισθητό Φορτίο νωπού	900,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	243,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	810,18
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,93
Παροχή κλιματισμένου αέρα	282,28
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	13
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,62
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	245,06

### Καμπίνα 3-Συγκεντρωτικά φορτία

Kcal/h

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	49,1
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	127,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	831,5
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	996,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	900,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	243,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	810,2
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	282,3
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	13
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,6
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	239,4

**Καμπίνα 5-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	66,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,5
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	764,4
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	929,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	894,9
Λανθάνον Φορτίο νωπού	238
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	810,2
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	280,5
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	13,2
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	244,7

**Καμπίνα 7-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	54,5
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	27,6
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	737
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	902,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	906,4
Λανθάνον Φορτίο νωπού	212,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	810,2
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	284,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	15
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	239,2

**Καμπίνα 9-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	55,2
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,5
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	752,6
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	917,8
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	886,3
Λανθάνον Φορτίο νωπού	185,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	810,2
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	277,8
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	16,8
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	3,6
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	242,4

**Καμπίνα Αξιοματικών-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	148,1
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	174,2
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	170
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	480
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	328
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	972,2
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	328
Συνολικό φορτίο χώρου	1300,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,75
Αισθητό Φορτίο νωπού	1373,1
Λανθάνον Φορτίο νωπού	541,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,73
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	1040,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,916
Παροχή κλιματισμένου αέρα	430,4
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	8,9
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	6,74
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	314,8

**ΦΥΛΛΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**Επιφάνειες - Όγκοι

Αριθμός καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν Δωματίου m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
2	2,2	4,7	2,10	10,34	21,7
4	2,2	4,7	2,10	10,34	21,7
6	2,2	4,6	2,10	10,12	21,2
8	2,2	4,1	2,10	9,02	18,9
10	2,25	3,5	2,10	7,875	16,5
12	2,5	4,6	2,10	11,5	24,15

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	4,62	0,6	35	24	30,492
4	4,62	0,6	35	24	30,492
6	4,62	0,6	35	24	30,492
8	4,62	0,6	35	24	30,492
10	4,725	0,6	35	24	31,185
12	5,25	0,6	35	24	34,65
				Σύνολο	187,8

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Δαπέδου m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	10,34	0,6	30	24	37,224
4	10,34	0,6	30	24	37,224
6	10,12	0,6	30	24	36,432
8	9,02	0,6	30	24	32,472
10	7,875	0,6	30	24	28,35
12	11,5	0,6	30	24	41,4
				Σύνολο	213,2

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Κλιματιστικό φορτίο από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Αριθμός καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	Ποσοστό Μείωσης Ακτινοβολίας	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	0,6	0,2827	150	42,4	35
4	0,6	0,2827	150	42,4	35
6	0,6	0,2827	150	42,4	35
8	0,6	0,2827	150	42,4	35
10	0,6	0,2827	150	42,4	35
12	0,6	0,2827	150	42,4	35
				Σύνολο	165,4

Λόγω των αρχικών παραδοχών δεν σημειώνονται φορτία από φωτισμό στους παρακάτω πίνακες:

Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

--	--	--	--	--	--

Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

--	--	--	--	--	--

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
2	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
4	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
6	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
8	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
10	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
12	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
						Σύνολο	1212

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
2	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
4	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
6	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
8	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
10	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
12	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
	Αισθητό φορτίο Kcal/h	471	83	544	1	554
					Σύνολο	3326

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	21,714	12	0,29	11	831,2
4	21,714	12	0,29	11	831,2
6	21,252	12,45	0,29	11	844
8	18,942	14	0,29	11	846
10	16,5375	15,9	0,29	11	839
12	24,15	10,8	0,29	11	832
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	5023,2

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
2	21,714	700	0,016	243,2	
4	21,714	700	0,016	43,2	
6	21,252	700	0,016	238	
8	18,942	700	0,016	212,2	
10	16,5375	700	0,016	185,2	
12	24,15	700	0,016	270,5	

Σύνολο	λανθάνοντος	φορτίου	1392,26Kcal/h		6415,5
--------	-------------	---------	---------------	--	--------

## **ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΑ ΚΑΜΠΙΝΑ**

### **Καμπίνα 2-Συγκεντρωτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	67,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	701,4
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	866,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,81
Αισθητό Φορτίο νωπού	831,2
Λανθάνον Φορτίο νωπού	243,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,79
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,93
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,93
Παροχή κλιματισμένου αέρα	260,57
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	0
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	224,72

### **Καμπίνα 4-Συγκεντρωτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	49,1
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	173
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	813,4
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	978,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	831,2
Λανθάνον Φορτίο νωπού	243,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	260,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	0
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	226,02

**Καμπίνα 6-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	66,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	65,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	723,5
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	888,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	844
Λανθάνον Φορτίο νωπού	238
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	264,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12,5
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,8
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	231,6

**Καμπίνα 8-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	54,5
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	688,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	853,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	845,9
Λανθάνον Φορτίο νωπού	212,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	265,2
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	14
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	223,51



**Καμπίνα 10-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	55,2
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	65,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	711,7
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	876,9
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	838,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	185,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	262,9
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	15,9
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	3,8
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	229,29

**Καμπίνα 12-Συγκεντρωτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	58,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	42,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	692,3
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	857,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	832
Λανθάνον Φορτίο νωπού	270,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	742,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	260,8
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	10,8
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5,6
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	227,25

**ΛΑΝΤΖΑ****Επιφάνειες - Όγκοι**

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
Λάντζα	2,85	4,6	2,10	5,985	27,531

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
Λάντζα	9,66	0,6	35	26	32,319

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή) Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Δαπέδου m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 0,6 Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T1 Εξ °C	T2 Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Λάντζα	13,11	0,6	30	27	23,598

Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Λάντζα	0,4	0,1257	231	29,02832
	0,4	0,1257	231	29,02832
	0,4	0,1257	231	29,02832

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
Λάντζα	60	2	0,85	102	127,5

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς δευτερεύοντος Λαμπτήρα πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Αξιωματικών					

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' Άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Λάντζα	Μέτρια εργασία ατόμων	74	115	2	148	230	378
				Σύνολο			378

Θερμικό κέρδος από συσκευές Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Θερμικό Κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός Συσκευών	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Λάντζα	Πλυντήριο και ζεστό νερό	3024	4912		2	15872

Συνολικό Κλιματιστικό φορτίο από τον Νωπό Αέρα

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής 0,29	Διαφορά Θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Λάντζα	27,531	52	0,29	9	3736,507

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Διαφορά Ειδικής υγρασίας Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
Λάντζα	27,531	700	0,016	308,3472	4044,85

**Καμπίνα Λάντζας - Αναλυτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	150,4
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	36,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	170
Αισθητό φορτίο από συσκευές	3024
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	172
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	5897
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	266
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	3552,7
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	6163
Συνολικό φορτίο χώρου	9715,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,366
Αισθητό Φορτίο νωπού	4137,3
Λανθάνον Φορτίο νωπού	302,9
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,54
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3759,6
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,944
Παροχή κλιματισμένου αέρα	1297
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	47,95
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	1,25
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	1137,2

**Αποθήκη 1- Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	51,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	67,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	114,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	75
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	72
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	309,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	72
Συνολικό φορτίο χώρου	381,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,811
Αισθητό Φορτίο νωπού	1373,1
Λανθάνον Φορτίο νωπού	541,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,54
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3759,6
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,775
Παροχή κλιματισμένου αέρα	116,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	2,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	25
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	99,6

**Αποθήκη 2- Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	51,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	12,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	75
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	72
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	202,9
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	72
Συνολικό φορτίο χώρου	274,9
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,738
Αισθητό Φορτίο νωπού	236,9
Λανθάνον Φορτίο νωπού	144,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,54
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3759,6
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,918
Παροχή κλιματισμένου αέρα	74,2
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	5,8
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	10,4
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	65

**Διάδρομος- Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	24
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	0
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	62
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	52
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	86
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	52
Συνολικό φορτίο χώρου	138
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,623
Αισθητό Φορτίο νωπού	138,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	369,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,54
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3759,6
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,832
Παροχή κλιματισμένου αέρα	43,5
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	1,3
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	45,5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	37,9

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΖΗΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΜΠΙΝΩΝ 1-12 ΚΑΙ ΑΞΙΩΜΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ,(LOWER DECK)**

**Χαρακτηριστικά μηχανήματος****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	1097,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	1045,7
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	837,3
Αισθητό φορτίο από συσκευές	8207,6
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	2184
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	6811,8
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	1692
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	13372,5
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	8503,8
Συνολικό φορτίο χώρου	21876,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,785333
Αισθητό Φορτίο νωπού	16552,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	4390,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,7
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	32032,2
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	2,481333
Παροχή κλιματισμένου αέρα	4874,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	4257,52

Στο Ψυκτικό φορτίο που πρέπει να καλύψει η κλιματιστική μονάδα θα προστεθούν οι απώλειες κλιματιστικού φορτίου από τους αεραγωγούς, όπου θα πάρουν και την τελική τους μορφή τα χαρακτηριστικά του μηχανήματος.

## ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ ΚΑΙ ΣΑΛΟΝΙ ΝΟ 1 ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

### Επιφάνειες -Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος m <sup>3</sup> m
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	7,6	10,5	2,1	83,6	117,445
ΣΑΛΟΝΙ 1	14,15	8,3	2,1	117,445	246,6345

### Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν 1 <sup>ης</sup> Εξωτερικής πλευράς m	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T1 Εξ °C	T2 Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	15,96	0,6	35	24	105,3
	Εμβαδόν 2 <sup>ης</sup> Εξωτερικής πλευράς m				
	15,96	0,6	35	24	105,3
	Εμβαδόν 1 <sup>ης</sup> Εσωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>				
	21	0,8	30	24	82,2
	Εμβαδόν 2 <sup>ης</sup> Εσωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>				
	23,1	0,7	30	24	110,9
Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν 1 <sup>ης</sup> Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T1 Εξ °C	T2 Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ 1	29,71	0,6	35	24	196,1
	Εμβαδόν 2 <sup>ης</sup> Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>				
	29,71	0,6	35	24	196,1
	Εμβαδόν 1 <sup>ης</sup> Εσωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>				
	17,43	0,7	35	24	115,038
	Εμβαδόν 2 <sup>ης</sup> Εσωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>				
	17,43	0,6	30	24	73,206

### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν περιοχής οροφής που είναι εκτεθειμένη στην ατμόσφαιρα m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό °C	T <sub>2</sub> εσωτερικό °C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	50,96	0,6	35	24	336,3
ΣΑΛΟΝΙ	20,75	0,6	35	24	136,95



Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	80	2	0,85	136	170
	60	2	0,85	102	127,5
ΣΑΛΟΝΙ	60	2	0,85	102	127,5

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς δευτερεύοντος Λαμπτήρα πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	60	4	0,85	204	60
	80	2	0,85	136	80
	100	1	0,85	85	100
ΣΑΛΟΝΙ	80	1	0,85	68	80

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' Άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	Μέτρια εργασία ατόμων	74	115	1	74	115	189
	Άτομο όρθιο	62	52	2	124	104	228
	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	39	2262	1170	3432

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' Άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	Μέτρια εργασία ατόμων	74	115	2	148	230	378
	Άτομο όρθιο	62	52	2	124	104	228
	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	20	1160	600	1760



Θερμικό κέρδος από συσκευές Kcal/h.

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον φορτίο Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Αισθητό κλιμ. φορτίο από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΥΕΩΝ	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	2	115,92	161,28
ΣΑΛΟΝΙ	Τοστιέρα μικρή		617,4	113	1	730,4
	Τοστιέρα μεγάλη		1285	328	1	1613
	Βραστήρας καφέ	227	55,4	2	454	564,8
	Φρυγανιέρα	1260		1	1260	1260

Συνολικό Κλιματιστικό φορτίο από τον Νωπό Αέρα

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής 0,29	Διαφορά Θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΥΕΩΝ	175,56	8,373206	0,29	10	4263
	246,6345	3,21123	0,29	10	2296,8

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Διαφορά Ειδικής υγρασίας Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	175,56		700	0,016	1966,27
	246,6345		700	0,016	2762,30

**Καμπίνα Αίθουσας Συσκευέων - Αναλυτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	1047
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	150,6
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	722,5
Αισθητό φορτίο από συσκευές	115,9
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	2460
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	45,4
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	1389
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	4496,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	1434,4
Συνολικό φορτίο χώρου	5930,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,76
Αισθητό Φορτίο νωπού	4263
Λανθάνον Φορτίο νωπού	1966,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,72
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,2
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	5348,7
Παροχή κλιματισμένου αέρα	1844,4
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	8,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	8,4

Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Μάζα αέρα ανακυκλοφορίας m <sup>3</sup> /h	374,4

**Καμπίνα Σαλονιού κυρίου καταστρώματος - Αναλυτικά φορτία Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	717,4
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	16034,6
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	195,5
Αισθητό φορτίο από συσκευές	3616,4
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	1432
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	551,8
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	934
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	21995,9
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	1485,8
Συνολικό φορτίο χώρου	23481,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	2296,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	2762,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,7
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,2
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	5348,7
Παροχή κλιματισμένου αέρα	7691,3
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	3,2
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	3,2
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Μάζα αέρα ανακυκλοφορίας m <sup>3</sup> /h	6899,3

## Κύριο κατάστρωμα,(MAIN DECK)

### ΚΑΜΠΙΝΕΣ ΑΠΟ 1-3-5-7-9

#### Επιφάνειες – Όγκοι

Αριθμός καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν Δωματίου m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
1	3,8	4,8	2,1	38,304	4,8
3	3,8	4,7	2,1	37,506	4,7
5	3,6	4,6	2,1	34,776	4,6
7	3,1	4,5	2,1	29,295	4,5
9	4,2	3,5	2,1	30,87	3,5

#### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	7,98	0,6	35	24	52,668
3	7,98	0,6	35	24	52,668
5	7,56	0,6	32	24	36,288
7	6,51	0,6	32	24	31,248
9	8,82	0,6	32	24	42,336

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο) Επειδή κάτω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή) Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

#### Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Αριθμός καμπίνας	Ύψος Υαλοπίνακα m	Πλάτος Υαλοπίνακα m	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>	Ποσοστό Μείωσης %	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
1	2	0,6	231	35	138,6
3	2	0,6	231	35	138,6
5	2	0,6	231	35	138,6
7	2	0,6	231	35	138,6
Αριθμός καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>		Θερμικό Κέρδος Kcal/h
9	0,5	0,1963	231	35	45,35674
	0,5	0,1963	231	35	45,35674
	0,5	0,1963	231	35	45,35674

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος (+25%) Kcal/h
1	60	1	0,85	51	63,75
3	60	1	0,85	51	63,75
5	60	1	0,85	51	63,75
7	60	1	0,85	51	63,75
9	60	1	0,85	51	63,75

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Ισχύς Δευτερεύοντος Λαμπτήρα Πυρακτώσεως	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό κέρδος Kcal/h

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
1	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
3	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
5	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
7	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
9	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
1	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
3	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
5	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
7	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
9	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554

Συνολικό Κλιματιστικό φορτίο από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1	38,304	9,5	0,29	11	1160,803
3	37,506	6	0,29	11	717,8648
5	34,776	10,5	0,29	11	1164,822
7	29,295	12,5	0,29	11	1168,138
9	30,87	9,5	0,29	11	935,5154
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	6199,4

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
1	38,304	700	0,016	328,104	
3	37,506	700	0,016	429,0048	
5	34,776	700	0,016	420,0672	
7	29,295	700	0,016	389,4912	
9	30,87	700	0,016	345,744	
				2129,736	

**Καμπίνα 1 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	52,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	1441,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	2149,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	2314,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,93
Αισθητό Φορτίο νωπού	2504,9
Λανθάνον Φορτίο νωπού	429
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,89
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,939
Παροχή κλιματισμένου αέρα	785,2
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	20,5
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	2,93
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	687,9

**Καμπίνα 3 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	52,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	4324,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	5032
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	5197,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	1
Αισθητό Φορτίο νωπού	2501,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	420,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,94
Παροχή κλιματισμένου αέρα	784,3
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	20,9
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	2,9
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	687,9

**Καμπίνα 5 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	49,9
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	1441,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	2146,3
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	2311,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	2498,4
Λανθάνον Φορτίο νωπού	389,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,94
Παροχή κλιματισμένου αέρα	783,2
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	22,5
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	2,7
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	687

**Καμπίνα 7 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	67
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	1441,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	2163,4
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	2328,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	2490,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	328,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,941
Παροχή κλιματισμένου αέρα	780,7
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	26,7
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	2,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	684,8

**Καμπίνα 9 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	82,2
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	87,3
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	824,5
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	989,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	935,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	345,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,93
Παροχή κλιματισμένου αέρα	293,3
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	9,5
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	6,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	256,3

**ΚΑΜΠΙΝΕΣ 2,4,6,8,10**

**Επιφάνειες - Όγκοι**

Αριθμός καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν Δωματίου m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
2	3,8	4,8	2,1	38,304	4,8
4	3,8	4,7	2,1	37,506	4,7
6	3,6	4,6	2,1	34,776	4,6
8	3,1	4,5	2,1	29,295	4,5
10	4,2	3,5	2,1	30,87	3,5

**Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)**

Αριθμός καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	7,98	0,6	35	24	52,668
4	7,98	0,6	35	24	52,668
6	7,56	0,6	32	24	36,288
8	6,51	0,6	32	24	31,248
10	8,82	0,6	32	24	42,336



Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Επειδή κάτω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

#### Κλιματιστικό φορτίο από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Αριθμός καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h m <sup>2</sup>	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	2	0,6	150	2
2	2	0,6	150	4
2	2	0,6	150	6
8	2	0,6	150	8
Αριθμός καμπίνας	Διάμετρος m	Διατομή m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h m <sup>2</sup>	Θερμικό κέρδος Kcal/h
10	0,5	0,1963	150	29,45
	0,5	0,1963	150	29,45
	0,5	0,1963	150	29,45

Λόγω των αρχικών παραδοχών δεν σημειώνονται φορτία από φωτισμό στους παρακάτω πίνακες:

#### Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

--	--	--	--	--	--

#### Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

--	--	--	--	--	--

#### Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
2	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
4	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
6	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
8	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
10	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1			

	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	120	82	202
--	----------------------------------	----	----	---	-----	----	-----

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
2	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
4	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
6	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
8	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554
10	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471	83	554	1	554

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
2	38,304	8,5	0,29	11	1038,613
4	37,506	5,5	0,29	11	658,0428
6	34,776	9,5	0,29	11	1053,887
8	29,295	11	0,29	11	1027,962
10	30,87	9,5	0,29	11	935,5154
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	4714

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
2	38,304	700	0,016	429,0048	
4	37,506	700	0,016	420,0672	
6	34,776	700	0,016	389,4912	
8	29,295	700	0,016	328,104	
10	30,87	700	0,016	345,744	
	Σύνολο	λανθάνοντος	φορτίου	1912,4 Kcal/h	6626,4

**Καμπίνα 2 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	133,2
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	180
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	904,4
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1069,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,85
Αισθητό Φορτίο νωπού	1058,1
Λανθάνον Φορτίο νωπού	285,8
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,81
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,35
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,93
Παροχή κλιματισμένου αέρα	331,7
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	13
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,62
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	289,58

**Καμπίνα 4 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	78,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	540
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	1210
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1375,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	1350,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	395,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	423,4
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	277,53

**Καμπίνα 6 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	107,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	180
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	879
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1044,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	1372
Λανθάνον Φορτίο νωπού	386,9
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	430,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12,5
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,8
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	286,62

**Καμπίνα 8 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	68,4
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	180
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	839,6
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1004,8
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	1380,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	346,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	432,8
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	14
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	283,61

**Καμπίνα 10 κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	83,6
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	87,2
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	762
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	927,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	2061
Λανθάνον Φορτίο νωπού	455,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,9
Παροχή κλιματισμένου αέρα	646,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	15,9
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	3,8
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	275,48

**Διάδρομος κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	33,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	0
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	62
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	52
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	95,7
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	52
Συνολικό φορτίο χώρου	147,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,6
Αισθητό Φορτίο νωπού	1249,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	406,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	957,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,7
Παροχή κλιματισμένου αέρα	391,7
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	10,8
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5,6
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	59,39

**ΚΑΜΠΙΝΑ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ**Επιφάνειες - Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
Γυμναστήριο	2,8	4,8	2,1	28,224	5,88

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
Γυμναστήριο	2,8		0,6	35	38,8
Εξωτερική Β	1	5,88	0,6	35	13,86
Εσωτερική	3,3	6,72	0,8	30	33,4

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο) Επειδή πάνω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Ύψος Υαλοπίνακα m	Πλάτος Υαλοπίνακα m	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Γυμναστήριο	2	0,6	231	90,09

\*Θεωρούμε συντελεστή μείωσης της ακτινοβολίας 35%, από εσωτερικές κουρτίνες

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
Γυμναστήριο	60	1	0,85	51	63,75

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς δευτερεύοντος Λαμπτήρα πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Γυμναστήριο					

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' Άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Γυμναστήριο	Άτομο Γυμναζόμενο	113	252	5	565	1260	1825

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Θερμικό Κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός Συσκευών ν	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Γυμναστήριο	Πλυντήριο και ζεστό νερό	3024	4912		2	15872

Συνολικό Κλιματιστικό φορτίο από τον Νωπό Αέρα

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής 0,29	Διαφορά Θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
Γυμναστήριο	19,404	5	0,29	10	281,358

Όνομα καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Διαφορά Ειδικής υγρασίας Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
1	19,404	700	0,016	217,3	

**Καμπίνα Γυμναστηρίου κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	105,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	1441,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	780
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	1247
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	2391
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	1247
Συνολικό φορτίο χώρου	3638
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,7
Αισθητό Φορτίο νωπού	2756
Λανθάνον Φορτίο νωπού	316,1
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	2274,3
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,942
Παροχή κλιματισμένου αέρα	863,9
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	30,6
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	2
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	757,6

## Άνω κατάστρωμα,(UPPER DECK)

### ΚΑΜΠΙΝΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ ΚΑΙ ΚΑΜΠΙΝΕΣ ΥΨΗΛΩΝ ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΩΝ (VIP'S CABIN)

#### Επιφάνειες - Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν Δωματίου m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	6,3	8,4	2,1	103,32	103,32
Υπόλοιπο Μήκος της Εξωτερικής πλευράς	13				
1 <sup>η</sup>	4,1	3,5	2,1	30,135	3,5
2 <sup>η</sup>	4,1	3,5	2,1	30,135	3,5
3 <sup>η</sup>	4,1	3,5	2,1	30,135	3,5
4 <sup>η</sup>	4,1	3,5	2,1	30,135	3,5

#### Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Όνομα καμπίνας	Συνολικό Εμβαδόν τριών Εξωτερικών πλευρών m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	35,91	0,6	30	24	237
Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
1 <sup>η</sup>	8,61	0,6	35	24	56,826
2 <sup>η</sup>	8,61	0,6	35	24	56,826
3 <sup>η</sup>	8,61	0,6	30	24	30,996
4 <sup>η</sup>	8,61	0,6	35	24	56,826

#### Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο)

Επειδή κάτω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.



### Κλιματιστικό φορτίο από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Ύψος Υαλοπίνακα m	Πλάτος Υαλοπίνακα m	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h m <sup>2</sup>	Αριθμός Υαλοπινάκων	Ποσοστό Μείωσης %	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	1,8	0,8	231	5	35	1081
	1,8	0,8	150	5		1081
1 <sup>η</sup>	1,8	0,8	231	3	35	648,6
3 <sup>η</sup>	1,8	0,8	231	3	35	648,6
2 <sup>η</sup>	1,8	0,8	150	3		486
4 <sup>η</sup>	1,8	0,8	150	3		486

\*Θεωρούμε συντελεστή μείωσης της ακτινοβολίας 35%, από εσωτερικές κουρτίνες

Η απέναντι πλευρά θεωρείται πλευρά μόνιμης σκίασης οπότε δεν υπολογίζεται το φορτίο λόγω ακτινοβολίας. Γι αυτό επίσης το λόγο υπολογίζουμε μόνο τη μισή πλευρά από τους υαλοπίνακες της καμπίνας του ιδιοκτήτη η οποία επεκτείνεται στις δύο πλευρές του πλοίου και στην πλήρη.

### Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς Σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	100	1	0,85	85	106,25
1 <sup>η</sup>	80	1	0,85	68	85
2 <sup>η</sup>	80	1	0,85	68	85
3 <sup>η</sup>	80	1	0,85	68	85
4 <sup>η</sup>	80	1	0,85	68	85

### Κλιματιστικό φορτίο από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς Σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h

Θερμικό κέρδος από ανθρώπους Οι καμπίνες αυτές διαθέτουν και μικρούς χώρους υποδοχής (σαλονάκια) όπου μπορούν να συναθροίζονται τέσσερα άτομα το ελάχιστο. Επειδή το συνολικό φορτίο τεσσάρων ατόμων καθημένων είναι μεγαλύτερο των δύο αναπαυόμενων ατόμων θα υπολογίσουμε αυτό.

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	2	116	60	176
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	2	124	104	228
1 <sup>η</sup>	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	2	116	60	176
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	2	124	104	228
2 <sup>η</sup>	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	2	116	60	176
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	2	124	104	228
3 <sup>η</sup>	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	2	116	60	176
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	2	124	104	228
4 <sup>η</sup>	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	2	116	60	176
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	2	124	104	228

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471,24	83,16	1	471,24	83,16
	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	1	57,96	22,68
	Τηλεόραση	1200		1	1200	0
1 <sup>η</sup>	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471,24	83,16	1	471,24	83,16
	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	1	57,96	22,68
	Τηλεόραση	1200		1	1200	0
2 <sup>η</sup>	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471,24	83,16	1	471,24	83,16
	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	1	57,96	22,68
	Τηλεόραση	1200		1	1200	0
3 <sup>η</sup>	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471,24	83,16	1	471,24	83,16
	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	1	57,96	22,68
	Τηλεόραση	1200		1	1200	0
4 <sup>η</sup>	Στεγνωτήρας μαλλιών 80W	471,24	83,16	1	471,24	83,16
	θερμαντήρας καφέ	57,96	22,68	1	57,96	22,68
	Τηλεόραση	1200		1	1200	0

**Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από τον Νωπό Αέρα**

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	72,324	15	0,29	11	3460,703
1 <sup>η</sup>	30,135	28,2	0,29	11	2710,884
3 <sup>η</sup>	34,776	9,5	0,29	11	1053,887
2 <sup>η</sup>	30,135	27,6	0,29	11	2653,206
4 <sup>η</sup>	30,135	27,6	0,29	11	2653,206
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	14189 Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ	72,324	700	0,016	810,0288	
1 <sup>η</sup>	30,135	700	0,016	337,512	
3 <sup>η</sup>	34,776	700	0,016	337,512	
2 <sup>η</sup>	30,135	700	0,016	337,512	
4 <sup>η</sup>	30,135	700	0,016	337,512	
	Σύνολο	λανθάνοντος	φορτίου	2160 Kcal/h	16349 Kcal/h

**Καμπίνα ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	436,6
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	2006
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	106,3
Αισθητό φορτίο από συσκευές	942,5
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	240
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	166,3
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	164
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	3731,3
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	330,3
Συνολικό φορτίο χώρου	4061,6
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,92
Αισθητό Φορτίο νωπού	4343,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	1244,7
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,84
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,05
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,934
Παροχή κλιματισμένου αέρα	1361,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12,25
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,9
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	1194,3

**Καμπίνα 1<sup>η</sup> Άνω καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	56,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	2492,5
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	3204,3
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	3369,4
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	1
Αισθητό Φορτίο νωπού	1144
Λανθάνον Φορτίο νωπού	337,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,932
Παροχή κλιματισμένου αέρα	358,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	11,9
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	306,2

**Καμπίνα 3<sup>η</sup> Άνω καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	56,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	243,2
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	63,8
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	955,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1120,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	1172,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	337,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,931
Παροχή κλιματισμένου αέρα	367,6
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	12,2
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	4,9
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	306,6

**Καμπίνα 2<sup>η</sup> Άνω καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	80,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	243
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	915,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1080,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	1097,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	337,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,929
Παροχή κλιματισμένου αέρα	344,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	11,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	286,1

**Καμπίνα 4<sup>η</sup> Άνω καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	80,8
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	243
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	0
Αισθητό φορτίο από συσκευές	471,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	120
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	83,2
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	82
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	915,1
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	165,2
Συνολικό φορτίο χώρου	1080,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	1097,8
Λανθάνον Φορτίο νωπού	337,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,929
Παροχή κλιματισμένου αέρα	344,1
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	11,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	5,3
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	286,1

**Διάδρομος κυρίου καταστρώματος -Αναλυτικά φορτία****Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	33,7
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	0
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	127,5
Αισθητό φορτίο από συσκευές	0
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	62
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	0
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	52
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	223,2
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	52
Συνολικό φορτίο χώρου	275,2
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,8
Αισθητό Φορτίο νωπού	284,9
Λανθάνον Φορτίο νωπού	297,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,8
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	3948,5
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,88
Παροχή κλιματισμένου αέρα	89,3
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	3,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	17,8
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα	
με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	64,6

**ΣΑΛΟΝΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΩΝ**Επιφάνειες - Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup> m
ΣΑΛΟΝΙ	11,5	8,6	2,1	98,9	207,69

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό °C	T <sub>2</sub> εσωτερικό °C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΣΑΛΟΝΙ					
Εξωτερική Α	24,15	0,6	35	24	159,39
Εξωτερική Β	24,15	0,6	30	24	86,94
Εξωτερική Γ	18,06	0,6	35	24	119,196
Εσωτερική Δ	18,06	0,9	35	24	178,794

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο) Επειδή κάτω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν περιοχής οροφής που είναι εκτεθειμένη στην ατμόσφαιρα	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 0,6 Kcal/h °C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> Εξ °C	T <sub>2</sub> Ες °C	Θερμικό Κέρδος Kcal/h

	m <sup>2</sup>				
ΣΑΛΟΝΙ	98,9	0,6	35	24	652,74

### Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Ύψος Υαλοπίνακα m	Πλάτος Υαλοπίνακα m	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h m <sup>2</sup>	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	1,8	0,8	231	120,12
	1,8	0,8	231	120,12
	1,8	0,8	231	120,12
	1,8	0,8	231	120,12
	1,8	0,8	231	120,12

\*Θεωρούμε συντελεστή μείωσης της ακτινοβολίας 65%, από εσωτερικές κουρτίνες

Η απέναντι πλευρά θεωρείται πλευρά μόνιμης σκίασης οπότε δεν υπολογίζεται το φορτίο λόγω ακτινοβολίας.

### Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος(+25%) Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	100	1	0,85	85	106,25
	80	2	0,85	136	170
	80	2	0,85	136	170

### Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς δευτερεύοντος Λαμπτήρα πυρακτώσεως	Αριθμός λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	60	2	0,85	102	60
	80	6	0,85	408	80

### Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Όνομα καμπίνας	Ολική θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	115	10	1150
	192	2	384

### Θερμικό κέρδος από συσκευές Kcal/h.

Όνομα καμπίνας	Είδος συσκευής	Θερμικό Κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός Συσκευών	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	Τοστιέρα μεσαία	3024	2	6048
	Τοστιέρα μεγάλη	5040	1	5040
	Καφετιέρα	856,8	3	2570,4
	Συσκευή διατήρησης καφέ	126	3	378

	Συσκευή διατήρησης φαγητού	8064	2	16128
--	----------------------------	------	---	-------

#### Θερμικό κέρδος από τον Νωπό Αέρα

Όνομα καμπίνας	Απαιτήση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής 0,29	Διαφορά Θερμοκρασίας	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΣΑΛΟΝΙ	207,69	7,5	0,29	11	7295,11

\*Το λανθάνον φορτίο δεν αναγράφεται στον πίνακα, αλλά έχει υπολογιστεί και αθροίζεται μαζί με το αισθητό φορτίο, στη στήλη αναγραφής του θερμικού κέρδους.

**Συνολικό θερμικό κέρδος ΣΑΛΟΝΙΟΥ= 32952,12 Kcal/h**

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΖΗΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ FAN COIL ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

#### Κατάστρωμα Γέφυρας (Bridge Deck)

#### ΓΕΦΥΡΑ, ΚΑΜΠΙΝΑ ΚΑΠΕΤΑΝΙΟΥ & ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΑΠΕΤΑΝΙΟΥ

#### Επιφάνειες - Όγκοι

Όνομα καμπίνας	Μήκος Εξωτερικής πλευράς m	Μέσο Μήκος μεγαλύτερης Εσωτερικής m	Ύψος m	Εμβαδόν m <sup>2</sup>	Όγκος Δωματίου m <sup>3</sup>
ΓΕΦΥΡΑ	17	2,32	2,1	35,7	82,82
ΚΑΜΠΙΝΑ	2,7	3,4	2,1	5,67	19,27
ΓΡΑΦΕΙΟ	1,97	3,35	2,1	4,137	13,85
W C	1,5	1,2	2,1	3,15	3,78
Διάδρομος	3,65	1,1	2,1	2,31	8,43

#### Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από τοίχους)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν Εξωτερικής πλευράς m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΓΕΦΥΡΑ	35,7	0,6	35	24	235,62
ΚΑΜΠΙΝΑ	5,67	0,6	35	24	37,422
ΓΡΑΦΕΙΟ	4,137	0,6	35	24	27,30
W C	3,15	0,6	35	24	0
Διάδρομος	2,31	0,7	30	24	11,088

Θερμικό κέρδος από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Δάπεδο) Επειδή κάτω από τις καμπίνες αυτές υπάρχουν επίσης κλιματιζόμενοι χώροι με την ίδια θερμοκρασία δεν έχουμε θερμικό κέρδος ή απώλεια.



Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα ανά καμπίνα (Από Οροφή)

Όνομα καμπίνας	Εμβαδόν περιοχής οροφής που είναι εκτιθέμενη στην ατμόσφαιρα m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας Kcal/h ° C m <sup>2</sup>	T <sub>1</sub> εξωτερικό ° C	T <sub>2</sub> εσωτερικό ° C	Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΓΕΦΥΡΑ	39,44	0,6	30	24	142
ΚΑΜΠΙΝΑ					
ΓΡΑΦΕΙΟ					
W C					

Θερμικό κέρδος από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων

Όνομα καμπίνας	Ύψος Υαλοπίνακα m	Πλάτος Υαλοπίνακα m	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας 231 Kcal/h m <sup>2</sup>	Αριθμός Παραθύρων	Ποσοστό Μείωσης %	Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ	0,8	1,8	231	9		2993,7
ΚΑΜΠΙΝΑ	0,8	1,8	150	1		140,4
ΓΡΑΦΕΙΟ	0,8	1,8	231	1	35	216,2

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Φθορισμού Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Κύριου Λαμπτήρα Φθορισμού	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος (+25%) Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ	60	2	0,85	102	127,5
ΚΑΜΠΙΝΑ	60	1	0,85	51	63,75
ΓΡΑΦΕΙΟ	80	1	0,85	68	85
W C					
Διάδρομος	80	2	0,85	136	170

Θερμικό κέρδος από λαμπτήρες Πυρακτώσεως Kcal/h

Όνομα καμπίνας	Ισχύς Δευτερεύοντος Λαμπτήρα Πυρακτώσεως	Αριθμός Λαμπτήρων	Συντελεστής	Αντίστοιχη Ισχύς σε Kcal/h	Θερμικό κέρδος Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ					
ΚΑΜΠΙΝΑ					
ΓΡΑΦΕΙΟ					
W C	25	2	1	50	42,5
Διάδρομος					

Κλιματιστικό φορτίο από ανθρώπους

Αριθμός καμπίνας	Κατάσταση	Αισθητό Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο κατ' άτομο Kcal/h	Αριθμός ατόμων ανά καμπίνα	Ολική αισθητή θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολική λανθάνουσα θερμότητα κατ' άτομο Kcal/h	Ολικό Θερμικό Κέρδος Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1	58	30	88
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου	62	52	1	62	52	114
	Μέτρια εργασία ατόμων	71	68	1	71	68	139
ΚΑΜΠΙΝΑ	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1	58	30	88
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου						
ΓΡΑΦΕΙΟ	Άτομο αναπαυόμενο	58	30	1	58	30	88
	Βραδεία εργασία όρθιου ατόμου						
W C	Άτομο αναπαυόμενο						
	όρθιο άτομο	62	52	1	62	52	114
Διάδρομος	Άτομο αναπαυόμενο						
	όρθιο άτομο	62	52	1	62	52	114

Κλιματιστικό φορτίο από οικιακές συσκευές Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο Kcal/h	Λανθάνον Φορτίο Kcal/h	Ολικό Θερμικό κέρδος από κάθε μια συσκευή Kcal/h	Αριθμός συσκευών	Ολικό Θερμικό κέρδος Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ	Όργανα της Γέφυρας	2356,2	415,8	471,24	1	2772

Κλιματιστικό φορτίο από Αγωγιμότητα από τον Νωπό Αέρα

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Εναλλαγές	Συντελεστής	Διαφορά θερμοκρασίας	Αισθητό Θερμικό κέρδος Kcal/h m
ΓΕΦΥΡΑ	82,824	26,64	0,29	11	7038,516
ΚΑΜΠΙΝΑ	19,278	5,678	0,29	11	349,1789
ΓΡΑΦΕΙΟ	13,85895	9,73	0,29	11	430,1638
W C	3,78	10,1	0,29	11	121,7878
Διάδρομος	8,4315	4,159	0,29	11	111,8625
		Σύνολο	αισθητού	φορτίου	8051,5 Kcal/h

Αριθμός καμπίνας	Απαίτηση Νωπού αέρα m <sup>3</sup>	Συντελεστής 700	Ειδική υγρασία Kg/Kg	Λανθάνον Θερμικό Κέρδος Kcal/h	Συνολικό φορτίο νωπού Kcal/h
ΓΕΦΥΡΑ	82,824	700	0,016	927,6288	82,824
ΚΑΜΠΙΝΑ	19,278	700	0,016	215,9136	19,278
ΓΡΑΦΕΙΟ	13,8	700	0,016	155,2202	13,8
W C	3,78	700	0,016	42,336	3,78
Διάδρομος	8,4	700	0,016	94,4328	8,4
	Σύνολο	λανθάνοντος	φορτίου	1435,5 Kcal/h	9487

**Γέφυρα -Αναλυτικά φορτία**

**Kcal/h**

Αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα	525,4
Αισθητό φορτίο από ακτινοβολία	6560,4
Αισθητό φορτίο από τον φωτισμό	382,5
Αισθητό φορτίο από συσκευές	2356,2
Αισθητό φορτίο από ανθρώπους	373
Λανθάνον φορτίο από συσκευές	415,8
Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους	284
Συνολικό Αισθητό φορτίο χώρου	10197,5
Συνολικό Λανθάνον φορτίο χώρου	699,8
Συνολικό φορτίο χώρου	10897,3
Συντελεστής Αισθητού φορτίου χώρου	0,9
Αισθητό Φορτίο νωπού	8051,5
Λανθάνον Φορτίο νωπού	1435,5
Συντελεστής Αισθητού φορτίου μηχανήματος	0,9
Συντελεστής Παράκαμψης μηχανήματος	0,1
Σημείο Δρόσου μηχανήματος	12
Ειδικό Αισθητό φορτίο χώρου	38387,9
Ειδικός συντελεστής αισθητού φορτίου ESHF=	0,771
Παροχή κλιματισμένου αέρα	2524
Εναλλαγές αέρα στο δωμάτιο	11,4
χρόνος ανά εναλλαγή αέρα δωματίου	6,6
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα κλιματισμού °C	14
Απαιτούμενη παροχή κλιματισμένου αέρα με βάση τον συντελεστή παράκαμψης	2213,6

## ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Πρέπει να εξετάζεται η ισορροπία μεταξύ αρχικού κόστους και κόστους λειτουργίας σε σχέση με τον διατεθειμένο χώρο για τους αεραγωγούς, για να προσδιοριστεί το καλύτερο σύστημα διανομής αέρα. Κάθε εφαρμογή είναι διαφορετική και πρέπει να αναλυθεί χωριστά. Μόνο γενικές αρχές ή κανόνες μπορούν να δοθούν στο μηχανικό για την εκλογή του κατάλληλου συστήματος. Οι παρακάτω παράγοντες επιδρούν άμεσα στο αρχικό κόστος και το κόστος λειτουργίας:

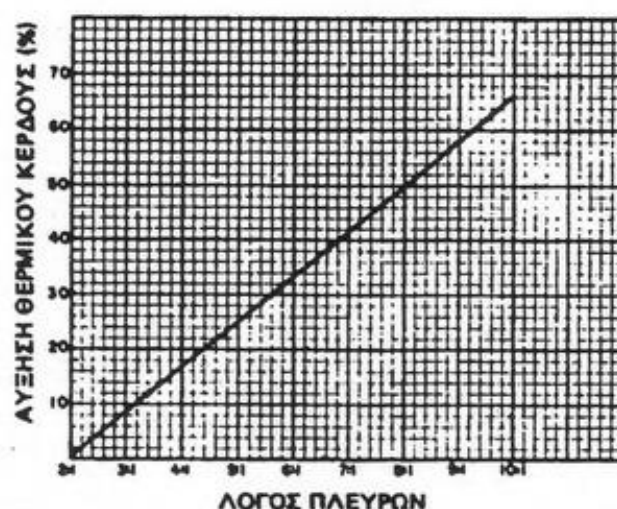
1. Θερμικό κέρδος ή απώλεια από τον αεραγωγό.
2. Λόγος πλευρών του αγωγού.
3. Συντελεστής τριβής των αεραγωγών.
4. Είδος των εξαρτημάτων σύνδεσης των αεραγωγών.

### Θερμικό Κέρδος ή Απώλεια

Τα θερμικά κέρδη ή οι απώλειες στο σύστημα αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής μπορεί να είναι υπολογίσιμες. Αυτό συμβαίνει όχι μόνο όταν ο αεραγωγός περνάει από ένα μη κλιματιζόμενο χώρο, αλλά και σε μεγάλες διαδρομές αεραγωγών μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους. Η μεταφορά θερμότητας λαμβάνει χώρα από τον κλιματιζόμενο χώρο στον αέρα του αεραγωγού κατά τη ψύξη και από τον αέρα του αγωγού στον κλιματιζόμενο χώρο κατά τη θέρμανση.

Μια μεταβολή πρέπει να γίνει στο θερμικό κέρδος του αεραγωγού για το τμήμα του που βρίσκεται στον μη κλιματιζόμενο χώρο, κατά τον υπολογισμό του φορτίου κλιματισμού. Η μέθοδος, με την οποία γίνεται η μεταβολή αυτή, παρουσιάζεται στο τμήμα 1 (υπολογισμός φορτίου). Η μεταβολή αυτή στο θερμικό κέρδος του αεραγωγού αυξάνει την ψυκτική ικανότητα του αέρα. Η αύξηση αυτή, πάλι, έχει ως αποτέλεσμα μια μεγαλύτερη παροχή αέρα ή μια χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα προσαγωγής ή και τα δύο.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ ΤΟΥ.**



Για την αντιστάθμιση της επίδρασης του φαινομένου της συναλλαγής θερμότητας μέσα από την επιφάνεια των αεραγωγών, απαιτείται μερικές φορές ανακατανομή των παροχών στα στόμια εξαγωγής του αέρα προσαγωγής κατά την αρχική μελέτη του συστήματος των αεραγωγών.

Οι παρακάτω γενικές οδηγίες δίνονται για να βοηθήσουν το μηχανικό στην κατανόηση των διαφόρων παραγόντων, που επηρεάζουν τη μελέτη των αεραγωγών:

1. Μεγαλύτερος λόγος πλευρών αεραγωγού οδηγεί σε μεγαλύτερα θερμικά κέρδη απ' ό,τι αεραγωγός με μικρό λόγο πλευρών, όταν οι δύο αεραγωγοί μεταφέρουν την ίδια ποσότητα αέρα. Το διάγραμμα 3 δείχνει την παραπάνω σχέση.
2. Αεραγωγοί μικρών παροχών με μικρή ταχύτητα αέρα παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη.
3. Τοποθέτηση μόνωσης στους αεραγωγούς μειώνει τα θερμικά τους κέρδη. Για παράδειγμα, μόνωση αεραγωγού με υλικό, το οποίο έχει  $u = 0,12$ , μειώνει το θερμικό κέρδος κατά 90%.

Γι' αυτό το λόγο, αποτελεί καλή πρακτική να σχεδιάζουμε το σύστημα αεραγωγών για μικρούς λόγους πλευρών και υψηλότερες ταχύτητες για την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών των αεραγωγών. Αν ο αγωγός πρόκειται να περάσει από ένα μη κλιματιζόμενο χώρο, θα πρέπει να μονωθεί.

## Λόγος Πλευρών

Ο λόγος πλευρών είναι ο λόγος της μεγάλης πλευράς προς τη μικρή πλευρά της διατομής ενός αεραγωγού. Ο λόγος αυτός είναι ένας σπουδαίος παράγοντας, που λαμβάνεται υπόψη στην προμελέτη. Αυξάνοντας το λόγο πλευρών, αυξάνει και το κόστος εγκατάστασης και το κόστος λειτουργίας του συστήματος.

Το κόστος εγκατάστασης (ή αρχικά, το κόστος των αεραγωγών) εξαρτάται από την ποσότητα του υλικού που χρησιμοποιήθηκε και την ανάγκη ύπαρξης πείρας στην κατασκευή των αεραγωγών. Οι παράγοντες αυτοί αναφέρονται στον Πίνακα 6. Ο πίνακας αυτός, επίσης, περιέχει την κατηγορία του αεραγωγού, την επιφάνεια της εγκάρσιας τομής για διάφορα μεγέθη κυκλικών αεραγωγών και την ισοδύναμη διάμετρο κυκλικού αεραγωγού για ορθογώνιους αεραγωγούς. Οι κεφαλαίοι αριθμοί στον πίνακα δηλώνουν την κατηγορία του αγωγού.

Η κατηγορία κατασκευής των αεραγωγών ποικίλλει από 1 έως 6 και εξαρτάται από τη μεγαλύτερη πλευρά του αγωγού και την ημιπερίμετρό του. Αυτό διευκρινίζεται ως εξής:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΛΕΥΡΑ (in.)	ΗΜΙΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (in.)
1	6 - 7 1/2	10-23
2	12-24	24-46
3	26-40	32-46
4	24-88	48-94
5	48-90	96-176
6	90 -144	96 - 238

Η κατηγορία του αγωγού είναι μια αριθμητική απεικόνιση του σχετικού αρχικού κόστους των αεραγωγών. Όσο μεγαλύτερη είναι η κατηγορία, τόσο ακριβότεροι είναι οι αγωγοί. Αν η κατηγορία αυξάνει, αλλά η επιφάνεια του αγωγού και η ικανότητα παραμένουν σταθερές, τα παρακάτω μεγέθη μπορεί να αυξηθούν:

1. Ημιπερίμετρος και επιφάνεια αγωγού.
2. Βάρος υλικού.
3. Μονάδες του μετάλλου.
4. Ποσό της απαιτούμενης μόνωσης.

Συνεπώς, για μεγαλύτερη οικονομία, το σύστημα των αεραγωγών θα σχεδιαστεί για τη μικρότερη κατηγορία αεραγωγών στο μικρότερο δυνατό λόγο πλευρών.

## Συντελεστής Τριβής

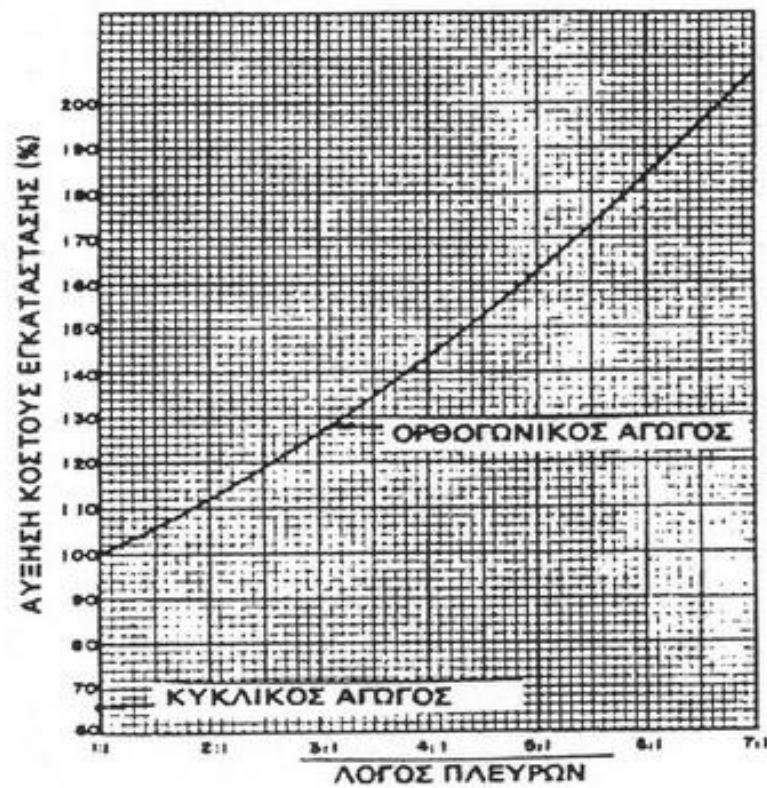
Το κόστος λειτουργίας ενός συστήματος διανομής αέρα μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά, όταν τα μεγέθη, των ορθογώνιων αγωγών δεν προσδιορίζονται από τον πίνακα των ισοδύναμων αγωγών κυκλικής διατομής (Πίνακας 6). Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται για να πόρου με τα μεγέθη ορθογώνιου αγωγού, ο οποίος έχει τον ίδιο συντελεστή τριβής και την ίδια ικανότητα με τον ισοδύναμο του κυκλικό αγωγό. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι η απαιτούμενη επιφάνεια αγωγού για ένα σύστημα είναι 480 sq in. και ότι οι διαστάσεις του ορθογώνιου αγωγού καθορίζονται απευθείας από την επιφάνεια αυτή. Η παρακάτω πινακοποίηση δείχνει τις διαμέτρους του ισοδύναμου αγωγού που προκύπτουν, καθώς και τους συντελεστές τριβής για παροχή αέρα 4000 cfm στους αγωγούς που διαλέχτηκαν:

Διαστάσεις (in.)	Επιφάνεια (sq ft)	Λόγος πλευρών	Κατασκευαστική Κατηγορία αγωγού
94x12	5.86	7.8:1	6
84x13	5.86	6.5:1	5
76x14	5.86	5.4:1	4
42x22	5.86	1.9:1	4
30x30	5.86	1:1	4
32.8 (συνολικός)	5.86	-	-

Διαστάσεις (in.)	Μονάδες (U.S.)	Κατά μήκος επιφάνεια (sq ft/ft)	Βάρος (lb/ft)
94x12	18	17.7	38.3
84x13	20	16.2	26.8
76x14	20	15.0	24.8
42x22	22	10.7	15.1
30x30	24	10.0	11.6
32.8 (συνολικός)	20	8.6	14.3

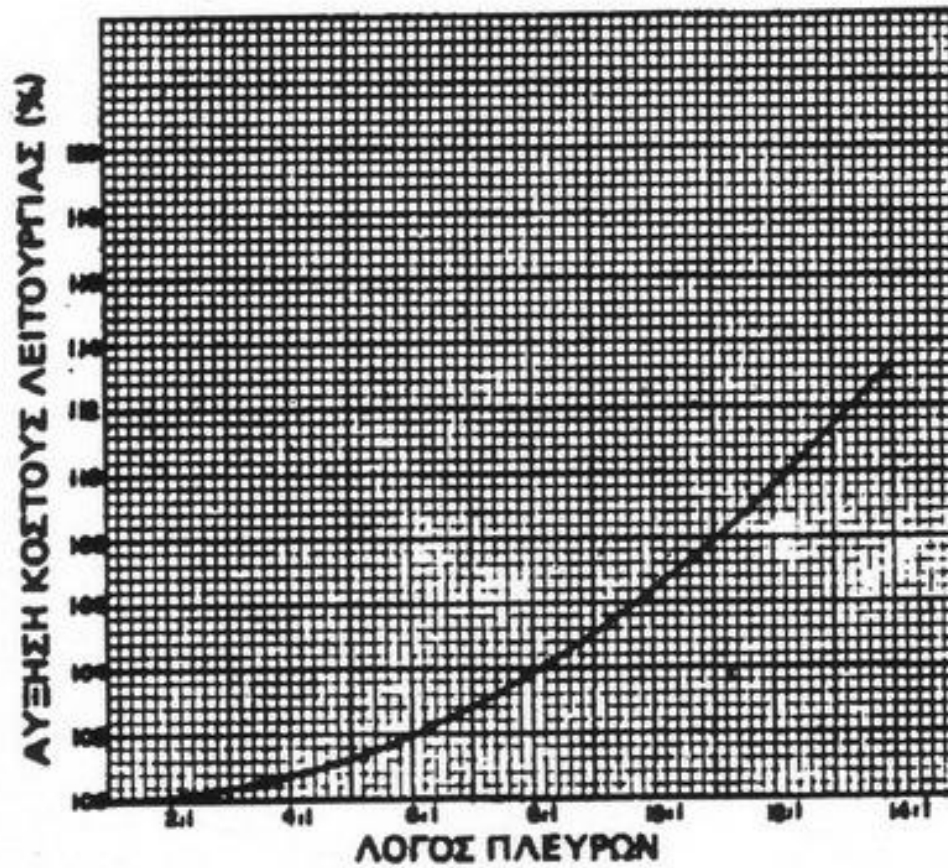
Διαστάσεις αγωγού (in)	Ισοδύναμη διάμετρος κυκλικού αγωγού. (in)	Συντελεστής τριβής (in. wg/100ft)	Λόγος πλευρών
24x20	23.9	.090	1.2:1
30x16	23.7	.095	1.9:1
48x10	22.3	.125	4.8:1
80x 6	20.1	.210	13.3:1

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΠΛΕΥΡΩΝ.**



Με την παραδοχή ότι η συνολική στατική πίεση είναι μια ίντσα ανά 100 πόδια μήκους αεραγωγού για τον αεραγωγό και τον υπόλοιπο εξοπλισμό, προκύπτει ότι στο παραπάνω σύστημα το κόστος λειτουργίας αυξάνει με την αύξηση του λόγου πλευρών. Αυτό φαίνεται στο διάγραμμα 5.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΠΛΕΥΡΩΝ.**






Γι' αυτό, το χαμηλότερο κόστος κτήσης και το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας επιτυγχάνεται, όταν χρησιμοποιούμε κυκλική σωλήνωση. Αν δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυκλικός αεραγωγός εξαιτίας περιορισμών χώρου, θα χρησιμοποιηθεί ορθογώνιος με όσο το δυνατό πιο μικρό λόγο πλευρών. Προτιμάται φυσικά λόγος πλευρών 1: 1 ή τετράγωνος αγωγός.

### Κατηγορίες Συνδετικών Στοιχείων Αεραγωγών

Γενικά, τα εξαρτήματα σύνδεσης αεραγωγών μπορούν να υποδιαιρεθούν στις κατηγορίες Α και Β, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Για να έχουμε το πιο χαμηλό αρχικό κόστος, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε συνδέσμους της κατηγορίας Α, αφού ο χρόνος κατασκευής συνδέσμου της κατηγορίας Β είναι περίπου 2,5 φορές παραπάνω από τον αντίστοιχο σύνδεσμο της κατηγορίας Α.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ**

<b>A-ΧΩΡΙΣ ΟΔΗΓΗΤΙΚΑ ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΡΟΗΣ</b>	
Σύνδεσμος με σταθερές διαστάσεις εγκάρσιας τομής.	
Σύνδεσμος με μεταβλητή ακτίνα καμπυλότητας και σταθερό πλάτος.	
Σύνδεσμος με ευθείες πλευρές και ραφές	
<b>B-ΜΕ ΟΔΗΓΗΤΙΚΑ ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΡΟΗΣ</b>	
Σύνδεσμος σταθερής ακτίνας καμπυλότητας και μεταβλητού πλάτους.	
Σύνδεσμος μεταβλητής ακτίνας καμπυλότητας και μεταβλητού πλάτους.	

### ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Υπάρχουν μερικά στοιχεία στη σχεδίαση των αγωγών που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν εκλέξουμε τα μεγέθη του συστήματος των αεραγωγών. Στα στοιχεία αυτά συμπεριλαμβάνονται μεταβολές διατομής αγωγών, καμπύλες κοινωνίες, σύνδεσμοι αεραγωγών, διακλαδώσεις, η συμπίκνωση υδρατμού στους αεραγωγούς και ο έλεγχος παροχών αέρα.

#### Μεταβολές Διατομής

Μεταβολές διατομής αεραγωγών χρησιμοποιούνται για την αλλαγή του σχήματος αγωγού ή για την αύξηση ή τη μείωση της επιφάνειας του αγωγού. Όταν αλλάζει το σχήμα ορθογωνικού αγωγού, αλλά παραμένει ίδια η διατομή του, συνιστάται κλίση 1 in ανά 7 in για τις πλευρές του τμήματος που αλλάζει σχήμα, όπως φαίνεται στο σχ. 19. Αν δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί αυτή η κλίση, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερη, χωρίς όμως να υπερβούμε τη μέγιστη, που είναι 1 in ανά 4 in.

Ο λειτουργικός σκοπός ενός συστήματος αεραγωγών είναι η μεταφορά αέρα από τη συσκευή προσαγωγής αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο. Για την πραγματοποίηση του σκοπού αυτού, κατά ένα πρακτικό τρόπο, το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί μέσα στα προδιαγραφόμενα όρια του διατεθειμένου χώρου, των απωλειών τριβής, ταχύτητας, στάθμης θορύβου, των απωλειών θερμότητας, των απωλειών διαρροών και των θερμικών κερδών.

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται σ' αυτά τα πρακτικά κριτήρια σχεδιασμού και, επίσης, εξετάζει τον οικονομικό ισολογισμό αρχικού κόστους και κόστους λειτουργίας. Επιπλέον, δίνει συστάσεις για την κατασκευή των διάφορων τύπων των συστημάτων αεραγωγών.



## ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ

Συχνά, η σχεδίαση των αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής, και σε μερικές περιπτώσεις, και η κατηγορία του συστήματος τους προσδιορίζονται από τον διατεθειμένο χώρο για τους αγωγούς και την εμφάνιση τους. Σε ξενοδοχεία και κτίρια γραφείων, όπου ο χώρος είναι περιορισμένος, ένα σύστημα υψηλής ταχύτητας με μονάδες επαγωγής και μικρούς κυκλικούς αεραγωγούς είναι συχνά το πιο πρακτικό.

Μερικές εφαρμογές απαιτούν εκτεθειμένους αεραγωγούς, οι οποίοι προσδένονται στην οροφή, όπως σε υφιστάμενο κατάστημα με τμήματα διάφορων εμπορευμάτων ή υφιστάμενο κτίριο γραφείων. Για εφαρμογή τέτοιου τύπου είναι ιδανικοί οι αεροδυναμικοί αεραγωγοί ορθογωνικής διατομής. Οι αγωγοί αυτοί κατασκευάζονται, ώστε να δίνουν την εμφάνιση δοκού στην οροφή κι έχουν λεία εξωτερική επιφάνεια με τις ενώσεις τους, που έχουν κατασκευαστεί στο εσωτερικό τους. Οι αεραγωγοί αυτοί σχεδιάζονται με ένα ελάχιστο αριθμό μειώσεων στο μέγεθος της διατομής τους, ώστε να διατηρείται η εμφάνιση της συνεχούς δοκού.

Η εμφάνιση των αεραγωγών και ο διαθέσιμος χώρος σε εφαρμογές βιομηχανικού κλιματισμού, συχνά, είναι δευτερεύουσας σημασίας. Ένα συμβατικό σύστημα με αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής είναι, πιθανώς, η πιο οικονομική σχεδίαση για τέτοιες εφαρμογές.

## ΓΕΝΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Τα συστήματα αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής ταξινομούνται ανάλογα με την ταχύτητα και την πίεση του αέρα, που ρέει μέσα στους αεραγωγούς.

#### Ταχύτητα

Υπάρχουν δύο κατηγορίες συστημάτων μεταφοράς αέρα, που χρησιμοποιούνται σε κλιματιστικές εφαρμογές. **Το σύστημα χαμηλής ταχύτητας (ή συμβατικό σύστημα)** και **το σύστημα υψηλής ταχύτητας**. Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο συστημάτων είναι μάλλον νεφελώδης, αλλά για τους σκοπούς του κεφαλαίου αυτού σαν οδηγός διαχωρισμού χρησιμοποιούνται οι παρακάτω αρχικές ταχύτητες αέρα προσαγωγής:

1. Κλιματισμός εμπορικής άνεσης
  - α. Χαμηλής ταχύτητας - μέχρι και 2500 fpm. Κανονικά μεταξύ 1200 και 2200 fpm.
  - β. Υψηλής ταχύτητας - πάνω από 2500 fpm.
2. Κλιματισμός βιομηχανικής άνεσης
  - α. Χαμηλής ταχύτητας - μέχρι 2500fpm. Κανονικά μεταξύ 2200 και 2500fpm.
  - β. Υψηλής ταχύτητας - 2500 μέχρι 5000 fpm.

Κανονικά, τα συστήματα αέρα επιστροφής και για τις δύο κατηγορίες συστημάτων προσαγωγής αέρα σχεδιάζονται σε συστήματα χαμηλής ταχύτητας. Οι περιοχές ταχυτήτων για εφαρμογές εμπορικής και βιομηχανικής άνεσης έχουν ως εξής:

1. Κλιματισμός εμπορικής άνεσης - χαμηλής ταχύτητας μέχρι και 2000 fpm. Κανονικά μεταξύ 1500 και 1800 fpm.
2. Κλιματισμός βιομηχανικής άνεσης - υψηλής ταχύτητας μέχρι 2500 fpm. Κανονικά μεταξύ 1800 και 2200 fpm.

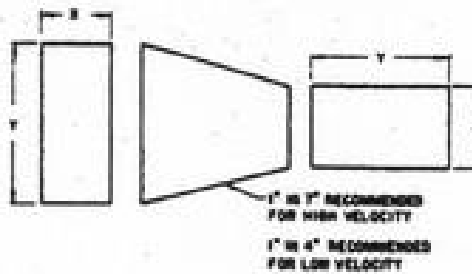
#### Πίεση

Τα συστήματα διανομής αέρα υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες. Ανάλογα με την πίεση χαμηλής, μέσης και υψηλής πίεσης. Οι κατηγορίες αυτές έχουν τις ίδιες περιοχές πιέσεων με τους ανεμιστήρες πρώτης, δεύτερης και τρίτης κατηγορίας, όπως παρακάτω:

1. Χαμηλής πίεσης - μέχρι και 3 3/4 in στήλης νερού - ανεμιστήρας 1ης κατηγορίας.
2. Μέσης πίεσης - 3 3/4 μέχρι 6 3/4 in στήλης νερού - ανεμιστήρας 2ης κατηγορίας.

3. Υψηλής πίεσης - 6 3/4 μέχρι 12 3/4 in στήλης νερού - ανεμιστήρας 3ης κατηγορίας.

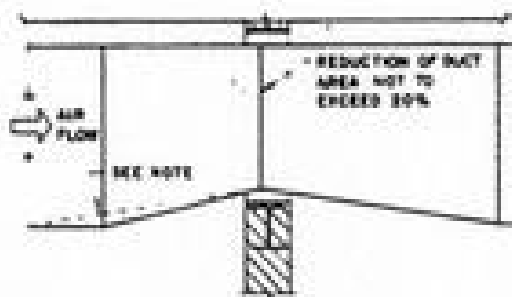
Οι περιοχές αυτές πιέσεων αναφέρονται σε συνολική πίεση, που περιλαμβάνει τις απώλειες, μέσω της συσκευής προσαγωγής αέρα, αεραγωγών και στομιών αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους.



### Σχ. 19. Μεταβολή Διατομής Αγωγού.

1. 1" in 7" recommended for high velocity = 1" ανά 7" συνιστάται για υψηλή ταχύτητα. 2. 1" in 4" recommended for low velocity = 1" ανά 4" συνιστάται για χαμηλή ταχύτητα.

Συχνά, οι αγωγοί πρέπει να μειωθούν σε μέγεθος για να αποφύγουμε διάφορα εμπόδια που παρεμβάλλονται στη διαδρομή τους. Θεωρείται καλό να μην ελαττωθεί η αρχική διατομή περισσότερο από 20%. Η συνιστώμενη κλίση της μεταβολής της διατομής είναι 1 in ανά 7 in για την περίπτωση της μείωσης της διατομής του αγωγού. Όπου είναι αδύνατο να επιτευχθεί η κλίση αυτή, μπορεί να την αυξήσουμε μέχρι και 1 in ανά 4 in. Όταν η επιφάνεια του αγωγού αυξάνει, η κλίση της μεταβολής της δεν θα ξεπερνάει την 1 in ανά 7 in. Το σχ. 20 δείχνει τη μεταβολή της διατομής ορθογωνικού αγωγού για την αποφυγή ενός εμποδίου και το σχ. 21 δείχνει τη μεταβολή μιας διατομής από κυκλική σε ορθογωνική και αντίστροφα, για την αποφυγή εμποδίου

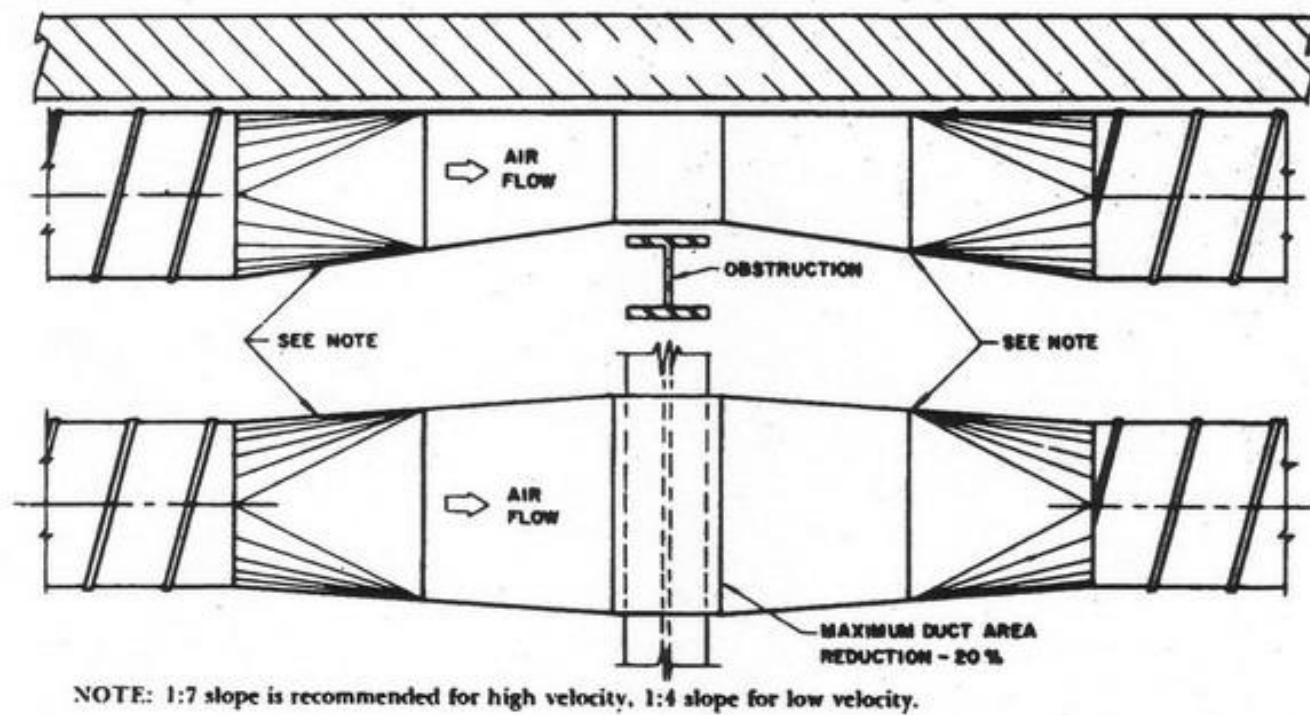


NOTE: 1:7 slope is recommended for high velocity.  
1:4 slope for low velocity.

### Σχ. 20. Μεταβολή Διατομής Ορθογωνικού Αγωγού για την Αποφυγή Εμποδίου.

1. Air flow = Ροή αέρα. 2. See note = Βλέπε τη σημείωση. 3. Reduction of duct area not to exceed 20%  
= Η μεταβολή της επιφάνειας του αγωγού δεν θα ξεπερνάει το 20%.

Σε μερικά συστήματα διανομής αέρα, είναι δυνατό να τοποθετηθεί μέσα στους αεραγωγούς εξοπλισμός, όπως στοιχεία θέρμανσης. Κανονικά, ο εξοπλισμός είναι μεγαλύτερος από τον αεραγωγό και, συνεπώς, πρέπει να αυξηθεί η επιφάνεια του αεραγωγού. Η κλίση του τμήματος μεταβολής της διατομής στην πλευρά εισόδου της ροής στον εξοπλισμό περιορίζεται μέχρι 30°, όπως φαίνεται στο σχ. 22 στην επόμενη σελίδα. Στην πλευρά εξόδου της ροής η κλίση δεν θα είναι μεγαλύτερη από 45°.



**Σχ. 21. Μετασχηματισμός Κυκλικού Αγωγού για την Αποφυγή Εμποδίου.**

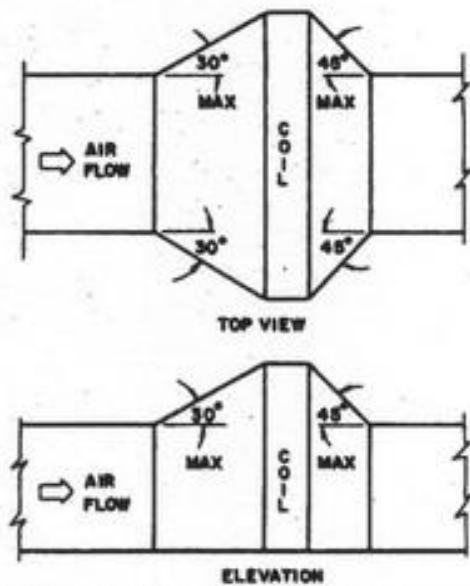
1. Air flow = Ροή αέρα. 2. Obstruction = Εμπόδιο. 3. See note = Βλέπε τη σημείωση. 4. Maximum duct area reduction - 20% = Μεγίστη μείωση επιφάνειας αγωγού 20%.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κλίση 1:7 συνιστάται για υψηλή ταχύτητα, 1:4 για χαμηλή ταχύτητα.

## Αυξήσεις στις Στενώσεις Διατομής Αεραγωγών

Οι καθιερωμένες μέθοδοι υπολογισμού αεραγωγών συχνά υπαγορεύουν μία μείωση της διατομής του αγωγού μετά από κάθε ακροφύσιο και κλάδο διακλάδωσης. Αν και μπορεί να γίνει κατ' ελάχιστο μείωση 2 ιντσών, συνιστάται οπωσδήποτε να διατηρηθεί το αρχικό μέγεθος του αγωγού. Διότι, όταν ο αγωγός διατηρεί το μέγεθος του σε διαδρομή μερικών ακροφυσίων, μπορεί να έχουμε οικονομία κόστους εγκατάστασης μέχρι 25%.

Στην περίπτωση που διατηρείται το μέγεθος των αγωγών, θα έχουμε αγωγούς των ίδιων διαστάσεων, στους οποίους φυσικά θα έχουμε σαν αύξηση της διατομής τη στένωση που κανονικά έπρεπε να γίνει, και η οποία αύξηση θα είναι 2 in, κατά προτίμηση στη μία διάσταση μόνο. Το συνιστώμενο ελάχιστο μέγεθος αεραγωγού που κατασκευάζεται σε εργαστήριο είναι 8 in x 10 in.



NOTE: Angles shown are for low velocities. 1:7 slope is recommended for high velocities.

**Σχ. 22. Μεταβολή Αγωγού στην Περίπτωση Εξοπλισμού μέσα στον Αγωγό.**

1. Air flow = Ροή αέρα. 2. Coil = Στοιχείο. 3. Max = Μέγιστη κλίση. 4. Top view = Κάτοψη. 5. Elevation = Πρόσοψη.

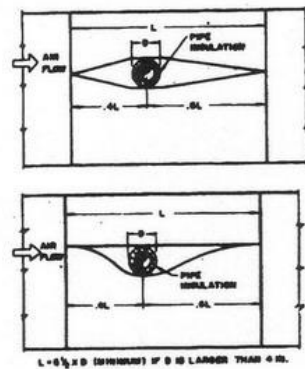
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Οι γωνίες στο σχήμα αναφέρονται σε χαμηλές ταχύτητες. Κλίση 1:7 συνιστάται για υψηλές ταχύτητες.

**Εμπόδια**

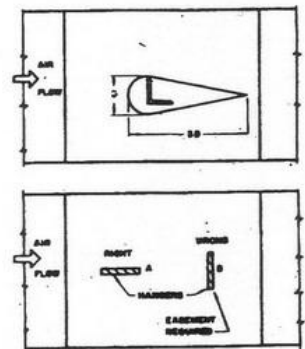
Η τοποθέτηση σωλήνων, ηλεκτρικών αγωγών, δοκών και άλλων στοιχείων μέσα στον αγωγό πρέπει πάντα να αποφεύγεται, και ειδικά σε γωνίες και ταυ. Κανενός είδους εμπόδιο δεν πρέπει να υπάρχει μέσα σε αεραγωγούς υψηλής ταχύτητας. Τα εμπόδια προκαλούν πτώση πίεσης, που θα μπορούσε να αποφευχθεί, ενώ στα συστήματα υψηλής ταχύτητας μπορεί να γίνουν πηγές θορύβου μέσα στο ρεύμα του αέρα.

Στις ελάχιστες περιπτώσεις, στις οποίες δεν μπορούμε να αποφύγουμε τη διέλευση των εμποδίων μέσα από τους αεραγωγούς, πρέπει να συμμορφωθούμε με τις παρακάτω συστάσεις:

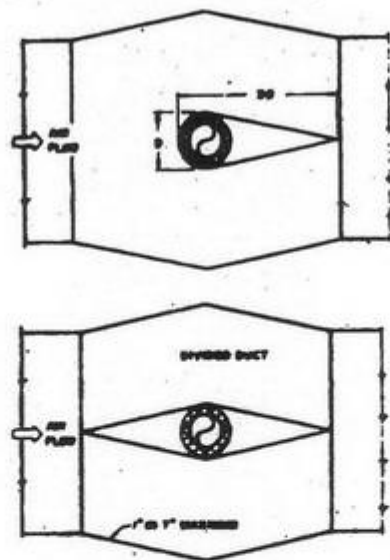
1. Κάλυψη όλων των σωλήνων και κυκλικών εμποδίων, που έχουν διάμετρο πάνω από 4 in, με ένα ειδικό τεμάχιο εξομάλυνσης της ροής. Δύο τυπικά τέτοια τεμάχια φαίνονται στο σχ. 23.
2. Κάλυψη τυχόν επιπέδων ή εμποδίων με ακανόνιστη μορφή, που έχουν πλάτος πάνω από 3 in, με τεμάχιο εξομάλυνσης. Αναρτήρες ή στηρίγματα στον αεραγωγό πρέπει να είναι παράλληλα προς τη ροή του αέρα. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, πρέπει να καλύπτονται με τεμάχιο εξομάλυνσης. Το σχ. 24 δείχνει ένα τεμάχιο εξομάλυνσης μορφής αεροτομής, που καλύπτει μια γωνία. Ο αναρτήρας Β, επίσης, απαιτεί τεμάχιο εξομάλυνσης.
3. Αν το τεμάχιο εξομάλυνσης ξεπερνάει το 20% της επιφάνειας του αγωγού, πρέπει να μεταβάλλουμε τη διατομή του αγωγού ή να τον χωρίσουμε σε δύο αγωγούς. Όταν ο αγωγός χωρίζεται ή μεταβάλλουμε τη διατομή του, η αρχική του επιφάνεια πρέπει να διατηρηθεί. Το σχ. 25 δείχνει μια μεταβολή διατομής αγωγού και έναν αγωγό που χωρίστηκε με σκοπό τον συμβιβασμό του με την τοποθέτηση του τεμάχιο u εξομάλυνσης. Όταν χωρίζουμε έναν αγωγό ή μεταβάλλουμε τη διατομή του, πρέπει να τηρήσουμε τις συστάσεις που δόθηκαν για την κλίση της μεταβολής της διατομής.
4. Αν κάποιο εμπόδιο παρεμποδίζει μόνο τη γωνία ενός αγωγού, μεταβάλλουμε μόνο το τμήμα του αγωγού που παρεμποδίζεται, ώστε να αποφύγουμε το εμπόδιο. Η μείωση της επιφάνειας του αγωγού δεν πρέπει να ξεπερνάει το 20% της αρχικής επιφάνειας.



**Σχ. 23. Τεμάχια Εξομάλυνσης της Ροής που καλύπτουν Εμπόδια.**  
 1. Air flow = Ροή αέρα. 2. Pipe insulation = Μόνωση σωλήνα. 3.  $L = 6 \frac{1}{2} \times D$  (Minimum), if D is larger than 4 in. =  $L = 6 \frac{1}{2} D$  (ελάχιστο), αν D είναι μεγαλύτερο από 4 in.



**Σχ. 24. Τεμάχια Εξομάλυνσης της Ροής που καλύπτουν Ακανόνιστα Σχήματα.**  
 1. Right = Σωστό. 2. Wrong = Λάθος. 3. Hangers = Αναρτήρες. 4. Easement required = Απαιτείται τεμάχιο εξομάλυνσης.



**NOTE: 1:7 slope is recommended for high velocity,  
 1:4 slope for low velocity.**

**Σχ. 25. Μεταβολή Αγωγού για Τοποθέτηση Τεμάχων Εξομάλυνσης.**  
 1. Divided duct = Διαιρεμένος αγωγός. 2. 1" in 7" maximum = Μέγιστη κλίση 1 in ανά 7 in.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κλίση 1:7 συνιστάται για υψηλή ταχύτητα, 1:4 για χαμηλή ταχύτητα.**

### Καμπύλες και Γωνίες

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία από καμπύλες και γωνίες για συστήματα αγωγών κυκλικής και ορθογωνικής διατομής. Η παρακάτω λίστα δίνει τις πιο συνηθισμένες.

Αγωγός ορθογωνικής διατομής

1. Κανονική καμπύλη

Αγωγός κυκλικής διατομής

1. Λεία καμπύλη

2. Απότομη καμπύλη με καθοδηγητικά πτερύγια

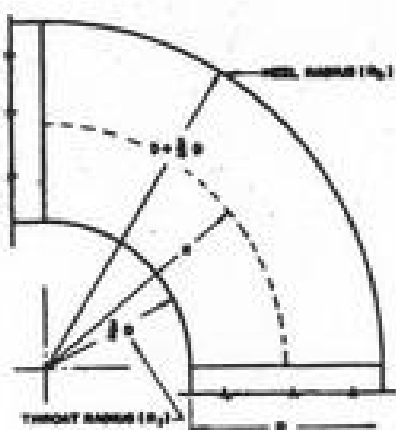
2. Γωνία τριών τεμαχίων

3. Ορθή γωνία με καθοδηγητικά πτερύγια

3. Γωνία πέντε τεμαχίων

Η σειρά με την οποία δόθηκαν οι γωνίες και οι καμπύλες της παραπάνω λίστας είναι αύξουσα από άποψη κόστους. Αυτό δε σημαίνει, βέβαια, ότι αναγκαστικά η σειρά αυτή είναι και η σειρά των πτώσεων πίεσης τους. Οι Πίνακες 9 μέχρι 12 δείχνουν τις απώλειες για τις διάφορες γωνίες ορθογωνικής και κυκλικής διατομής.

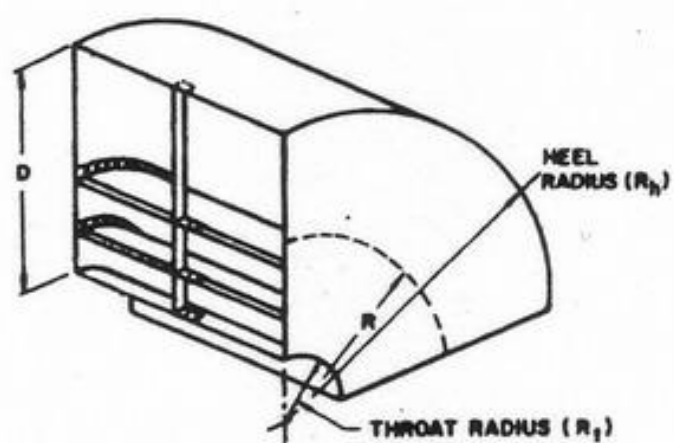
Οι κανονικές καμπύλες κατασκευάζονται με εσωτερική ακτίνα ίση με τα 3/4 της διάστασης του αγωγού στο επίπεδο στροφής της γωνίας. Μια γωνία που έχει την παραπάνω εσωτερική ακτίνα έχει λόγο  $R/D = 1,25$ . Ο λόγος αυτός θεωρείται ο καλύτερος.



**Σχ. 26. Κανονική Καμπύλη Ορθογωνικής Διατομής.**

1. Throat radius ( $R_1$ ) = Εσωτερική ακτίνα (ή ακτίνα λαιμού). 2. Heel radius ( $R_2$ ) = Εξωτερική ακτίνα (ή ακτίνα πτέρνας).

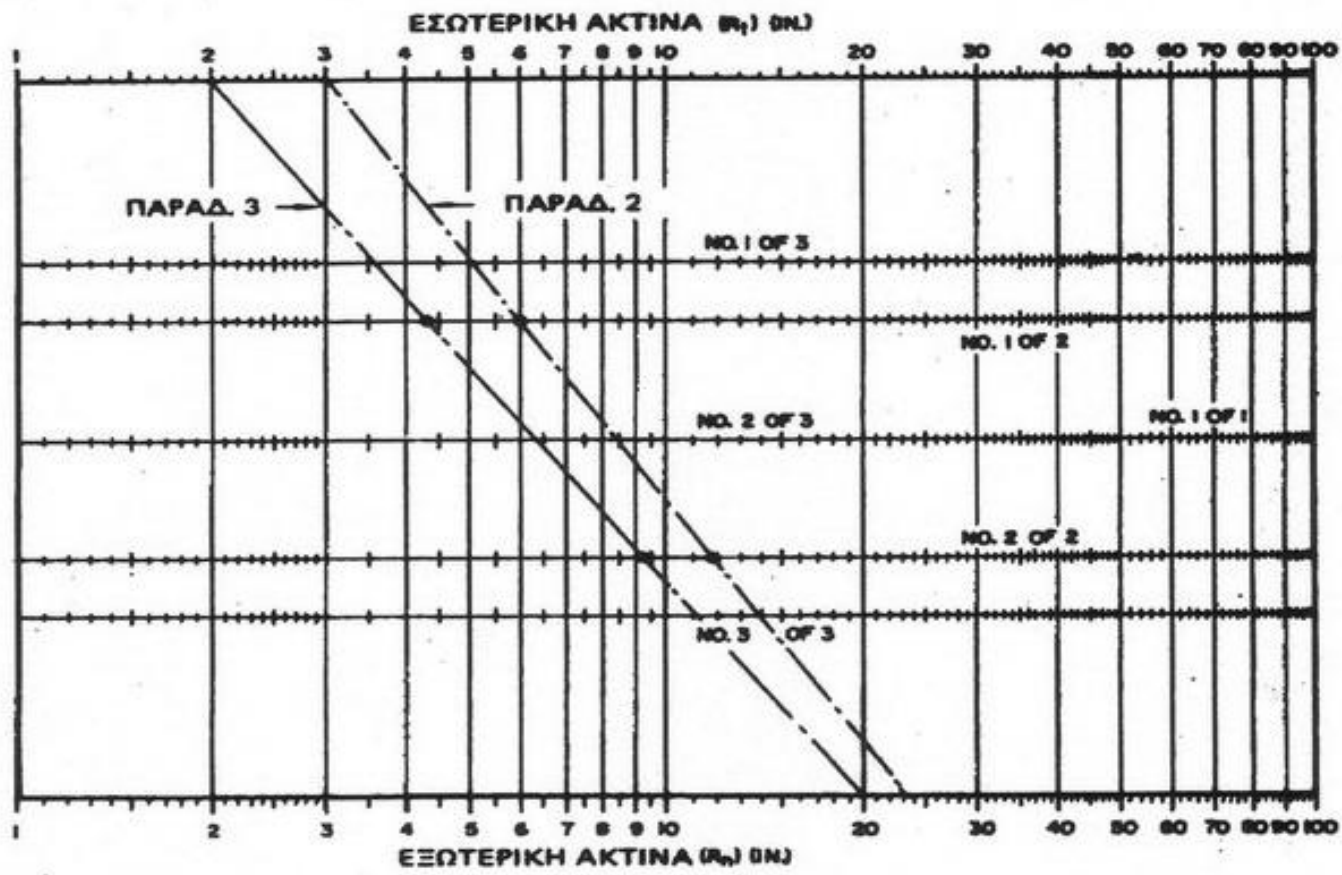
Η απότομη καμπύλη με καθοδηγητικά πτερύγια φαίνεται στο σχ. 27. Η γωνία αυτή μπορεί να έχει ένα, δύο ή τρία καθοδηγητικά πτερύγια. Αυτά εκτείνονται κατά την πλήρη κύρτωση της γωνίας και η θέση τους προσδιορίζεται από το διάγραμμα 6. Το παράδειγμα 2 επεξηγεί τη χρήση του διαγράμματος 6 για τον προσδιορισμό της θέσης των οδηγητικών πτερυγίων της καμπύλης του σχ. 28.



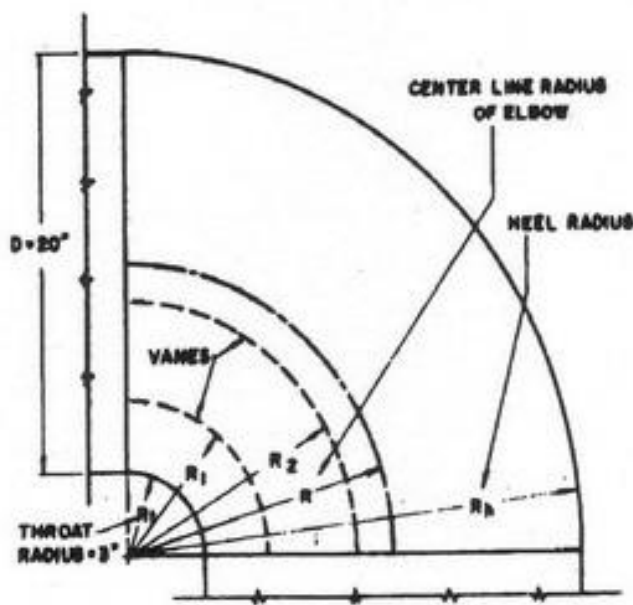
**Σχ. 27. Απότομη Καμπύλη με Καθοδηγητικά Πτερύγια.**

1. Heel radius ( $R_h$ ) = Εξωτερική ακτίνα (ή ακτίνα πτέρνας). 2. Throat radius ( $R_t$ ) = Εσωτερική ακτίνα (ή ακτίνα λαιμού).

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΤΙΚΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ.**



From Fan Engineering, Buffalo Forge Co.

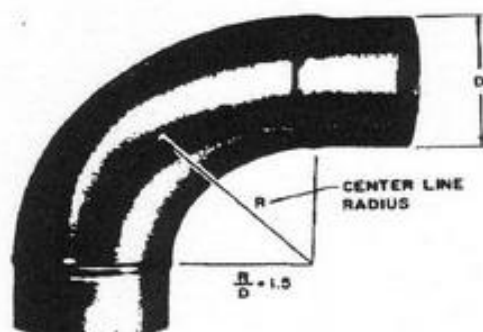


**Σχ. 28. Τοποθέτηση Καθοδηγητικού Πτερυγίου σε Καμπύλη Ορθογωνικής Διατομής.**  
 1. Vanes = Καθοδηγητικά πτερύγια. 2. Center line radius of elbow = Ακτίνα καμπυλότητας της καμπύλης. 3. Heel radius = Εξωτερική ακτίνα.



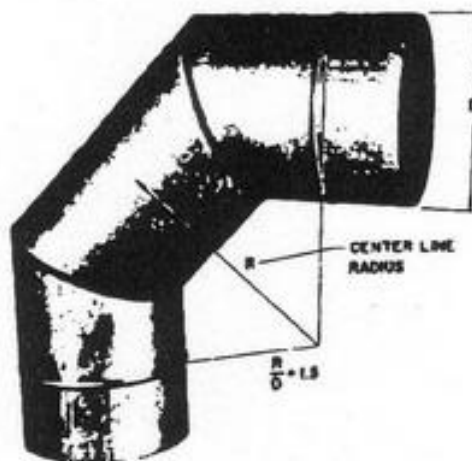
Η ορθή γωνία με καθοδηγητικά πτερύγια μπορεί να έχει καθοδηγητικά πτερύγια, είτε απλού, είτε σύνθετου πάχους, τοποθετημένα πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Το σχ.30 δείχνει καθοδηγητικά πτερύγια σύνθετης μορφής σε μια ορθή γωνία. Οι γωνίες αυτές χρησιμοποιούνται όταν δεν είναι δυνατή η χρήση καμπύλων, λόγω περιορισμών χώρου, και όπου απαιτούνται ορθές γωνίες. Η ορθή γωνία με καθοδηγητικά πτερύγια είναι δαπανηρή από κατασκευαστική άποψη και, συνήθως, παρουσιάζει υψηλότερη πτώση πίεσης απ' ό,τι η απότομη καμπύλη με καθοδηγητικά πτερύγια ή η ενδεδειγμένη καμπύλη ( $R/D=1,25$ ).

Λείες καμπύλες απαιτούνται για συστήματα κυκλικής διατομής ή σε συστήματα με σπирάλ σωλήνωση. Το σχ. 31 δείχνει μία λεία καμπύλη 90° με λόγο  $R/D = 1,5$ . Η τιμή αυτή του λόγου  $R/D$  είναι η ενδεδειγμένη για όλες τις καμπύλες και τις γωνίες, που χρησιμοποιούνται σε αγωγούς κυκλικής διατομής ή σπирάλ.

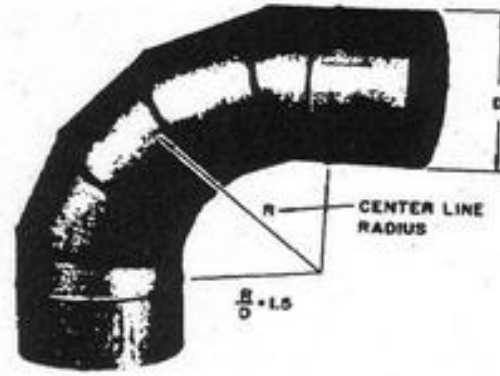


**Σχ. 31. Λεία Καμπύλη 90°.**  
1. Center line radius = Ακτίνα κεντροβαρικού άξονα.

Η γωνία τριών τεμαχίων (σχ.32) έχει τον ίδιο λόγο  $R/D$ , όπως η λεία καμπύλη, αλλά παρουσιάζει την υψηλότερη πτώση πίεσης σε σχέση με τη λεία καμπύλη και τη γωνία 5 τεμαχίων (σχ.33). Η καμπύλη αυτή είναι δευτερεύουσας σημασίας από άποψη κατασκευαστικού κόστους και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν διατίθενται λείες καμπύλες.



**Σχ. 32. Γωνία Τριών Τεμαχίων 90°.**  
1. Center line radius = Ακτίνα κεντροβαρικού άξονα.

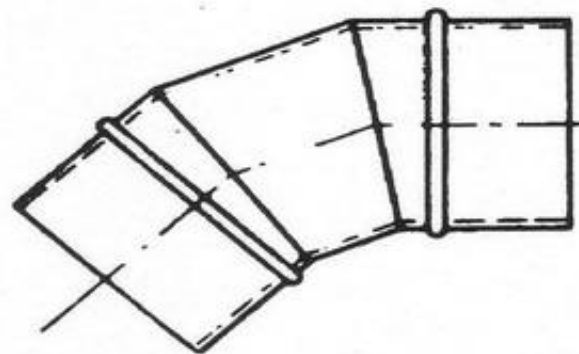


**Σχ. 33. Γωνία Πέντε Τεμαχίων 90°.**  
 1. Center line radius = Ακτίνα κεντροβαρικού άξονα.

Η γωνία τριών τεμαχίων (σχ.32) έχει τον ίδιο λόγο  $R/D$ , όπως η λεία καμπύλη, αλλά παρουσιάζει την υψηλότερη πτώση πίεσης σε σχέση με τη λεία καμπύλη και τη γωνία 5 τεμαχίων (σχ. 33). Η καμπύλη αυτή είναι δευτερεύουσας σημασίας από άποψη κατασκευαστικού κόστους και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν διατίθενται λείες καμπύλες.



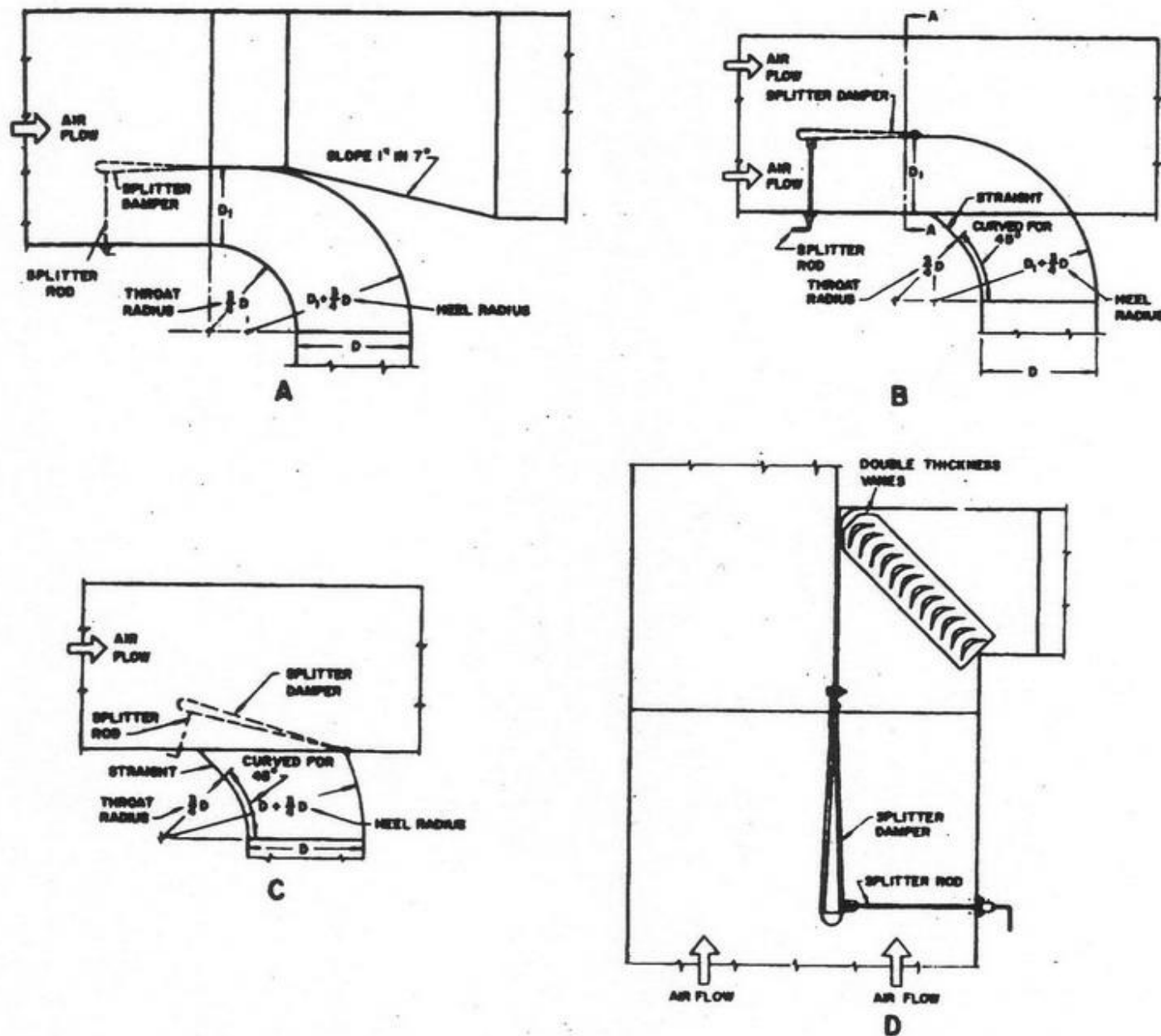
**Σχ. 34. Λεία Καμπύλη 45°.**



**Σχ. 35. Γωνία 45° Τριών Τεμαχίων.**

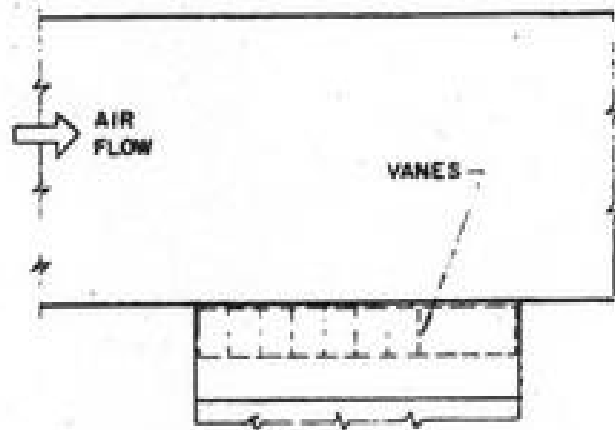
## Διακλαδώσεις

Υπάρχουν μερικοί τύποι διακλαδώσεων που χρησιμοποιούνται πολύ σε συστήματα αγωγών ορθογωνικής διατομής. Οι συστάσεις που δόθηκαν για τις καμπύλες και τις γωνίες ορθογωνικής διατομής έχουν εφαρμογή και στις διακλαδώσεις. Το σχ. 36 δείχνει τις διακλαδώσεις που συναντάμε πιο συχνά στην πράξη. Το σχ. 36A δείχνει διακλάδωση με κανονική καμπύλη. Στα σχ. 36A και 36B, η εσωτερική και εξωτερική ακτίνα έχουν διαφορετικό κέντρα, εφόσον η διάσταση  $D$  είναι μεγαλύτερη από την  $D_1$ . Η βασική διαφορά των σχ. 36A και 36B βρίσκεται στο ότι στο σχ. 36B η διακλάδωση εκτείνεται μέσα στον αγωγό και, συνεπώς, δεν έχουμε μείωση στον κύριο αγωγό. Το σχ. 36C δείχνει διακλάδωση τύπου εσωτερικού κρουνού, όπου η διακλάδωση δεν εκτείνεται μέσα στον αγωγό. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται συχνά για μικρές παροχές αέρα στον αγωγό διακλάδωσης. Η διακλάδωση ορθής γωνίας (σχ. 36D) είναι η λιγότερο επιθυμητή από άποψη κόστους και πτώσης πίεσης. Περιορίζεται σε εφαρμογές, όπου περιορισμοί χώρου δεν επιτρέπουν τη χρήση κανονικής καμπύλης στη διακλάδωση.



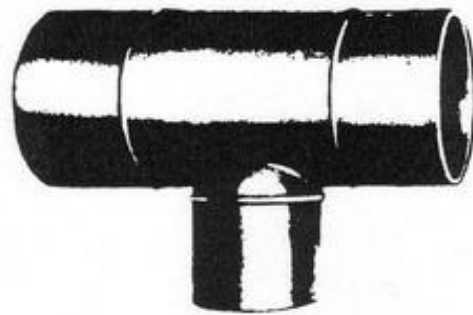
Σχ. 36. Τυπικές Διακλαδώσεις.

Απευθείας διακλάδωση (σχ. 37) σπάνια χρησιμοποιείται για κλάδους αγωγών. Η χρήση της, όμως, κυριαρχεί οπωσδήποτε σε κλάδους με ένα μόνο στόμιο εξόδου. Στην περίπτωση αυτή ονομάζεται κολάρο. Για τον καλύτερο έλεγχο της παροχής αέρα στη διακλάδωση, μπορεί να προστεθεί ένα διάφραγμα πτερυγίου.

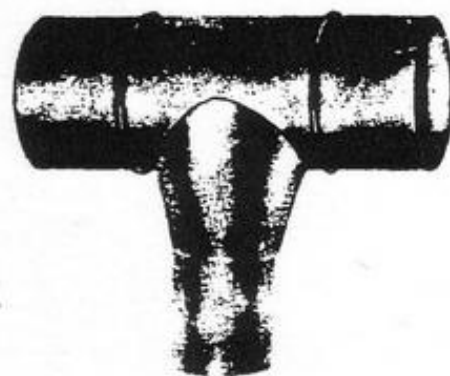


**Σχ. 37. Κολλάρο Εξόδου (Απευθείας Διακλάδωση).**  
 1. Air flow = Ροή αέρα. 2. Vanes = Καθοδηγητικά πτερύγια.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες διακλαδώσεως για συστήματα κυκλικής διατομής αγωγών και συστήματα σπирάλ αγωγών: το ταυ 900 (σχ. 38) και το κωνικό ταύ 900 (σχ. 39). Το κωνικό ταύ 900 χρησιμοποιείται για ταχύτητες αέρα κλάδου που ξεπερνούν τα 4000 fpm ή όταν απαιτείται πτώση πίεσης μικρότερη της απευθείας διακλάδωσης. Διασταυρώσεις με διακλαδώσεις τοποθετημένες σε 1800, 1350 και 900 μεταξύ τους φαίνονται στο σχ. 40.



**Σχ. 38. Ταύ 90°.**



**Σχ. 39. Κωνικό ταύ 90°.**

## Έλεγχος Παροχής Αέρα

Σε συστήματα διανομής αέρα χαμηλής ταχύτητας, η ροή αέρα στον κλάδο διακλάδωσης ρυθμίζεται με διάφραγμα τύπου δικλείδας (splitter damper, ΔΤΔ). Η θέση του ΔΤΔ ρυθμίζεται με τη χρησιμοποίηση ενός στελέχους. Διαφράγματα τύπου δικλείδας για συστήματα αγωγών ορθογωνικής διατομής φαίνονται στο σχ. 36. Διαφράγματα τύπου πεταλούδας (pivot-type dampers) εγκαθίστανται μερικές φορές στη γραμμή διακλάδωσης για τον έλεγχο της ροής. Στην περίπτωση αυτή παραλείπονται τα ΔΤΔ. Τα ΔΤΔ, αντίθετα, προτιμούνται σε συστήματα χαμηλής ταχύτητας, ενώ τα διαφράγματα τύπου πεταλούδας (ή διαφράγματα όγκου, volume dampers) χρησιμοποιούνται σε συστήματα υψηλής ταχύτητας.

Στα συστήματα υψηλής ταχύτητας απαιτούνται ρυθμιστικά διαφράγματα ή διαφράγματα όγκου στα κλιματιστικά στόμια για τη ρύθμιση της παροχής αέρα.

## Συμπύκνωση στους Αγωγούς

Οι αεραγωγοί είναι δυνατό να "ιδρώνουν", όταν η θερμοκρασία της επιφάνειάς τους είναι κάτω από το σημείο δρόσου (dewpoint) του αέρα που τους περιβάλλει. Ο Πίνακας 4 παρακάτω δίνει τη μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής και θερμοκρασίας σημείου δρόσου του αέρα δωματίου, χωρίς να έχουμε συμπύκνωση υγρασίας στον αγωγό για τις διάφορες ταχύτητες του αέρα στον αγωγό. Για την εφαρμογή των δεδομένων που περιέχονται στον πίνακα, βλέπε τις σημειώσεις κάτω απ' αυτόν. Ο Πίνακας 5 δίνει τους συντελεστές U για συνηθισμένα μονωτικά υλικά. Ο πίνακας αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον Πίνακα 4 για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης μόνωσης για την αποφυγή συμπύκνωσης σ' αυτόν.

## ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Εξαρτήματα, όπως διαφράγματα πυρκαγιάς, πόρτες επιθεώρησης και απορροφητές θορύβου, μπορεί να χρειαστούν σ' ένα σύστημα αεραγωγών, χωρίς να επηρεάζουν ουσιαστικά τη σχεδίαση του, εκτός κι αν υπάρχουν αρκετά διαφράγματα στη σειρά. Στην παραπάνω διάταξη, η επιπλέον αντίσταση πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επιλογή του ανεμιστήρα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΞΥ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟΥ ΔΡΟΣΟΥ ΑΕΡΑ ΔΩΜΑΤΙΟΥ ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΕΜΦΑΝΙΣΤΕΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (°F)**

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΕΙ ΤΟΝ ΑΓΩΓΟ		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΕΥΘΕΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ (FPM)*											
		400		800		1200		1600		2000		2800	
DB (F)	RH (%)	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ	Βαμεν.	Στίλπ. μεταλ
74 - 100	45	20	15	15	9	11	8	8	5	7	4	5	3
	50	18	13	13	8	10	7	7	5	6	4	4	3
	55	15	11	11	7	8	6	6	4	5	3	4	2
	60	13	10	10	6	7	5	5	3	4	3	3	2
	70	9	7	7	4	5	4	4	2	3	2	2	2
	80	6	4	4	3	3	3	2	2	2	2	1	2
85	4	3	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
ΤΙΜΗ ΤΟΥ $\frac{t_2}{U} - 1$		.90	.66	.66	.42	.49	.31	.37	.24	.31	.20	.23	.15

\*Για καμπύλες και γωνίες δέξ σημειώσεις 4 και 7.

$$\text{ΕΞΙΣΩΣΗ: } t_{dp} - t_{sa} = t_{rm} - t_{dp} \left( \frac{t_2}{U} - 1 \right)$$

Όπου:  $t_{dp}$  = θερμοκρασία επιφάνειας αγωγού ίση με την θερμοκρασία σημείου δρόσου του αέρα δωματίου.

$t_{sa}$  = θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα προσαγωγής στον αγωγό.

$t_{rm}$  = θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα δωματίου

U = Συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας του αγωγού Btu/(hr)(sq ft)(deg F).

$t_2$  = Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας κατά στρώματα στο εξωτερικό του αγωγού = 1,85 για βαμένους αγωγούς και 1,06 για αγωγούς στίλπινου μετάλλου.

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

1. Εξαιρούμενες περιπτώσεις: Όταν το  $f_2$  πέφτει κάτω από τη μέση τιμή του 1,65 για βαμμένους αγωγούς και του 1,05 για αγωγούς με στιλπνό μέταλλο, τότε έχουμε συμπύκνωση σε χαμηλότερη σχετική υγρασία απ' αυτήν που δίνεται στον Πίνακα. Όταν ο αγωγός εκτίθεται σε επιφάνειες ψυχρότερες από τον αέρα του δωματίου, όπως κοντά σ' ένα ψυχρό τοίχο, θα μειωθεί η συνιστώσα ακτινοβολίας του  $f_2$ . Η συνιστώσα επαφής - μεταφοράς θα μειωθεί στο πάνω μέρος του αγωγού και, επίσης, το ίδιο θα συμβεί όπου παρεμποδίζεται η κυκλοφορία του αέρα, όπως στην περίπτωση διαδρομής του αγωγού πολύ κοντά σ' ένα χώρισμα.

Αν συμβαίνει κάποια από τις παραπάνω δύο περιπτώσεις, πρέπει να χρησιμοποιηθεί τιμή σχετικής υγρασίας δωματίου 5% μικρότερη απ' αυτήν του δωματίου για την εξαγωγή συμπερασμάτων από τον Πίνακα. Αν συμβαίνουν και οι δύο παραπάνω περιπτώσεις, πρέπει να χρησιμοποιηθεί τιμή σχετικής υγρασίας δωματίου μικρότερη κατά 10% από την πραγματική.
2. Πηγές του διαγράμματος: Κατά τους υπολογισμούς, έγινε χρήση συντελεστή μεταφοράς θερμότητας κατά στρώματα από το διάστημα 1,5 - 7,2 Btu/(hr) (sq ft) (deg F), όσον αφορά το εσωτερικό των αγωγών. Η παραπάνω εξίσωση βασίζεται στην αρχή ότι η θερμοκρασιακή πτώση μέσω κάποιου στρώματος είναι ανάλογη με τη θερμική αντίσταση του στρώματος Υποθέτουμε ότι η κίνηση του αέρα, που περιβάλλει το εξωτερικό του αγωγού, δε ξεπερνάει την ταχύτητα των 50 fpm, περίπου.
3. Όταν δε δίνονται οι συνθήκες δωματίου: Χρησιμοποιούμε την παραπάνω εξίσωση και τις τιμές του  $f_2/U-1$ , που φαίνονται στην κάτω πλευρά του Πίνακα.
4. Εφαρμογές: Χρήση για γυμνούς αγωγούς, ακάλυπτους και μη μονωμένους. Χρήση των τιμών για αγωγούς στιλπνού μετάλλου, αλουμινένιους και γαλβανισμένους μη βαμμένους αγωγούς. Στις καμπύλες και γωνίες, στις μεταβολές διατομής και σε άλλα συνδεδεμένα στοιχεία των αγωγών έχουμε συμπύκνωση σε μεγαλύτερη θερμοκρασία προσαγωγής αέρα, λόγω του μεγαλύτερου συντελεστή μεταφοράς θερμότητας κατά στρώματα, που οφείλεται στην πρόσκρουση του αέρα σ' αυτά τα στοιχεία. Για τα συνδεδεμένα στοιχεία αγωγών χαμηλής ταχύτητας, θεωρείται μια ισοδύναμη ταχύτητα διπλάσια της ταχύτητας της ευθύγραμμης διατομής και γίνεται, με βάση αυτή, χρήση του παραπάνω Πίνακα Για τα συνδεδεμένα στοιχεία αγωγών υψηλότερης ταχύτητας, όπου η ταχύτητα της ευθύγραμμης διαδρομής είναι τουλάχιστον 1500 fpm, διατηρείται η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής κατά ένα βαθμό χαμηλότερη από τη θερμοκρασία σημείου δρόσου του αέρα δωματίου. Μεταβολές διατομών με κλίση μικρότερη από 1:6 μπορούν να θεωρηθούν σαν ευθύγραμμη διαδρομή.
5. Συντελεστής παράκαμψης και θερμότητα ανεμιστήρα: Ο αέρας που βγαίνει από τον αφυγραντήρα θα έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο δρόσου της συσκευής, όταν ο συντελεστής παράκαμψης είναι μεγαλύτερος από το 0. Μελετάμε την περίπτωση αυτή όπως ένα πρόβλημα ανάμιξης. Όταν ο ανεμιστήρας τοποθετείται στην πλευρά εξόδου του αφυγραντήρα, η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα είναι, συνήθως, τουλάχιστον 1 έως 4 βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία εξόδου του αέρα από τον αφυγραντήρα και μπορεί να υπολογιστεί από την ισχύ της πέδης του ανεμιστήρα
6. Αποστράγγιση: Η συμπύκνωση, γενικά, δεν είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να προκαλέσει αποστράγγιση (πτώση σταγόνων), εκτός κι αν η θερμοκρασία της επιφάνειας του αγωγού είναι 2 ή 3 βαθμούς κάτω από τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου του δωματίου. Πρέπει να σημειωθεί στη ο Πίνακας βασίζεται σε θερμοκρασία επιφάνειας αγωγών ίση με τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου του δωματίου, κατά τον υπολογισμό της πιθανότητας αποστράγγισης. Συνιστάται να κρατηθεί η θερμοκρασία επιφάνειας του αγωγού πάνω από το σημείο δρόσου του δωματίου.
7. Εξάλειψη της συμπύκνωσης Η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, ώστε να εμποδιστεί η συμπύκνωση στις καμπύλες, στις γωνίες και στα συνδεδεμένα στοιχεία. Έτσι, στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να μονωθούν μόνο οι καμπύλες, οι γωνίες και τα συνδεδεμένα στοιχεία των αγωγών. Αν υπάρχει πιθανότητα συμπύκνωσης υγρασίας μόνο στα συνδεδεμένα στοιχεία, τότε μονώνεται ή το εσωτερικό ή το εξωτερικό των αγωγών του συνδεδετικού στοιχείου (1/2" πάχος μόνωσης είναι συχνά ικανοποιητικό) και σε απόσταση, κατά τη διεύθυνση της ροής, ίση με 1,5 φορές την περίμετρο των αγωγών. Αν έχουμε συμπύκνωση στην ευθύγραμμη διαδρομή του αγωγού, για να την αποφύγουμε, το πάχος της απαιτούμενης μόνωσης μπορεί να βρεθεί λύνοντας την παραπάνω δοσμένη εξίσωση ως προς U.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΩΝ.

ΤΥΠΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΟΛΙΚΟ ΠΑΧΟΣ (in.)	ΒΑΡΟΣ (lb/εγ ft)	K*	U†
Μή μονωμένη λαμαρίνα	Καμία	—	—	—	1.14‡
	Μεταλ. φύλλα & κονίαμα-3/4"	—	—	—	.99
	Ξύλινα φύλλα & κονίαμα -3/4"	—	—	—	.79
Πλάκες φελλού	Καμία	1	0.7	.28	.22
	Καμία	2	1.4	—	.12
	Κονίαμα 3/8"	1	2.2	.28	.22
	Κονίαμα 3/8"	2	2.9	—	.12
Πτυχωτό ασβεστόχαρτο	Καμία	1	0.73	.50	.34
	Καμία	2	1.46	—	.20
Ινώδης φελλός	Καμία	1	1.35	.35	.23
	Καμία	2	2.7	—	.13
	Κονίαμα - 3/8"	1	2.9	.35	.23
	Κονίαμα - 3/8"	2	4.2	—	.13
Ακατέργαστο μεταλλικό μαλλί	Καμία	1	1.17	.28	.22
	Καμία	2	2.35	—	.12
Φαίμπεργκλας	Καμία	1	.08	.27	.21
	Καμία	2	.17	—	.10
85% Μαγνησία	Καμία	1	1.0	.39	.26

\*Αγωγιμότης τού μονωτικού υλικού μόνον.

†Συνολικός συντελεστής για ηρεμούντα αέρα στο εξωτερικό τού αγωγού και ταχύτητα αέρα 1200fpm εσωτερικά τού αγωγού.

‡Μή μονωμένος γυμνός αγωγός

Ταχύτητα αέρα (fpm)	400	800	1200	1600	2000
Συν. Συντελεστής U	.98	1.08	1.14	1.19	1.22

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Αποτελεί, γενικά, αρχή για τη μελέτη οποιουδήποτε συστήματος αεραγωγών να κρατήσουμε τη σχεδίαση όσο το δυνατόν πιο απλή και να έχουμε συμμετρικές διαδρομές αεραγωγών. Τα στόμια προσαγωγής κλιματιστικού αέρα τοποθετούνται έτσι, ώστε να έχουμε κατάλληλη διανομή αέρα, οπότε οι αεραγωγοί σχεδιάζονται για να συνδέουν τα στόμια αυτά. Το σύστημα των αεραγωγών θα πρέπει να τοποθετείται έτσι, ώστε να αποφεύγονται τα δομικά μέλη και ο εξοπλισμός.

Η μελέτη ενός συστήματος προσαγωγής αέρα χαμηλής ταχύτητας μπορεί να γίνει με μία από τις τρεις παρακάτω μεθόδους:


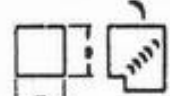

1. Μέθοδος της ενιαίας ταχύτητας.
2. Μέθοδος της ίδιας πτώσης στατικής πίεσης ανά μονάδα μήκους.
3. Μέθοδος ανάκτησης της στατικής πίεσης.

Οι τρεις παραπάνω μέθοδοι διαφέρουν από άποψη ακρίβειας, κόστους και χρήσης.

Η μέθοδος της ίδιας πτώσης στατικής πίεσης συνιστάται για συστήματα αέρα επιστροφής και αέρα εξαγωγής

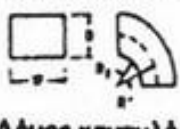





ΠΙΝΑΚΑΣ 12-ΤΡΙΒΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΓΩΝΙΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Διαστάσεις Αγωγού (in).		Καμπύλη χωρίς καθοδ. πτερύγια 	Καμπύλη με καθοδηγητικά πτερύγια †		Ορθοί Γωνιαί †			
			$R_1 = 6"$ (Συνιστάμενο)	$R_1 = 3"$ (Αποδεκτό)				
W	D	Λόγος καμπυλότητας † $R/D=1,25$	ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ (ft).		Σύνθ. πάχους καμπύλα καθοδ. πτερύγια	Απλού πάχους καμπύλα καθοδ. πτερύγια.		
			Καθοδ. πτερύγια		Καθοδ. πτερύγια			
96	48	31	45	2	43	3	40	60
	36	25	36	2	31	3	30	45
	30	22	31	2	38	2	25	37
	24	19	33	1	29	2	20	30
	20	16	28	1	25	2	17	25
72	48	28	44	2	41	3	35	60
	36	23	33	2	29	3	29	45
	30	21	28	2	33	2	25	37
	24	17	29	1	25	2	21	30
	20	15	23	1	19	2	18	25
	16	13	18	1	16	2	15	20
12	12			15	1	11	15	
60	48	27	41	2	39	3	33	60
	36	22	31	2	27	3	27	45
	30	19	25	2	31	2	23	37
	24	16	27	1	26	2	20	30
	20	14	22	1	21	2	17	25
	16	12	16	1	15	2	13	20
12	10			14	1	10	15	
48	96°	45	35	3				
	48	26	35	2	34	3	29	60
	36	20	26	2	22	3	23	45
	30	18	23	2	28	2	21	37
	24	15	24	1	21	2	18	30
	20	14	19	1	17	2	15	25
	16	11	15	1	14	2	12	20
	12	9			13	1	10	15
	10	8			11	1	8	12
8	8			9	1	7	10	
42	42	23	28	2	26	3	24	53
	36	20	24	2	21	3	22	45
	30	17	21	2	26	2	20	37
	24	15	21	1	19	2	16	30
	20	13	18	1	16	2	14	25
	16	11	14	1	13	2	12	20
	12	9			13	1	9	15
	10	8			10	1	8	12
	8	7			8	1	6	10
36	72°	34	27	3				
	36	19	22	2	19	3	20	45
	30	16	19	2	22	2	18	37
	24	14	20	1	22	2	15	30
	20	12	17	1	15	2	13	25
	16	10	13	1	12	2	11	20
	12	9			12	1	9	15
	10	8			9	1	8	12
8	7			8	1	6	10	
32	32	17	19	2	16	3	17	40
	30	16	18	2	21	2	17	37
	24	14	19	1	17	2	15	30
	20	12	16	1	14	2	12	25
	16	10	12	1	12	2	11	20
	12	8			12	1	8	15
	10	7			9	1	7	12
	8	6			8	1	6	10



ΠΙΝΑΚΑΣ 12-ΤΡΙΒΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΓΩΝΙΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Διαστάσεις Αγωγού (in.)		Καμπύλη χωρίς καθοδ. πτερύγια 	Καμπύλη με καθοδηγητικά πτερύγια †		Ορθοί Γωνίες †	
						
W	D	Λόγος καμπυλότητας † R/D=1,25	R <sub>1</sub> = 6" (Συνιστάμενο)	R <sub>1</sub> = 3" (Αποδεκτό)	Σύνθ. πάχους καμπύλα καθοδ. πτερύγια.	Απλού πάχους καμπύλα καθοδ. πτερύγια.
<b>ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ (ft).</b>						
			Καθοδηγητ. πτερύγια	Καθοδηγητ. πτερύγια		
28	28	15	14 2	17 2	14	34
	24	13	17 1	15 2	13	30
	20	12	15 1	13 2	12	25
	16	10	11 1	11 2	10	20
	12	8		11 1	8	15
	10	7		9 1	7	12
	8	6		8 1	6	10
24	96°	38	19 3		23	80
	72°	32	17 3		21	72
	48°	22	20 2	20 3	18	62
	24	13	16 1	14 2	12	30
	20	11	13 1	12 2	10	25
	16	10	11 1	10 2	9	20
	12	8		10 1	8	15
	10	7		8 1	7	12
	8	6		7 1	6	10
	6	5		7 1	4	8
20	80°	32	16 3		19	66
	60°	26	19 2		17	58
	40°	22	15 2	14 3	14	49
	20	11	12 1	10 2	10	25
	16	9	9 1	9 2	8	20
	12	7		9 1	7	15
	10	6		8 1	6	12
	8	5		7 1	5	10
	6	4		7 1	4	8
16	64°	26	9 3		14	48
	48°	21	12 2	12 3	12	43
	32°	15	11 2	9 3	11	38
	16	9	8 1	8 2	7	20
	12	7		8 1	6	15
	10	6		6 1	5	12
	8	5		6 1	5	10
	6	4		6 1	4	8
12	48°	19	8 2	8 3	10	33
	36°	16	7 2	7 3	9	30
	24°	11	8 1	8 2	8	26
	12	7		7 1	5	15
	10	6		5 1	5	12
	8	5		5 1	4	10
	6	4		5 1	3	8
10	40°	19	6 2	6 3	8	27
	30°	13	6 2	8 2	7	24
	20°	9	7 1	6 2	6	21
	10	5		5 1	4	12
	8	4		5 1	4	10
	6	4		5 1	3	8
8	32°	13	5 2	4 3	6	21
	24°	11	6 1	5 2	6	19
	16°	8	4 1	5 2	5	16
	8	4		4 1	3	10
	6	3		4 1	3	8
6	24°	10	4 1	4 2	4	15
	18°	8	3 1	4 2	4	13
	12°	6		4 1	3	11
	6	3		4 1	3	8

\* Δύσκολες διαμορφώσεις όπως φαίνεται κατωτέρω

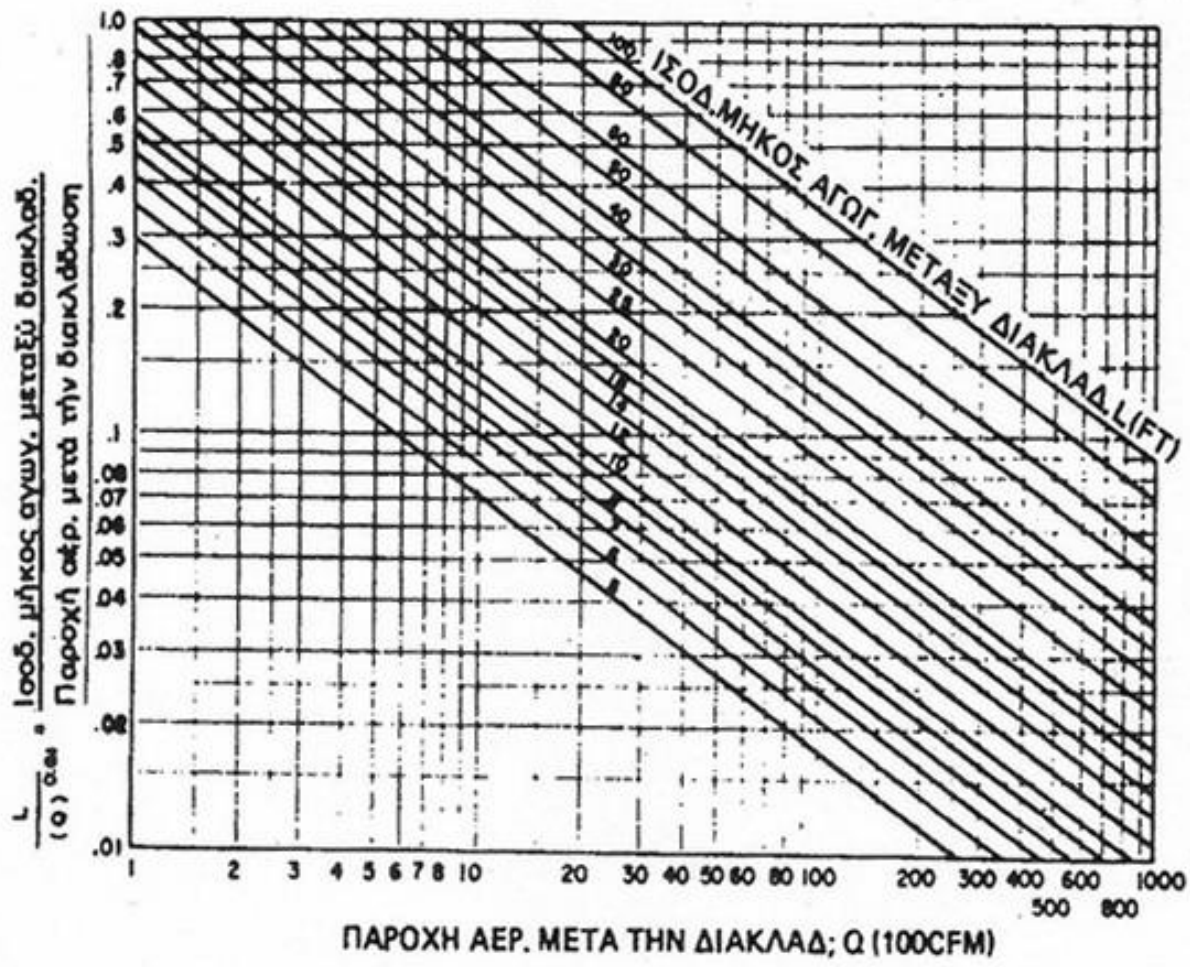


† Για διαφορ. λόγους καμπυλ. βλ. Πίν. 10.

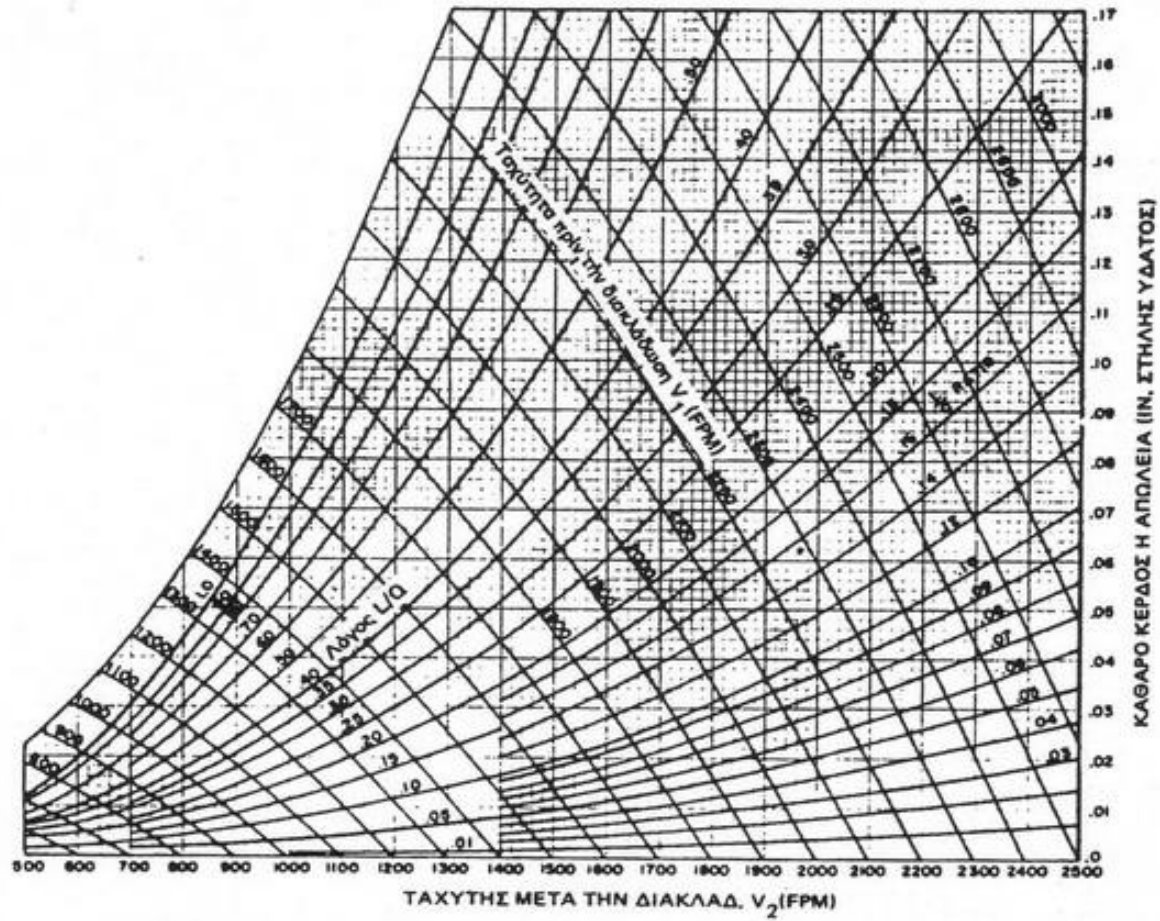
‡ Για διαφορ. μεγέθη βλ. Πίν. 10.

Τα καθοδηγητικά πτερύγια πρέπει να τοποθετούνται όπως εξηγείται στο διάγραμμα β για να έχουμε τις ανωτέρω ελάχιστες απώλειες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 ΛΟΓΟΣ L/Q



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11-ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΓΩΓΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Ένα σύστημα αγωγών υψηλής ταχύτητας παρουσιάζει αυξημένες ταχύτητες αέρα και αυξημένες στατικές πιέσεις σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα χαμηλής ταχύτητας. Ο υπολογισμός ενός συστήματος υψηλής ταχύτητας αποτελεί μια συμβιβαστική λύση αγωγών μικρότερου μεγέθους και ανεμιστήρα μεγαλύτερης ισχύος. Το μικρότερο μέγεθος των αγωγών επιτρέπει την εξοικονόμηση χώρου του κτιρίου, που κανονικά θα διαθέταμε για το σύστημα των αεραγωγών.

Συνήθως, στα συστήματα υψηλής πίεσης απαιτούνται ανεμιστήρες της κατηγορίας II, λόγω αυξημένων στατικών πιέσεων, όπως και μεγαλύτερη προσοχή στη σχεδίαση και την κατασκευή των αεραγωγών. Οι αγωγοί πρέπει κανονικά να στεγανοποιούνται για την αποφυγή διαρροών αέρα, που μπορεί να προκαλέσουν απαράδεκτο θόρυβο. Προτιμάμε τους αγωγούς κυκλικής διατομής από τους αγωγούς ορθογωνικής διατομής, λόγω της μεγαλύτερης αντοχής τους. Χρησιμοποιούμε, όποτε είναι δυνατόν, σύστημα αγωγών τύπου σπирάλ, γιατί γίνεται με μέταλλο μικρότερων μονάδων απ' ό,τι οι αντίστοιχοι αγωγοί κυκλικής και ορθογωνικής διατομής και δε χρειαζόμαστε στήριξη.

Η συμμετρία είναι σημαντική στη σχεδίαση ενός συστήματος αεραγωγών. Διατηρώντας ένα σύστημα όσο το δυνατόν περισσότερο συμμετρικό, μειώνουμε το χρόνο ρύθμισης, υπολογισμού και σχεδίασης του. Χρησιμοποιώντας, επίσης, όσο το δυνατόν περισσότερες συμμετρικές διαδρομές, ελαττώνουμε το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην εκλογή και την τοποθέτηση των συνδετικών στοιχείων των αεραγωγών για να αποφευχθούν υπερβολικές πτώσεις πίεσης και πιθανά προβλήματα θορύβου. Η χρήση κωνικών ταυ περιορίζεται στην κύρια σωλήνωση και μόνο για την περίπτωση μεγάλων αρχικών ταχυτήτων στους αγωγούς διανομής.

Στη σχεδίαση της κύριας σωλήνωσης συστήματος αεραγωγών υψηλής ταχύτητας υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπόψη. Έτσι:

1. Οι υπολογιζόμενες απώλειες από την κατάθλιψη του ανεμιστήρα έως ένα, σημείο, αμέσως πριν από την πρώτη διακλάδωση αγωγού διανομής, θα πρέπει να έχουν για κάθε κύριο κλάδο όσο το δυνατόν λιγότερη διαφορά μεταξύ τους, δηλαδή να είναι σχεδόν ίσες.

2. Για την ικανοποίηση της παραπάνω αρχής, σε περίπτωση πολλαπλών κύριων αγωγών μετά από την έξοδο του ανεμιστήρα, και για την πλήρη αξιοποίηση της επιτρεπόμενης ταχύτητας συνιστάται να ακολουθούμε, όποτε είναι δυνατόν, τον παρακάτω βασικό κανόνα: Ο λόγος του συνολικού ισοδύναμου μήκους προς τη διάμετρο του αρχικού κύριου αγωγού για κάθε κύρια διαδρομή (κατάθλιψη ανεμιστήρα μέχρι την πρώτη διακλάδωση αγωγού διανομής) πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ο ίδιος για όλες τις κύριες διαδρομές (λόγος L/D). Έτσι, η μεγαλύτερη κύρια διαδρομή συστήματος σπирάλ θα έχει, κατά προτίμηση, και τη μεγαλύτερη παροχή αέρα έτσι, ώστε να μπορούμε να έχουμε τις πιο υψηλές ταχύτητες.

3. Εκτός κι αν οι συνθήκες χώρου δεν το επιτρέπουν, οι διακλαδώσεις των κύριων αγωγών θα έχουν ταυ  $90^\circ$  ή κωνικά ταυ  $90^\circ$ , και όχι ταυ  $45^\circ$ . Με τη χρήση συνδετικών στοιχείων  $90^\circ$ , η πτώση πίεσης στους κλάδους θα είναι περισσότερο ομοιόμορφη σε όλο το σύστημα. Επιπλέον, κανονικά χρειάζονται δύο συνδετικά στοιχεία, όταν χρησιμοποιείται ταυ  $45^\circ$ , και μόνον ένα, όταν χρησιμοποιείται συνδετικό στοιχείο  $90^\circ$ , με αποτέλεσμα στην δεύτερη περίπτωση να έχουμε μικρότερο αρχικό κόστος.

Ο υπολογισμός ενός συστήματος υψηλής ταχύτητας είναι βασικά ο ίδιος με τον υπολογισμό ενός συστήματος χαμηλής πίεσης με τη μέθοδο ανάκτησης στατικής πίεσης. Η ταχύτητα του αέρα μειώνεται σε κάθε διακλάδωση, που οδηγεί σε αγωγό διανομής και στόμια αέρα. Η μείωση αυτή της ταχύτητας έχει σαν αποτέλεσμα μια ανάκτηση στατικής πίεσης, η οποία αντισταθμίζει τις απώλειες τριβής στο αμέσως επόμενο τμήμα του αγωγού.

Η αρχική ταχύτητα εκκίνησης στον κύριο αγωγό προσαγωγής εξαρτάται από τον αριθμό των ωρών λειτουργίας. Για να πετύχουμε μια οικονομική ισορροπία μεταξύ του αρχικού κόστους και του κόστους λειτουργίας συνιστάται η χρήση χαμηλότερων

ταχυτήτων στον κύριο αγωγό για την περίπτωση 24ωρης λειτουργίας, όταν φυσικά δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου. Συνιστάται, επίσης, να χρησιμοποιούνται υψηλότερες αρχικές ταχύτητες εκκίνησης στους κλάδους, όταν τοποθετούνται κωνικά ταυ 90°, αντί για ταυ 90°, στις διακλαδώσεις των κλάδων του κύριου αγωγού. Ο πίνακας στην επόμενη σελίδα προτείνει αρχικές ταχύτητες για την εκλογή του μεγέθους του κύριου αγωγού και των αγωγών των κλάδων.

Υπάρχουν διαγράμματα ανάκτησης στατικής πίεσης για τον υπολογισμό συστημάτων υψηλής ταχύτητας. Το διάγραμμα 12 χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των κλάδων και το διάγραμμα 13 για τον υπολογισμό των κύριων αγωγών. Η βασική διαφορά στα δύο αυτά διαγράμματα είναι η στάθμη της παροχής των τμημάτων των αγωγών.

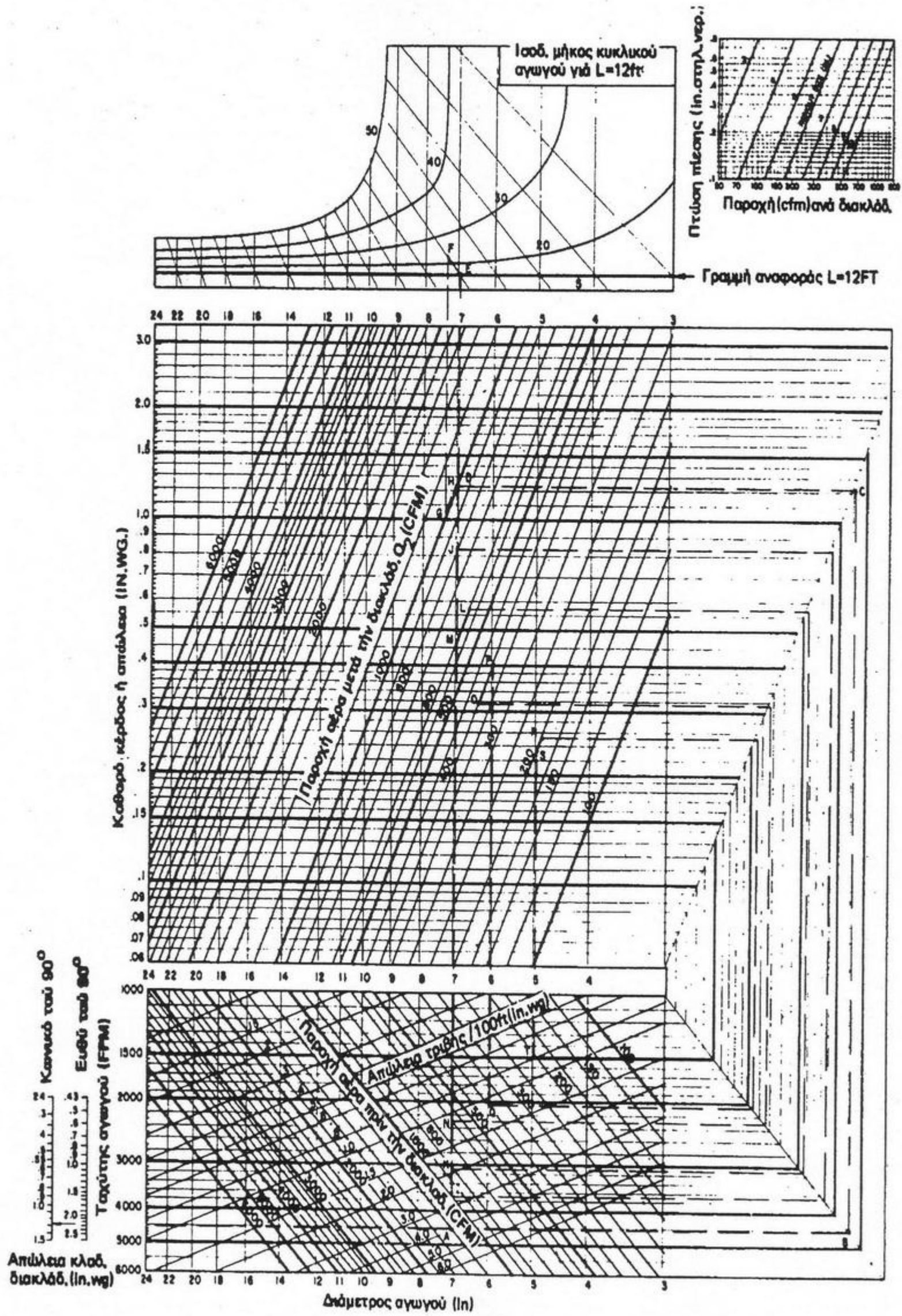
Το διάγραμμα 12 χρησιμοποιείται για την εκλογή των μεγεθών των αγωγών διανομής και των κύριων κλάδων για παροχές 6000 cfm ή λιγότερο. Το διάγραμμα 12 βασίζεται σε άνοιγμα 12 ft μεταξύ διακλαδώσεων, που οδηγούν σε στόμια αέρα για τους κλάδους (αγωγούς διανομής), ή μεταξύ διακλαδώσεων που οδηγούν σε αγωγούς διανομής για τους κύριους κλάδους. Δίνεται, επίσης, κλίμακα διόρθωσης για ανοίγματα μεγαλύτερα ή μικρότερα των 12 ft (3,6 m).

Το διάγραμμα 13 χρησιμοποιείται για την εκλογή των μεγεθών των κύριων αγωγών για παροχές αέρα στο διάστημα 1000 έως 40.000 cfm. Το διάγραμμα βασίζεται σε άνοιγμα 20 ft μεταξύ κλάδων. Δίνεται, επίσης, κλίμακα διόρθωσης στην κορυφή του διαγράμματος για την περίπτωση που το άνοιγμα μεταξύ διακλαδώσεων, που οδηγούν σε κλάδους, είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο των 20 ft.

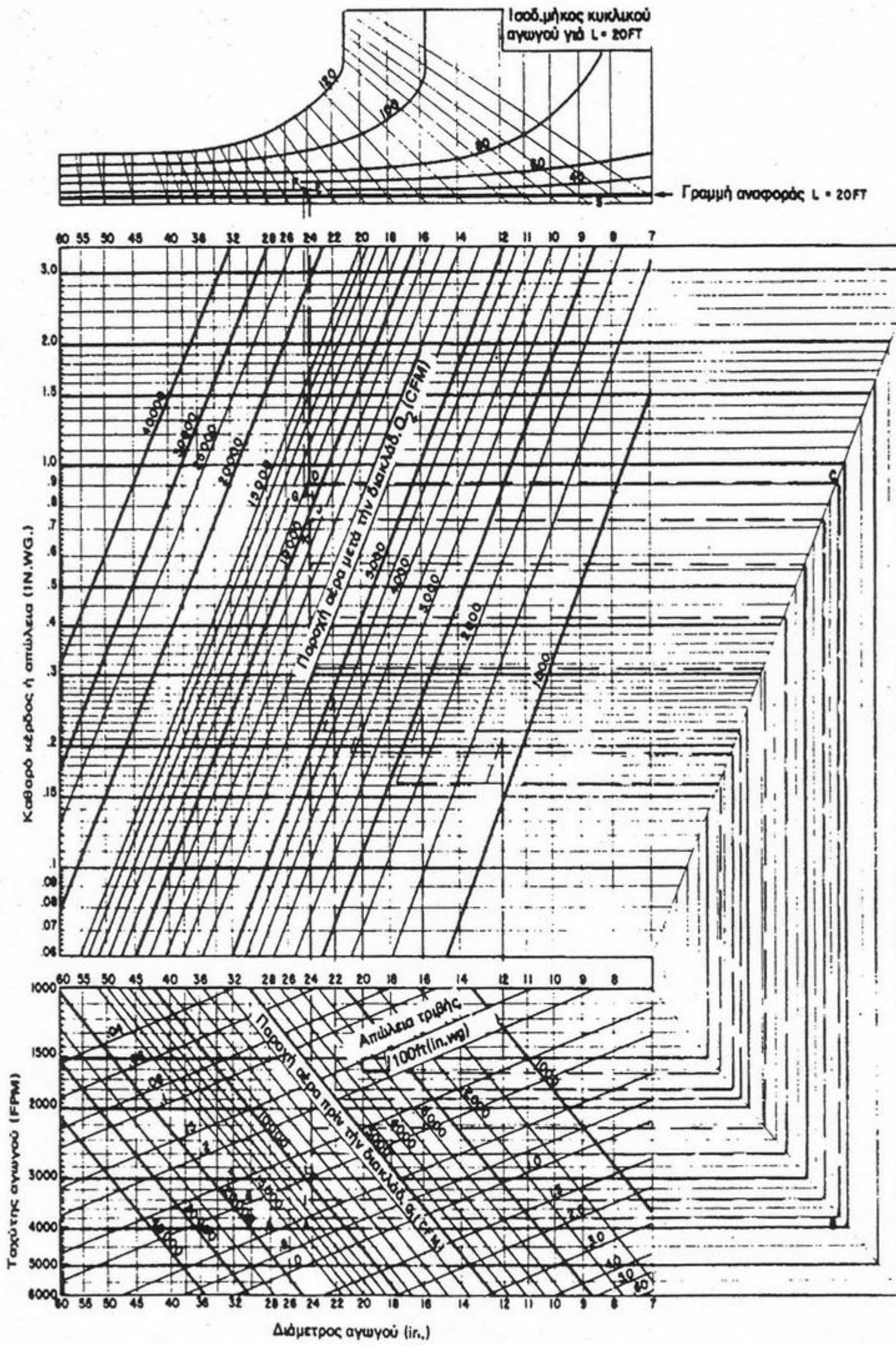
ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΑΡΧΙΚΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 12 ΚΑΙ 13 (fpm)	
ΚΥΡΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ 12 - ώρες λειτουργία 24 - ώρες λειτουργία	3000 - 4000 2000 - 3500
ΚΛΑΔΟΙ* Χρήση 90° κωνικῶν ταῦ Χρήση 90° ταῦ	4000 - 5000 3500 - 4000
ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΣΤΟΜΙΑ ΕΞΟΔΟΥ	2000 maximum



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12-ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΚΛΑΔΟ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13-ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΚΥΡΙΟ ΑΓΩΓΟ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ



ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Παροχή 1200 cfm, Μέγεθος αγωγού 7 in., Ταχύτητα 4500 fpm.										
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10
Τμήμα κλάδου υπ' αριθμόν	Παροχή αέρα Q (cfm)	Ισοδύναμο μήκος L (ft)	Αρχική	Εκλεγείσα	Αλλαγή στατικής πίεσης από διακλάδωση σε διακλάδωση (4 πλην 5) (in.wg)	Στατική πίεση πριν τη διακλάδωση (in.wg)	Πίεση στο στόμιου αέρα (in.wg)	Μέγεθος αγωγού (in.)	Ταχύτητα v (fpm)	
1	1200	23.3	Απώλεια τριβής κλάδου διακλάδωσης = 1.25			2.14	1.5	7	4500	
			Απώλεια τριβής αγωγού = .89							
2	1000	24.6	1.0	1.25	- 0.25	2.39	1.5	7	3700	
3	800	12	0.84	0.84	0.0	2.39	1.5	7	3050	
4	600	12	0.57	0.47	+ 0.1	2.29	1.5	7	2300	
5	400	12	0.32	0.40	- 0.085	2.37	1.5	6	2050	
6	200	12	0.26	0.24	+ 0.02	2.35	1.5	5	1475	

Η μέγιστη στατική πίεση στο τμήμα 2 είναι:  
2.39 + 1.5 + .19 = 4.08

Σχ. 54. Πίνακας Διαστασιολόγησης Αγωγών Κλάδου Υψηλής Ταχύτητας.

## ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ ΑΕΡΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Κάθε φορά που ο εσωτερικός αέρας ενός συστήματος αεραγωγών έχει διαφορετική θερμοκρασία από τον αέρα που περιβάλλει τους αεραγωγούς, θα έχουμε ροή θερμότητας προς ή από τον αγωγό. Κατά τον υπολογισμό των φορτίων, γίνεται μια προσαύξηση, λόγω του θερμικού κέρδους ή της απώλειας αυτής. Επιπλέον, η διαρροή αέρα των αεραγωγών συμπεριλαμβάνεται, επίσης, στον υπολογισμό των φορτίων.

Το διάγραμμα 14 χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας ανύψωσης ή της θερμοκρασιακής πτώσης για γυμνό αγωγό με λόγο πλευρών 2:1. Επιπλέον, δίνονται στις σημειώσεις του διαγράμματος συντελεστές διόρθωσης για διαφορετικούς λόγους πλευρών και για μονωμένους αγωγούς.

## ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ ΔΩΜΑΤΙΟΥ

### ΑΝΑΓΚΑΙΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΛΗΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ

#### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Το σύστημα της διανομής του αέρα του δωματίου πρέπει απαραίτητα να σχεδιαστεί έτσι, ώστε να διατηρήσει τη θερμοκρασία μέσα στα ανεκτά όρια των παραπάνω πρότυπων συνθηκών. Για έναν απλό χώρο, θεωρούμε τη θερμοκρασιακή διαφορά των 2F μεταξύ διαφορετικών θέσεων της ζώνης διαβίωσης σαν τη μέγιστη που μπορεί να ανεχθεί χωρίς ενόχληση. Για μια ομάδα δωματίων, που ανήκουν σε δοσμένο οργανικό χώρο, δεν είναι ασυνήθιστη μια θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ δωματίων. Γενικά, οι διαφορές στη θερμοκρασία είναι περισσότερο απαράδεκτες κατά τη χειμερινή περίοδο απ' ό τι τη θερινή περίοδο.

Γενικά, οι διακυμάνσεις στη θερμοκρασία είναι περισσότερο αξιοσημείωτες από τις διαφορές στη θερμοκρασία. Οι διακυμάνσεις αυτές, συνήθως, είναι συνάρτηση του συστήματος ελέγχου των θερμοκρασιών. Επιπλέον, όταν συνοδεύονται με μετακινήσεις αέρα ταχύτητας μεγαλύτερης απ' αυτής που συνιστάται, τότε μπορεί να υπάρξουν, σαν αποτέλεσμα, παράπονα για ρεύματα.

#### ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Ο Πίνακας 19 δίνει τις ταχύτητες του αέρα δωματίου. Επίσης, δίνει την αντίδραση αυτών που διαμένουν στο συγκεκριμένο χώρο στις διάφορες ταχύτητες του αέρα δωματίου της ζώνης διαβίωσης.



## ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΕΡΑ

Ο πίνακας 19 δείχνει ότι η κίνηση του αέρα είναι επιθυμητή και πράγματι αναγκαία.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ

Το παρακάτω τμήμα περιγράφει τα βασικά στοιχεία της διανομής του αέρα.

## ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ

Το βεληνεκές (blow) είναι η οριζόντια απόσταση που διανύει το ρεύμα του αέρα, αφού βγει από το στόμιο εξόδου. Η απόσταση αυτή μετριέται από το στόμιο εξόδου μέχρι ένα σημείο, στο οποίο η ταχύτητα του ρεύματος αέρα έχει πάρει μια ορισμένη ελάχιστη τιμή. Η ελάχιστη αυτή τιμή της ταχύτητας είναι 50 fpm και μετριέται στα 6,5 ft πάνω από το πάτωμα.

Το βεληνεκές είναι ανάλογο με την ταχύτητα του αρχικού αέρα, που βγαίνει από το στόμιο εξόδου, και είναι ανεξάρτητο από τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του αέρα προσαγωγής και του αέρα δωματίου.

## ΠΤΩΣΗ

Η πτώση (drop), ή η ανύψωση (rise), είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο σημείων της τροχιάς των μορίων του αέρα, δηλαδή του σημείου, στο οποίο ο αέρας βγαίνει από το στόμιο, και του σημείου, στο οποίο ο αέρας φτάνει στο τέλος του βεληνεκούς του.

## ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ

Η διείδυση (induction) είναι το φαινόμενο, κατά το οποίο ο αέρας που βγαίνει από το στόμιο παρασύρει, λόγω της ταχύτητας του, τον αέρα του δωματίου. Ο αέρας που έρχεται απευθείας από το στόμιο εξόδου ονομάζεται πρωτεύων αέρας (primary air). Ο αέρας του δωματίου που παρασύρεται από τον πρωτεύοντα αέρα ονομάζεται δευτερεύων αέρας (secondary air). Το συνολικό ρεύμα αέρα που αποτελείται από το μίγμα του πρωτεύοντα και του δευτερεύοντα αέρα λέγεται συνολικός αέρας (total air).

Το φαινόμενο της διείδυσης διατυπώνεται μαθηματικά με την εξίσωση διατήρησης της ορμής ως εξής:

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

όπου:

$M_1$  = μάζα του πρωτεύοντα αέρα.

$M_2$  = μάζα του δευτερεύοντα αέρα.

$V_1$  = ταχύτητα του πρωτεύοντα αέρα.

$V_2$  = ταχύτητα του δευτερεύοντα αέρα.

$V_3$  = ταχύτητα του συνολικού αέρα.

Λόγος διείδυσης (R) λέγεται ο λόγος του συνολικού αέρα προς τον πρωτεύοντα αέρα:

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

## Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ

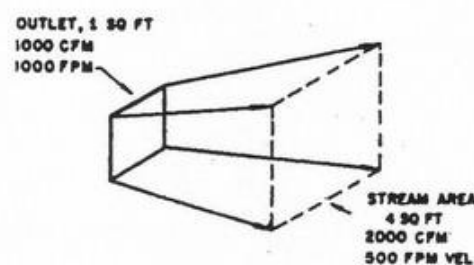


Εφόσον το βεληνεκές είναι μια συνάρτηση της ταχύτητας και εφόσον η τάξη μείωσης της ταχύτητας εξαρτάται από την τάξη της διείσδυσης, προκύπτει ότι το μήκος του βεληνεκούς εξαρτάται από την υφιστάμενη τάξη της διείσδυσης. Το ποσό της διείσδυσης για ένα στόμιο εξόδου είναι γραμμική συνάρτηση της περιμέτρου της εγκάρσιας τομής του ρεύματος του πρωτεύοντα αέρα. Για δύο στόμια εξόδου που έχουν την ίδια επιφάνεια, το στόμιο με τη μεγαλύτερη περίμετρο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διείσδυση και, γι' αυτό, και το μικρότερο βεληνεκές. Έτσι, για μια δοσμένη παροχή αέρα, ο οποίος καταθλίβεται μέσα σ' ένα δωμάτιο δοσμένης πίεσης, η ελάχιστη διείσδυση και το μέγιστο βεληνεκές επιτυγχάνονται αν χρησιμοποιήσουμε ένα απλό στόμιο κυκλικής εγκάρσιας διατομής. Αντίστροφα, η μέγιστη διείσδυση και το μικρότερο βεληνεκές επιτυγχάνονται αν χρησιμοποιήσουμε ένα απλό στόμιο εξόδου, που έχει τη μορφή μιας στενής οπής με μεγάλο μήκος.

## ΔΙΑΔΟΣΗ

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

Είναι αποτέλεσμα του νόμου της ορμής. Το σχ. 63 δείχνει το αποτέλεσμα της εισαγωγής στην επιφάνεια του ρεύματος και στην ταχύτητα του αέρα.



Σχ. 63. Αποτέλεσμα της Διείσδυσης.

1. Outlet, 1 SQFT = Στόμιο εξόδου, εμβαδού 1 sqft. 2. Stream area 4 sq ft = Επιφάνεια ρεύματος εμβαδού 4 sq ft.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΕΡΑ ΔΩΜΑΤΙΟΥ ΖΩΝΗΣ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ

Ταχύτης αέρα δωματίου (fpm)	Συμπεριφορά των διαβιούντων	Συνιστώμενη εφαρμογή
0-16	Παράπονα για ύπαρξη νεκρών ζωνών	Καμμία
25	Ιδανική σχεδίαση - ευνοϊκή	Για όλες τις εμπορικές εφαρμογές
25-50	Πιθανώς ευνοϊκή διότι η ταχύτης των 50fpm πλησιάζει την μέγιστη ανεκτή ταχύτητα για καθημένα πρόσωπα	Για όλες τις εμπορικές εφαρμογές
65	Μη ευνοϊκή - ελαφρά χαρτιά εκφεύγουν από ένα τραπέζι	
75	Ανώτερο όριο για ανθρώπους που κινούνται βραδέως - ευνοϊκή	Καταστήματα λιανικής πώλησης και καταστήματα με τμήματα διαφόρων εμπορευμάτων
75-300	Μερικές εγκαταστάσεις κλιματισμού εργοστασίων - ευνοϊκή	Εργοστασιακός κλιματισμός με υψηλότερες ταχύτητες τοπικής ψύξης

# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΘΟΔΗΓΗΤΙΚΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟΜΙΟΥ ΕΞΟΔΟΥ

## Παράλληλα Καθοδηγητικά Πτερύγια

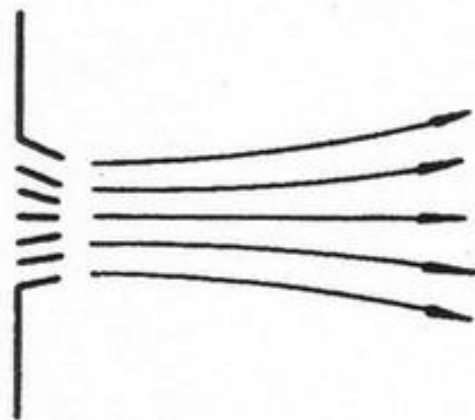
Στόμια εξόδου με παράλληλα καθοδηγητικά πτερύγια (straight vanes) προκαλούν διάδοση περίπου  $19^\circ$  και στο οριζόντιο και στο κατακόρυφο επίπεδο (σχ.64).



Σχ. 64. Διάδοση με Παράλληλα Καθοδηγητικά Πτερύγια.

## Συγκλίνοντα Καθοδηγητικά πτερύγια

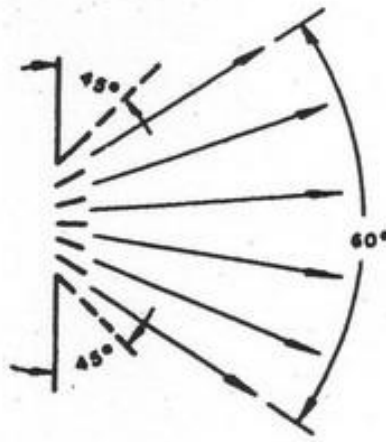
Στόμια εξόδου με συγκλίνοντα καθοδηγητικά πτερύγια (converging vanes) του αέρα κατάθλιψης (σχ. 65) προκαλούν περίπου την ίδια διάδοση ( $19^\circ$ ) με τα καθοδηγητικά πτερύγια που τοποθετούνται παράλληλα. Οπωσδήποτε, το βεληνεκές, για την περίπτωση συγκλινόντων πτερυγίων, είναι κατά 15% μεγαλύτερο από το βεληνεκές των παράλληλων πτερυγίων.



Σχ. 65. Διάδοση με Συγκλίνοντα Καθοδηγητικά Πτερύγια.

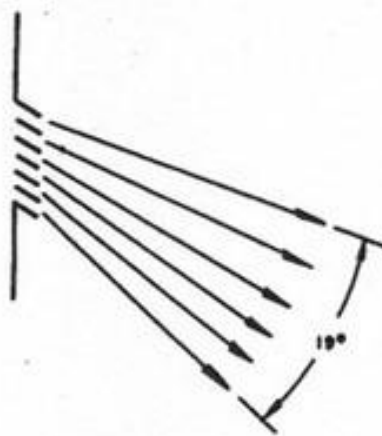
## Αποκλίνοντα Καθοδηγητικά Πτερύγια

Στόμια εξόδου με καθοδηγητικά πτερύγια, που τοποθετούνται έτσι, ώστε να δίνουν μια γωνιακή διανομή στον αέρα που καταθλίβεται (diverging vanes), προκαλούν σημαντική επίδραση στη διεύθυνση και στην απόσταση κίνησης του αέρα. Στόμια με το κεντρικό πτερύγιο οριζόντιο, τα ακραία πτερύγια τοποθετημένα σε γωνία  $45^\circ$  και τα ενδιάμεσα πτερύγια τοποθετημένα σε ενδιάμεσες γωνίες έχουν σαν αποτέλεσμα ένα ρεύμα αέρα με γωνία  $60^\circ$  περίπου στο οριζόντιο επίπεδο (σχ. 66). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, το βεληνεκές μειώνεται κατά 50% περίπου. Τα στόμια εξόδου με πτερύγια άκρων τοποθετημένα σε γωνίες μικρότερες των  $45^\circ$  και τα υπόλοιπα πτερύγια τοποθετημένα σε ενδιάμεσες γωνίες έχουν βεληνεκές, αντίστοιχα, μεγαλύτερο από αυτό με τα ακραία πτερύγια τοποθετημένα σε γωνία  $45^\circ$ , αλλά οπωσδήποτε μικρότερο από το βεληνεκές με παράλληλα πτερύγια.



Σχ. 66. Διάδοση με Αποκλίνοντα Καθοδηγητικά Πτερύγια.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε συγκλίνοντα καθοδηγητικά πτερύγια, μειώνεται η καθαρή επιφάνεια εξόδου των στομιών. Οπότε, και η παροχή αέρα είναι μικρότερη από την περίπτωση χρήσης παράλληλων πτερυγίων, εκτός κι αν αυξήσουμε την πίεση. Για να αποφύγουμε κάποιο εμπόδιο ή για να διευθύνουμε τη ροή του αέρα σε μια δοσμένη κατεύθυνση, μπορούμε να τοποθετήσουμε όλα τα καθοδηγητικά πτερύγια σε μια ειδική γωνία, όπως στο σχ. 67. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η γωνία διάδοσης παραμένει περίπου  $19^\circ$ .



Σχ. 67. Διάδοση με Παράλληλα Καθοδηγητικά Πτερύγια με Δοσμένη Κλίση.

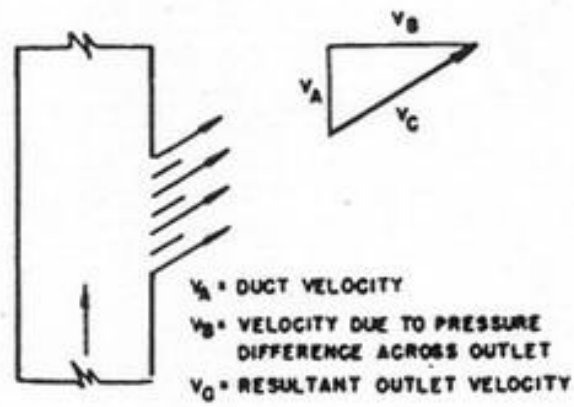
## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟΜΙΟΥ ΕΞΟΔΟΥ

Το στόμιο εξόδου σχεδιάζεται έτσι, ώστε να διανέμει τον αέρα προσαγωγής με τέτοια ταχύτητα, πίεση και κατεύθυνση, με σκοπό να εκτελέσει πλήρως τη λειτουργία του. Οποσδήποτε, δεν σχεδιάζουμε στόμια εξόδου για τη διόρθωση παράλογων καταστάσεων αέρα προσαγωγής.

Όταν ένα στόμιο εξόδου τοποθετείται απευθείας στην πλευρά του αγωγού προσαγωγής, τότε η διεύθυνση του αέρα που βγαίνει από το στόμιο προκύπτει από το διανυσματικό άθροισμα της ταχύτητας του αέρα του αγωγού και της ταχύτητας που αποκτάει ο αέρας (σχ. 68), όταν πρόκειται να βγει από το στόμιο λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ αγωγού και αέρα δωματίου. Η διεύθυνση αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με την διαρρύθμιση του ανοίγματος του αγωγού στη θέση του στομίου.

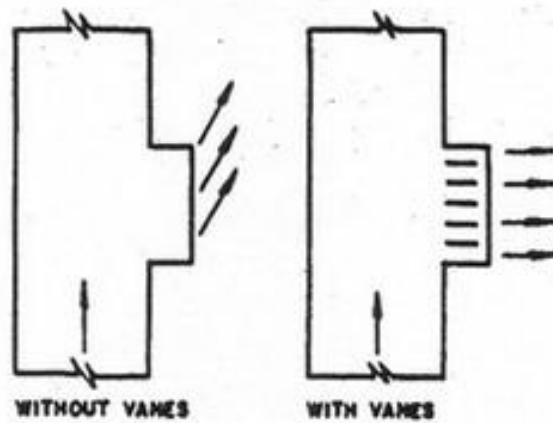
Όταν ένα στόμιο εξόδου τοποθετείται στην επιφάνεια ενός αγωγού, μπορούμε να τροποποιήσουμε την συνιστάμενη ταχύτητα  $V_c$  τοποθετώντας ρυθμιστικά οδηγητικά πτερύγια πίσω από το στόμιο. Το αν πρέπει ή όχι να τοποθετούνται τα πτερύγια αυτά εξαρτάται από το μέγεθος της απόκλισης της ροής που μπορεί να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

Συχνά, τα στόμια εξόδου τοποθετούνται σε κολάρα μικρού μήκους, πέρα από την επιφάνεια του αγωγού. Όταν η ταχύτητα του αγωγού ξεπερνάει την ταχύτητα κατάθλιψης του στομίου, πρέπει να τοποθετήσουμε καθοδηγητικά πτερύγια στο σημείο ακριβώς που ενώνεται ο αγωγός με το κολάρο. Τα αποτελέσματα της τοποθέτησης των καθοδηγητικών πτερυγίων φαίνονται στο σχ. 69.



**Σχ. 68.** Στόμιο που Τοποθετείται στον Αγωγό.

1.  $V_A$  = Duct Velocity = Ταχύτητα του αέρα του αγωγού.
2.  $V_B$  = Velocity due to pressure difference across outlet = Ταχύτητα του αέρα λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ εισόδου και εξόδου του στομίου.
3.  $V_C$  = Resultant outlet velocity = Συνιστάμενη ταχύτητα εξόδου του αέρα από το στόμιο.



**Σχ. 69.** Κολλάρο για Στόμια Εξόδου.

1. Without vanes = Χωρίς καθοδηγητικά πτερύγια.
2. With vanes = Με καθοδηγητικά πτερύγια.

## Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΩΣΤΟΥ ΒΕΛΗΝΕΚΟΥΣ

Συχνά, δεν είναι αναγκαία η σάρωση ολόκληρου του μήκους ή του πλάτους ενός δωματίου. Ένας καλός πρακτικός κανόνας είναι η σάρωση των 3/4 της απόστασης από το στόμιο μέχρι τον απέναντι τοίχο του δωματίου. Οπωσδήποτε, συμβαίνουν εξαιρέσεις, όταν υπάρχουν τοπικές πηγές θερμότητας στην απέναντι από το στόμιο πλευρά του δωματίου. Οι πηγές αυτές θερμότητας μπορεί να είναι εξοπλισμός ή ανοικτές πόρτες. Κάτω από τέτοιες προϋποθέσεις μπορεί να απαιτηθεί υπερσάρωση και πρέπει, οπωσδήποτε, να προσέξουμε να αποφύγουμε τις συνθήκες δημιουργίας ρευμάτων.

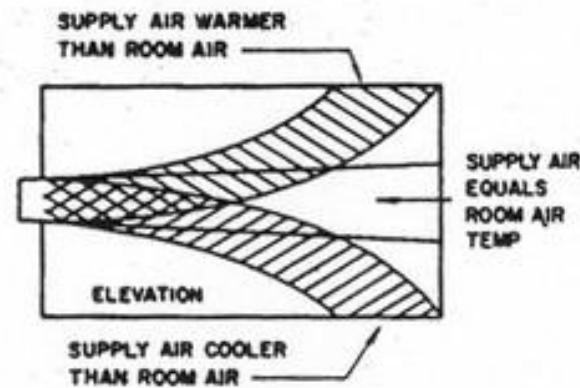
## ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

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

- (1) Το λόγο διείσδυσης του στομίου.
- (2) Τα εμπόδια στη ροή του πρωτεύοντα αέρα.
- (3) Το ύψος της οροφής.

Το σχ. 70 δείχνει την επίδραση της αλλαγής της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής από θερμό σε ψυχρό.

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



**Σχ. 70. Πρότυπα Ρεύματος Αέρα για Διάφορες Θερμοκρασιακές Διαφορές.**

1. Supply air warmer than room air = Αέρας προσαγωγής θερμότερος από τον αέρα δωματίου. 2. Supply air equals room air temp = Αέρας προσαγωγής ίσης θερμοκρασίας με τον αέρα δωματίου. 3. Supply air cooler than room air = Αέρας προσαγωγής ψυχρότερος από τον αέρα δωματίου.

## ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΔΩΜΑΤΙΟΥ

Η διανομή του αέρα στο δωμάτιο γίνεται για να πετύχουμε την ικανοποιητική του κυκλοφορία μέσα σ' αυτό και μέσα στη ζώνη διαβίωσης. Αυτό το πετυχαίνουμε αν συσχετίσουμε τα χαρακτηριστικά και την επίδοση των στομίων εξόδου με την κυκλοφορία του αέρα δωματίου ως εξής:

1. Παροχή συνολικού αέρα κυκλοφορίας =  
= παροχή στομίου εξόδου cfm  $\times$  λόγος διείσδυσης

2. Μέση ταχύτητα δωματίου =

$$\frac{1,4 \times \text{παροχή cfm συνολικού αέρα κυκλοφορίας}}{\text{επιφάνεια του απέναντι στο στόμιο (s) τοίχου}}$$

3. 
$$K = \frac{\text{μέση ταχύτητα δωματίου}}{1,4 \times \text{παροχή cfm}} = \frac{\text{παροχή στομιο εξόδου}}{\text{καθαρή επιφάνεια απέναντι στο στόμιο (s) τοίχου}}$$

όπου K είναι ο συντελεστής κυκλοφορίας του δωματίου, που εκφράζεται σαν το πηλίκο της παροχής του πρωτεύοντα αέρα του στομίου εξόδου σε cfm προς την επιφάνεια του απέναντι στο στόμιο τοίχου σε sqft.

Ο πολλαπλασιαστής 1,4 παίρνει υπόψη και τα εμπόδια στο ρεύμα του αέρα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η καθαρή επιφάνεια ορίζεται από την παραπάνω εξίσωση και, συνεπώς, πρέπει να αφαιρεθούν τα τυχόν εμπόδια (βλέπε Πίνακα 21, Σημείωση 8).

Ο πίνακας 19 δείχνει ότι η μέση κυκλοφορία του αέρα δωματίου πρέπει να κρατηθεί στο διάστημα των 15 έως 50 fpm για τις περισσότερες εφαρμογές. Έχουν γίνει δοκιμές σε στόμια εξόδου για να προσδιοριστούν οι χαρακτηριστικές επιδόσεις στις διάφορες ταχύτητες εξόδου. Τα αποτελέσματα τέτοιων δοκιμών σε ορισμένες σειρές στομίων τοίχου (σχ. 93) δίνονται σε πίνακες τιμών στο τέλος αυτού του κεφαλαίου. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για στόμια που έχουν τις ονομαστικές διαστάσεις και την ελεύθερη επιφάνεια που δίνονται στον Πίνακα 21. Τον πίνακα συνοδεύει ένα παράδειγμα που διευκρινίζει την εκλογή των στομίων. Ο συντελεστής K, όπως ορίζεται στην παράγραφο 3, φαίνεται στο κάτω μέρος του πίνακα σαν τα μέγιστα και ελάχιστα cfm ανά sq ft επιφάνεια τοίχου στομίου.

## ΤΥΠΟΙ ΣΤΟΜΙΩΝ ΕΞΟΔΟΥ

### ΔΙΑΤΡΗΤΗ ΕΣΧΑΡΑ

Η διάτρητη εσχάρα (perforated grille) έχει ένα μικρό λόγο καθοδηγητικών πτερυγίων (συνήθως στο διάστημα 0,05 έως 0,20) και, γι' αυτό, έχει μικρή επίδραση στη διεύθυνση του αέρα εξόδου. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιείται κυρίως σαν μια εσχάρα εξαγωγής ή επιστροφής, σπάνια όμως σαν εσχάρα προσαγωγής.

### ΕΣΧΑΡΑ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ

Η εσχάρα σταθερών πτερυγίων (fixed bar grille) χρησιμοποιείται ικανοποιητικά σε θέσεις, όπου η διεύθυνση της ροής του αέρα δεν είναι κρίσιμη ή μπορεί να προκαθοριστεί. Στην περίπτωση αυτή, χρειαζόμαστε λόγους καθοδηγητικών πτερυγίων ίσους με μονάδα ή και περισσότερο. Σε περίπτωση που δε θέλουμε να είναι ορατό το εσωτερικό του αγωγού, προτιμάμε πτερύγια τοποθετημένα σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους.

### ΕΣΧΑΡΑ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ

Η εσχάρα ρυθμιζόμενων πτερυγίων (adjustable bar grille) είναι η καλύτερη για τοποθέτηση σε πλευρικούς τοίχους. Επειδή διατίθεται και με οριζόντια και με κατακόρυφα ρυθμιζόμενα πτερύγια, μπορούμε να διορθώσουμε αμέσως προβλήματα μικρής κυκλοφορίας αέρα ρυθμίζοντας τα καθοδηγητικά πτερύγια.

## ΣΤΟΜΙΟ ΣΤΕΝΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Το στόμιο αυτό (slotted outlet) μπορεί να έχει πολλαπλά στενά ανοίγματα τοποθετημένα σε σχετικά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να έχουμε περίπου 10% ελεύθερη επιφάνεια. Η επίδοση του είναι περίπου η ίδια με αυτή μιας εσχάρας

πτερυγίων της ίδιας παροχής και στατικής πίεσης, αλλά μικρότερου βεληνεκούς, λόγω της μεγαλύτερης διείσδυσης στην επιφάνεια εξόδου.

Μια άλλη σχεδίαση του τύπου αυτού που επιτρέπει να έχουμε νωρίτερα το φαινόμενο της διείσδυσης είναι το επίμηκες απλό ή διπλό στενό άνοιγμα. Είναι ιδιαίτερα προτιμότερο όπου έχουμε χαμηλά ύψη οροφών και περιορισμένα ύψη τοποθέτησης των στομιών ή όπου υπάρχουν αντιρρήσεις για την εμφάνιση των εσχάρων.

### **ΣΤΟΜΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΓΧΥΣΗΣ**

Το στόμιο έγχυσης (ejector outlet) λειτουργεί σε υψηλή πίεση για να πετύχει μεγάλο λόγο διείσδυσης. Χρησιμοποιείται, κυρίως, για βιομηχανική εργασία και τοπική ψύξη. Όταν εφαρμόζεται για τοπική ψύξη, είναι προτιμότερο να έχουμε μεγάλο βαθμό ευκαμψίας έγχυσης.

### **ΣΤΟΜΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ**

Όπου χρησιμοποιείται αρκετή υψηλή πίεση, ο αέρας του δωματίου μπαίνει μέσα στο στόμιο μέσα από βοηθητικά ανοίγματα. Εκεί, αναμιγνύεται με τον πρωτεύοντα αέρα και καταθλίβεται μέσα στο δωμάτιο σε μια χαμηλότερη θερμοκρασιακή διαφορά απ' ότι το πρωτεύον ρεύμα. Η διείσδυση γίνεται σε δύο στάδια, πρώτα στο κιβώτιο του στομίου και, κατόπιν, κατά την έξοδο του αέρα από το στόμιο.

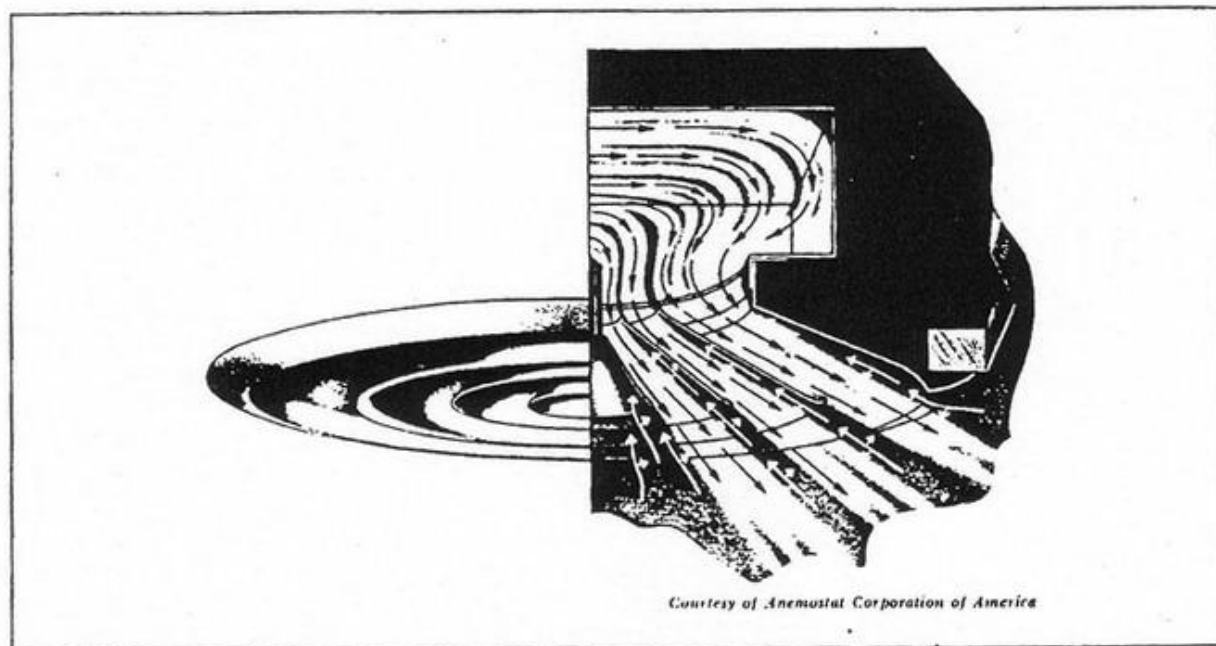
### **ΣΤΟΜΙΑ ΟΡΟΦΗΣ**

#### **Στόμιο Τύπου Δοχείου**

Η απλή αυτή σχεδίαση διανομής οροφής κάνει χρήση ενός κολάρου στον αγωγό με ένα δοχείο κάτω απ' αυτό. Ο αέρας περνάει μέσα από αυτό το κολάρο και διασκορπίζεται μέσα στο δοχείο. Το δοχείο πρέπει να έχει αρκετή διάμετρο, ώστε να μην είναι ορατό το άνοιγμα του αγωγού, και, επίσης, να είναι τοποθετημένο σε απόσταση από την οροφή. Το δοχείο μπορεί να είναι διάτρητο για να επιτρέπει την διάχυση μέρους του αέρα προς τα κάτω. Πλεονεκτήματα του στομίου τύπου δοχείου (pan outlet) είναι το χαμηλό κόστος και η ικανότητα του να κρύβει το άνοιγμα του αέρα. Μειονεκτήματα του είναι η έλλειψη ομοιομορφίας της κατεύθυνσης του αέρα, λόγω κακών συνθηκών προσέγγισης, και η τάση του να προκαλεί ραβδώσεις στην οροφή.

#### **Στόμιο Οροφής Τύπου Διάχυσης**

Το στόμιο αυτό (ceiling diffuser) αποτελεί βελτιωμένο τύπο του στομίου τύπου δοχείου. Προκαλεί μια κάποια επίσπευση στη διείσδυση, προσάγοντας αέρα σε πολλαπλά στρώματα. Οι συνθήκες προσέγγισης του αέρα πρέπει να είναι καλές για την εξασφάλιση ομαλής διανομής. Συχνά, συνδυάζεται με τα στοιχεία φωτισμού και διατίθεται με δοσμένα χαρακτηριστικά διείσδυσης στο εσωτερικό του (σχ.71).



Σχ. 71. Στόμιο Οροφής Τύπου Διάχυσης με Εσωτερική Διείσδυση.

### Διάτρητες Οροφές και Διάτρητα Τμήματα Οροφών

Διατίθενται διάφοροι τύποι διάτρητων οροφών για την εισαγωγή αέρα κλιματισμού άνεσης και κλιματισμού βιομηχανικών συστημάτων. Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου προσαγωγής αέρα είναι ότι μπορεί να μπαίνει μεγαλύτερος όγκος αέρα ανά τετραγωνικό πόδι (sq ft) επιφάνειας δαπέδου σε μια χαμηλότερη θερμοκρασία, με ταυτόχρονη ελάχιστη κυκλοφορία στη ζώνη διαβίωσης και με ελάχιστο κίνδυνο ρευμάτων. Επειδή η ταχύτητα κατάθλιψης είναι μικρή, η διείσδυση είναι κι αυτή μικρή. Γι' αυτό, πρέπει απαραίτητα να δοθεί προσοχή, ώστε να εξασφαλισθεί επαρκής κυκλοφορία του αέρα δωματίου, δηλ. τέτοια που να ξεπερνάει τα 15 fpm.

Ο αεραγωγός που σχεδιάζουμε για μια διάτρητη οροφή είναι ο ίδιος με αυτόν που σχεδιάζουμε για μια κανονική οροφή. Για να έχουμε επαρκή προσαγωγή σε όλες τις επιφάνειες, πρέπει απαραίτητα να δοθεί η ίδια προσοχή, η αναγκαία για τα συμβατικά συστήματα, κατά τη σχεδίαση της διάτρητης οροφής. Τα τμήματα της οροφής θα πρέπει να μην εξαρτώνται από το αν η διανομή του αέρα είναι η κατάλληλη, εφόσον δε μπορούν να μεταβιβάσουν αέρα σε επιφάνειες που δεν μπορούν να σαρωθούν με διαφορετικές διατάξεις. Τα διάτρητα τμήματα βοηθούν στο "άπλωμα" του αέρα προσαγωγής και, συνεπώς, μπορεί να γίνει χρήση συγκριτικά μεγαλύτερων θερμοκρασιακών διαφορών, ακόμα και με χαμηλά ύψη οροφής.

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΜΙΩΝ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΧΥΣΗΣ

Οι εγκαταστάσεις με στόμια οροφής τύπου διάχυσης, κανονικά, έχουν σαν αποτέλεσμα λιγότερες παρατηρήσεις για ρεύματα απ' ό,τι οι εγκαταστάσεις με στόμια στους πλευρικούς τοίχους. Για την εξάλειψη ή την ελαχιστοποίηση των ενοχλήσεων αυτών, θα πρέπει να παίρνουμε υπόψη τις παρακάτω συστάσεις για εφαρμογή των στομίων οροφής τύπου διάχυσης.



## ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ

Εκλέγουμε στόμια οροφής τύπου διάχυσης με ένα συντηρητικό βεληνεκές, γενικά όχι πάνω από 75% της τιμής των πινάκων. Η υπερέαρωση (over-blow) μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε πολλές εγκαταστάσεις, πράγμα το οποίο σπάνια συμβαίνει με την υποσάρωση (under-blow).

## ΠΤΩΣΕΙΣ ΠΙΕΣΗΣ

Οι περισσότεροι πίνακες δίνουν μόνο την πτώση πίεσης μέσα στο στόμιο και δεν συμπεριλαμβάνουν την αναγκαία πτώση πίεσης για να βγει ο αέρας από τον αγωγό και να μπει στο δωμάτιο μέσα από το κολάρο και του στόμιο. Γι' αυτό, συνιστάται να ερευνούνται προσεκτικά οι τιμές της πτώσης πίεσης των πινάκων και, όπου είναι αναγκαίο, να επιλέγεται κατάλληλος συντελεστής ασφαλείας.

## ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΙΟ

Ένα σπουδαίο κριτήριο για την καλή επίδοση του στομίου είναι οι κατάλληλες συνθήκες προσέγγισης σ' αυτό. Αυτό σημαίνει, ή ένα κολάρο με διάμετρο τουλάχιστον τετραπλάσια της διαμέτρου του αγωγού, η καθοδηγητικά πτερύγια καλά στρογγυλεμένα. Αν χρησιμοποιηθούν καθοδηγητικά πτερύγια, αυτά πρέπει να τοποθετηθούν κάθετα στη ροή του αέρα στο πάνω άκρο του κολάρου και σε απόσταση περίπου 2 in το ένα από το άλλο.

## ΕΜΠΟΔΙΑ

Όταν υπάρχουν εμπόδια στη ροή του αέρα που βγαίνει από το στόμιο, αποφράσσουμε ένα μικρό τμήμα του στομίου στο σημείο εκείνο που βρίσκεται το εμπόδιο.

## ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟΜΙΟΥ

Ένα σπουδαίο κριτήριο που επηρεάζει την εκλογή ενός στομίου είναι η στάθμη θορύβου. Ο Πίνακας 20 δείχνει συνιστώμενες ταχύτητες αέρα του στομίου, οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα μια αποδεκτή στάθμη θορύβου για διάφορους τύπους εφαρμογών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 - ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟΜΙΟΥ

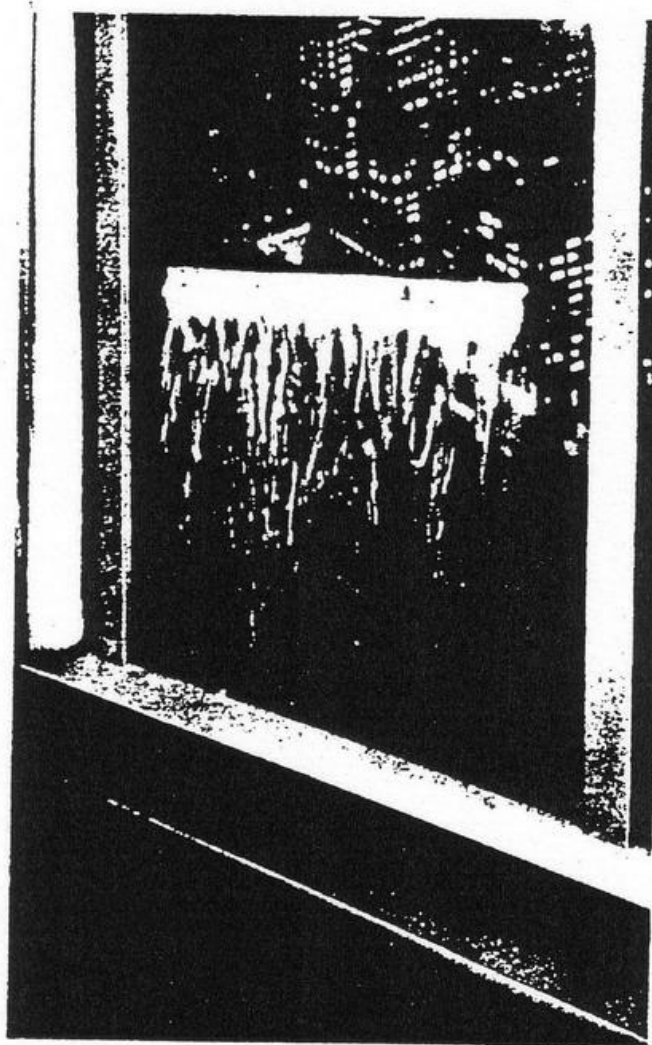
ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟΜΙΟΥ (FPM)
Ραδιοφωνικό στούντιο	300-500
Κατοικίες	500-750
Διαμερίσματα	500-750
Εκκλησίες	500-750
Υπνοδωμάτια ξενοδοχείων	500-750
Νόμιμα θέατρα	500-750
Ιδιωτικά γραφεία ηχητικά εξετασθέντα	500-750
Ιδιωτικά γραφεία μη ηχητικά εξετασθέντα	500-800
Κινηματογράφοι	1000
Γενικής φύσεως γραφεία	1000-1250
Καταστήματα με τμήματα διαφόρων εμπορευμάτων, ψηλότερος όροφος	1500
Καταστήματα με τμήματα διαφόρων εμπορευμάτων, ισόγειο	2000

## ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΟΜΙΩΝ ΕΞΟΔΟΥ

Η εσωτερική αρχιτεκτονική, η κατασκευή του κτιρίου και η πιθανότητα δημιουργίας ραβδώσεων είναι παράγοντες που επιδρούν αναγκαστικά στη σχεδίαση και στην τοποθέτηση των στομιών εξόδου. Ακόμη κι όταν είναι καλύτερα να τοποθετήσουμε ένα στόμιο σε ένα συγκεκριμένο σημείο, είναι δυνατόν οι παράγοντες αυτοί να εμποδίζουν την τοποθέτηση αυτή.

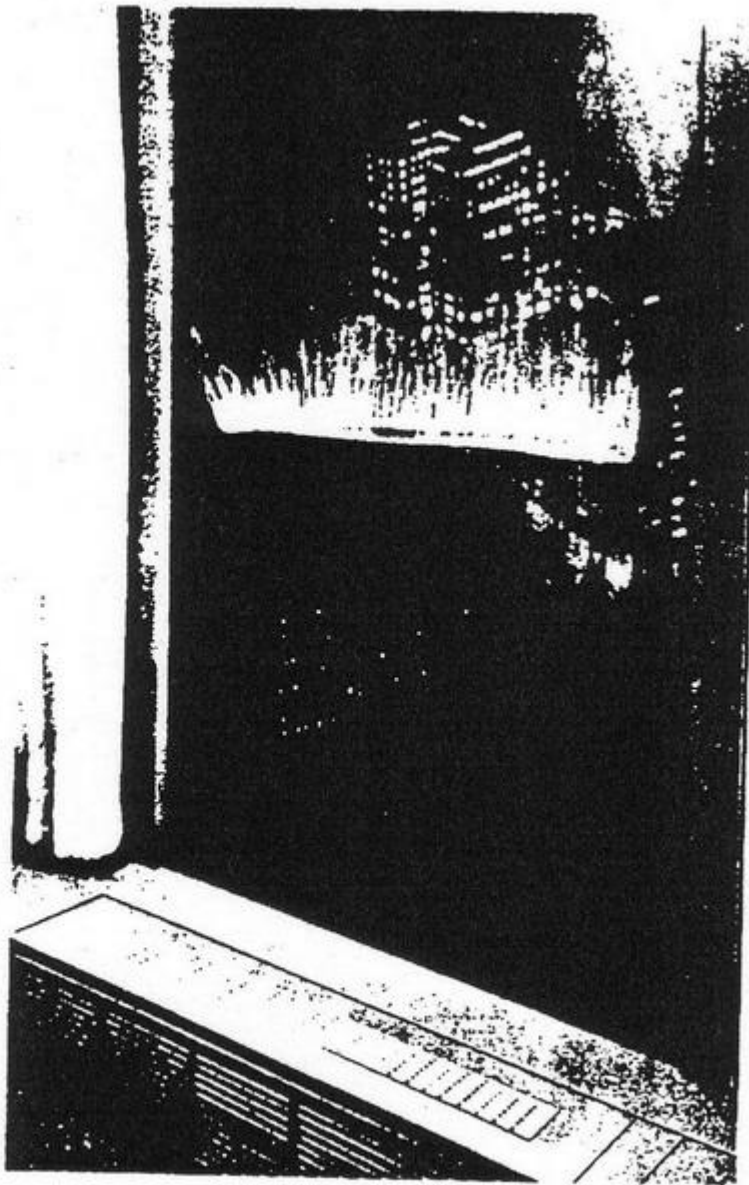
Αφού ικανοποιήσουμε με επιτυχία όλους τους παραπάνω περιορισμούς, πρέπει να εξετάσουμε τις βασικές αρχές της διανομής του αέρα, που σχετίζονται, με τη ροή, την πτώση, την ικανότητα και την κυκλοφορία του αέρα του δωματίου, και οι οποίες δημιουργούν περαιτέρω περιορισμούς στη σχεδίαση ενός ενδεδειγμένου συστήματος διανομής αέρα. Οι περιορισμοί αυτοί δίνονται στους πίνακες χαρακτηριστικών των στομιών στο τέλος του κεφαλαίου αυτού.

Τοπικά φορτία που προέρχονται από συγκέντρωση ανθρώπων, θερμότητα εξοπλισμού, εξωτερικούς τοίχους και θέσεις παράθυρων, συχνά, τροποποιούν την εκλογή της θέσης των στομιών. Το καθοδικό ρεύμα (downdraft) από ένα ψυχρό τοίχο ή ένα γυάλινο παράθυρο (σχ. 72) μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα ταχύτητες πάνω από 200 fpm και, συνεπώς, αίσθημα δυσφορίας σ' αυτούς που διαμένουν εκεί. Αυτά θα εξλειφθούν μόνο στην περίπτωση που το ρεύμα αυτό εκλείψει. Σε βόρεια κλίματα πετυχαίνουμε την εξάλειψη των παραπάνω με πρόσθετη ακτινοβολία ή με στόμιο εξόδου, το οποίο τοποθετείται κάτω από το παράθυρο, όπως φαίνεται στο σχ.73.



Σχ. 72. Καθοδικό Ρεύμα Ψυχρού Παράθυρου.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να πάρουμε υπόψη στην εκλογή της θέσης ενός στομίου είναι η επίδραση της ακτινοβολίας των ψυχρών ή των θερμών επιφανειών. Κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου ένα στόμιο θερμού αέρα κάτω από ένα παράθυρο αυξάνει την επιφανειακή θερμοκρασία του και μειώνει την αίσθηση της δυσφορίας.



**Σχ. 73.** Αντιστάθμιση του Καθοδικού Ρεύματος με Κατάθλιψη Αέρα.

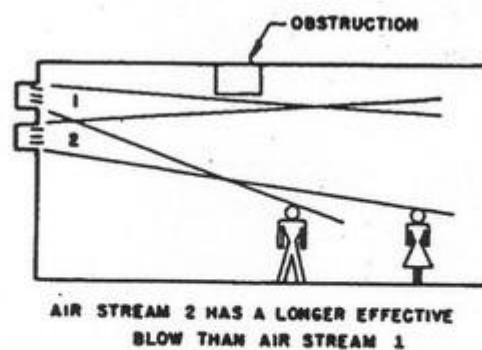
Παρακάτω περιγράφονται τέσσερις τυπικές εφαρμογές ειδικών τύπων στομιών εξόδου.

#### **ΣΤΟΜΙΑ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΧΥΣΗΣ**

Τα στόμια του τύπου αυτού μπορούν να έχουν εφαρμογή με αγωγούς εκτεθειμένους, καλυμμένους ή κρυμμένους στην οροφή. Αν και σε εκτεθειμένους ή καλυμμένους αγωγούς εγκαθίστανται στόμια τοίχου, σπάνια έχουμε με αυτό σάρωση προς τα κάτω, εκτός κι αν επιτυγχάνεται πλήρης ανάμειξη, πριν φτάσει ο αέρας του στομίου στη ζώνη διαβίωσης.

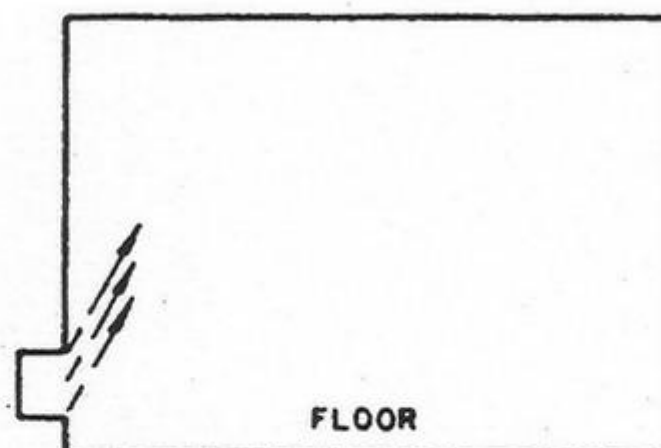
#### **ΣΤΟΜΙΑ ΤΟΙΧΟΥ**

Προτιμάται η τοποθέτηση τους σε ψηλό σημεία, στην περίπτωση που η οροφή δεν παρουσιάζει εμπόδια. Όπου συναντάμε δοκάρια, μετακινούμε τη θέση του στομίου προς τα κάτω έτσι, ώστε το ρεύμα του αέρα να είναι οριζόντιο και να μη συναντάει εμπόδια. Αν δε γίνει αυτό, αλλά χρησιμοποιηθούν καθοδηγητικό πτερύγια για να κατευθύνουν το ρεύμα αέρα προς τα κάτω, τότε αυτό μπαίνει στη ζώνη διαβίωσης με κάποια γωνία και πολύ σύντομα δημιουργεί προβλήματα σ' αυτούς που διαμένουν εκεί (σχ. 74).



**Σχ. 74. Στόμιο Τοίχου σε Δωμάτιο με Εμπόδιο στην Οροφή.**  
 1. Obstruction = Εμπόδιο. 2. Air stream 2 has a longer effective blow than air stream 1 = Το ρεύμα αέρα 2 έχει μεγαλύτερο βεληνεκές απ' ότι το ρεύμα αέρα 1.

Τα στόμια τοίχου που τοποθετούνται κοντά στο δάπεδο (σχ. 75) είναι κατάλληλα για θέρμανση, αλλά όχι και για θερινό κλιματισμό, εκτός κι αν ο αέρας διευθύνεται προς τα πάνω σε πολύ μεγάλη γωνία. Η γωνία αυτή πρέπει απαραίτητα να είναι τέτοια, έτσι ώστε ο αέρας να μην πλήττει κατευθείαν αυτούς που διαμένουν εκεί, αλλά ούτε και το δευτερεύον ρεύμα διεύθυνσης να γίνεται η αιτία απαράδεκτων ρευμάτων.



**Σχ. 75. Στόμιο Τοίχου Κοντά στο Δάπεδο.**  
 1. Floor = Δάπεδο.

#### ΣΤΟΜΙΑ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται απλό γυαλί, προτιμούνται τα στόμια παράθυρου, με διανομή αέρα όμοια με αυτή των στομίων τοίχου ή των στομίων οροφής, για την αντιστάθμιση του καθοδικού ρεύματος, που προαναφέρθηκε, κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το ρεύμα αέρα θα κατευθύνεται με καθοδηγητικά πτερύγια με γωνία 15° έως 20° από την κατακόρυφη προς το εσωτερικό του δωματίου.

## ΣΤΟΜΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ

Όπου οι άνθρωποι είναι καθισμένοι όπως σ' ένα θέατρο, δεν είναι επιτρεπτή η διανομή αέρα με στόμια δαπέδου. Όταν οι άνθρωποι κινούνται, είναι δυνατή η εισαγωγή αέρα στο επίπεδο του δαπέδου, για παράδειγμα στα καταστήματα, όπου ο αέρας κατευθύνεται οριζόντια μέσα από ένα στενό άνοιγμα κάτω από έναν πάγκο. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιηθεί μια πολύ χαμηλή θερμοκρασιακή διαφορά, όχι μεγαλύτερη από 5 ή 6 βαθμούς. Η διατήρηση της μέγιστης αυτής θερμοκρασιακής διαφοράς είναι, συνήθως, αντισυμβατική, λόγω της μεγάλης παροχής αέρα, που απαιτείται. Ωστόσο, αν ο αέρας κατευθύνεται προς τα πάνω πίσω από τον πάγκο και διαχέεται σε κάποιο ύψος πάνω από τη ζώνη διαβίωσης, η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά μπορεί να αυξηθεί περίπου 5 φορές. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η συσσώρευση σκόνης στα στόμια.

## ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Αν εφαρμοστούν κατάλληλα όλες οι παραπάνω βασικές αρχές, θα ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα μετά την εγκατάσταση. Βασικά, όσο ψηλότερα είναι η οροφή, τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των προβλημάτων που παρουσιάζονται, οπότε ανάλογα μπορούμε να ρισκάρουμε κατά τον υπολογισμό του συστήματος. Ωστόσο, πρέπει να δώσουμε περισσότερη προσοχή σε περιπτώσεις ύψους οροφής 12 ft ή μικρότερου για να ελαχιστοποιήσουμε τα προβλήματα αυτά.

Στην πράξη έχουμε δει ότι τα στόμια οροφής τύπου διάχυσης εφαρμόζονται πιο εύκολα από τα πλευρικά στόμια τοίχου και προτιμούνται για παροχές αέρα περίπου 2 cfm ανά sq ft επιφάνειας δαπέδου. Οι παρακάτω γενικές παρατηρήσεις πάνω σε ειδικές εφαρμογές προέκυψαν από την πείρα χιλιάδων εγκαταστάσεων και προσφέρονται για να οδηγήσουν σε μια καλύτερη διανομή αέρα. Όσον αφορά τα διαμερίσματα, τα ξενοδοχεία και τα κτίρια γραφείων, εξετάζεται η ειδική θέση των συνηθισμένων πηγών προσαγωγής αέρα για τέτοια κτίρια. Οι τράπεζες, τα εστιατόρια (ρεστωράν), τα πολυκαταστήματα και τα καταστήματα στα οποία διατίθενται συγκεκριμένα εμπορεύματα εξετάζονται γενικότερα, αν και τα συνηθισμένα στόμια με τη τοποθέτηση που αναφέρθηκε παραπάνω μπορούν να εφαρμοστούν.